

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт транспорта

Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Руководитель образовательной
программы «Автобизнес и безопасная
эксплуатация систем транспорта»

_____ Ярков С.А.
« ____ » _____ 2020 г.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕГКОГО РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДЕ ТЮМЕНИ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к магистерской диссертации

НОРМОКОНТРОЛЕР:

к.т.н., доцент кафедры ЭАТ
_____ *Маняшин С.А.*

РУКОВОДИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент кафедры ЭАТ
_____ *Захаров Д.А.*

РАЗРАБОТЧИК:

обучающийся группы АБТмн-18-1
_____ *Шнейдер Е.В.*

Магистерская диссертация
защищена с оценкой _____
Секретарь ГЭК _____ *Гаваев А.С.*

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа изложена на 93 страницах, содержит 15 таблиц, 44 рисунка, 34 источника, 1 приложение, 13 слайдов презентации.

Ключевые слова: легкий рельсовый транспорт, скоростной трамвай, новый вид транспорта, макроскопическая модель.

Тема магистерской диссертации – Оценка эффективности применения легкого рельсового транспорта в городе Тюмени.

Целью исследования является прогнозирование транспортного спроса населения на поездки в трамвае «Казачек» на основе макроскопической транспортной модели города Тюмень.

Первая глава посвящена основным проблемам общественного транспорта в городах. В частном случае рассматривается легкий рельсовый транспорт и его технико-эксплуатационные характеристики. Важным аспектом является организация движения трамвая в городских транспортных системах.

Вторая глава полностью описывает роль трамвая в документах транспортного планирования, а также рассматривается инструмент моделирования трамвая.

Третья глава посвящена моделированию трамвая на улицы города Тюмени и определению показателей, меняющихся в процессе внедрения нового вида транспорта.

В четвертой главе изучается методика практического использования внедрения трамвая в транспортную сеть города Тюмени, а также высчитывается стоимость проекта трамвая «Казачек».

В пятой главе описаны меры по обеспечению безопасности жизнедеятельности и проводится анализ экологической эффективности от введения трамвая «Казачек».

После каждой главы были сделаны соответствующие выводы.

ABSTRACT

The final qualification work is presented on 93 pages, contains 15 tables, 44 figures, 34 sources, 1 appendix, 13 presentation slides.

Keywords: light rail transport, high-speed tram, a new mode of transport, macroscopic model.

The theme of the master's thesis is Evaluation of the effectiveness of light rail transport in the city of Tyumen.

The aim of the study is to forecast the transport demand of the population for trips on the Kazachek tram based on the macroscopic transport model of the city of Tyumen.

The first chapter is devoted to the main problems of public transport in cities. In a particular case, light rail transport and its technical and operational characteristics are considered. An important aspect is the organization of tram traffic in urban transport systems.

The second chapter fully describes the role of the tram in the transport planning documents, and also discusses the tram modeling tool.

The third chapter is devoted to the modeling of the tram on the streets of the city of Tyumen and the definition of indicators that change in the process of introducing a new mode of transport.

In the fourth chapter, the methodology of the practical use of the introduction of the tram into the transport network of the city of Tyumen is studied, and the cost of the project of the Cossack tram is calculated.

The fifth chapter describes measures to ensure life safety and analyzes the environmental performance of the introduction of the Cossack tram.

After each chapter, conclusions were drawn.

СОДЕРЖАНИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	10
1.1 Актуальность темы	10
1.2 Качество транспортного обслуживания населения.....	11
1.3 Анализ проблем функционирования городского общественного транспорта.....	16
1.4 Техничко–эксплуатационные показатели подвижного состава маршрутного транспорта.....	20
1.5 Особенности организации дорожного движения на улично–дорожной сети города при использовании трамвая	24
1.6 Выводы по главе, цель и задачи исследования.....	26
2 АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	28
2.1 Общая методика, объект и предмет исследования.....	28
2.2 Моделирование общественного транспорта в макроскопических транспортных моделях	29
2.3 Общественный транспорт в документах транспортного планирования	31
2.4 Выводы по главе.....	34
3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	35
3.1 Параметры городской транспортной системы Тюмени до 2040 года	35
3.2 Оценка изменения параметров городской транспортной системы при внедрении проекта трамвай «Казачек».....	37
3.3 Выводы по главе.....	68
4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	69

4.1 Методика практического использования	69
4.2 Менеджмент внедрения результатов	72
4.3 Выводы по главе.....	74
5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	75
5.1 Оценка экологии с транспортной макроскопической модели	75
5.2 Безопасность дорожного движения при эксплуатации трамваев	77
5.3 Выводы по главе.....	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	82
ПРИЛОЖЕНИЕ А	87

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей выпускной квалификационной работе применяют следующие термины:

АД – автомобильная дорога;

АСУДД – автоматизированная система управления движения транспорта;

ГИБДД – государственная инспекция безопасности дорожного движения;

ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система;

ГОСТ – государственный стандарт;

ГЭТ – городской электрический транспорт;

ДТП – дорожно–транспортное происшествие;

ЖД – железнодорожные (пути);

КСОДД – комплексная схема организации дорожного движения;

КСОТ – комплексная схема организации и обслуживания общественного транспорта;

ЛРТ – легкий рельсовый транспорт;

ОДД – организация дорожного движения;

ОТ – общественный транспорт;

ПДД – правила дорожного движения;

ПКРТИ – программа комплексного развития транспортной инфраструктуры;

ПС – подвижной состав;

ПТОП – пассажирский транспорт общего пользования;

РФ – Российская Федерация;

СП – свод правил;

ТС – транспортное средство;

УДС – улично–дорожная сеть.

ВВЕДЕНИЕ

Город Тюмень – быстроразвивающийся город с развитой инфраструктурой. Население города увеличивается с каждым годом не менее, чем на десять тысяч. В связи с этим потребность населения в пользовании услуг общественным транспортом возрастает. Самыми густонаселенными районами становятся те, которые находятся вдали от центра. Поэтому общественному транспорту зачастую необходимо «вывозить» людей из отдаленных районов.

С увеличением количества транспортных средств в городе увеличивается риск возникновения транспортных заторов, препятствующих нормальной работе транспортной сети. Большинство транспортных заторов, так называемых «пробок» возникает из-за малых скоростей движения общественного транспорта и его маневренности. Единственным видом общественного транспорта в городе является автобусный. Количество автобусных маршрутов в городе Тюмень на 2020 год составляет 111. Зачастую автобус следует по маршруту с небольшой скоростью движения, и жителям могут потребоваться пересадки для того, чтобы добраться в нужное место. Несмотря на это, автобусом пользуется почти половина населения города Тюмени.

Для более качественного оказания транспортных услуг в городе, была выдвинута идея введения нового вида транспорта – скоростного трамвая, движущегося обособленно от автомобильных дорог. Использование легкого рельсового транспорта в городе позволит разгрузить улицы города, так как один трамвай может заменить до шести автобусов по вместимости пассажиров.

ЛРТ имеет ряд преимуществ. Так как это довольно экологичный вид транспорта, введение скоростного трамвая на улицы города может снизить уровень выброса вредных веществ в окружающую среду.

Управление скоростным трамваем возможно за счёт автоматической системы управления дорожным движением – адаптивными фазами светофорного регулирования, которые позволят «пропускать» трамвай через «стоп–линию» без задержек. Трамвай, так же, как и обычный, имеет преимущество при движении.

Актуальность темы исследования заключается в том, чтобы город Тюмень имел развитую транспортную инфраструктуру, а качество транспортных услуг полностью удовлетворяло спросу населения.

Целью исследования является прогнозирование транспортного спроса населения на скоростном трамвае «Казачек» на основе макроскопической транспортной модели города Тюмень.

Для достижения цели исследования необходимо выполнить ряд задач:

1. Скорректировать существующую транспортную модель города и создать новое транспортное предложение (проект трамвая «Казачек»).
2. Оценить изменение транспортного спроса на поездку в трамвае «Казачек» до введения в эксплуатацию других трамвайных маршрутов по ПКРТИ.
3. Оценить изменение транспортного спроса на поездку в трамвае «Казачек» при внедрении пешеходного моста по ул. Береговой.
4. Оценить изменение транспортного спроса на поездку в трамвае «Казачек» при введении других трамвайных маршрутов по ПКРТИ.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Актуальность темы

Большинство развитых стран в последнее время «насыщены» индивидуальным транспортом, который влечет за собой негативные последствия. Транспортные заторы, рост количества ДТП, а также изменение экологии в негативную сторону – все это плохо сказывается на общей транспортной ситуации в городах. Именно поэтому в приоритете городского передвижения общественный транспорт. Автобус на данный момент является самым распространённым видом транспорта на сегодняшний день. Но многие страны продолжают развивать и разрабатывать стратегии увеличения доли общественного транспорта в перевозке пассажиров. В немногих городах России развито и продолжает развиваться метро, поэтому кто-то переходит на дешевые системы легкого рельсового транспорта, которое по своим характеристикам практически ничем не уступает метрополитену.

Почти все крупные города РФ, в том числе и город Тюмень, построены по генпланам, которые выполнены по старым нормативам развития транспортной инфраструктуры, рассчитанным на 100 – 150 легковых автомобилей на 1000 жителей. В связи с тем, что количество автомобилей в городах растёт, транспортная инфраструктура практически не развивается, в городах возникают различные транспортные проблемы, такие как транспортные заторы, увеличение ДТП, рост травматизма, снижение скоростей движения, потери для экономики, а также увеличение вредных выбросов и шума. Строительство метро в нашей стране – медленный процесс, поэтому выход из ситуации один – развитие современного и экологичного вида транспорта – легкого рельсового. Так как метрополитен был исключен из сферы правового регулирования городского пассажирского транспорта, нет основы для реализации проектов развития перспективных видов общественного транспорта.

Именно поэтому было принято решение рассмотреть введение легкого рельсового транспорта в инфраструктуру крупного развитого города России – город Тюмень. Это позволит оценить эффективность перевозочного процесса и рассмотреть динамику изменения показателей дорожного движения.

1.2 Качество транспортного обслуживания населения

Под качеством транспортного обслуживания пассажиров понимают совокупность свойств перевозочного процесса и системы перевозок пассажиров, обуславливающих соответствие их нормативным требованиям.

Перевозочный процесс является частью транспортной услуги, которая относится к сфере материального производства. Транспорт в целом создает определенную стоимость.

Транспортная услуга – в основном перемещение грузов в пространстве. Большое количество факторов влияет на специализацию и вид услуги, которые позволяют разделить все услуг на несколько групп.

1) по признаку взаимосвязи с основной деятельностью предприятий:

- перевозочные
- неперевозочные

2) по виду потребителя, которому предоставляется услуга:

- внешние (нетранспортные предприятия и организации)
- внутренние (транспортные предприятия и организации)

3) по характеру услуги:

- технологические
- коммерческие
- информационные и другие

Поскольку транспорт не производит какой-либо продукции, транспортная услуга имеет множество характеристик.

1. Транспортная услуга существует вместе с какой–либо коммерческой деятельностью, так как она не может существовать отдельно от нее;

2. Невозможно предугадать и сформировать запасы транспортной услуги, она не существует без процесса её производства;

3. Результатом качества услуги становится качество её выполнения (качество труда);

4. Стоимость транспортной услуги обозначается в соответствии с её спросом;

5. Спрос на транспортные услуги может варьироваться в зависимости от временных и пространственных параметров, транспорт не имеет ресурсов, которые позволят сгладить неравномерности спроса.

Именно поэтому при выборе какой–либо транспортной услуги необходимо рассматривать вопросы о целесообразности и выгоды её использования. Задачей транспортной логистики является доставка грузов, пассажиров и т.п. в максимально короткие сроки и максимальной выгодой, т.е. с минимальными затратами.

Показателями качества транспортного обслуживания населения являются:

1. Доступность (получение возможности перевозки пассажиров и грузов автомобильным и наземным электрическим транспортом, подразумевается доступность тарифов, стабильность тарифов, информативность населения по вопросам планирования маршрутов общественного транспорта, а также уровень информационного обслуживания пассажиров, плотность маршрутной сети).

Территориальная доступность остановочных пунктов (наименьшее расстояние пешеходного пути до ближайшего остановочного пункта). В таблице 1.1 приведены расстояния до ближайшего остановочного пункта пешеходными путями.

Таблица 1.1 – Предельные расстояния кратчайшего пешеходного пути от границ участков объектов до остановочных пунктов

Категория объекта	Расстояние кратчайшего пешеходного пути, не более, м	Расстояние кратчайшего пешеходного пути, которое допускается устанавливать для отдельных субъектов Российской Федерации с особыми природно–климатическими условиями, не более, м
Многоквартирный дом	500	400
Индивидуальный жилой дом	800	700
Предприятия торговли с площадью торгового зала 1000 м ² и более	500	400
Поликлиники и больницы муниципальной, региональной и федеральной системы здравоохранения, учреждения (отделения) социального обслуживания граждан	300	300
Терминалы внешнего транспорта	300	300

Доступность стоимости проезда в общественном транспорте. Стоимость проезда в общественном транспорте рассчитывается в соответствии со среднемесячным количеством поездок на автомобильном, пассажирском и наземном электрическом транспорте (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Зависимость численности населения от среднемесячного количества поездок на общественном транспорте

Численность населения муниципального образования	Среднемесячное количество поездок
До 100 000 человек	40
От 100 000 до 500 000 человек	60
Свыше 500 000 человек	Обязательно наличие билета длительного пользования, позволяющего осуществлять проезд в автомобильном транспорте и городском наземном электрическом транспорте по муниципальным маршрутам регулярных перевозок, предоставляющего право на неограниченное количество поездок в течение установленного времени

2. Надежность

Этот показатель обуславливается тем, чтобы у всех жителей города была возможность получать транспортную услугу в соответствии со стабильностью перевозки багажа и пассажиров автомобильным и городским электрическим транспортом согласно расписанию по маршрутам следования транспортного средства.

Важным критерием является соблюдение расписания по маршрутам следования, так как каждому пассажиру важно быть в том или ином месте в назначенное время. По статистике, количество регулярных перевозок по маршрутам следования автомобильного и городского наземного электрического с опозданием свыше 2 минут, не превышает 15% от количества всех рейсов, следующих по маршруту.

3. Комфортность

Показатель комфортности также важен для пассажиров, пользующихся транспортной услугой, так как в салоне автобуса, к примеру, должны быть созданы все условия для удобного нахождения человека на протяжении всей поездки.

Критериями комфортности для пассажира будут являться:

- Уровень шума в салоне транспортного средства
- Температура в салоне транспортного средства (нередко устанавливаются кондиционеры)
- Информирование пассажиров на протяжении всей поездки (информационные табло, правила перевозок пассажиров и багажа автомобильным и наземным электрическим транспортом)
- Пассажировместимость транспортного средства (согласно Правилам на 1 м² в салоне не должно быть более 5 человек)
- Количество пересадок по маршруту следования пассажира (должно быть не более 2 пересадок)
- Экологичность (все транспортные средства должны относиться к экологическому классу ЕВРО 4 и выше)

4. Удобство пользования пассажирами автомобильного и городского наземного электрического транспорта

Показатель характеризует наполнение транспортных средств пассажирами (спрос пассажиров на маршруты регулярных перевозок), коэффициент использования вместимости транспортного средства, соответствие нормативам комфортабельности транспортного средства, а также комфортабельность пользования пассажирами транспортных средств.

Транспортное обслуживание регламентируется основными документами, такими как ПКРТИ, генеральный план города, КСОТ, КСОДД, Приказы Минтранса России, а также Федеральные законы.

Задачей документов является создание эффективной транспортной системы на основе дорожной деятельности и организации транспортного обслуживания населения.

Программы комплексного развития транспортной инфраструктуры устанавливают перечень мероприятий по проектированию, строительству, реконструкции объектов транспортной инфраструктуры, включая те, которые предусмотрены государственными и муниципальными программами,

стратегией социально–экономического развития муниципального образования и планом мероприятий по реализации стратегии социально–экономического развития муниципального образования (при наличии указанных стратегии и плана), планом и программой комплексного социально–экономического развития муниципального образования, инвестиционными программами субъектов естественных монополий в области транспорта, договорами о комплексном освоении территорий или о развитии застроенных территорий.

Комплексные схемы организации дорожного движения предполагают, как должно быть организовано движение транспорта в агломерациях, городах и поселениях.

Немаловажным документом при планировании движения транспорта является социальный стандарт, согласно которому учитываются требования населения при разработке организации дорожного движения.

Для работы одним из главных документов является СП 98.13330.2018 Трамвайные и троллейбусные линии, который распространяется на проектирование вновь строящихся и реконструируемых транспортных сооружений в населенных пунктах – трамвайных линий (обычных, скоростных, грузовых и служебных), троллейбусных линий, а также зданий и сооружений для хранения, ремонта и обслуживания подвижного состава.

1.3 Анализ проблем функционирования городского общественного транспорта

Развитая транспортная инфраструктура является ключевым показателем в жизни современного города, мира и страны. В жизни современного города основной частью транспортной инфраструктуры является общественный транспорт. Задачей его является перемещение пассажира из одного местоположения в другое, а также улучшение качества обслуживания пассажиров автомобильного и наземного электрического транспорта. В соответствии с тем, как растет страна, город и т. п., пассажиры все больше и больше нуждаются в регулярных поездках, а значит, спрос на

транспортные услуги возрастает по мере увеличения числа горожан и городской территории.

Именно поэтому одной из основных проблем автомобильного и наземного электрического транспорта является сильная изношенность подвижного состава, а также недостаточное его обновление. Зачастую из-за этого снижается техническая способность транспортных средств, которые следуют по маршруту, заданному в специальных органах. Помимо этого, растут затраты на эксплуатацию транспортных средств и на себестоимость перевозки одного пассажира.

В часы «пик» количество пассажиров увеличивается втрое, поэтому комфортное передвижение пассажиров переходит на второй план. Иногда население вместо перевозки на пассажирском городском транспорте (автобус, электричка, троллейбус) выбирает поехать на маршрутном такси. Но поездка на таком транспорте может оказаться не совсем безопасной, так как «маршрутки» в основном движутся с большей скоростью, чем общественный транспорт, набирая скорость не из-за малого количества остановок, а из-за перестроения из одной полосы в другую. Зачастую такое вождение заканчивается дорожно-транспортными происшествиями. Так как маршрутные транспортные средства останавливаются вне остановочных комплексов, это приводит к повышению уровня аварийности на данном участке. А отсутствие специально обученного человека (кондуктора) в салоне транспортного средства заставляет водителя лишней раз отвлекаться от дороги и принимать оплату за проезд на данном транспорте самому, без чьей-либо помощи, что также повышает аварийность. Некоторые водители имеют ненормированный график из-за нехватки рабочих. Поэтому они вынуждены работать сверх обычного рабочего дня, что приводит к быстрой утомляемости и, как следствие, отсутствию внимания на дороге.

При формировании тарифа на проезд в общественном транспорте учитывается не только то, какой спрос имеет транспортная услуга, но и то, что способствует положению этой услуги в экономике страны, а также

повышенное качество транспортной услуги. А качество перевозки зависит от того, насколько она будет изучена и какие меры будут предприняты для более комфортного и безопасного передвижения.

В некоторых областях, например в Тюменской, созданы специальные центры по управлению общественным транспортом и мониторинг его функционирования.

Для чего это нужно:

- для учета и хранения информации по функционированию общественного транспорта и транспортной инфраструктуры;

- для исключения повторений в работе по сбору и хранению информации;

- для обработки и анализа данных по общественному транспорту;

- для исключения использования устаревших данных при проведении анализа и принятии решений;

- для повышения эффективности взаимодействия нескольких ведомств за счёт собранной информации;

- для исключения повторения информации в органы власти.

Для улучшения качества обслуживания и движения по маршруту проводится оптимизация маршрутной сети. Она обусловлена тем, что после её проведения, можно исключить или открыть новые маршруты общественного транспорта (или их корректировка), исключить дублирование маршрутов, распределить общественный транспорт по времени так, чтобы не загружать транспортную сеть города (с учетом пропускной способности и с потребностью населения в общественном транспорте).

Весь общественный транспорт может быть отслежен благодаря диспетчерскому управлению. Оно обеспечивает оперативное управление и формирует информацию о функционировании общественного транспорта. Для этого объединяются несколько служб – диспетчерские пункты на автотранспортных предприятиях, вокзалах, а также службы муниципальных образований. Совокупное диспетчерское управление обеспечит:

— повышение качества обслуживания населения, пользующегося общественным транспортом за счёт постоянного контроля за транспортными средствами;

— повышения эффективности перевозок пассажиров за счёт сокращения потерь времени на ОТ и запас в более загруженных направлениях;

— повышение безопасности перевозок пассажиров на ОТ за счёт оповещения водителей о ДТП и ЧС посредством организации связи между водителем или участником происшествия со службами первой помощи пострадавшим (полиция, скорая медицинская помощь, пожарная служба)

— информирование граждан о маршрутах движения общественного транспорта и их расписание с помощью Интернета или через информационные табло на остановочных пунктах, через телефонную связь по звонку в диспетчерский CALL–центр.

В настоящее время актуальной становится проблема выброса вредных веществ в окружающую среду. Многие транспортные предприятия переходят на более безопасные транспортные средства, а также снижается энергоёмкость транспортных средств.

Для достижения этой цели необходимо:

1. Разработать и ввести поощрение таких предприятий, которые осуществляют перевозку на альтернативном топливе, не загрязняющим окружающую среду, либо имеют ТС с топливно–энергетическими ресурсами.

2. Усилить контроль состояния транспортных средств по экологическим показателям, ограничениям выбросов и отходов предприятий, которым принадлежит данный вид транспорта.

Решение вышеперечисленных проблем создает совершенствование транспортной системы. Так как транспорт имеет огромное значение для партнерства России с другими странами, хорошо развитая транспортная система страны является одним из важных факторов для привлечения населения и производства.

1.4 Техничко–эксплуатационные показатели подвижного состава маршрутного транспорта

Для организации перевозок пассажиров и багажа по определенному маршруту необходимо определить, какой подвижной состав будет выполнять эту функцию. Это обосновывается тем, сколько нужно транспортных средств на маршруте и в каком направлении конкретно будет двигаться транспортное средство. При этом нужно учитывать количество пассажиров, движущихся в направлении движения транспортного средства, для этого необходимо учитывать пассажироместимость автобуса, троллейбуса, трамвая или иного транспортного средства.

Каждое транспортное предприятие при выборе подвижного состава учитывает наиболее экономичные виды транспорта для каждого направления, а также себестоимость перевозки пассажиров каждым видом транспорта. В связи с этим рассматриваются такие параметры, как объём пассажирских перевозок, эксплуатационная скорость движения транспортных средств, допустимые интервалы движения по маршруту, вместимость транспортных средств. Большое влияние на выбор транспортных средств оказывает транспортная сеть города. Но здесь уже учитываются такие факторы, как затраты на строительство новых путей сообщения или же затраты на приобретение нового транспорта в определенной транспортной системе.

В развитой транспортной системе города обычно преобладает самый скоростной и самый безопасный транспорт – метрополитен. В связи с тем, что общественный транспорт автомобильный не всегда может справиться с пассажиропотоком, метро оказывает важнейшее влияние на разгруженность транспортной сети. Но, к сожалению, метро построено не во всех крупных городах страны (большая часть заторов возникает из-за большого количества личного транспорта на дорогах), его строительство могло бы привести к более разумному подходу выбора транспорта пассажирами. Система метрополитена внедрена в нескольких крупных городах нашей страны. За

счет того, что население городов достаточно большое, большинство пассажиров пользуются этим видом транспорта. Популярен этот вид внеуличного транспорта в 7 городах, таких как: Москва, Санкт–Петербург, Казань, Екатеринбург, Нижний Новгород, Самара.

В связи с тем, что вагоны метро могут развивать более высокую скорость, обеспечивают большую провозную способность и являются наиболее безопасным видом транспорта за счет того, что не имеют пересечения с транспортными узлами (строительство под землей), метрополитен является самым эффективным видом транспорта. Но его строительство нередко обходится государству и отдельным городам дорого, так что приходится искать альтернативу этому транспорту.

В качестве альтернативы рационально строительство линий легкорельсового транспорта. ЛРТ позволит при существенном сокращении затрат времени горожан на транспортные передвижения обеспечить необходимые провозные возможности, качество и безопасность поездки и при движении по изолированным трассам в надземном пространстве значительно сэкономят дорогостоящие городские территории.

Легкий рельсовый транспорт – второй по скорости транспорт, имеет относительно небольшие затраты на строительство и высокую эффективность поездки. Трамвай вполне возможно построить обособленно от автобусной и автомобильной сети. Так же, как и метрополитен, доставляет пассажира в нужную ему точку намного быстрее, чем автобус, личный транспорт или троллейбус.

Автобус. Самый популярный вид транспорта на сегодняшний день в регионах и городах – миллионниках. Без выделенной полосы в мегаполисах затрудняет движение транспорта, увеличивает время поездки пассажира в часы пик. Скорость автобуса зачастую меньше скорости автомобильного потока, так как он движется по определенному маршруту согласно расписанию (во время маршрута заложена посадка пассажиров на остановочных пунктах).

Троллейбус. Несмотря на то, что троллейбус может перевезти такое же количество пассажиров, как автобус, его эффективность со временем снижается вследствие того, что каждый город хочется «причесать» и сделать лучше. Привязка этого вида транспорта к контактной сети делает его менее маневренным, а так же портит вид города.

Так как численность населения города Тюмень растёт с каждым годом, остро встает вопрос о необходимости расширения транспортной сети и внедрения нового вида транспорта для более развитой транспортной инфраструктуры. На данный момент, по статистическим данным, население города составляет почти 789 тыс. человек. При этом большая часть населения пользуется общественным транспортом, целесообразно было бы рассмотреть введение нового вида транспорта. Административно Тюмень разделена на 4 района – Центральный, Восточный, Ленинский и Калининский. Введение нового вида транспорта позволит «вывести» большую часть населения из периферии в центр, так как большинство населения проживает на территории Восточного, Калининского и Ленинского районов. Жилищные застройки также осуществляются в отдалённых от центра частях города.

Для улучшения транспортной ситуации в городе Тюмень было принято решение рассмотреть введение легкого рельсового транспорта на маршрутах общественного транспорта. В качестве средства для передвижения был выбран трамвайный вагон 71–631.

Трамвайный вагон 71–631 (КТМ–31) производился в г. Усть – Катав на вагоностроительном заводе. За время производства была выпущена 61 единица транспортного средства. В настоящее время такой вагон эксплуатируется в Санкт–Петербурге, Самаре и в Латвии. Испытания первых трех вагонов проходили в г. Златоусте.

71–631 – сочлененный шестиосный трамвайный вагон, развивающий скорость до 75 км/ч, имеющий 6 дверей, из которых 4 – двустворчатые, а 2 – одностворчатые. Трамвайный вагон имел 4 модификации.



Рисунок 1.1 – Трамвайный вагон 71–631

На таблице 1.3 представлены все технические характеристики трамвайного вагона модели 71–631.

Таблица 1.3 – Техничко–эксплуатационные характеристики трамвая

Максимальная скорость	75 км/ч
Скорость сообщения	20–25 км/ч
Пассажиропоток	75000 чел/сут
Масса	37 т
Мест для сидения	48
Номинальная вместимость	201 (5 чел/м ²)
Полная вместимость	291 (8 чел/м ²)
Низкопольность	72 %
Тип контроллера	ручной
Тип тормоза	дисковый
Напряжение сети	600 В
Напряжение бортовой сети	24 В
Количество дверей	6/8
Освещение салона	светодиодное
Отопление кабины	тепловентиляторы
Срок службы	30 лет
Габариты	
Колея	1524, 1000 мм
Длина	28 050 мм
Ширина	2500 мм

Продолжение таблицы 1.3

Высота	1940 мм
База тележки	1940 мм
Диаметр колёс	620 мм
Двигатели	
Мощность	125 кВт

На рисунке 1.2 представлена схема расположения мест в трамвайном вагоне и его низкопольность.

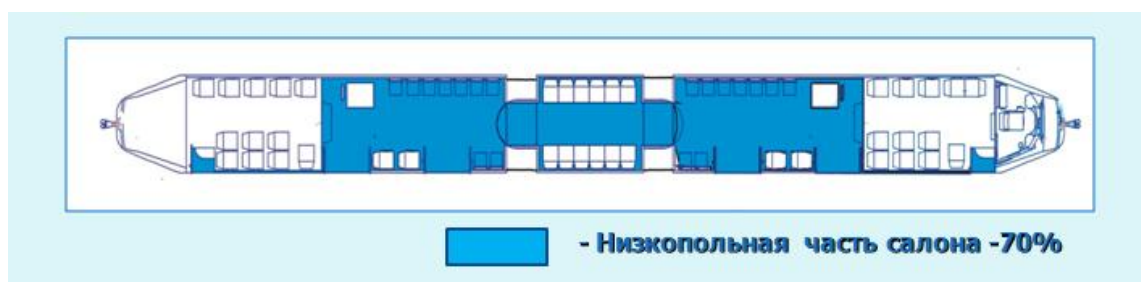


Рисунок 1.2 – Салон трамвайного вагона

В салоне предусмотрены широкие дверные проёмы и просторные накопительные площадки в низкопольной части вагона, что позволяет увеличить скорость посадки–высадки и создаёт комфортные условия для пассажиров с детьми и людей с ограниченными возможностями.

Также в салоне установлена комплексная цифровая информационная система, включающая автоинформатор, громкоговорящую связь, маршрутные указатели, информационное табло (бегущая строка). Вагон укомплектован навигационным оборудованием ГЛОНАСС.

1.5 Особенности организации дорожного движения на улично–дорожной сети города при использовании трамвая

Так как на УДС г. Тюмени планируется введение нового транспорта – трамвая, то нужно знать особенности организации дорожного движения при его строительстве. Маршрут трамвая будет проходить по уже готовым путям сообщения, поэтому строить новые рельсы нет надобности. Строительство трамвая обходится дешевле, чем строительство метро и является вторым по эффективности перевозок. Количество пассажиров, перевезенных с помощью

трамваев, конечно, уступает количеству пассажиров, перевезенным метро, но в строительстве намного проще и дешевле.

При построении маршрута движения трамвая учитываются пересечения с перекрестками как равнозначными, так и регулируемыми. В большинстве случаев автомобилям приходится уступать трамваю, поэтому есть возможность образования заторов на УДС.

На данный момент все рельсовые пути в городе Тюмень принадлежат промышленным предприятиям и используются крайне редко. При составлении маршрута трамвая было замечено, что пересечений легкого рельсового транспорта с автомобильными дорогами практически нет. По данным перекресткам пути проложены так, что можно организовать движение трамвая с введением светофорного объекта для рельсового транспорта, так как на некоторых перекрестках уже присутствует светофорное регулирование. Среди улиц дорожного движения, имеющих пересечение с трамвайными путями, такие как: ул. Полевая, ул. Комбинатская, ул. Пролетарская, ул. Ямская, Ялуторовский и Старый Тобольский тракт, ул. Республики, ул. Зеленая, Тополиная и ул. Домостроителей.

Существует два способа организации светофорного регулирования – адаптивное и постоянное.

Для адаптивного светофорного регулирования характерно оценивание транспортной ситуации на УДС города. Постоянное светофорное регулирование носит нестабильный характер и не учитывает текущую ситуацию на дороге. В связи с этим, при введении нового вида транспорта (легкий рельсовый трамвай) рациональна будет настройка адаптивной системы управления светофорным регулированием. При выборе типа светофорного регулирования оценивались такие параметры, как:

– число транспортных средств, ожидающих зеленый сигнал светофора в соответствии с направлением движения;

– число транспортных средств, ожидающих красный сигнал светофора в соответствии с направлением движения;

– число транспортных средств, прибывающих на зеленый сигнал светофора.

Адаптивное регулирование светофорных объектов необходимо, в первую очередь, для уменьшения количества заторов, и, как следствие, приоритет проезда общественного транспорта.

В настоящее время на тридцати шести перекрестках города Тюмень настроена адаптивная система управления дорожным движением. В результате, с 2017 года эта система получила эффективность.

За счёт сокращения времени движения по маршруту следования общественного транспорта возможно сократить число автобусов, вышедших на линию примерно на 20%.

При движении совместно с другими участниками движения (личные автомобили, грузовые автомобили и пешеходы) минимальное воздействие на них.

АСУДД является относительно недорогим комплексом, что делает его доступным для сферы контроля и безопасности общественного и личного транспортом.

Важным отличительным свойством АСУДД от постоянного светофорного регулирования являются точные показатели прибытия транспорта к «стоп–линии», за счёт чего проезд перекрестка становится намного быстрее.

1.6 Выводы по главе, цель и задачи исследования

Целью исследования является определение технико–эксплуатационных показателей движения скоростного трамвая для определения целесообразности внедрения проекта «Казачек» на УДС г. Тюмени.

Задачи исследования:

1. Изучить характеристики скоростного трамвая (пассажировместимость, максимальную скорость и время на поездку) для корректного моделирования.

2. Моделирование скоростного трамвая в программном комплексе PTV Visum.

3. Определение параметров скоростного трамвая после моделирования без сооружения пешеходного моста через р. Туру на ул. Береговой.

4. Определение параметров скоростного трамвая после моделирования со строительством пешеходного моста через р. Туру на ул. Береговой.

5. Определение экологического эффекта.

Выводы по главе:

1. Изучены основные показатели качества транспортного обслуживания населения;

2. Разобраны основные проблемы функционирования систем транспорта и найдено их решение;

3. Изучены основные характеристики подвижного состава;

4. Выбраны технико–эксплуатационные показатели скоростного трамвая.

2 АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая методика, объект и предмет исследования

В настоящее время линии скоростного трамвая проложены в четырех городах РФ – в Волгограде, Усть–Илимске, Ижевске и Старом Осколе. В связи с увеличением численности населения и повышенным транспортным спросом, есть необходимость развивать данный вид общественного транспорта. По некоторым данным, сооружение линий легкого рельсового транспорта планируется в десятке городов РФ. Но есть большая вероятность, что этот вид транспорта в планируемых городах введен не будет за счёт отсутствия проектирования.

Предметом исследования является введение нового вида транспорта – скоростного трамвая, способного удовлетворить потребности населения в качественном оказании транспортных услуг, за счёт своих технико–эксплуатационных характеристик.

Город Тюмень – быстроразвивающийся город с развитой инфраструктурой и быстрорастущим населением. Население города на 2020 год составляет 807,4 тыс. человек. Уровень автомобилизации при таком числе жителей – 374 автомобиля на 1000 жителей, в то время как в России на 2018 год уровень автомобилизации составил 309 автомобилей на 1000 жителей. С каждым годом у людей растет потребность в передвижениях. Как всем известно, на данный момент в городе развит автобусный транспорт. Но за счёт низких скоростей движения и зачастую не комфортности использования, люди предпочитают пользоваться личным автомобильным транспортом. На начало 2020 года количество автотранспорта всех типов в России оценивалось экспертами в размере 59 млн. единиц, что на 15 млн. больше начала 2010 года. Росстат даёт цифру на несколько миллионов меньше. Средний возраст легковых автомобилей в России, по подсчётам экспертов, составляет 13,4 года. Грузовой, коммерческий и автобусный транспорт имеет средний возраст 14–16 лет.

На рисунке 2.1 представлен объект исследования – город Тюмень.

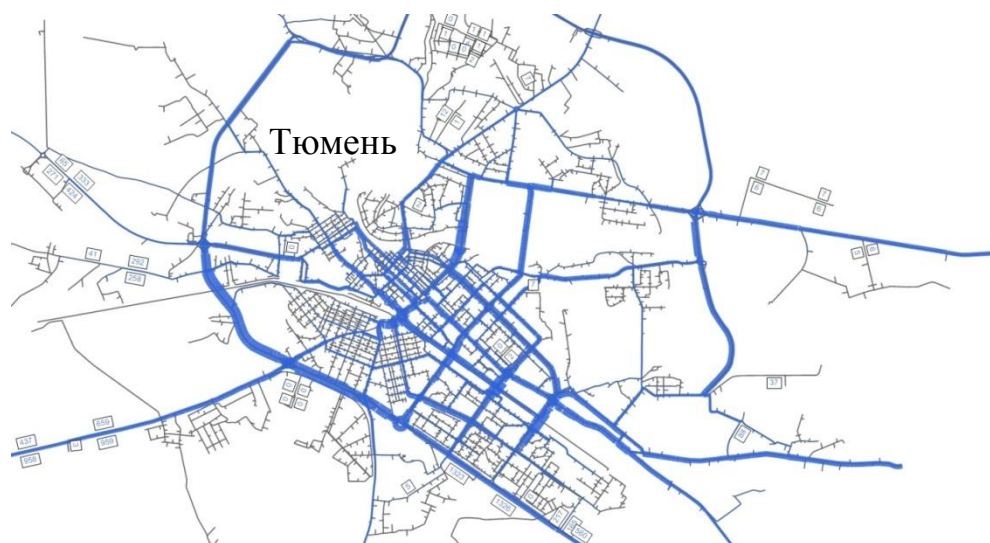


Рисунок 2.1 – Транспортная модель города Тюмень до внедрения мероприятий по усовершенствованию ОДД на УДС

2.2 Моделирование общественного транспорта в макроскопических транспортных моделях

Особенности применения макромоделирования

Состояние улично–дорожной сети (УДС) городов в Российской Федерации, в основном, связано с исторически сложившейся застройкой, что определяет особенности организации дорожного движения для различных городов. Увеличение числа автомобилей влечет за собой увеличение интенсивности движения автотранспорта, что приводит к возникновению транспортных проблем (увеличение времени задержки ТС, снижению скорости движения, несоответствию уровня транспортного спроса и предложения, возникновению транспортных заторов).

Для решения данной проблемы требуется комплексный подход, включающий в себя проектные работы, организацию и безопасность движения.

Чтобы оценить эффективность и экономическую целесообразность внедрения различных мероприятий по усовершенствованию УДС, применяется моделирование транспортной сети города. Одним из наиболее

распространенных программных комплексов макро моделирования является PTV Visum. PTV Visum используется для моделирования транспортных потоков, транспортного планирования и оптимизации общественного транспорта: в городах, регионах, мегаполисах – во всех населенных пунктах. Программа объединяет всех участников движения в единую математическую транспортную модель.

Программный комплекс PTV Visum используют как для моделирования зарубежных объектов транспортной инфраструктуры, так и для разработки современной российской улично–дорожной сети.

Для того чтобы разработать модели в программном комплексе PTV Visum, необходимо предварительно разделить исследуемый участок УДС на районы, занести информацию о геометрических особенностях УДС (задать количество полос, пропускную способность для автомобильной дороги), создать слои спроса (общественный и индивидуальный транспорт) и составить матрицу корреспонденций. После внесения необходимых данных проводится предварительный расчет перераспределения автотранспорта.

Транспортная модель разрабатывается в соответствии с транспортной инфраструктурой города. Моделируется для обоснования проектов по усовершенствованию УДС:

- строительство или реконструкция автомобильных дорог;
- совершенствование работы общественного транспорта;
- строительство крупных промышленных, торговых, развлекательных объектов на территории моделируемого региона с точки зрения транспортных проблем;
- усовершенствование движения легкового и грузового транспорта.

Макромодель участков УДС позволит оптимизировать систему городского пассажирского общественного транспорта.

Задачи макромоделирования:

1. Оценить необходимость введения выделенных полос для городского пассажирского транспорта общего пользования.
2. Разработать предложения по совершенствованию системы оплаты проезда пассажирского транспорта.
3. Проанализировать геометрию сети общественного транспорта и оценить ее допустимость.
4. Оптимизировать интервалы и расписание движения общественного транспорта.
5. Обосновать ввод новых маршрутов и удаление уже существующих.

Моделирование общественного транспорта с помощью программы PTV VISUM позволяет учитывать множество факторов, влияющих на работу общественного транспорта, и разрабатывать наиболее эффективные организационные решения для снижения затрат и повышения уровня комфорта для населения.

На базе мощного инструмента для оптимизации общественного транспорта PTV Visum создается транспортная модель, которая позволяет анализировать структуру пассажиропотока, а также его изменение в зависимости от источника и цели поездки через конкретный объект транспортной сети.

2.3 Общественный транспорт в документах транспортного планирования

ПКРТИ, КСОТ, КСОДД – основные документы транспортного планирования. КСОТ и ПКРТИ – самостоятельные документы, которые разрабатываются для РФ или в составе субъекта РФ.

Порядок разработки ПКРТИ:

1. ПКРТИ разрабатывается на срок не менее 10 лет, либо на срок окончания действия генерального плана города;

2. ПКРТИ согласовывается с органами исполнительной власти и местного самоуправления;

3. После согласования ПКРТИ её положения включаются в состав государственных программ;

Программы комплексного развития транспортной инфраструктуры содержат:

- целевые показатели;
- перечень мероприятий по проектированию, строительству и эксплуатации транспортной инфраструктуры всех видов транспорта с применением средств и методов моделирования транспортных систем;
- требования к целевым показателям и мероприятиям, разрабатываемых в составе документа;
- предложения по внесению изменений в схему территориального планирования.

Важным разделом ПКРТИ являются требования к мероприятиям в составе КСОТ, в том числе показатели организации транспортного обслуживания населения.

ПКРТИ содержит данные о показателях развития социально-экономического уровня населения, данные о показателях развития транспортной инфраструктуры, финансовое развитие программ субъекта, а также различные схемы территориального планирования.

Одной из задач ПКРТИ является «Устранение перегрузки дорожной сети городских агломераций, в том числе путем за счет переключения перевозок грузов на иные виды транспорта, перевозок пассажиров – на общественный транспорт, оптимизации транспортных потоков, повышения эффективности системы управления дорожным движением, перехода на современные модели развития транспортной инфраструктуры с использованием комплексных схем организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом, синхронизации развития всех видов транспорта и транспортной инфраструктуры».

Целью КСОТ является «Оперативное и перспективное планирование полного комплекса мероприятий технического и организационного характера по поддержанию на нормативно необходимом уровне и оптимальному развитию системы общественного транспорта территории, включая все виды и весь комплекс общественного транспорта в независимости от форм собственности и уровня подчинения».

КСОТ утверждается высшим органом исполнительной власти субъекта РФ и разрабатывается на срок, не превышающий срок реализации ПКРТИ. Комплексная схема обслуживания населения общественным транспортом включает в себя мероприятия:

1. по развитию инфраструктуры, в том числе включая строительство, реконструкцию и эксплуатацию ЖД путей, линий и станций внеуличного пользования транспорта, трамвайных путей и троллейбусных линий, остановочных пунктов, разворотных и конечных площадок;

2. по строительству и реконструкции аэропортов, речных и морских портов, транспортно–пересадочных узлов, ЖД станций и вокзалов, автовокзалов;

3. по установлению новых маршрутов регулярных перевозок пассажиров и багажа, изменение характеристик маршрутов, отмена существующих маршрутов;

4. по закупке ПС для эксплуатации на маршрутах.

Исходными данными при разработке КСОТ являются ПКРТИ: документы транспортного планирования, включающие планы и схемы транспортного обслуживания населения субъекта РФ, действующие требования к транспортному обслуживанию населения.

Последовательность подготовки КСОТ включает в себя следующие этапы:

— предварительный анализ параметров транспортного обслуживания населения;

- при необходимости – проведение дополнительных обследований пассажиропотоков и условий движения на маршрутной сети ПТОП;
- разработка системы целевых показателей КСОТ;
- формирование вариантов реализации КСОТ;
- оценка социально–экономической эффективности реализации КСОТ с использованием моделей транспортной системы;
- выбор утверждаемого варианта реализации КСОТ.

2.4 Выводы по главе

1. Выбран объект исследования, предмет и его основные технико–эксплуатационные показатели.
2. Изучено программное обеспечение для имитационного моделирования скоростного трамвая PTV Visum.
3. Рассмотрены основные документы транспортного планирования, в которых упоминается общественный транспорт и улучшение его качества во всех регионах РФ.

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Параметры городской транспортной системы Тюмени до 2040 года

Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры города разрабатывается сроком до 2040 года с внесением изменений в нее каждые 5 лет. На основании документов, утвержденных исполнительной властью, разрабатывается Программа для РФ или субъекта в составе РФ. Обычно заказчиком ПКРТИ является Администрация города и входящий в неё орган исполнительной власти – Департамент дорожной структуры и транспорта. В настоящее время в свободном доступе находится ПКРТИ для г. Тюмени с 2018 – 2040 г.г.

Целью программы является разработка безопасной транспортной инфраструктуры за счет строительства новых объектов и реконструкции уже существующих объектов транспортного значения. Для того, чтобы достичь поставленной цели, нужно решить ряд задач, таких как:

1. Сократить затраты времени на поездки.
2. Повысить доступность транспортных услуг при пользовании общественным транспортом.
3. Повысить безопасность дорожного движения.
4. Развитие жилой застройки.
5. Развитие автомобильных дорог до садоводческих, огороднических некоммерческих товариществ.
6. Развитие сети велосипедных дорожек.
7. Создание благоприятных условий для пешеходного движения.
8. Создание условий для развития единого парковочного пространства.
9. Финансовое обеспечение развития транспортной инфраструктуры.

Конечно же, внедрение этих мероприятий требует времени. Поэтому ПКРТИ разбита на этапы её реализации.

Этапы реализации ПКРТИ начинаются с 2018–2025 г.г. В каждый год будет проделана какая–либо работа по усовершенствованию дорожной сети. А начиная с 2026 года этапы реализации Программы делятся на промежутки в 5 лет – с 2026 по 2030 годы, с 2031 по 2035 годы, с 2036 по 2040 годы.

В части запланированных мероприятий в сфере пассажирских перевозок строительство остановочных пунктов, конечных остановок пассажирского транспорта, линий внеуличного транспорта.

Основными источниками финансирования являются бюджетные средства, а конкретно бюджет города Тюмени. На реализацию мероприятий ПКРТИ предусматривается 546860,5 млн. рублей.

Согласно ПКРТИ, движение скоростного трамвая в городе будет проходить по Транссибирской железнодорожной магистрали.

Общая протяженность автомобильных дорог Тюменской области составляет 19315,8 км. В состав Тюменской области входят Ханты–Мансийский автономный округ и Ямало–Ненецкий автономный округ. Через город Тюмень проходят железные пути с направлениями: Москва – Владивосток, Тюмень – Тобольск – Сургут – Новый Уренгой – Надым. Все это объекты федерального значения, поэтому есть необходимость в реконструкции и эксплуатации новых объектов транспортной инфраструктуры.

Станция Тюмень (остановочный пункт «ЖД Вокзал») осуществляет, в основном, пассажирские междугородние перевозки, в то время как станция Войновка, в основном, грузовые. Именно поэтому важно «вывезти» население из таких районов транспортом, альтернативным автобусному. На ЖД Вокзал за 2017 год было перевезено 3570, 521 тыс. человек, что является неплохим показателем. В сутки со станции отправляется порядка 9,8 тыс. человек.

3.2 Оценка изменения параметров городской транспортной системы при внедрении проекта трамвай «Казачек»

При разработке модели скоростного трамвая использовалось программное обеспечение PTV Visum, так как с именно с помощью этого программного обеспечения оцениваются параметры предлагаемых решений по развитию транспортных систем.

Исходными данными при построении модели трамвая являлись параметры дорожного движения существующей транспортной сети и готовая транспортная модель города Тюмень, в которую вносились изменения, а именно внедрялся новый вид транспорта – трамвай.

Для того чтобы добавить в существующую макромоделю города новый маршрут движения общественного транспорта, используется функция «ПУНКТЫ ОСТАНОВОК». Добавляем в узел остановку, которая будет располагаться рядом с ним (рисунок 3.1). В ходе моделирования обнаружено, что маршрут состоит из 19 остановок (таблица 3.1).

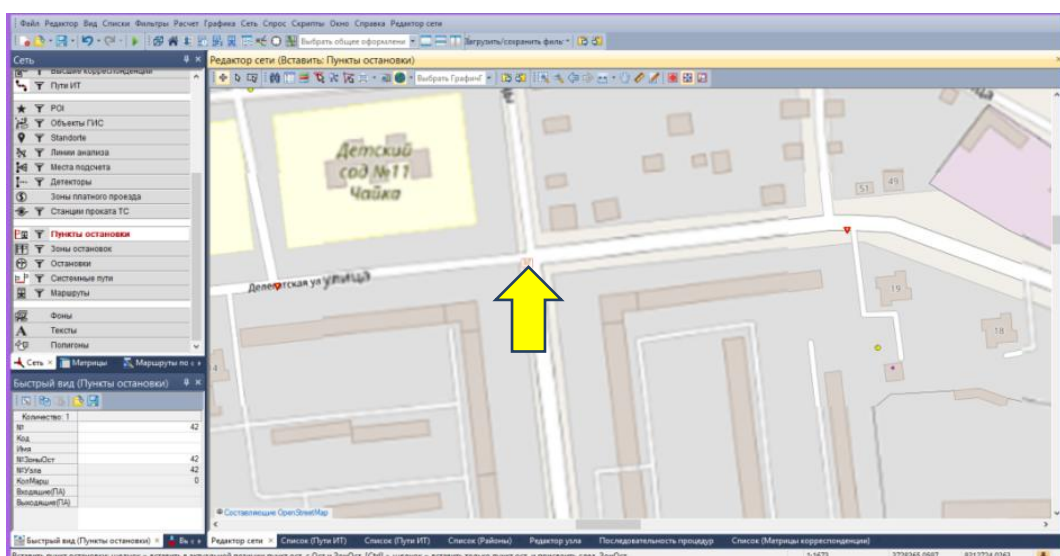


Рисунок 3.1 – Добавление остановки в узел

В таблице 3.1 представлены остановки по ходу движения легкого рельсового трамвая.

Таблица 3.1 – Резерв остановок скоростного трамвая «Казачек»

№ п/п	Название остановки	Примыкающие районы
1	ДОК	242, 351
2	ул. Коммунистическая	114, 234, 235
3	ул. Бакинских Комиссаров	103, 104
4	Аккумуляторный завод	228, 229
5	ул. Таврическая	98, 201, 202, 222, 225, 229, 230
6	ЖД Вокзал	6, 10, 11, 91, 93, 126, 199, 200, 224, 226
7	ТРЦ «Премьер»	26, 66, 69
8	ул. Тульская	42, 43, 70, 72, 126, 299
9	ул. Пермякова	43, 44, 45, 70, 126, 295
10	микрорайон «Республика»	45, 46, 293, 294, 297
11	ст. Войновка	65, 270, 325, 332
12	Микрорайон «Лесной»	345, 346
13	ЖК «Новоантипинский»	324, 386
14	д. Копытова	323, 335, 388
15	ул. Домостроителей	156, 257, 376
16	ул. Камчатская	154, 156, 256, 257
17	Микрорайон «Правобережный	144, 149
18	ул. Щорса	142, 149
19	ул. Масловский взвоз – конечная	17, 140, 141, 148

Своё начало трамвай берет в районе микрорайона ДОК. Так как маршрут трамвая проходит практически по всем «жилым» микрорайонам города, потребность в поездке будет всегда. Трамвай строится на перспективу, а самые густонаселенные районы находится далеко не в центре города. Маршрут легкого рельсового трамвая в одну сторону составляет 35,64 км. За основу средняя скорость принимается равной 36 км/ч. Это значение больше скорости автобуса, следующего по маршруту, например, в час «пик». За счёт того, что данный вид транспорта практически не будет

иметь пересечений с транспортными магистралями, трамвай не будет попадать в «пробки» и задерживаться на своём пути, приходиться точно по составленному заранее расписанию. На рисунках 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 представлены районы, примыкающие к остановкам данного вида транспорта по ходу его движения.

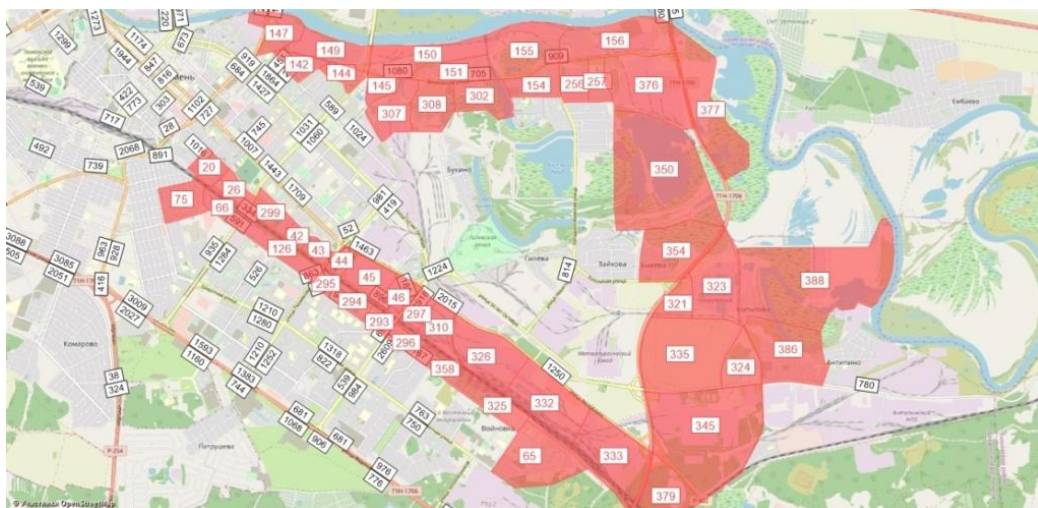


Рисунок 3.2 – Районы, прилегающие к маршруту легкого рельсового транспорта

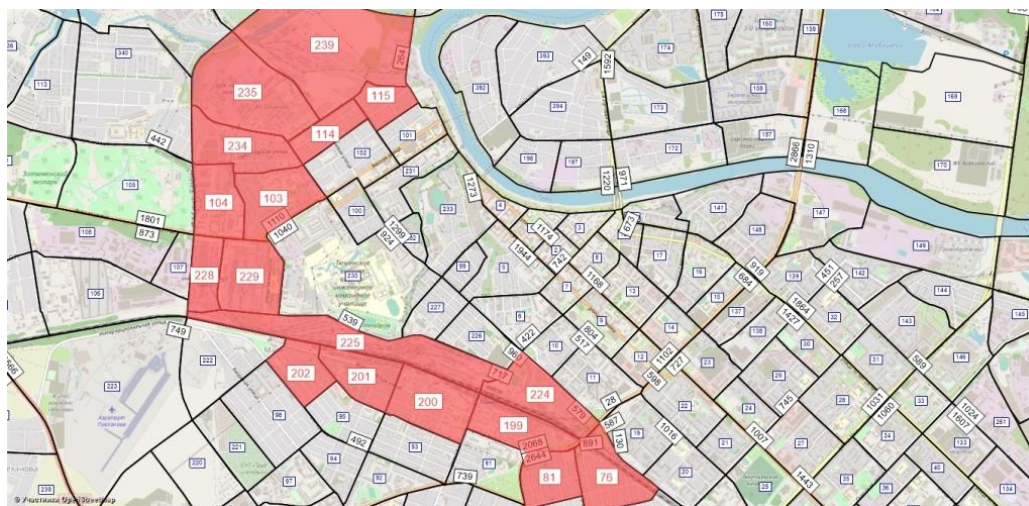


Рисунок 3.3 – Районы, прилегающие к маршруту легкого рельсового транспорта

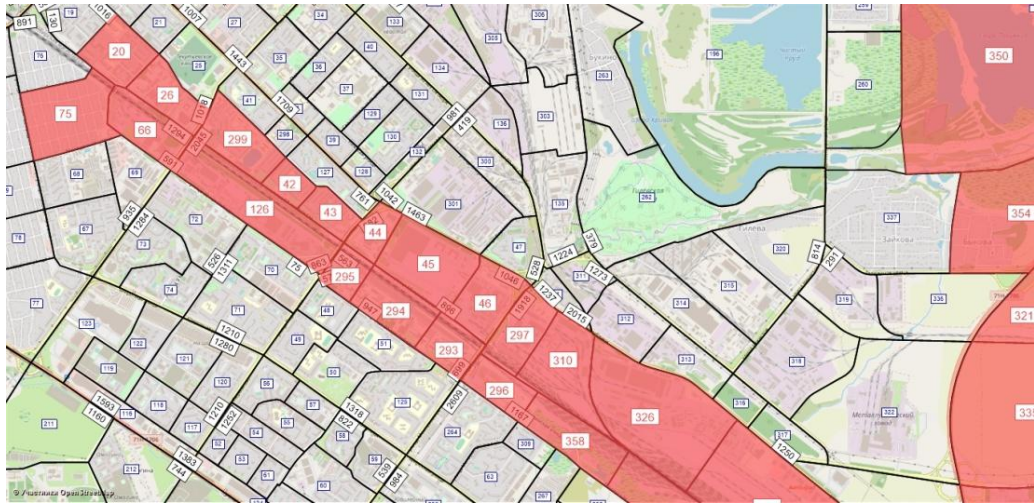


Рисунок 3.4 Районы, прилегающие к маршруту легкого рельсового транспорта

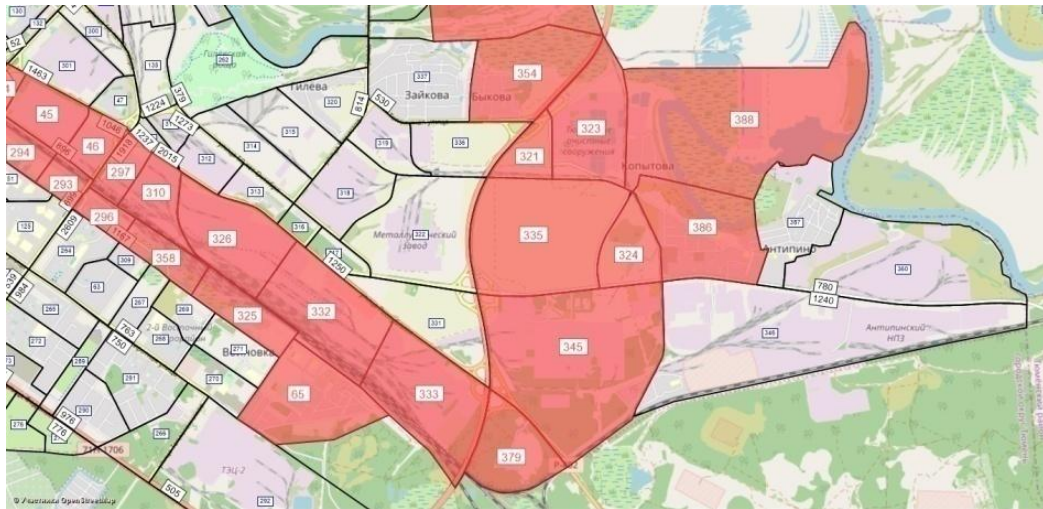


Рисунок 3.5 – Районы, прилегающие к маршруту легкого рельсового транспорта

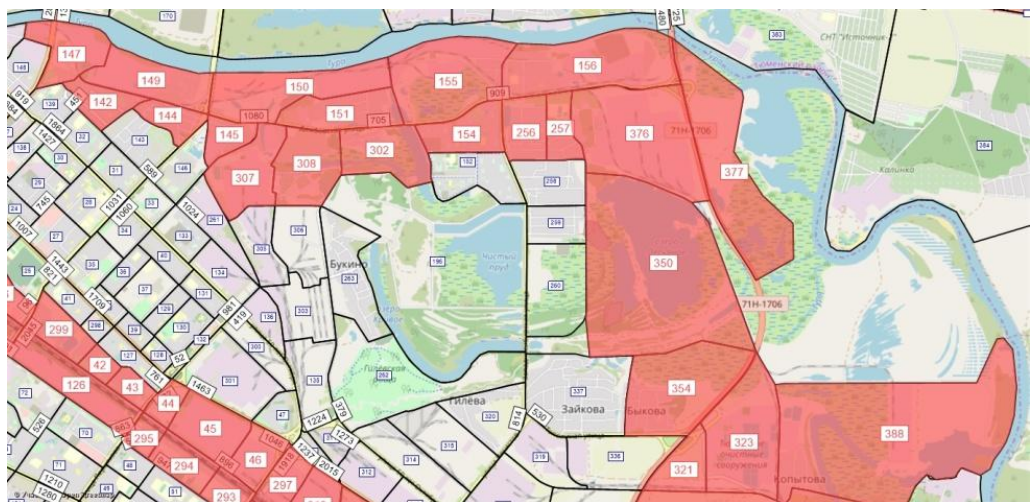


Рисунок 3.6 – Районы, прилегающие к маршруту легкого рельсового транспорта

ДОК, будет иметь примыкание из таких жилых районов, как ДОК «Красный Октябрь», «ЖК Олимпия», новый строящийся район ЖК «Ютта». Рассматриваются так же и строящиеся районы, так как проект скоростного трамвая рассчитывается на перспективу. На рисунке 3.9 представлен вид со спутника районов, примыкающих к остановке ДОК скоростного трамвая.

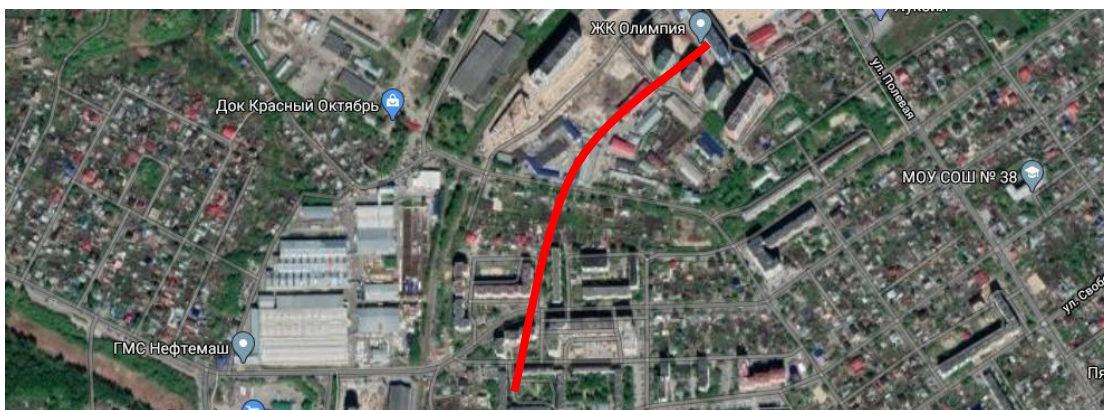


Рисунок 3.9 – Остановка ДОК и примыкающие районы
— — линии скоростного трамвая

На рисунке 3.10 представлены примыкания населения из районов к остановке скоростного трамвая «ДОК»

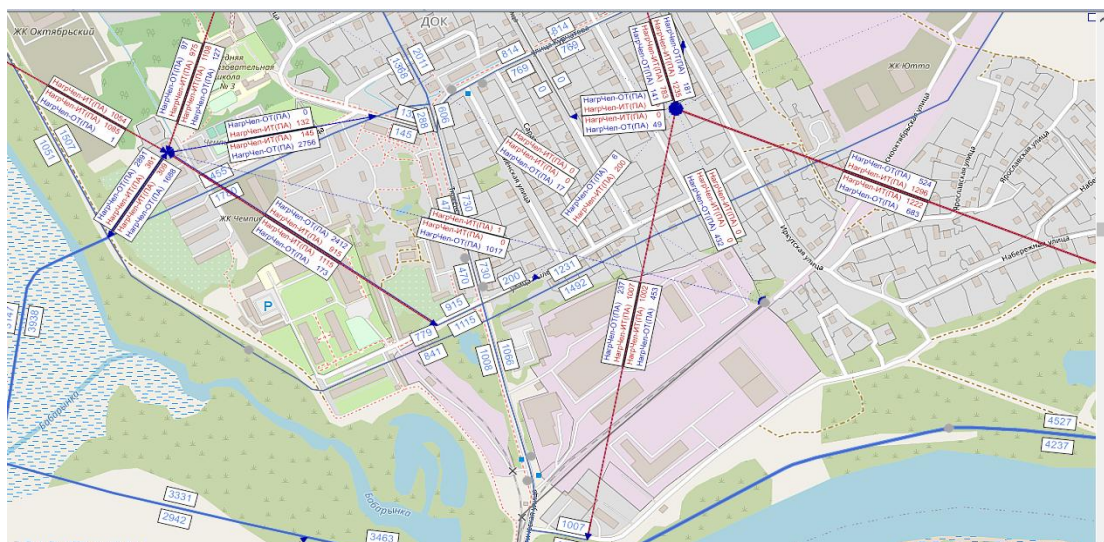


Рисунок 3.10 Примыкания к остановке ДОК

Остановки скоростного трамвая располагаются примерно на равном расстоянии. Самым большим перегонем будет считаться перегон до ЖД Вокзала и до Войновки. так как маршрут скоростного трамвая будет проходить именно по железнодорожным линиям, протяженность у которых велика. На рисунках 3.11, 3.12 представлен вид со спутника на

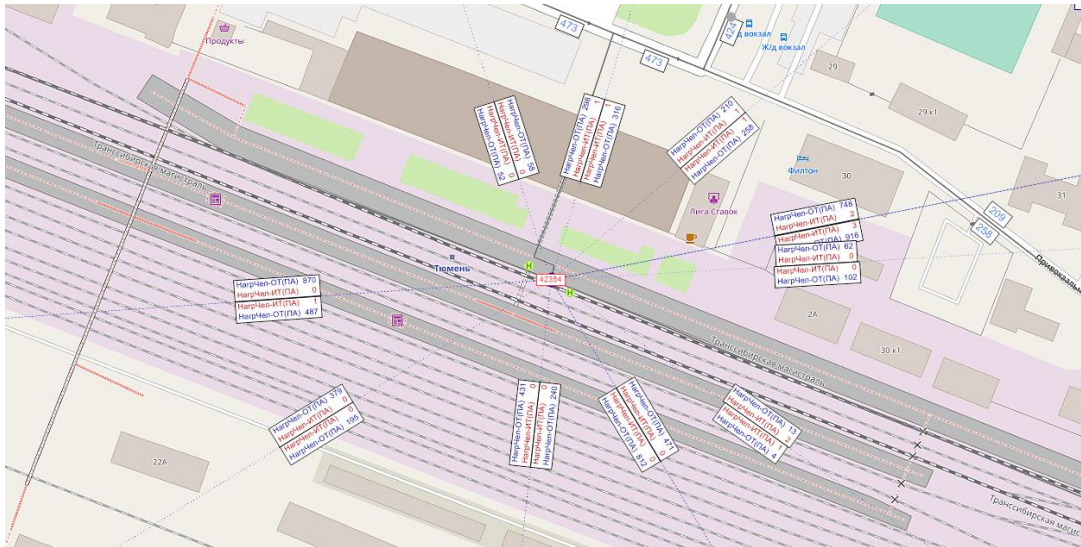




Рисунок 3.14 – Пешеходный мост через р. Туру на ул. Береговой

На рисунке 3.15 представлены характеристики отрезка – пешеходного моста через р. Туру в заречную часть города (количество человек, проходящих по мосту – 2669 чел/сут.)

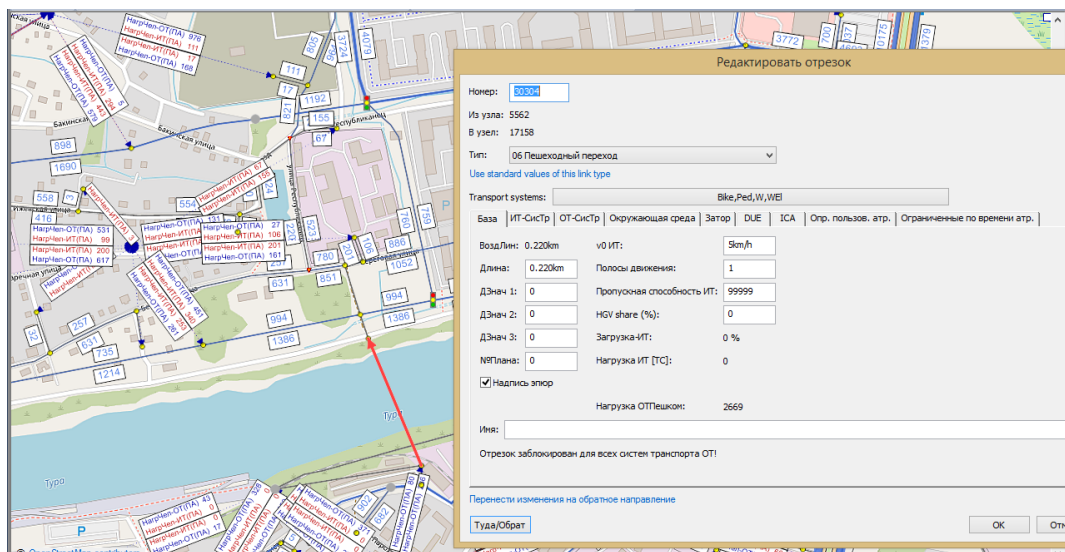


Рисунок 3.15 – Пешеходный мост через р. Туру в заречную часть

На рисунке 3.16 представлены характеристики отрезка – пешеходного моста через р. Туру в центральную часть города (количество человек, проходящих по мосту – 1385 чел/сут.)

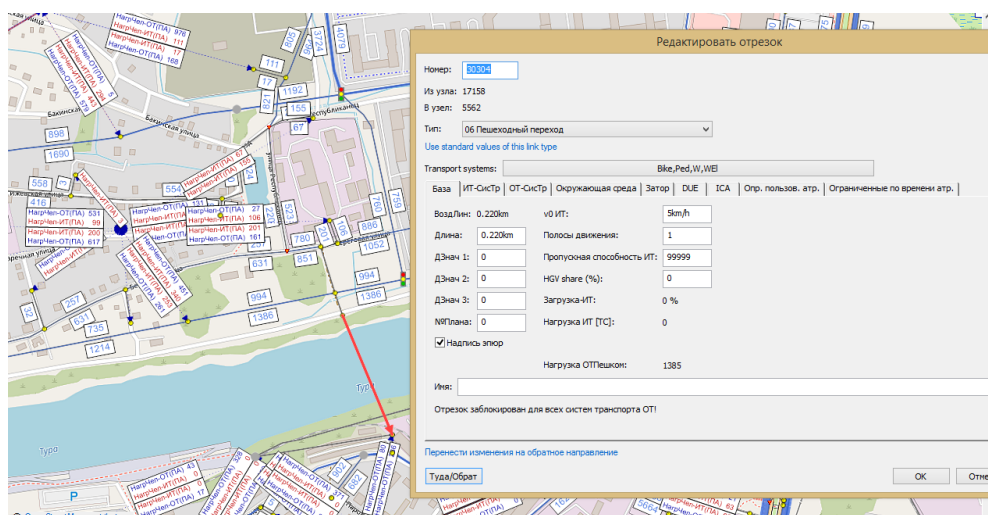


Рисунок 3.16 – Пешеходный мост через р. Туру в центральную часть

После введения в эксплуатацию пешеходного моста через р. Туру показатели потоков, прибывающих к остановкам скоростного трамвая

Данные по пассажиропотоку с мостом и без него представлены таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Пассажиропоток остановочных пунктов

№ п/п	Название остановки	Без моста		С мостом	
		Входящие (ПА), чел/сут.	Выходящие (ПА), чел/сут.	Входящие (ПА), чел/сут.	Выходящие (ПА), чел/сут.
1	ДОК конечная	1466	0	1467	0
2	ДОК Красный Октябрь – ЖК Олимпия	650	25	729	24
3	ЖК Жуков	1587	650	1621	680
4	Аккумуляторный завод	372	19	400	19
5	ул. Таврическая	1329	1900	1451	2031
6	ЖД Вокзал	2986	2500	3000	2520
7	ТРЦ Премьер	1756	1622	1944	1808
8	ул. Тульская	2450	2761	2637	2904
9	ул. Пермякова	3159	3548	3214	3675
10	микр. «Республика»	2851	3264	3236	3539
11	Войновка	1139	1006	1257	1147

Продолжение таблицы 3.2

№ п/п	Название остановки	Без моста		С мостом	
		Входящие (ПА), чел/сут.	Выходящие (ПА), чел/сут.	Входящие (ПА), чел/сут.	Выходящие (ПА), чел/сут.
12	Микр. «Лесной" – завод Бейкер Хьюз	1204	1144	1358	1262
13	ЖК Новоантипинский	322	418	362	462
14	дер. Копытова	904	594	976	651
15	ул. Домостроителей	371	478	372	483
16	ул. Камчатская	137	410	137	411
17	ЖК Правобережный	422	340	467	400
18	ул. Щорса	433	402	493	453
19	ул. Масловский взвоз	968	793	3264	2967
Сумма пассажиропотока, чел/сут.		12784	10906	16057	13875

Для сравнения пассажиропотока без моста через р. Туру и с мостом были составлены графики – рисунки 3.17, 3.18, 3.19, 3.20.

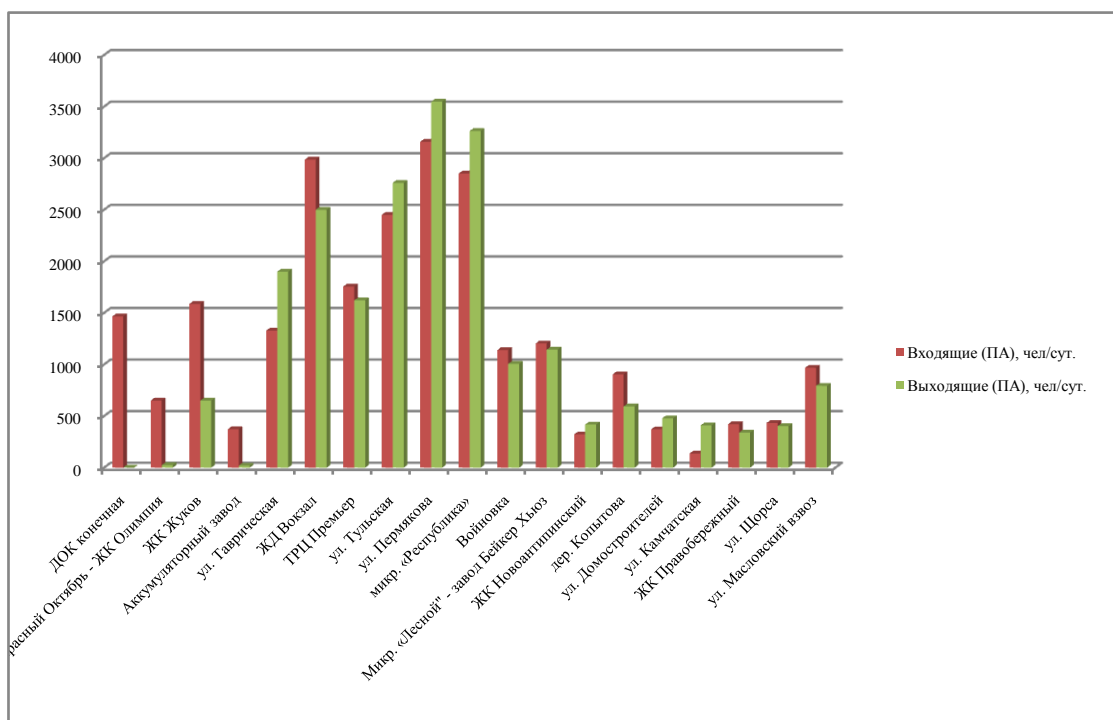


Рисунок 3.17 – График изменения входящих/выходящих пассажиров без пешеходного моста по остановочным пунктам

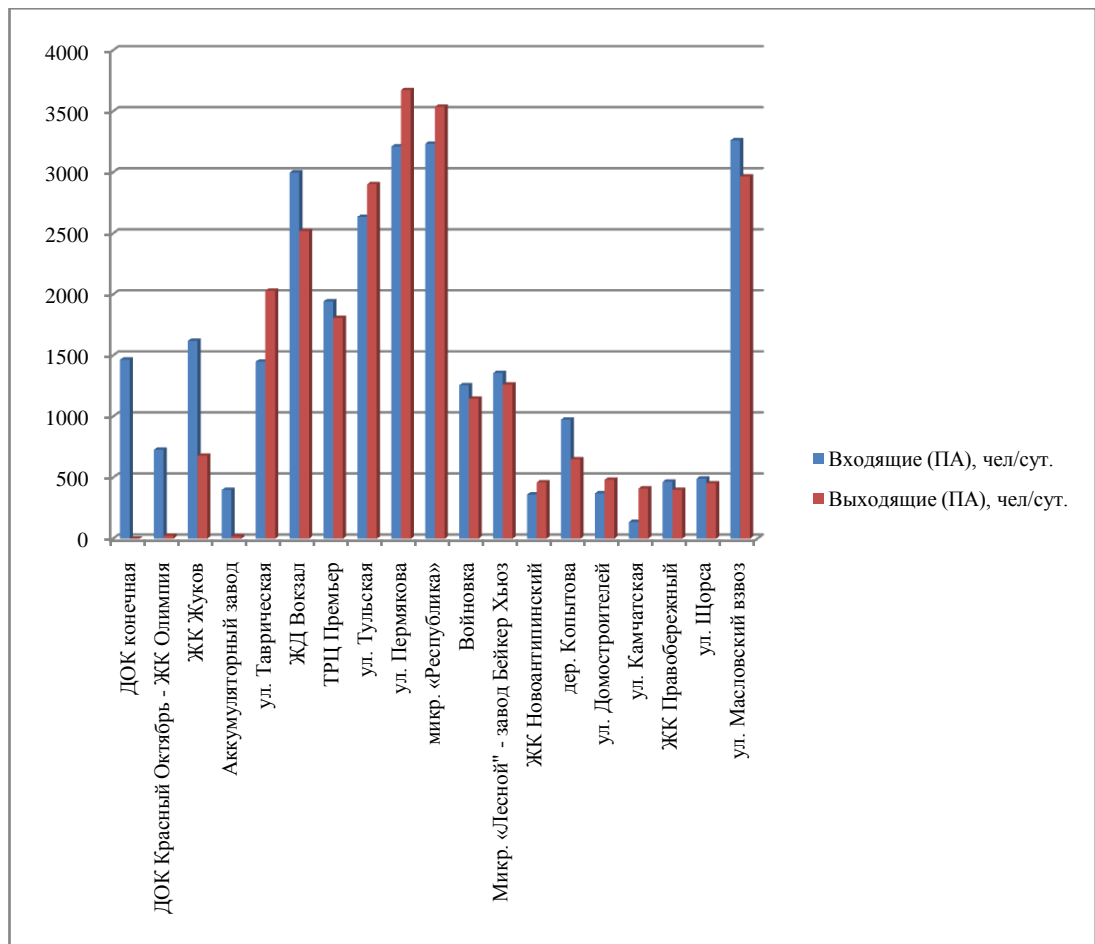


Рисунок 3.18 – График изменения входящих/выходящих маршрутов с пешеходным мостом по остановочным пунктам

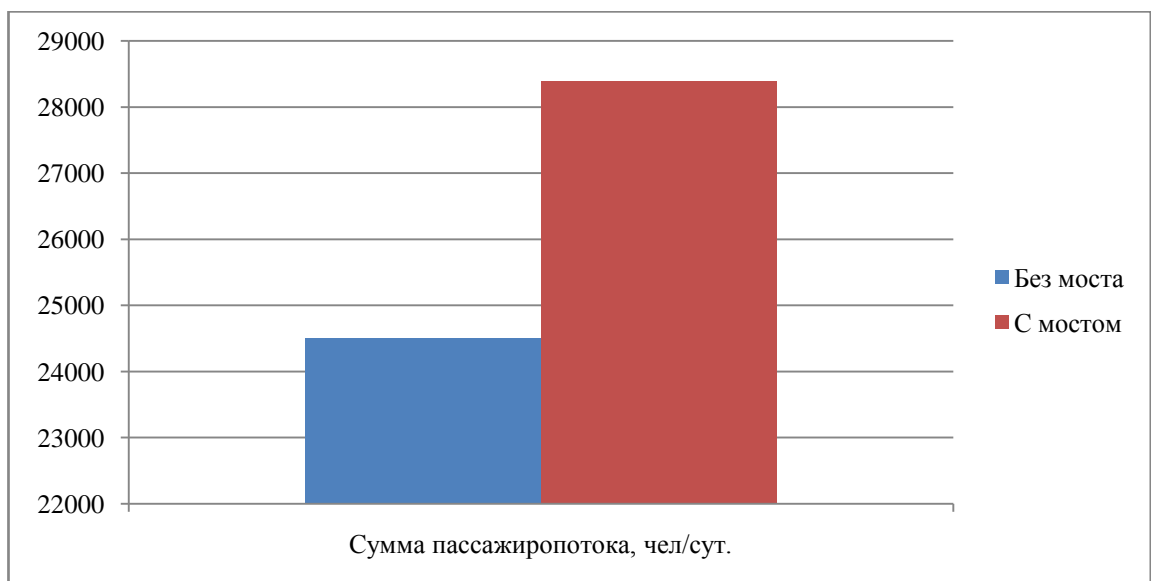


Рисунок 3.19 – График изменения входящего пассажиропотока с пешеходным мостом и без его строительства

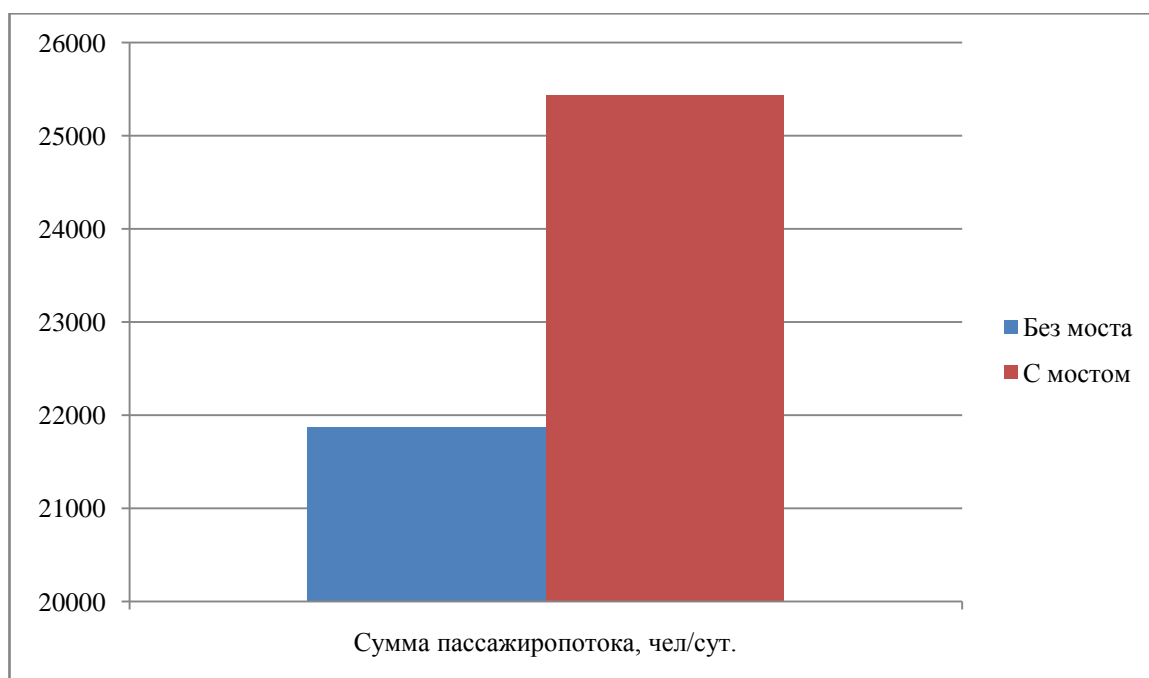


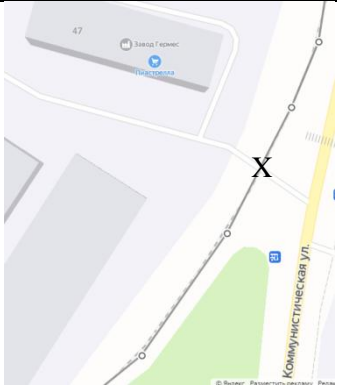


Рисунок 3.20 – График изменения выходящего пассажиропотока с пешеходным мостом и без его строительства

Маршрут легкого трамвая проходит по уже готовым транспортным путям. Это либо промышленные железнодорожные пути, которые являются связующим звеном для транспортировки какого-либо продукта от одного предприятия до другого. Многие из таких путей пересекаются с автомобильной дорогой. Эти перекрестки и предлагается рассмотреть.

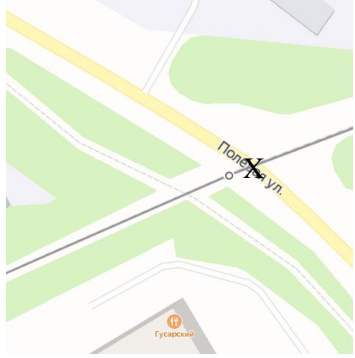



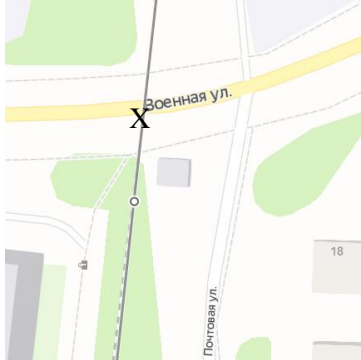
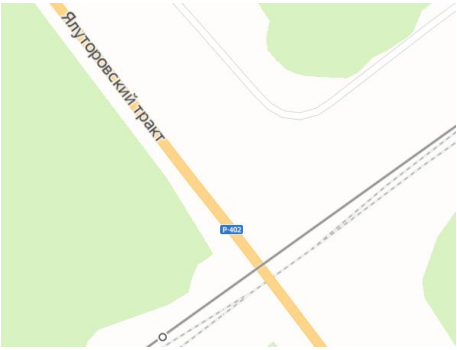

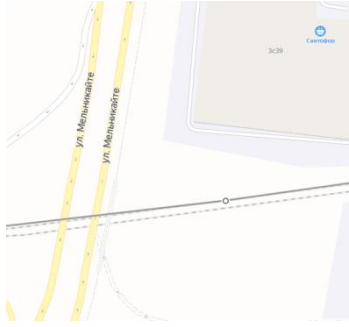
По пути следования скоростного трамвая насчитывается 9 перегонов и 20 переездов. Большинство улиц являются городскими магистралями дорожного движения. Но в большинстве случаев пути и переезды не влияют на движение основного транспорта в городе – легковых автомобилей и автобусы.

В таблице 3.3 представлены перегоны и переезды трамвайных путей с автомобильной дорогой.


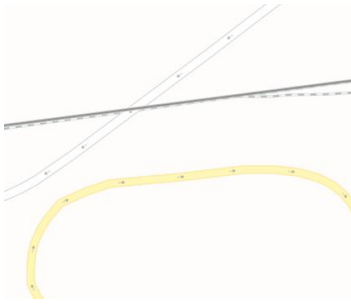
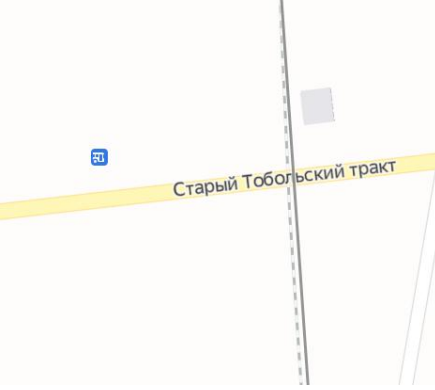



Таблица 3.3 – Конфликтные зоны трамвайных путей и автомобильных дорог по маршруту движения легкого рельсового транспорта

№ п/п	Переезд	Перегон
1	 ул. Коммунистическая	 ул. Мориса Тореза
2	 ул. Коммунистическая	 ул. Мельникайте
3	 ул. Мельзаводская	 ул. Пермякова

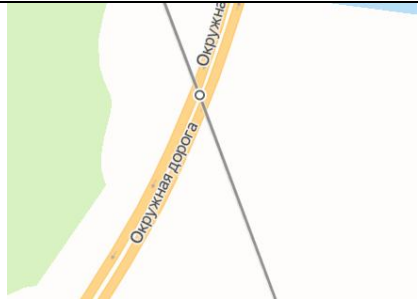


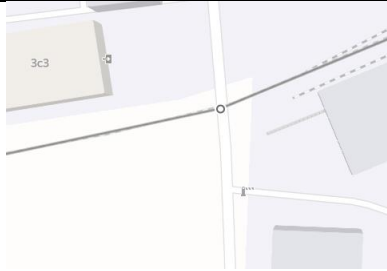
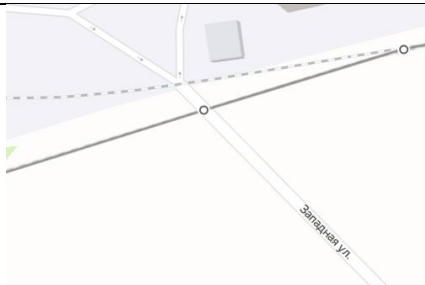
Продолжение таблицы 3.3

4	 <p>ул. Полевая</p>	 <p>ул. Монтажников</p>
5	 <p>ул. Комбинатская</p>	 <p>Окружная дорога</p>
6	 <p>ул. Военная</p>	 <p>Ялуторовский тракт</p>
7	 <p>ул. Ямская</p>	 <p>ул. Мельникайте</p>

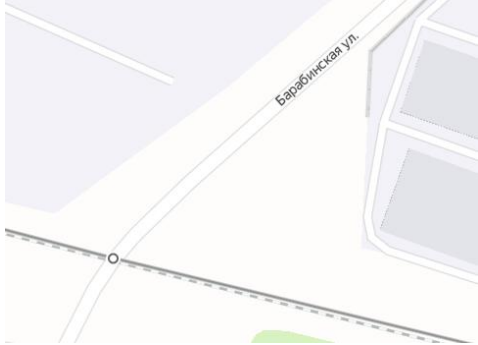
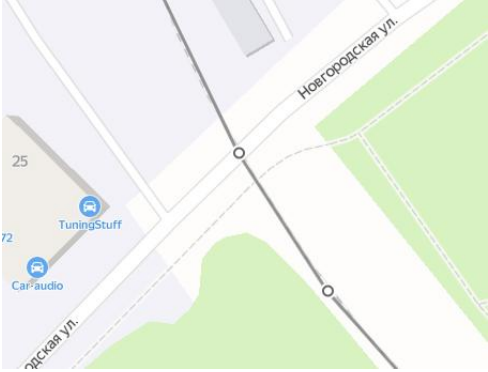
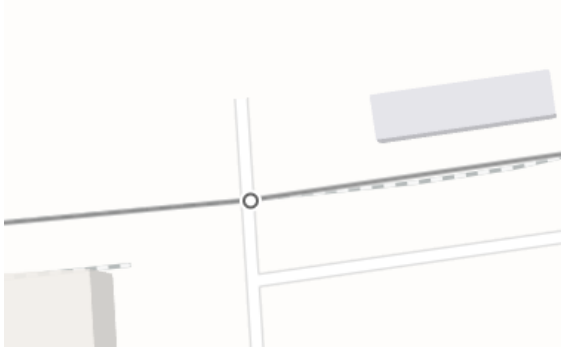
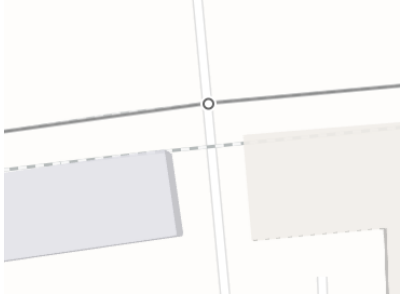
Продолжение таблицы 3.3

8	 <p>микрорайон Лесной</p>	 <p>ул. Дамбовская</p>
9	 <p>Старый Тобольский тракт</p>	 <p>ул. Профсоюзная</p>
10	 <p>ул. Вологодская</p>	
11	 <p>Окружная дорога</p>	

Продолжение таблицы 3.3

12	 <p data-bbox="443 517 730 562">Окружная дорога</p>	
13	 <p data-bbox="424 925 751 969">ул. Домостроителей</p>	
14	 <p data-bbox="368 1256 809 1301">ул. Константина Заслонова</p>	
15	 <p data-bbox="459 1610 719 1655">ул. Дамбовская</p>	
16	 <p data-bbox="483 1973 692 2018">ул. Западная</p>	

Продолжение таблицы 3.3

17	 <p>ул. Барабинская</p>	
18	 <p>ул. Новгородская</p>	
19	 <p>ул. Причальная</p>	
20	 <p>ул. Госпаровская</p>	

Первой рассмотрена ситуация, когда трамвай не имеет пересечений с автомобильной дорогой и интервал движения между следующими по маршруту трамваями составляет двадцать минут. Если рассмотреть ситуацию, когда маршрут движения будет с интервалом в полтора часа, и на одних путях, то получим следующие результаты (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Пассажиропоток остановочных пунктов

№ п/п	Название остановки	Интервал движения 20 минут		Интервал движения 90 минут	
		Входящие (ПА), чел/сут.	Выходящие (ПА), чел/сут.	Входящие (ПА), чел/сут.	Выходящие (ПА), чел/сут.
1	ДОК конечная	721	0	716	0
2	ДОК Красный Октябрь – ЖК Олимпия	905	25	901	24
3	ЖК Жуков	909	787	888	644
4	Акк. завод	724	19	727	19
5	ул. Таврическая	2453	2623	2448	2624
6	ЖД Вокзал	2710	1254	2536	1174
7	ТРЦ Премьер	2715	2185	2708	2178
8	ул. Тульская	5841	5890	5581	5574
9	ул. Пермькова	3684	3720	3489	3694
10	микр. «Республика»	4412	5787	4626	5774
11	Войновка	1841	1752	1587	1625
12	Микр. «Лесной" – завод Бейкер Хьюз	1908	2074	1815	2064
13	ЖК Новоантипинский	472	604	478	607
14	дер. Копытова	1179	1014	1054	998
15	ул. Домостроителей	107	142	106	143
16	ул. Камчатская	56	128	56	128
17	ЖК Правобережный	578	508	578	511
18	ул. Щорса	761	767	758	767
19	ул. Масловский взвоз	6550	6457	6450	6546

Для сравнения пассажиропотоков трамвая с интервалом движения в 20 минут и в 90 минут были составлены соответствующие графики, показывающие динамику изменения объема перевозок (рисунок 3.21, 3.22, 3.23, 3.24).

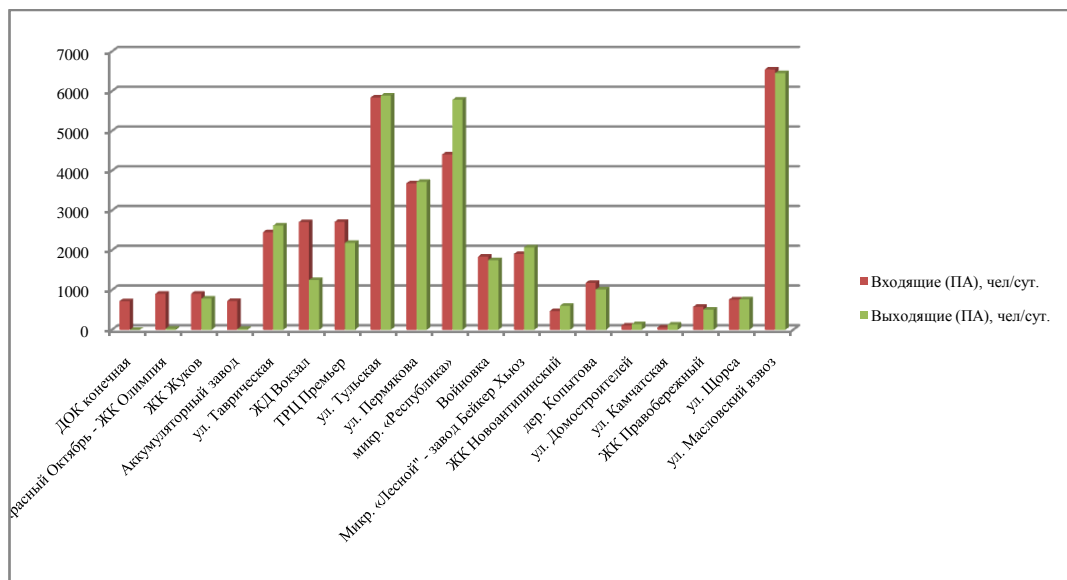


Рисунок 3.21 – График изменения входящих/выходящих пассажиров с интервалом движения 20 минут

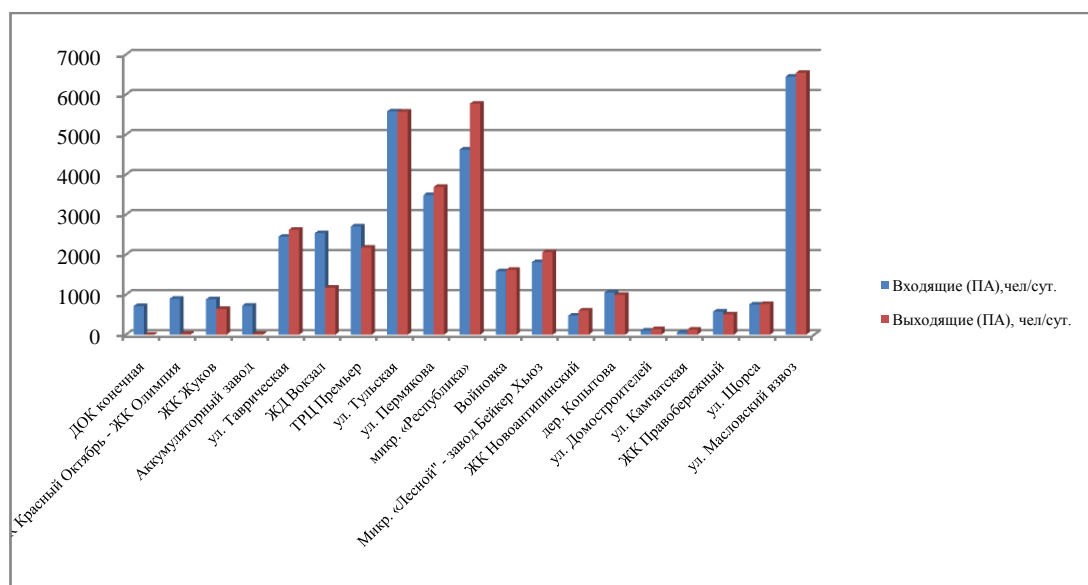


Рисунок 3.22 – График изменения входящих/выходящих пассажиров с интервалом движения 90 минут

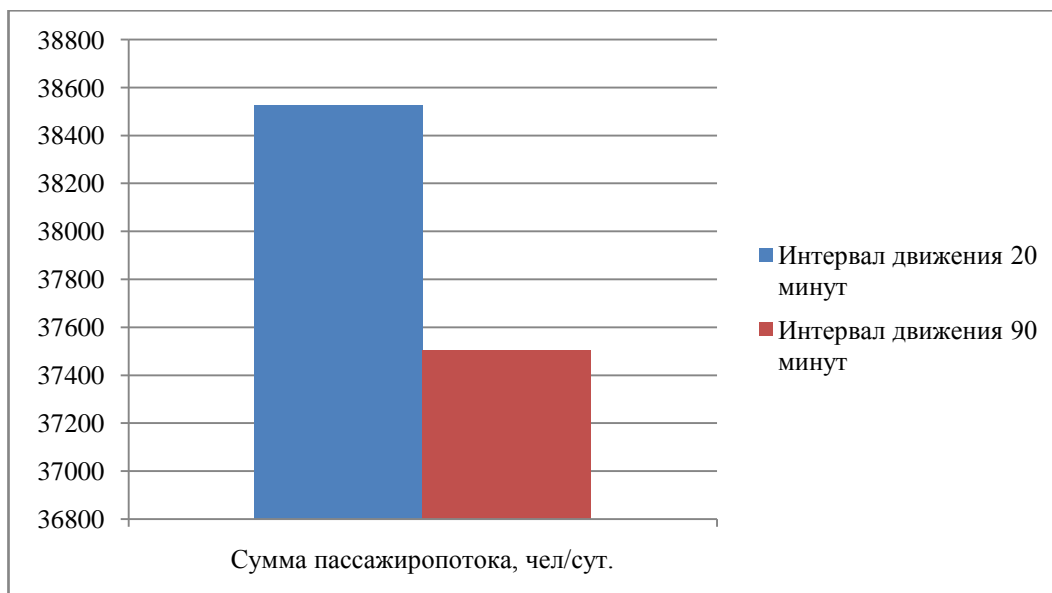


Рисунок 3.23 – График изменения объема перевозок (входящий поток) с интервалом движения скоростного трамвая 20 минут

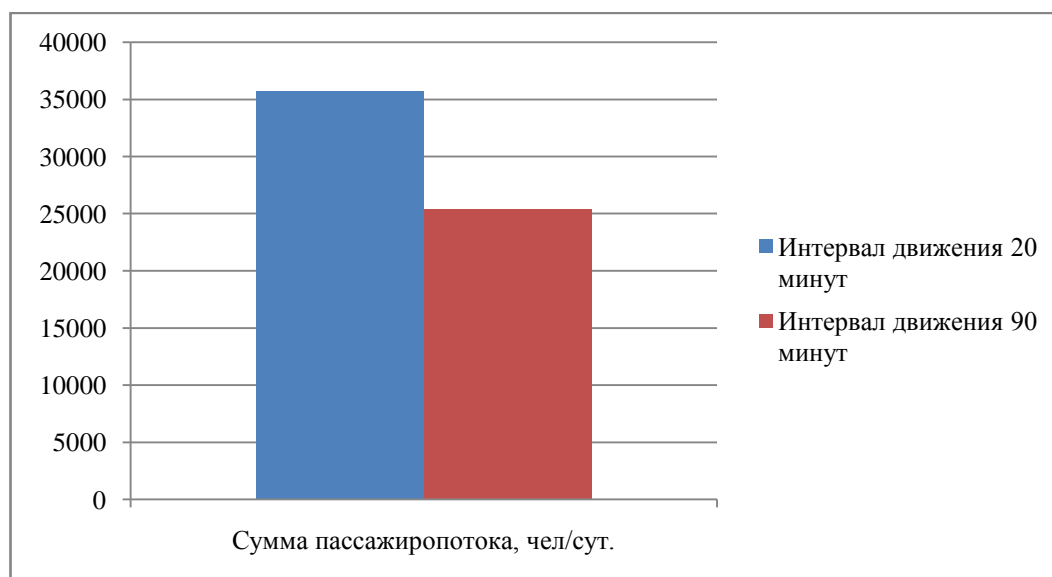


Рисунок 3.24 – График изменения объема перевозок (выходящий поток) с интервалом движения скоростного трамвая 90 минут

Пассажиропоток скоростного трамвая в итоге, если использовать однопутные рельсы, изменяется незначительно и составляет 52298 человек в сутки. Такой показатель говорит о том, что эффективным будет сооружение трамвая в местах, которые будут пользоваться большим спросом у населения.

А так же, исходя из пересечений трамвайных путей с автомобильными дорогами и составленным маршрутом следования трамвая, можно добавить расписание движения нового вида транспорта – скоростного трамвая. Как это сделать, показано на рисунке 3.25

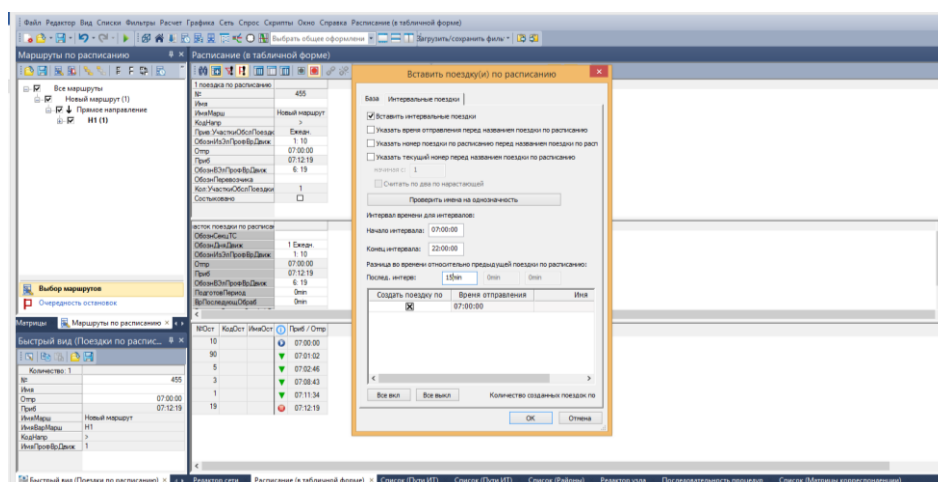


Рисунок 3.25 – Добавление расписания

Интервал между каждым из трамваев составляет 20 минут, на маршруте, из конечных остановок в 6:30 выходит на линию по одному трамваю. Предполагается, что по маршруту ходит 3 трамвая в час в одну сторону. Последний трамвай курсирует по маршруту в 22:30.

По сравнению с городской электричкой, «ходящей» 2 раза в день, трамвай является наиболее эффективным видом общественного транспорта, так как его маршрут прокладывается через основные городские артерии – торговые центры, крупные остановки и районы, к ним примыкающие.

На рисунке 3.26 представлено расписание для скоростного рельсового транспорта – трамвая «Казачек». А если же рассмотреть ситуацию, когда трамвай имеет интервал движения в 90 минут, то получим следующее расписания (рисунок 3.27).

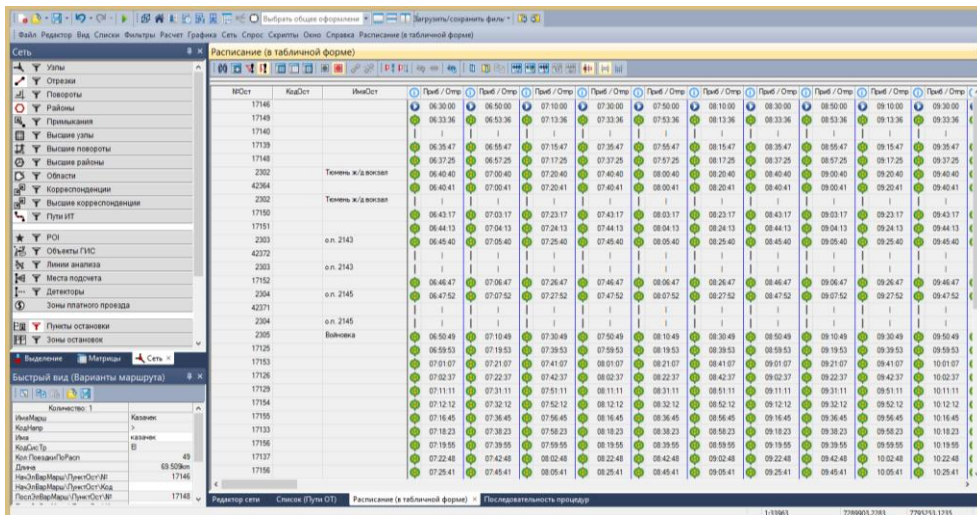


Рисунок 3.26 – Расписание скоростного трамвая «Казачек» с интервалом движения 20 минут

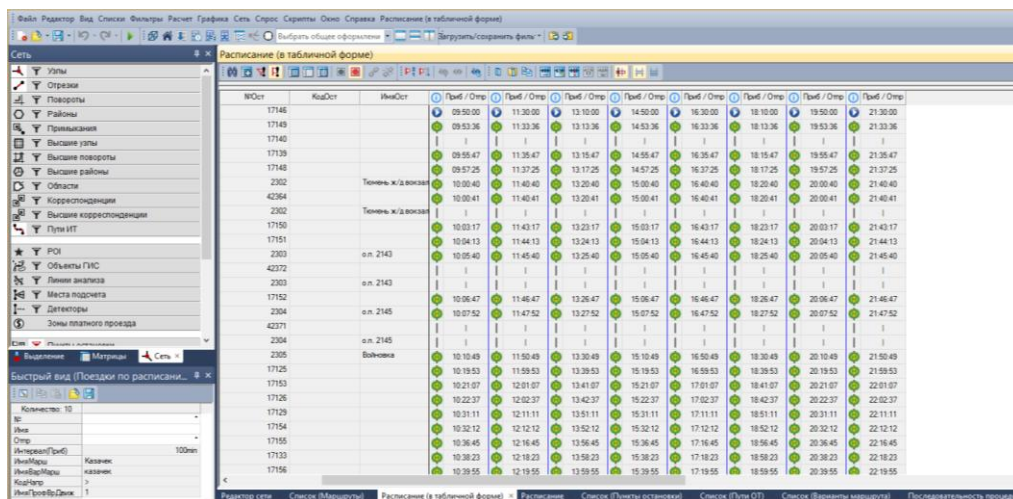


Рисунок 3.27 – Расписание скоростного трамвая «Казачек» с интервалом движения 90 минут

Результатом станет пассажиропоток, пользующийся данным видом транспорта. Для того чтобы посмотреть количество пассажиров в узлах (остановках), необходимо выбрать функцию «ДИАГРАММА В ВИДЕ СТОЛБЦОВ». В результате чего получаем диаграмму пассажирообмена на маршруте для остановки ЖД Вокзал (рисунок 3.28).

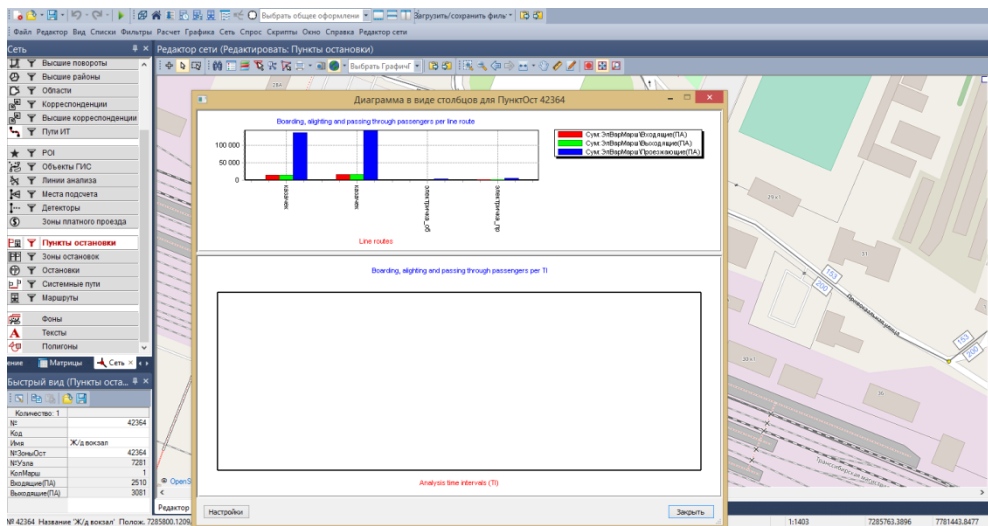


Рисунок 3.28 – Пассажиروбмен для остановки ЖД Вокзал

В таблице 3.5 представлен пассажирообмен для остановки ЖД Вокзал с входящими и выходящими потоками.

Таблица 3.5 – Входящие и выходящие потоки для остановки ЖД Вокзал

Имя	№ узла	Входящие потоки	Выходящие потоки	Входящие Ист	Выходящие цель
ЖД Вокзал	7281	2518	3096	2518	2591

На рисунке 3.29 представлена диаграмма пассажирообмена на маршруте для конечной остановки «ДОК».

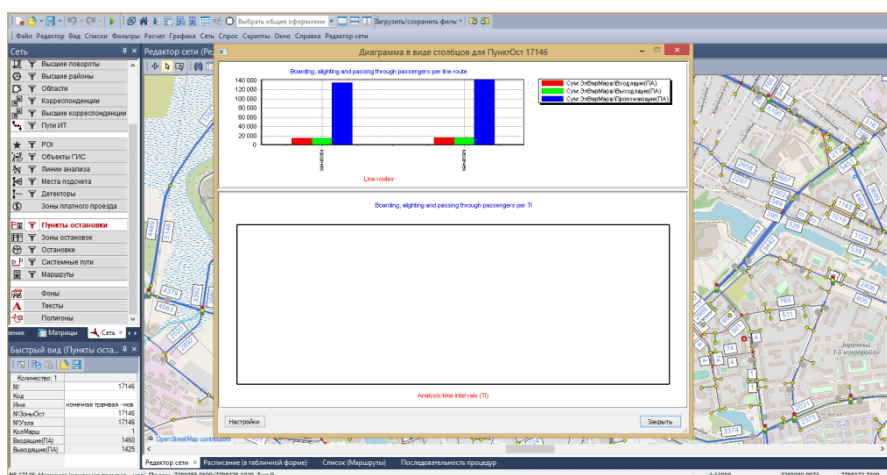


Рисунок 3.29 – Пассажируобмен конечной остановки ДОК

В таблице 3.6 представлен пассажирообмен для остановки ДОК – конечная с входящими и выходящими потоками.

Таблица 3.6 – Входящие и выходящие потоки для остановки ДОК – конечная

Имя	№ узла	Входящие потоки	Выходящие потоки	Входящие Ист	Выходящие цель
ДОК конечная	17146	1466	1427	1466	1427

По результатам каждого пассажиропотока была составлена соответствующая диаграмма движения легкого рельсового транспорта – прямого пассажиропотока (рисунок 3.29, 3.30).

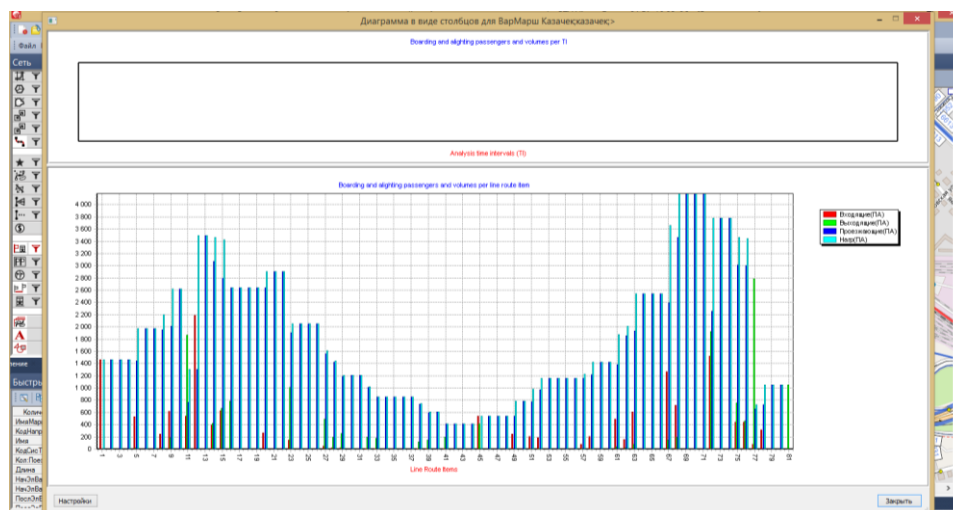


Рисунок 3.30 – Диаграмма прямого пассажиропотока на всем маршруте легкорельсового трамвая без введения в эксплуатацию пешеходного моста

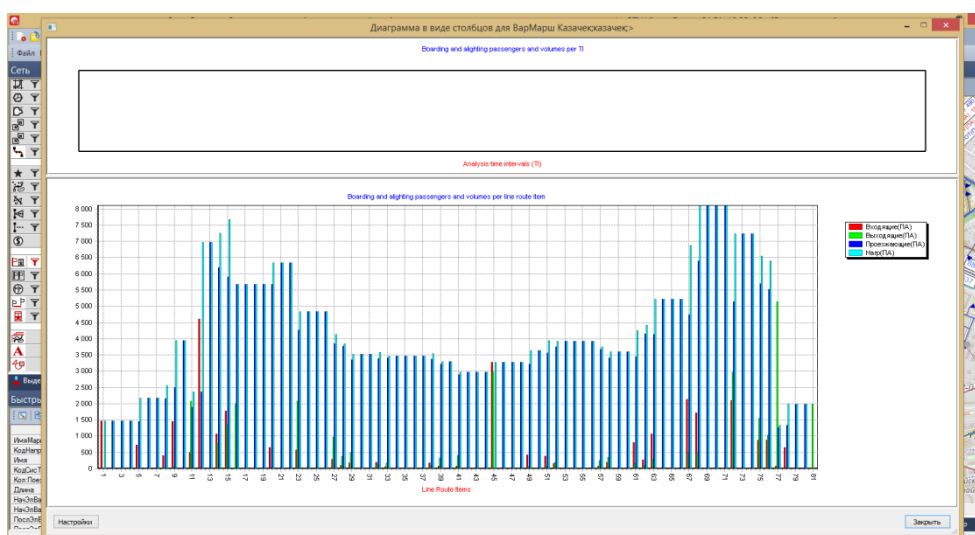


Рисунок 3.31 – Диаграмма прямого пассажиропотока на всем маршруте легкорельсового трамвая с введением в эксплуатацию пешеходного моста

На рисунке 3.32 представлено расписание движения легкого рельсового трамвая «Казачек» в виде графика.

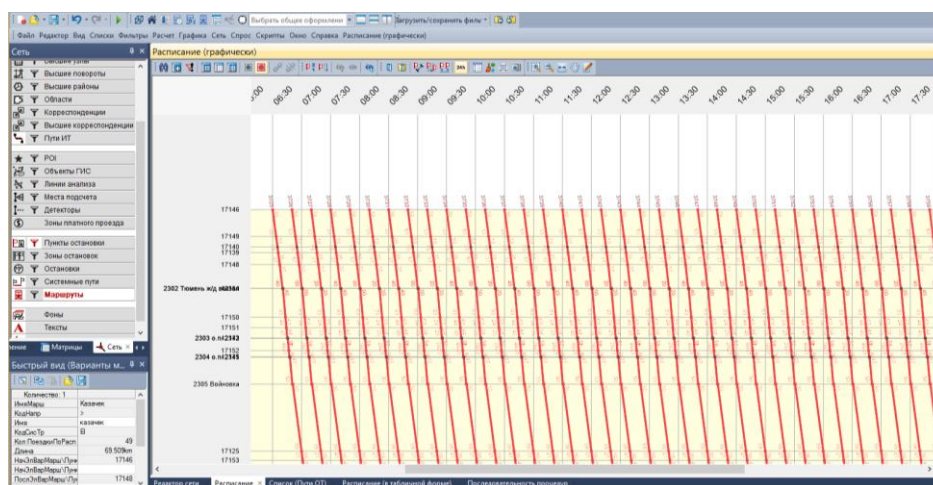


Рисунок 3.32 – Расписание трамвая «Казачек» в виде графика

В таблице 3.7 представлен маршрут трамвая «Казачек» и его характеристики от начальной остановки до конечной. Район 149 – ЖК Правобережный, 241 – ДОК.

Таблица 3.7 – Характеристики движения трамвая «Казачек» по прямому маршруту

Из района	В район	ПассПоездк	Время поездки, мин	Длина поездки, км	Скорость поездки, км/ч
149	241	0,996	58,9	35,048	36

В таблице 3.8 представлен маршрут трамвая «Казачек» и его характеристики от конечной остановки до начальной.

Таблица 3.8 – Характеристики движения трамвая «Казачек» по обратному маршруту

Из района	В район	ПассПоездк	Время поездки, мин	Длина поездки, км	Скорость поездки, км/ч
241	149	0,559	60,4	35,048	35

В таблице 3.9 представлены параметры маршрута «Казачек» в обоих направлениях и спрос на него.

Таблица 3.9 – Параметры движения трамвая «Казачек» в обоих направлениях

Маршрут	Количество остановок	Длина, км	Время поездки, мин	ПассКм (ПА), км	МаршПерев (ПА)
ДОК – Масловский ВЗВОЗ	19	69,509	103,75	140308,8	14583

Эффективным трамвай будет считаться, если население города сможет без проблем добраться до определенной точки назначения. Так как некоторые маршруты автобусного транспорта не всегда позволяют людям добраться из одной точки в другую, целесообразно применение другого вида транспорта. Так же, использование трамвая поможет снизить время на поездку в связи с увеличениями скорости на магистральных переездах. Трамвай занимает приоритетное положение на участках автомобильных дорог (переезды и пересечения), поэтому движется по маршруту с большими интервалами, но при этом со скоростью, превосходящую скорость движения автобусов и личного транспорта.

Предположительно, человек вышел из дома, расположенного по адресу ул. Мельникайте 30к2 и решил поехать на железнодорожный вокзал с целью встретить друга. Варианты развития событий представлены ниже.

На рисунке 3.33 представлены все варианты движения с микрорайона «Правобережный» в центральную часть города, а именно на ЖД вокзал с ближайшей остановки.

Для того чтобы повысить многообразие маршрутов общественного транспорта, пассажирам, живущим в этом микрорайоне придется дойти до остановки «Студенческий городок» и результате потребуется совершить как минимум одну пересадку и потратить время на поход до остановки общественного транспорта (около 15 минут). В условиях строящейся развязки сделать будет это непросто, так как придется искать обходные пути для того, чтобы попасть на пешеходную дорожку. Использование скоростного трамвая позволит сократить время на поиск таких путей и сделать поездку комфортнее за счёт прямого маршрута трамвая, идущего

прямо до остановки ЖД «Вокзал». На рисунке 3.34 представлены все маршруты движения до места назначения.

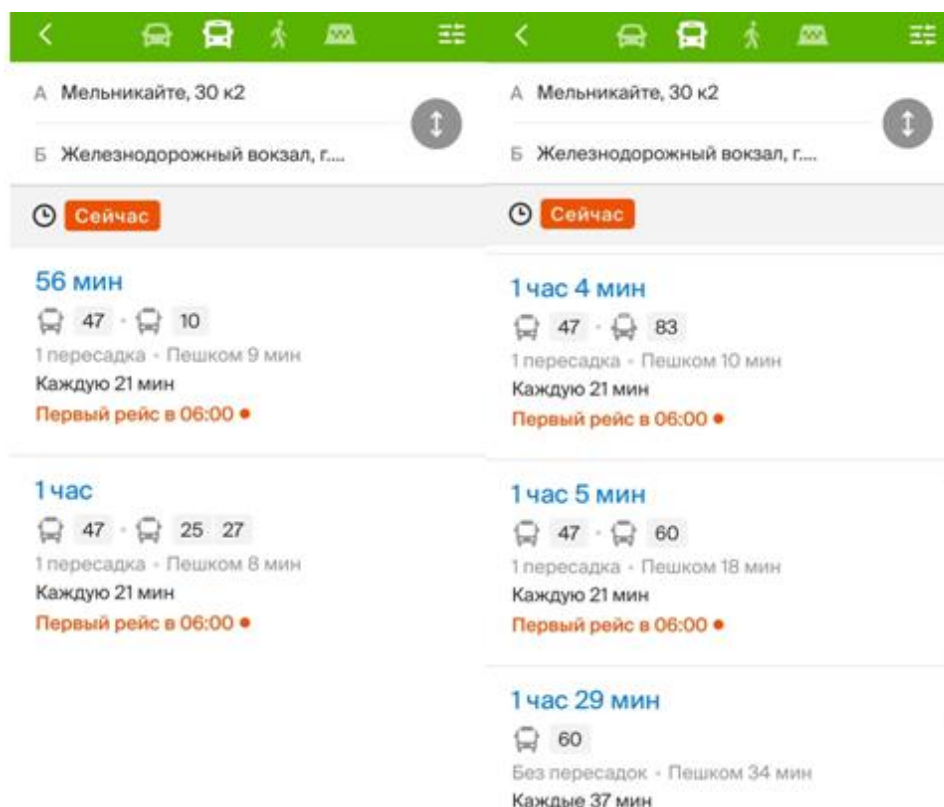


Рисунок 3.33 – Имеющиеся маршруты городского автобусного транспорта с ближайшей остановки жителей ЖК «Правобережный» «ул. Дамбовская» до остановки ЖД «Вокзал»

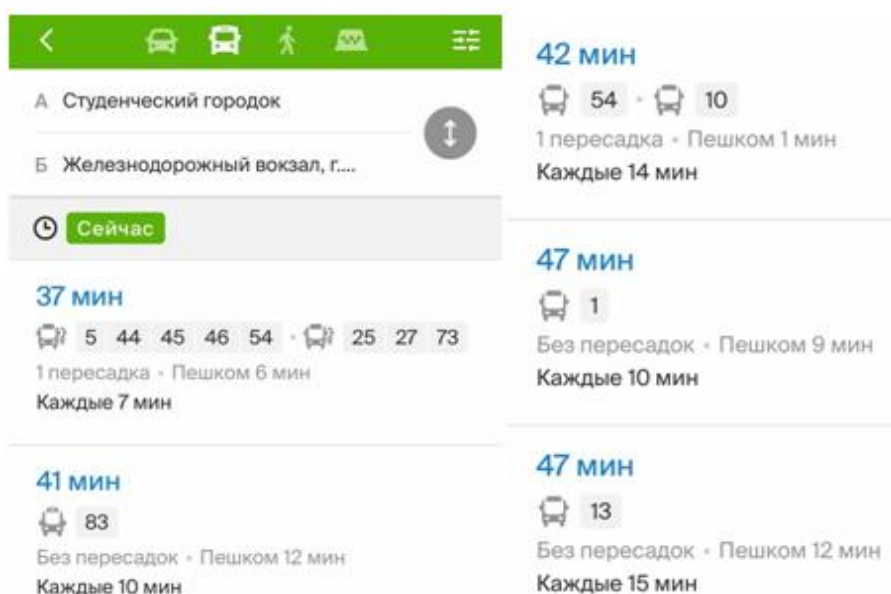


Рисунок 3.34 Имеющиеся маршруты городского автобусного транспорта с остановки «Студенческий городок» до остановки ЖД «Вокзал»

Добраться с нового микрорайона до остановки ЖД «Вокзал» будет достаточно проблематично, так как увеличиваются затраты времени и расходам на билет в автобус. Прямого маршрута без сложных обходных путей нет. Единственный ближайший автобус, который может без проблем довезти человека до друга без пересадок – это автобус номер один, маршрут которого проложен по ул. Харьковская и автобус номер 13, проходящий по ул. Мельникайте. Расстояние от жилого района до остановки в первом случае составляет 400 метров (рисунок 3.35а), а во втором чуть больше 800 метров (рисунок 3.35б).

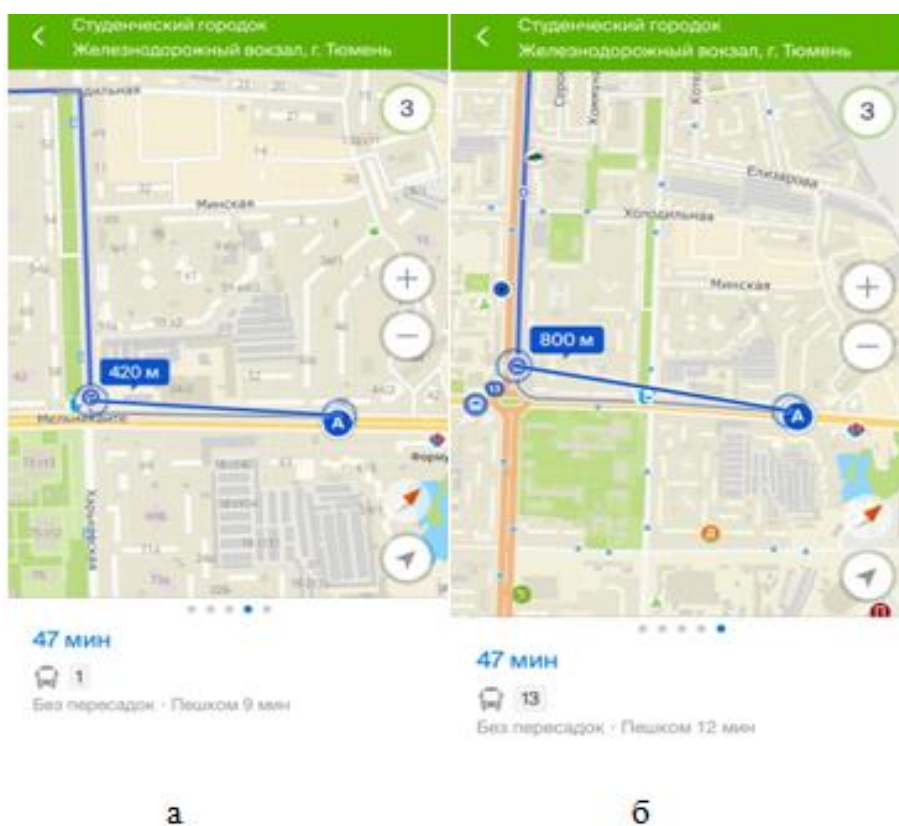


Рисунок 3.35 Расстояние до прямых маршрутов с остановки общественного транспорта «Студенческий городок»

а – маршрут номер 1, б – маршрут номер 13

Согласно ПКРТИ города Тюмени, к 2040 году планируется внедрение на УДС города 8 маршрутов трамваев, обозначенных красными линиями на рисунке 3.36.

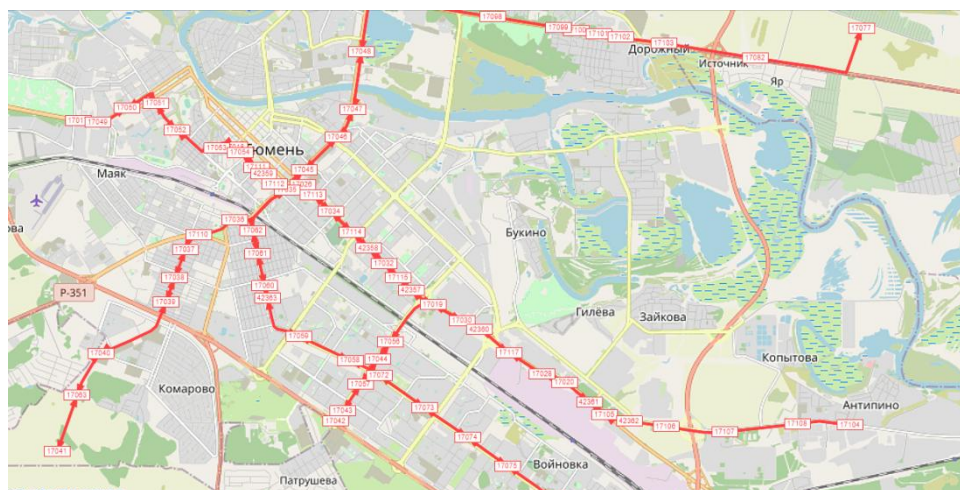


Рисунок 3.36 – Маршруты движения трамваев по улицам города Тюмень к 2040 году

Эффективность внедрения проекта «Казачек», по сравнению с 8 трамваями, заложенными в проект комплексного развития транспортной инфраструктуры г. Тюмени, будет низкой. Результаты получены в соответствии с моделированием «Казачка» и обособленных трамваев (рисунок 3.37).

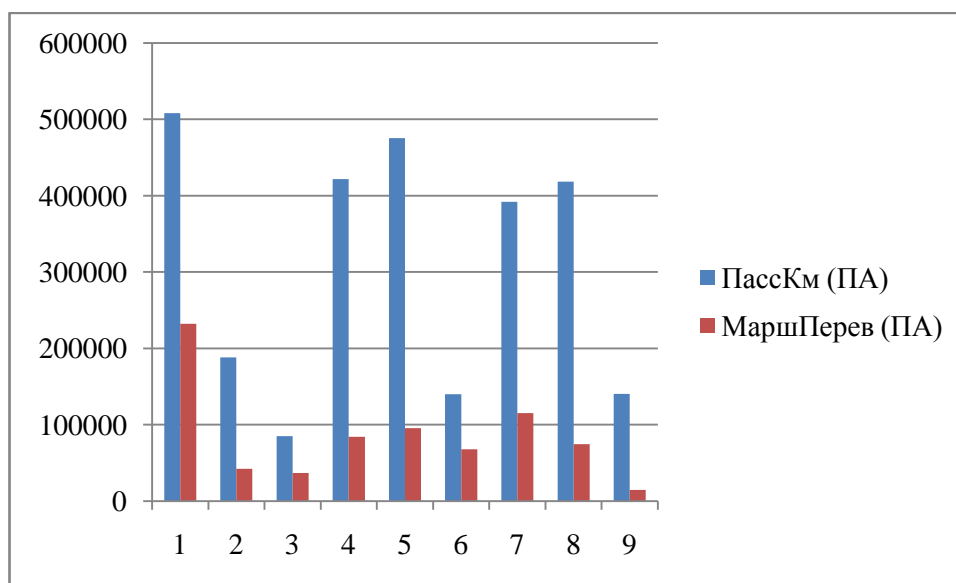


Рисунок 3.37 – Диаграмма показателей суточного объема перевозок трамваев по разным маршрутам согласно ПКРТИ

По рисунку 3.37 девятый маршрут – проект ЛРТ «Казачек» будет неэффективен по сравнению с другими трамваями, так как имеет меньший пассажиропоток и, соответственно, будет пользоваться меньшим спросом у населения, чем другие предложенные маршруты трамвая.

Внедрение проекта «Казачек» возможно в том случае, если этот трамвай будет единственным видом рельсового транспорта в г. Тюмени. Согласно настоящим результатам моделирования, трамвай «Казачек» рассматривался вкпе с маршрутами трамваев, предложенными ПКРТИ до 2040 года.

Рассмотрим ситуацию, когда трамвай «Казачек» будет единственным видом рельсового транспорта в г. Тюмень. В настоящее время модель трамвая была идеальной, так как рассматривалась без пересечений с автомобильными дорогами. Пассажиропоток трамвая увеличился, так как у населения возникла потребность в скоростных поездках.

На рисунке 3.38 представлена диаграмма изменения пассажиропотоков с планируемыми трамваями и без них, то есть проект «Казачек» отдельно и вместе с трамваями.

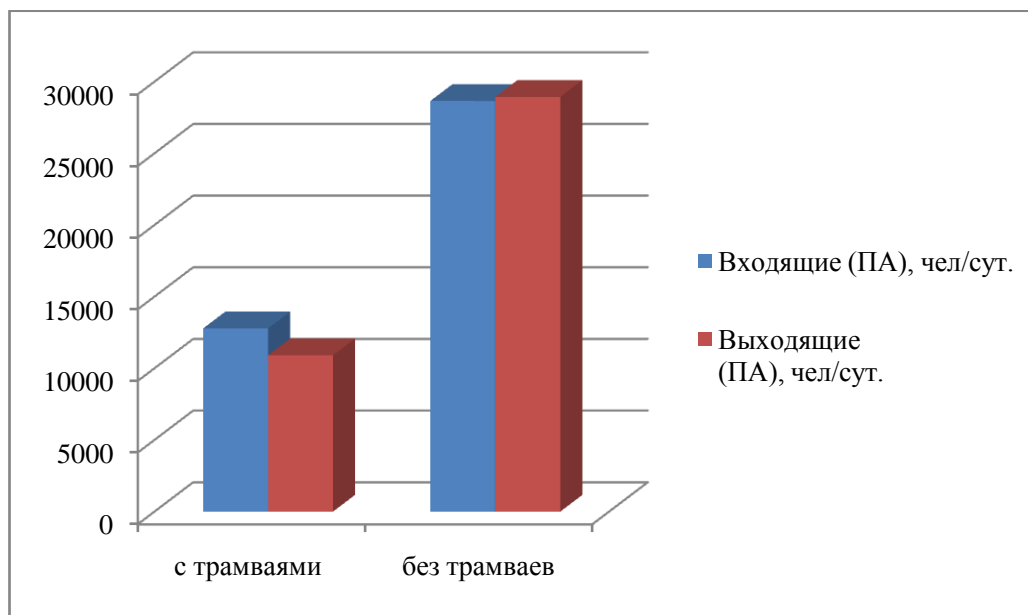


Рисунок 3.38 – Диаграмма изменения пассажиропотока скоростного трамвая «Казачек» при исключении других трамваев

По диаграмме можно сделать вывод о том, что проект легкого рельсового транспорта в г. Тюмени «Казачек» будет иметь эффективность, если этот вид транспорта и маршрут движения будет единственным в городе, так как будет пользоваться большим спросом населения и иметь высокие

показатели пассажироместимости. На рисунке 3.39 представлена более детальная диаграмма пассажиропотока.

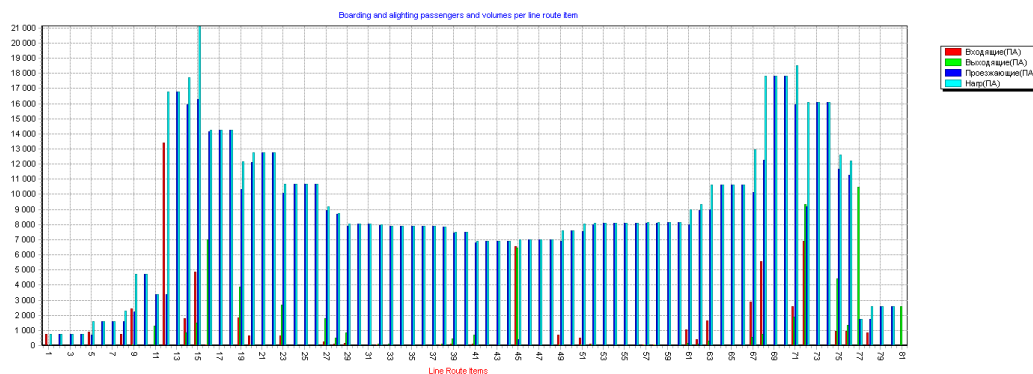


Рисунок 3.39 – Диаграмма пассажиропотока на всем маршруте легкорельсового трамвая без внедрения других трамваев

При составлении маршрута скоростного трамвая «Казачек» на линию будет выходить шесть трамваев в час с интервалом движения в двадцать минут каждый. При таких показателях пассажиропоток будет составлять примерно 53000 перевезенных человек в сутки. Это даст нам то, что на каждом из трамваев перевозится по 8834 человека. Разделив это число на количество рабочих часов (17) получаем, что средний пассажиропоток в час составляет 520 человек.

3.3 Выводы по главе

1. Моделирование показало, что объем перевозок зависит от других маршрутов, пешеходный мост с изменением изменяется.....
2. В суточной модели задан маршрут движения скоростного трамвая.
3. Изучены прилегающие к остановкам районы тяготения населения.
4. Изучено изменение пассажиропотока к остановкам после сооружения пешеходного моста через р. Туру на ул. Береговой.
5. Сравнение параметров пассажиропотоков трамваев, заложенных ПКРТИ и проекта скоростного трамвая «Казачек».

4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

4.1 Методика практического использования

Результаты исследования проекта «Казачек» применимы для создания ПКРТИ и КСОДД, а также важную роль результаты моделирования будут играть для КСОТ, так как трамвай «Казачек» является городским наземным электрическим транспортом. После моделирования скоростного трамвая «Казачек» на улицы г. Тюмени можно сделать вывод о том, что данный проект будет не эффективен, так как имеет недостаточно высокие показатели дорожного движения и относительно небольшой спрос для общественного транспорта. В ПКРТИ заложено, что к 2040 году по улицам городе Тюмени будут передвигаться трамваи по восьми маршрутам. Если рассматривать проект скоростного трамвая вместе с другими маршрутами трамваев, то этот маршрут будет иметь меньший спрос у населения. А если же исключить маршруты движения других трамваев, то трамвай «Казачек» будет пользоваться спросом у населения г. Тюмени как с построенным мостом через р. Туру, так и без строительства этого моста.

Следует понимать, что строительство любого объекта транспортной инфраструктуры города требует больших вложений и разногласий со стороны населения, строительных компаний и Администрации города.

По результатам моделирования, полученных с помощью программного обеспечения PTV VISUM, был сделан вывод о том, что затраты на строительство и эксплуатацию объекта транспортной инфраструктуры не всегда бывают рациональными, так как результат моделирования может оказаться неэффективным для данной транспортной ситуации. Исходя из этого, каждый раз, как появляется какая-либо идея по развитию транспортной инфраструктуры города, изменению схемы организации дорожного движения или реконструкции участков улично-дорожной сети, необходимо прибегать к методам имитационного моделирования во

избежание больших капиталовложений, которые могут ухудшить транспортную ситуацию в городе.

Для внедрения такого вида транспорта на улицы города Тюмень, необходимо провести ряд мероприятий, согласно которым необходимо сделать оценку эффективности внедрения скоростного трамвая на улично–дорожную сеть.

На рисунке 4.1 представлена методика проектирования системы скоростного трамвая.



Рисунок 4.1 – Методика проектирования скоростного трамвая

Все мероприятия, связанные с транспортной инфраструктурой города и перевозками населения, в первую очередь, направлены на улучшение транспортной ситуации и удовлетворение потребностей населения (для того, чтобы население могло пользоваться транспортными услугами в полном объеме и с помощью обратной связи улучшать качество транспортных услуг).

Вариантами оптимизации дорожного движения в городе являются следующие факторы:

- Описание мероприятия по оптимизации УДС города
- Изменение схем пофазного разъезда ТС;

- Увеличение пропускной способности дороги за счет дополнительных правоповоротных карманов или сужения ширины полос движения;

- Реконструкция дороги, связанная с расширением проезжей части
- Строительство путепроводов, многоуровневых развязок и т.д.
- Внедрение нового вида транспорта на УДС города для повышения качества транспортных услуг.

Их разработку нужно начинать от менее затратных и простых в исполнении к более сложным и дорогостоящим.

По результатам имитационного моделирования проводится анализ всех технико–эксплуатационных показателей, полученных в ходе работы, после чего принимается решение о внедрении оптимального для города варианта.

Перед внедрением выбранного проанализированного варианта оптимизации УДС необходимо действовать поэтапно.

На первом этапе разрабатывается схема расположения всех технических средств организации движения по пути движения скоростного трамвая (дорожные знаки, разметка, светофоры, перегоны пересечения с автомобильными дорогами).

На втором этапе необходимо разработать новую схему ОДД с предложенными изменениями (внедрение нового маршрута).

На третьем этапе разрабатывается план выполнения работ согласно стадии развития проекта (срок его реализации и последовательность действий ответственных органов).

На четвертом этапе производятся расчёты затрат на внедрение проекта на УДС города.

На пятом этапе необходимо назначить ответственные за проект лица и органы.

На последнем шестом этапе происходит согласование проектной документации с органами власти для правильной и качественной работы общественного транспорта (скоростного трамвая). Проектные организации и

ответственные лица обращаются в ГИБДД, Департамент дорожной инфраструктуры и транспорта, а также в «Тюменьгортранс» для разрешения реализации проекта и согласования всех мероприятий, которые будут проводиться в ходе строительства и внедрения нового вида транспорта.

4.2 Менеджмент внедрения результатов

Проект – ограниченное во времени действие, направленное на результат. В данном случае проект скоростного трамвая являлся темой магистерской диссертации, поэтому работа велась на протяжении всего обучения. Представим ситуацию, что Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры города Тюмени нуждалась бы в скоростном трамвае для улучшения качества транспортных услуг, и этим проектом занимался бы работник сторонней организации. К примеру, «Тюменьгортранса» или какого-нибудь проектного института, то можно рассчитать, какую цену без учета сооружения и закупа оборудования имеет проект скоростного трамвая «Казачек».

Для этого нужно представлять, сколько времени человек потратит на моделирование трамвая, обработку и сведение результатов для понимания целесообразности проекта.

Трамвай «Казачек» изначально был смоделирован в существующей суточной модели города Тюмени, которая имеет в своём составе информацию об актуальных пассажиропотоках, районах, улицах города и потребности населения в перевозках общественным транспортом. Этот фактор значительно сокращает время работы специалиста, так как построение существующей модели может занять до десятков часов.

Порой идеи, выдвинутые для воплощения в жизнь, не имеют эффекта и эффективности для данной транспортной ситуации в любом из городов.

Именно поэтому во избежание необоснованных затрат на неэффективные мероприятия необходимо моделировать транспортную ситуацию, планируемую в городе.

Для сравнения прилагаю цифры по строительству скоростного трамвая в городах России, таких как Волгоград и Санкт–Петербург. Дороговизна данного проекта заключается в том, что достаточно весомую часть средств государство тратит на составление смет и проектирования скоростного трамвая. Его строительство и эксплуатация порой обходится дешевле, чем составление сметы, проектирование и моделирование.

Проект скоростного трамвая «Казачек» в плане сооружения обойдется государству в меньшую сумму благодаря уже готовым промышленным путям, которые в настоящее время почти не используются. А если используются, то крайне редко и для перевозки продуктов или товаров между складами.

Благодаря расчётам, несложно предположить стоимость расчёта проектирования и строительства скоростного трамвая в городе Тюмени. Для этого уполномоченным компаниям необходимо выбрать человека, который смог бы разработать имитационную модель транспортной сети и сравнить параметры организации дорожного движения как с трамваем, так и без него.

Согласно Трудовому Кодексу Российской Федерации, сотрудник компании должен вырабатывать не более 40 часов в неделю. Для воплощения проекта в жизнь потребуется 60 часов (три с половиной дня). Основными этапами работы будут являться:

1. Ознакомление с параметрами дорожной системы в настоящее время (на существующей макроскопической модели).
2. Моделирование маршрута скоростного трамвая в макроскопической модели.
3. При наличии недочетов – их исправление.
4. Сбор, анализ и предоставление результатов моделирования.
5. Формулировка основных выводов по проведенным мероприятиям.

По результатам моделирования и оценке транспортной ситуации специалистом, государству или уполномоченным органам предстоит сделать

вывод об эффективности строительства и внедрения скоростного трамвая на улицы города.

При заработной плате работника в 35000 рублей трудоёмкость его работы над проектом оценивается как дневная заработная плата (фонд рабочего времени), умноженная на количество часов, потраченных на выполнение моделирования и сбор результатов моделирования (формула 4.1).

$$ЗП_n = ФРВ \cdot t_{мз}, \quad (4.1)$$

где $ЗП_n$ – стоимость выполнения проекта одним работником

$ФРВ$ – фонд рабочего времени одного сотрудника;

$t_{мз}$ – время, потраченное на моделирование и сбор информации.

При недельной выработке одного работника, равной сорок часов, получаем месячную выработку в 160 часов. Соответственно количество одного часа работы сотрудника будет равным $35000/160=219$ рублей/час.

Стоимость часов работы, потраченных на моделирование и сбор результатов моделирования – время одного часа работы сотрудника, умноженное на время работы над проектом.

$$ЗП_n = ФРВ \cdot t_{мз} = 219 \cdot 60 = 13140 \text{ рублей.}$$

Получаем, что затраты на моделирование проекта скоростного трамвая «Казачек» будут равными 13140 рублей.

4.3 Выводы по главе

1. В ходе работы было выяснено, что для введения нового вида транспорта необходимо применять макроскопическое моделирование, которое покажет спрос населения на этот вид транспорта.

2. При успешном предпроектном обосновании обратить внимание на документы транспортного планирования. Если трамвай не упоминается в ПКРТИ или КСОДД, то нужно менять документы транспортного планирования, если упоминается, то особое внимание уделить переездам с АД.

5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Оценка экологии с транспортной макроскопической модели

Изменение расчетного суточного значения количества выбросов вредных веществ с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания автомобилей в Тюмени к 2040 году и сравнение с данными с 2019 годом (для буднего дня недели) показано на рисунке 5.1.

Результаты расчета показывают, что к 2040 году прогнозируется рост количества выбросов CO на 66 %, выбросов CO₂ на 86 %, NO_x на 73%. Увеличение выбросов обусловлено ростом численности жителей, увеличением общего количества автомобилей и уровня автомобилизации, а также увеличением длины маршрутов поездки из-за увеличения площади территории города. Данные результаты доказывают актуальность исследований по определению комплекса мероприятий для уменьшения загрязнения воздуха и повышения экологии транспортной системы города.

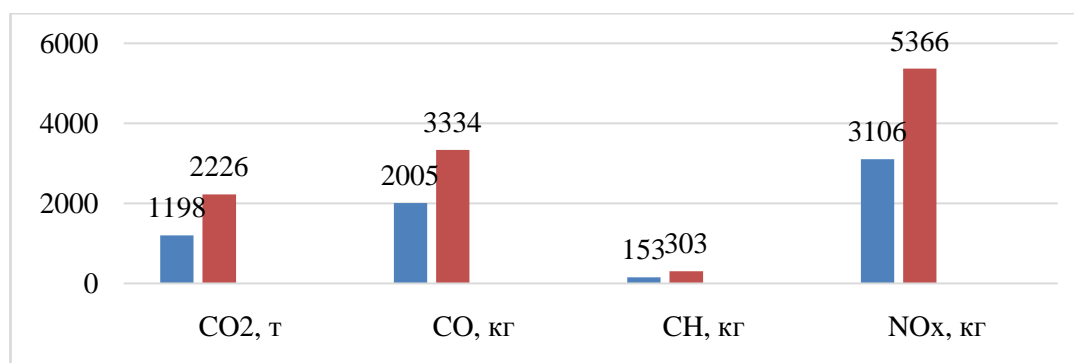


Рисунок 5.1 – Расчетное значение выбросов вредных веществ с отработавшими газами двигателей автомобилей в Тюмени к 2040 году

При оценке экологической обстановки с помощью имитационного моделирования рассчитывается количество выбросов Carbondioxide (CO₂) и вредных веществ с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания автомобилей по видам (CarbonmonooxideCO, NitrogenoxideNO_x, HydrocarbonsCH, другие вредные вещества (AmmoniacNH₃, MethaneCH₄, NitrousoxideN₂O, Benzene (бензол)).

При имитационном моделировании на макроуровне пренебрегали влиянием разных режимов на выбросы индивидуальных загрязнителей. Это снижает достоверность оценки, но повышает доступность метода, т.к. не требует для расчетов дополнительной информации в большом объеме. Изменение количества выбросов вредных веществ при имитационном моделировании коррелирует с показателем расхода топлива автомобилями. Введение платных парковок привело к уменьшению транспортного спроса на передвижение на личном транспорте, что привело к уменьшению транспортных заторов и повышению эффективности организации дорожного движения. За счет этого наблюдается уменьшение расхода топлива и количества выбросов вредных веществ с отработавшими газами ДВС автомобилями. Это связано с двумя составляющими: уменьшилась интенсивность движения автомобилей и снизилась неравномерность движения автомобилей, уменьшилось количество остановок, разгонов и торможений (уменьшилась доля времени при движении автомобилей в неустановившемся режиме работы). Изменения количества выбросов вредных веществ с отработавшими газами ДВС автомобилей в целом по городу при введении платных парковок и расширении ее зоны в утренний «час пик» приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Изменение выбросов вредных веществ с отработавшими газами ДВС автомобилей в целом по городу при введении платных парковок и расширении зоны платных парковок

Вредные вещества с отработавшими газами автомобилей	Количество выбросов вредных веществ при отсутствии платных парковок
Эмиссия CO ₂ , кг	110300
Эмиссия CO, кг	163.3
Эмиссия NO _x , кг	253.35
Эмиссия CH, кг	12.37
Прочие вредные вещества (NH ₃ , NMHC, PM, SO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, бензол), кг	110.34
Суммарные выбросы (без CO ₂), кг	539.34

В таблице 5.2 представлено изменение выбросов в окружающую среду в историческом центре при изменении количества и стоимости платных парковок.

Таблица 5.2 – Изменение выбросов вредных веществ с отработавшими газами двигателей автомобилей в историческом центре города в утреннее время при изменении стоимости платных парковок

Вредные вещества с отработавшими газами автомобилей	Выбросы вредных веществ – исторический центр города
Эмиссия CO, кг	5.73
Эмиссия NO _x , кг	8.83
Эмиссия CH, кг	0.44

В таблице 5.3 представлены изменения выбросов в центральной части города при изменении количества парковок и их стоимости

Таблица 5.3 – Изменение выбросов вредных веществ с отработавшими газами автомобилей в центральной части города в утреннее время при изменении стоимости платных парковок

Вредные вещества с отработавшими газами автомобилей	Выбросы вредных веществ – вся центральная часть города)
Эмиссия CO, кг	10.53
Эмиссия NO _x , кг	16.24
Эмиссия HC, кг	0.81
Расход топлива (в целом по городу), т	34.95

5.2 Безопасность дорожного движения при эксплуатации трамваев

При выпуске трамвая на линию необходимо учитывать ряд факторов, без которых безопасное движение по маршруту может стать опасным. Водитель транспортного средства должен действовать в соответствии в ПДД и должностной инструкцией водителя.

Выпуск скоростного трамвая, так же как и обычного, предусматривает медицинское освидетельствование водителя перед рейсом. На линии у каждого водителя должен быть ряд документов, без которых невозможно приступить к работе. Перед выходом на линию обязательно должен быть

пройдет нулевой маршрут, в ходе которого проверяются все технические характеристики подвижного состава и их работоспособность.

Во избежание травматичных ситуаций, водителю необходимо следить как за салоном транспортного средства, так и за его пределами, так как возможен риск нанесения здоровью человека при входе-выходе в ТС. Именно поэтому посадка и высадка пассажиров должна осуществляться исключительно на остановочных комплексах с соблюдением правил безопасности при перевозке.

На протяжении всего маршрута движения вагона трамвая, необходимо соблюдать правила перевозки пассажиров и при малейшем отклонении от нормальной работы транспортного средства, незамедлительно прекратить работу.

Каждое транспортное средство должно иметь паспорт с указанием маршрута и его протяженности, перечнем всех остановок на маршруте, а также участки, на которых действует ограничение скорости.

Организация движения трамваев производится на основании расписания, составленного соответствующими органами, и контролирует работу, как водителя, так и органов, причастных к выпуску ТС на линию.

Водитель трамвая должен следовать по улицам и дорогам города согласно ПДД. Контроль над соблюдением безопасного вождения обеспечивают службы движения. Изменение направления движения водителем трамвая неуместно, применяется в случае поломки или невозможности других транспортных средств следовать по маршруту движения.

Скорость движения такого транспорта должна регламентироваться подразделениями ГАТ и соответствовать ПДД. В местах сложной проходимости трамваями, должны быть установлены соответствующие знаки о снижении скорости движения.

Движение трамвая регулируется «светофорами одноцветной сигнализации с четырьмя круглыми сигналами бело-лунного цвета,

расположенными в виде буквы «Т». Трамвай на равнозначных перекрестках имеет преимущество перед автомобильным транспортом, не зависимо от направления движения.

На перекрестках со светофорным регулированием, трамвай имеет преимущество только в том случае, если для него горит разрешающий сигнал светофора. А также это правило касается равнозначных перекрёстков, где есть соответствующие знаки «Главная дорога». В этом случае трамвай при въезде с главной дороги так же имеет преимущество.

Правило «правой руки» при разъезде безрельсового транспорта с наземным электрическим транспортом не работает. Зачастую преимущество проезда перекрестков у трамваев. Случаями, когда трамвай должен уступить дорогу всем участникам движения, являются:

- выезд из депо (прилегающей территории);
- при повороте на перекрестке под дополнительную секцию светофора при основном запрещающем сигнале.

5.3 Выводы по главе

1. Получен экологический эффект после введения скоростного трамвая.
2. Разобраны основные положения движения трамвая при выходе на линию и что нужно для безопасной езды по маршруту.
3. Изучены правила проезда перекрёстков при пересечении с автомобильными дорогами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общественный транспорт является неотъемлемой частью города Тюмени. С каждым годом уровень автомобилизации и численность населения возрастает, в связи с этим возрастает потребность в пассажирских городских перевозках по городу. С увеличением числа населения города появляется потребность в строительстве новых районов, которые находятся, в основном, далеко от центра. Автобусный городской пассажирский транспорт порой не справляется с потоками людей, вследствие чего на остановочных пунктах скапливается большое количество людей. Основными районами тяготения жителей будут являться: район «Акварель» рядом с магистральной улицей Ямской, район «Апрель», находящийся на Червишевском тракте, новые строящиеся районы на Московском тракте, район «Республика», находящийся рядом с главной улицей города – улицей Республики, ЖК «Правобережный» на планируемой улице магистрального движения ул. Мельникайте – одной из главных артерий города, почти весь район Лесобазы и заречные микрорайоны.

Так как потребность в передвижениях у населения достаточно большая, а существующие маршруты общественного транспорта порой изолируют людей от центра, так как нужно добираться с пересадками, или до нужного места назначения, по этой же причине, в городе Тюмень была выдвинута идея введения нового вида транспорта – легкого рельсового, имеющего ряд преимуществ перед автобусным.

Трамвай будет иметь меньшие затраты на строительство, так как будет проложен через готовые рельсовые пути, используемые в настоящее время как артерии перевозки между промышленными предприятиями. За счёт высоких скоростей движения и меньших затрат на передвижение трамвай во многом превосходит имеющийся автобусный городской транспорт.

В выпускной квалификационной работе были изучены основные параметры движения скоростного трамвая в городе, выбран подходящий

трамвайный состав. Результатом введения нового вида транспорта в городе Тюмени стало моделирование движения скоростного трамвая по обособленным путям города. Имитационное моделирование было проведено в уже существующей суточной модели города.

Пересечений с автомобильной дорогой трамвай практически не имел, так как для его движения в имитационной модели было введено адаптивное светофорное регулирование, поэтому трамвай практически не повлиял на увеличение заторов в городе. Наоборот, при своей вместимости трамвай может заменить порядка 5-6 автобусов, что поможет хоть немного разгрузить транспортную сеть г. Тюмени.

Согласно ПКРТИ города Тюмени до 2040 года в городе планируется введение восьми новых маршрутов трамваев. В результате моделирования стало понятным, что использование скоростного трамвая «Казачек» вместе с планируемыми восьмью будет неэффективен, так как не будет иметь достаточного пассажиропотока по маршруту движения.

Если же рассматривать трамвай «Казачек» как отдельный и единственный вид наземного электрического транспорта, можно сделать вывод о том, что трамваем, по результатам моделирования, будут пользоваться примерно 53000 человек в сутки.

В связи с этим делаем вывод, что на этапе возникновения идеи, нужно выбрать правильную методику действия и обязательно моделировать транспортные ситуации во избежание затрат, от которых не будет эффекта и спроса у жителей города, а так же во избежание ухудшения транспортной сети города. На сегодняшний момент по предлагаемому маршруту движения скоростного трамвая «Казачек» его введение будет неэффективно, так как автобусным транспортом будет пользоваться большая часть населения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агуреев, И. Е. Динамическая модель транспортной макросистемы / И. Е. Агуреев, А. Е. Богма, В. А. Пышный. – Текст : непосредственный // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2013. – № 6. – Ч. 2. – С. 139–145.
2. Агуреев, И. Е. Моделирование загрузки улично-дорожной сети г.Тулы / И. Е. Агуреев, В. А. Пышный, В. И. Швецов. – Текст : непосредственный // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2013. – 6. – Ч. 2. С. 112–138.
3. Андреев, К. П. Моделирование загрузки транспортной сети / К. П. Андреев, В. В. Терентьев. – Текст : непосредственный // Бюллетень транспортной информации. – 2017. – № 9. – С. 21–23.
4. Андреев, К. П. Основные этапы подготовки проекта организации дорожного движения / К. П. Андреев, А. Ю. Свистунова, В. В. Терентьев. – Текст : непосредственный. // Транспортное дело России. – 2018. – № 2. – С. 129–131
5. Горев, А. Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / А. Э. Горев, Е. М. Олещенко. – Москва : ИЦ Академия, 2009. – 256 с. – Текст : непосредственный.
6. Госавтоинспекция РФ, раздел «Показатели состояния безопасности дорожного движения» : [сайт]. – URL : <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 26.01.2020). – Текст : электронный.
7. ГОСТ Р 52289–2019. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утв. и введ. в действие приказом Федерального агентства по техническому

регулированию метрологии от 20 декабря 2019 г. №1425–ст – введ. 2020–14–01. – Москва : Стандартиформ, 2005. – Текст : непосредственный.

8. ГОСТ Р 54810–2011. Автомобильные транспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний : национальный стандарт Российской Федерации : утверждён и введён в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. №1178–ст : введ. впервые : дата введения 2012–09–01 / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием "Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно–исследовательский автомобильный и автомоторный институт "НАМИ" (ФГУП "НАМИ"). – Москва : Стандартиформ. 2012. – Текст : непосредственный.

9. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». : [сайт]. – URL: <http://www.ecoindustry.ru/gosdoklad/view/511.html> (дата обращения: 15.04.2020) – Текст : электронный.

10. Кадасев, Д. А. Реализация согласованного светофорного адаптивного управления при интеллектуализации транспортно–логистических систем / Д. А. Кадасев, Н. В. Воронин. – Текст : непосредственный // Организация и безопасность дорожного движения : материалы XII Национальной научно–практической конференции с международным участием. – Тюмень, 2019. – С. 312–316.

11. Клинковштейн, Г. И. Методы оценки качества организации дорожного движения : учебное пособие / Г. И. Клинковшейн, В. Н. Сытник. – Москва : МАДИ, 2002. – 77 с. – Текст : непосредственный.

12. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко : ред. Я. Я. Горбачева. – Москва : Транспорт, 2002. – 182 с. – Текст : непосредственный.

13. Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения : учеб. для вузов / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б.

Афанасьев. – Москва : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с. – Текст : непосредственный.

14. Ляпин, С. А. Управление светофорной сигнализацией на перекрестке города в условиях транспортного затора / С. А. Ляпин, Д. А. Кадасев, И. М. Кадасева. – Текст : непосредственный // Транспорт и логистика: инновационная инфраструктура, интеллектуальные и ресурсосберегающие технологии, экономика и управление : сборник научных трудов II международной научно–практической конференции. – Ростов–на–Дону, 2018. – С. 69–72.

15. Маркуц, В. М. Транспортные потоки автомобильных дорог / В. М. Маркуц. – Вологда : Инфра–Инженерия, 2018. – 148 с. –Текст: непосредственный.

16. О безопасности дорожного движения : федеральный закон от 10 декабря 1995 г. № 196–ФЗ : [сайт]. – URL : <http://www.rg.ru/> (дата обращения: 25.04.2019). – Текст : электронный.

17. Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере транспорта исполнения государственной функции по контролю (надзору) за соблюдением законодательства Российской Федерации и международных договоров Российской Федерации о порядке осуществления международных автомобильных перевозок : Приказ Минтранса РФ № 229: утв. приказом Минтранса России от 11 июля 2012 г. (ред. от 26.03.2018). Москва : Эксмо, 2013. – 142 с. – Текст: непосредственный.

18. Общие аспекты в разработке проекта организации дорожного движения / А. А. Меркулов, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев, К. П. Андреев. – Текст : непосредственный // Грузовик. – 2019. – № 2. – С. 30–32.

19. Остановка общественного транспорта : [сайт]. – URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 25.01.2020). – Текст : электронный.

20. Официальный сайт PTV GROUP в России : продукты PTV Visum, PTV Vissim, PTV Visawalk : [сайт]. – URL: www.ptv-vision.ru – (дата обращения: 05.03.2020). – Петербург : «КОСТА», 2016. – 128 с. – Текст : электронный.

21. Паспорт национального проекта "Безопасные и качественные автомобильные дороги" (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол N 15). – Москва, 24.12.2018. – 9 с. – Текст : непосредственный.

22. Перспективы развития легкорельсового транспорта в городах РФ [сайт]. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-legkorelsovogo-transporta-v-gorodah-rf> (дата обращения 31.10.2019). Текст : электронный.

23. Постановление Администрации города Тюмени от 08.06.2015 № 104–пк «Об утверждении Положения о создании условий для предоставления транспортных услуг и организации транспортного обслуживания населения в границах муниципального образования городской округ город Тюмень»: [сайт] : – URL:(дата обращения: 29.05.2020). – Текст : электронный.

24. Правила дорожного движения Российской Федерации. – Москва : Третий Рим, 2019. – Текст : непосредственный.

25. Проблемы эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятий городского электрического транспорта на примере г. Саратова : [сайт] / URL: <https://moluch.ru/archive/89/17762/> (дата обращения: 21.06.2020). – Текст : электронный.

26. Распоряжение Правительства РФ от 27 октября 2012 г. № 1995–р «О Концепции федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах»» : [сайт]. – URL : <http://www.garant.ru> (дата обращения 20.04.2020). Текст : электронный.

27. Руководство по применению транспортных моделей в транспортном планировании и оценке проектов / под. ред. А. Э. Горева. – Санкт-Петербург : «КОСТА», 2016. – 128 с. – Текст : непосредственный.

28. Семикопенко, Ю. В. Обзор методов определения состава транспортного потока при реализации транспортного планирования / Ю. В. Семикопенко, А. Г. Шевцова, Д. В. Дмитриев. – Текст : непосредственный // Успехи современной науки и образования. – 2016. – Т. 5. – № 7. – С. 108–112.

29. Скоростной трамвай : [сайт]. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B2%D0%B0%D0%B9 (дата обращения 23.06.2020). – Текст : электронный.

30. Терентьев, В. В. Мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения / В. В. Терентьев, В. А. Киселев, К. П. Андреев, А. В. Шемякин. – Текст : непосредственный. // Транспортное дело России. – 2018. – № 3. – С. 133–136.

31. Транспортная планировка городов : учебное пособие / А. В. Косцов, И. А. Бахирев, Е. Н. Боровик, Д. С. Мартяхин. – Москва : А-проджест, 2017. – 300 с. – Текст: непосредственный.

32. Тюменский транспорт : Тюменьгортранс : [сайт] – URL : <http://tgt72.ru> (дата обращения 29.05.2020). – Текст : электронный.

33. Фишельсон, М. С. Городские пути сообщения : учеб. пособие для вузов / М. С. Фишельсон. – Москва : Высшая школа, 1967. – 360 с. – Текст : непосредственный.

34. Эртман, Ю. А. Оценка формирования транспортного спроса на перекрёстках / Ю. А. Эртман, Г. Н. Морозов С. А. Эртман. – Текст : непосредственный // Организация и безопасность дорожного движения : десятая международная научно-практическая конференция 16 марта 2017 г. – Тюмень, 2017. – С. 327–331.

ИЛЛЮСТРАТИВНАЯ ЧАСТЬ

Иллюстрация А.1


university
 Тюменский
 индустриальный
 университет

Тема выпускной квалификационной работы

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕГКОГО РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДЕ ТЮМЕНИ

Руководитель: к.т.н., доцент кафедры ЭАТ, Захаров Д.А.
 Выполнил: студент гр. АБТмт-18-1, Шнейдер Е.В.

Иллюстрация А.2

Качество транспортного обслуживания населения

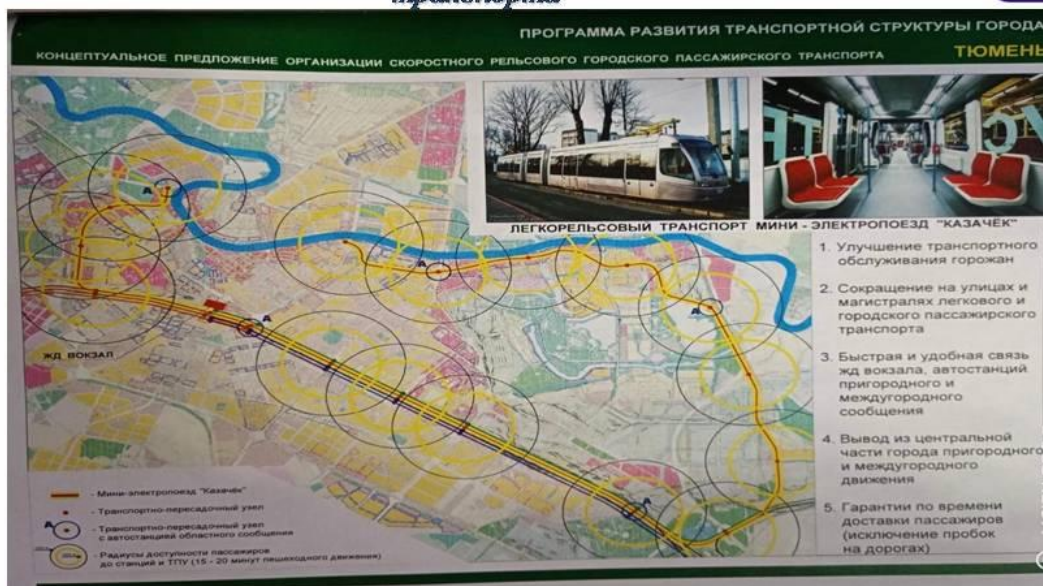
Показатель ГО	Критерии
Доступность	Доступность тарифов, стабильность тарифов, информативность населения по вопросам планирования маршрутов ОТ, уровень информационного обслуживания пассажиров
Надежность	Соблюдение расписания по маршрутам следования
Комфортность	Уровень шума в салоне ТС, температура в салоне ТС, информирование пассажиров на протяжении всей поездки, пассажироместность ТС, количество пересадок по маршруту следования, экологичность
Удобство	Навигация: ТС пассажирами, коэффициент использования вместимости ТС, соответствие нормативам комфортабельности ТС

Город	Год введения
Алжир	2013
Рио-де-Жанейро	2016
Афины	2004
Барселона	2004
Мадрид	2007
Фиренция	2010
Шанхай	2017
Люксембург	2017
Берген	2010
Дубай	2014
Вашингтон	2016
Детройт	2017
Самарканд	2017
Марсель	2007
Баку	2004
Ереван	2004
Тбилиси	2006

Опыт введения современного трамвая в городах мира

2

Концептуальное предложение организации рельсового пассажирского транспорта



Цель и задачи исследования

Цель:

Прогнозирование транспортного спроса населения на поездки в трамвае «Казачек» на основе макроскопической транспортной модели города Тюмень.

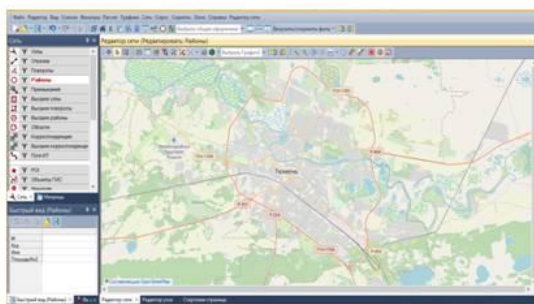
Задачи:

1. Скорректировать существующую транспортную модель города и создать новое транспортное предложение (проект трамвая «Казачек»).
2. Оценить изменение транспортного спроса на поездку в трамвае «Казачек» до введения в эксплуатацию других трамвайных маршрутов по ПКРТИ.
3. Оценить изменение транспортного спроса на поездку в трамвае «Казачек» при внедрении пешеходного моста по ул. Береговой.
4. Оценить изменение транспортного спроса на поездку в трамвае «Казачек» при введении других трамвайных маршрутов по ПКРТИ.

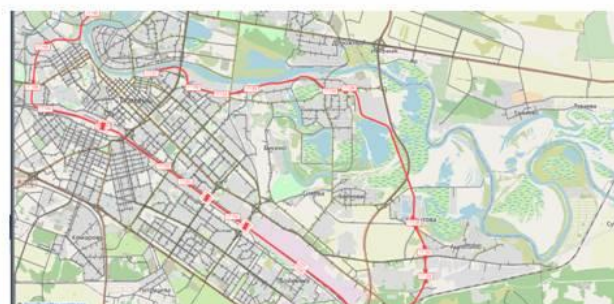
Объект и предмет исследования

Объект исследования – транспортная система г. Тюмень

Предмет исследования – маршрут трамвая «Казачек»



Объект исследования



Предмет исследования

Общественный транспорт в документах транспортного планирования

Документ	Мероприятия	Кем утверждено
Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ)	1. Мероприятия по развитию транспортной инфраструктуры по видам транспорта (строительство остановок, реконструкция путей следования трамвайных маршрутов).	Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2015 г. № 1440
	2. Мероприятия по развитию транспорта общего пользования, созданию транспортно-пересадочных узлов (доступный подход пешеходов к остановочным пунктам).	
Комплексная схема организации дорожного движения (КСОДД)	Оценка параметров дорожного движения на пересечениях железнодорожных путей и автомобильных дорог	Федеральным законом от 06.10.2003 N 131-ФЗ
Комплексная схема организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом (КСОТ)	Создание новых маршрутов общественного транспорта в координации с действующей маршрутной сетью (адаптивное светофорное регулирование, приоритет проезда общественного транспорта. 119 объектов светофорного регулирования г. Тюмени входят в 46 планов координации).	12.08.2019 №ИА-63 Решение рабочей группы проектного Комитета по Национальному проекту «Безопасные и качественные дороги»



 university

Общественный транспорт в документах транспортного планирования




Тюмень

Транспортная модель включает транспортных районов, 7744 узла, 17274 отрезка.


На базе программы для оптимизации общественного транспорта PTV Visum создается транспортная модель, которая позволяет анализировать структуру пассажиропотока, а также его изменение в зависимости от источника и цели поездки через конкретный объект транспортной сети.

7




 university

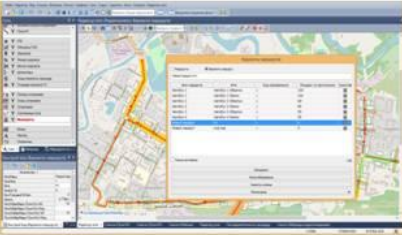
Макроскотическое моделирование маршрута движения трамвая «Казачек»




Создание остановок




Построение маршрута



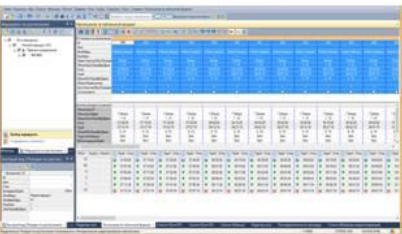
Выбор расписания в табличной форме



Пассажиропоток на маршруте



Варианты маршрута

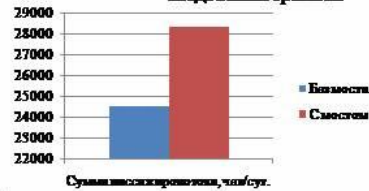


Расписание трамвая «Казачек»

8

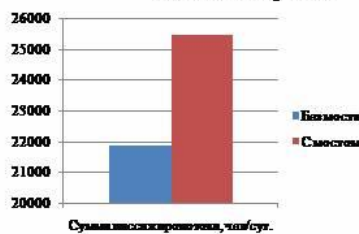
Оценка изменения параметров городской транспортной системы при внедрении проекта трамвай «Казачек»

Количество выходящих пассажиров на остановках по пути следования трамвая



Интенсивность движения по пешеходному мосту в прямом направлении

Количество входящих пассажиров на остановках по пути следования трамвая



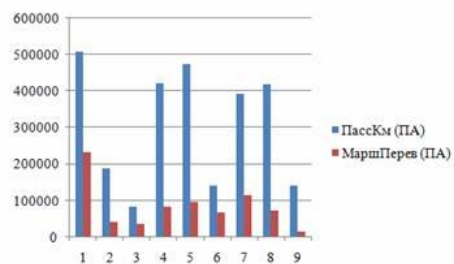
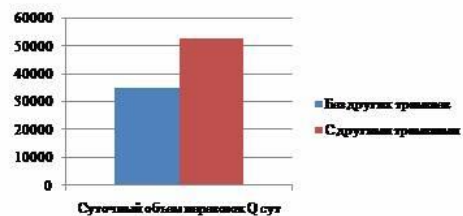
Интенсивность движения по пешеходному мосту в обратном направлении

Оценка изменения параметров городской транспортной системы при внедрении проекта трамвай «Казачек»



— Маршруты трамваев по ПКРТИ
 — Маршрут трамвая «Казачек»

Маршруты трамваев по ПКРТИ г. Ульянов		
№ли	Транспортная работа	Количество пассажиров
1	507990,1	292218
2	188420,5	42559
3	85022,3	56912
4	422001,4	84513
5	475509,8	95774
6	140184	67824
7	392094,4	115945
8	418927,2	74507
9	140908,8	14583



Оценка изменения параметров городской транспортной системы при внедрении проекта трамвай «Казачек»



График изменения пассажиропотоков без введения в эксплуатацию 8 трамваев

11

Затраты на разработку в макроскопической модели трамвая «Казачек»

Основные этапы работы при моделировании трамвая «Казачек»

1. Оценка параметров работы транспортной системы в настоящее время (на существующей макроскопической модели).
2. Моделирование маршрута трамвая в макроскопической модели города.
3. Определение транспортного спроса на поездку в трамвае «Казачек».
4. Оценка пассажирообмена остановочных пунктов по маршруту следования трамвая «Казачек».
5. Моделирование посадки-высадки пассажиров по маршруту следования трамвая в программе PTV Visswalk.
6. Предварительная оценка и технико-экономическое обоснование разработки проекта трамвая «Казачек».
7. Анализ потребности в корректировке документов транспортного планирования (ПКРТИ, КСОДД, КСОТ).
8. Формулировка основных выводов по проведенным мероприятиям.

12

Основные выводы

1. Скорректирована транспортная модель и создан новый маршрут общественного транспорта трамвай «Казачек».
2. Оценено изменение транспортного спроса на поездку в трамвае «Казачек» до введения в эксплуатацию других трамвайных маршрутов по ПКРТИ, который составляет примерно 23000 поездок в сутки
3. Оценено изменение транспортного спроса на поездку в трамвае «Казачек» при внедрении пешеходного моста по ул. Береговой, который составляет примерно 35000 поездок в сутки
4. Оценено изменение транспортного спроса на поездку в трамвае «Казачек» при введении других трамвайных маршрутов по ПКРТИ. Если трамвай «Казачек» будет являться единственным видом электрического транспорта в городе, то транспортный спрос населения будет составлять почти 53000 поездок в сутки. А при введении в эксплуатацию 8 трамваев транспортный спрос снижается почти на 34% и становится равным 35071 поездок.
5. Для принятия решения по введению трамвая «Казачек», требуется корректировка документов транспортного планирования с учетом комплексных изменений во всей городской системе и затрат на реализацию проекта.
6. При других маршрутах трамвая по ПКРТИ, создание трамвайного маршрута при данном объеме перевозок недостаточно эффективно.