

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Политехнический институт  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ И.М. Блянкинштейн

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.01 – Технология транспортных процессов

«ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ  
БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТАХ УДС  
Г. КРАСНОЯРСКА»

Руководитель

ст. преподаватель Н.В. Шадрин

Выпускник

А.А. Майер

Консультант

профессор, канд. техн. наук В.А. Ковалев

Красноярск 2018

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Исследование и разработка мероприятий по повышению безопасности движения на остановочных пунктах УДС г. Красноярска» содержит 124 страницы текстового документа, 18 использованных источников, 8 листов графического материала.

УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ (УДС), ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ОСТАНОВОЧНЫЙ ПУНКТ ГОРОДСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ (ДТП), ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ (ОДД).

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка методики качественной и количественной оценки соответствия требованиям нормативно-технической документации остановочных пунктов городского общественного транспорта.

На основе проведенного анализа были выявлены основные критерии, с помощью которых были оценены остановочные пункты Октябрьского района г. Красноярска, а также разработаны мероприятия по совершенствованию организации и обеспечению безопасности.

Анализ результативности предложенных мероприятий по совершенствованию организации и обеспечению безопасности на остановочных пунктах осуществлен с помощью программы моделирования и реконструкции механизма ДТП PC-Crash и программы моделирования транспортных потоков PTV VISSIM.

Предложенные мероприятия обоснованы соответствующими экономическими расчетами.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Технико-экономическое обоснование .....	7
1.1 Актуальность обеспечения безопасности и организация движения на УДС г. Красноярска .....	8
1.1.1 Минимальные требования ФИСУ к проведению всемирных зимних универсиад .....	14
1.1.2 Анализ состояния аварийности на УДС г. Красноярска за 2013 – 2017 гг. ....	16
1.1.3 Анализ состояния аварийности на остановочных пунктах г. Красноярска .....	22
1.2 Анализ работ и публикаций по теме обеспечения безопасности на остановочных пунктах городского общественного транспорта .....	31
2 Исследовательская часть .....	33
2.1 Разработка методики исследования состояния и обустройства остановочных пунктов общественного транспорта .....	38
2.2 Методы математической обработки статистических данных .....	47
2.3 Анализ результатов обследования остановочных пунктов городского общественного транспорта в Октябрьском районе г. Красноярска .....	49
2.4 Разработка методики комплексной оценки безопасности остановочных пунктов общественного транспорта .....	52
2.5 Оценка безопасности остановочных пунктов городского общественного транспорта на участке УДС пр. Свободный, ул. Копылова, ул. Красной Армии .....	56
2.6 Анализ методов оценки значимости коэффициентов .....	72

3	Разработка мероприятий по обеспечению безопасности на остановочных пунктах городского общественного транспорта .....	78
3.1	Проект совершенствования организации остановочных пунктов городского общественного транспорта по ул. Красная Армия, ул. Копылова и пр. Свободный.....	78
3.2	Мероприятия по повышению безопасности остановочных пунктов городского общественного транспорта .....	85
3.3	Расчет противотаранных стационарных боллардов на прочность ....	92
3.4	Моделирование видов ДТП в компьютерной программе для реконструкции механизма ДТП PC-Crash.....	96
3.4.1	Функциональные возможности программы для моделирования и реконструкции механизмов ДТП PC-Crash .....	96
3.5.2	Анализ видов ДТП на остановочных пунктах в зависимости от их оборудования с применением программы моделирования PC-Crash .....	97
3.5	Устройство заездных «карманов» на остановочных пунктах городского общественного транспорта и оценка их эффективности с помощью программы PTV VISSIM.....	106
3.6	Проекты автопавильонов для остановочных пунктов городского общественного транспорта.....	112
4	Определение экономической эффективности мероприятий по совершенствованию остановочных пунктов на рассматриваемых участках УДС.....	119
4.1	Расчет экономии от предотвращения ДТП .....	120
	Заключение .....	125
	Список использованных источников .....	128

Приложение А Протоколы результатов обследования.....	125
Приложение Б Графический материал.....	136
Приложения В Презентационный материал.....	141

## ВВЕДЕНИЕ

Система безопасности дорожного движения локализуется в городской среде. Это связано с постоянным увеличением количества автомобилей, что в свою очередь приводит к росту интенсивности движения. Именно на улично-дорожной сети (УДС) городов происходит наибольшее число дорожно-транспортных происшествий (ДТП), возникают конфликтные ситуации между транспортными и пешеходными потоками, город является транспортным узлом, включающим различные виды транспорта.

Рост автомобилизации страны, решая задачи по перевозке пассажиров и грузов, ставит проблему обеспечения безопасности дорожного движения. Существующая организация движения г. Красноярска, пропускная способность УДС уже не соответствует той интенсивности движения, которая имеется в действительности. В результате этого на УДС г. Красноярска наблюдаются значительные транспортные задержки.

В сложившейся ситуации можно выделить такие проблемы, как загруженность транспортной сети города, недостаточная система коммуникаций между частями города (правым и левым берегом), а также между его районами, смешение локального и транзитного транспортных потоков. Приток участников и зрителей предстоящей Универсиады-2019, значительно влияет на транспортные задержки и аварийность.

В свою очередь значительная загруженность городской УДС приводит и к увеличению вероятности возникновения ДТП, в том числе и с тяжкими последствиями. Наиболее трагичными ДТП являются происшествия, связанные с наездом на людей в местах их скопления, в частности на остановочных пунктах общественного транспорта.

Целью бакалаврской работы является исследование, анализ и оценка обеспечения безопасности на остановочных пунктах общественного транспорта, совершенствование организации дорожного движения (ОДД) и повышение безопасности движения на УДС г. Красноярска.

## **1 Технико-экономическое обоснование**

Красноярск – крупный образовательный, культурный и промышленный центр Сибирского федерального округа, столица Красноярского края. Город расположен на границе Западной и Восточной Сибири: река Енисей делит территорию таким образом, что левый берег – это Западная Сибирь, а правый – Восточная. Численность населения на 1 января 2017 года составляла 1 083 794 человека.

Через город проходит Транссибирская магистраль, осуществляется железнодорожное сообщение Красноярск – Уяр – Саянская – Абакан, Красноярск – Ачинск – Абакан, Красноярск – Богучаны, Красноярск – Ачинск – Лесосибирск. С января по декабрь 2016 года внутригородскими электропоездами Красноярска перевезено более 1 млн 145 тыс. пассажиров. Это на 8,3% превышает показатели предыдущего года.

Через Красноярск проходят федеральные трассы Р255 и Р-257. Автодорога Р-255 «Сибирь» (до 1 января 2018 года допускается применение старого учетного номера М-53) – дорога федерального значения на территории России. Начинается в Новосибирске, проходит через Кемерово, Красноярск и заканчивается в Иркутске. Дорога является формальным продолжением на восток трассы М-51 «Иртыш». Общая протяженность – 1 860 км. Федеральная автомобильная дорога Р257 «Енисей» (до 1 января 2018 года также может применяться номер М54) – автомобильная дорога федерального значения Красноярск – Абакан – Кызыл – Чадан – Хандагайты – государственная граница с Монголией. Протяжённость автодороги – более 1110 километров.

Общая протяженность дорог Красноярска составляет 1053 км. Дорог, имеющих асфальтобетонное покрытие 837,1 км (79,5%). По оценкам экспертов средний показатель изношенности дорог в городе составляет примерно 81%.

Транспортом общего пользования г. Красноярска перевозится около 205 млн. пассажиров в год (в будний день около 700 тыс. пасс.).

Средний выход, с учетом выходных и праздничных дней по городу составляет 894 единицы автобусов, троллейбусов и трамваев.

Перевозка пассажиров осуществляется по 80 маршрутам, из которых 70 маршрутов (в том числе 7 сезонных) обслуживаются автобусами, 6 маршрутов обслуживаются троллейбусами и 4 маршрута трамваями. Движение общественного транспорта организовано по 152 улицам города (всего улиц - 1175). Общая протяженность маршрутов - 1793,1 км.

На 2017 год в сфере пассажирских перевозок г. Красноярска работают 3 муниципальных автобусных предприятия, 1 муниципальное предприятие «Горэлектротранс» и 48 организаций частной формы собственности.

Все вышеперечисленное создает значительную загрузку УДС города, пропускная способность не справляется с существующей интенсивностью движения, вследствие чего возникают заторовые ситуации, учащаются случаи ДТП. Основными задачами специалистов по ОДД являются обеспечение безопасности движения и снижение времени задержек. Проведение «Универсиады-2019» значительно повлияет на дорожную ситуацию в городе, так как необходимо выполнение требований ФИСУ по совершенствованию ОДД и обеспечению безопасности движения.

### **1.1 Актуальность обеспечения безопасности и организация движения на УДС г. Красноярска**

В 2019 году в г. Красноярске будет проходить международные соревнования «Зимняя универсиада-2019». В связи с этим во много раз увеличится поток туристов в город, следовательно, возрастут объемы пассажирских перевозок, увеличится интенсивность движения транспортных средств. Соревнования пройдут по 74 дисциплинам десяти видов спорта.



Участниками игр станут порядка 3 тыс. спортсменов из 55 стран мира. Естественно, ожидается и большое число зрителей. В перечень объектов подготовки и проведения «Универсиады-2019» входят: спортивные объекты (11 соревновательных и тренировочных объектов), объекты Деревни Универсиады (жилые комплексы «Перья» и «Университетский», многофункциональный центр), объекты медицинской и транспортной инфраструктуры, гостиницы и кемпинги, кафе и рестораны.

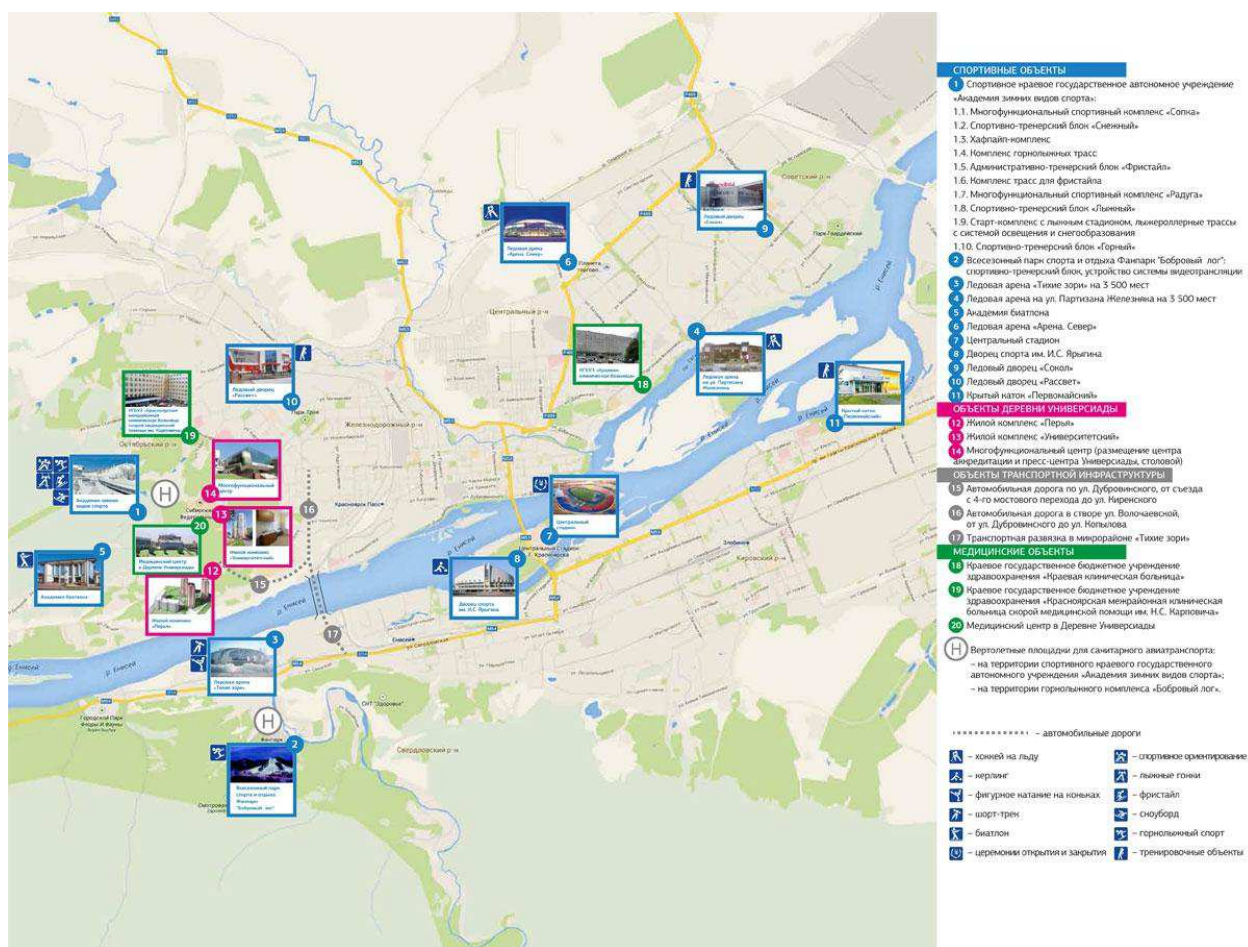


Рисунок 1.1 – Карта расположения объектов «Универсиады-2019»

На рисунке 1.1 приведена карта расположения объектов «Универсиады-2019». Видно, что они находятся в разных частях города, будут задействованы все районы.

В перечень объектов, необходимых для подготовки и проведения Универсиады, вошли четыре вида: спортивные объекты (11 соревновательных и тренировочных объектов), объекты Деревни Универсиады (жилые комплексы «Перья» и «Университетский», многофункциональный центр), объекты медицинской и транспортной инфраструктуры.

Что касается первого ядра будущей Деревни Зимней универсиады-2019, то зона кампуса, где разместят спортсменов, появится в районе пр. Свободный. Кроме жилых зданий и помещений в Атлетической деревне будут находиться необходимые объекты инфраструктуры, в том числе столовые, магазины, культурный и информационные центры, медицинский центр и прочее. Вместимость Атлетической деревни составляет более 6200 человек. Максимальная удалённость от спортивных объектов Универсиады — 60 минут.

Второе ядро Деревни Зимней универсиады-2019 – резиденция волонтеров – разместится на месте сквера в районе Студгородке. Комплекс из трех разноцветных 17-этажек под названием «Перья» уже возвышается над зданиями университета. Именно здесь на 73 тыс. м<sup>2</sup> во время соревнований разместят волонтеров Студенческих игр. Резиденция волонтеров должна быть организована таким образом, чтобы свое время они тратили эффективней, а, значит, транспортное сообщение должно быть быстрым, безопасным и комфортным

В зданиях общежитий откроются кафе, магазины, парикмахерские и другие административные и служебные помещения для максимально комфортного проживания и отдыха.

Деревня Универсиады является неотъемлемой частью XXIX Всемирной Зимней Универсиады 2019. Именно от качества ее функционирования, в том числе БД и ОДД, зависят в большой степени те впечатления, которые получают гости – спортсмены и члены делегаций в течение пребывания на зимней Универсиаде.

На рисунках 1.2 и 1.3 представлены карты-схемы путей сообщения для Атлетического комплекса и Резиденции волонтеров соответственно.

Транспортные пути от площадки №1 (Атлетическая деревня по адресу пр. Свободный, 82):

- пр. Свободный – магистральная улица общегородского значения регулируемого движения, собственно основная транспортная связь, по которой возможны перемещения ко всем спортивным и культурным объектам, общественным центрам;

- ул. Биатлонная – магистральная улица районного значения, транспортная связь с Академией зимних видов спорта, расположенной по адресу ул. Биатлонная, 25Г.



— основные пути сообщения

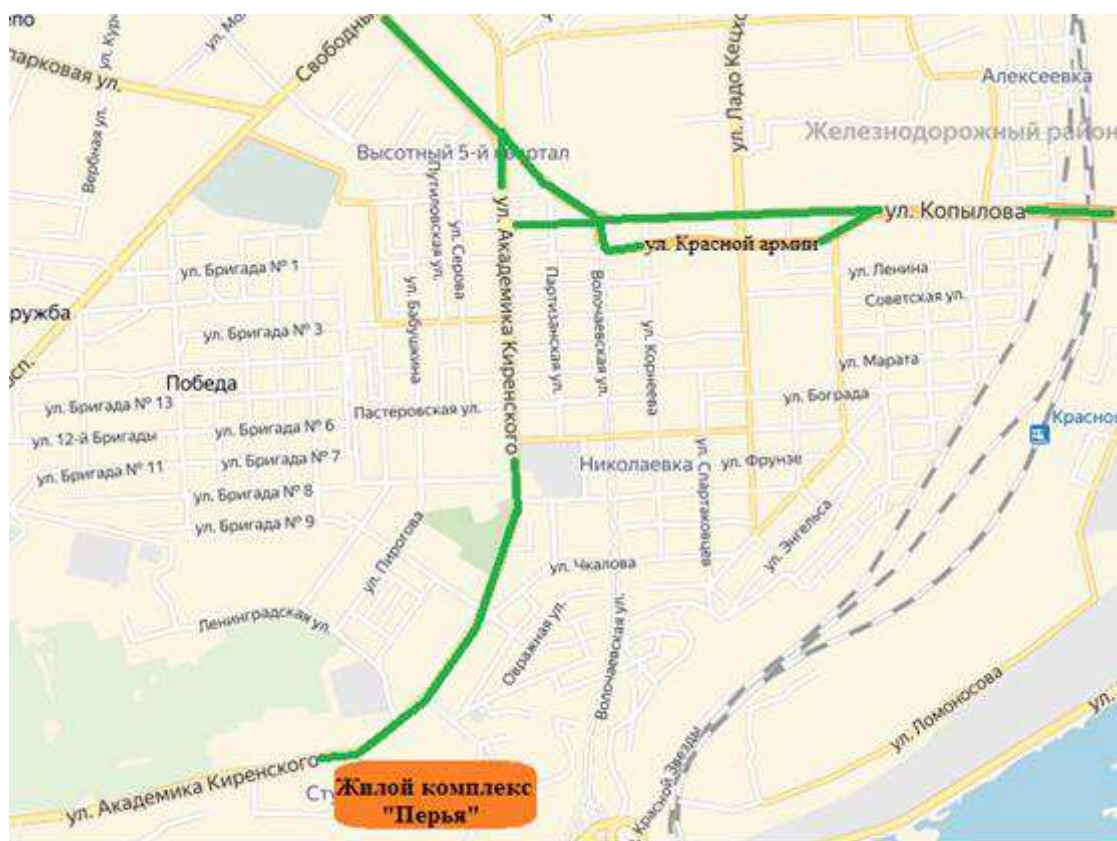
Рисунок 1.2 – Карта-схема путей сообщения комплекса Атлетической деревни с другими объектами Универсиады

Транспортные пути от площадки №2 (жилой комплекс «Перья» по адресу ул. Ак. Киренского):

- ул. Ак. Киренского – магистральная улица районного значения, по которой проходят все маршруты от жилого комплекса;

- ул. Копылова – магистральная улица общегородского значения регулируемого движения, соединяет жилой комплекс с теми объектами, которые находятся за железнодорожными путями в центральной части города, и Коммунальным мостом;

- ул. Красной Армии – магистральная улица общегородского значения регулируемого движения (от ул. Волочаевской до ул. Пушкина), обратное направление от ул. Копылова.



— основные пути сообщения

Рисунок 1.3 – Карта-схема путей сообщения жилого комплекса «Перья» с другими объектами Универсиады

Транспортные связи Деревни Универсиады должны соответствовать минимальным требованиям ФИСУ по организации и безопасности путей сообщения. В соответствии с полученным заданием в работе рассмотрены следующие магистральные улицы: пр. Свободный, ул. Копылова, ул. Красной Армии.

Для движения транспортных средств по УДС города важно не только обеспечить комфортность и безопасность перемещения, но и организовать и обустроить удобные, функциональные остановочные пункты, которые не повлияют на пропускную способность УДС и обеспечат безопасность нахождения пассажиров на остановочном пункте.

Кроме требований, установленных в нормативно-технической документации Российской Федерации, остановочные пункты должны соответствовать современным тенденциям, особенно, ввиду приближающейся Универсиады-2019. К таким тенденциям относятся:

- дизайнерское исполнение остановочного пункта общественного транспорта в стиле Универсиады;
- установка электронных табло с информацией о приближающихся автобусах (такое табло уже установлено на остановке «Студгородок» недалеко от Резиденции волонтеров), а также устройство для зарядки гаджетов;
- на остановочных пунктах вблизи объектов Универсиады установка отапливаемых остановочных пунктов, которые будут пользоваться популярностью среди пассажиров, ожидающих свой транспорт в холодное время года;
- наличие тревожной кнопки для вызова специальных служб;
- установка камер фото- и видеофиксации нарушений требований правил дорожного движения (ПДД).

Также объекты транспортной инфраструктуры должны соответствовать требованиям ФИСУ, обязательным для проведения международных соревнований.

#### 1.1.1 Минимальные требования ФИСУ к проведению всемирных зимних универсиад

В связи с проведением «Универсиады-2019» в городе Красноярске появляется необходимость обеспечения эффективного и безопасного транспортного обслуживания участников и зрителей соревнований в соответствии с минимальными требованиями ФИСУ.

Основными требованиями ФИСУ, касающимися транспортного обслуживания и безопасности передвижения гостей и участников универсиады, являются:

- организация транспортной сети, способной обеспечить эффективное проведение зимней Универсиады;
- обеспечение транспортной доступности всех объектов Универсиады;
- продолжительность доставки спортсменов и участников с использованием аккредитованного транспорта зимней Универсиады от деревни Универсиады до спортивных и тренировочных объектов не должна превышать 60 минут;
- члены ФИСУ, гости и все участники Универсиады должны быть встречены в официальных местах въезда и доставлены к местам проживания, центрам аккредитации или другим соответствующим пунктам назначения;
- осуществление операций по транспортному обслуживанию всех участников и гостей Универсиады;
- планирование расписания транспортного обслуживания спортсменов, судей, арбитров, представителей сообщества ФИСУ, СМИ, персонала и представителей общественности;

- координирование дорожного движения;
- качественное и своевременное информирование разных групп клиентов об услугах транспорта;
- устройство информационных стендов, которые должны включать транспортную информацию, карты и расписание движения;
- информация по перевозкам должна быть доступна на всех объектах и площадках проведения зимней Универсиады;
- удобное расположение транспорта для участников соревнований должно быть приоритетным;
- оборудование соревновательных площадок и деревни Универсиады контрольно-пропускными пунктами для прохода людей и проезда транспортных средств;
- деревня Универсиады должна быть оборудована физическим периметром безопасности;
- доступ транспортных средств на территорию деревни Универсиады должен осуществляться через одни ворота, при проезде через которые все транспортные средства должны проверяться;
- на период функционирования деревни Универсиады должно быть оборудовано несколько контрольно-пропускных пунктов для пропуска людей, имеющих аккредитованный доступ на территорию;
- оборудование подъездов и мест для парковки (по пропускам) для аварийно-спасательных служб (полиции, пожарной и скорой помощи) и транспортных средств общего пользования (уборки, доставки грузов и т.д.) на территории деревни Универсиады;
- все основные улицы Деревни должны хорошо освещаться в ночное время;
- обеспечение парковочных мест для автомобилей официальной транспортной сети зимней Универсиады на всех соответствующих объектах, которые должны быть спроектированы должным образом. Для некоторых

мест следует предусмотреть специальные ограждения по периметру или специальную разметку для обеспечения доступа и (или) безопасности. [1]

Главная задача в соответствии с требованиями ФИСУ регулярное и безопасное транспортирование участников соревнований ко всем объектам Универсиады.

Основные места скопления людей: объекты «Универсиады», остановочные пункты, пересадочные узлы. Места крупной, постоянной генерации пешеходных потоков – Деревня «Универсиады-2019». Именно оттуда будут выезжать на мероприятия и соревнования волонтеры, участники спортивных игр. Эти объекты требуют наибольшего внимания при организации движения и обеспечения безопасности.

Для оценки существующей дорожно-транспортной ситуации на УДС г. Красноярск необходимо провести анализ аварийности, который в последствии позволит сделать выводы о необходимости и направленности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения.

#### 1.1.2 Анализ состояния аварийности на УДС г. Красноярск за 2013 – 2017 гг.

Важным показателем необходимости изменений в организации дорожного движения является аварийность на данном участке УДС. Если существующая транспортная сеть не справляется с нагрузкой, то количество ДТП в городе увеличивается.

В таблице 1.1 приведены показатели соотношения количества ДТП на 1000 жителей для всей России и г. Красноярск за период 2015 – 2017 годы.

Таблица 1.1 – Показатели аварийности на 1000 человек для России и г. Красноярск за период 2015 – 2017 гг.

Год	Количество ДТП на 1000 человек	
	РФ	Красноярск



2015	1,277	1,806
2016	1,185	1,642
2017	1,154	1,375

Введение показателя количества ДТП на 1000 человек позволяют сравнить аварийности в городах с разным числом жителей, а также и по стране. На рисунке 1.4 приведена диаграмма распределения данных показателей для России и г. Красноярск.

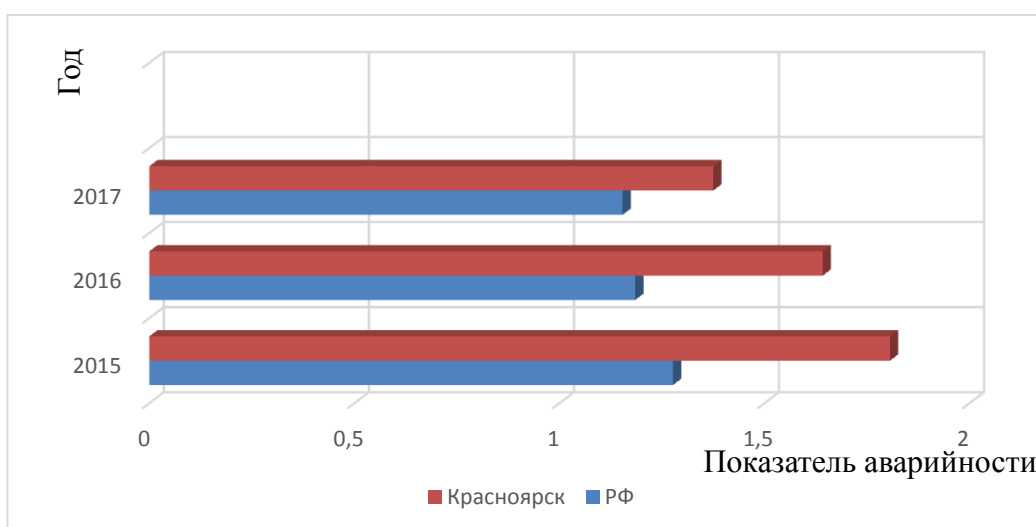


Рисунок 1.4 – Распределение количества ДТП на 1000 человек по России и в г. Красноярске за период 2015 – 2017 гг.

Несмотря на то, что данные показатели аварийности падают как по России, так и в г. Красноярске, видно, что количество ДТП на 1000 человек в городе значительно превышает показатель по всей стране. Так как аварийность в г. Красноярске остаётся достаточно высокой, возникает необходимость в разработке мероприятий по совершенствованию организации и повышению безопасности дорожного движения.

Распределение количества ДТП по районам города Красноярска за период 2013 – 2017 года приведено в таблице 1.2 и на рисунке 1.5.

Таблица 1.2 – Статистика ДТП в г. Красноярске за период 2013 – 2017 гг. по районам города

Районы города	Год				
	2013	2014	2015	2016	2017
Железнодорожный	162	164	180	134	151
Кировский	233	235	197	180	146
Ленинский	279	244	239	227	195
Октябрьский	287	279	266	272	232
Свердловский	245	227	219	196	145
Советский	623	516	522	478	397
Центральный	314	266	279	279	223
г. Красноярск	2221	1931	1902	1766	1489

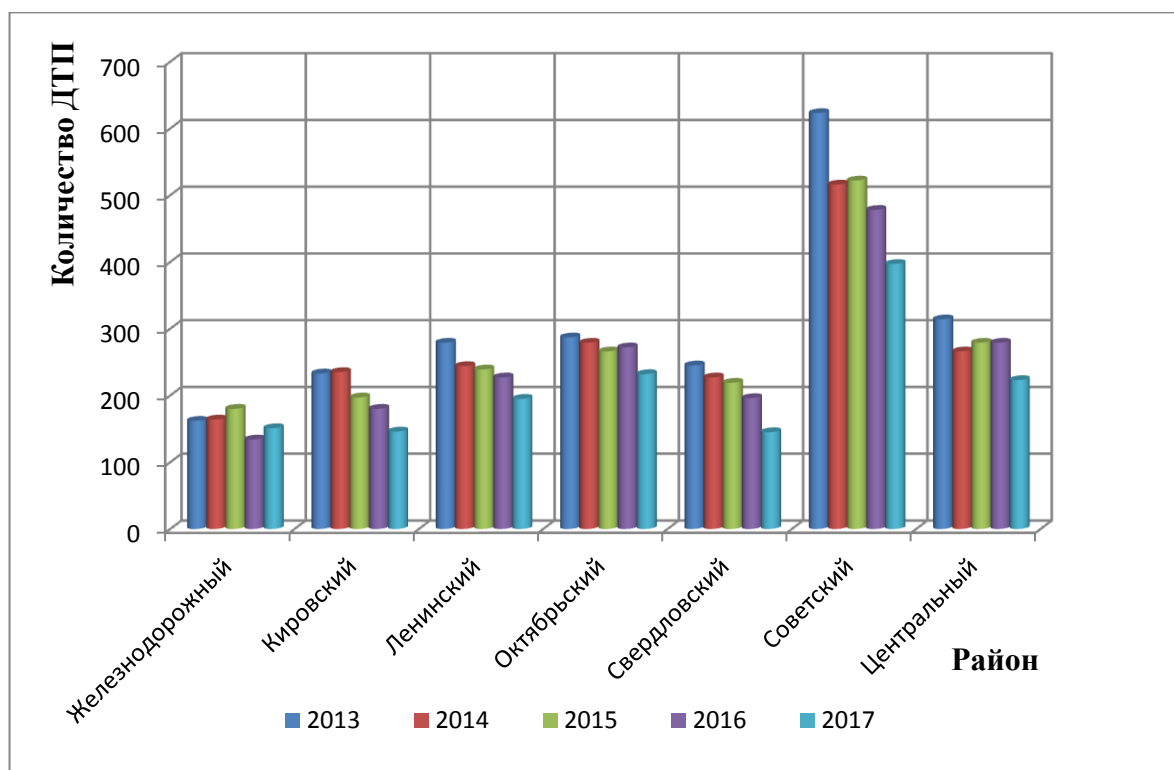


Рисунок 1.5 – Распределение количества ДТП за период 2013 – 2017 гг. по районам г. Красноярска

В Октябрьском районе с 2015 г. наблюдается возрастание числа ДТП, что в свою очередь говорит о том, что необходимо принять меры по

совершенствованию функционирования УДС района. Однако в 2017 году аварийность несколько падает, но темпы снижения аварийности ниже, чем в других районах. Именно в этом районе находится Деревня Универсиады-2019, это значит, что задача организации дорожного движения в этой части города должна быть первоочередной.

Подробнее структура аварийности в Октябрьском районе по видам ДТП за 2017 год представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Данные о количестве ДТП, погибших и пострадавших в Октябрьском районе г. Красноярска за 2017 г.

Вид ДТП	Количество ДТП	Погибло	Ранено
Съезд с дороги	3	0	4
Наезд на пешехода	565	35	548
Столкновение	599	17	786
Падение пассажира	184	0	190
Опрокидывание	6	1	5
Наезд на препятствие	81	9	104
Наезд на стоящие ТС	13	1	18
Наезд на велосипедиста	18	1	17
Иные виды ДТП	19	0	19

По данным таблицы 1.3 можно сделать вывод о том, что наезд на пешехода и столкновения являются наиболее опасными видами ДТП. Задача инженеров по ОДД снизить вероятность возникновения ДТП, а также обезопасить пешеходов от наездов путем совершенствования ОДД и улучшения транспортной инфраструктуры города.

В таблице 1.4 приведены причинные связи ДТП за 2013 – 2017 гг. На рисунке 1.6 представлено распределение количества ДТП по соответствующим причинам за 2013 – 2017 гг.

Таблица 1.4 – Данные о количестве ДТП по причинным связям за период 2013 – 2017 гг.

Причины ДТП	2013	2014	2015	2016	2017
По вине водителя	1767	1586	1359	1174	1064
в т.ч. неустановлен тр-т	104	92	180	128	118
тр-т предприятий	67	77	91	90	70
индивидуальный тр-т	1595	1419	1088	956	876
По вине пешеходов	367	324	293	246	232
По вине пассажиров	191	189	250	196	193
Всего ДТП	2220	2006	1902	1616	1489

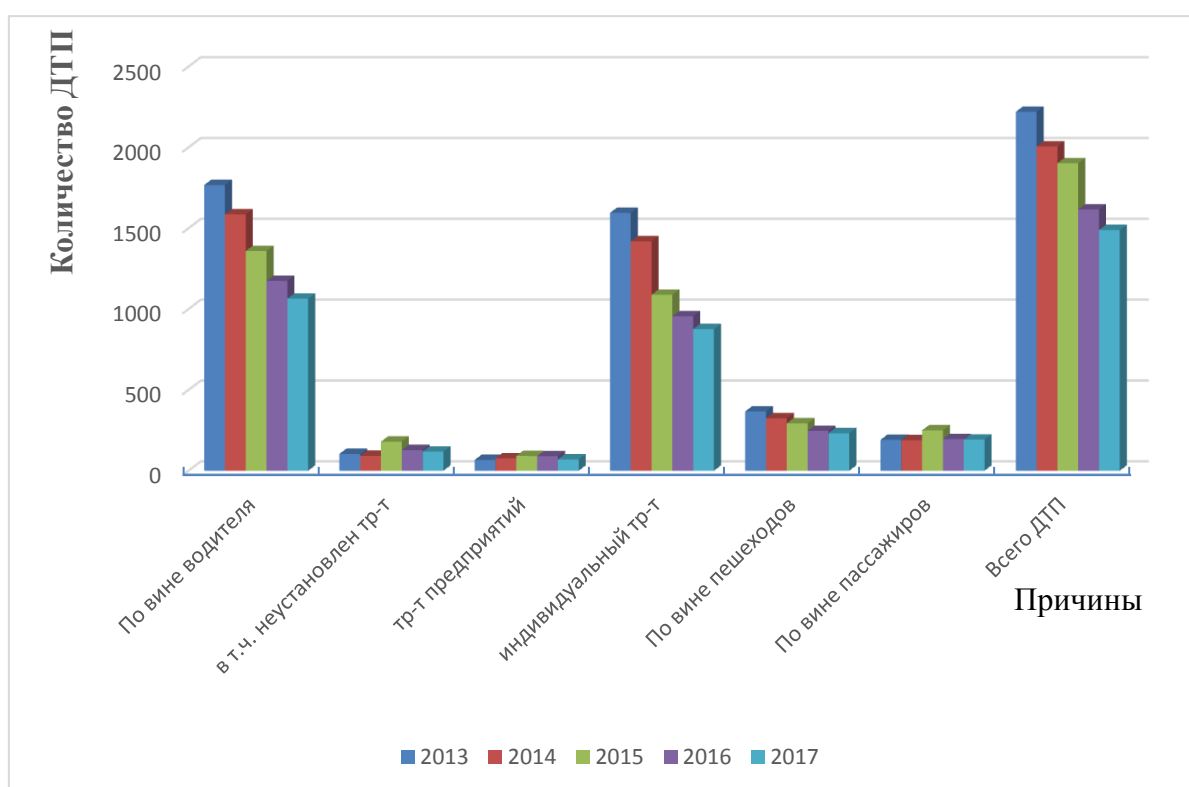


Рисунок 1.6 – Распределение количества ДТП по причинам за 2013 – 2017 гг.

Наибольшее количество ДТП происходит по вине водителей индивидуального транспорта, а также значительная часть всех ДТП совершается по вине пешеходов. За последние 5 лет число ДТП снизилось в общем, однако в 2015 году наблюдается скачок аварийности по вине

транспорта предприятий и неустановленного транспорта, затем показатели падают, но все равно значения выше, чем было в 2013 – 2014 годах.

В таблице 1.5 приведены данные количества ДТП с участием водителей в состоянии алкогольного опьянения за 2016 – 2017 годы и на рисунке 1.7 представлено распределение количества ДТП с участием водителей в состоянии алкогольного опьянения за 2016 – 2017 годы.

Таблица 1.5 – Данные количества ДТП с участием водителей в состоянии алкогольного опьянения за 2016 – 2017 гг.

ДТП	2016			2017		
	ДТП	Погибло	Ранено	ДТП	Погибло	Ранено
С участием водителей в состоянии алкогольного опьянения	99	11	145	87	15	126

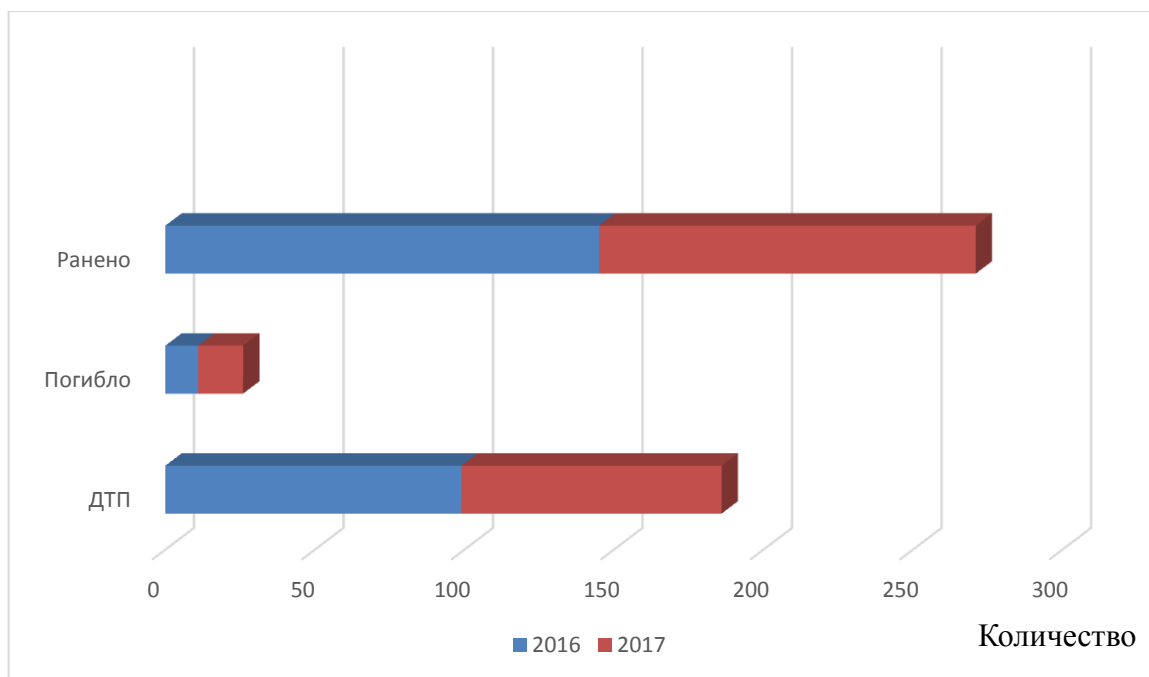


Рисунок 1.7 – Распределение количества ДТП с участием водителей в состоянии алкогольного опьянения за 2016 – 2017 гг.

Количество ДТП с участием водителей в состоянии алкогольного опьянения уменьшилось на 12,1 %, однако количество погибших в результате ДТП увеличилось на 26,7 %. В таком случае, динамика весьма неутешительна, а вина водителей усугубляется безответственным поведением.

Так как цель работы сводится к повышению безопасности на остановочных пунктах городского общественного транспорта, существует необходимость исследования состояния аварийности на остановках г. Красноярска.

### 1.1.3 Анализ состояния аварийности на остановочных пунктах г. Красноярска

В Российской Федерации за 2015 год на остановочных пунктах произошло 5062 ДТП. За январь-июнь 2016 года в городе Красноярске произошло 302 ДТП с участием пешеходов, в которых погибли 12 человек и 301 человек ранен. Особенностью ДТП с наездом на пешехода на остановках общественного транспорта является то, что в данных местах наблюдается значительное скопление пешеходов. Задача обеспечения безопасности на остановочных пунктах становится все более актуальной.

Для примера представлены данные о ДТП, происшедших в 2017 году на УДС города Красноярска. На рисунке 1.8 приведена дислокация остановочных пунктов, на которых произошли ДТП в 2017 году.

Инцидент произошел во вторник, 3 января 2017, на улице Щорса. Автомобиль «Лексус» после столкновения с легковой иномаркой KIA отбросило на остановку общественного транспорта. Пострадали пятилетняя пассажирка корейского автомобиля и 78-летняя горожанка, ожидавшая автобус. Пенсионерка госпитализирована.

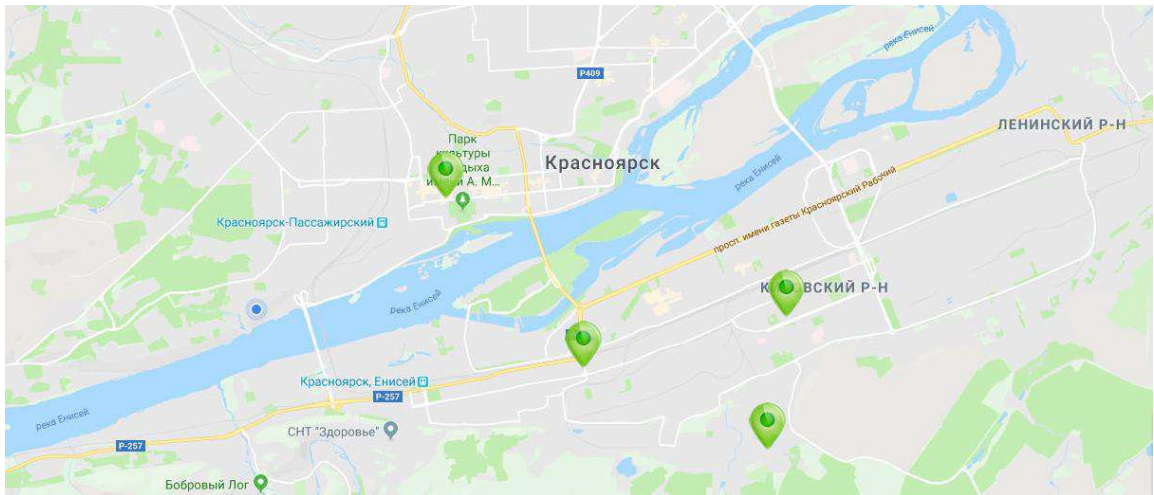


Рисунок 1.8 – Дислокация остановочных пунктов, на которых произошли ДТП в 2017 г.

На ул. Карла Маркса автомобиль Lada Granta после ДТП наехал на женщину, которая стояла на остановке. Авария произошла в пятницу, 3 марта 2017 года. Женщина, управляя автомобилем Opel Astra, при повороте столкнулась с автомобилем Lada Granta, который ехал по полосе встречного движения. В результате Lada Granta наехала на 38-летнюю женщину, которая в это время стояла на остановке. Пострадавшую госпитализировали в больницу, но затем отправили на амбулаторное лечение. В ГИБДД добавили, что автомобилист на отечественной машине также повредил дорожный знак.

Водитель легковой машины в Красноярске не справился с управлением и врезался в автобусную остановку, сбив трех человек, сообщила пресс-служба регионального управления МВД. ДТП произошло примерно в 20:27 17 ноября на улице Алеши Тимошенкова в Свердловском районе города. Subaru Impresa под управлением 27-летнего водителя занесло и развернуло на дороге, после чего машину вынесло на остановку. От удара двух молодых людей отбросило в сторону, еще одного иномарка задела по касательной. Пострадавшие были госпитализированы с многочисленными травмами.

По данным УГИБДД по Красноярскому краю, у водителя Subaru накопилось достаточно штрафов за нарушение скоростного режима. Мужчина двигался по обледенелой дороге с превышением скорости. Кроме того, как показал первичный осмотр, протектор установленных на машине зимних шин был сильно изношен.

В середине августа 2017 года в Лесосибирске в автобусную остановку на полном ходу въехал автомобиль. Тогда в результате ДТП пострадала пенсионерка и ее 13-летняя внучка.

23 ноября 2017 года: 20-летний водитель Renault Megane не справился с управлением и врезался в автобусную остановку с людьми. По данным ГИБДД, в результате аварии пострадали двое пешеходов, водитель был трезв (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Фото с места ДТП на улице Матросова

Изучив информацию о произошедших ДТП, можно сделать вывод о том, что основными причинами аварий на остановочных пунктах являются: в первую очередь, безответственность водителей, а также их плохая подготовка, неудовлетворительные дорожные условия.



Для общей оценки состояния аварийности по ДТП на остановочных пунктах городского общественного транспорта необходимо изучить статистику происшествий за последние несколько лет. Данные о состоянии аварийности г. Красноярска за период с 2016 по 2017 год на остановочных пунктах приведены в таблице 1.6 и представлены на рисунке 1.10.

Таблица 1.6 – Данные о количестве ДТП на остановочных пунктах в г. Красноярске за период с 2016 по 2017 год

Район	ДТП	
	2016	2017
Железнодорожный	7	11
Кировский	15	11
Ленинский	18	15
Октябрьский	22	19
Свердловский	8	9
Советский	24	28
Центральный	8	9
Всего по городу	102	102

Анализ статистических данных за период с 2016 по 2017 гг. показывает, что количество ДТП на остановочных пунктах в г. Красноярске за данный период времени по всему городу не изменилось, но существуют некоторые незначительные колебания по районам города, что видно по рисунку 1.9. Наиболее аварийными районами города являются Октябрьский и Советский районы. Это обусловлено значительной территорией районов, большим количеством генерирующих и притягивающих пешеходов точек.

В результате ДТП на остановочных пунктах городского общественного транспорта погибло 3 человека и ранено 210 человек за период с 2016 по 2017 гг. Из них 3 человека погибли и 104 ранено в 2016 году, 106 человек пострадали в 2017 году.

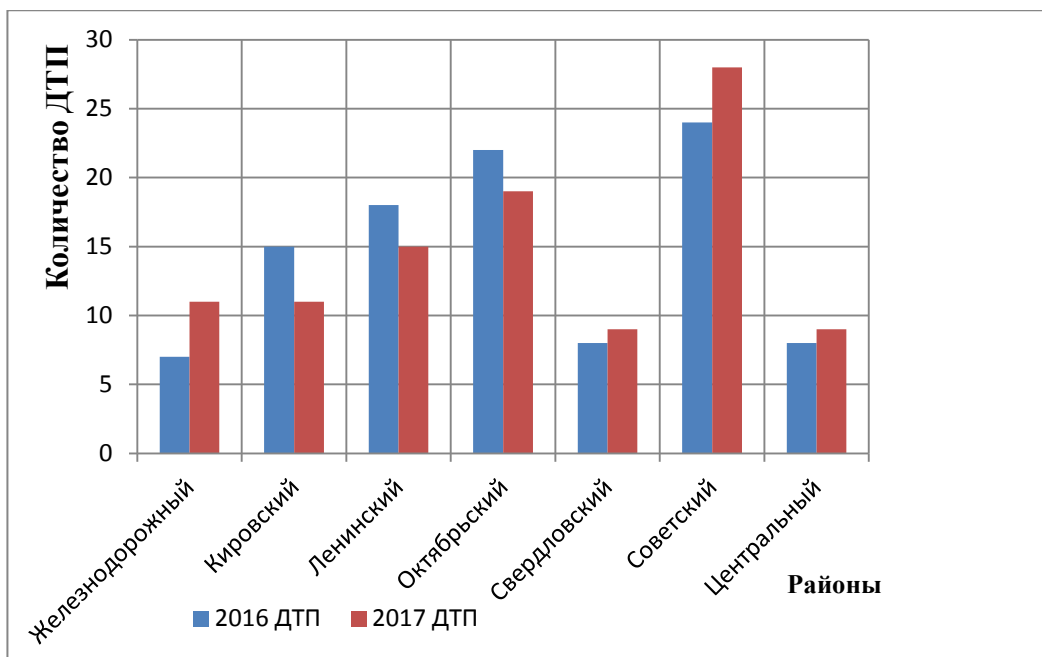


Рисунок 1.10 – Распределение количества ДТП на остановочных пунктах по районам г. Красноярска за период 2016-2017 гг.

На рисунке 1.11 приведено соотношение общего количества ДТП и ДТП на остановочных пунктах г. Красноярска.

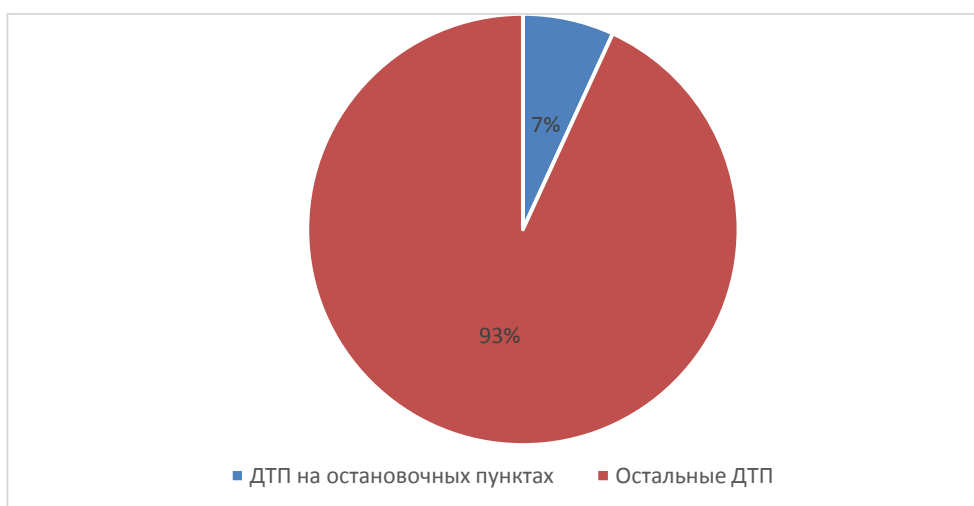


Рисунок 1.11 – Доля ДТП на остановочных пунктах г. Красноярске за 2017 г.

За 2017 год доля ДТП на остановочных пунктах в общем количестве происшествий составляет 7%. Хотя процент относительно небольшой, он играет важную роль в статистике ДТП.

Распределение количества ДТП на остановочных пунктах по основным видам происшествия в г. Красноярске: наезд на препятствие, наезд на пешехода, падение пассажира, столкновение, наезд на стоящее ТС и иной вид ДТП представлены в таблице 1.7 и на рисунке 1.12.

Таблица 1.7 – Данные количества ДТП по видам происшествия на остановочных пунктах в г. Красноярске за 2016-2017 гг.

Вид ДТП	ДТП	
	2016	2017
Наезд на препятствие	3	2
Наезд на пешехода	17	8
Падение пассажира	66	77
Столкновение	8	9
Опрокидывание	1	0
Наезд на стоящее ТС	2	0
Иной вид ДТП	3	6

Проанализировав данные таблицы 1.7 и рисунок 1.12, можно сделать вывод, что преобладающим видом ДТП в г. Красноярске на остановочных пунктах является падение пассажира, но количество погибших преобладает от наездов на пешеходов на остановках общественного транспорта.

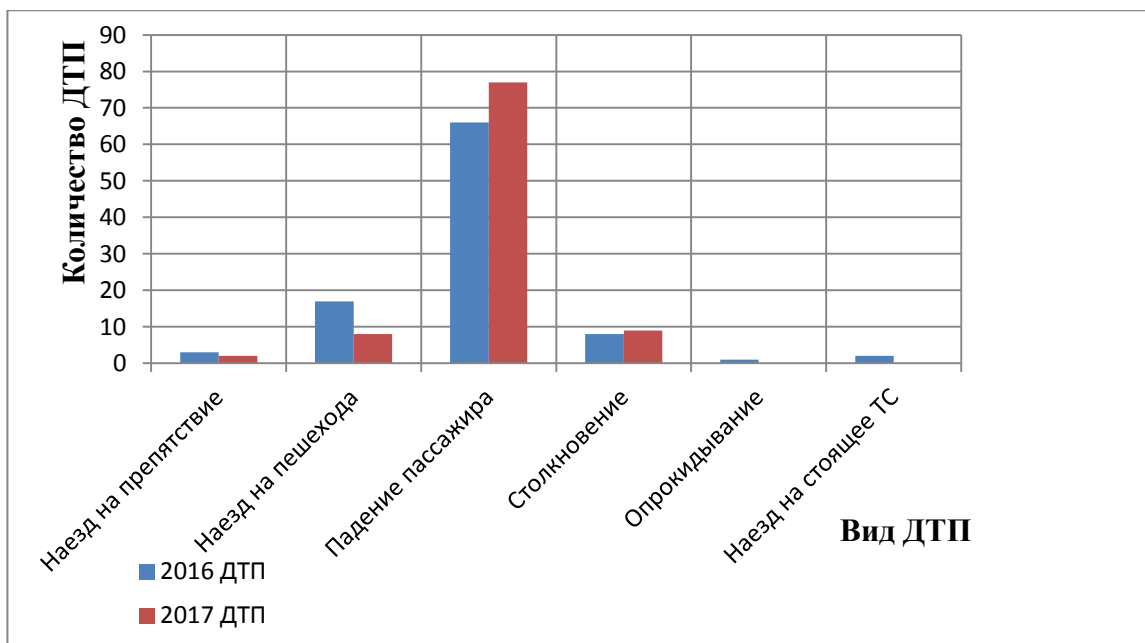


Рисунок 1.12 – Распределение количества ДТП по видам происшествий на остановочных пунктах в г. Красноярске за 2016 – 2017 гг.

В мировой практике достаточно часто встречаются случаи террористических актов на остановочных пунктах, когда автомобиль врезается в скопление людей. Этот метод атаки известен достаточно давно, его называют car-ramming или vehicle-ramming (таран автомобилем).

В Израиле с 2015 года было зафиксировано более 50 попыток тарана. При этом преступники направляли автомобиль на израильских солдат или полицейских, или на людей, ожидающих автобуса на остановке. Подобные теракты наиболее часто происходили в Европе с 2014 по 2016 гг.

Самый масштабный теракт такого рода произошел в Ницце 14 июля 2016 года во время празднования Дня взятия Бастилии, когда выходец из Туниса на грузовике насмерть задавил 86 человек и нанес травмы еще сотням людей. [2]

Спецслужбам гораздо сложнее противостоять таким терактам, чем, например, взрывам: ведь бомбу можно обнаружить с помощью

металлоискателя или обученной собаки — и таким терактам, как правило, предшествует планирование, которое можно отследить.

Наиболее действенные способы защиты от данного вида терактов – установка противотаранных боллардов вдоль мест повышенного скопления пешеходов.

Ввиду Всемирной зимней универсиады 2019 подобная защита может понадобится и на УДС г. Красноярска, так как ожидается прибытие нескольких тысяч гостей города, в том числе и иностранцев.

Для количественной оценки рисков при ДТП применим расчет риска фатального исхода при ДТП [3]:

$$—, \tag{1.1}$$

где  $q_{п}$  – количество погибших при ДТП;

$Q$  – количество ДТП.

Расчет риска фатального исхода при ДТП по видам ДТП на УДС г. Красноярска представлен в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Данные расчета риска фатального исхода при ДТП по видам ДТП на УДС г. Красноярска

Вид ДТП	Количество ДТП	Погибло	Риск
Съезд с дороги	3	0	0,00
Наезд на пешехода	565	35	0,06
Столкновение	599	17	0,03
Падение пассажира	184	0	0,00
Опрокидывание	6	1	0,17
Наезд на препятствие	81	9	0,11
Наезд на стоящие ТС	13	1	0,08
Наезд на велосипедиста	18	1	0,06
Иные виды ДТП	19	0	0,00
Всего ДТП	1489	64	0,04

Наибольший риск фатального исхода при ДТП имеют опрокидывания, однако по количеству происшествий этого типа невелики. Наезд на препятствие также сопровождается большим риском фатального исхода.

ДТП на остановочных пунктах будут характеризоваться повышенным риском фатального исхода, так как в подобных ДТП за счет массовости увеличивается количество пострадавших. В таблице 1.9 приведен расчет риска фатального исхода при ДТП на остановочных пунктах в зависимости от вида ДТП.

Таблица 1.9 – Данные расчета риска фатального исхода при ДТП на остановочных пунктах в зависимости от вида ДТП

Вид ДТП	Количество ДТП	Погибло	Риск
Наезд на пешехода	25	2	0,08
Столкновение	17	0	0,00
Падение пассажира	145	1	0,01
Опрокидывание	1	0	0,00
Наезд на препятствие	5	0	0,00
Наезд на стоящие ТС	2	0	0,00
Иные виды ДТП	8	0	0,00
Всего ДТП	204	3	0,015

С учетом небольшого количества ДТП на остановочных пунктах риск фатального исхода в общем выше, чем по общему числу ДТП на УДС г. Красноярска.

Остановочные пункты общественного транспорта являются зоной повышенной опасности, а последствия ДТП отличаются массовостью, большим количеством пострадавших. Возникает острая необходимость соблюдать требования нормативно-технической документация, принимать дополнительные меры обеспечения безопасности.

Обеспечение безопасности на остановочных пунктах в виду значительного количества пострадавших от наездов является актуальной задачей. Для обоснования актуальности данной проблемы требуется провести обзор и анализ существующих источников по этой теме.

## **1.2 Анализ работ и публикаций по теме обеспечения безопасности на остановочных пунктах городского общественного транспорта**

В ходе работы были использованы научная и учебно-методическая литература, а также нормативно-техническая документация, действующая в Российской Федерации.

Вопросами регламентированного обустройства остановок городского общественного транспорта в России занимались ещё в 1986 г., когда вышли «Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах», утвержденные Министерством автомобильных дорог РСФСР. В этом документе были разработаны методы оценки состояния и определены основные требования к элементам транспортной инфраструктуры, в том числе и к автобусным остановкам.

Взамен этому документу в 2002 г. Министерством транспорта РФ были разработаны рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах, где указаны некоторые требования по расположению остановочных пунктов.

С 2008 года имеются многочисленные работы, связанные с организацией работы остановочных пунктов и обеспечением безопасности пассажиров, ожидающих транспорт. Это связано с многочисленными случаями наезда на пешеходов на остановках.

Зедгенизов А.В. в своей диссертации «Повышение эффективности дорожного движения на остановочных пунктах городского пассажирского транспорта» [4] также, как и Димова И.П. в диссертации «Повышение эффективности функционирования остановочных пунктов городского пассажирского транспорта и движения транспортных средств в зоне их влияния» [5] рассматривают вопросы снижения задержек транспорта, учитывая требования безопасности, предъявляемые к остановкам. Тем не менее в работах не разработаны конкретные методики для оценки безопасности данного элемента транспортной инфраструктуры.

Обеспечение безопасности на остановочных пунктах с точки зрения согласованности параметров маршрутных сетей городского пассажирского транспорта рассматривает Кажаяев А.А. в диссертации «Снижение конфликтных ситуаций на остановочных пунктах маршрутных сетей городского пассажирского транспорта». Однако он акцентирует внимание на пропускной способности остановки и отсутствии конфликтов смежных маршрутов, не проводит анализа состояния и обустройства самого остановочного пункта. [6]

Юридические основы требований к остановочным пунктам подробно описывает Саркисова В.Г. в диссертации «Уголовно-правовое обеспечение безопасности объектов транспортной инфраструктуры». В работе рассмотрены требования нормативно-технической документации для объектов транспортной инфраструктуры, зарубежный опыт обеспечения безопасности, а также ответственность за нарушения, недоброкачественный ремонт, вандализм и террористические акты на остановочных пунктах общественного транспорта. [7]

Во всех указанных работах отсутствуют методики обследования и определения нарушений требований по организации и обеспечению безопасности остановочных пунктов общественного транспорта и количественная оценка их состояния.

Исследование остановочных пунктов включает следующие задачи:

- разработка методики исследования состояния остановочных пунктов общественного городского транспорта и выявления нарушений требований, предъявляемым к ним нормативно-технической документацией;
- анализ полученных результатов обследования с помощью методов обработки статистических данных;
- разработка методики комплексной оценки безопасности остановочных пунктов общественного транспорта;
- определить коэффициенты соответствия требованиям безопасности для остановочных пунктов городского общественного транспорта.



## 2 Исследовательская часть

Актуальность проводимого исследования состоит в том, что возникла проблема, связанная с состоянием аварийности на остановочных пунктах городского общественного транспорта. В соответствии с методикой [2] риск ДТП на остановочных пунктах общественного транспорта социально значим, тяжесть последствий – особо тяжелая, а вероятность – высокая. Однако, на данный момент не существует методики, с помощью которой можно было бы оценить уровень обеспечения безопасности на остановочных пунктах.

*Объект исследования:* остановочные пункты общественного транспорта на УДС Октябрьского района г. Красноярска.

*Предмет исследования:*

- закономерность изменения безопасности на остановочных пунктах;
- математическая модель, отражающая изменения безопасности остановочных пунктов;
- рекомендации по повышению безопасности движения на остановочных пунктах.

В соответствии с заданием на выпускную квалификационную работу (связанного с проведением Всемирной зимней универсиады 2019) предусматривается обследование остановочных пунктов городского общественного транспорта в Октябрьском районе г. Красноярска. Расположение района представлено на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1 – Карта-схема Октябрьского района г. Красноярск  
(Яндекс.Карты)

На рисунке 2.2 приведена карта-схема обследуемых в соответствии с заданием улиц: ул. Копылова, ул. Красной Армии и пр. Свободный. Обследуемые улицы обозначены на карте-схеме зеленым цветом.

Ул. Копылова и ул. Красной Армии являются не только транспортной связью Резиденции волонтеров со многими спортивными объектами и сооружениями, но и входят в маршрут спортсменов и других участников Универсиады, проживающих в Атлетической деревне. Проспект Свободный основная магистральная улица, по которой проходят маршруты от площадки №1 Деревни Универсиады-2019 к спортивным объектам. Далее рассмотрены подробнее основные характеристики данных транспортных узлов.

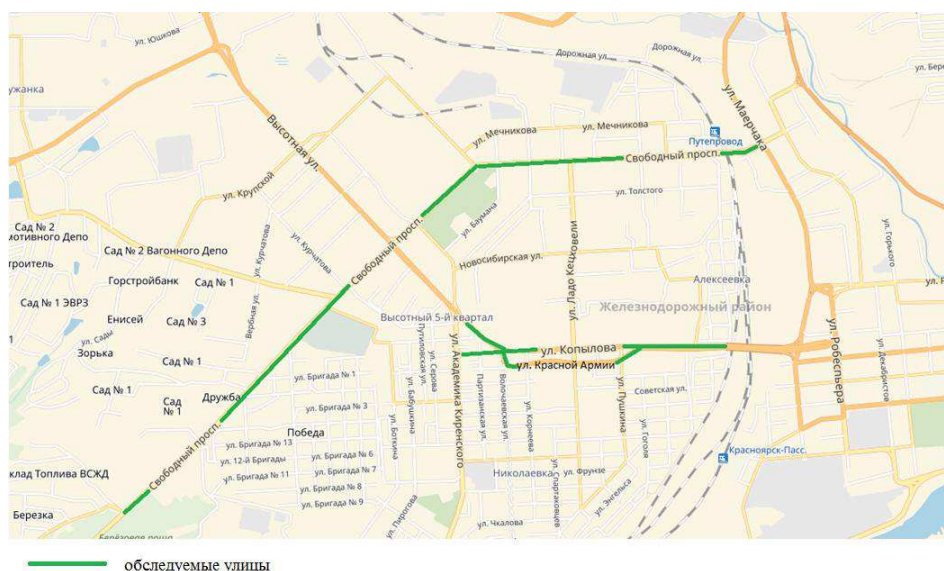


Рисунок 2.2 – Карта-схема с улицами обследования

Улица Копылова является кратчайшим путём из центра города в северо-западную его часть. Улица начинается в Железнодорожном районе от улицы Робеспьера, пересекая железнодорожные пути, уходит в Октябрьский район города, где раздваивается в районе ул. Волочаевской. Движение по улице Копылова двустороннее, а с ул. Волочаевской до ул. Пушкина – одностороннее. От ул. Ак.Киренского до ул. Волочаевской движение осуществляется в 4 полосы, по 2 в каждом направлении. От ул. М.Годенко до ул. Волочаевской организовано двустороннее движение с количеством полос по 2 в каждом направлении, которые разделены разметкой 1.3. Одностороннее движение осуществляется по трем полосам. От ул. Пушкина до железнодорожного моста – по 3 полосы движения в каждом направлении с разделительной полосой между ними.

От ул. М.Годенко до ул. Волочаевской по ул. Копылова расположено два остановочных пункта, через которые проходят 2 троллейбусных маршрута (13 и 15 в сторону ул. М.Годенко и 4, 15 в сторону ул. Волочаевской) и 8 автобусных маршрутов. От ул. Волочаевская до

Боготольского переулка расположено 4 остановочных пункта, по ним проходят 3 троллейбусных маршрутов и 12 автобусных.

Улица Красной Армии расположена в Железнодорожном и Октябрьском районах. Начинается в кварталах Николаевки и заканчивается на пересечении с улицей Пушкина. Основная часть улицы от ул. Волочаевской до ул. Пушкина односторонняя, от ул. Боткина до ул. Волочаевской движение двустороннее. Ул. Красной Армии от ул. Боткина до ул. Ак. Киренского – это местный проезд с твердым покрытием, по краю проезжей части организована стоянка автомобилей, от ул. Ак. Киренского до ул. Волочаевской – грунтовая дорога. От ул. Волочаевской до ул. Пушкина по ул. Красной Армии организовано одностороннее движение по 3 полосам, здесь проходит общественный транспорт.

По ул. Красной Армии от ул. Волочаевской до ул. Пушкина расположено 2 остановочных пункта общественного транспорта, по которым проходят 3 троллейбусных маршрута и 13 автобусных. На рисунке 2.3 представлена схема движения маршрутных транспортных средств по ул. Копылова и ул. Красной Армии.

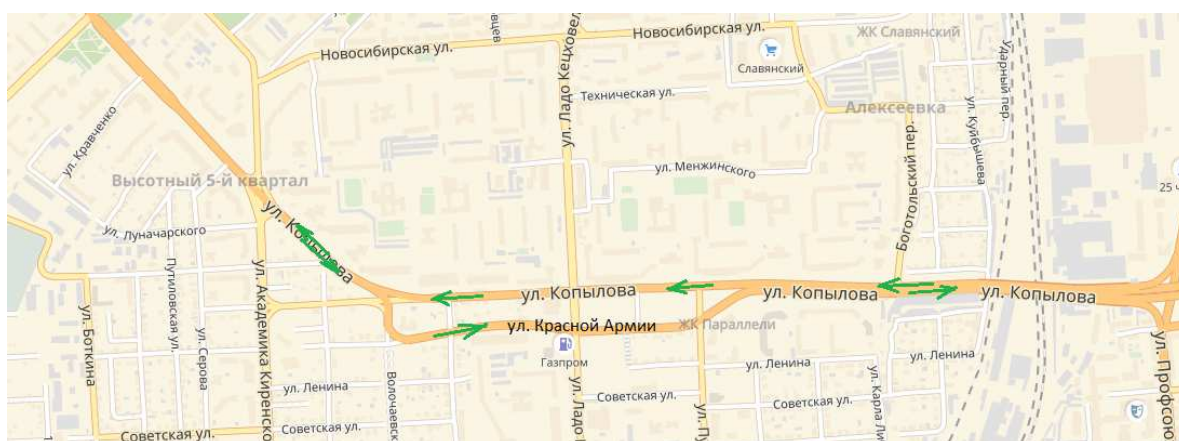


Рисунок 2.3 – Схема движения маршрутных транспортных средств по ул. Копылова и ул. Красной Армии

Проспект Свободный – одна из главных магистральных улиц в Октябрьском и Железнодорожном районах. Начинается проспект в Железнодорожном районе недалеко от пересечения с улицей Маерчака, проходя под путепроводом главного хода Транссибирской магистрали. Поднимаясь вверх, пересекает улицы Красномосковскую, Ладю Кецховели, Новой Зари, Баумана. Далее проспект пересекает одну из важнейших магистралей города – ул. Тотмина. Минуя СФУ и пересекая лесной массив проспект уходит в сторону жилого района Удачный. На всем протяжении имеет твердое покрытие, организовано двустороннее движение. По магистральной улице организовано движение общественного, личного и коммерческого транспорта.

По проспекту Свободный организовано до 11 автобусных маршрутов и 1 троллейбусный маршрут. Всего обустроено 20 остановочных пунктов общественного транспорта. На рисунке 2.4 представлена схема движения маршрутных транспортных средств по пр. Свободный.

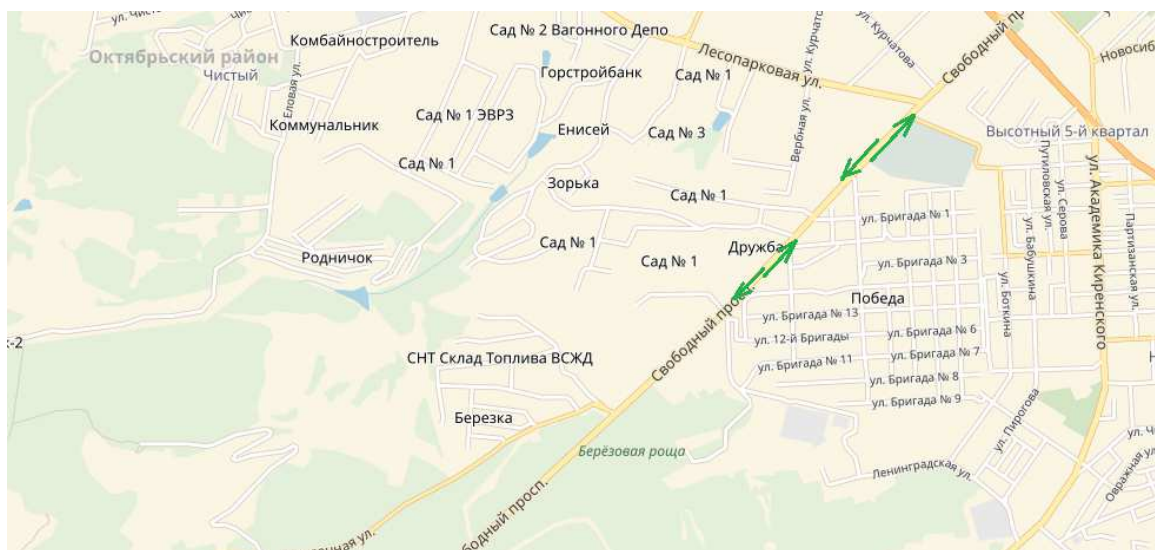


Рисунок 2.4 – Схема движения маршрутных транспортных средств по пр. Свободный

Для достижения цели работы должны быть выполнены следующие задачи:

- определить основные требования нормативно-технической документации к остановочным пунктам общественного городского транспорта;
- разработать методику обследования остановок и протокол для внесения результатов;
- проанализировать методы обработки статистических данных и выбрать наиболее подходящий для оценки результатов обследования;
- провести анализ полученных результатов.

## **2.1 Разработка методики исследования состояния и обустройства остановочных пунктов общественного транспорта**

Для проведения обследования остановочных пунктов на УДС в пределах населенного пункта была изучена следующая нормативно-техническая документация:

- ГОСТ Р 52766–2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования»;
- ОСТ 218.1.002–2003 «Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования»;
- ГОСТ 25869–83 «Отличительные знаки и информационное обеспечение подвижного состава пассажирского наземного транспорта, остановочных пунктов и пассажирских линий. Общие технические условия»;
- СНиП 2.05.02–85 «Автомобильные дороги»;
- ГОСТ Р 52289–2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».

Далее приведены основные требования к остановочным пунктам в соответствии с ГОСТ Р 52766–2007 и СНиП П-60-75 «Планировка и

застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов». Остановочный пункт на участках дорог в пределах населенного пункта должен состоять из следующих элементов:

- остановочная площадка;
- посадочная площадка;
- заездной "карман";
- боковая разделительная полоса;
- тротуары и пешеходные дорожки;
- автопавильон;
- пешеходный переход;
- скамья;
- урна для мусора;
- технические средства организации дорожного движения (дорожные знаки, разметка, ограждения);
- освещение (при расстоянии до места возможного подключения к распределительным сетям не более 500 м). [8]

При прохождении дорог по территории населенных пунктов остановочные пункты размещают с обеспечением следующих требований:

- на дорогах скоростного и улицах непрерывного движения – вне габаритов проезжей части в непосредственной близости от внеуличных пешеходных переходов, на боковых проездах (в случае их наличия);
- на магистральных дорогах и улицах общегородского значения с регулируемым движением и районных при уровне загрузки не более 0,6 – в габаритах проезжей части (рисунок 2.5);

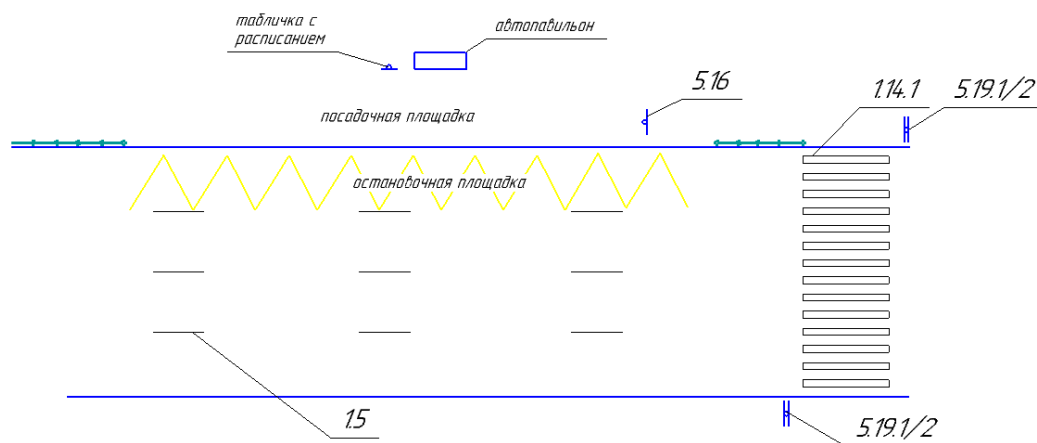


Рисунок 2.5 – Схема остановочного пункта в габаритах проезжей части

- на магистральных дорогах и улицах с проезжей частью в одну-две полосы движения в одном направлении при уровне загрузки более 0,6 – в заездных "карманах" (рисунок 2.6). [8]

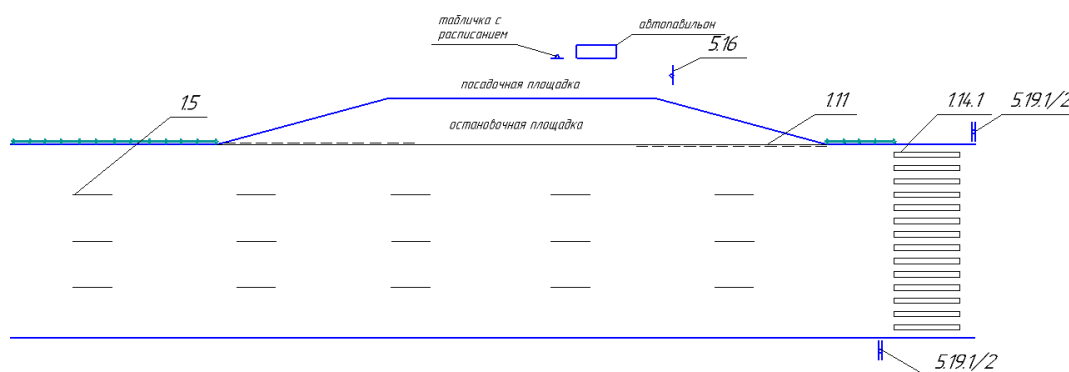


Рисунок 2.6 – Схема остановочного пункта вне габаритов проезжей части

На дорогах скоростного движения и магистральных улицах общегородского значения непрерывного движения остановочные пункты устраивают в заездных "карманах" с переходно-скоростными полосами для замедления и ускорения движения длиной соответственно не менее 100 м и 150 м с уменьшением или увеличением их длины на 10 м соответственно. [8]

Остановочные пункты отделяют от основных полос движения боковой разделительной полосой шириной не менее 0,75 м. [8]



Заездные "карманы" на других магистралях должны иметь: участки отгонов по 20 – 30 м, участок торможения по 30 м и разгона по 40 м. [8]

Остановочные пункты на линиях троллейбуса и автобуса на магистральных улицах общегородского значения (с регулируемым движением) и на магистралях районного значения следует размещать за перекрестком или за наземным пешеходным переходом на расстоянии не менее 25 м и 5 м соответственно. [8]

Допускается размещение остановочных пунктов троллейбуса и автобуса перед перекрестком на расстоянии не менее 40 м в случае, если:

- до перекрестка расположен крупный пассажирообразующий пункт или вход в подземный пешеходный переход;
- пропускная способность улицы до перекрестка больше, чем за перекрестком;
- сразу же за перекрестком начинается подъезд к транспортному инженерному сооружению (мосту, тоннелю, путепроводу) или находится железнодорожный переезд. [8]

Длину остановочной площадки принимают в зависимости от одновременно стоящих транспортных средств из расчета 20 м на один автобус или троллейбус, но не более 60 м. [8]

Ширину посадочной площадки следует принимать в зависимости от пассажирооборота остановочного пункта, но не менее 1,5 м. [8]

Посадочную площадку размещают в пределах тротуара или полосы, отделяющей проезжую часть от тротуара. [8]

Возвышение посадочной площадки над остановочной площадкой должно составлять 0,20 м. Поверхность посадочных площадок должна иметь покрытие на площади не менее 10x2 м и на подходе к павильону. Ближайшая грань павильона для пассажиров должна быть расположена не ближе 3 м от кромки остановочной площадки. [8]

С целью обеспечения безопасных условий движения на перегонах улиц с проезжей частью шириной менее 15 м расстояние между остановочными

пунктами автобусов и троллейбусов встречных направлений следует принимать от 30 до 50 м один от другого. [8]

Посадочные площадки на всех остановочных пунктах в районах с холодным климатом должны быть, как правило, оборудованы павильонами для пассажиров, а в районах с умеренным или жарким климатом - навесами. [8] В павильонах должны быть установлены скамья и урна для мусора. [8]

Остановочные пункты оборудуют дорожными знаками по ГОСТ Р 52289 и дорожной разметкой по ГОСТ Р 51256, которые применяют по ГОСТ Р 52290. [8]

Для упорядочения движения пешеходов на остановочных пунктах, размещенных у надземных или подземных пешеходных переходов, устанавливают пешеходные ограждения, размещаемые от границы посадочной площадки до пешеходного перехода. [8]

На дорогах с разделительной полосой пешеходные ограждения устанавливают на разделительной полосе на расстоянии по 100 м в обе стороны от места расположения подземного или наземного пешеходного перехода. [8] Схема размещения пешеходных ограждений возле остановочных пунктов представлена на рисунках 2.5 и 2.6.

Допускается установка пешеходных ограждений у остановочных пунктов с наземными пешеходными переходами. При этом ограждения размещают от начала посадочной площадки до ближайшей границы пешеходного перехода. [8]

Проанализировав требования к обустройству остановочных пунктов городского общественного транспорта согласно нормативно-технической документации, были выбраны наиболее важные в целях оптимизации рабочего процесса. Обследование проведено по следующим критериям:

- 1) ширину остановочных площадок следует принимать равной ширине основных полос проезжей части;

2) значение длины принимают в зависимости от числа одновременно останавливающихся автобусов и их габаритов по длине, но не менее 13 м;

3) дорожную одежду на остановочных площадках следует предусматривать равнопрочной с дорожной одеждой основных полос движения;

4) посадочные площадки должны быть приподняты на 0,2 м над поверхностью остановочных площадок;

5) ширину посадочной площадки принимают не менее 1,5 м, а длину - не менее длины остановочной площадки;

6) длина посадочной площадки должна быть не менее длины остановочной площадки;

7) с целью обеспечения безопасных условий движения на перегонах улиц с проезжей частью шириной менее 15 м расстояние между остановочными пунктами автобусов и троллейбусов встречных направлений следует принимать от 30 до 50 м один от другого;

8) автопавильон может быть закрытого типа или открытого (в виде навеса). Закрытый павильон должен иметь стены, доходящие до перекрытия павильона не менее чем с трех сторон. Открытый павильон имеет стены, не доходящие до перекрытия, или не более двух стен. Выбор конструкции павильона осуществляют в зависимости от климатических условий района размещения автобусной остановки. В климатических условиях Красноярского края должны быть установлены автопавильоны закрытого типа;

9) наличие урны для мусора;

10) наличие скамьи;

11) заездной карман состоит из остановочной площадки и участков въезда и выезда на площадку. Остановочные пункты устраивают в заездных «карманах» длиной не менее 15 м;

12) наличие освещения (при расстоянии до места возможного подключения к распределительным сетям не более 500 м);

13) наличие пешеходных ограждений от границы посадочной площадки до пешеходного перехода;

14) пешеходный переход размещают между автобусными остановками перед посадочными площадками по ходу движения. Расположение остановочного пункта за наземным пешеходным переходом на расстоянии не менее 5 м;

15) расположение остановочного пункта за перекрестком на расстоянии не менее 25 м либо перед перекрестком на расстоянии не менее 40 м;

16) наличие расписания движения маршрутов общественного транспорта;

17) наличие разметки, соответствующей требованиям ГОСТ Р 51256;

18) наличие дорожных знаков, соответствующих требованиям ГОСТ 10807.

В соответствии с данными критериями разработан протокол результатов обследования для каждой улицы на УДС Октябрьского района города Красноярска с наименованием остановочных пунктов общественного транспорта и номерами маршрутов, проходящих по ним. Бланк протокола приведен на рисунке 2.7.

Обследования проводились в светлое время суток в теплый период года в группе (2 человека). Методы – визуальное наблюдение и измерение необходимых геометрических параметров с помощью лазерного дальномера и рулетки. В соответствии с изложенным в таблице 2.1 представлены условия проведения обследования остановочных пунктов.

Таблица 2.1 – Необходимые условия для проведения обследования остановочных пунктов городского общественного транспорта

Критерии	Требуемые условия
----------	-------------------

Период года	Теплый
Время суток	Светлое
Вид работ	Групповая (2 человека)
Оборудование	Карандаш НВ, протокол обследования, рулетка (5 – 8 м), лазерный дальномер, фотокамера (2 штуки)

**ПРОТОКОЛ**  
**результатов обследования остановочных пунктов**

Район г. Красноярска Октябрьский район

Улица (участок УДС) \_\_\_\_\_

Дата обследования «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Время обследования \_\_ час \_\_ мин.

Время окончания обследования \_\_ час \_\_ мин.

0	Название остановки (проходящие маршруты)																	
1	1. Ширина остановочных площадок равна ширине основных полос проезжей части																	
2	2. Соответствие длины в зависимости от числа одновременно устанавливающихся автобусов и их габаритов по длине, но не менее 13 м																	
3	3. Дорожная одежда на остановочных площадках равнопрочна дорожной одежде основных полос движения																	
4	4. Посадочная площадка приподнята на 0,2 м над поверхностью остановочных площадок, ограждена бордюром																	
5	5. Ширина посадочной площадки не менее 1,5 м																	
6	6. Длина посадочной площадки - не менее длины остановочной площадки																	
7	7. С проезжей частью шириной менее 15 м расстояние между остановочными пунктами автобусов и троллейбусов встречных направлений следует принимать от 30 до 50 м один от другого																	
8	8. Наличие пассажирского павильона закрытого типа																	
9	9. Наличие урны для мусора																	
10	10. Наличие скамьи																	
11	11. Остановочные пункты устраивают в заездных «карманах» длиной не менее 15 м																	
12	12. Наличие освещения (при расстоянии до места возможного подключения к распределительным сетям не более 500 м)																	
13	13. Наличие пешеходных ограждений от границы посадочной площадки до пешеходного перехода																	
14	14. Расположение остановочного пункта за наземным пешеходным переходом на расстоянии не менее 5 м																	
15	15. Расположение остановочного пункта за перекрестком на расстоянии не менее 25 м либо перед перекрестком на расстоянии не менее 40 м																	
16	16. Наличие расписания движения маршрутов																	
17	17. Наличие разметки, соответствующей требованиям																	
18	18. Наличие дорожных знаков, соответствующих требованиям																	

Рисунок 2.7 – Бланк протокола результатов обследования остановочных пунктов городского общественного транспорта

За период летней практики было обследовано 184 остановочных пунктов городского общественного транспорта в Октябрьском районе г. Красноярска. Протоколы результатов обследования по основным магистральным улицам (ул. Копылова, ул. Красной Армии, пр. Свободный) приведены в Приложении А.

Для проведения анализа результатов обследования необходимо выбрать метод обработки полученных результатов. Сравним несколько наиболее часто используемых способов и воспользуемся подходящим вариантом.

## **2.2 Методы математической обработки статистических данных**

Методами обработки статистических данных называют математические приемы количественной обработки, с помощью которых результаты, полученные в ходе исследований, можно привести к определенным показателям, характеризующим выборку в целом.

Существует два вида методов статистической обработки данных: первичные и вторичные.

Первичные методы непосредственно характеризуют саму выборку, а вторичные методы, на основе показателей расчетов по первичным методам, позволяют судить о статистических связях между двумя величинами.

Результаты обследования остановочных пунктов могут быть представлены как количество нарушений по каждому пункту требований либо как количество выполненных требований по протоколу на определенном пункте. Связи между величинами нет в обоих случаях, их комбинации случайны. Следовательно, использование групп вторичных методов обработки статистических данных невозможно.

К основным первичным методам статистической обработки относятся:

- выборочная средняя величина;
- выборочная мода;

- выборочная медиана;
- разброс выборки;
- выборочная дисперсия;
- стандартное среднеквадратическое отклонение.

Выборочная средняя величина как статистический показатель представляет собой среднюю оценку данных. Выборочная средняя величина характеризует количественное значение, приходящееся на единичный параметр. В данном исследовании находится как среднее арифметическое результатов.

Выборочная мода – это количественное значение показателя, чаще всего встречающееся в выборке. В этой работе мода не несет практического значения, поэтому не вычисляется.

Выборочной медианой называют значение показателя, которое делит упорядоченную выборку пополам. Вычисление медианы применяют для проверки симметричности распределения, что позволяет сделать некоторые выводы о законе распределения результатов. Определение закона распределения данных относится к вторичным методам статистической обработки, что, как говорилось выше, невозможно для данной выборки.

Разброс выборки – это разница между минимальным и максимальным значением выборки. С помощью этого показателя можно увидеть насколько различны значения в выборке.

Выборочная дисперсия – способ измерения рассеяния данных, который используется, чтобы определить отклонение каждого значения выборки от средней величины. Чем больше выборочная дисперсия, тем значительней разница в полученных результатах. Вычисляется по формуле [9]:

$$\text{-----}, \tag{2.1}$$

где n – количество значений выборки;



- определенное значение выборки;
- выборочная средняя величина.

Выборочная дисперсия измеряется в квадратных единицах первоначального значения. Следовательно, сравнивать ее со значениями и делать определенные выводы неверно. Для этого находится стандартное среднеквадратическое отклонение [9]:

$$— . \tag{2.2}$$

Для анализа результатов обследования будут использованы следующие статистические методы обработки данных: выборочная средняя величина, разброс выборки, выборочная дисперсия и стандартное среднеквадратическое отклонение.

### **2.3 Анализ результатов обследования остановочных пунктов городского общественного транспорта в Октябрьском районе г. Красноярска**

За 2017 год было обследовано 184 остановочных пункта на УДС Октябрьского района города Красноярска, обнаружены нарушения требований нормативно-технической документации на всех остановках.

На рисунке 2.8 приведена диаграмма распределения количества нарушений от номера пункта требований, из которой видно, какие нарушения встречаются на остановочных пунктах наиболее часто. Очевидна проблема нанесения разметки на дорогах города (99,5% всех остановок имеют нарушения по пункту 17, рисунок 2.7), практически везде она отсутствует полностью, имеет физический износ либо нанесена с нарушениями требований ГОСТа 10807.

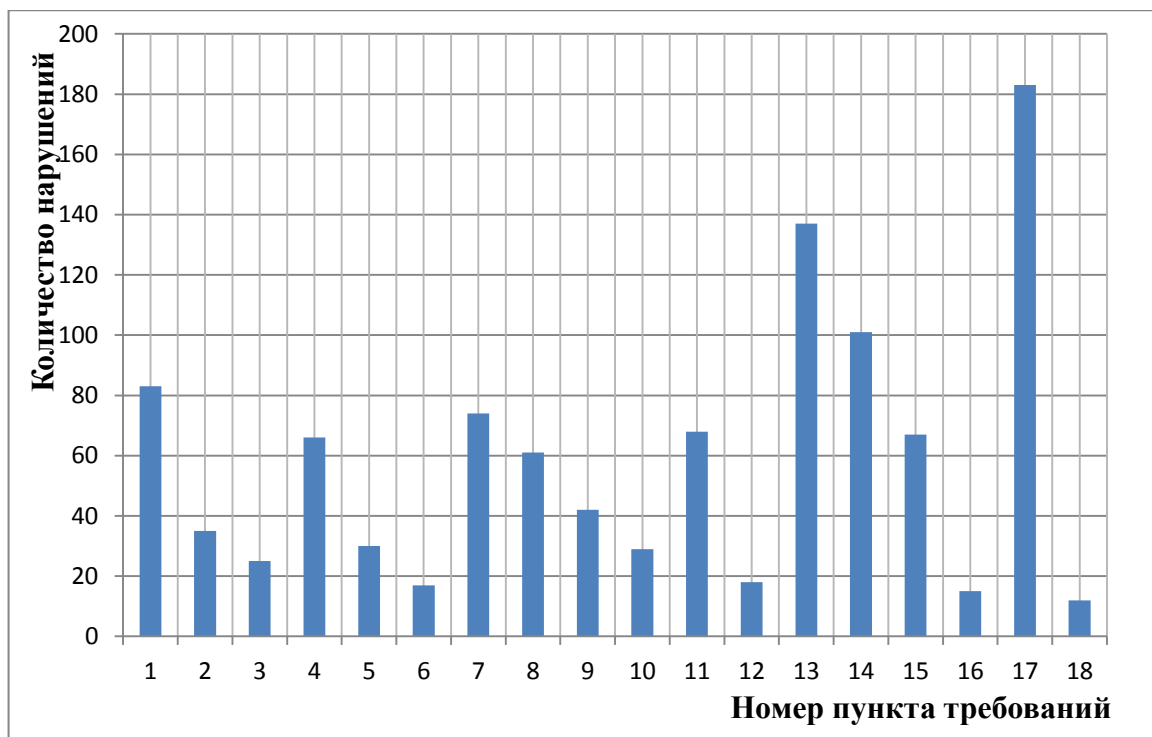


Рисунок 2.8 – Диаграмма распределения количества нарушений от номера пункта требований

Возле 137 остановочных пунктов (74,5%) отсутствуют пешеходные ограждения, что приводит к несанкционированному выходу пешеходов на проезжую часть. Так как остановочные пункты общественного транспорта являются местами скопления людей, то наблюдается значительное количество нарушений ими правил дорожного движения (ПДД).

На 101 остановке (54,9%) нарушен 14 пункт требований: расположение остановочного пункта за наземным пешеходным переходом на расстоянии не менее 5 м. Неправильное расположение пешеходного перехода в данном случае чревато последствиями: при расположении пешеходного перехода после остановочного пункта автобус, стоящий на остановке, ограничивает видимость водителям других транспортных средств, которые могут не заметить пешехода, ступившего на проезжую часть.

Обнаружено 83 нарушения (45,1%) пункта 1: ширину остановочных площадок следует принимать равной ширине основных полос проезжей

части. Это требование важно не только для обеспечения безопасности движения (водители, объезжающие автобус, вынуждены менять траекторию движения), но и для сокращения времени задержек в пути транспортных средств.

В общем, по всем пунктам имеются нарушения. Например, пункт 12 – «Наличие освещения (при расстоянии до места возможного подключения к распределительным сетям не более 500 м)» – всего 9,8% нарушений, однако, оказывает огромное влияние на безопасность движения, так как снижает видимость.

Ниже приведен расчет статистических показателей по полученной выборке. Выборочная средняя величина равна:

---

Следовательно, из 184 остановочных пунктов по каждому требованию в среднем выявлено 59 нарушений. Однако, разброс выборки достаточно велик: минимальное значение равно 12, максимальное – 183. Следовательно, значение разброса выборки:

$$R = 183 - 12 = 171.$$

Так как разница между минимальным и максимальным значениями достаточно велика, вычислим рассеяние величин. Выборочная дисперсия:

---

Для возможности сравнения отклонения со значениями величин рассчитаем стандартное среднеквадратическое отклонение:

$$s = \frac{\dots}{\dots} = 45,75.$$

Отклонение от выборочной средней величины составляет 77,5 %, это означает, что рассеяние значений от среднего по выборке велико.

Для дальнейшего исследования необходимо перейти к конкретным остановочным пунктам и их оценки. При этом оценка должна проводиться по общему количественному показателю, что в значительной степени упростит задачу по классификации остановочных пунктов по категориям опасности.

## 2.4 Разработка методики комплексной оценки безопасности остановочных пунктов общественного транспорта

Для оценки соответствия остановочных пунктов требованиям нормативно-технической документации необходимо назначить коэффициенты. В таблице 2.2 представлены предлагаемые значения коэффициентов соответствия по каждому проверяемому по протоколу пункту.

Таблица 2.2 – Коэффициенты соответствия требованиям безопасности для остановочных пунктов общественного городского транспорта

№ п/п	Параметры в соответствии с ГОСТ Р 52766-2007	Коэффициент	Предлагаемый критерий оценки
1	Ширина остановочных площадок равна ширине основных полос проезжей части	$K_{ш}$	$\frac{a}{a_0}$ , где $a$ – существующая ширина остановочной площадки, м; $a_0$ – ширина проезжей части, м
2	Соответствие длины в зависимости от числа одновременно останавливающихся автобусов и их габаритов по длине, но не менее 13 м	$K_{д}$	$\frac{b}{b_0}$ , где $b$ – существующая длина остановочной площадки, м; $b_0$ – требуемая длина остановочной площадки в соответствии со СНиП, м

Продолжение таблицы 2.2

№ п/п	Параметры в соответствии с ГОСТ Р 52766-2007	Коэффициент	Предлагаемый критерий оценки
3	Дорожная одежда на остановочных площадках равнопрочна дорожной одежде основных полос движения	$K_o$	$K_o = 1$ при соответствии требованию; $K_o = 0,5$ при неоднородном покрытии схожего материала; $K_o = 0$ при грунтовом или песчаном покрытии остановочной площадки с твердым покрытием основной проезжей части
4	Посадочная площадка приподнята на 0,2 м над поверхностью остановочных площадок, ограждена бордюром	$K_b$	—, где $h$ – высота посадочной площадки, м
5	Ширина посадочной площадки не менее 1,5 м	$K_{шп}$	—, где $a_p$ – ширина посадочной площадки, м
6	Длина посадочной площадки - не менее длины остановочной площадки	$K_{дп}$	—, где $b_p$ – длина посадочной площадки, м; $b$ – существующая длина остановочной площадки, м
7	С проезжей частью шириной менее 15 м расстояние между остановочными пунктами автобусов и троллейбусов встречных направлений следует принимать от 30 до 50 м один от другого	$K_{вн}$	—, где $r$ – существующее расстояние между остановочными пунктами встречных направлений, м; $r$ – требуемое расстояние между остановочными пунктами встречных направлений, м
8	Наличие пассажирского павильона закрытого типа	$K_p$	$= 1$ при наличии пассажирского павильона закрытого типа; $= 0,6$ при наличии пассажирского павильона открытого типа; $= 0$ при отсутствии пассажирского павильона
9	Наличие урны для мусора	—	—
10	Наличие скамьи	—	—

Продолжение таблицы 2.2

№ п/п	Параметры в соответствии с ГОСТ Р 52766-2007	Коэффициент	Предлагаемый критерий оценки
11	Остановочные пункты устраивают в заездных «карманах» длиной не менее 15 (считается для определенной категории улиц и дорог)	$K_k$	$—$ , где $l$ – существующая длина заездного «кармана», м; $l_0$ – требуемая длина заездного «кармана», м
12	Наличие освещения (при расстоянии до места возможного подключения к распределительным сетям не более 500 м)	$K_{\text{свет}}$	$K_{\text{свет}} = 1$ – освещение присутствует; $K_{\text{свет}} = 0$ – освещение отсутствует
13	Наличие пешеходных ограждений от границы посадочной площадки до пешеходного перехода	$K_{\text{по}}$	$K_{\text{по}} = 1$ – наличие пешеходных ограждение; $K_{\text{по}} = 0$ – отсутствие пешеходных ограждений
14	Расположение остановочного пункта за наземным пешеходным переходом на расстоянии не менее 5 м	$K_{\text{пп}}$	$—$ , где $s$ – расстояние от остановочного пункта до наземного пешеходного перехода, м; $s_0$ – требуемое расстояние от остановочного пункта до наземного пешеходного перехода, м; $K_{\text{пп}2} = 0,5$ при расположении остановочного пункта за наземным пешеходным переходом; $K_{\text{пп}2} = 0$ при расположении остановочного пункта перед наземным пешеходным переходом
15	Расположение остановочного пункта за перекрестком на расстоянии не менее 25 м либо перед перекрестком на расстоянии не менее 40 м	$K_{\text{пер}}$	$—$ , где $d$ – расстояние от перекрестка до остановочного пункта, м; $d_0$ – требуемое расстояние от перекрестка до

			остановочного пункта, м
16	Наличие расписания движения маршрутов	–	–

Окончание таблицы 2.2

№ п/п	Параметры в соответствии с ГОСТ Р 52766-2007	Коэффициент	Предлагаемый критерий оценки
17	Наличие разметки, соответствующей требованиям	$K_p$	$K_p = 1$ при наличии разметки, соответствующей требованиям; $K_p = 0,5$ при наличии разметки, не соответствующей требованиям, либо разметка изношена менее, чем на 30%; $K_p = 0$ при отсутствии разметки;
18	Наличие дорожных знаков, соответствующих требованиям	$K_z$	$K_z = 1$ при наличии дорожных знаков, соответствующих требованиям; $K_z = 0$ при отсутствии дорожных знаков, соответствующих требованиям

С помощью назначенных коэффициентов определяется коэффициент безопасности  $K_B$ :

$$\underline{\hspace{15em}}. \quad (2.3)$$

Регламентированная установка противотаранных боллардов на остановочном пункте вдоль проезжей части позволяют считать  $K_B = 1$  при всех прочих недостатках.

В зависимости от полученного значения коэффициента безопасности остановочный пункт можно отнести к одной из следующих категорий:

- 1)  $K_B = 0,9 - 1$  – остановочный пункт низкой опасности;

- 2)  $K_B = 0,7 - 0,9$  – остановочный пункт повышенной опасности;
- 3)  $K_B = 0,5 - 0,7$  – остановочный пункт высокой опасности;
- 4)  $K_B = 0 - 0,5$  – остановочный пункт особой опасности.

При  $K_B > 1$  остановочный пункт общественного городского транспорта относится к категории низкой опасности.

В соответствии с категорией определяется необходимость реконструкции остановочного пункта городского общественного транспорта. Остановки высокой и чрезвычайно высокой опасности требуют незамедлительной реконструкции и устранения всех нарушений требований безопасности. Остановки средней опасности являются следующими на очереди для переобустройства. Остановочные пункты низкой опасности не требуют реконструкции как таковой с точки зрения безопасности.

В соответствии с разработанной методикой в пункте 2.5 произведена оценка остановочных пунктов городского общественного транспорта по основным магистральным улицам Октябрьского района г. Красноярска по маршрутам следования гостей и волонтеров Универсиады-2019.

## **2.5 Оценка безопасности остановочных пунктов городского общественного транспорта на участке УДС пр. Свободный, ул. Копылова, ул. Красной Армии**

Для проверки адекватности предложенной методики количественной оценки остановочных пунктов необходимо провести качественную оценку по методике обследования, приведенной в пункте 2.1, и количественную оценку согласно коэффициентам соответствия по методике, приведенной в пункте 2.4, конкретных остановочных пунктов городского общественного транспорта.

Далее оценим существующую ситуацию на остановочных пунктах некоторых магистралей, по которым будут проходить маршруты движения волонтеров и спортсменов Универсиады-2019.



В зависимости от числа одновременно останавливающихся автобусов на остановочных пунктах изменяется длина остановочной площадки. При большом количестве маршрутов, проходящих через остановочный пункт, подвижной состав может совпадать по времени прибытия на определенное место регламентированной остановки. В таблице 2.3 приведены номера маршрутов общественного городского наземного транспорта, проходящих по ул. Копылова, ул. Красной Армии и пр. Свободный.

Таблица 2.3 – Номера маршрутов общественного городского транспорта, организованные на обследуемых магистральных улицах

Улица	Название остановочного пункта	Автобусные маршруты	Троллейбусные маршруты
Ул. Копылова	«Луначарского» в сторону ул. Профсоюзов	12, 14, 34, 43, 49, 68, 80, 89, 91	4, 15
	«Луначарского» в сторону ул. М.Годенко	2, 12, 14, 34, 35, 38, 43, 49, 68, 80, 89, 91	13, 15
	«Корнеева» в сторону ул. М.Годенко	3, 12, 14, 31, 34, 43, 49, 63, 68, 80, 83, 89, 91	5, 13, 15
	«Западный» в сторону ул. М.Годенко	12, 14, 31, 34, 43, 49, 63, 68, 80, 83, 85, 89, 91	5, 13, 15
	«Копыловский мост» в сторону ул. Профсоюзов	12, 14, 31, 34, 43, 49, 63, 68, 80, 83, 85, 89, 90, 91	5, 4, 15
	«Копыловский мост» в сторону ул. М.Годенко	12, 14, 31, 34, 43, 49, 63, 68, 80, 83, 85, 89, 91	5, 13, 15
Ул. Красной Армии	«Корнеева» в сторону ул. Профсоюзов	3, 12, 14, 31, 34, 43, 49, 63, 68, 80, 83, 89, 91	5, 4, 15
	«Западный» в сторону ул. Профсоюзов	3, 12, 14, 31, 34, 43, 49, 63, 68, 80, 83, 89, 91	5, 4, 15
Пр. Свободный	«Сопка» в сторону ул. Маерчака	12	–
	«Сопка» в сторону с/х Удачный	12, 32, 35, 68, 88, 90	–

### Окончание таблицы 2.3

Улица	Название остановочного пункта	Автобусные маршруты	Троллейбусные маршруты
Пр. Свободный	«Сибирский федеральный университет» в сторону с/х Удачный	12, 32, 35, 68, 88, 90	
	«Сибирский федеральный университет» в сторону ул. Маерчака		
	«Сады» в сторону с/х Удачный		
	«Сады» в сторону ул. Маерчака		
	«Курчатова» в сторону с/х Удачный	12, 32, 35, 49, 53, 68, 90	
	«Курчатова» в сторону ул. Маерчака	12, 32, 35, 68, 90	

Как видно из данных таблицы 2.3 по некоторым остановочным пунктам проходит до 17 маршрутов общественного транспорта, вполне естественно, что хотя бы 2 из них могут пребывать на остановочном пункте одновременно. Из этого следует, что длина остановочных площадок, где проходит более 7 маршрутов, должна быть увеличена.

Для оценки безопасности остановочного пункта важно знать максимальную загрузку остановочного пункта. Рассчитаем пропускную способность остановочных пунктов, расположенных на ул. Копылова, ул. Красной Армии и пр. Свободный по методике [10].

Процесс обслуживания подвижного состава на остановочном пункте состоит из следующих операций:

- заезд на остановочный пункт;
- открытие и закрытие дверей;
- посадка и высадка пассажиров;
- освобождение остановочного пункта. [10]

Таким образом, общее время занятия остановочного пункта транспортной единицей ( $T_0$ ) можно определить по формуле (с):

$$T_0 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (2.4)$$

где  $t_1$  – время, затраченное на маневр заезда на остановочный пункт;

$t_2$  – время, затраченное на открытие и закрытие дверей;

$t_3$  – время, затраченное на посадку и высадку пассажиров;

$t_4$  – время, затраченное на освобождение остановочного пункта. [10]

Время, затраченное на подход и остановку, предлагается определять по формуле:

$$t_1 = \frac{l}{v} + \frac{v}{2b}, \quad (2.5)$$

где  $l$  – промежуток безопасности между транспортными единицами при подходе к остановке, м;

$b$  – замедление при торможении,  $\text{м/с}^2$ , по методике [11] установившееся замедление с загрузкой автобуса 0,5 на сухом асфальте равно  $5,6 \text{ м/с}^2$ . [10]

Время, затраченное на посадку и высадку пассажиров, можно определить по формуле:

$$t_3 = \frac{n}{\mu}, \quad (2.6)$$

где  $q_{\text{вх}}$ ,  $q_{\text{вых}}$  – среднее количество входящих и выходящих пассажиров соответственно, пасс;

$t_{\text{пасс}}$  – время, затраченное одним пассажиром на вход или выход, с;

$n_{\text{д}}$  – количество дверей;

$t_{\text{прр}}$  – время, необходимое водителю на принятие решения о закрытии дверей. [9]

Время, затраченное на освобождение остановочного пункта, можно рассчитать по формуле:

$$\frac{—}{—}, \quad (2.7)$$

где  $l_0$  – промежуток безопасности между транспортным средством, отходящим от остановочного пункта, и транспортным средством, приближающимся к остановочному пункту, м;

$a$  – ускорение движения при трогании с места,  $\text{м/с}^2$ . [10]

В соответствии с приведенной методикой [10] для остановочных пунктов г. Красноярска значения некоторых параметров, необходимых для расчета, можно принять:

- промежуток безопасности между транспортным средством, отходящим от остановочного пункта и транспортным средством, приближающимся к остановочному пункту – не менее 50 м;

- время, затраченное на открытие и закрытие дверей – 3 – 4 с;

- время, необходимое водителю на принятие решения о закрытии дверей – порядка 5 с;

- время на вход или выход пассажира – 1,3 – 1,5 с.

Время, затраченное на подход и остановку, предлагается определять по формуле:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} \quad (c).$$

Время, затраченное на открытие и закрытие дверей:

$$(c).$$

Время, затраченное на посадку и высадку пассажиров, можно определить по формуле:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} \quad (c).$$

Время, затраченное на освобождение остановочного пункта, можно рассчитать по формуле:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} \quad (c).$$

Время занятия остановочного пункта транспортной единицей ( $T_0$ ) можно определить по формуле (с):

$$(c).$$

Пропускная способность автобусной остановки равна [10]:

$$\frac{\text{---}}{\text{---}}, \quad (2.8)$$

$$\frac{\text{---}}{\text{---}} \quad (\text{авт./час}).$$

Итак, значение пропускной способности на исследуемых остановочных пунктах равно 126 авт./час. При этом значении загрузки остановочный пункт создаст напряженную ситуацию на УДС: транспортные средства создадут очереди, возникнут задержки других транспортных потоков, что может привести к транспортному затору. Вследствие этого возникает опасность и для пассажиров: автобусы будут высаживать пассажиров как до остановочной площадки, так и на полосе движения, что создаст аварийную обстановку.

Ниже дана качественная оценка некоторым остановочным пунктам общественного транспорта по обследуемым магистральным улицам в соответствии с ГОСТ Р 52766-2007 и СНиП П-60-75 «Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов».

Рассмотрим примеры оценки остановочных пунктов на ул. Копылова, ул. Красной Армии и пр. Свободный. Вид остановочного пункта «Улица Корнеева» на ул. Красной Армии приведен на рисунке 2.9.

На остановочном пункте «Улица Корнеева» на ул. Красной Армии выявлены следующие нарушения:

- 1) недостаточная ширина заездного «кармана»;
- 2) недостаточная длина остановочной площадки для того количества автобусов, которые проходят через остановочный пункт;
- 3) отсутствие скамьи;
- 4) отсутствие пешеходных ограждений от границы посадочной площадки до пешеходного перехода;
- 5) неправильное расположение наземного пешеходного перехода;
- 6) располагается менее чем в 10 м за регулируемым перекрестком;
- 7) износ дорожной разметки.

Вид остановочного пункта «Мкр. Западный» на ул. Красной Армии приведена на рисунке 2.10.

Обнаружены следующие нарушения требований нормативно-технической документации по остановочному пункту «Мкр. Западный» по ул. Красной Армии:

- 1) недостаточная ширина заездного «кармана»;
- 2) отсутствие пешеходных ограждений от станочного пункта до пешеходного перехода;
- 3) остановочный пункт расположен перед пешеходным переходом, что не соответствует требованиям безопасности;
- 4) износ дорожной разметки.



Рисунок 2.9 – Вид остановочного пункта «Улица Корнеева» на ул. Красной Армии

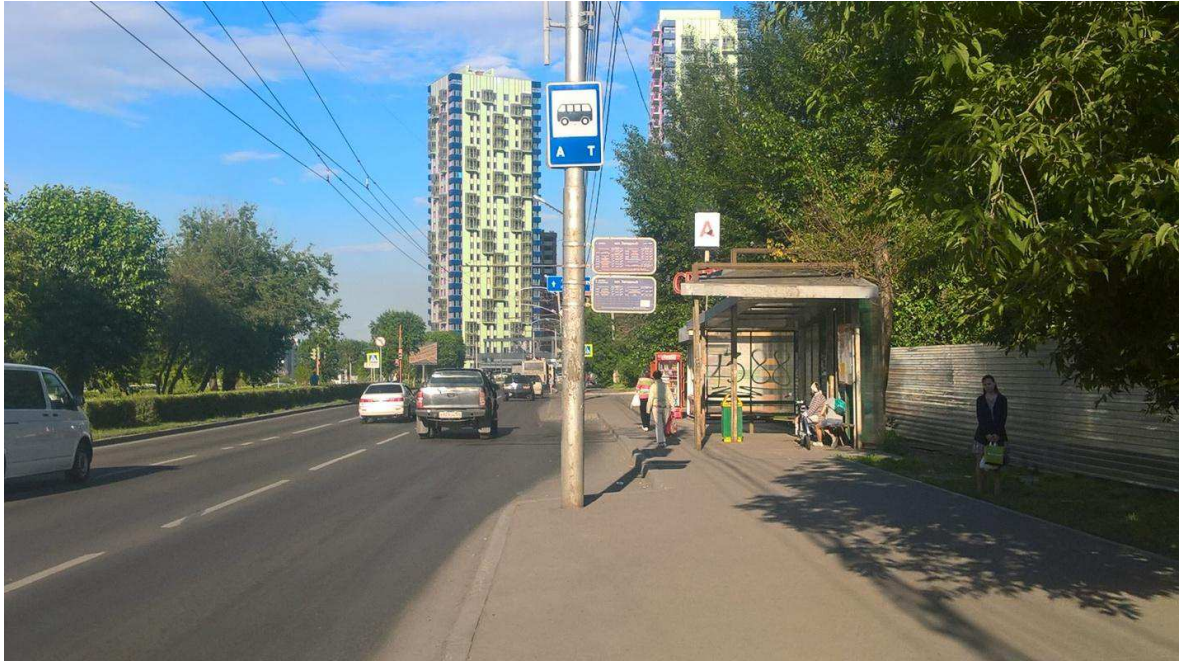


Рисунок 2.10 – Вид остановочного пункта «Мкр. Западный» на  
ул. Красной Армии

Вид остановочного пункта «Луначарского» на ул. Копылова в сторону  
ул. Профсоюзов приведена на рисунке 2.11.



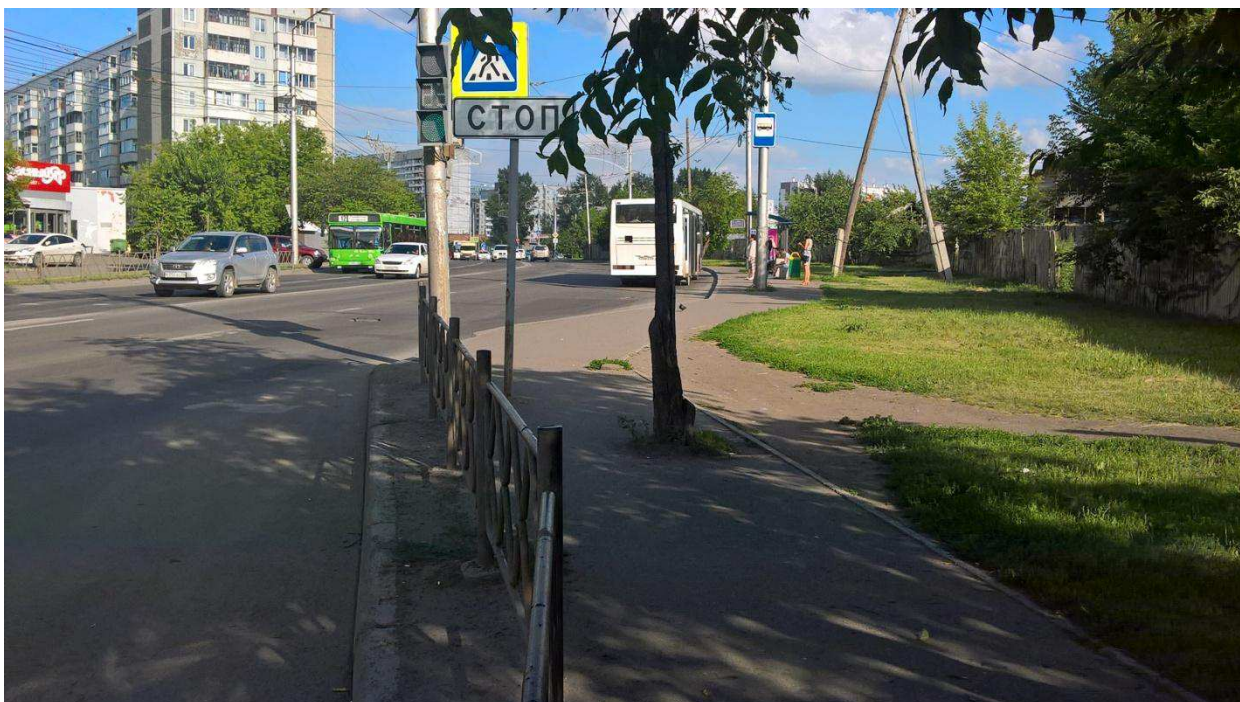


Рисунок 2.11 – Вид остановочного пункта «Луначарского» на ул. Копылова в сторону ул. Профсоюзов

На остановочном пункте «Луначарского» на ул. Копылова в сторону ул. Профсоюзов были выявлены следующие нарушения требований нормативно-технической документации:

- 1) расположение остановочных пунктов разных направлений напротив друг друга при данной ширине проезжей части недопустимо;
- 2) пешеходные ограждения от границы посадочной площадки до наземного пешеходного перехода отсутствуют;
- 3) пешеходный переход расположен в габаритах остановочного пункта;
- 4) износ дорожной разметки.

Вид остановочного пункта «Луначарского» на ул. Копылова в сторону ул. М. Годенко приведена на рисунке 2.12.

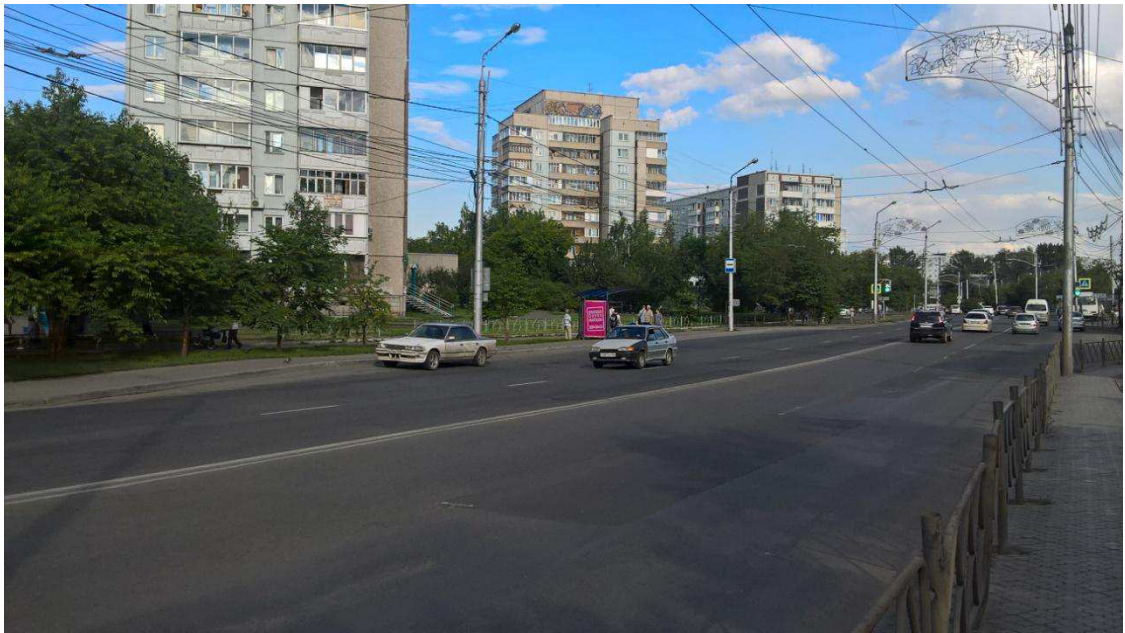


Рисунок 2.12 – Вид остановочного пункта «Луначарского» на ул. Копылова в сторону ул. М. Годенко

Выявлены следующие нарушения требований по обустройству остановочных пунктов общественного транспорта на «Луначарского» на ул. Копылова в сторону ул. М. Годенко:

- 1) посадочная площадка приподнята менее чем на 0,2 м над поверхностью остановочной площадки;
- 2) расположение остановочных пунктов разных направлений напротив друг друга при данной ширине проезжей части недопустимо;
- 3) износ дорожной разметки.

Вид остановочного пункта «Сибирский федеральный университет» на пр. Свободный в сторону с/х Удачный приведена на рисунке 2.13.

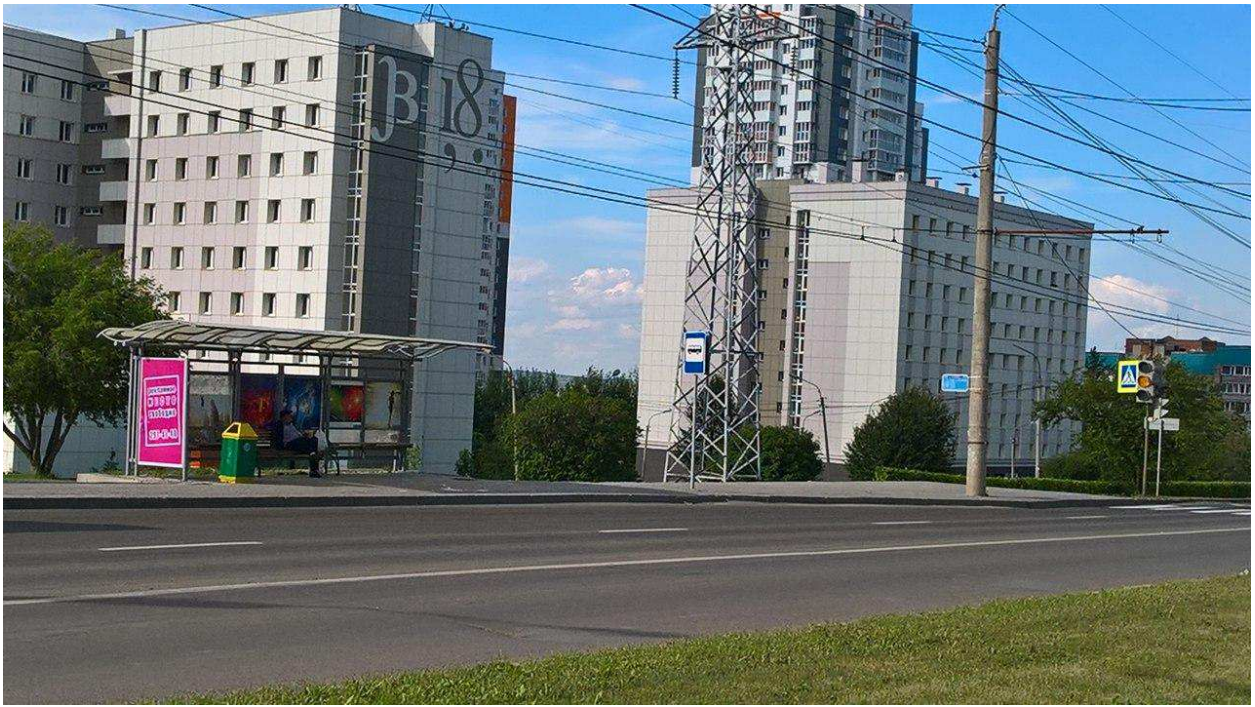


Рисунок 2.13 – Вид остановочного пункта «Сибирский федеральный университет» на пр. Свободный в сторону с/х Удачный

Можно выделить следующие недостатки остановочного пункта «Сибирский федеральный университет» на пр. Свободный в сторону с/х Удачный:

- 1) расстояние между остановочными пунктами автобусов и троллейбусов встречных направлений при данной ширине проезжей части менее 30 м друг от друга;
- 2) отсутствие пешеходных ограждений от границы посадочной площадки до пешеходного перехода;
- 3) слишком близкое расположение пешеходного перехода к остановочному пункту;
- 4) дорожная разметка не соответствует требованиям, при наличии заездного кармана отсутствует разметка 1.11.

Вид остановочного пункта «Сады» в сторону с/х Удачный на пр. Свободный представлен на рисунке 2.14.



Рисунок 2.14 – Вид остановочного пункта «Сады» в сторону с/х Удачный на пр. Свободный

В ходе обследования были обнаружены следующие недостатки состояния остановочного пункта «Сады» в сторону с/х Удачный на пр. Свободный:

- 1) остановочные пункты разных направлений расположены близко друг к другу;
- 2) отсутствует урна для мусора;
- 3) освещение над остановочным пунктом отсутствует;
- 4) отсутствуют пешеходные ограждения от границы посадочной площадки до пешеходного перехода;
- 5) наземный пешеходный переход расположен на расстоянии менее 5 м до остановочного пункта;
- 6) дорожная разметка не соответствует требованиям.

Соответственно были оценены все остановочные пункты, перечисленные в таблице 2.3. Основные нарушения нормативно-технической документации, которые были обнаружены:

- расстояние между остановочными пунктами автобусов и троллейбусов встречных направлений менее 30 м один от другого с шириной проезжей части менее 15 м;
- отсутствие пешеходных ограждений от границы посадочной площадки до пешеходного перехода;
- неправильное расположение наземного пешеходного перехода относительно остановочного пункта;
- расположение остановочного пункта относительно перекрёстка не соответствует нормам;
- износ дорожной разметки или отсутствие соответствующей требованиям дорожной разметки.

Все существующие нарушения требуют реорганизации остановочных пунктов в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, а также обновления облика и функционала станции общественного транспорта в соответствии с современными тенденциями развивающегося города. Принятие мер по совершенствованию обустройства необходимо для обеспечения безопасности и комфорта пассажиров, а также для выполнения минимальных требований ФИСУ по обеспечению эффективной инфраструктуры путей сообщения объектов Универсиады – 2019.

В таблице 2.4 приведены значения коэффициентов в соответствии с таблицей 2.1 для обследуемых остановочных пунктов Октябрьского района г. Красноярска.

Таблица 2.4 – Значения коэффициентов соответствия требованиям безопасности для остановочных пунктов Октябрьского района г. Красноярска

Наименование остановочного пункта	K <sub>ш</sub>	K <sub>д</sub>	K <sub>о</sub>	K <sub>в</sub>	K <sub>шп</sub>	K <sub>дп</sub>	K <sub>вн</sub>	K <sub>п</sub>	K <sub>к</sub>	K <sub>свет</sub>	K <sub>по</sub>	K <sub>пп</sub>	K <sub>пер</sub>	K <sub>р</sub>	K <sub>з</sub>	K <sub>б</sub>
«Луначарского» в сторону ул. Профсоюзов	1	1	1	1	1	1	0,13	1	1	1	1	0,5	1	0	1	0,84
«Луначарского» в сторону ул. М.Годенко	1	1	1	1	1	1	0,13	1	1	1	0	1	1	0	1	0,81
«Корнеева» в сторону ул. М.Годенко	1	1	1	0,6	1	1	1	0	0	1	1	0,5	1	0	1	0,74
«Западный» в сторону ул. М.Годенко	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0	1	0	1	0,8	0	1	0,75
«Копыловский мост» в сторону ул. Профсоюзов	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0,8
«Копыловский мост» в сторону ул. М.Годенко	1	1	1	1	0,6	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0,77
«Корнеева» в сторону ул. Профсоюзов	0,43	0,92	1	0,5	1	1	1	1	0,8	1	0	0,5	0,24	0	1	0,69
«Западный» в сторону ул. Профсоюзов	0,4	0,69	1	0,75	1	1	1	1	0,6	1	0	0,5	1	0	1	0,73
«Сопка» в сторону ул. Маерчака	0,94	0,92	1	0,3	1	1	1	1	0,8	1	0	1	0,8	0	1	0,78
«Сопка» в сторону с/х Удачный	0,34	1	1	0,7	1	1	1	1	1	1	0	0,5	1	0	1	0,77
«Сибирский федеральный университет» в сторону с/х Удачный	1	1	1	1	1	1	0,2	1	1	1	0	0,9	1	0,5	1	0,84
«Сибирский федеральный университет» в сторону ул. Маерчака	0,46	1	1	1	1	1	0,2	1	1	1	0	0,5	1	0,5	1	0,78
«Сады» в сторону с/х Удачный	1	1	1	0,75	1	1	0,07	1	0,87	1	0	0,7	1	0	1	0,76
«Сады» в сторону ул. Маерчака	1	1	1	0,8	1	1	0,07	1	0,87	1	0	0,5	1	0	1	0,75
«Курчатова» в сторону с/х Удачный	1	1	1	1	0,67	1	0	1	1	1	0	0,5	1	0	1	0,74
«Курчатова» в сторону ул. Маерчака	1	1	1	0,75	1	1	0	0,6	1	1	0	0,5	1	0	1	0,72

Все перечисленные остановочные пункты городского общественного транспорта относятся к двум категориям согласно предложенным в разделе 2.4 классификации: остановочные пункты повышенной и высокой опасности. Распределение количества остановок по категориям представлено на рисунке 2.15.

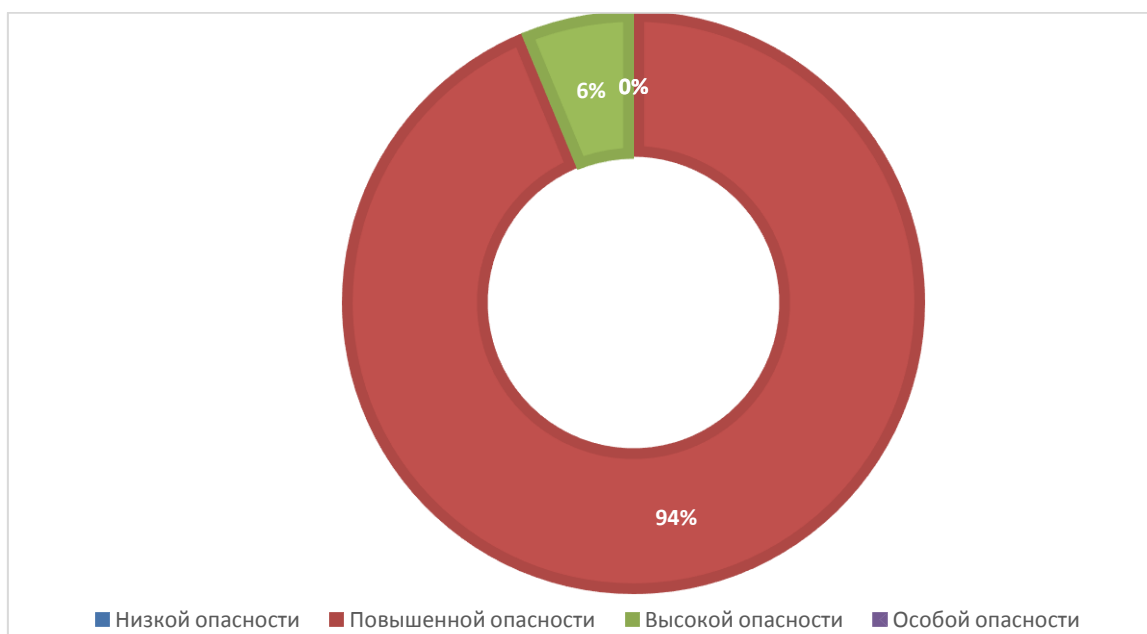


Рисунок 2.15 – Распределение остановочных пунктов по категориям опасности

На данный момент состояние остановочных пунктов городского общественного транспорта по ул. Копылова, ул. Красной Армии и пр. Свободный в соответствии с предложенной методикой оценки находится в удовлетворительном состоянии. Лишь 6% из числа обследованных нуждаются в срочной реконструкции. Сравнивая качественную и количественную оценку остановочных пунктов, можно сказать, что они достаточно близки, но можно отметить, что по некоторым остановкам имеется незначительное количество нарушений требований, хотя эти

нарушения значительней сказываются на безопасности остановочного пункта.

Исходя из полученных результатов приходим к выводу, что данная модель оценки не является достоверной, так как не было проведено оценки значимости коэффициентов безопасности. Далее необходимо проанализировать существующие методики оценки значимости коэффициентов и выбрать наиболее приемлемую к оценке факторов, влияющих на обеспечение безопасности остановочного пункта.

## **2.6 Анализ методов оценки значимости коэффициентов**

Наиболее используемыми современными методами оценки значимости коэффициентов являются:

- метод экспертных оценок;
- метод анализа иерархий.

Метод экспертных оценок заключается в формировании оценки значимости путем составления обоснованного обобщенного мнения специалистов, основанного на их опыте, научных и практических знаниях.

Методы экспертных оценок подразделяются на индивидуальные и коллективные. В индивидуальных методах существует огромный риск субъективизма оценки. Однако, и в коллективных методах такой риск присутствует, но он компенсируется количеством экспертов и коэффициентом согласованности их мнений.

Также проводятся оценки компетентности экспертов, дабы уравновесить значения их мнений. Следовательно, получается, что все погрешности оценок учитываются.

Что касается метода анализа иерархий, то многоуровневый поиск альтернативного решения, который предлагает этот математический аппарат системного подхода, подкреплён не только мнением экспертов, но и предполагает несколько этапов анализа, систематизацию критериев и их



ранжирование, учет всех возможных связей и анализ результатов с помощью компьютерных программ.

Главной особенностью метода анализа иерархий является то, что он не предписывает изначально заданного ответа, а позволяет эксперту найти такой ответ (альтернативу), который согласуется с его пониманием сути проблемы. Таким образом наряду с математической моделью используются и психологические аспекты.

Простейший план решения проблемы методом анализа иерархий выглядит так:

- структурировать принятие решения в виде иерархии;
- сравнить критерии;
- выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения.

Составим формулу для итогового коэффициента безопасности согласно таблице 2.1. Расчет уровня значимости проводится в несколько этапов.

1 этап – составление матрицы попарных сравнений, где  $a_{ij}$  отношение критерия  $i$  к критерию  $j$ .

2 этап – нахождение суммы каждого столбца [12]:

$$\dots \quad (2.9)$$

3 этап – деление элементов матрицы попарных сравнений на сумму элементов соответствующего столбца [12]:

$$\dots \quad (2.10)$$

4 этап – нахождение среднего значения полученных элементов по строкам матрицы [12]:

$$\text{---}, \quad (2.11)$$

где  $w_i$  – уровень значимости критерия оценки. Таким образом формула итогового коэффициента безопасности принимает вид:

$$\cdot \quad (2.12)$$

Расчет уровня значимости основывается на двух теоремах метода анализа иерархий:

1 в положительной обратносимметрической квадратной матрице  $\lambda_{\max} \geq n$ ;

2 положительная обратносимметрическая квадратная матрица  $A$  согласованна тогда и только тогда, когда  $\lambda_{\max} = n$ .

Для оценки согласованности мнений используется отклонение величины максимального значения  $\lambda_{\max}$  от числа экспертов  $n$ .

Согласованность суждения оценивается индексом однородности и отношением однородности в соответствии с формулами [12]:

$$\text{ИО} = \text{---}, \quad (2.13)$$

$$\text{ОО} = \text{---}, \quad (2.14)$$

где  $M(\text{ио})$  – среднее значение индекса однородности случайным образом составленной матрицы парных сравнений, которое основано на экспертных данных.

Итак, в данном разделе был проведен анализ наиболее используемых оценок значимости коэффициентов. Учитывая преимущества и недостатки методик, для работы был выбран метод анализа иерархий, с помощью

которого получена формула итогового коэффициента безопасности с использованием линейной математической модели зависимости (2.12).

Однако, если в результате исследования предложенная простейшая линейная модель окажется недостаточно точной, необходимо перейти к построению более сложной линейной модели. Существуют следующие виды линейных регрессионных моделей, используемых для технических систем:

- полинома с несколькими независимыми переменными [13]:

(2.15)

- обратная модель [13]:

$$— \tag{2.16}$$

Также в ходе последующего исследования возможно получить многофакторную модель на основе анализа результатов обследования. Для каждой модели проводится оценка коэффициентов регрессии, критерия адекватности модели и коэффициента корреляции.

В случае, когда ни одна из предложенных линейных моделей не признана достаточно точной, переходят к построению более сложных моделей. В научных исследованиях выделяют следующие преобразования для нелинейных математических моделей:

- обратное преобразование;
- логарифмическое преобразование;
- преобразование типа квадратного корня.

С помощью представленных преобразований нелинейная модель может быть приведена к виду множественной линейной регрессии, тогда такая

модель называется нелинейной моделью с внутренней регрессией.

Примерами подобных моделей являются:

- степенная (мультипликативная) модель [13]:

$$y = a \cdot x^b, \quad (2.17)$$

- экспоненциальная модель [13]:

$$y = a \cdot e^{bx}, \quad (2.18)$$

- обратная модель [13]:

$$\frac{1}{y} = a + bx.$$

В случае, когда нелинейная модель не может быть приведена к виду линейной функции, то такая модель называется нелинейной моделью с «внутренней нелинейностью». Для изучения подобных моделей используется математический аппарат нелинейного регрессионного анализа.

В соответствии с разработанной методикой исследования проведено обследование 184 остановочных пунктов в Октябрьском районе г. Красноярска. На всех обследованных остановочных пунктах были обнаружены нарушения требований нормативно-технической документации. Наибольшее количество остановочных пунктов имеют следующие нарушения:

- отсутствие дорожной разметки, соответствующей ГОСТу (183 остановочных пункта);

- отсутствие пешеходных ограждений (137 остановочных пунктов);

- расположение наземного пешеходного перехода относительно остановочного пункта (101 остановочный пункт) (рисунок 2.8).

По результатам обследования были предложены коэффициенты соответствия требованиям безопасности, а также формула итогового коэффициента безопасности (2.3).

В зависимости от значения итогового коэффициента безопасности остановочные пункты распределены по следующим категориям:

- 1) остановочные пункты низкой опасности ( $K_B = 0,9 - 1$ );
- 2) остановочные пункты повышенной опасности ( $K_B = 0,7 - 0,9$ );
- 3) остановочные пункты высокой опасности ( $K_B = 0,5 - 0,7$ );
- 4) остановочные пункты особой опасности ( $K_B = 0 - 0,5$ ).

На основании разработанной методики комплексной оценки безопасности остановочных пунктов городского общественного транспорта были проанализированы остановочные пункты по ул. Копылова, ул. Красной Армии и пр. Свободный. Из рассмотренных остановочных пунктов 6% относится к категории высокой опасности и 94% к категории повышенной опасности (рисунок 2.15).

На данный момент состояние остановочных пунктов городского общественного транспорта по ул. Копылова, ул. Красной Армии и пр. Свободный в соответствии с предложенной методикой оценки находится в удовлетворительном состоянии. Лишь 6% из числа обследованных нуждаются в срочной реконструкции.

На основании проведенного исследования и разработанных методик по обследованию остановочных пунктов городского общественного транспорта необходимо разработать мероприятия по совершенствованию и обеспечению безопасности для наиболее типичных остановочных пунктов, имеющих нарушения и расположенных на рассматриваемых в данной работе улицах: ул. Копылова, ул. Красной Армии, пр. Свободный.

### **3 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности на остановочных пунктах городского общественного транспорта**

По результатам проведенных исследований и оценки остановочных пунктов в Октябрьском районе г. Красноярска будут рассмотрены наиболее типичные нарушения требований на остановочных пунктах на примере остановок «Сопка», «СФУ» на пр. Свободный и «мкр. Западный» на ул. Копылова, которые относятся к категории повышенной опасности. Для разработки мероприятий по обеспечению безопасности на остановочных пунктах необходимо решить ряд задач:

- произвести реконструкцию и расчет геометрических параметров объектов транспортной инфраструктуры;
- разработать проект остановочного пункта городского общественного транспорта с учетом современных тенденций по обустройству объектов транспортной инфраструктуры;
- оценить эффективность предлагаемых мероприятий по обеспечению безопасности остановочных пунктов городского общественного транспорта с помощью программ PTV VISSIM и PC-Crash.

#### **3.1 Проект совершенствования организации остановочных пунктов городского общественного транспорта по ул. Красная Армия, ул. Копылова и пр. Свободный**

Для реорганизации остановочных пунктов по ул. Красная Армия, ул. Копылова и пр. Свободный необходимо рассмотреть схему расположения остановок относительно друг друга. На рисунке 3.1 представлен ситуационный план расположения остановочных пунктов по ул. Красная

Армия, ул. Копылова, пр. Свободный, которые будут рассмотрены в выпускной квалификационной работе.

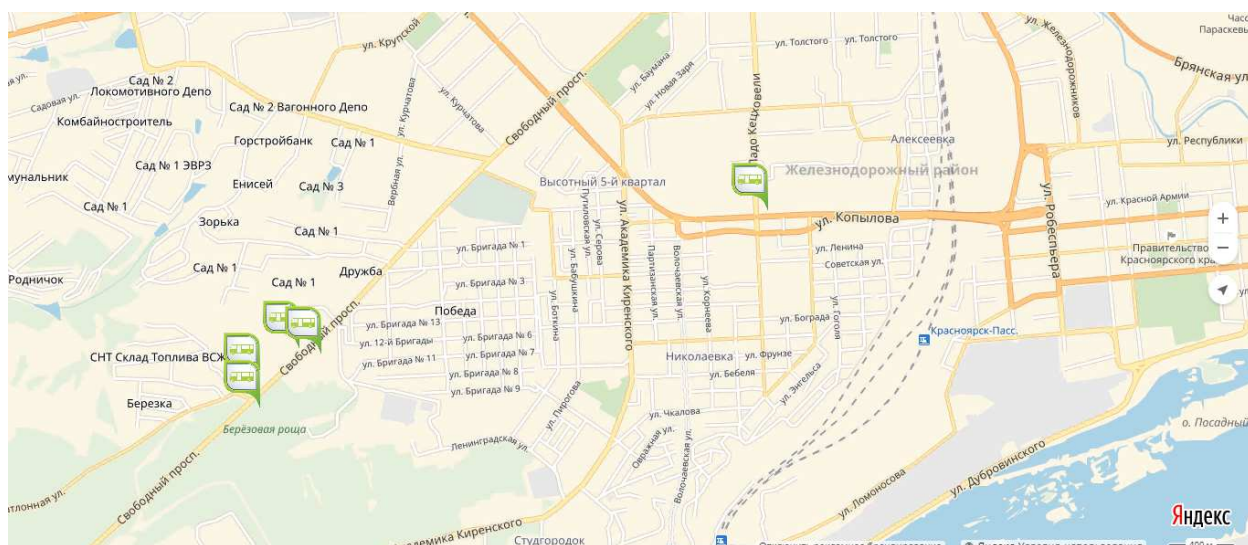


Рисунок 3.1 – Ситуационный план расположения рассматриваемых остановочных пунктов на ул. Красная Армия, ул. Копылова, пр. Свободный

Остановочный пункт «Сопка» в сторону ул. Маерчака находится недалеко от перекрестка пр. Свободный – ул. Биатлонная, а также остановочные пункты противоположных направлений расположены напротив друг друга, хотя ширина проезжей части менее 15 м, что противоречит требованиям. На рисунке 3.2 приведена схема существующей ОДД на остановочных пунктах «Сопка» на пр. Свободный.

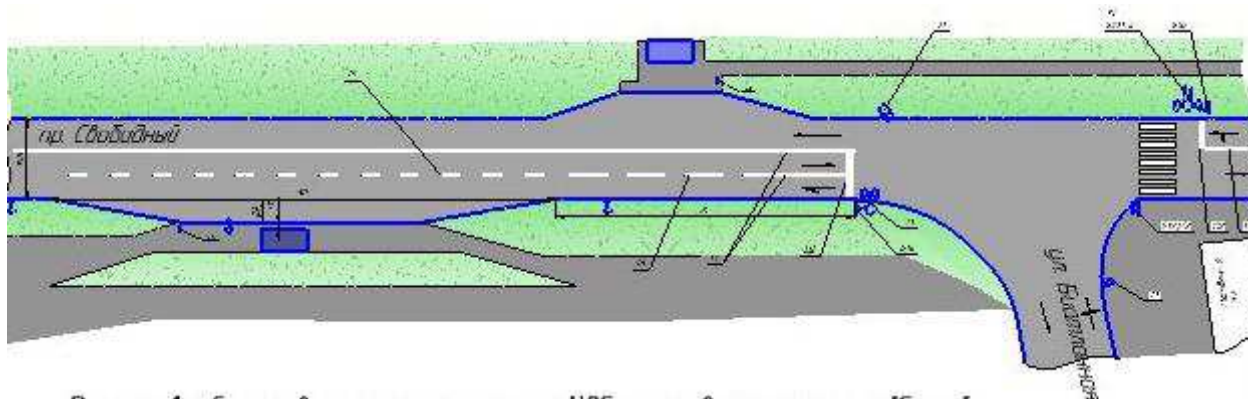


Рисунок 3.2 – Схема существующей ОДД на остановочных пунктах «Сопка» на пр. Свободный

Для того, чтобы остановочный пункт соответствовал требованиям нормативно-технической документации, необходимо перенести в сторону ул. Лесная за перекресток и оборудовать его. Схема проектируемой ОДД на остановочных пунктах «Сопка» представлена на рисунке 3.3.

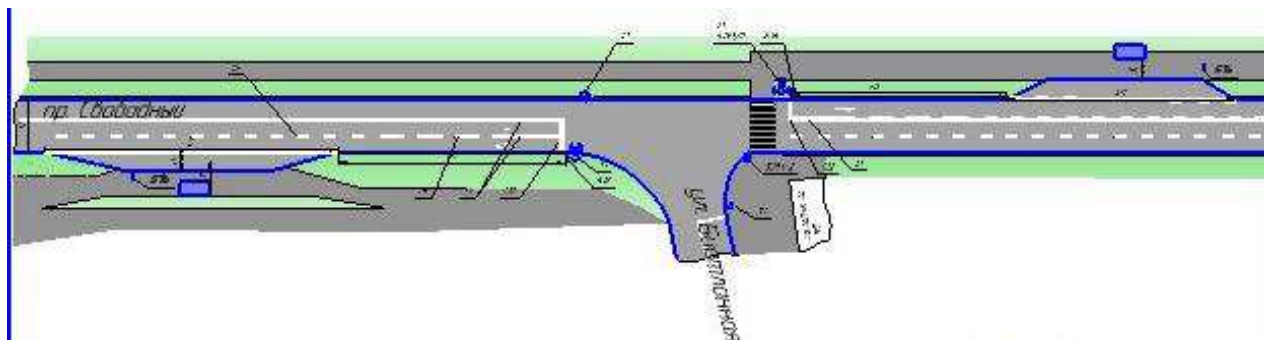


Рисунок 3.3 – Схема проектируемой ОДД на остановочных пунктах «Сопка»

На схеме дорожные знаки устанавливаются в соответствии с ГОСТ Р 52290–2004, а дорожная разметка наносится в соответствии с ГОСТ Р 51256–2011. Дислокация дорожных знаков и дорожной разметки на остановочных пунктах «Сопка» на пр. Свободный приведена в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Дислокация дорожных знаков на остановочных пунктах «Сопка» на пр. Свободный

Вид	Номер и наименование	Место установки	Количество	Способ установки
	2.1 «Главная дорога»	перекресток ул. Биатлонная – пр. Свободный	1	стойка
	2.4 «Уступите дорогу»	перекресток ул. Биатлонная – пр. Свободный	1	стойка



Окончание таблицы 3.1












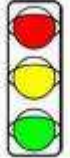

Вид	Номер и наименование	Место установки	Количество	Способ установки
	5.16 «Место остановки автобуса и(или) троллейбуса»	ул. Ак. Киренского	2	стойка
	5.19.1/2 «Пешеходный переход»	ул. Ак. Киренского	2	стойка
	6.16 «Стоп-линия»	ул. Ак. Киренского	2	стойка

Таблица 3.2 – Дислокация дорожной разметки на остановочных пунктах «Сопка» по пр. Свободный

Вид	Номер разметки	Тип разметки	Место нанесения
	1.1	сплошная	пр. Свободный непосредственно перед пешеходным переходом до разметки 1.12
	1.3	двойная сплошная	пр. Свободный по всей протяженности
	1.5	прерывистая	до перекрестка перед разметкой 1.6
	1.6	линия приближения	до перекрестка перед разметкой 1.1
	1.11	сплошная с прерывистой	в заездном «кармане» на остановочном пункте
	1.12	стоп-линия	непосредственно перед регулируемым перекрестком
	1.14.1	пешеходный переход «зебра»	на пешеходном переходе
	1.17	ломаная	место остановки

Дислокация средств регулирования дорожного движения на остановочных пунктах «Сопка» по пр. Свободный представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Дислокация средств регулирования дорожного движения на остановочных пунктах «Сопка» по пр. Свободный

Вид	Тип и исполнение	Место установки	Количество
	Т.1	перекресток ул. Биатлонная – пр. Свободный	6
	П.1	перекресток ул. Биатлонная – пр. Свободный	2

Остановочные пункты «Сибирский Федеральный Университет» расположены возле учебных корпусов и общежитий СФУ, где формируются крупные пассажиропотоки, что требует обеспечение их безопасности. Существующая схема расположения остановочных пунктов «СФУ» на пр. Свободный представлена на рисунке 3.4.

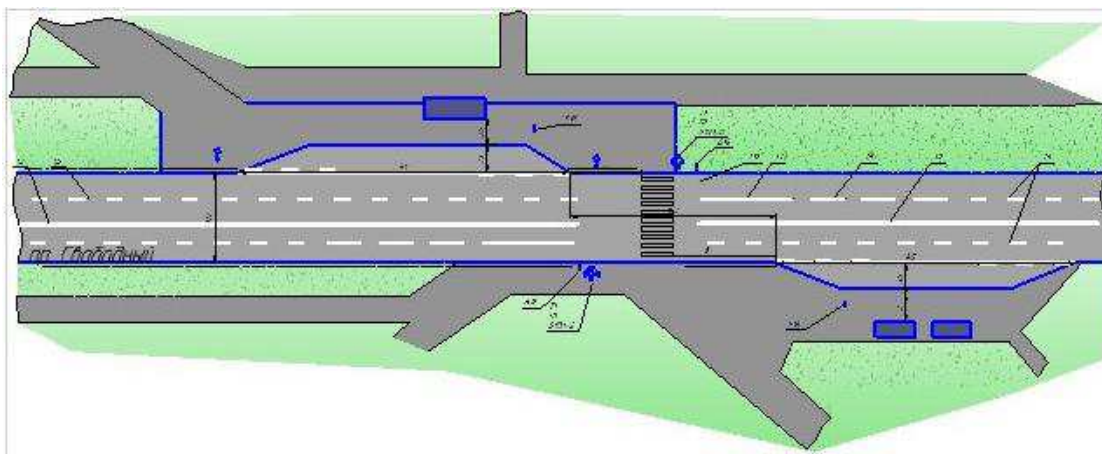


Рисунок 3.4 – Существующая схема расположения остановочных пунктов «СФУ» на пр. Свободный

Остановочные пункты «СФУ» разных направлений необходимо отнести на расстояние друг от друга, чтобы расположить пешеходный переход в соответствии с требованиями. Схема проектируемой ОДД остановочных пунктов «СФУ» на пр. Свободный представлена на рисунке 3.5.

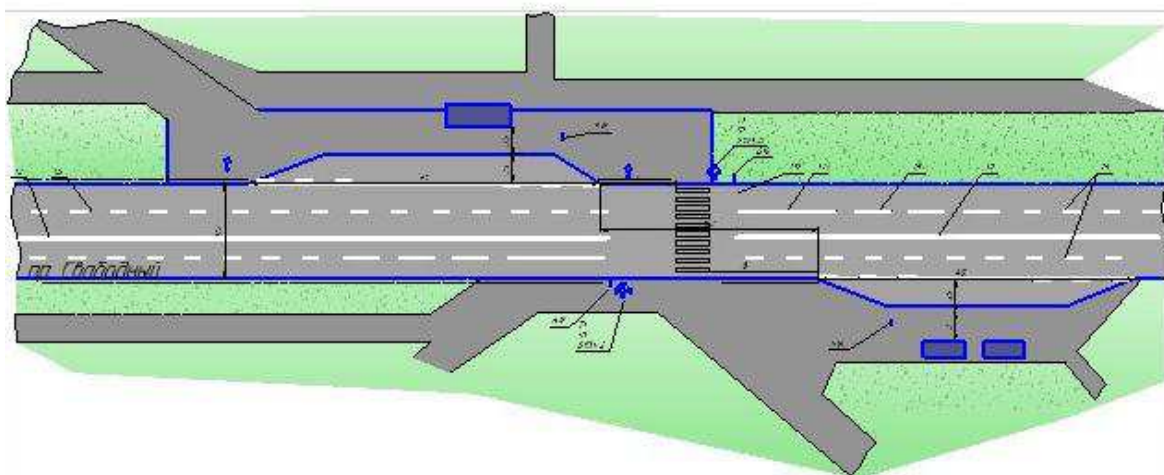


Рисунок 3.5 – Схема проектируемой ОДД остановочных пунктов «СФУ» на пр. Свободный

Дислокация дорожных знаков, разметки и средств регулирования дорожного движения аналогична с приведенной для остановочных пунктов «Сопка» по пр. Свободный в таблицах 3.1 – 3.3.

По ул. Копылова возле остановочного пункта «мкр. Западный» организовано одностороннее движение в три полосы, что позволяет организовать остановочный пункт без заездного «кармана», но с учетом интенсивности транспортного потока необходимо обустроить заездной «карман», соответствующий требованиям. Существующая схема ОДД возле остановочного пункта «мкр. Западный» на ул. Копылова приведена на рисунке 3.6.

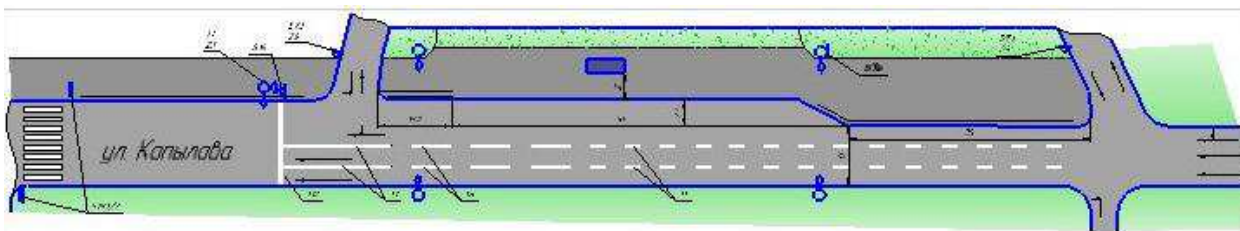


Рисунок 3.6 – Существующая схема ОДД возле остановочного пункта «мкр. Западный» на ул. Копылова

На остановочном пункте «мкр. Западный» на ул. Копылова необходимо реорганизовать заездной «карман»: расширить его до 3,5 м и оставить выезд для общественного транспорта. На данном остановочном пункте наблюдается значительный пассажиропоток, поэтому для обеспечения гарантированной безопасности предлагается установить болларды. Автопавильон в соответствии с ГОСТ Р 52766–2007 располагается на расстоянии 3 м от проезжей части. Дорожный знак 5.16 «Место остановки автобуса и(или) троллейбуса» устанавливается на отдельной стойке с учетом ГОСТ Р 52290–2004. Схема проектируемой ОДД остановочного пункта «мкр. Западный» на ул. Копылова представлена на рисунке 3.7.

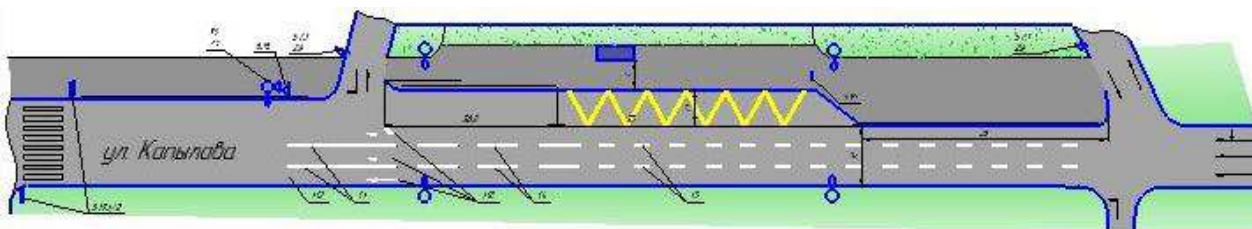


Рисунок 3.7 – Схема проектируемой ОДД остановочного пункта «мкр. Западный» на ул. Копылова

Дислокация дорожных знаков и разметки на УДС возле остановочного пункта «мкр. Западный» по ул. Копылова аналогична с УДС возле остановочных пунктов «Сопка» по пр. Свободный, которая приведена в таблицах 3.1 и 3.2.

Рассмотренные схемы ОДД возле остановочных пунктов городского общественного транспорта являются типичными для г. Красноярска, поэтому предлагаемые мероприятия по совершенствованию организации и повышению безопасности дорожного движения могут быть применены в аналогичных ситуациях для других остановочных пунктов. Основная сложность при проектировании заключается в том, что в условиях сложившейся застройки не всегда возможно выполнить все требования нормативно-технической документации, поэтому необходимо использовать альтернативные методы обеспечения безопасности, в том числе устанавливать заграждающие конструкции.

### **3.2 Мероприятия по повышению безопасности остановочных пунктов городского общественного транспорта**

Как было выявлено ранее большинство остановочных пунктов г. Красноярска выполнены с нарушениями требований нормативно-технической документации. Городское население увеличивается, а вместе с ним растет уровень автомобилизации, пешеходные потоки.

Обеспечение безопасности на остановочных пунктах возможно по двум направлениям: защита пешеходов на остановочных пунктах с помощью ограждающих устройств и строгое выполнение требований нормативно-технической документации при организации субъектов транспортной инфраструктуры. Последний вариант защиты был рассмотрен и проанализирован ранее в пунктах работы.

Существуют два типа заградительных устройств, применимых к остановочным пунктам общественного транспорта:

- 1 заградительные препятствия (болларды);
- 2 дорожные блокираторы.

По устройству болларды бывают:

- автоматические;
- съемные;
- стационарные.

Автоматические болларды выдвигаются за счет встроенного или внешнего привода из земли, состоят из подземной части (цоколя), в которой располагаются элементы привода, автоматика, подогрев и элементы контроля положения, и надземной, в которой находится сам выдвижной столб. Выдвижной или заградительный элемент болларда – столб. Вид автоматического болларда представлен на рисунке 3.8.



Рисунок 3.8 – Вид автоматических боллардов

Съемные болларды, так же как автоматические болларды, имеют две составляющие части – цоколь и заградительный элемент. Заградительный элемент монтируется на стационарном цоколе с помощью специальных фиксирующих устройств. Заградительный элемент болларда может быть

демонтирован для обеспечения временного проезда транспортных средств, крупногабаритных колясок, уборки территории. Вид установленного съемного болларда представлена на рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 – Вид съемного болларда

Стационарные болларды – это заградительные устройства, которые стационарно устанавливаются на проезжей части или вдоль тротуара, ограничивая тем самым проезд транспортных средств. Ярким примером стационарного болларда являются тротуарные столбики, вдоль дорог в центрах европейских городов, а также и в крупных городах России. Вид установленных на остановочном пункте в г. Саратове стационарных боллардов приведено на рисунке 3.10.



Рисунок 3.10 – Вид установленных на остановочном пункте в г. Саратове стационарных боллардов

По назначению болларды делятся:

- противотаранные болларды предназначены для применения на объектах с реальной угрозой террористической атаки или в местах, где существует опасность неконтролируемого выезда транспортных средств на охраняемую территорию. Основная задача противотаранного болларда гарантированно остановить таранящее транспортное средство и нанести ему урон, не позволяющий двигаться дальше, что должно быть подтверждено испытаниями.

- заградительный боллард (или легкий противотаранный боллард) предназначен для регулирования потоков транспортных средств, например въездов во дворы или на территорию частных парковок. Данные модели боллардов должны выдерживать легкие удары транспортных средств



без ущерба для конструкции болларда, но не рассчитаны для предотвращения реальной таранной атаки.

По конструкции привода болларды бывают:

- электромеханические;
- гидравлические;
- гидравлические с встроенной гидравлической станцией;
- пневматические.

Наибольшее распространение электроприводы получили в заградительных боллардах. Это связано прежде всего с небольшой нагрузкой на привод, в заградительных боллардах высота удерживающего элемента, составляет от 500 до 700 мм, толщина стенки от 3 до 6 мм, вес не превышает 30 кг. Преимущества боллардов с электромеханическим приводом: их стоимость, такие выдвижные столбики дешевле гидравлических, простота монтажа и подключения. Недостатки: даже включенный подогрев не всегда гарантирует исправную работу столба в зимних условиях, чувствительны к сырости, требуется обязательное техническое обслуживание электродвигателя и червячной передачи, при отсутствии питания некоторые модели могут самопроизвольно опускаться.

Дополнительные функции к электромеханическим боллардам: фотодатчики движения, магнитные петли, радиоканал управления, распознавание звуковых сигналов машин скорой помощи, пожарных и др., радиометки, управление боллардом с помощью сотового телефона.

Противотаранные выдвижающиеся болларды используют только гидравлические привода. Это обусловлено большим весом поднимающегося столба (иногда высота столба может достигать 1000 мм, толщина стенки до 30 мм, а вес до 350 кг). Гидравлический привод гарантирует высокую скорость подъема (время реакции системы на угрозу). При выборе устройства с гидроприводом необходимо учитывать, что данные болларды работают только совместно с гидравлической станцией. Гидравлические станции подбираются отдельно, на выбор станции влияет количество

подключенных к ней боллардов, скорость, с которой они должны подниматься и другие параметры.

К таким устройствам можно установить множество дополнительных опций согласно различным запросам установки, такие как:

- 1) пульта дистанционного управления, таймеры и т. д.;
- 2) элементы безопасности – детекторы индуктивной петли, фотодатчики движения, видеофиксация, датчики радиометок и т. д.;
- 3) элементы конфигурации – устройства для автоматического опускания болларда в случае сбоя питания и системы отопления и др.

В случае отключения электричества можно предусмотреть в гидравлической станции ручной насос, который позволит опускать или поднимать заграждение вручную.

Особенность боллардов с индивидуальной гидростанцией – это возможность их использования как антивандальные выдвижные столбики (толщина стенки болларда может быть до 18 мм). Очень часто выдвижные столбы со встроенной гидравлической станцией используют совместно со стационарными противотаранными столбами. Устройства могут использоваться как в антитеррористическом (противотаранные болларды), так и в заградительном исполнении. Болларды арктического исполнения работают при температуре до -45 без подогрева.

Болларды с пневматическим приводом не нашли широкого распространения в России. Это связано с тем, что подобные устройства не могут исправно функционировать в условиях низких температур, а также шум, издаваемый компрессором, доставляет неудобства местным жителям. Пневматические приводы чувствительны к поперечному давлению. В остальном выдвижные столбики с пневматическим приводом имеют аналогичны гидравлическим.

Стоимость заградительных боллардов несколько ниже, чем противотаранных, что связано с прочностью конструкции устройства.

Наиболее дешёвым вариантом являются стационарные болларды. Однако, в случае необходимости боллард невозможно убрать, не демонтировав его. Средняя стоимость устройства – 8 000 рублей и монтаж – 15 000 рублей.

Съемные болларды дешевле автоматических, но для их снятия необходимо применить усилия, а также возможно использовать только как заградительные болларды. Стоимость немного выше, чем у стационарных – 14 000 рублей, монтаж – 15 000 рублей.

Стоимость автоматических боллардов колеблется в зависимости от типа привода и конструкции – от 85 000 до 450 000 рублей.

Схема порядка монтажа противотаранных стационарных боллардов представлена на рисунке 3.11.

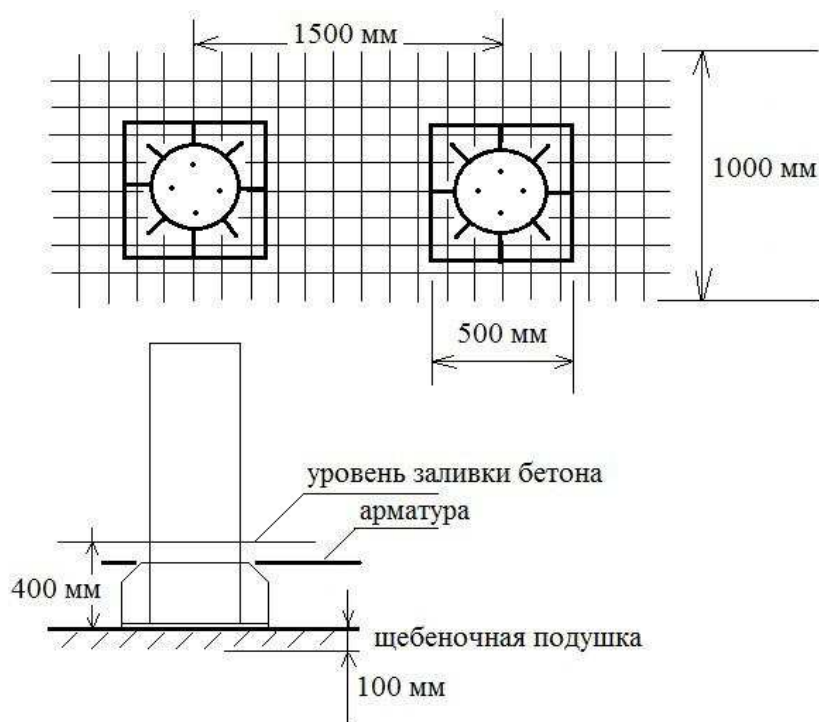


Рисунок 3.11 – Схема порядка монтажа противотаранных стационарных боллардов

Щебеночная подушка не менее 100 мм, фракция 10/20. Обвязка арматурой – диаметр 10 мм. Максимальное расстояние между столбами – 1,5 м.

Для остановочных пунктов наиболее целесообразно использование съемных боллардов. Это обусловлено невысокой ценой и увеличением расстояния между столбами для проезда маломобильных групп населения, детских колясок и прочего. При достаточном финансировании рекомендуется установка гидравлических боллардов, так как в этом случае опускание устройств не требует дополнительных усилий, появляется возможность увеличения прочности конструкции.

### **3.3 Расчет противотаранных стационарных боллардов на прочность**

Далее необходимо произвести расчет на прочность заградительных съемных боллардов для оценки их способности защитить пешеходов от наезда. В данной случае выполняется оценка прочности при ударной горизонтальной нагрузке при простейших деформациях для упрощения расчета.

Если груз  $Q$  действует на систему статически, то ее деформация будет равна  $\delta_{ст}$ . Если тот же груз с некоторой скоростью  $v$  окажет воздействие на систему, то ее деформация будет отличаться от  $\delta_{ст}$ . При этом в результате удара конструкция получит некоторую «динамическую» деформацию  $\delta_{д}$ .

Динамический коэффициент в этом случае найдем так [14]:

$$\text{—} \tag{3.1}$$

Так как в соответствии с законом Гука напряжения прямо пропорциональны деформациям, то можем записать также [14]:

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad (3.2)$$

Таким образом, для того, чтобы найти напряжения в системе при ударе, необходимо рассмотреть ту же конструкцию, нагруженную теми же силами статически, найти напряжения в элементах конструкции в этом случае, а затем увеличить найденные напряжения на динамический коэффициент.

Условие прочности в данном случае имеет вид [14]:

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (3.3)$$

где  $[\sigma]$  – допускаемое нормальное напряжение.

Полагая, в соответствии с первым допущением, что кинетическая энергия  $T$  ударяющего тела полностью переходит в потенциальную энергию  $U_d$  деформации упругой системы, запишем равенство [14]:

$$T = U_d \quad (3.4)$$

Кинетическая энергия при ударе легкового автомобиля полной массой  $m = 1560$  кг, двигающегося со скоростью  $v = 16,67$  м/с (или 60 км/ч) будет равна:

$$T = \frac{mv^2}{2} = \frac{1560 \cdot 16,67^2}{2} = 216753,3 \text{ Дж} \quad (3.5)$$

$$F = \frac{T}{\Delta l} = \frac{216753,3}{0,1} = 2167533 \text{ Н} = 216,753 \text{ кН}$$

Вычислим теперь потенциальную энергию при ударе  $U_d$ . При статической деформации в пределах действия закона Гука потенциальная энергия деформации определяется [14]:

$$U_d = \frac{P \cdot \Delta l}{2}, \quad (3.6)$$

где  $P$  – вес груза, Н.

Статическая деформация равна [14]:

$$\Delta l = \frac{P \cdot l}{E \cdot J_x}, \quad (3.7)$$

$$J_x = \frac{\pi \cdot d^4}{64}, \quad (3.8)$$

где  $c$  – коэффициент пропорциональности;

$E$  – модуль упругости Юнга,  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа;

$l$  – высота болларда, м;

$J_x$  – осевой момент инерции относительно оси  $X$ ,  $m^4$ , для круглого сечения [14]:

$$J_x = \frac{\pi \cdot D^4 - \pi \cdot d^4}{64}, \quad (3.9)$$

где  $D$  – диаметр болларда,  $D = 0,325$  м;

$d$  – внутренний диаметр болларда,  $d = 0,265$  м.

Таким образом, статическая деформация может быть определена отношением [14]:

$$\Delta l = \frac{P \cdot l}{E \cdot J_x}. \quad (3.10)$$

Тогда [14]:

$$\dots \dots \dots (3.11)$$

При мгновенном приложении нагрузки коэффициент деформации равен 2. По аналогии со статическим приложением нагрузки рассмотрим и ударное ее приложение. По закону Гука напряжения и усилия пропорциональны деформации, поэтому [14]:

$$\dots \dots \dots (3.12)$$

$$\dots \dots \dots (3.13)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

Теперь стало возможным посчитать динамическую деформацию [14]:

$$\dots \dots \dots (3.14)$$

\_\_\_\_\_ МПа.

Для боллардов используется сталь 20, предел прочности которой составляет  $[\delta] = 420 \text{ МПа}$ . Как видно, полученное значение динамической деформации во много раз ниже предела прочности, а это значит, что противотаранный боллард легко справится с нагрузкой, действующей от удара легкового автомобиля.

Использование противотаранных боллардов на остановочных пунктах городского общественного транспорта обеспечит гарантированную безопасность для пассажиров, ожидающих подвижной состав. Проверим вывод с помощью программы для моделирования столкновений PC-Crash.

### **3.4 Моделирование видов ДТП в компьютерной программе для реконструкции механизма ДТП PC-Crash**

Прежде чем приступить к моделированию и визуализации происшествий на остановочных пунктах городского общественного транспорта необходимо изучить функциональные возможности программы PC-Crash и рассмотреть круг решаемых ею задач.

#### **3.4.1 Функциональные возможности программы для моделирования и реконструкции механизмов ДТП PC-Crash**

PC-Crash – это современная компьютерная программа для моделирования и реконструкции механизма ДТП. В PC-Crash заложены мощнейшие инструменты, позволяющие определять траектории и скорости движения автомобилей до и после столкновения, проводить точный анализ большого разнообразия ДТП и других дорожно-транспортных ситуаций. Результаты представляются в виде 2D, 3D визуализации, а также подробных отчетов в виде таблиц и графиков. [15]

Компьютерная программа для моделирования и реконструкции механизма ДТП PC-Crash основана на сложном и наукоемком физико-математическом алгоритме, апробированном на большом количестве реальных краш-тестов и экспериментальных столкновений.

Компьютерная программа для моделирования и реконструкции механизма ДТП PC-Crash в соответствии с решением секции научно-методического совета РФЦСЭ при Минюсте России по автотехнической экспертизе рекомендована к использованию в судебной автотехнической экспертизе. [15]

Исследования обстоятельств и механизма ДТП с использованием компьютерной программы PC-Crash проводятся квалифицированными



экспертами-автотехниками с большим опытом работы, в том числе в государственных судебно-экспертных учреждениях. Все эксперты, использующие в своей работе программу, должны пройти специальную подготовку по руководству программой PC-Crash.

Функциональные возможности программы для моделирования и реконструкции механизма ДТП PC-Crash:

- моделирование движения автотранспортного средства (АТС) в динамическом режиме;
- кинематический расчет стандартных дорожно-транспортных ситуаций при анализе обстоятельств ДТП (без учета сил, действующих на АТС);
- возможность моделирования столкновений с участием до 32 АТС в одном исследовании;
- применение пространственных моделей для АТС и человека, учет действительной геометрии кузова при моделировании наезда на пешехода;
- решение отдельных задач трасологической диагностики;
- визуализация процесса движения и столкновения АТС.

### 3.5.2 Анализ видов ДТП на остановочных пунктах в зависимости от их оборудования с применением программы моделирования PC-Crash

В зависимости от оборудования остановочного пункта возможны различные последствия для пешеходов при наезде автомобиля на остановочный пункт. Для анализа наездов были выбраны три варианта: обычный остановочный пункт без заездного «кармана», остановочный пункт с заездным «карманом» и остановочный пункт, оборудованный боллардами.

Изначально была построена модель остановочного пункта без заездного «кармана» возле четырехполосной проезжей части, коэффициент сцепления колес с дорогой равен 0,7. Размеры автопавильона составляют: длина – 3 м, ширина – 1,2 м, высота – 2,55 м; масса конструкции равна 350

кг. На посадочной площадке поставлены три человек – многомассовые системы. В сторону остановки движется легковой автомобиль Lada Granta, который наиболее часто встречается на российских дорогах, со скоростью 70 км\ч. Ситуационная модель ДТП представлена на рисунке 3.12.

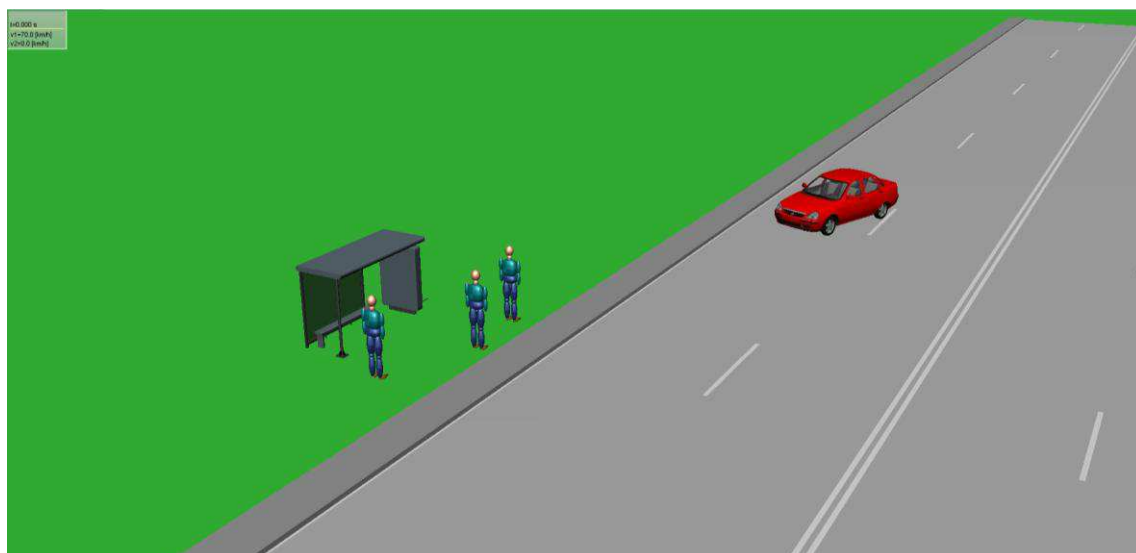


Рисунок 3.12 – Ситуационная модель ДТП

Задаем фазы ДТП для реализации (рисунок 3.13). В соответствии с заданными параметрами запускаем моделирование и оптимизацию столкновения.

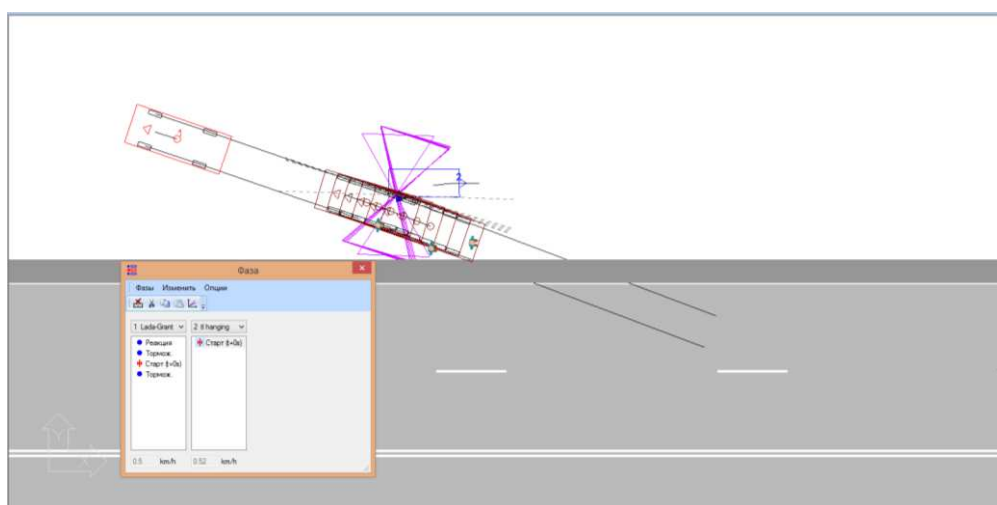


Рисунок 3.13 – Фазы столкновения автомобиля на остановочном пункте без заездного «кармана»

При наезде легковой автомобиль сбивает троих пешеходов, стоящих на посадочной площадке и таранит автопавильон, достигая полной остановки на некотором расстоянии от него (павильона). На рисунке 3.14 представлены основные данные по ДТП, такие как скорость при ударе, коэффициент трения в точке контакта, интенсивность торможения, а также плоскость столкновения.

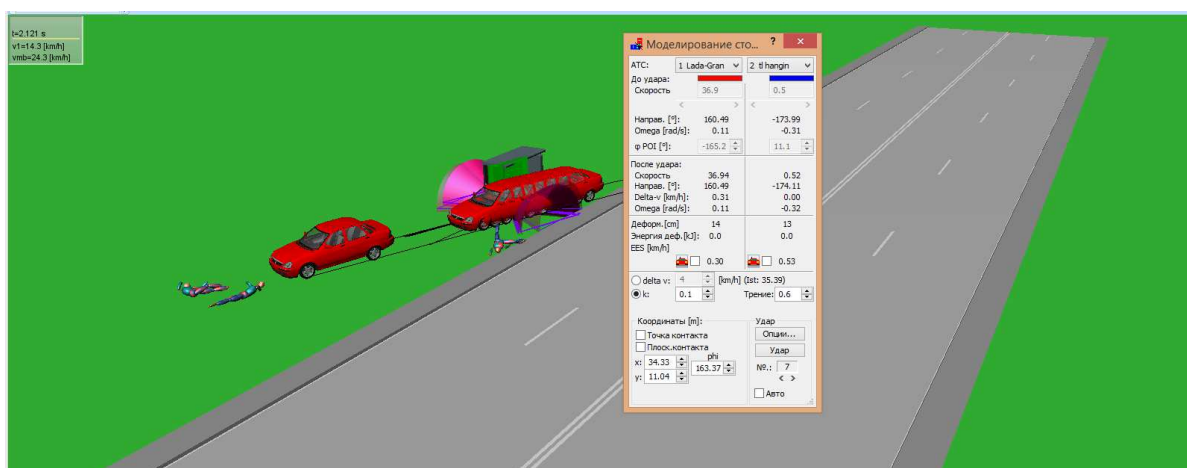


Рисунок 3.14 – Результирующие данные, характеризующие ДТП

Скорость после удара равна 36,94 км/ч, легковой автомобиль был деформирован на 14 см, автопавильон – 13 см при коэффициенте трения в точке контакта 0,6.

Программа позволяет вычислить техническую возможность избежать наезд в данной ситуации, изменяя два параметра: скорость и интенсивность торможения. На рисунке 3.15 приведены результаты расчета технической возможности легкого автомобиля избежать наезд.

Если бы легковой автомобиль в начальном положении имел скорость 47 км/ч, то водитель смог бы вовремя остановиться при коэффициенте сцепления колес с дорогой 0,7. При уменьшении коэффициента сцепления,

скорость движения автомобиля должна снижаться. Также избежать наезд было возможно при интенсивности торможения  $7 \text{ м/с}^2$ .

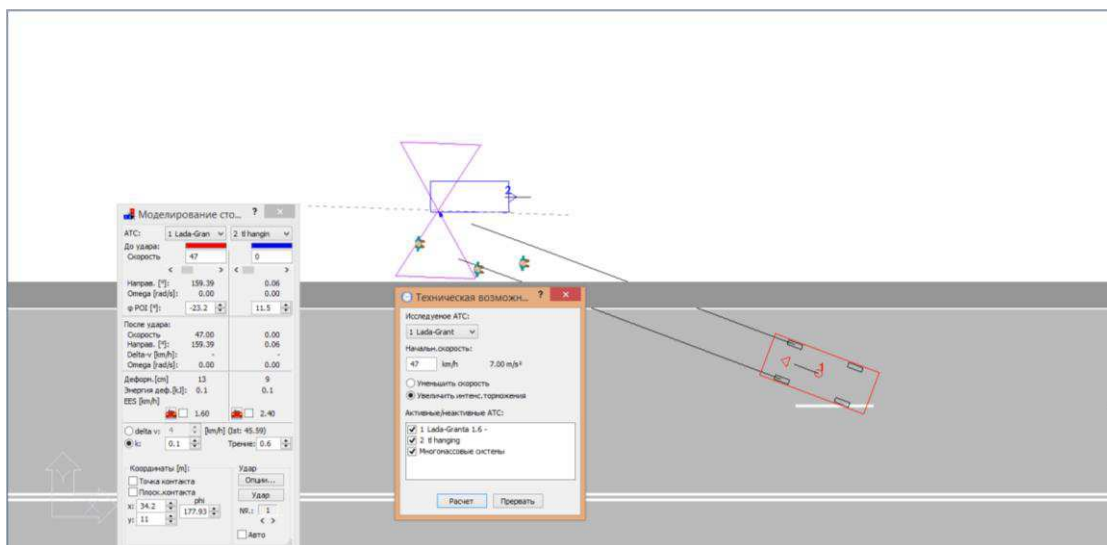


Рисунок 3.15 – Результаты расчета технической возможности легкого автомобиля избежать наезд

Следующая модель наезда строится для остановочного пункта с заездным «карманом» шириной 3,5 м и бордюром высотой 0,2 м. На посадочной площадке и площадке ожидания находятся три пешехода (многомассовые системы). Происходит наезд легкового автомобиля Lada Granta на остановочном пункте, представленное на рисунке 3.16.

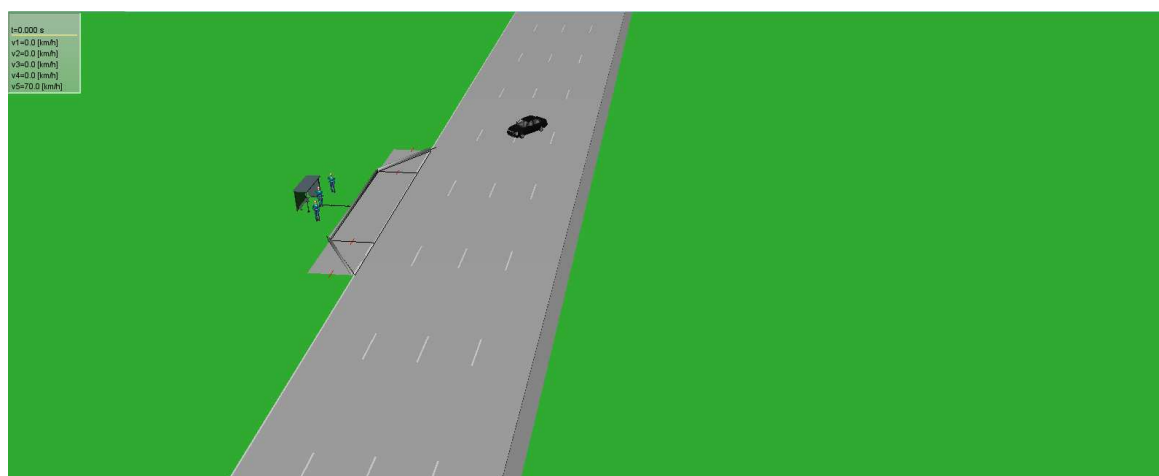


Рисунок 3.16 – Модель наезда легкового автомобиля Lada Granta на остановочном пункте с заездным «карманом»

Скорость автомобиля до удара равна 70 км/ч, коэффициент сцепления колес с дорогой – 0,7. Далее необходимо задать фазы ДТП, наиболее отвечающие реальной ситуации. Фазы ДТП легкового автомобиля на остановочном пункте с заездным «карманом» приведены на рисунке 3.17.

Запускаем моделирование и оптимизацию столкновения, после чего на экране появляются основные результирующие данные по ДТП. В данном случае сбит только один человек, автомобиль при наезде на бордюр несущественно изменяет траекторию движения, затем происходит наезд на автопавильон. На рисунке 3.18 представлены основные данные, характеризующие ДТП на остановочном пункте с заездным «карманом».

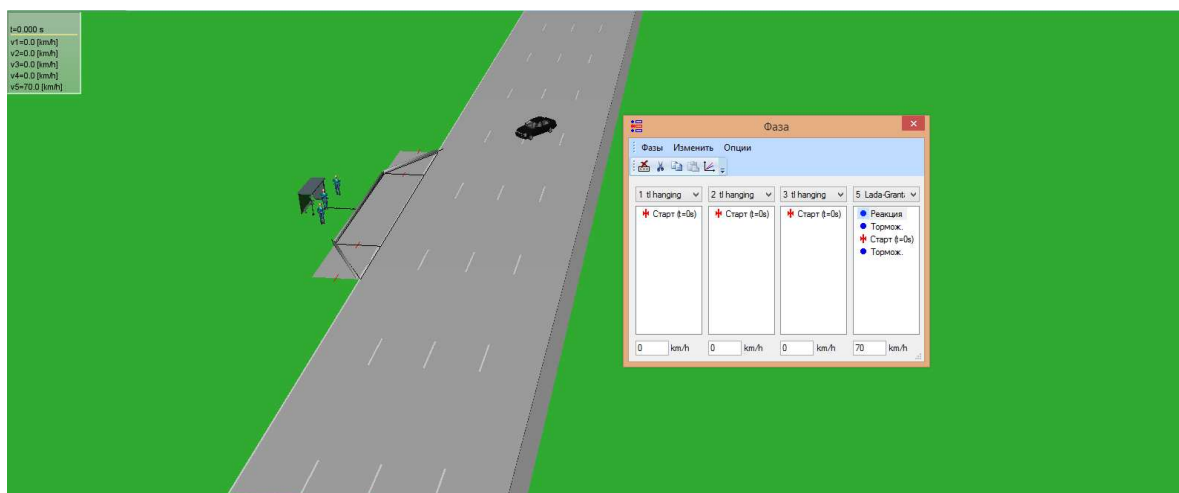


Рисунок 3.17 – Фазы ДТП легкового автомобиля на остановочном пункте с заездным «карманом»

Скорость легкового автомобиля после удара равна 35,79 км/ч, деформация легкового автомобиля 36 см при коэффициенте трения в точке контакта 0,6. Далее необходимо выполнить расчет технической возможности избежать наезд путем уменьшения скорости или увеличения интенсивности торможения. На рисунке 3.19 приведены результаты расчета технической

возможности избежать наезд легкового автомобиля на остановочном пункте с заездным «карманом».

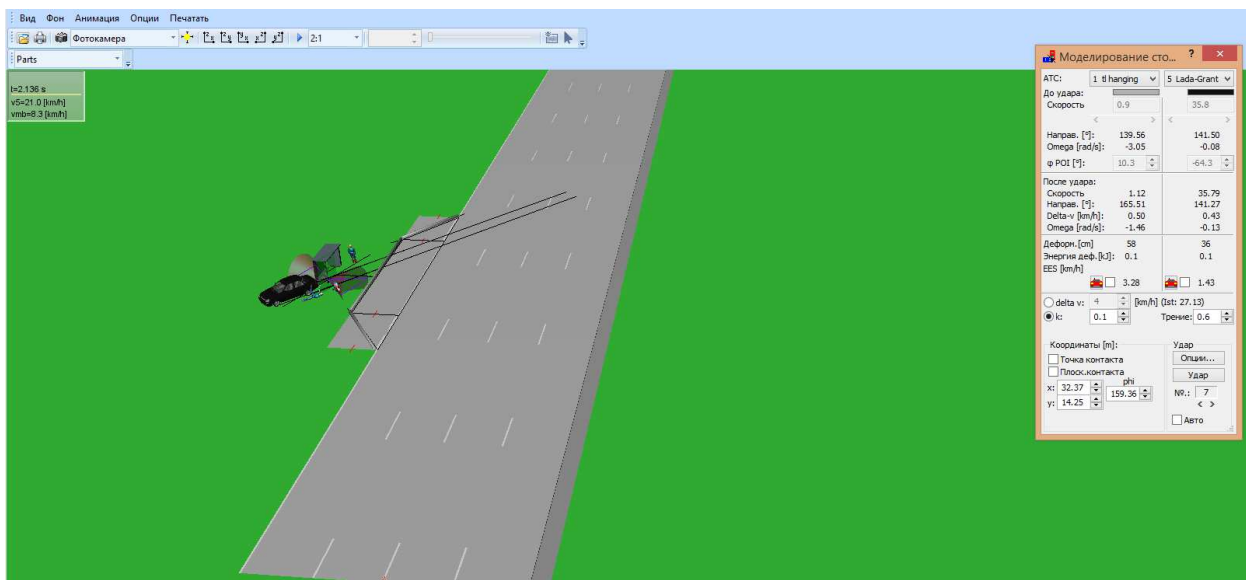


Рисунок 3.18 – Основные данные, характеризующие ДТП на остановочном пункте с заездным «карманом»

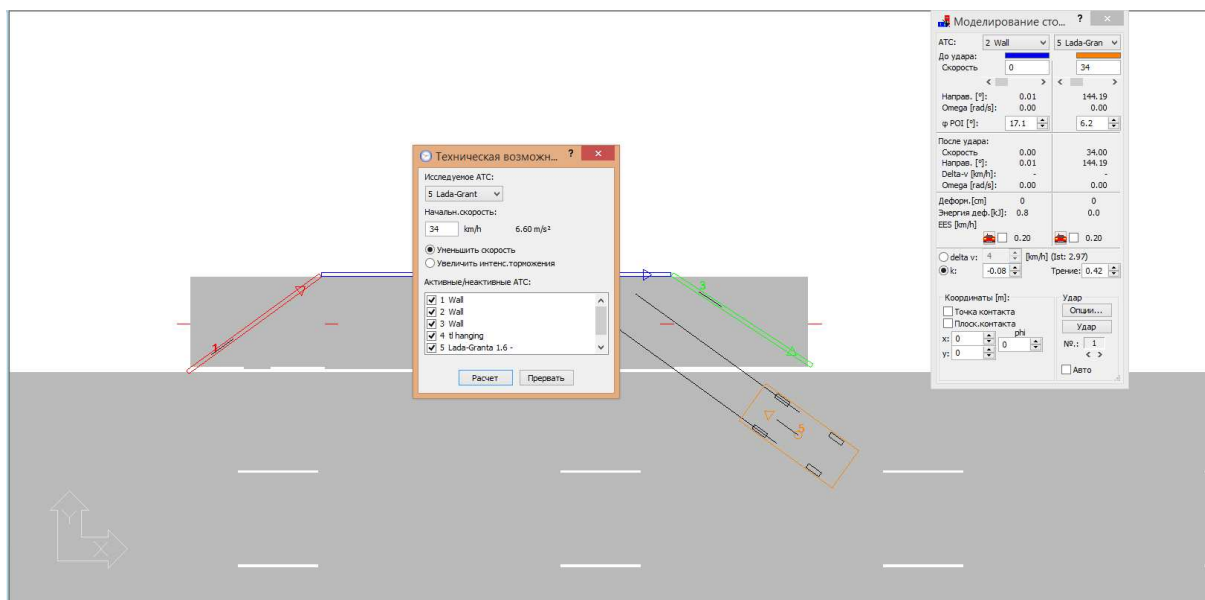


Рисунок 3.19 – Результаты расчета технической возможности избежать наезд легкового автомобиля на остановочном пункте с заездным «карманом»

В данной ситуации максимальная скорость движения легкового автомобиля, позволяющая избежать наезд, равна 34 км/ч, а минимальная интенсивность торможения – 6,6 м/с<sup>2</sup>.

Тем не менее в обоих случаях, ДТП на остановочном пункте с заездным «карманом» или без него ведет к наличию пострадавших людей, ожидающих транспорт.

Рассмотрим модель ДТП при наезде легкового автомобиля Lada Granta на остановочном пункте без заездного «кармана», обустроенного боллардами. Ситуационная 3D-схема приведена на рисунке 3.20.

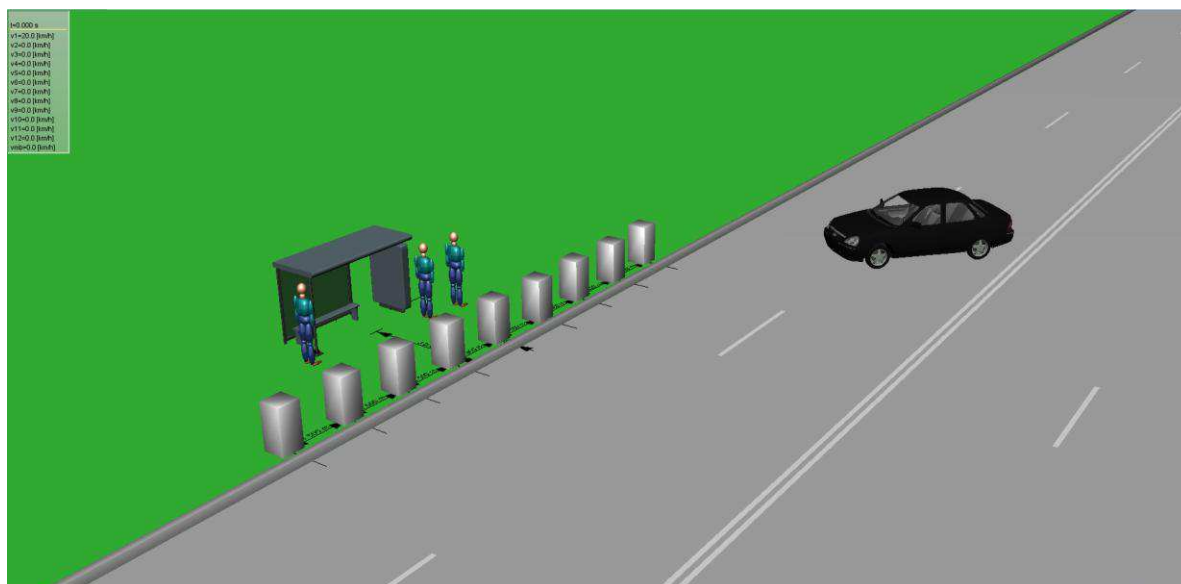


Рисунок 3.20 – Модель ДТП при наезде легкового автомобиля Lada Granta на остановочном пункте без заездного «кармана», обустроенного боллардами

Расстояние между боллардами на схеме равно 1,5 м, скорость легкового автомобиля 70 км/ч. Обозначим в меню фазы ДТП, которые представлены на рисунке 3.21.

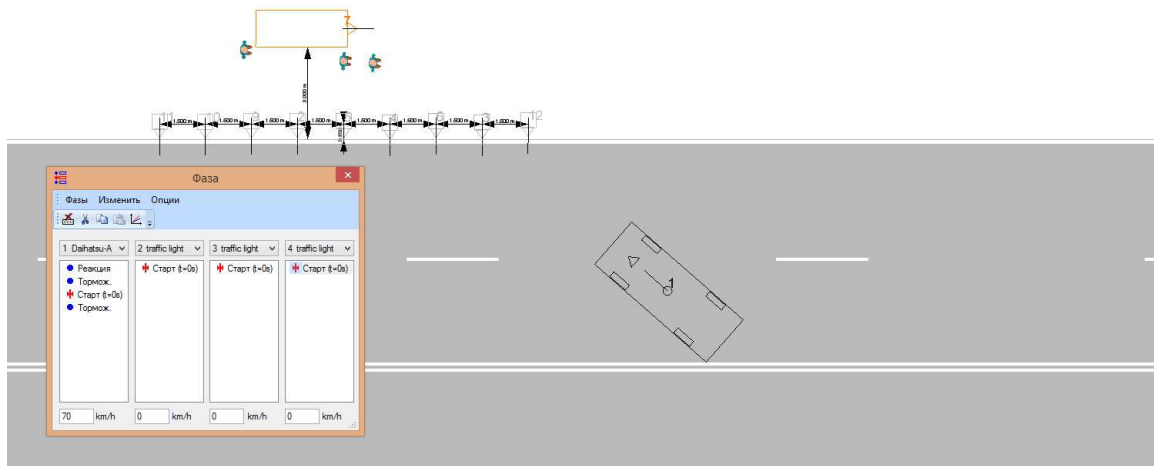


Рисунок 3.21 – Фазы ДТП на остановочном пункте, оборудованном боллардами

Далее запускаем моделирование и оптимизацию столкновения, после чего на экране появляются меню с данными по ДТП и плоскости контакта легкового автомобиля с боллардами. Основные результаты, полученные при моделировании наезда легкого автомобиля на остановочный пункт, оборудованном боллардами, представлены на рисунке 3.22.

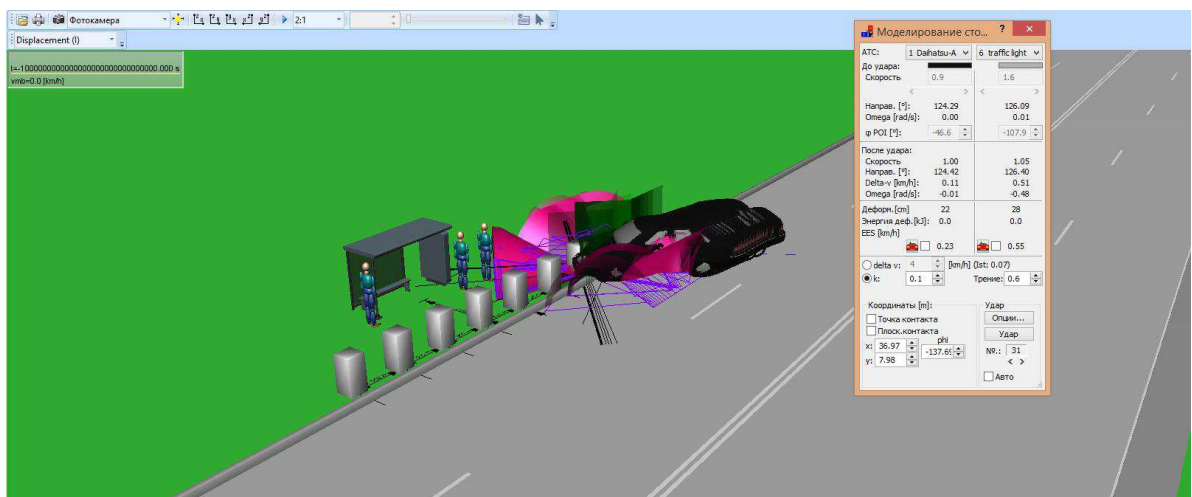


Рисунок 3.22 – Основные результаты, полученные при моделировании столкновения легкого автомобиля на остановочном пункте, оборудованном боллардами



Скорость после удара автомобиля о болларды равна 0, что говорит о том, что заграждения полностью остановили легковой автомобиль, предотвратив наезд на пешеходов. При этом деформация, полученная автомобилем, равна 22 см с трением в точке контакта 0,6. Для оценки технической возможности избежать наезд были выполнены расчеты, результаты которых приведены на рисунке 3.23.

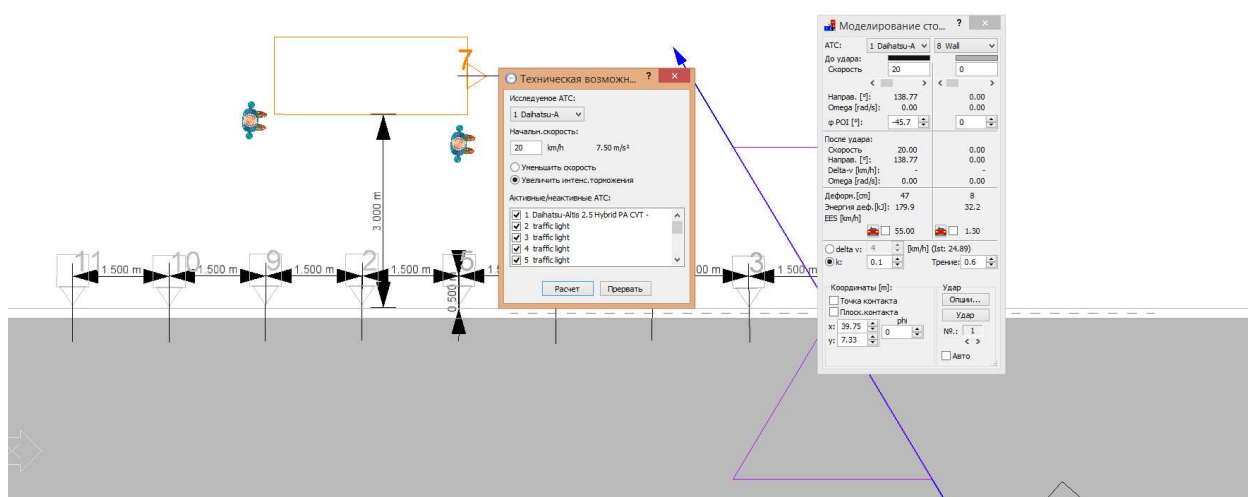


Рисунок 3.23 – Результаты расчета технической возможности предотвратить наезд

Предотвратить наезд легкового автомобиля на установленные болларды возможно было при скорости движения 20 км/ч или интенсивности торможения  $7,5 \text{ м/с}^2$ . Такие условия движения обычно исключены на магистральных улицах города.

В таблице 3.4 представлены результаты моделирования видов ДТП на остановочных пунктах в зависимости от их обустройства.

Таблица 3.4 – Результаты моделирования видов ДТП на остановочных пунктах в зависимости от их обустройства

Параметры	Значения параметров		
	Остановочный пункт без заездного «кармана»	Остановочный пункт с заездным «карманом»	Остановочный пункт с боллардами
Скорость до удара, км/ч	70	70	70
Скорость после удара, км/ч	36,94	35,79	1
Деформация ТС, см	14	36	22
Деформация неподвижного препятствия, см	13	58	28

Сравнивая модели ДТП можно сделать вывод, что при выезде автомобиля на остановочный пункт наличие заездного кармана может только добавить время для остановки или снижения скорости движения транспортного средства водителю, но никак не влияет на последствия от наезда.

Как видно из построенных моделей ДТП, единственный способ гарантировать безопасность пешеходам, ожидающим транспорт на остановочном пункте – это устанавливать заграждения – болларды. Они позволяют даже при превышении скоростного режима остановить автомобиль и предотвратить гибель людей.

### **3.5 Устройство заездных «карманов» на остановочных пунктах городского общественного транспорта и оценка их эффективности с помощью программы PTV VISSIM**

Для увеличения пропускной способности на УДС при определенном уровне загрузки остановочные пункты городского общественного транспорта на магистральных улицах необходимо оборудовать заездными «карманами».

Как уже было сказано в пункте 2.1, заездные «карманы» на остановочных пунктах в соответствии с нормативно-технической документацией устраивают в следующих случаях:

- на дорогах скоростного и улицах непрерывного движения – вне габаритов проезжей части в непосредственной близости от внеуличных пешеходных переходов, на боковых проездах (в случае их наличия);

- на магистральных дорогах и улицах общегородского значения с регулируемым движением и районных при уровне загрузки не более 0,6 – в габаритах проезжей части;

- на магистральных дорогах и улицах с проезжей частью в одну-две полосы движения в одном направлении при уровне загрузки более 0,6 – в заездных "карманах".

На данный момент загрузка большинства магистральных улиц г. Красноярска превышает нормальный уровень, поэтому возникает необходимость устройства остановочных пунктов вне габаритов проезжей части.

Для того, чтобы оценить эффективность предлагаемого варианта обустройства остановочного пункта, необходимо создать модель участок двухполосной проезжей части с остановочным пунктом городского общественного транспорта с помощью программы имитационного моделирования транспортных потоков PTV VISION VISSIM, VISUM. Через данный остановочный пункт проходит 5 автобусных маршрутов с загрузкой аналогичной загрузке возле остановочного пункта «Улица Курчатова» по пр. Свободный. В таблице 3.5 представлена интенсивность движения по проезжей части возле остановочного пункта «Улица Курчатова» по пр. Свободный в сторону ул. Маерчака.

Таблица 3.5 – Интенсивность движения на перегоне возле остановочного пункта «Улица Курчатова» на пр. Свободный в сторону ул. Маерчака

Время суток	Интенсивность, авт./час			
	Легковые	Грузовые	Автобусы	Приведенные
Утро	660	40	28	810
Обед	1044	48	24	1200
Вечер	1610	124	32	1938

Наибольшая загрузка участка УДС приходится на вечернее время. Построим в программе моделирования транспортных потоков VISSIM участок УДС возле остановочного пункта «Улица Курчатова» по пр. Свободный в сторону ул. Маерчака с загрузкой сети в вечернее время, не обустроивая остановочный пункт заездным «карманом». На рисунке 3.24 приведена 2D модель участка УДС возле остановочного пункта «Улица Курчатова» по пр. Свободный в сторону ул. Маерчака.

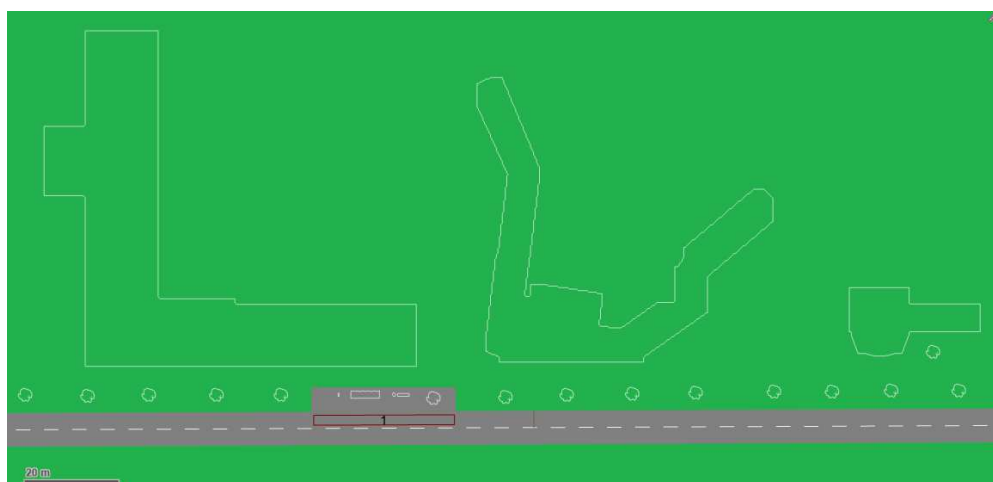


Рисунок 3.24 – 2D модель участка УДС возле остановочного пункта «Улица Курчатова» по пр. Свободный в сторону ул. Маерчака

Для наглядного представления производим анимационную запись смоделированной дорожной ситуацией. На рисунке 3.25 представлена модель участка УДС возле остановочного пункта «Улица Курчатова» без заездного «кармана» по пр. Свободный в сторону ул. Маерчака.

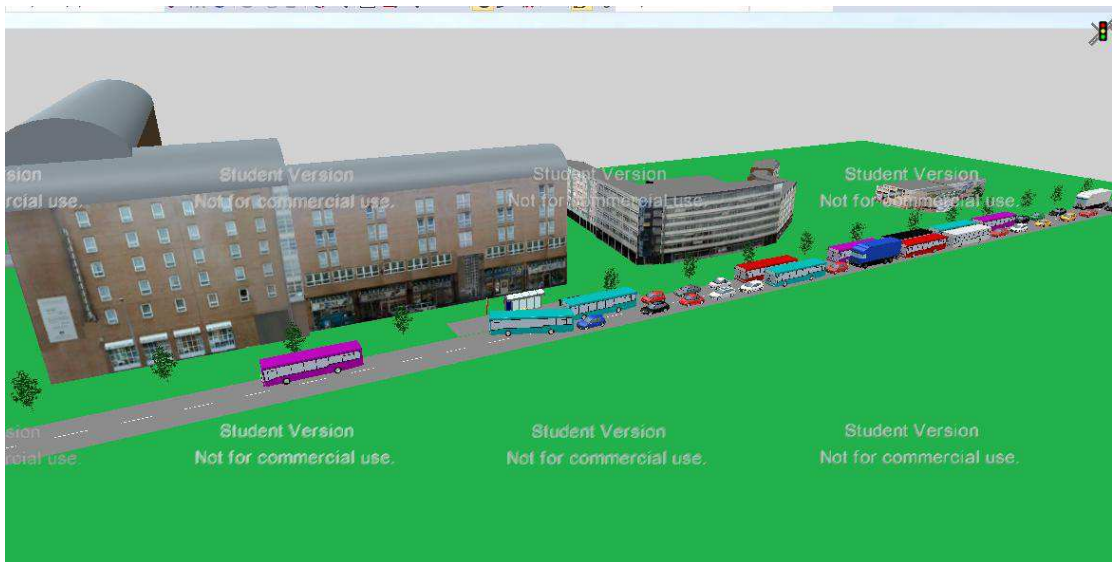


Рисунок 3.25 – 3D-модель участка УДС возле остановочного пункта «Улица Курчатова» без заездного «кармана» по пр. Свободный в сторону ул. Маерчака

При отсутствии заездного «кармана» автобусы на остановочном пункте задерживают транспортный поток, следующий по этой же полосе. В результате чего на дороге образуется заторовая ситуация, которая усугубляется ещё и тем, что другие автобусы для выполнения расписания движения останавливаются даже на второй полосе проезжей части. Результаты сбора данных по участку УДС представлены на рисунке 3.26.

Результаты сбора данных											
Выбрать оформление  <Простой список>											
Числ	ХодИм	ИнтВр	СборДан	Ускорение(все)	Расстояние(все)	Длина(все)	ТС(все)	Люди(все)	ВрВЗатор(все)	Скорость(все)	
2	38	0-600	2	-0,05	130,09	9,26	59	26	49,32	12,14	
3	39	0-600	2	-0,05	130,09	9,26	59	26	49,32	12,14	
4	40	0-600	2	-0,05	130,09	9,26	59	26	49,32	12,14	
5	41	0-600	2	-0,05	130,09	9,26	59	26	49,32	12,14	
6	42	0-600	2	-0,07	130,16	8,49	27	15	26,86	13,04	
7	43	0-600	2	-0,05	130,09	9,26	59	26	49,32	12,14	
8	44	0-600	2	-0,05	130,09	9,26	59	26	49,32	12,14	
9	Ср.значение	0-600	2	-0,04	130,11	9,09	50	23	42,34	12,51	
10	Стандартное отклонение	0-600	2	0,03	0,05	0,31	18	7	13,24	0,76	
11	Минимум	0-600	2	-0,07	130,09	8,49	16	9	15,96	12,14	
12	Максимум	0-600	2	0,04	130,22	9,26	59	26	49,32	14,22	

Рисунок 3.26 – Результаты сбора данных по участку УДС

Средняя скорость транспортного потока равна 12,51 км/ч, а среднее время задержки 42,34 с. Значение скорости движения для городской среды низкое, необходимо ее увеличить, а время задержки уменьшить.

Рассмотрим данный остановочный пункт с организацией заездного «кармана», отвечающего требованиям нормативно-технической документации. Аналогично с предыдущим вариантом осуществляем анимационную запись смоделированной дорожной ситуации. На рисунке 3.27 представлена схема участка УДС возле остановочного пункта «Улица Курчатова» с заездным «карманом» на пр. Свободный в сторону ул. Маерчака.



Рисунок 3.27 – Схема участка УДС возле остановочного пункта «Улица Курчатова» с заездным «карманом» на пр. Свободный в сторону ул. Маерчака

На рисунке видно, что при неизменной интенсивности движения транспортные средства не создают заторов, обе полосы двигаются, не ожидая общественный транспорт. Данные результатов моделирования участка УДС представлены на рисунке 3.28.

Результаты сбора данных										
Выбрать оформлени										
Числ	ХодИм	ИнтВр	СборДан	Ускорение(все)	Расстояние(все)	Длина(все)	ТС(все)	Люди(все)	ВрВЗатор(все)	Скорость(все)
3	39	0-600	2	-0,05	130,09	9,26	59	26	49,32	12,14
4	40	0-600	2	-0,05	130,09	9,26	59	26	49,32	12,14
5	41	0-600	2	-0,05	130,09	9,26	59	26	49,32	12,14
6	42	0-600	2	-0,07	130,16	8,49	27	15	26,86	13,04
7	43	0-600	2	0,46	130,11	7,61	9	5	31,64	23,33
8	44	0-600	2	0,47	130,47	7,09	29	22	0,00	29,94
9	45	0-600	2	0,44	130,57	8,11	12	8	0,00	27,38
10	46	0-600	2	0,48	130,49	7,74	112	73	1,39	26,89
11	Ср.значение	0-600	2	0,16	130,24	8,48	44	24	27,31	18,34
12	Стандартное отклонение	0-600	2	0,26	0,19	0,81	32	19	21,73	7,55
13	Минимум	0-600	2	-0,07	130,09	7,09	9	5	0,00	12,14
14	Максимум	0-600	2	0,48	130,57	9,26	112	73	49,32	29,94

Рисунок 3.28 – Данные результатов моделирования участка УДС

В таблице 3.5 представлены данные результатов моделирования остановочных пунктов городского общественного транспорта без заездного «кармана» и с заездным «карманом».

Таблица 3.5 – Данные результатов моделирования остановочных пунктов городского общественного транспорта без заездного «кармана» и с заездным «карманом»

Параметры	Среднее значение	
	Остановочный пункт без заездного «кармана»	Остановочный пункт с заездным «карманом»
Скорость потока	12,51 км/ч	18,34 км/ч
Время задержки	42,34 с	27,31 с

Средняя скорость транспортного потока увеличилась до 18,34 км/ч, среднее время задержки снизилось на 35,5% (стало равным 27,31 с). Таким образом, организация заездного «кармана», в который входят два автобуса, разгрузило крайнюю правую полосу, снизило задержки транспорта и увеличило скорость потока.

При обустройстве остановочного пункта общественного транспорта в городе важно учитывать то, как повлияет общественный транспорт на характеристики основного потока. Организация заездного «кармана»

необходима на УДС при значительной интенсивности движения, превышающей уровень загрузки более 0,6.

### **3.6 Проекты автопавильонов для остановочных пунктов городского общественного транспорта**

Помимо обеспечения безопасности остановочного пункта в современном мире существует множество требований к объектам транспортной инфраструктуры, например, такие как гармоничность дизайна автопавильона в городской среде, должный уровень комфорта, обеспечиваемый отопителями в холодный период года и кондиционерами в теплый период, информационное оснащение и др.

Остановку общественного транспорта следует рассматривать как комплекс, состоящий из различных функциональных единиц, превращенных в соответствующие элементы оборудования. Поскольку городская среда в РФ неоднородна, то функциональный состав и внешний вид объектов транспортной инфраструктуры разрабатывается отдельно для конкретной ситуации.

Дизайнерское решение остановочного комплекса выполняется с учетом окружающей застройки и функциональной структуры ближайших объектов с целью создания единой концепции с прилегающим пространством.

Все остановочные пункты можно разделить на три группы: крупные, среднего размера и малого размера. В зависимости от принадлежности к определенной группе на остановочном пункте выделяют функциональные зоны. В комплекс крупного размера входят:

- торговые павильоны;
- остановочный павильон, который вмещает не менее 10 человек (либо несколько павильонов);
- доска объявлений;



- карта города с маршрутами общественного транспорта, проходящими через остановочный пункт;

- освещение;
- урны;
- информационное табло.

В остановочный комплекс среднего размера включают:

- торговые павильоны;
- остановочный павильон, который вмещает не менее 7 человек;
- доска объявлений;
- карта города с маршрутами общественного транспорта, проходящими через остановочный пункт;

- освещение;
- урна.

На остановочном пункте малого размера обычно размещаются:

- остановочный павильон, который вмещает не менее 5 человек;
- доска объявлений;
- карта города с маршрутами общественного транспорта, проходящими через остановочный пункт;

- освещение;
- урна.

Элементы автобусной остановки не следует использовать для размещения рекламы, так как это портит внешний облик не только остановочного пункта, но и городской среды в целом. В непосредственной близости от остановок общественного городского транспорта запрещается размещение средств наружной рекламы, которые ограничивают видимость водителям, приближающимся к остановке, а также пешеходам, находящимся на остановочном пункте.

Каркас автопавильона обычно изготавливают из сварных металлических (стальных) конструкций.

Фасадное и боковое остекление автопавильона предусматривают из витринного стекла (простого или тонированного) с защитным антивандальным покрытием (пленкой), триплекса или пластика, что способствует тому, что при ударе стекло не дает больших острых осколков, но сохраняется обзор. Обшивка павильона осуществляется металлическими листами из прозрачного или тонированного материала (например, монолитного поликарбоната) толщиной не менее 10 мм. Крыша как защита от осадков должна создавать тень, что позволяет отдохнуть пассажирам в летний период и избежать солнечного удара.

Обязательно наличие на остановочном пункте скамейки, которая служит для комфортного размещения пассажиров, обычно располагается в автопавильоне, но может дополнительно устанавливаться возле него. В процессе производства обычно используется качественная натуральная древесина, обработанная специальными защитными средствами, но может выполняться и из пластика. Однако, использование деревянных досок имеет некоторые преимущества: во-первых, у древесины низкая теплопередача, из-за чего зимой на ней не так холодно, как на пластике, а летом она не раскаляется от солнца; во-вторых, конструкция скамьи, состоящая из отдельных досок, препятствует скоплению осадков.

Для «Универсиады-2019» в г. Красноярске будет актуальным использование официальной символики в дизайне автопавильонов на остановочных пунктах возле объектов универсиады. На рисунках 3.29 – 3.31 представлен фирменный стиль Зимней универсиады-2019.



Рисунок 3.29 – Логотип Зимней универсиады-2019



Рисунок 3.30 – Талисман Зимней универсиады-2019 У-лайка



Рисунок 3.31 – Слоган «Real Winter»

Для суровых климатических условий г. Красноярска на крупных остановочных пунктах, где скапливается значительное количество людей, возможна установка полностью закрытых отапливаемых автопавильонов, которые защищают не только от низких температур в зимний период, но и от порывистого ветра в любое время года. На рисунке 3.32 приведен макет остановочного пункта с отапливаемым автопавильоном, выполненном в стилистике Зимней универсиады-2019.



Рисунок 3.32 – Макет остановочного пункта с отапливаемым автопавильоном, выполненном в стилистике Зимней универсиады-2019

Автопавильон, представленный на рисунке 3.32, выполнен в стиле хай-тек, установлены электронное информационное табло, сбоку которого расположена тревожная кнопка, устройство для зарядки телефонов, а также светодиодное освещение. Двери павильона оборудованы датчиком движения.

На боковой стене расположен слоган Зимней универсиады-2019 в пластиковом кожухе, что позволит менять плакат в зависимости от ситуации.

Подобные автопавильоны найдут применение на крупных остановочных пунктах г. Красноярска, таких как «СФУ» по пр. Свободный, где расположена деревня Зимней универсиады-2019, «Студгородок» по ул. Киренского возле Резиденции волонтеров Универсиады-2019 и др.

В силу объективных причин, связанных с финансированием, не все остановочные пункты возможно оборудовать отапливаемыми павильонами. Однако, необходимо учитывать современные тенденции при проектировании городской среды. На рисунке 3.33 представлен макет закрытого автопавильона, выполненный в стилистике Зимней универсиады-2019.



Рисунок 3.33 – Макет закрытого автопавильона, выполненный в стилистике Зимней универсиады-2019

Макет автопавильона, приведенный на рисунке 3.33, основан на идее дизайнеров из проектно-архитектурного бюро Nikken Sekkei, выполнен в духе концепции «умный город».

При производстве комплектующих для данного павильона целью художников-конструкторов стало использование синтетических материалов с высокими антибактериальными показателями.

Функциональность автопавильона определяется следующими элементами:

- интерактивная карта с детальной прорисовкой маршрута;
- информационное табло, отражающее график движения;
- тревожная кнопка для вызова спецслужб;
- бесплатный доступ Wi-Fi.

При своей электронной оснащенности комплекс включает емкости для мусора и витражей под актуальную рекламу и социальную пропаганду.

Помимо предлагаемого оборудования остановочные пункты городского общественного транспорта необходимо оснащать камерами фото- и видеофиксации дорожного трафика, предназначенные преимущественно для выявления нарушений ПДД.

Приведенные варианты дизайна и функционального оснащения остановочных пунктов городского общественного транспорта могут стать примером для дальнейшего развития объектов транспортной инфраструктуры. На данном этапе формирования общества появляется необходимость в повышении качества обслуживания и комфорта потребителя.

#### **4 Определение экономической эффективности мероприятий по совершенствованию остановочных пунктов на рассматриваемых участках УДС**

Расходы на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, ремонт и содержание действующей сети автомобильных дорог общего пользования входят в структуру расходов муниципального бюджета, также как и расходы по установке, обустройству, содержанию, ремонту и демонтажу остановок городского общественного транспорта, поэтому все планировочные решения по переоборудованию и переносу объектов транспортной инфраструктуры должны решаться в комплексе и быть достаточно обоснованы в рамках социальной политики.

Основной целью реорганизации существующего расположения остановочных пунктов «Сопка», «СФУ», «мкр. Западный» по пр. Свободный и ул. Копылова является обеспечение безопасности на остановке для пассажиров, ожидающих транспорт, предотвращение возможных ДТП с наездом на пешехода. Предложенные мероприятия приведут к сокращению расходов, связанных с ущербом от ДТП.

В ВКР были предложены следующие мероприятия по реконструкции остановочных пунктов:

- разнесение остановочных пунктов «Сопка», «СФУ» разных направлений на расстояние друг от друга;
- оборудование остановочного пункта «Сопка» по пр. Свободный в сторону ул. Маерчака заездным «карманом»;
- разнесение остановочных пунктов «СФУ» разных направлений на расстояние друг от друга, чтобы пешеходный переход был установлен в соответствии с ГОСТ Р 52766–2007;
- углубление заездного «кармана» на остановочном пункте «мкр. Западный» по ул. Копылова;

- установка противотаранных стационарных боллардов вдоль остановочного пункта «мкр. Западный» по ул. Копылова;
- установка новых дорожных знаков на рассматриваемых остановочных пунктах и нанесение дорожной разметки на рассматриваемых участках УДС по ул. Копылова;
- организация пешеходного движения возле рассматриваемых остановочных пунктов.

#### 4.1 Расчет экономии от предотвращения ДТП

Для оценки экономической эффективности предлагаемых мероприятий прежде всего необходимо рассчитать расходы на их проведение. Расчет по каждому остановочному пункту должен проводиться отдельно, но порядок расчетов аналогичен для всех, поэтому в рамках ВКР будет рассмотрен лишь один самый дорогостоящий проект – реконструкция остановочного пункта «мкр. Западный» по ул. Копылова с установкой боллардов.

Для расчетов стоимости дорожных знаков приведем расценки на покупку и установку, которые представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Расценки на дорожные знаки и их установку

№ п/п	Вид услуги	Цена, руб.	Количество, шт.	Стоимость, руб.
1	Дорожный знак (прямоугольник)	1396	6	8376
2	Стойка	499	3	1497
3	Крепление	132	6	792
4	Установка дорожного знака на стойке с бетонированием	13455,96	3	40367,88
Итого:				51032,88

Стоимость нанесения дорожной разметки на проезжей части, прилегающей к остановочному пункту, представлена в таблице 4.2.



Таблица 4.2 – Расценки на нанесение дорожной разметки

№ п/п	Номер и наименование	Цена, руб./кг	Количество, кг	Стоимость, руб.
1	1.14.1 «Пешеходный переход «зебра»»	70	15	1050
2	1.17 «Место остановки маршрутных ТС»	90	20	1800
Итого:				2850

Хотя автопавильон на остановочном пункте «мкр. Западный по ул. Копылова установлен, затраты на организацию площадки ожидания и остановочной площадки должны учитываться. В таблице 4.3 приведены расценки на оборудование площадки ожидания.

Таблица 4.3 – Стоимость оборудования площадки ожидания и остановочной площадки

№ п/п	Наименование	Цена, руб.	Количество, шт.	Стоимость, руб.
1	Автопавильон	146055	1	146055
2	Скамья	5300	1	5300
3	Урна	1232	1	1232
4	Заездной карман	170000	1	170000
Итого:				322587

Последнее, что входит в расходы, расходы на различные виды заграждений. Расценки на заградительные устройства и услуги по их установке представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Расценки на заградительные устройства и услуги по их установке

№ п/п	Наименование услуги	Цена, руб.	Количество	Стоимость, руб.
1	Боллард стационарный противотаранный	24000	22	528000
2	Установка болларда	15000	22	330000
3	Пешеходное ограждение	1990 за секцию	40	79600
4	Установка пешеходного ограждения	700 за секцию	40	28000
Итого:				965600

Общие расходы на организацию остановочного пункта рассчитываются по формуле:

$$, \quad (4.1)$$

где  $P_{дз}$  – расходы на дорожные знаки и их установку, руб.;

$P_{др}$  – стоимость нанесения дорожной разметки, руб.;

$P_{по}$  – расходы, связанные с организацией посадочной площадки, руб.;

$P_{зу}$  – расходы, связанные с установкой заградительных устройств, руб.;

$K_{пр}$  – коэффициент, учитывающий прочие расходы, связанные с организацией движения, принимается равным 1,1 – 1,4.

В случае, если предусмотренные мероприятия по совершенствованию организации и обеспечению безопасности на остановочном пункте позволяют предотвратить ДТП, в котором могли погибнуть или пострадать люди, то они окупаются в сравнении с ущербом от такого ДТП. Для того, чтобы рассчитать экономический эффект от реализации мероприятий, необходимо оценить ущерб от ДТП.

В соответствии с методикой [16]: «Величина социально-экономического ущерба в результате дорожно-транспортного происшествия включает в себя несколько составляющих:

- ущерб в результате гибели и ранения людей;
- ущерб в результате повреждения транспортных средств;
- ущерб в результате порчи груза;
- ущерб в результате повреждения дороги.

Ущерб в результате гибели и ранения людей составляет самую значительную часть ущерба от ДТП и включает в себя следующие социально-экономические параметры:

- экономические потери из-за выбытия человека из сферы производства;
- социально-экономические потери государства при выплате пенсий по инвалидности и по случаю потери кормильца, а также при оплате лечения в больницах и временной нетрудоспособности;
- социально-экономические потери из-за гибели детей.»

Общий ущерб ( $P_0$ ) от ДТП с пострадавшими определяется по формуле:

$$P_0 = P_c + P_6 + P_{инр} + P_{ир} + P_p + P_l, \quad (4.2)$$

где  $P_c$  – потери, связанные с гибелью людей, имевших семью;

$P_6$  – потери, связанные с гибелью людей без семьи;

$P_{инр}$  – потери, связанные с получением пострадавшими инвалидности, лишившей их полностью трудоспособности;

$P_{ир}$  – потери, связанные с получением пострадавшими инвалидности, частично лишившей их трудоспособности;

$P_p$  – потери, связанные с временной нетрудоспособностью;

$P_l$  – потери, связанные с гибелью людей. [16]

В рамках расчета экономического эффекта мероприятий по организации остановочного пункта в данной ВКР ущерб от ДТП будет рассчитан при гибели одного взрослого человека, имевшего семью.

Потери, связанные с гибелью людей, имевших семью ( $P_c$ ) и без семьи ( $P_6$ ) вычисляются по формулам [16]:

$$P_c = \dots, \quad (4.3)$$

где  $K_c$  – количество погибших, имевших семью [16]:

$$\begin{aligned} & , \\ & , \end{aligned} \tag{4.4}$$

$d_{ис}$  – удельный вес людей из числа погибших, имевших семью;

$N_n$  – общее число погибших в ДТП;

$H1$  – стоимостная оценка ущерба от гибели человека, имевшего семью, по оценке на основе актуарного подхода в России  $H1 = 8,5$  млн руб.

По формуле (4.2) общий ущерб от ДТП с одним погибшим человеком, имевшим семью, составляет:

(млн руб.).

Экономический эффект определяется с учетом измерения текущих затрат и возможного ущерба от ДТП:

$$\begin{aligned} & , \end{aligned} \tag{4.5}$$

(руб.).

Расчет экономического эффекта относительно затрат может быть несколько неточен, так как на этапе проектирования сложно учесть все расходы, а также на момент реализации у заказчика могут измениться поставщики, а соответственно и цены на статьи расходов. Однако, тот факт, что ущерб от ДТП при гибели лишь одного человека, хотя происшествия на остановочных пунктах обычно ведут к некоторому количеству пострадавших, во много раз превышает расходы на оборудование и обеспечение гарантированной безопасности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной исследовательской бакалаврской работе в соответствии с заданием решались задачи обеспечения безопасности остановочных пунктов в Октябрьском районе г. Красноярска.

Актуальность темы работы определялась в связи с обеспечением безопасности на предстоящей в 2019 году в г. Красноярске Всемирной зимней универсиады 2019 на основании анализа состояния аварийности на остановочных пунктах и научных работ и публикаций по данной тематике.

В соответствии с разработанной методикой исследования проведено обследование 184 остановочных пунктов в Октябрьском районе г. Красноярска. На всех обследованных остановочных пунктах были обнаружены нарушения требований нормативно-технической документации. Наибольшее количество остановочных пунктов имеют следующие нарушения:

- отсутствие дорожной разметки, соответствующей ГОСТу (183 остановочных пункта);
- отсутствие пешеходных ограждений (137 остановочных пунктов);
- расположение наземного пешеходного перехода относительно остановочного пункта (101 остановочный пункт) (рисунок 2.8).

По результатам обследования были предложены коэффициенты соответствия требованиям безопасности, а также формула итогового коэффициента безопасности (2.3).

В зависимости от значения итогового коэффициента безопасности остановочные пункты распределены по следующим категориям:

- 1) остановочные пункты низкой опасности ( $K_B = 0,9 - 1$ );
- 2) остановочные пункты повышенной опасности ( $K_B = 0,7 - 0,9$ );

3) остановочные пункты высокой опасности ( $K_B = 0,5 - 0,7$ );

4) остановочные пункты особой опасности ( $K_B = 0 - 0,5$ ).

На основании разработанной методики комплексной оценки безопасности остановочных пунктов городского общественного транспорта были проанализированы остановочные пункты по ул. Копылова, ул. Красной Армии и пр. Свободный. Из рассмотренных остановочных пунктов 6% относится к категории высокой опасности и 94% к категории повышенной опасности (рисунок 2.15).

На данный момент состояние остановочных пунктов городского общественного транспорта по ул. Копылова, ул. Красной Армии и пр. Свободный в соответствии с предложенной методикой оценки находится в удовлетворительном состоянии. Лишь 6% из числа обследованных нуждаются в срочной реконструкции.

Разработан комплекс практических мер для ряда остановочных пунктов городского общественного транспорта по изменению их расположения, оборудования, технического обустройства:

- разнесение остановочных пунктов «Сопка», «СФУ» разных направлений на расстояние друг от друга;

- оборудование остановочного пункта «Сопка» по пр. Свободный в сторону ул. Маерчака заездным «карманом»;

- разнесение остановочных пунктов «СФУ» разных направлений на расстояние друг от друга, чтобы пешеходный переход был установлен в соответствии с ГОСТ Р 52766–2007;

- углубление заездного «кармана» на остановочном пункте «мкр. Западный» по ул. Копылова;

- установка противотаранных стационарных боллардов вдоль остановочного пункта «мкр. Западный» по ул. Копылова;

- установка необходимых дорожных знаков на рассматриваемых остановочных пунктах и нанесение дорожной разметки на рассматриваемых участках УДС по ул. Копылова;

- организация пешеходного движения возле рассматриваемых остановочных пунктов.

С помощью программы моделирования и реконструкции механизмов ДТП PC-Crash произведено моделирование и анализ наездов различных типов транспортных средств на остановочные пункты с отличающимся их расположением. Анализ результатов моделирования показал, что единственный способ обеспечить безопасность пешеходов, ожидающих транспорт на остановочном пункте – это установить заграждения – противотаранные болларды, которые позволяют при превышении скоростного режима остановить автомобиль и предотвратить гибель людей.

Оценка эффективности предлагаемых мероприятий произведена с использованием программы имитационного моделирования транспортных потоков PTV VISSIM. С помощью построенных моделей была доказана необходимость организации заездного «кармана» на остановочных пунктах городского общественного транспорта при загрузке сети более 0,6.

Результаты исследовательской части бакалаврской работы будут использованы автором в магистерской диссертации для продолжения разработки математической модели обеспечения безопасности остановочных пунктов городского общественного транспорта. Материалы бакалаврской работы были представлены на научной конференции с международным участием «Перспектив Свободный – 2019».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Минимальные требования к проведению Всемирных зимних универсиад. – Опубликовано 03.2013. – г. Лозанна : ФИСУ, 2013. – 132 с.

2 Теракты в Израиле [Электронный ресурс] : статья // Новости Израиля и мира «Ньюс-коил». – Режим доступа: <http://old.newsru.co.il>.

3 Кисуленко, Б. В. Методология формирования требований к безопасности автотранспортных средств, реализуемых в их конструкции при проектировании : автореф. дис. на соискание ученой степени док. техн. наук : 05.05.03 / Кисуленко Борис Викторович. – Москва, 2011. – 35 с.

4 Зедгенизов, А. В. Повышение эффективности дорожного движения на остановочных пунктах городского пассажирского транспорта : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Зедгенизов Антон Викторович. – Иркутск, 2008. – 197 с.

5 Димова, И. П. Повышение эффективности функционирования остановочных пунктов городского пассажирского транспорта и движения транспортных средств в зоне их влияния : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Димова Ирина Петровна. – Тюмень, 2009. – 167 с.

6 Кажаяев, А. А. Снижение конфликтных ситуаций на остановочных пунктах маршрутных сетей городского пассажирского транспорта : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Кажаяев Андрей Александрович. – Москва, 2012. – 275 с.

7 Саркисова, В. Г. Уголовно-правовое обеспечение безопасности объектов транспортной инфраструктуры : дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.08 / Саркисова Виктория Глебовна. – Ставрополь, 2014. – 195 с.

8 ГОСТ Р 52766-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. – Введ. 01.07.2008. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 29 с.



9 Ивченко, Г. И. Математическая статистика : учеб. для ВУЗов / Г.И. Ивченко, Ю.И. Медведев. – Москва : Книжный дом, 2014. – 352 с.

10 Фомин, Е. В. Методика определения пропускной способности остановочных пунктов городского пассажирского транспорта / Е.В. Фомин, А.И. Фадеев // Вестник иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 4. – С. 117–124.

11 Армадеров, Р. Г. Основы теории движения транспортных средств на пневматических движителях / Р.Г. Армадеров // Судебная автотехническая экспертиза. Часть 2 : пособие / В.А. Иларионов [и др.]. – Москва, 1980. – Гл. 1. – С. 5 – 92.

12 Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий : перевод с англ. Р.Г. Вачнадзе. – Москва : «Радио и связь», 1993. – 278 с.

13 Штерензон, В. А. Моделирование технологических процессов : конспект лекций / В.А. Штерензон. – Екатеринбург : Изд-во РГППУ, 2010. – 66 с.

14 Принципы расчета конструкций при динамическом воздействии [Электронный ресурс] : Центр Дистанционного обучения, Белорусско-Российский университет. – Режим доступа: <http://cdo.bru.by>.

15 О программе PC-Crash [Электронный ресурс] : компьютерное моделирование обстоятельств ДТП // АНО «Межрегиональный центр судебной экспертизы». – Режим доступа: <http://pc-crash.sudexa.ru>.

16 Р 3112199-2502-00 Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий [Электронный ресурс] : методика, срок действия от 01.12.2000. // Информационный портал «Правовая Россия». – Режим доступа: <http://lawru.info>.

17 Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов : учеб. для ВУЗов. – Москва: Транспорт, 1990. – 240 с.

18 СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 07.2014. – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 60 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Протоколы результатов обследования























## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

Графический материал












## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

Презентационный материал

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Политехнический институт  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 И.М. Блянкинштейн

« 11 » 06 2018 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

23.03.01 – Технология транспортных процессов

«ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ  
БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТАХ УДС  
Г. КРАСНОЯРСКА»

Руководитель

07.06.18



ст. преподаватель Н.В. Шадрин

Выпускник

07.06.18



А.А. Майер

Консультант

07.06.18



профессор, канд. техн. наук В.А. Ковалев

Красноярск 2018