

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
Образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Е.С. Воеводин

«__» _____ 2024 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01 – Технология транспортных процессов

**«Совершенствование организации и безопасности дорожного движения по
УДС г. Тайшета»**

Руководитель

канд. техн. наук А.С. Кашура

Выпускник

Е.А. Лукшайтене

Красноярск 2024

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
Образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Е.С. Воеводин

«__» _____ 2024 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Красноярск 2024

Студенту Лукшайтене Елизавете Альгиса

Группа: ФТ20-05Б Направление (специальность) 23.03.01.09 «Организация и безопасность движения»

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование организации и безопасности дорожного движения по УДС г. Тайшета»

Утверждена приказом по университету № 461/с от 17.01.2024 г.

Руководитель ВКР: Кашура А.С. – канд. техн. наук кафедры «Транспорт» ПИ СФУ

Исходные данные для ВКР: Данные по существующей организации дорожного движения на участках УДС г. Тайшета.

Перечень разделов ВКР:

- 1) Техничко-экономическое обоснование;
- 2) Техничко-организационная часть;
- 3) Экономическая часть.

Перечень графического материала:

Лист 1 – Существующая схема ОДД на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина;

Лист 2 – Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина;

Лист 3 – Существующая схема ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова;

Лист 4 – Проектная схема светофорного регулирования на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова;

Лист 5 – Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова.

Презентационный материал – ... страниц.

Руководитель ВКР

А.С. Кашура

Задание принял к исполнению

Е.А. Лукшайтене

«___» _____ 2024 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Совершенствование организации и безопасности дорожного движения по УДС г. Тайшета» содержит 127 страниц текстового документа, 21 таблицу, 55 иллюстраций, 17 использованных источников, 2 приложения, 5 листов графического материала.

УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ, ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, ПЕШЕХОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ, ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ, ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.

Целью данной работы является разработка мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения и повышению безопасности движения на участках УДС г. Тайшета.

В рамках проведённого исследования был осуществлён анализ уровня аварийности на участках УДС г. Тайшета, включая оценку действующей системы регулирования движения, определение интенсивности и состава транспортных потоков, а также выделение районов с повышенным риском возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

В результате анализа были разработаны комплексные меры по оптимизации организации движения и повышению его безопасности на выделенных участках УДС г. Тайшета. Данные меры предполагаются способными повысить пропускную способность транспортной инфраструктуры, уменьшить вероятность дорожно-транспортных происшествий и ускорить движение транспортных средств.

Мероприятия, предложенные в данной работе, обоснованы соответствующими расчетами.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Техничко-экономическое обоснование	8
1.1 Краткая характеристика г. Тайшета и Тайшетского района.....	8
1.1.1 Характеристика г. Тайшета и Тайшетского района.....	8
1.1.2 Улично-дорожная сеть исследуемого населенного пункта.....	11
1.1.3 Маршрутная сеть исследуемого населенного пункта.....	16
1.1.4 Анализ пешеходного и велосипедного движения	19
1.1.5 Анализ состояния аварийности на УДС исследуемого населенного пункта.....	22
1.2 Характеристика существующей организации дорожного движения на рассматриваемых участках УДС г. Тайшета.....	29
1.2.1 Исследование, анализ интенсивности транспортных потоков и уровня загрузки рассматриваемых участков УДС г. Тайшета.....	32
2 Техничко-организационная часть.....	42
2.1 Анализ возможных схем ОДД на участке УДС г. Тайшета пересечений ул. Кирова – ул. Пушкина	42
2.1.1 Анализ мероприятий по снижению аварийности и увеличению пропускной способности на участках УДС.....	47
2.2 Выбор и обоснование метода ОДД, вариантов совершенствования схем организации и безопасности движения на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина.....	51
2.3 Существующая организация движения на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина.....	53
2.3.1 Анализ пропускной способности пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина.....	57
2.3.2 Оценка задержек транспортных средств.....	60
2.4 Проект совершенствования схемы организации дорожного движения на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина.....	64
2.4.1 Методика прогнозирования транспортных потоков на выбранном участке г. Тайшета.....	65
2.4.2 Проектирование кольцевого пересечения ул. Кирова – ул. Пушкина .	72
2.4.3 Расстановка технических средств на проектируемом перекрестке ул. Кирова – ул. Пушкина	75
2.5 Проектирование комплекса мероприятий ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова	77

2.5.1	Существующая организация движения на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова.....	77
2.5.2	Изменение светофорного цикла на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова.....	81
2.5.3	Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова.....	88
2.6	Совершенствование организации пешеходного движения на участках УДС г. Тайшета.....	91
2.7	Технические средства для организации и безопасности дорожного движения.....	103
2.8	Средства фотовидеофиксации нарушений ПДД.....	108
3	Экономическая часть.....	112
3.1	Расчет экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД.....	112
	Список сокращений.....	116
	Заключение.....	117
	Список использованных источников.....	119
	Приложение А_Листы графической части.....	121
	Приложение Б_Презентационный материал.....	127

ВВЕДЕНИЕ

В процессе формирования идеи данной бакалаврской работы было акцентировано внимание на теме, обладающей значимостью для повышения уровня жизни населения. В результате анализа различных направлений, была выделена проблематика организации дорожного движения и обеспечения безопасности на улицах города Тайшет.

Данный выбор основывается на ряде объективных факторов. Прежде всего, Тайшет представляет собой город с высокой автомобилизацией населения. К тому же, обеспечение транспортной безопасности является одной из актуальных и приоритетных задач местной администрации, требующей систематического вклада в её улучшение.

В рамках данного исследования предпринимается попытка оптимизации системы управления дорожным движением и повышения уровня безопасности в городской инфраструктуре г. Тайшета. Исследование будет проводиться по нескольким направлениям: 1) теоретическое обоснование управления транспортными потоками; 2) анализ текущего состояния организации дорожного движения; 3) разработка стратегий по улучшению безопасности дорожного движения; 4) формулирование рекомендаций по оптимизации маршрутов транспортных потоков с использованием алгоритмов распределения трафика.

Для достижения поставленных задач предполагается применение ряда методологических инструментов, включая статистический анализ данных, а также создание моделирования транспортной системы с использованием программного обеспечения КОМПАС-3D для наглядного отображения предлагаемых стратегий.

Итоговая дипломная работа будет представлять собой комплексный анализ, охватывающий как теоретические аспекты, так и практические рекомендации по улучшению уровня безопасности и эффективности дорожного движения в городе Тайшет, что в конечном итоге должно способствовать повышению качества жизни его жителей.

1 Технико-экономическое обоснование

1.1 Краткая характеристика г. Тайшета и Тайшетского района

1.1.1 Характеристика г. Тайшета и Тайшетского района

Тайшет, небольшой городок в Иркутской области, расположенный на берегах реки Тайшетки, в умеренном удалении от областного центра, на протяжении 680 километров. Его территория охватывает 75,7 квадратных километров [1].

История этого населенного пункта уходит своими корнями в далекий 1897 год, когда здесь зародился поселок в связи с возведением Транссибирской магистрали. С каждым годом Тайшет становился все более значимым: в 1904 году здесь возвели паровозное депо, а к 1910 году поселок превратился в центр Тайшетской волости. Важным шагом в его истории стал 1937 год, когда Тайшет был признан рабочим поселком, а уже через год стал городом, символизируя свое развитие и процветание [2].

В период до середины 20 века Тайшет был свидетелем размещения частей главного управления исправительно-трудовых лагерей. В это же время стартовало строительство линии "Братск-Тайшет", где активное участие принимали японские и немецкие военнопленные. Зимой 1960 года Тайшет получил статус города областного подчинения, продолжая свое развитие и рост.

Город Тайшет активно участвует в региональной и межрегиональной интеграции транспортно-коммуникационных сетей, что поддерживается наличием железнодорожных инфраструктурных объектов, обеспечивающих эффективную транспортную связь с городами Красноярск, Новосибирск, Иркутск, Братск, Кемерово. Это способствует не только экономическому развитию региона, но и распространению культурных связей между населенными пунктами. На железнодорожной станции Тайшет

останавливаются все поезда дальнего следования, за исключением международных рейсов, следующих по маршрутам Москва – Улан-Батор и Москва – Пекин.

Город Тайшет обладает уникальным статусом, так как здесь расположено важное железнодорожное узловое сооружение и одна из крупнейших сортировочных станций страны, которая играет ключевую роль в системе железнодорожного транспорта. В пределах Тайшета начинается Транссибирская магистраль, простирающаяся от востока до запада, а также Байкало-Амурская магистраль, которая является еще одним важным транспортным коридором. Южно-Сибирская магистраль обеспечивает транспортную связь с такими значимыми регионами, как Алтай, Кузбасс, Северный и Центральный Казахстан, а также с Южным Уралом, заканчиваясь в Магнитогорске.

К тому же, Тайшет занимает особое место в инфраструктуре страны благодаря тому, что он является начальной точкой Восточного нефтепровода, что делает его ключевым элементом в цепочке доставки нефти. В городе расположена нефтеперекачивающая станция, которая играет важную роль в данной отрасли.

В контексте экономической географии города Тайшет, находящегося на территории Восточно-Сибирской железной дороги, следует отметить, что значительная часть его населения задействована в работе различных структурных подразделений железнодорожного транспорта. К таким структурам относятся локомотивное депо, вагонное ремонтное и эксплуатационное депо, а также шпалопропиточный завод, которые играют ключевую роль в поддержании функционирования и техническом состоянии железнодорожного узла.

В рамках реализации инвестиционного проекта, в 2007 году было начато строительство Тайшетского алюминиевого завода на территории промышленного комплекса в городе Тайшет. Предполагалось, что завод будет обладать технологическими возможностями для выпуска до 750 000 тонн

алюминиевого сплава в годовом цикле. Планы по запуску первой фазы производственной деятельности были изначально сформулированы на период 2009 года, однако впоследствии дата запуска была перенесена. После многолетней задержки, в декабре 2021 года было начато комплексное тестирование первой очереди ТАЗ, что является ключевым этапом в процессе подготовки производственного объекта к эксплуатации.

Внутригородской транспортной сети города Тайшет составляют автобусные маршруты и маршрутные такси, что обеспечивает удобную транспортную доступность для жителей и гостей города, способствуя их перемещению как внутри города, так и в его пригородные территории. Автовокзал города функционирует как ключевой транспортный узел, откуда осуществляются регулярные перевозки в города Красноярск, Новосибирский, Иркутск, Шиткино, Ангарск, Канск, Нижнеудинск, Алзатай. В непосредственной близости от города проходит автомобильная дорога федерального значения Р255 «Сибирь».

Данные о численности населения предоставлены службой государственной статистики, которая также публикует графики изменения численности горожан за последние 10 лет (см. рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Динамика изменения численности населения г. Тайшета

В 2022 году население города достигло 34,5 тысяч человек [3]. Это число подтверждается актуальными статистическими данными, которые представлены в специально разработанном графике. Он демонстрирует динамику изменения численности населения начиная с 2010 года, когда она составляла 35,485 человек, и до 2022 года, когда она уменьшилась до 34,491 человека. Этот уклон указывает на определенные тенденции в демографической сфере данного региона.

1.1.2 Улично-дорожная сеть исследуемого населенного пункта

В соответствии с общепринятыми стандартами городской планировки, транспортная сеть выполняет фундаментальную роль в обеспечении мобильности транспортных средств, перевозки грузов и передвижения населения в рамках городской территории. Уличная сеть города Тайшет характеризуется наличием прямоугольной структуры, которая интегрирована в общую транспортную систему города.

На рисунке 1.2 представлена карта-схема города.

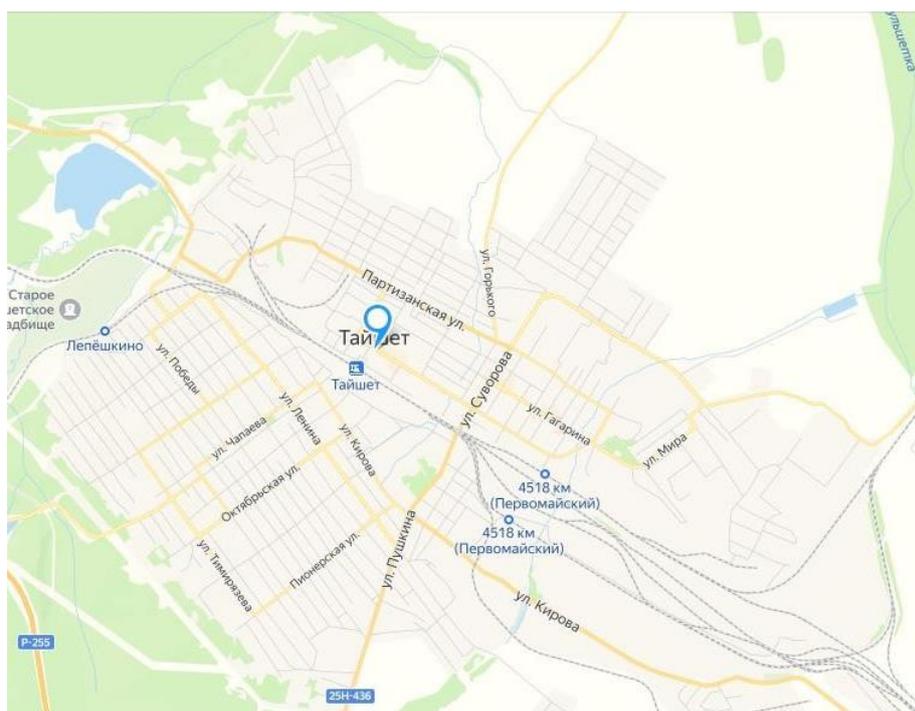


Рисунок 1.2 – Карта-схема г. Тайшета

В рамках Тайшетского муниципального района общая протяженность автомобильных дорог, охватывающих территории городских поселений, оценивается в 653 километра. Из которых, на город Тайшет приходится 426,2 километра дорожной инфраструктуры.

Схема организации маршрутов пассажирского транспорта включает в себя проезд по ключевым улицам города, что позволяет обеспечить транспортное сообщение между центральной зоной и различными районами, а также с населенными пунктами, расположенными за пределами городской черты,

В рамках территории города Тайшета зафиксировано наличие 127 улиц, среди которых 20 улиц имеют статус основных транспортных артерий.

На территории городского выезда из Тайшета пролегает автомобильная трасса федерального значения Р-255, также известная как «Сибирь». Протяженность данной дорожной магистрали составляет 1 860 километров.

Исследование обширной дорожной сети города Тайшета и Тайшетского района позволяет провести более глубокий анализ статистических данных по показателям автотранспортных происшествий за период с 2018 по 2023 год.

Кроме того, к городу Тайшету примыкают автодороги областного значения Тайшет – Братск, а также автодороги местного значения, такие как Тайшет – Шелехово, Тайшет – Шиткино, Тайшет – Березовка и Тайшет – Авдюшино. Краткая характеристика существующих автодорог приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Краткая характеристика существующих автодорог

Наименование дороги	Протяженность, км	Тип покрытия (по протяженности)	Категория	Ширина земляного полотна, м	Ширина проезжей части, м
«Тайшет – Чуна – Братск» (в пределах района)	60,0	Асфальтобетон – 37,2 гравийное – 22,8	4	10,0	6,0
«Тайшет – Авдюшино»	24,8	асфальтобетон – 12,6 гравийное – 12,2	5	8,0 – 9,0	6,0

Окончание таблицы 1.1

«Тайшет – Березовка»	6,4	асфальтобетон – 0,8 гравийное – 5,6	4	10,0 9,2 – 9,8	6,0
«Тайшет – Шелехово – Талая – Патриха»	88,0	асфальтобетон- 31,0 гравийное – 57,0	4	8,0 – 10,0	6,0
«Тайшет – Шиткино – Шелаево»	144,3	асфальтобетон- 37,9 гравийное – 106,4	4	9,0 – 11,0	6,0

В рамках оказания услуг по перевозке пассажиров на междугородных и пригородных маршрутах, государственное предприятие "Автоколонна 1503" выступает в роли ключевого транспортного оператора. Деятельность по обслуживанию пассажиров осуществляется на автостанции, которая располагается в южной части города, на улице Октябрьской. Этот объект имеет вместимость до 50 человек, что позволяет обеспечивать комфортное ожидание и посадку пассажиров.

В настоящее время географический объем города Тайшет делится на две части вдоль линии ВСЖД. Южная часть города, имеющая историческую ценность, характеризуется усадебной застройкой и демонстрирует четко выраженную геометрическую структуру улично-дорожной сети. Основными городскими магистралями этой части города являются улицы Калинина, С. Разина, Ленина и Кирова, обеспечивающими выход на федеральную автодорогу Р255, а также ул. Пушкина, связывающая северную часть города и выход на Шелеховский тракт. Магистральными улицами районного значения здесь являются в меридиональном направлении улицы Пионерская, 50 лет ВЛКСМ, Октябрьская, Чапаева и Первомайская, а в широтном направлении улицы Победы, Гастелло и Тимирязева. Жилые улицы этой части города имеют достаточно большую ширину в красных линиях, но при этом в основном не благоустроены, не имеют капитального покрытия проезжей части и тротуаров.

В северной части города улично-дорожная сеть характеризуется прямоугольной планировкой. Основными магистральными улицами общегородского значения здесь являются улицы Транспортная, Партизанская, Гагарина, Индустриальная, обеспечивающие связи между западными и

восточными районами города и расположенными там промышленными предприятиями, а также выход на Федеральную автодорогу. Основными меридиональными магистралями этой части города являются улицы Андреева и Суворова, а магистральными улицами районного значения – улицы Горького и Пролетарская.

Основные маршруты движения грузовых потоков в г. Тайшете в южной части проходят по улицам Калинина, С. Разина, Ленина, Кирова, Победы, Октябрьская, Тимирязева, Пушкина и по улицам Сибирская, Пролетарская, Индустриальная, Автозаводская, Горького, Транспортная, Суворова и Гагарина на севере.

Краткая характеристика поперечного профиля основных магистральных улиц города приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Краткая характеристика поперечного профиля основных улиц

Наименование улиц	Протяженность, км	Ширина в красных линиях, м	Ширина проезжей части, м
<i>Магистральные улицы общегородского значения</i>			
ул. Калинина	0,23	30	7,3
ул. Степана Разина	0,58	35	8,0
ул. Ленина	3,7	40,2	7.0-8,0
ул. Пушкина	2,4	47,1	7.5-8,3
ул. Кирова	6,1	42,7	7,8
ул. Андреева	0,74	42,8	8,0
ул. Мира	0,6	48,7	7,2
ул. Индустриальная	2,5	50	6,3
ул. Гагарина	1,9	30,2	8
ул. Партизанская	2,3	30,6	7,8
ул. Сибирская	1,8	37,7	7,7
ул. Транспортная	2,5	51,5	7,6
ул. Суворова	1,4	41,6	8,9

Окончание таблицы 1.2

Наименование улиц	Протяженность, км	Ширина в красных линиях, м	Ширина проезжей части, м
<i>Магистральные улицы районного значения</i>			
ул. Победы	3,0	38,6	6,7
ул. Горького	1,3	31,7	7
ул. Пролетарская	2,1	45	6,2
ул. Капустина	0,3	29	6,5
ул. Пионерская	1,6	34,2	7,1
ул. Чапаева	1,6	40,8	7,8
ул. Тимирязева	2,4	31	6,8
ул. Первомайская	1,8	36	5,5
ул. Октябрьская	1,8	37,7	7,3
ул. Автозаводская	1,4	35	7
ул. Шпалозаводская	0,5	28	7
ул. 50 лет ВЛКСМ	0,8	28	5,7
ул. Гастелло	0,9	37,6	7
Общая протяженность улично-дорожной сети,		162,3 км	
Общая площадь уличной сети		998,4 тыс. м ²	
Общая протяженность магистральных улиц и дорог		53,9 км	
Плотность улично-дорожной сети		6,97 км/км ²	
Плотность магистральных улиц		2,3 км/км ²	
Площадь застроенной территории		23,3 км ²	

Существующие технические параметры значительной части магистральных улиц и дорог не удовлетворяют нормативным показателям, на загруженных перекрестках требуется установка светофорного регулирования.

Основные внутригородские транспортные связи северной и южной частей города осуществляются по улицам Суворова-Пушкина через проезд под железнодорожными путями. В западной части города проезд транспорта, в том числе транзитного, через железнодорожные пути Абаканской линии и Транссиба производится через охраняемые железнодорожные переезды.

В ходе проведенного исследования транспортной инфраструктуры города Тайшета были выявлены факторы, оказывающие негативное влияние на функционирование транспортной системы:

1. Неудовлетворительное состояние городских дорог и улиц.
2. Недостаточное регулирование движения на наиболее загруженных перекрестках, что приводит к замедлению потока транспортных средств и ухудшению эффективности работы транспортных узлов.
3. Пропуск грузовых потоков и транзитного транспорта через селитебные территории.
4. Отсутствие пешеходных дорожек и пешеходных переходов, необходимых для обеспечения порядка в движении пешеходов и транспортных средств.
5. Наличие железнодорожных переездов в одном уровне.

Таким образом, была рассмотрена улично-дорожная сеть г. Тайшета. Протяженность дорог г. Тайшета составляет 426,2 км. В г. Тайшете расположено 127 улиц, среди которых 20 улиц являются главными и составляют основу УДС города.

1.1.3 Маршрутная сеть исследуемого населенного пункта

Транспорт в Тайшетском районе в последние годы в целом удовлетворяет спрос населения и экономики в перевозках пассажиров и грузов.

Пассажирские транспортные перевозки в Тайшетском районе осуществляются по следующим группам маршрутов:

- а) муниципальные маршруты;
- б) пригородные маршруты;
- в) междугородние маршруты.

Проведем анализ транспортных перевозок в Тайшетском районе и отразим в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Характеристика работы автобусных маршрутов

№ маршрута	Наименование маршрута	Протяженность маршрута, км	Периодичность рейсов в неделю	Количество рейсов в сутки
Городские				
1	«Автостанция – 5-й километр»	8,54	Ежедневно	6
3	«Автостанция – Совхоз»	8,45	Ежедневно	6
4	«ул. Мира – ул. Мира»	8,0	Ежедневно	6
4а	«ЗРДСМ – ЗРДСМ»	8,02	Ежедневно	6
5	«5-й километр – Совхоз»	7,3	Ежедневно	6
6	«5-й километр – Подстанция»	7,96	По будням	5
11	«Автостанция – Автостанция»	14,09	Ежедневно	7
Пригородные				
101	«Тайшет – Бирюсинск»	16,0	По будням	12
102	«Тайшет – Байроновка»	14,0	Ежедневно	10
103	«Тайшет – Рождественка»	52,0	Ежедневно	2
104	«Тайшет – Юрты»	32,0	Ежедневно	10
106	«Тайшет – Байроновские дачи»	12,0	Сезонный (с 1 мая по 30 сентября)	2
108	«Тайшет – Березовка»	10,0	Ежедневно	3
109	«Тайшет – ст. Акульшет»	13,0	1,3,4,5,6,7	3
110	«Тайшет – Тайшетские дачи»	9,0	Сезонный (с 1 мая по 30 сентября)	5
Междугородние				
112	«Тайшет – Шиткино»	80	5,6,7	2
202	«Тайшет – Сереброво»	87,4	5,6,7	2

Из таблицы 1.3 можно отметить, что общая протяженность маршрутной сети Тайшетского района на данный момент составляет 390,76 километра, а городские перевозки пассажиров осуществляются по семи маршрутам.

Для примера представлен маршрут автобуса №1 г. Тайшета на рисунке 1.3.

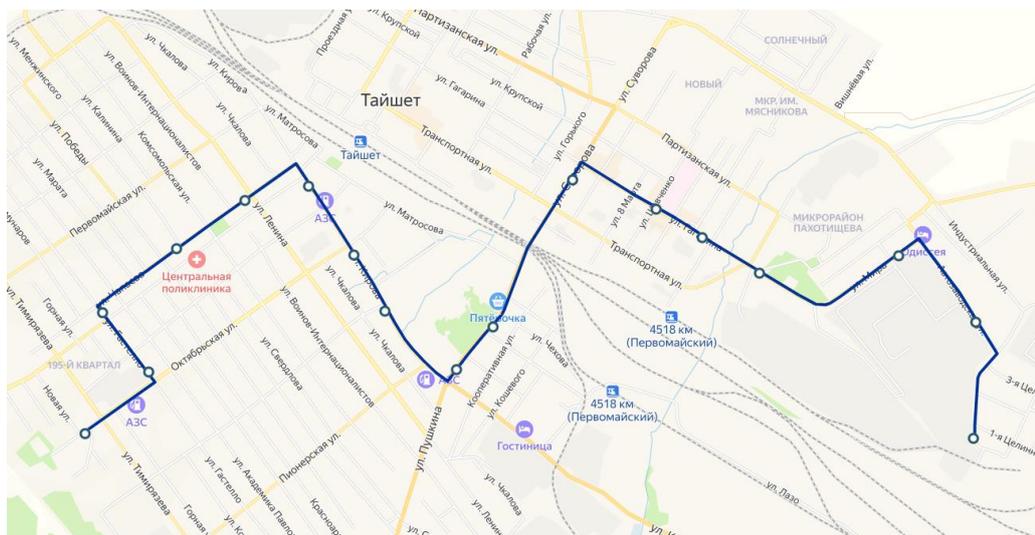


Рисунок 1.3 – Маршрут автобуса №1 г. Тайшета

Так же в городе организованы остановки общественного транспорта.

Остановка общественного транспорта – общественное место остановки транспортных средств по маршруту регулярных перевозок, оборудованное для посадки, высадки пассажиров и ожидания транспортных средств.

Остановки представлены по типу устройства «Карман».

В состав остановки входят следующие элементы:

- остановочная площадка;
- посадочная площадка;
- тротуары;
- автопавильон;
- скамьи;
- урна;
- технические средства организации дорожного движения (дорожные знаки, разметка);
- освещение.

Наружным наблюдением были отмечены следующие параметры: ширина остановочных площадок – 3 м, длина – 20 м; ширина посадочной площадки – 3 м, длина – 20 м. Посадочные площадки приподняты на 0,2 м над поверхностью остановочных площадок.

Таким образом, проанализировав маршрутную сеть, было выявлено следующее: городская маршрутная сеть представлено семью маршрутами, пригородная – восьмью, а междугородняя – двумя. Общая протяженность маршрутной сети г. Тайшета и Тайшетского района составляет 390,76 км.

1.1.4 Анализ пешеходного и велосипедного движения

В соответствии с ПДД РФ, категория "пешеход" охватывает людей, находящихся в зоне дорожного пространства вне транспортных средств и не задействованных в процессах его обслуживания. К этой категории также относятся лица, передвигающиеся на инвалидных колясках, а также лица, управляющие велосипедами, мопедами и мотоциклами, а также везущие санки, тележки, детские или инвалидные коляски [16].

Согласно установленным нормам, пешеходы обязаны осуществлять своё передвижение в пределах тротуаров, пешеходных дорожек и велопешеходных дорожек. В случаях, когда данные инфраструктурные элементы отсутствуют, пешеходы должны использовать обочину. В ситуациях, когда тротуары, пешеходные дорожки, велопешеходные дорожки и обочины отсутствуют, а также при невозможности двигаться по ним, пешеходы имеют право осуществлять своё передвижение по велосипедной дорожке или в одном ряду по краю проезжей части.

Натурное обследование территории г. Тайшета показало следующие результаты. Переход проезжей части осуществляется по пешеходным переходам (общее количество – 37); дорожными знаками 5.19.1 – 5.19.2 на желтом фоне обустроены большинство улиц, составляющих основной «транспортный каркас» исследуемой территории. Материал изготовления дорожной разметки 1.14.1 разметки – дорожная краска. Некоторые пешеходные переходы оснащены светофорами типа Т7, особенно это касается мест возле образовательных учреждений и других мест, где собирается большое количество людей. Главной задачей такой светофорной сигнализации является обеспечение

информированности водителей о наличии пешеходного перехода и необходимости уступить дорогу пешеходам.

Также стоит отметить, что проезжая часть автомобильных дорог вблизи школ и детских садов оборудована техническими средствами обеспечения дорожной безопасности. К данным ТСОДД относятся: дорожные знаки 1.23 «Дети», 3.24 «Ограничение максимальной скорости», 8.2.1 «Зона действия», 5.20 «Искусственная неровность»; искусственные неровности, изготовленные из асфальтобетона и высокопрочной резины. Всего обнаружено 19 таких элементов.

Основные улицы обустроены тротуарами с твердым типом покрытия (асфальтобетон). Общая протяженность около 30 км. Ширина тротуаров варьируется от 1,5 м до 2,0 м.

Перечень существующих пешеходных переходов в г. Тайшете представлен в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Перечень существующих пешеходных переходов

Месторасположение	Количество
ул. Октябрьская	1
ул. Кирова	5
ул. Ленина	4
ул. Чапаева	2
ул. Пионерская	1
ул. Первомайская	1
ул. Пушкина	2
ул. Транспортная	4
ул. Суворова	4
ул. Партизанская	4
ул. Гагарина	3
ул. Шевченко	1
ул. Мира	1
ул. Индустриальная	1
ул. Нефтебаза	1
ул. Победы	1
ул. Пролетарская	1
Итого: 17 улиц	37

Из таблицы 1.4 можно отметить, что в г. Тайшете из 20 главных улиц, только 17 имеют пешеходные переходы. Что является недостаточным для данного населенного пункта. Большинство пешеходных переходов расположены вблизи общественных мест и общеобразовательных учреждений.

Список тротуаров с указанной площадью, имеющих на территории г. Тайшета представлен в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Площадь имеющихся тротуаров на УДС г. Тайшета

Месторасположение тротуара	Протяженность, км
по ул. Кирова	3,29
по ул. Октябрьская	1,78
по ул. Ленина	3,96
по ул. Чапаева	1,64
по ул. Первомайская	1,36
по ул. Пушкина	2,67
по ул. Суворова	1,41
по ул. Транспортная	2,4
по ул. Гагарина	2,68
по ул. Партизанская	3,04
по ул. Индустриальная	1,66
по ул. Победы	1,72
по ул. Пролетарская	2,03
по ул. Андреева	0,54
Всего	30,18

Из таблицы 1.5 можно отметить, что тротуары представлены только на 14 улицах города. Так же стоит отметить, что состояние тротуаров на большинстве улиц имеют неудовлетворительное состояние, а именно трещины, выбоины и ямы. Что связано с велосипедным движением на территории г. Тайшета, оно в организованных формах не представлено и отдельной инфраструктуры не имеет.

Исходя из вышесказанного, стоит выделить следующее: тротуары обустроены только на главных улицах, состояние в большинстве случаев неудовлетворительное и требует модернизации, велосипедное движение вовсе не имеет отдельной инфраструктуры.

1.1.5 Анализ состояния аварийности на УДС исследуемого населенного пункта

Транспортные средства, включая автомобили, являются одним из основных источников риска для здоровья и жизни населения. Данные статистики показывают, что дорожно-транспортные происшествия (ДТП) занимают лидирующие позиции по численности смертельных исходов и травмированных среди всех возможных угроз безопасности.

ДТП – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб.

В рамках исследования, проведенного ГИБДД по г. Тайшету, была собрана и обработана информация о динамике дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на территории города. В период с 2018 по 2023 год было зафиксировано следующее количество ДТП: 72 в 2018 году, 81 в 2019 году, 66 в 2020 году, 53 в 2021 году, 54 в 2022 году и 64 в 2023 году [4].

В ходе анализа данных были выявлены основные виды ДТП, включающие столкновение, опрокидывание транспортного средства, инциденты с наездами на неподвижные объекты, препятствия, пешеходов и велосипедистов, а также прочие причины.

Одним из ключевых аспектов возникновения ДТП является недостаток опыта у участников дорожного движения. Другими факторами, влияющими на безопасность дорожного движения, являются недостаточное освещение дорожных покрытий, неудовлетворительное техническое состояние проезжей части, нарушения в области разметки, а также неправильная установка и неудовлетворительное состояние дорожных знаков.

На рисунке 1.4 представлено распределение количества ДТП по г. Тайшету и Тайшетскому району за период с 2018 по 2023 год.



Рисунок 1.4 – Распределение количества ДТП по г Тайшету и Тайшетскому району

На диаграмме наблюдается уменьшение числа ДТП. Данные показатели могут быть обусловлены рядом факторов, включая благоприятные метеорологические условия, повышение качества автодорожной инфраструктуры, улучшение внимательности участников дорожного движения и прочие сопутствующие аспекты.

Динамика ДТП с пострадавшими за период с 2018 по 2023 год представлена в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Динамика ДТП с пострадавшими с 2018 по 2023 год

Вид	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Общее количество ДТП	72	81	66	53	54	64
Погибло	20	19	16	10	15	14
Ранено	67	94	77	64	46	61
Тяжесть последствия	23,0	16,81	17,2	13,51	14,7	17,2

Согласно полученным данным, к 2022 году наблюдается снижение общего числа ДТП, а также уменьшение числа пострадавших в результате данных происшествий по сравнению с предыдущими годами. При этом зафиксирован

спад в тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий. Однако, начиная с 2023 года, данные показывают возрождение количества ДТП.

Данные о распределении ДТП с пострадавшими в городе Тайшет и Тайшетском районе за период с 2018 по 2023 год представлены на рисунке 1.5.

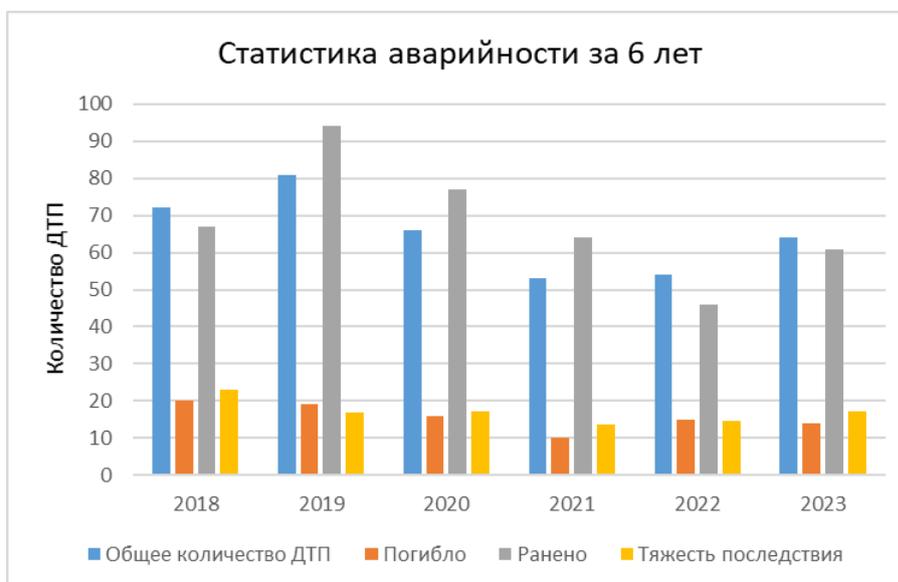


Рисунок 1.5 – Распределение количества ДТП, погибших и раненых, тяжести последствий по г. Тайшету и Тайшетскому району за 2018 – 2023 гг.

Количество совершенных ДТП в определенные часы суток за период 2018-2023 год представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Динамика количества ДТП

Время	2018	2019	2020	2021	2022	2023
С 0:00 до 6:00	16	14	8	9	9	10
С 6:00 до 12:00	11	12	15	15	12	14
С 12:00 до 18:00	23	23	18	16	14	18
С 18:00 до 24:00	17	30	24	11	19	22

На основании таблицы 1.7 ниже изобразим диаграмму, на которой наглядно можно увидеть, как меняется количество ДТП в определенные часы суток за период 2018-2023 гг. (см. рисунок 1.6).

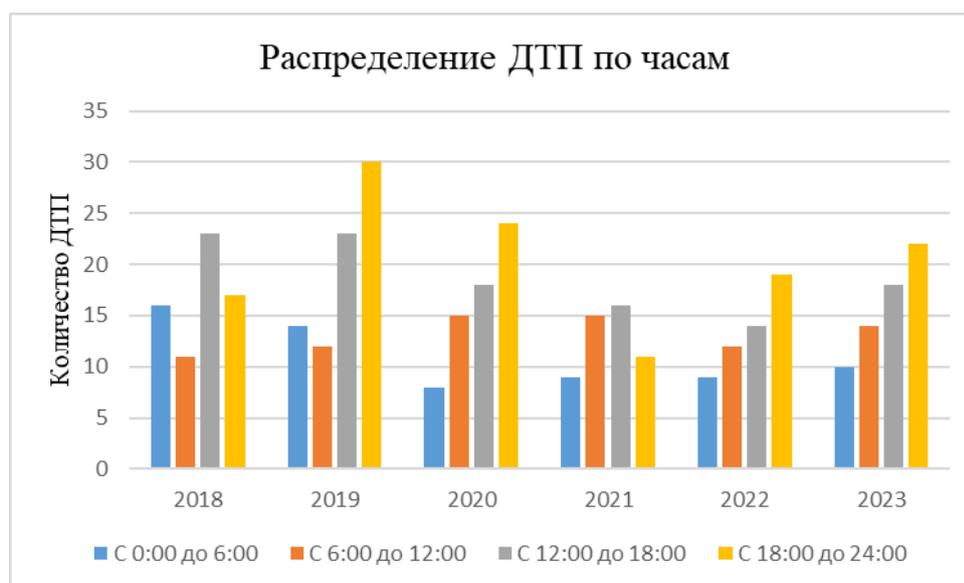


Рисунок 1.6 – Распределение количества ДТП по часам суток за период 2018 – 2023 гг.

Исходя из выше представленной диаграммы можно сделать вывод о том, что в среднем наибольшее количество ДТП приходится на промежуток времени с 18:00 до 24:00. Наименьшее количество ДТП приходится на период с 00:00 до 06:00.

Данные о динамике распределения ДТП по категории событий в городе Тайшете за период с 2020 по 2023 годы представлены в таблице 1.8. В рамках данного исследования рассмотрены последние четыре года, поскольку формальная классификация происшествий по видам была введена в 2020 году.

Таблица 1.8 – Количество ДТП по видам происшествий

Вид ДТП	2020			2021			2022			2023		
	всего	погиб-ло	ране-но									
Столкно-вение	23	3	33	22	4	36	16	6	12	23	2	25
Опроки-дывание	11	3	13	5	1	4	2	1	1	6	3	8
Наезд на стоящее ТС	2	2	5	0	0	0	2	0	2	3	0	1

Окончание таблицы 1.8

Вид ДТП	2020			2021			2022			2023		
	всего	погиб- ло	ране- но									
На препятствие	1	0	1	3	0	3	2	0	2	4	2	3
На пешехода	17	2	16	12	4	8	15	2	13	15	4	11
На велосипедиста	2	2	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
Прочие происшествия	6	1	5	10	1	11	18	4	16	13	3	13

Исходя из представленных в таблице 1.8 статистических данных, можно проанализировать динамику изменений в количественном соотношении потерь среди участников ДТП, включая раненых и погибших в г. Тайшете и Тайшетском районе (см. рисунок 1.7 и рисунок 1.8).

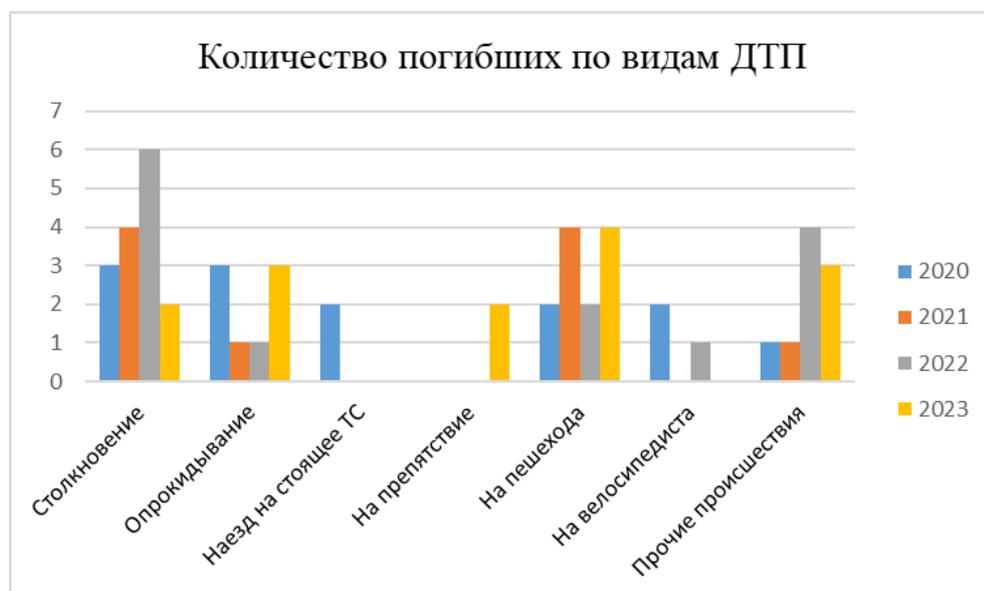


Рисунок 1.7 – Динамика количества погибших по видам ДТП

Исходя из представленных графических данных, можно сформулировать вывод о том, что среди различных типов дорожно-транспортных происшествий наибольшую летальность демонстрируют происшествия, связанные с столкновением, опрокидыванием и наездом на пешеходов.

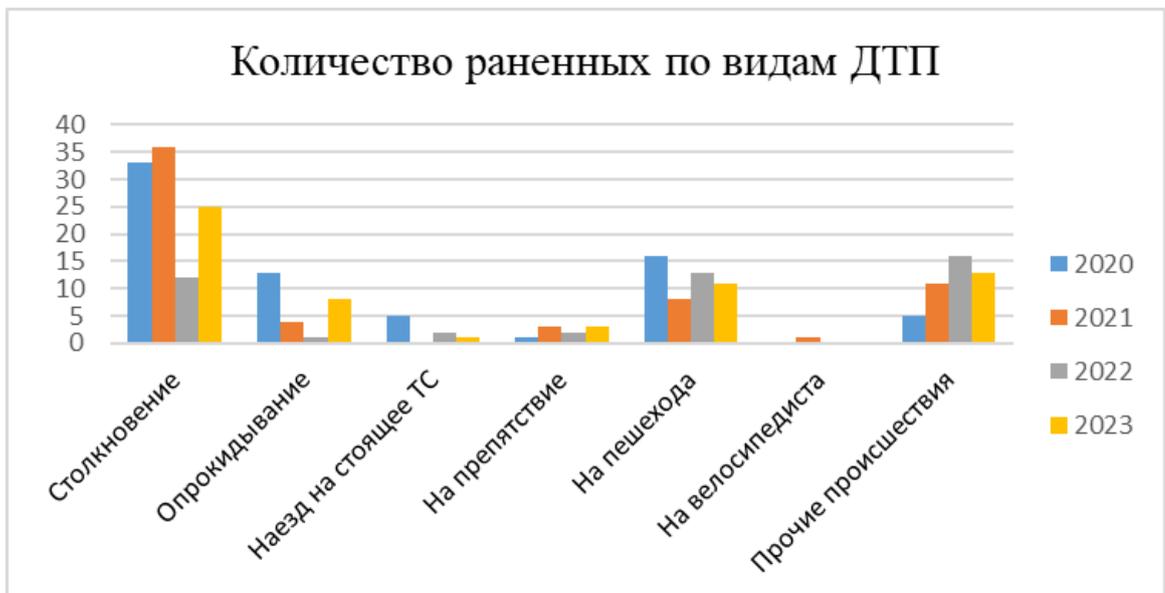


Рисунок 1.8 – Динамика количества раненных по видам ДТП

Анализируя полученные данные, можно выделить наиболее часто встречающиеся виды ДТП, приводящие к травмированию участников дорожного движения. К таким видам относятся столкновения, опрокидывания, столкновения с пешеходами и прочие инциденты.

В ходе топографического анализа уровня аварийности на участках УДС города Тайшета были выявлены зоны повышенной аварийности. Термин "зона повышенной аварийности" применяется к участкам дорожной сети, включая пересечения дорог и улиц, на которых в течение отчетной года произошло три и более ДТП с участием погибших или пострадавших лиц.

Исследование УДС города Тайшета и анализ аварийности за последние три года позволили идентифицировать следующие участки дорог с наиболее высокой концентрацией ДТП:

- 1) Микрорайон "Новый" – три ДТП, в том числе одно столкновение с препятствием и два – с пешеходами;
- 2) Пересечение улиц Гагарина и Суворова – пять ДТП, включая два столкновения и три – с пешеходами;
- 3) Пересечение улиц Кирова и Пушкина – шесть ДТП, два из которых были опрокидываниями, два – столкновениями с пешеходами и один – выездом с

1.2 Характеристика существующей организации дорожного движения на рассматриваемых участках УДС г. Тайшета

Один из важнейших показателей, который характеризует состояние дорожного движения в потоке транспорта, – это средняя скорость передвижения автотранспортных средств.

Средняя скорость движения транспортных средств рассчитывается путем деления пройденного расстояния на время, затраченное на его преодоление, при этом в расчет включаются различные временные задержки, такие как ожидание на светофорах, остановки на пешеходных переходах, простои и прочее.

Стандартные значения этого показателя определены и представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Нормативы средней сетевой скорости для пикового периода

Численность населенного пункта, чел.	Целевое значение показателя средней сетевой скорости для личного транспорта, км/ч
более 1 млн.	30,0
500 тыс. – 1 млн.	31,6
250 тыс. – 500 тыс.	33,3
100 тыс. – 250 тыс.	35,6
менее 100 тыс.	36,4

Параметры средней сетевой скорости на дорожной сети города Тайшета демонстрируют зависимость от множества факторов, включая степень автомобилизации, состояние транспортной инфраструктуры, а также особенности дорожного полотна, такие как ширина проезжей части и количество полос движения. Для анализа динамики средней сетевой скорости в различные периоды суток в рамках типового рабочего дня, представлены картограммы, отражающие показатели в утренние, дневной и вечерние пиковых часов (см. рисунки 1.10 – 1.12).

Значения скорости движения для цветовой гаммы рисунков 1.10-1.12:

- зеленый цвет – более 35 км/ч;
- желтый цвет – от 20 до 35 км/ч;
- красный цвет – менее 20 км/ч.

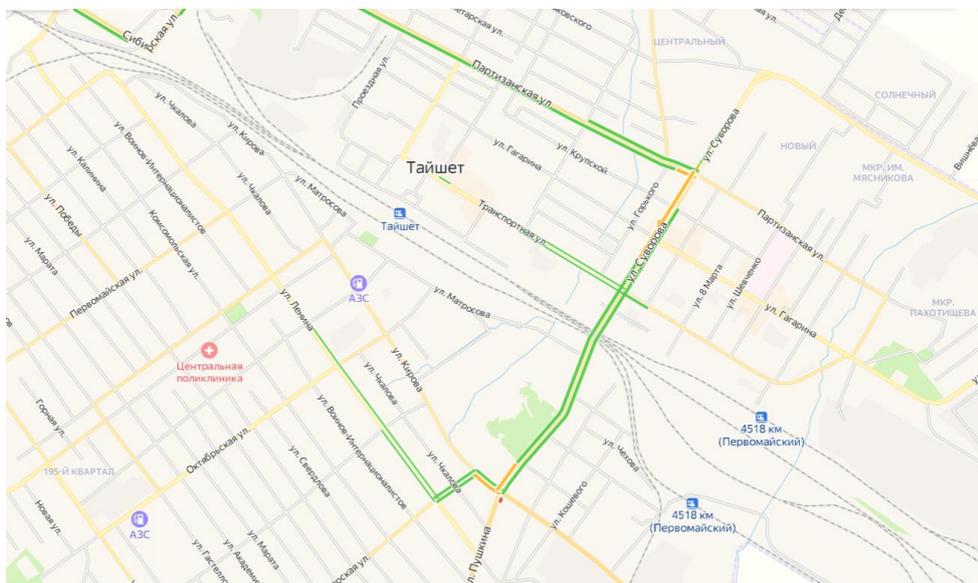


Рисунок 1.10 – Картограмма средней сетевой скорости движения транспорта на территории г. Тайшета в утренний пиковый период

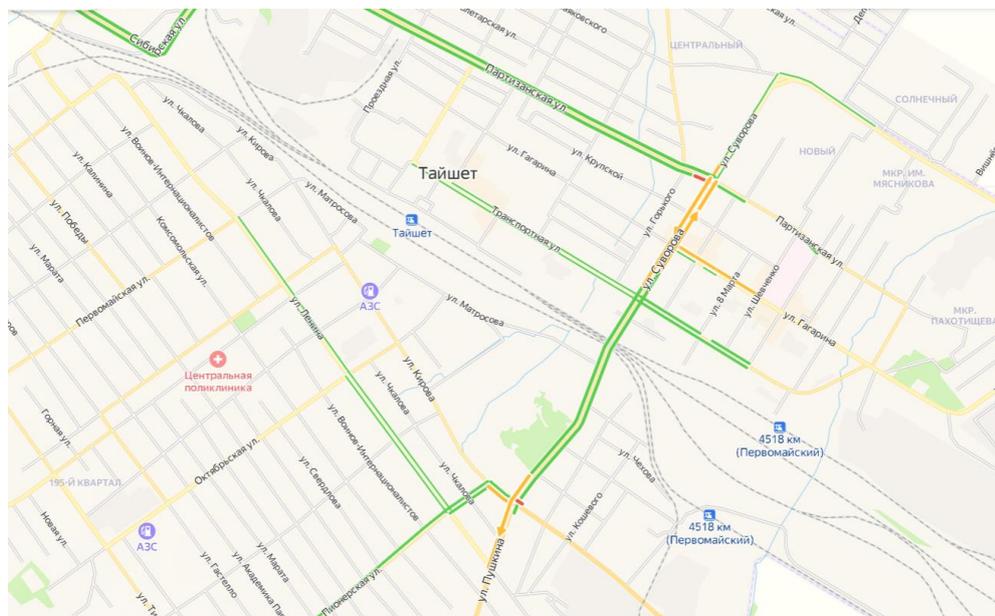


Рисунок 1.11 – Картограмма средней сетевой скорости движения транспорта на территории г. Тайшета в дневной пиковый период

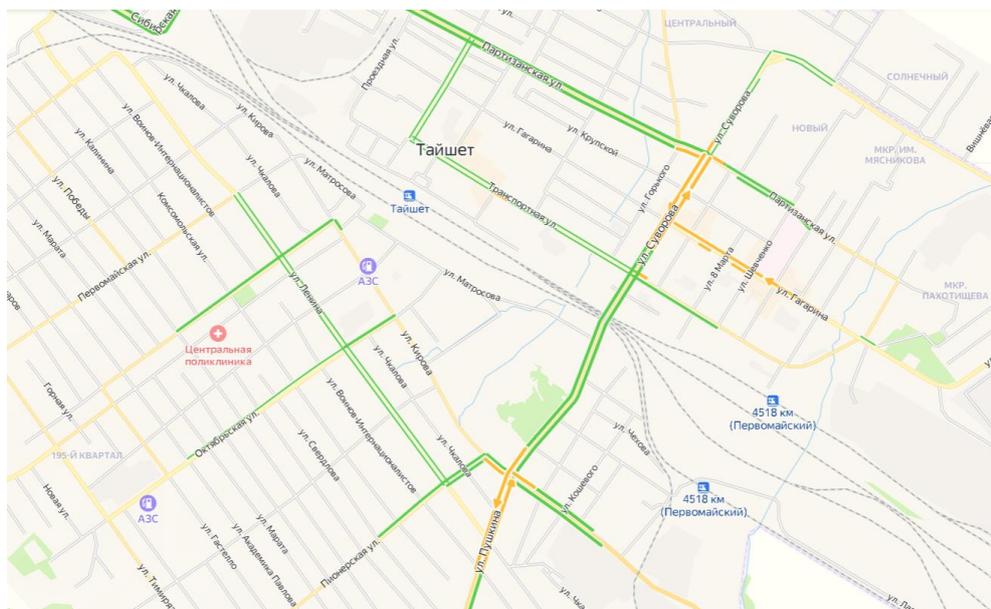


Рисунок 1.12 – Картограмма средней сетевой скорости движения транспорта на территории г. Тайшета в вечерний пиковый период

Проведенный анализ рисунков 1.10 – 1.12 позволил выявить важные факты. Несмотря на различия в времени пиковых нагрузок на дорожной сети, на территории города были идентифицированы участки, характеризующиеся стабильно низкими скоростными показателями, которые входят в так называемую «желтую зону». Данные участки, как правило, расположены вблизи перекрестков с сложным транспортным движением и светофорным регулированием, в частности, пересечение улиц Кирова – Пушкина, пересечение улиц Партизанская – Суворова и пересечение улиц Гагарина – Суворова.

Таким образом, стоит отметить пересечение улиц Кирова – Пушкина, пересечение улиц Партизанская – Суворова и пересечение улиц Гагарина – Суворова, на которых значения средней сетевой скорости транспортных средств находится в «желтой зоне». А это значит, что на данных участках образуются задержки.

Исходя из анализа аварийности и анализа средней скорости движения автомобилей можно выделить следующие проблемные участки улично-дорожной сети г. Тайшета: пересечение ул. Кирова – ул. Пушкина, и пересечение ул. Гагарина – ул. Суворова.

1.2.1 Исследование, анализ интенсивности транспортных потоков и уровня загрузки рассматриваемых участков УДС г. Тайшета

Рассмотрим более детально пересечение ул. Кирова – ул. Пушкина (см. рис. 1.13).

Данный перекресток является регулируемым, организовано двустороннее однополосное движение. Асфальтобетонное покрытие дорожного полотна находится в состоянии, не соответствующем требованиям нормативных документов. Наблюдаются деформации в виде выбоин, ям, трещин и колеиности. Состояние дорожной разметки и знаков, предназначенных для регулирования движения, также отмечается как неудовлетворительное.

Проведя натурное обследование, было обнаружено, что пешеходные переходы находятся в удобных местах и легко доступны для пешеходов, что позволяет избежать переходов через дорогу в неположенных местах. В тёмное время суток данное пересечение проезжей части оснащено источниками искусственного освещения.

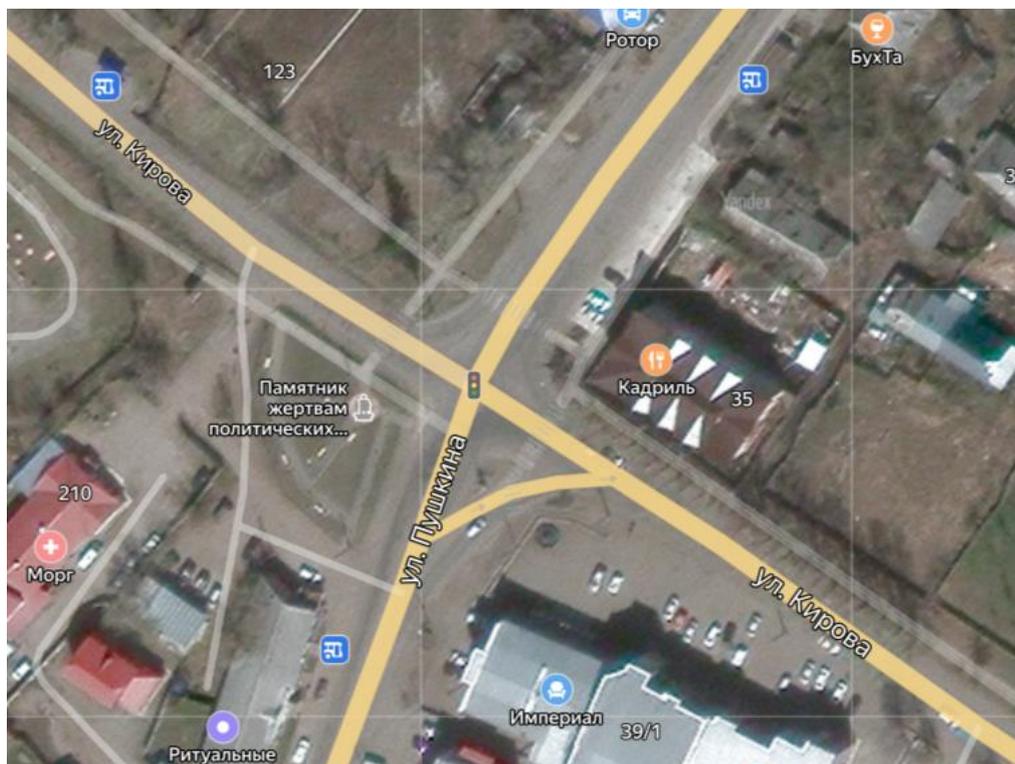


Рисунок 1.13 – Карта-схема пересечения ул. Кирова – ул. Пушкина

Проблемами участка дороги в пределах пересечения ул. Кирова – ул. Пушкина являются следующие:

- отсутствие ограждений;
- отсутствие разметки как для транспортного потока, так и для пешеходного;
- светофорное регулирование рассчитано без учета интенсивности транспортного потока;
- движение стеснено, образуются заторы.

Рассмотрим пересечение ул. Гагарина – ул. Суворова (см. рис.1.14).

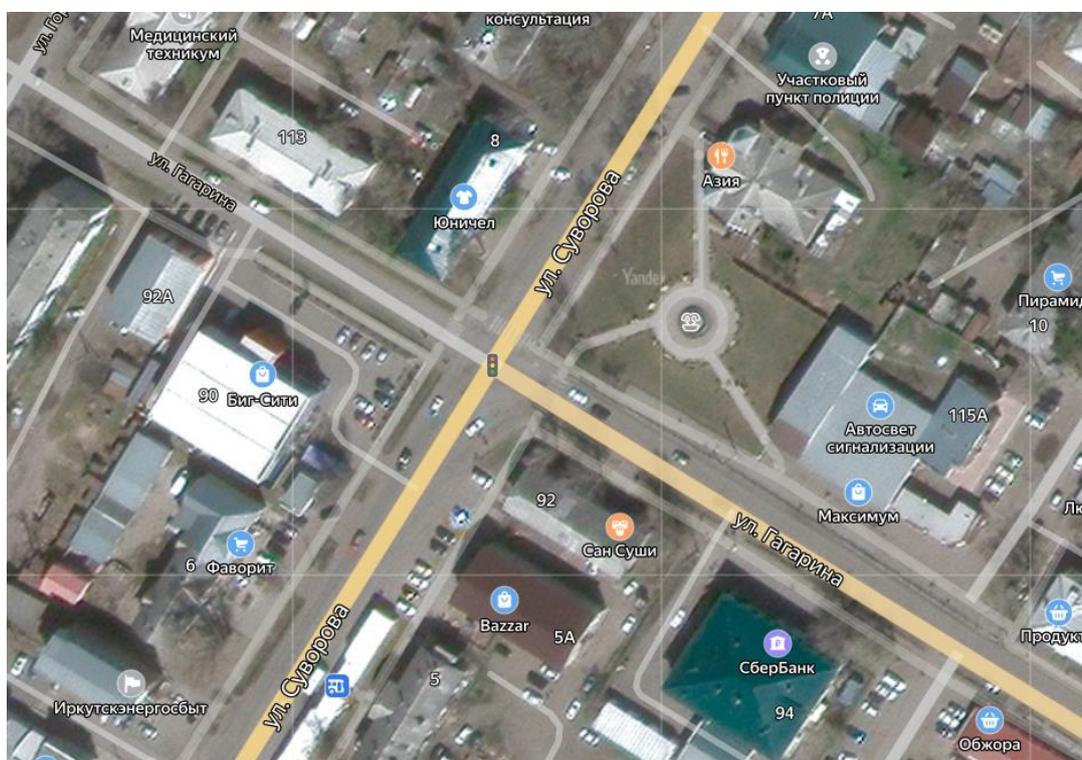


Рисунок 1.14 – Карта-схема пересечения ул. Гагарина – ул. Суворова

Данный перекрёсток относится к категории регулируемых. Организация движения на нем осуществляется с помощью светофорного регулирования и специальной дорожной разметки. Пешеходное движение на пересечении организовано соответствующим образом и включает в себя четыре пешеходных перехода, что обеспечивает безопасность для пешеходов.

При проведении исследования было выявлено, что дорожное полотно на пересечении находилось в неудовлетворительном состоянии, имеются ямы, трещины и выбоины. Дорожная разметка выполнена не в полном объеме: отсутствуют разделительные полосы и стоп-линии.

Одной из основных проблем пересечения является его сложное геометрическое расположение. Увеличение интенсивности транспортного потока, особенно в «часы пик», усугубляет ситуацию. Рядом с перекрестком находятся объекты притяжения и источники пешеходного потока, что приводит к возникновению небольших заторов и аварий на данном участке.

Несмотря на наличие тротуаров для пешеходов, отсутствуют ограждения в местах пересечения проезжей части с пешеходными дорожками. Для обеспечения безопасности в темное время суток перекресток оснащен источниками искусственного освещения.

Проблемами данного пересечения являются:

- 1) близость к объектам тяготения пешеходов;
- 2) недостаточная организация пешеходного движения;
- 3) отсутствие разметки для регулирования транспортного потока;
- 4) несоответствие светофорного регулирования интенсивности транспортного потока.

В рамках комплексного анализа транспортной ситуации на пересечении ул. Кирова и Пушкина, а также ул. Гагарина и Суворова, необходимо провести детальный анализ интенсивности транспортного потока на данных сегментах дорожной инфраструктуры. Интенсивность транспортного потока определяется как количество транспортных единиц, преодолевающих участок дороги в обоих направлениях за установленный период времени, например, час или сутки.

Кроме параметров скорости движения и статистики аварийности, интенсивность транспортного потока представляет собой ключевой параметр для оценки функционирования городской транспортной системы. Уровень интенсивности оказывает существенное влияние на динамику движения транспортных средств, а также на вероятность возникновения ДТП.

Для анализа параметров потока транспортных средств в периоды максимальной интенсивности, а также для оценки транспортной пропускной способности дорожного полотна и разработки стратегий регулирования транспортного потока, применяется мера интенсивности движения, выраженная в часовой норме. В периоды пиковой нагрузки часовая интенсивность движения обычно увеличивается в 1,5 – 2 раза по сравнению с среднесуточной интенсивностью и составляет 15 – 20% от её значения [5].

Параметры интенсивности транспортного потока являются ключевыми для разработки нормативов, ограничивающих возможность остановок и разворотов транспортных средств, а также для расстановки дорожных знаков и сигнальных систем. Эти данные используются для оптимизации маршрутов движения, определения мест для парковки транспортных средств и принятия решений о присвоении улицы статуса с односторонним движением.

Интенсивность транспортного потока также применяется в качестве основы для обоснования необходимости реконструкции уже существующих дорожных сетей и перекрёстков, а также для разработки проектов строительства новых автомагистралей.

В связи с этим, для обеспечения эффективности дальнейших исследований и оптимизации транспортного потока были осуществлены измерения интенсивности.

Измерения были проведены в вечерние часы, в период максимальной нагрузки на перекресток, в интервале времени с 17:15 до 18:15, применяя метод естественного наблюдения. Метод естественного наблюдения предполагает регистрацию, в данном контексте, посредством видеофиксации, конкретных условий и параметров движения, наблюдаемых в течение заранее установленного временного промежутка.

Исследование было проведено методом видеосъемки перекрестка в течение 15-минутного интервала времени. Затем, полученный материал подвергся статистическому анализу, в ходе которого было осуществлено определение численности автомобильного транспорта, проехавшего в

различных направлениях. Учитывая, что наблюдение за прохождением транспортных средств осуществлялось в течение 15 минут, для пересчета количества автомобилей в единицу времени на час, полученные данные умножались на коэффициент 4.

В дальнейшем, для получения количественных данных реальные показатели интенсивности автомобильного движения умножались на соответствующие коэффициенты [6], указанные в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Коэффициенты приведения транспортных средств

Типы транспортных средств	Коэффициент
Легковые автомобили	1
Грузовые грузоподъемностью до 2 т	1,5
Грузовые грузоподъемностью от 2 до 5 т	2
Грузовые грузоподъемностью от 5 до 8 т	2,5
Автобусы	2,5

В соответствии с коэффициентами приведения есть возможность получить показатель интенсивности движения в условных прив. ед/ч, путём вычислений по следующей формуле:

$$q_{\text{пр}} = \sum_i^n (N_i \cdot K_{\text{пр}i}), \quad (1.1)$$

где $q_{\text{пр}}$ – интенсивность движения в приведенных единицах;

N_i – интенсивность автомобилей i -го типа;

$K_{\text{пр}i}$ – коэффициент приведения для автомобилей i -го типа.

$$q_{\text{пр}} = 140 * 1 + 18 * 1,5 + 6 * 2 + 6 * 2,5 + 3 * 2,5 = 202 \text{ прив. ед./час}$$

Протокол измерения интенсивности транспортных потоков по направлениям на пересечении ул. Кирова и Пушкина представлен в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Протокол измерения интенсивности движения ТС

Направление	Интенсивность движения авт./час					Интенсивность движения прив. ед./час
	легковые	грузовые грузоподъемностью до 2 т	грузовые грузоподъемностью от 2 до 5 т	грузовые грузоподъемностью от 5 до 8 т	автобусы	
1 – 3	140	18	6	6	3	202
1 – 2	340	19	6	3	6	403
1 – 4	42	14	3	4	2	84
3 – 2	54	11	6	2	1	90
3 – 1	90	18	4	4	2	140
3 – 4	62	16	8	2	2	112
2 – 3	20	14	4	2	1	57
2 – 4	44	9	6	1	4	82
2 – 1	290	21	4	5	6	357
4 – 1	36	6	8	2	2	71
4 – 3	60	18	12	4	1	124
4 – 2	86	5	10	-	2	119
Всего						1841

В ходе проведенного исследования, посвященного анализу интенсивности и структуры транспортного потока, были получены следующие данные: на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина наблюдается транспортная нагрузка в размере 1841 приведенных единиц на один час.

В периоды пиковой интенсивности движения транспортных средств в утренние и вечерние часы наблюдается увеличение вероятности возникновения заторов, что ведет к уменьшению пропускной способности транспортных сетей.

В рамках исследования был проведен анализ структуры транспортного потока на одном из ключевых участков дорожно-транспортной инфраструктуры. Данный анализ включает определение доли транспортных средств различных категорий, преодолевающих перекресток в различных направлениях.

Процентное соотношение транспортных средств различных категорий на изучаемом участке транспортно-дорожной сети представлено на рисунке 1.15.



Рисунок 1.15 – Соотношение видов ТС на участке УДС

Анализируя графическое представление данных, полученное в результате наблюдений, можно утверждать, что доля легковых автомобилей в общем объеме транспортного потока на указанном участке составляет 71%.

В рамках текущей организации дорожного движения (ОДД) происходит эффективное управление интенсивностью транспортных потоков, однако на данном перекрёстке наблюдается значительное задерживание ТС, которое обусловлено аварийными ситуациями, связанными с столкновениями. Данное явление обусловлено сложным геометрическим устройством перекрёстка.

В периоды утреннего и вечернего пиков на анализируемом участке улично-дорожной сети (УДС) города Тайшета происходит формирование пробки интенсивности 3-4 баллов, что определяет незначительное ухудшение условий движения на данном участке городской дорожной сети.

Аналогично проведен анализ интенсивности транспортных потоков на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова.

Показатель интенсивности движения равен:

$$q_{\text{пр}} = 360 * 1 + 16 * 1,5 + 9 * 2 + 3 * 2,5 + 6 * 2,5 = 425 \text{ прив. ед./час}$$

В таблице 1.12 представлен протокол измерения интенсивности потока транспортных средств в направлениях, проходящих через перекресток улиц Гагарина и Суворова.

Таблица 1.12 – Протокол измерения интенсивности движения ТС

Направление	Интенсивность движения авт./час					Интенсивность движения прив. ед./час
	легковые	грузовые грузоподъёмностью до 2 т	грузовые грузоподъёмностью от 2 до 5 т	грузовые грузоподъёмностью от 5 до 8 т	автобусы	
1 – 3	360	16	9	3	6	425
1 – 2	280	18	6	2	4	334
1 – 4	32	6	2	–	–	45
3 – 2	284	10	6	2	6	331
3 – 1	320	12	4	4	2	361
3 – 4	38	4	2	–	–	48
2 – 3	386	14	8	2	6	443
2 – 4	36	7	2	–	4	62
2 – 1	262	18	8	2	–	310
4 – 1	16	2	1	–	–	21
4 – 3	28	2	2	–	–	35
4 – 2	26	1	2	–	4	42
Всего						2457

В ходе исследования, включающего в себя измерение интенсивности и структуры транспортных потоков, было установлено, что на пересечении улиц Гагарина и Суворова наблюдается транспортная нагрузка, равная 2457 приведенным единицам на час. В периоды пиковой загрузки, характерных для дневной и вечерней часовых интервалов, данная интенсивность приводит к

формированию заторов, что, в свою очередь, уменьшает пропускную способность дорожного полотна.

Кроме того, для комплексного анализа было проведено изучение состава транспортного потока на вышеуказанном участке дорожной сети. Процентное соотношение транспортных средств различного типа на данном сегменте улично-дорожной сети представлено на рисунке 1.16.

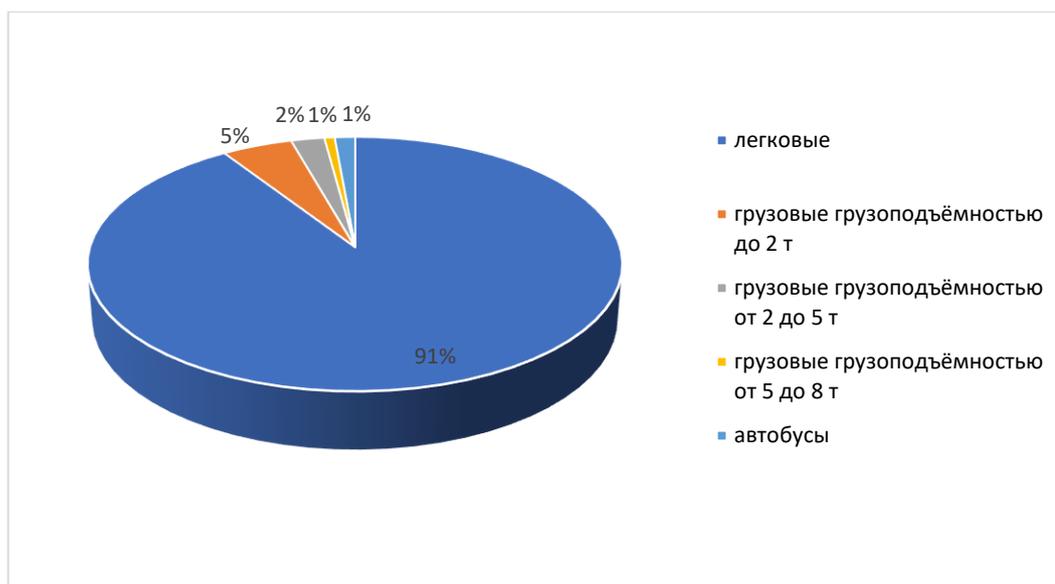


Рисунок 1.16 – Соотношение видов ТС на участке УДС

Результаты исследования демонстрируют, что на протяжении большей части наблюдаемого периода преобладают легковые автомобили, чья доля в общем количестве транспортных средств достигает 91%.

Проведенный анализ показал, что средняя интенсивность движения транспортных средств на указанном участке составляет определенные значения, а плотность транспортного потока характеризуется как средняя.

Вывод: в ходе исследования, проведенного на территории уличной дорожной сети (УДС) города Тайшета, было выявлено, что наиболее проблематичным участком является пересечение улиц Кирова и Пушкина. Данный участок характеризуется как наиболее аварийный.

Второй по значимости участок, находящийся на пересечении улиц Гагарина и Суворова, обладает меньшей частотой дорожно-транспортных

происшествий, однако наблюдается высокая интенсивность движения транспортных средств, особенно в часы пик утром и вечером, что приводит к возникновению конфликтных ситуаций и, как следствие, к повышенной вероятности аварий.

Для эффективного решения поставленных задач требуется проведение тщательного анализа и обоснования комплекса мероприятий, направленных на оптимизацию процессов организации дорожного движения и обеспечения безопасности на исследуемых участках. Данный комплекс мероприятий должен включать в себя следующее:

- проект по совершенствованию организации и повышению безопасности движения транспортных и пешеходных потоков на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина;

- проект по совершенствованию организации и повышению безопасности движения транспортных и пешеходных потоков на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова;

- анализ и предложение по оснащению системой видеofиксации нарушения правил дорожного движения;

- оценка эффективности предполагаемых мероприятий на участках УДС г. Тайшета.

2 Технико-организационная часть

В рамках представленной бакалаврской работы предложен проект улучшения системы управления дорожным движением, который включает серию инженерных идей для модификации текущей структуры организации дорожного движения на участках управления дорожным движением города Тайшета.

В ходе выполнения работы был осуществлён тщательный анализ и оценка действующей системы ОДД и БДД на территории УДС города Тайшета.

В последние годы в сфере управления дорожным движением был накоплен значимый опыт в обеспечении безопасности дорожного движения, а также в повышении удобства и эффективности использования автодорог в городских условиях. Эти достижения были реализованы благодаря применению специальных методических подходов и современных технических устройств, предназначенных для системы ОДД.

2.1 Анализ возможных схем ОДД на участке УДС г. Тайшета пересечений ул. Кирова – ул. Пушкина

Перекресток представляет собой точку пересечения двух или более транспортных потоков на одном уровне. Классификация перекрестков осуществляется на основе наличия или отсутствия механизмов регулирования потока: регулируемые и нерегулируемые перекрестки.

Регулируемые перекрестки характеризуются наличием дорожных знаков, светофорных устройств и разметки, которые наносятся на дорожное покрытие или обеспечиваются дежурным регулировщиком.

Нерегулируемые перекрестки, в свою очередь, не обладают специальными средствами регулирования и управления потоком транспортных средств. Они характеризуются отсутствием светофорных устройств, дорожных знаков и разметки на дорожном покрытии.

Под разработкой мероприятий по совершенствованию организации следует предполагать мероприятия, направленные на повышение качества дорожных условий УДС города и БДД. Эти меры формируются на базе комплексного анализа текущего состояния дорожной инфраструктуры, идентификации причин и условий, способствующих возникновению аварийных ситуаций на УДС города.

В ходе технико-экономического анализа УДС города Тайшета были разработаны ряд организационно-технических мероприятий, направленных на оптимизацию функционирования и увеличение пропускной способности дорожных участков в пределах указанного города.

Анализ современных подходов к оптимизации процессов управления транспортным потоком на дорогах представляет собой ключевой аспект. В течение последних лет наблюдается значительный рост количества и глубины исследований, направленных на повышение эффективности, комфортности и, в первую очередь, безопасности автомобильного движения посредством применения разнообразных методологических подходов и современных технических устройств.

Таким образом выделяют несколько основных методов совершенствования организации движения на участках УДС.

1) Разделение движения в пространстве

– применение одностороннего движения по параллельным транспортным коридорам является одним из наиболее распространенных и стандартных методов управления автомобильным трафиком. Несмотря на это, реализация данной концепции может привести к увеличению пробега, необходимого для преодоления транспортными средствами до центрального пункта назначения, а также к удлинению пешеходных маршрутов при использовании городского общественного транспорта.

Данный подход не может быть использован для оптимизации движения в условиях, когда инфраструктурные объекты находятся слишком близко к дороге, что делает его практически нереализуемым.

– организация кругового движения предлагает безопасный и эффективный способ движения на одном уровне. Этот способ отличается высокой пропускной способностью, что соответственно способствует снижению заторов. В процессе приближения транспортных средств к перекрёстку, происходит их интеграция в общий транспортный поток и объезд центрального островка. Размеры кольцевой развязки рассчитываются таким образом, чтобы обеспечить оптимальную скорость движения транспортных средств.

Применение данной методики на рассматриваемом перекрестке особенно актуально, поскольку она не требует значительного пространственного резерва и способствует оптимизации транспортных потоков, увеличивая их пропускную способность.

– развязки движения в разных уровнях. Данная методика обеспечивает максимальное устранение конфликтных точек в зонах пересечения транспортных и пешеходных потоков. Данная концепция применяется как на автодорожной инфраструктуре, так и в городских транспортных системах. Основное достоинство данной методики заключается в использовании одной эстакады для полной развязки транспортных потоков. Однако, для реализации этой схемы требуется расширение проезжей части, что может быть ограничено существующей инфраструктурой.

Такой подход не подходит для рассматриваемого перекрестка, так как он требует большого пространства и ограничен существующей инфраструктурой.

– канализированное движение. Данная стратегия заключается в организации транспортного движения, как автомобильного, так и пешеходного, вдоль маршрутов, обеспечивающих максимальную безопасность и экономическую эффективность.

Применение данной методики находит свое обоснование в наличии соответствующей инфраструктуры, которая позволяет её эффективной реализации на конкретном участке дорожной сети.

2) Разделение движения во времени:

– разделение транспорта по времени предполагает корректировку его

интенсивности в соответствии с временными интервалами суток. Потенциальное улучшение транспортной ситуации может быть достигнуто путем проведения организационных мероприятий, в частности, целенаправленного распределения разнообразных видов транспортных средств в зависимости от времени суток, а также через введение ограничений на движение определенных категорий транспортных средств в определенные периоды времени.

Однако применительно к анализируемому участку дорожной сети, где преобладает легковой транспорт, применение указанного метода не представляется целесообразным.

– расстановка приоритетов на перекрестках – этот метод предполагает, что водители сами управляют своим движением, соблюдая при этом установленные нормы.

Хотя данная стратегия уже находит применение, однако его эффективность в плане увеличения пропускной способности остается недостаточной.

– светофорное регулирование на перекрестках – служит средством для регулирования потока транспортных средств и пешеходов, когда их маршруты пересекаются. Особенно актуален он на перекрестках, где интенсивность движения достигает высоких показателей, и стандартная разметка и дорожные знаки не могут обеспечить необходимую безопасность. С увеличением количества транспортных средств и пешеходов возрастает вероятность происшествий и уменьшается вероятность избежать рисков без применения светофорной системы. Данная методика применяется для повышения безопасности пешеходов в процессе пересечения улиц, включая перекрестки, а также вблизи объектов социального и культурного значения, таких как торговые центры, образовательные учреждения, культурные заведения.

Такой подход уже реализован на участке УДС на пересечении улиц Кирова и Пушкина. Тем не менее, существует критический аспект данного подхода, связанный с ограничением пропускной способности перекрестного перехода, что может привести к образованию транспортных заторов.

3) Формирование однородного транспортного потока

– оптимизация маршрутов для пассажирских перевозок – включает в себя реализацию различных полос для различных категорий транспортных средств (легковых и грузовых автомобилей) на дорогах с несколькими полосами движения, а также выделение специфических полос для перевозки пассажиров.

– разработка и внедрение специализированных маршрутов, предназначенных исключительно для транспортных средств с высокой грузоподъемностью.

Однако, данные методики не подходят для применения на рассматриваемом участке местных дорог, связанном с отсутствием многополосности и наличием одной полосы движения в каждом направлении.

4) Оптимизация скорости движения на улицах и дорогах

– регулирование скорости и её контроль или усиление – предусматривают динамическое регулирование установленных скоростей движения в соответствии с текущими условиями движения. В зависимости от ситуации на дороге, может потребоваться либо снижение, либо повышение установленных ограничений скорости с целью повышения эффективности использования пропускной способности транспортной инфраструктуры. Однако применение такой стратегии не является целесообразным на участке улично-дорожной сети города Тайшета.

5) Решение проблем организации движения пешеходов

Обеспечение эффективной и безопасной мобильности пешеходов представляет собой одну из ключевых, однако недостаточно исследованных аспектов управления дорожным движением. Задача регулирования пешеходного потока осложняется из-за отсутствия надежного механизма контроля за поведением пешеходов, в отличие от водителей транспортных средств. В современных условиях проблему организации пешеходного движения предлагается решать через реализацию мер, включающих в себя создание пешеходных переходов, улучшение условий на тротуарах и, при наличии необходимости, установку светофорных устройств для управления потоком пешеходов.

В рамках данной научной работы предполагается модификация текущей организации дорожного движения (ОДД). Для достижения этой цели необходимо осуществить ряд мер, направленных на усиление безопасности дорожного движения (БДД) на участках уличного дорожного сети (УДС) города Тайшета:

- для выбора наиболее эффективных методов совершенствования ОДД, спрогнозировать перспективную интенсивность движения на участках УДС г. Тайшета;
- организовать дорожное движение на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина;
- организовать дорожное движение на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова;
- рассчитать светофорный цикл и организовать регулирование дорожного движения на выбранных участках УДС г. Тайшета;
- обеспечить проектируемые пересечения необходимыми техническими средствами для безопасного движения транспортных и пешеходных потоков.

После проведения анализа возможных схем по улучшению ОДД на участке УДС необходимо выбрать мероприятия по снижению аварийности. Для этого нужно рассмотреть преимущества и недостатки каждой схемы.

2.1.1 Анализ мероприятий по снижению аварийности и увеличению пропускной способности на участках УДС

Рассмотрим возможные мероприятия по снижению аварийности и увеличению пропускной способности на выбранных пересечениях, а именно:

- оптимизация светофорного регулирования;
 - одноуровневое пересечение с правоповоротными шлюзами;
 - одноуровневое пересечение с полосами торможения и разгона;
 - одноуровневое нерегулируемое кольцевое пересечение;
1. Оптимизация светофорного регулирования

Усовершенствование системы управления светофорами предлагает эффективный и сравнительно не дорогой метод для улучшения безопасности движения и увеличения пропускной способности на перекрестках.

Преимущества:

- Минимум затрат на внедрение;
- Улучшение безопасности дорожного движения;
- Уменьшение частоты возникновения заторов.

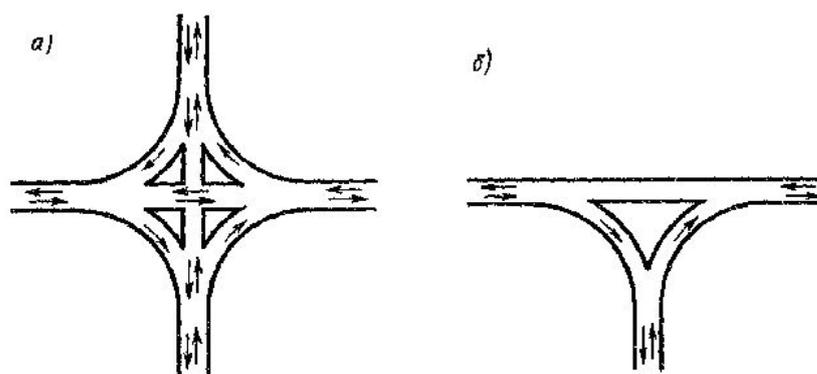
Недостатки:

- Оставление зон потенциальных конфликтов.

2. Одноуровневое пересечение с правоповоротными шлюзами

Использование развязок с правоповоротными шлюзами обычно применяется на «Т»-образных перекрестках. Такой тип развязки не требует значительных инвестиций, однако улучшает безопасность и пропускную способность благодаря уменьшению точек пересечения потоков [7].

Возможно применение развязки с правоповоротным шлюзом на рассматриваемом участке. На рисунке 2.1 представлен пример такой развязки.



а – «Х»-образный перекресток; б – «Т»-образный перекресток

Рисунок 2.1 – Транспортная развязка с правоповоротным шлюзом

Преимущества:

- устранение изломов в профиле поворота;
- уменьшение числа потенциальных зон столкновений;

- увеличение пропускной способности дороги;
- снижение количества транспортных задержек.

Недостатки:

- требование адаптации к рельефу местности;
- необходимость значительных инвестиций в капитальное строительство.

3. Одноуровневое пересечение с переходно-скоростными полосами

На дорогах I, II и III категории ЛПО и ППО начинаются с полосы торможения и заканчиваются полосой разгона. Полосы торможения и разгона сопрягаются с основными полосами пересекающихся дорог. На рисунке 2.2 представлен пример перекрёстка с полосой торможения и разгона.

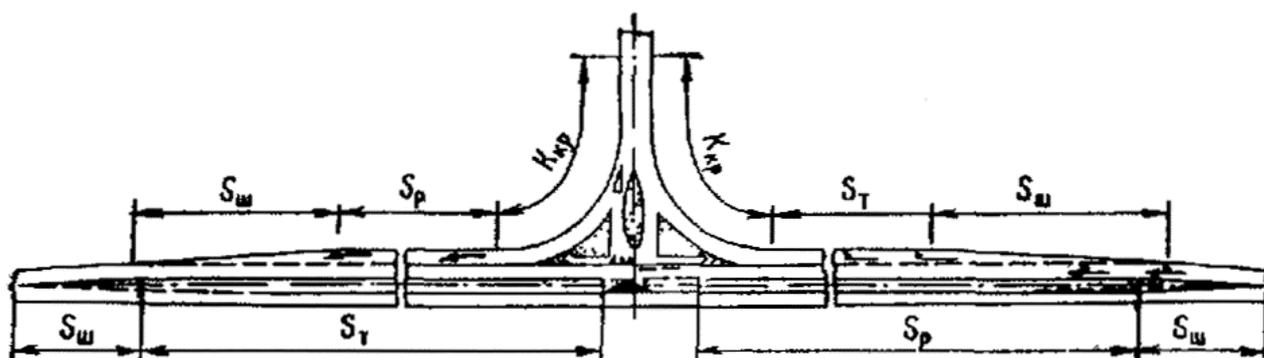


Рисунок 2.2 – Перекресток с полосой торможения и разгона

Преимущества:

- относительно невысокая стоимость реализации;
- повышение БДД;
- снижение количества заторов.

Недостатки:

- сохранение конфликтных точек в месте сопряжения с основным потоком.

4. Одноуровневое нерегулируемое кольцевое пересечение

Пересечения на разных уровнях отлично подходят для удовлетворения потребностей движения. Тем не менее, их возведение требует значительных финансовых вложений и окупаемость такая инфраструктура имеет только при высокой интенсивности потока.

В связи с этим в настоящее время начали применяться новые виды планировок пересечений в одном уровне, обеспечивающие снижение аварийности и повышение пропускной способности. Примерами таких пересечений являются кольцевые пересечения.

На рисунке 2.3 представлена схема кольцевого пересечения.

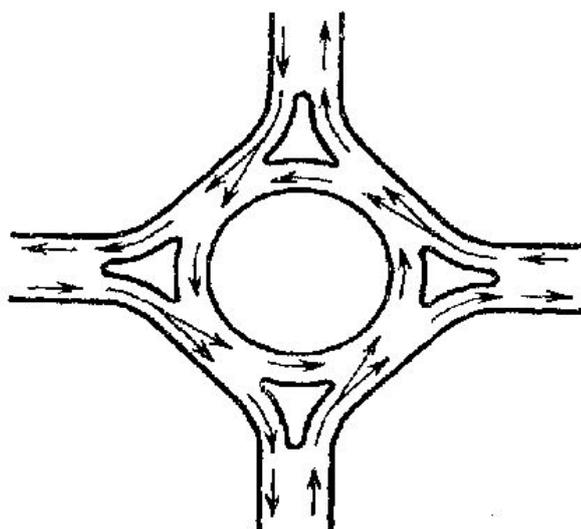


Рисунок 2.3 – Схема кольцевого пересечения

Преимущества:

- простота в управлении транспортным потоком;
- отсутствие светофорных систем;
- высокая пропускная способность.

Недостатки:

- относительно низкая скорость движения на пересечении;
- высокий перепробег для левого поворота и разворота;
- необходимость больших площадей для строительства.

Исходя из анализа преимуществ и недостатков каждого варианта, можно сделать вывод, что с целью достижения баланса между эффективностью и издержками, оптимальным решением будет создание перекрёстка с одноуровневым кольцевым движением без светофорного регулирования.

2.2 Выбор и обоснование метода ОДД, вариантов совершенствования схем организации и безопасности движения на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

При организации транспортного потока на пересечении улиц Кирова и Пушкина предлагается использовать кольцевой метод регулирования. Данный метод характеризуется рядом преимуществ, которые способствуют повышению надежности транспортного движения. К ключевым достоинствам данного подхода относятся:

- уменьшение количества конфликтных точек;
- отсутствие пересечений поворачивающих транспортных потоков;
- движение с пониженными скоростями, уменьшенный разброс скоростей;
- высокая пропускная способность.

Элементы планировки дорожного полотна играют ключевую роль в регулировании и уравнивании скорости автомобильного потока. Минимальные колебания скорости движения наблюдаются на дорогах с круговыми перекрестками, где диаметр внешней части кольца не превышает 25-30 метров. Этот эффект одинаков для транспортных потоков, идущих как по основным, так и по вспомогательным направлениям.

Эффективность потока транспортных средств по кольцевому пересечению во многом определяется его конструктивными особенностями и степенью загруженности. В условиях небольшого потока машин, характер скоростей на кольцевой дороге в основном складывается из размеров центрального островка и специфики входа на кольцевую часть дороги. Кроме того, скоростные

показатели на кольцевой дороге также подвержены влиянию скоростей движения на подходах к ней.

На рисунке 2.4 представлено сравнение числа конфликтных точек при четырехстороннем и кольцевом пересечении.

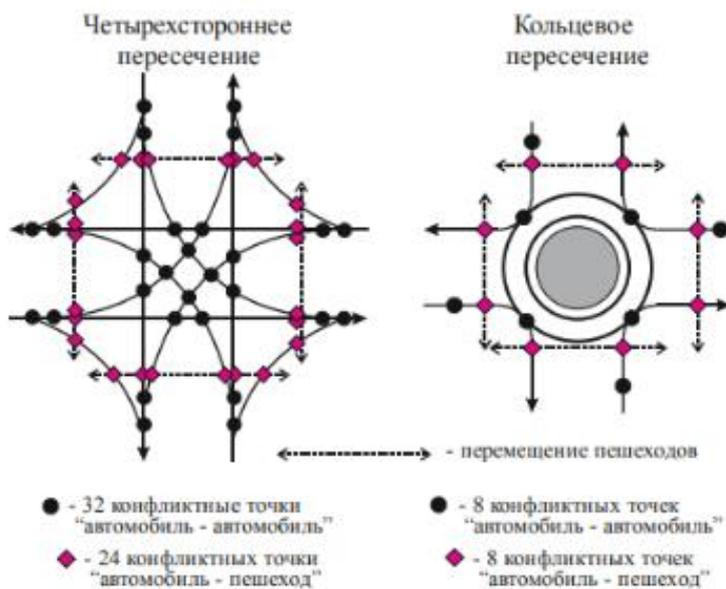


Рисунок 2.4 – Конфликтные точки простого необорудованного и кольцевого пересечений

При проектировании кольцевых пересечений различают фактические траектории движения и траектории свободного проезда. Фактических траекторий движения разнообразны и зависят от типа автомобиля, интенсивности движения, особенностей планировки пересечения.

Траектории свободного проезда – это траектории проезда легкового автомобиля любого из направлений: при въезде на кольцевую проезжую часть, движения по кольцевой проезжей части и при выезде с кольца. Траектории свободного проезда используются для оценки соответствия планировки пересечения требованиям удобства и безопасности движения автомобилей.

Далее исследуем пропускную способность и выберем метод проектирования кольцевого пересечения на перекрестке ул. Кирова – ул. Пушкина.

2.3 Существующая организация движения на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

В рамках исследования, направленного на оптимизацию функционирования транспортной системы и повышение безопасности дорожного движения, был проведен анализ структуры организованного дорожного движения (ОДД) и причин возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на пересечении улиц Кирова и Пушкина. Исследование показало, что сложная обстановка с аварийным характером и наличие тенденций к дальнейшему ухудшению ситуации на перекрестке могут быть объяснены следующими факторами:

- постоянно возрастающая мобильность населения;
- уменьшение перевозок общественным транспортом и увеличение количества перевозок личным транспортом;
- нарастающая диспропорция между увеличением количества автомобилей и протяженностью уличной дорожной сети, не рассчитанной на современные транспортные потоки.

В результате подобного состояния дел наблюдается замедление основного потока дорожного движения, снижение пропускной способности перекрестка, увеличение количества заторов и, как следствие, рост числа дорожно-транспортных происшествий.

В городе Тайшет сложилась ситуация, когда условия для дорожного движения оставляют желать лучшего из-за недостаточно развитой дорожной инфраструктуры и несоответствия уровня дорожного движения текущим требованиям.

Главная причина этого – это стремительный рост количества автомобильного транспорта в городском потоке и увеличение мобильности населения, что не может быть полностью уравновешено действующими мерами по улучшению управления дорожным движением и развитием транспортной инфраструктуры.

На рисунке 2.5 представлена схема существующего перекрестка на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина.

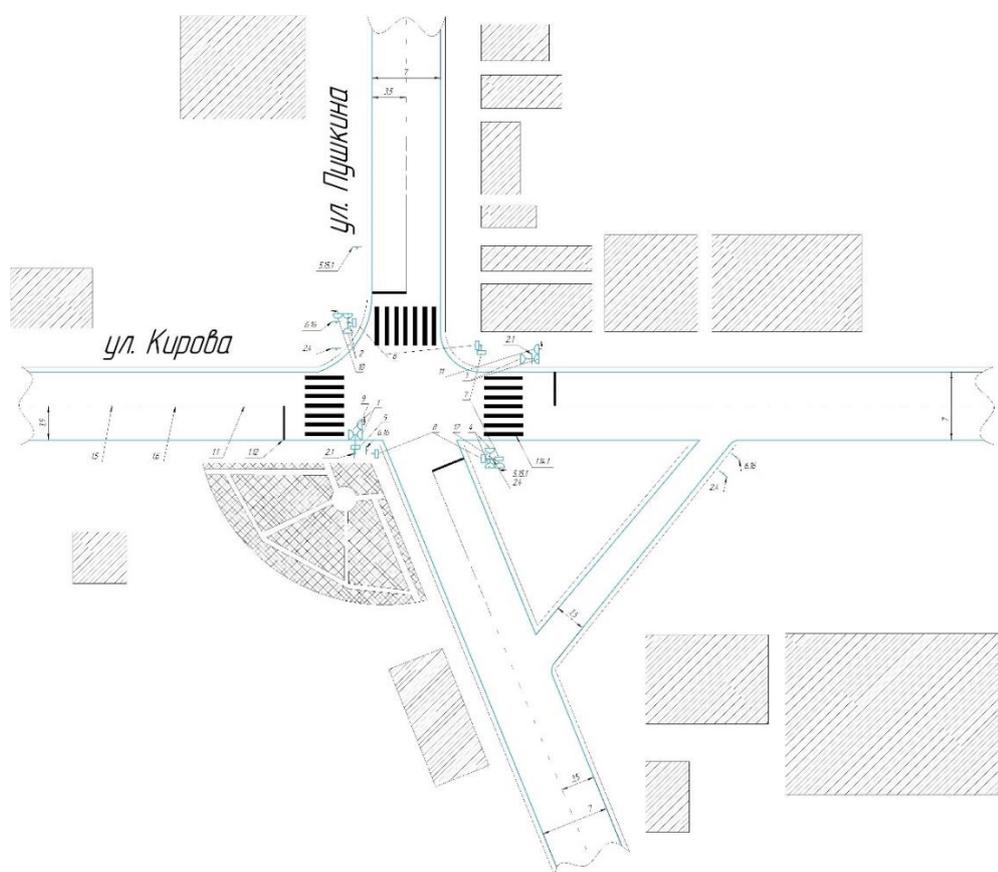


Рисунок 2.5 – Схема существующего перекрестка на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

Несмотря на то что на улицах города давно уже не наблюдается работы по проведению ремонта дорожных покрытий и тротуаров, каждый год всё же проводится определенный объём работ, направленных на устранение повреждений. Эти работы, известные как ямочный ремонт, не должны быть недооцениваемы, поскольку они направлены на восстановление повреждённых участков дорог. Однако, несмотря на регулярно проводимые меры по их устранению, нередко наблюдается, что в непосредственной близости от отремонтированных участков возникают новые повреждения в виде ям и трещин.

На рисунках 2.6 и 2.7 представлен вид пересечения ул. Кирова – ул. Пушкина.

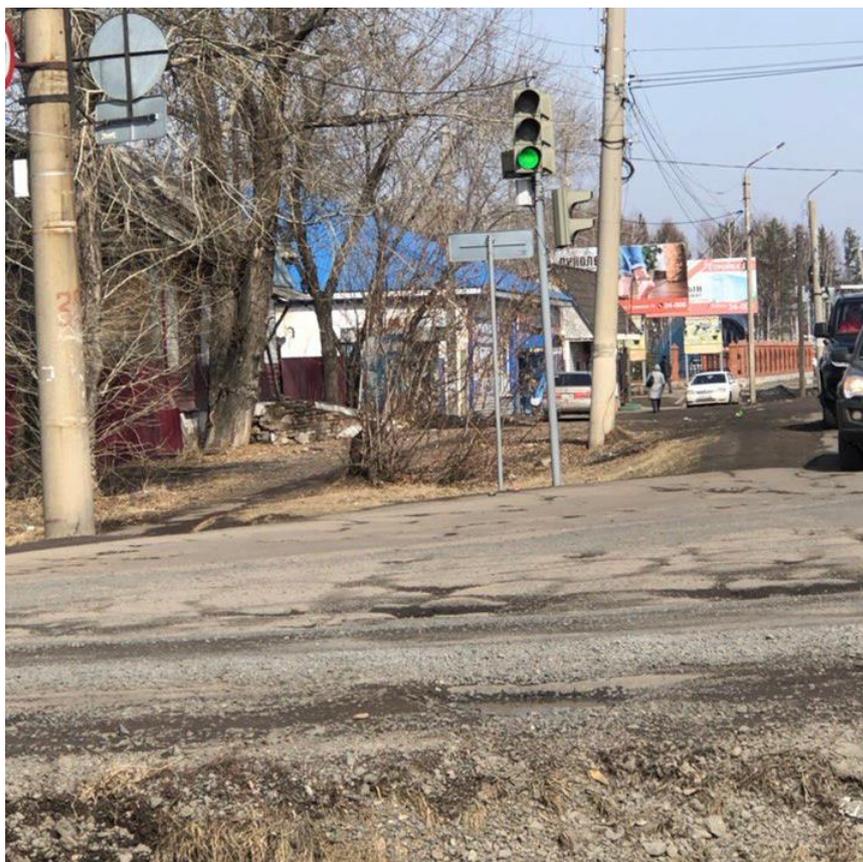


Рисунок 2.6 – Вид пересечения ул. Кирова – ул. Пушкина (ул. Кирова)



Рисунок 2.7 – Вид пересечения ул. Кирова – ул. Пушкина (ул. Пушкина)

На основе существующей интенсивности в «час-пик», представленной в таблице 1.11 на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина была построена картограмма интенсивности на данном участке УДС (см. рисунок 2.8).

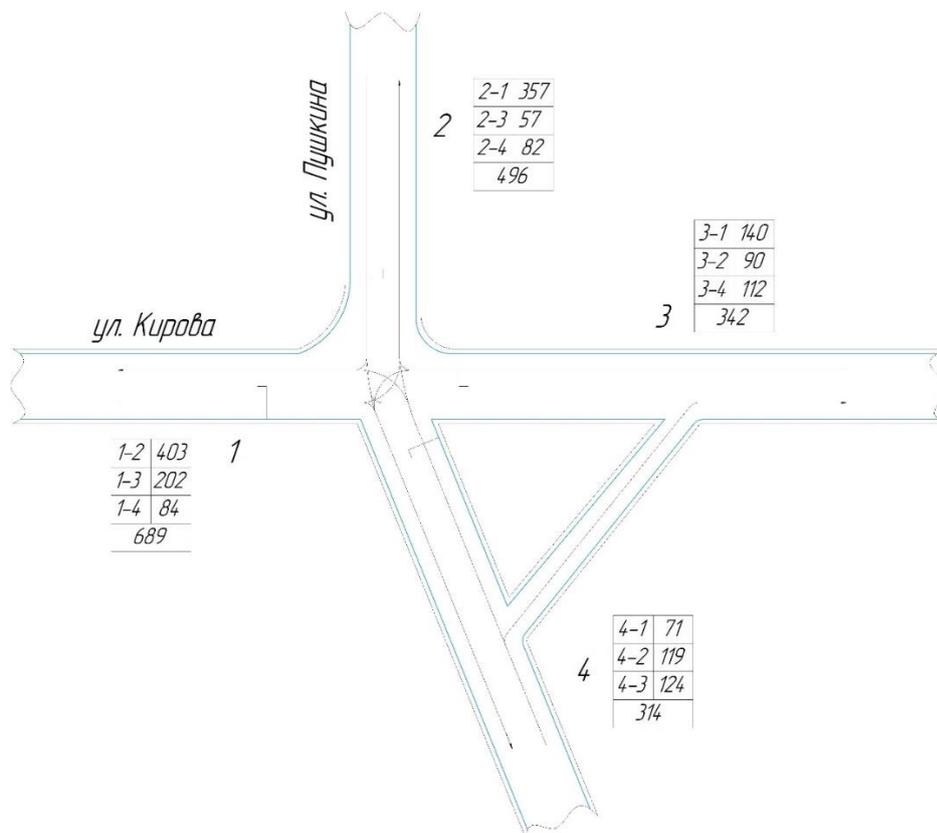


Рисунок 2.8 – Картограмма интенсивности на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

Подводя итог, можно сказать, что опасная дорожная ситуация на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина обусловлена рядом факторов:

- высокая интенсивность транспортного потока;
- неудовлетворительное состояние дорожного покрытия;
- полное или частичное отсутствие дорожной разметки;
- разрушение и (или) отсутствие пешеходных зон.

Вследствие этого целесообразно внесение изменений в организацию дорожного движения.

2.3.1 Анализ пропускной способности пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

Одним из ключевых параметров, определяющих эффективность функционирования транспортных артерий, является их пропускная способность. Пропускная способность определяется как максимальное количество транспортных средств, которое может пересечь определённый участок дороги за заданный промежуток времени [8].

На пропускную способность и среднюю скорость движения влияют следующие факторы: длина участка между перекрёстками, наличие светофорного регулирования на данных перекрёстках, участие общественного транспорта в транспортном потоке, а также наличие съездов на прилегающие улицы на участках дороги, не оборудованных светофорами. При назначении ширины проезжей части и определения ее пропускной способности необходимо иметь ввиду, что для каждой полосы многополосной проезжей части улицы в целом, служит формула:

$$N_{\max} = P * \zeta \quad (2.1)$$

где N_{\max} – максимальная пропускная способность проезжей части, авт/час;

P – пропускная способность одной полосы

ζ – коэффициент многополосности.

В соответствии со СНиП II-60-75 коэффициент многополосности ζ принимается в зависимости от числа полос движения в одном направлении:

одна – 1; две – 1,9; три – 2,7; четыре – 3,5.

Пропускной способностью полосы проезжей части называется максимальное количество транспортных средств, которое может быть пропущено через сечение одной полосы в течение 1 часа в одном направлении в условиях безопасности движения.

Для определения пропускной способности одной полосы воспользуемся формулой:

$$N_{\text{пр}} = \frac{3600 \cdot V_p \cdot K_n}{l_a + t_p \cdot V_p + \delta \cdot V_p^2 + l_o} \quad (2.2)$$

где $N_{\text{пр}}$ – пропускная способность одной полосы движения, авт/час;

V_p – расчётная скорость движения по проектируемой улице, м/с;

l_a – расчётная длина легкового автомобиля, (4–6 м);

l_o – зазор безопасности между остановившимися автомобилями, (3–5 м);

t_p – время реакции водителя при торможении, (0,8–1,2 с);

δ – коэффициент, зависящий от дорожных условий и состояния тормозов;

K_n – коэффициент пересечений, он зависит от расстояния между регулируемы перекрестками на магистрали.

$$\delta = \frac{K_э}{2 \cdot g \cdot (\varphi + f \pm i)} \quad (2.3)$$

где $K_э$ – эксплуатационного состояния тормозов, (3.1 - 3.3);

g – ускорение силы тяжести – 9,81 м/с;

φ – коэффициент сцепления шин с покрытием.;

f – коэффициент, учитывающий влияние пересечений магистрали с другими улицами на её пропускную способность;

i – продольный уклон в тысячных (max).

$$\delta = \frac{3,1}{2 \cdot 9,8 \cdot (0,65 + 0,016 + 0,021)} = 0,23.$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{3600 \cdot 16,66 \cdot 0,65}{5 + 1 \cdot 16,66 + 0,23 \cdot 16,66^2 + 4} = 436 \text{ авт/ч.}$$

Дорога имеет одну полосу для движения по ул. Пушкина и одну полосу по улице Кирова. При скорости 20 км/ч пропускная способность для ул. Кирова составит:

$$N_{\text{пр}} = 436 * 1 = 436 \text{ ед/ч.}$$

Так как движение осуществляется в попутном и встречном направлениях, то пропускная способность будет равна:

$$N_{\text{пр}} = 436 * 2 = 872 \text{ ед/ч.}$$

Пропускная способность регулируемых перекрестков определяется по выше приведенным формулам с учетом числа полос проезжей части на каждом направлении и принятого режима работы светофора [9].

Структура существующего светофорного цикла представлена на рисунке 2.9.



Рисунок 2.9 – Существующая структура светофорного цикла на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

Так как существующая структура светофорного цикла не обеспечивает полной пропускной способности, произведем оценку задержек транспортных средств на данном пересечении.

2.3.2 Оценка задержек транспортных средств

Факторы задержек в транспортном потоке представляют собой ключевую характеристику, на которую необходимо обратить особое внимание при оценке состояния движения на длительных маршрутах. К таким факторам следует отнести временные интервалы, при которых происходит замедление скорости не только на всех вынужденных остановках транспортных средств перед перекрестками, железнодорожными переездами, при заторах на перегонах, но и вследствие уменьшения скорости транспортного потока по сравнению с нормативной скоростью свободного движения на данном участке дорожной сети.

Продолжительность задержек транспортных средств на регулируемых перекрестках существенно зависит от параметров функционирования светофорной сигнализации. Задержки наблюдаются как на второстепенных, так и на основных дорогах в результате включения запрещающих сигналов светофора. Аналогичным образом, продолжительность задержек транспортных средств на пешеходных переходах коррелирует с параметрами работы светофорной сигнализации.

В современной науке транспортного обеспечения получили развитие экспериментальные подходы к определению продолжительности задержек, которые не предполагают применение сложных технических устройств. Одним из таких методов является простейший метод подсчета количества транспортных средств, находящихся на входе в перекресток, с использованием равномерных временных интервалов, достаточно узких для обеспечения точности измерений.

В рамках исследования, проводимого в течение пятиминутного интервала, осуществляется серия измерений с интервалом в 15 секунд. Процедура измерения задержек транспортных средств включает в себя следующие шаги:

- 1) в назначенный момент времени производится подсчет количества транспортных средств, стоящих на рассматриваемом подходе к перекрестку;
- 2) подсчеты проводятся с интервалом в 15 секунд в течение пяти минут.

Транспортные средства, находящиеся в состоянии остановки более 15 секунд, учитываются повторно, соответственно увеличивая их счет;

3) в течение указанного периода осуществляется регистрация общего числа транспортных средств, которые прошли через перекресток в определенном направлении, включая тех, которые проехали без остановки.;

4) полученные данные систематизируются в табличной форме для последующего анализа;

5) для вычисления средней задержки транспортного средства в данном направлении применяется соответствующая математическая формула:

$$t_{\Delta j} = \frac{\delta \sum_1^n n_{cmi}}{n_{пр}} \quad (2.4)$$

где δ – среднее время простоя стоящего автомобиля, сек;

n – число замеров, выполненных за определенный период наблюдения;

n_{cmi} – количество стоящих у перекрестка ТС в данный момент времени, ед.;

j – номер направления движения;

i – номер замера;

$n_{пр}$ – общее число автомобилей, проехавших перекресток.

б) определить суммарную задержку в машино-часах на данном подходе за один час времени по формуле:

$$T_{Д} = t_{\Delta j} * n_{пр} * \frac{12}{3600} \quad (2.5)$$

где $T_{Д}$ – суммарная задержка на данном подходе за один час времени, в машино-часах;

$t_{\Delta j}$ – средняя задержка одного автомобиля в данном направлении, сек.

$n_{пр}$ – общее число автомобилей, проехавших перекресток, ед.

Другим методом определения средней задержки автомобиля является графический метод с использованием схемы – графика накопление автомобилей

и рассасывание очереди у светофоров. Суммарные задержки в очереди могут быть определены, как площадь под кривой (рис. 2.10) и равны:

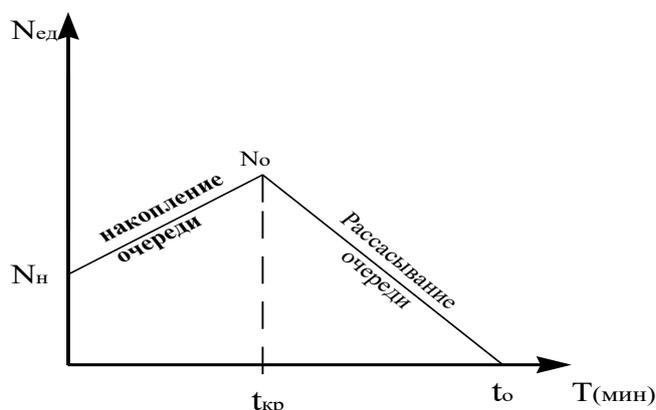


Рисунок 2.10 – Схема – график накопления автомобилей

$$t_t = \frac{t_{кр}(N_n + N_o) + N_o * t_o}{2}, \quad (2.6)$$

где $t_{кр}$ – длительность горения красного сигнала светофора, сек.;

N_n – число автомобилей, остановившихся сразу в момент включения красного сигнала светофора;

N_o – число автомобилей в очереди;

t_o – время трогания последнего автомобиля в очереди.

Средняя задержка автомобиля определится по формуле:

$$t_{\Delta} = \frac{t_t}{n_{пр}} \quad (2.7)$$

где t_t – суммарные задержки автомобилей в очереди;

$n_{пр}$ – число автомобилей, проехавших перекресток за цикл регулирования.

Второй метод определения средней задержки автомобиля характерен тем, что он приемлем для транспортных потоков достаточно высокой интенсивности, со сравнительно равномерными интервалами движения автомобилей.

В данной бакалаврской работе используется первый метод определения задержек. Транспортные задержки определяются на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина.

Таблица 2.1 – Результаты подсчета средней задержки автомобилей на перекрестке ул. Кирова – ул. Пушкина

1. На подходе по ул. Кирова со стороны ул. Пионерской					
Время наблюдения	Количество автомобилей, стоящих у перекрестка в данный момент времени				Общее количество автомобилей прошедших через перекресток с заданного подхода
	00сек.	15сек.	30сек.	45сек.	
1-я минута	0	0	0	6	16
2-я минута	7	0	4	0	21
3-я минута	7	0	0	0	14
4-я минута	0	6	0	7	18
5-я минута	0	4	0	5	21
ИТОГО:	14	10	4	18	90
$t_{дл}=7,6$ секунд		$T_{дл}=2,3$ маш-ч			
2. На подходе по ул. Кирова в сторону ул. Пионерской					
1-я минута	0	0	0	0	38
2-я минута	0	0	4	0	46
3-я минута	2	0	0	0	39
4-я минута	4	0	1	0	44
5-я минута	0	3	0	0	38
ИТОГО:	6	3	5	0	205
$t_{дл}=0,68$ секунд		$T_{дл}=0,46$ маш-ч			
3. На подходе по ул. Пушкина со стороны ул. Лазо					
1-я минута	3	3	0	0	8
2-я минута	0	4	2	4	11
3-я минута	2	0	2	2	8
4-я минута	0	4	0	3	9
5-я минута	6	0	1	3	11
ИТОГО:	11	11	5	12	47
$t_{дл}=12,44$ секунд		$T_{дл}=1,95$ маш-ч			
4. На подходе по ул. Пушкина в сторону ул. Лазо					
1-я минута	2	3	5	0	10
2-я минута	2	5	3	2	7
3-я минута	0	3	4	2	2
4-я минута	2	0	3	4	10
5-я минута	1	1	0	3	7
ИТОГО:	7	12	15	11	36
$t_{дл}=32,8$ секунд		$T_{дл}=1,95$ маш-ч			

В результате проведенных расчетов были определены средние задержки транспортных средств в каждом направлении, а также суммарные задержки на каждом подъезде к перекрестку за один час, выраженные в машино-часах.

2.4 Проект совершенствования схемы организации дорожного движения на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

Перекрёсток – это место пересечения, примыкания или разветвления дорог на одном уровне, ограниченное воображаемыми линиями, соответственно соединяющими противоположные, наиболее удалённые от центра перекрёстка начала закруглений проезжих частей.

Исследование статистических данных по аварийности дорожного движения позволяет выявить, что перекрёстки в одном уровне являются одной из наиболее опасных зон дорожной сети. Около 18% всех дорожно-транспортных происшествий регистрируется на данных перекрёстках. Уменьшение скорости транспортных средств и ограниченная пропускная способность дорог приводят к заторам и снижению эффективности дорожной инфраструктуры.

Перекрёстки в разных уровнях обеспечивают более благоприятные условия для движения из-за исключения прямого пересечения потоков. Однако, их строительство требует значительных инвестиций, что делает их экономически нецелесообразными при низкой интенсивности движения.

В связи с этим, актуальным представляется использование альтернативных методов проектирования перекрёстков в одном уровне. К таким методам относятся различные варианты кольцевых перекрёстков и перекрёстки с разделением потоков.

В рамках представленной бакалаврской работы будет проведен анализ и обоснование применения метода формирования однородных транзитных потоков путём реализации кольцевой развязки для оптимизации транспортной схемы на участке, включающем пересечение улиц Кирова и Пушкина. Данный метод предполагает улучшение условий движения транспортных средств и повышение эффективности транспортной инфраструктуры, что является важным аспектом развития городской дорожной сети.

Исходя из анализа текущего состояния дорожной инфраструктуры, можно

утверждать, что применение кольцевой развязки является оптимальным решением в случае, когда геометрические параметры существующего перекрестка не соответствуют современным требованиям безопасности движения и приводят к повышенному риску возникновения дорожно-транспортных происшествий.

В свете ограниченности возможностей по корректировке геометрии перекрестка, обусловленной наличием ограничительных факторов, таких как здания и инфраструктурные объекты, было принято решение о реализации проекта кольцевой развязки в рамках существующих архитектурно-планировочных ограничений.

Для обеспечения эффективности и долгосрочной эксплуатации объекта дорожного строительства, предусматривается необходимость разработки методики прогнозирования транспортных потоков, которая позволит оценить и учесть изменения транспортного напряжения на период в несколько лет вперед.

2.4.1 Методика прогнозирования транспортных потоков на выбранном участке г. Тайшета

Целью прогнозирования интенсивности транспортного потока по автомобильным дорогам является предсказание будущей интенсивности движения для обеспечения необходимых данных при разработке проектов новых дорожных участков и реконструкции уже существующих, а также для оптимизации транспортной инфраструктуры.

На данный момент в научной литературе представлено множество методологий для прогнозирования интенсивности транспортного потока по автомобильным дорогам. Разработаны специализированные аналитические инструменты, которые применяются для изучения интенсивности движения на уровне отдельных дорожных сегментов и на уровне транспортной сети в целом. Эти методики опираются на анализ многообразия факторов, оказывающих значимое воздействие на динамику движения транспортных средств.

В соответствии с методическими рекомендациями "Руководство по прогнозированию интенсивности дорожного движения", при проведении анализа технико-экономических аспектов реконструкции автодорожных инфраструктур или дорожных сооружений, предлагается применение метода прогнозирования интенсивности дорожного движения, который также известен как метод экстраполяции. Данный метод предполагает использование исторических данных о интенсивности дорожного движения для прогнозирования её будущего уровня [5].

Таким образом прогнозирование интенсивности движения выполняется по следующим формулам:

– при прогнозировании интенсивности движения в первые 6 лет эксплуатации:

$$N_t = N_0 \cdot (1 + B)^{t-6} \quad (2.8)$$

– при прогнозировании интенсивности движения после 6 лет эксплуатации:

$$N_t = N_0 \cdot (1 + B_k)^6 \cdot (1 + B)^{t-6}, \quad (2.9)$$

где N_t – прогнозируемая интенсивность движения, авт./час;

N_0 – исходная интенсивность движения, авт./час;

B – среднегодовой прирост интенсивности движения;

$B_k = 0,0347$ (т.е. прирост на 3,47% ежегодно) принимаем, опираясь на среднестатистический прирост количества автотранспорта в городе;

t – перспективный период, лет.

$B = -0,006$ (т.е. убыль на 0,6% ежегодно) принимаем исходя из среднестатистической убыли населения г. Тайшета.

На основании существующей интенсивности на рассматриваемом участке УДС г. Тайшета следует определить прогнозируемую интенсивность

транспортных потоков.

$$N_t = 1841 \cdot (1 + 0,0347)^6 \cdot (1 - 0,006)^{1-6} = 2328 \text{ прив. ед./час}$$

Прогнозируемая интенсивность движения на пересечении улиц Кирова – ул. Пушкина в прив. ед. представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Прогнозируемая интенсивность на рассматриваемом участке УДС г. Тайшета

Год	Прогнозируемая интенсивность движения, прив. ед./час
2024	2328
2025	2314
2026	2300
2027	2286
2028	2272
2029	2259
2030	2245
2031	2232
2032	2218
2033	2205

В результате проведения математического моделирования и анализа данных, были определены прогнозные значения интенсивности транспортного потока на изучаемом участке дорожной сети на период до десяти лет. Исходя из полученных результатов, можно утверждать, что в настоящее время интенсивность движения составляет 2328 автомобильных единиц в час. Предполагаемые значения интенсивности в ближайшие пять лет и на десятилетний период равны 2272 и 2205 автомобильных единиц в час соответственно.

В ходе анализа и прогнозирования интенсивности транспортных потоков было принято решение о выборе транспортной развязки, обладающей компактными размерами. Данная развязка должна быть способна обеспечить необходимую пропускную способность в соответствии с прогнозами на

ближайшие годы. В соответствии с информацией, представленной в предыдущем разделе, для дальнейшего исследования была выбрана развязка с кольцевым движением.

Схема такой развязки представлена на рисунке 2.11.

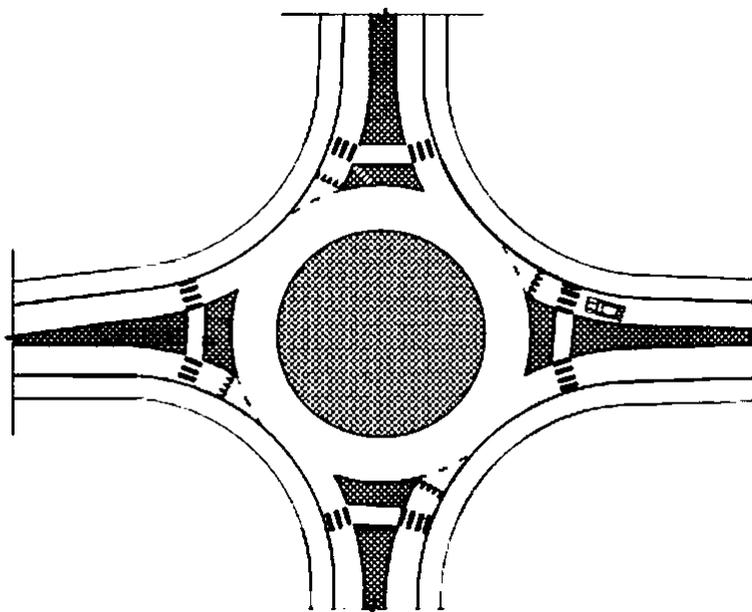


Рисунок 2.11 – Схема кольцевого пересечения

В контексте транспортных инженерии, развязки с кольцевым движением характеризуются тем, что скорость движения легковых автомобилей на таких перекрестках обычно колеблется в пределах 40 километров в час. Данная скоростная характеристика способствует минимизации или исключению возникновения аварийных ситуаций. Кольцевые развязки, как правило, используются для реализации прямоугольной схемы управления дорожным движением.

Основные преимущества такого типа развязок включают:

- отсутствие необходимости в регулировании потока ТС;
- ликвидация конфликта встречных потоков;
- удобство и безопасность разворотов ТС в обратном направлении;
- простота понимания и восприятия схемы движения водителями;
- эффективное управление потоками на перекрестках с четырьмя и более

направлениями;

- снижение частоты аварий;
- высокая пропускная способность;
- обеспечение непрерывности ТС.

Исследование динамики дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на участке улицы Кирова – улицы Пушкина показывает, что основной причиной аварий является сложность конфигурации данного пересечения, который предполагает необходимость модификации существующей схемы управления движением.

Предлагается внедрение модели саморегулируемого кругового движения с целью устранения конфликтогенных зон. Графическое представление конфронтационных зон на данном участке дороги демонстрируется на рисунке 2.12.

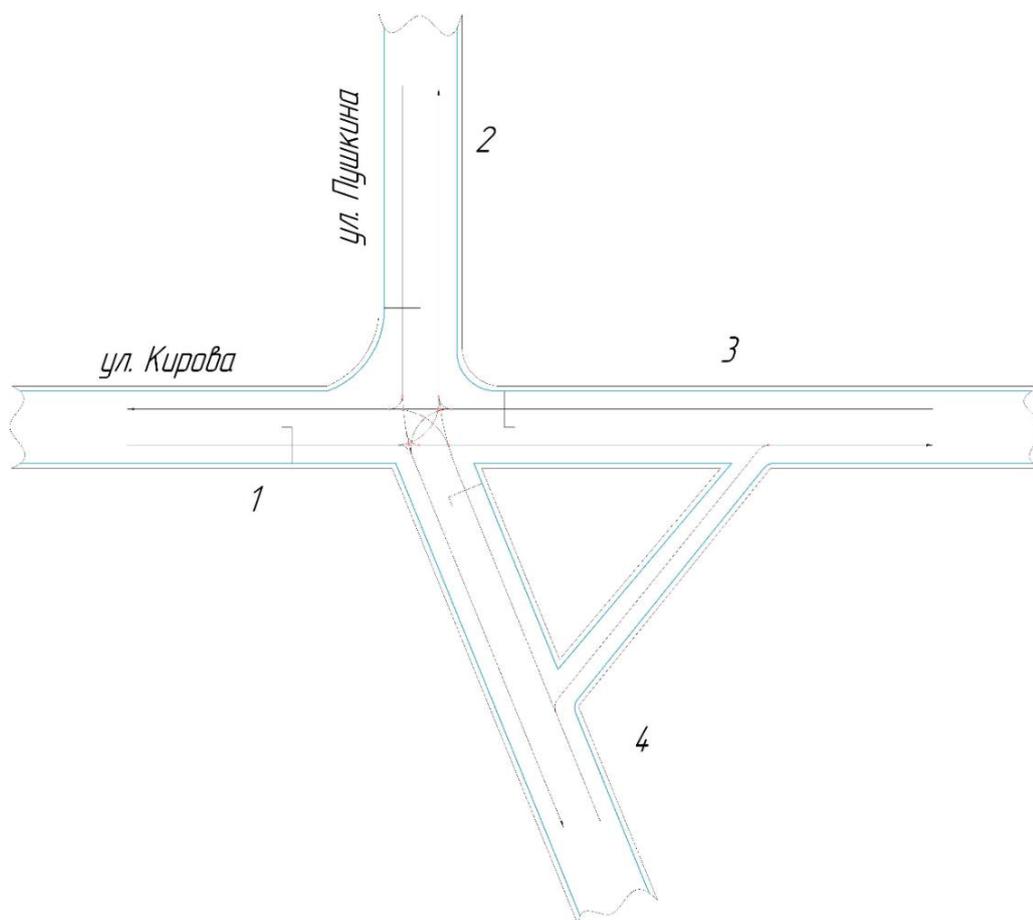


Рисунок 2.12 – Конфликтные точки на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

Анализ статистики ДТП позволяет выявить, что значительная их часть происходит в зонах, которые можно определить, как конфликтные точки. Эти точки характеризуются пересечением траекторий транспортных средств на одном уровне, а также в зонах их слияния и разветвления.

Количественное определение конфликтных зон на перекрестках позволяет оценить уровень сложности транспортного потока. Для анализа сложности транспортного потока необходимо применить метод, основанный на расчете индекса сложности в соответствии с уже разработанной формулой:

$$m = n_0 + 3n_c + 5n_{\text{п}} \quad (2.10)$$

где n_0 – количество точек отклонения от первоначального направления движения;

n_c – количество точек слияния транспортных потоков по окончании маневрирования;

$n_{\text{п}}$ – количество точек пересечения в процессе маневрирования.

Классификация манёвров и их обозначение представлено на рисунке 2.13.

<i>Маневр</i>	<i>Обозначение маневра</i>			
<i>Отклонение</i>	 <i>Вправо</i>	 <i>Влево</i>	 <i>Взаимное</i>	 <i>Множественное</i>
<i>Слияние</i>	 <i>Справа</i>	 <i>Слева</i>	 <i>Взаимное</i>	 <i>Множественное</i>
<i>Пересечение</i>	 <i>Справа</i>	 <i>Слева</i>	 <i>Взаимное</i>	 <i>Встречное</i>

Рисунок 2.13 – Классификация манёвров с обозначением

В рамках транспортной инженерии существует классификация

перекрёстков в зависимости от их сложности, которая определяется через величину m . Эта величина представляет собой количество встречных потоков на перекрёстке. Согласно данной классификации, перекрёсток с m меньше 40 считается простым, от 40 до 80 – средней сложности, от 80 до 150 – сложным, а с m превышающим 150 – очень сложным.

$$m = 8 + 3 \cdot 8 + 5 \cdot 13 = 97$$

Исходя из полученного показателя $m = 97$ можно сделать вывод, что по степени сложности анализируемый перекрёсток является сложным.

Эффективная организация движения в кольцевой системе способствует частичному или полному устранению перекрёстного движения транспортных потоков, заменяя его на последовательное слияние и разветвление потока.

Ситуационный план предлагаемой транспортной развязки кольцевого пересечения ул. Кирова – ул. Пушкина представлен на рисунке 2.14.

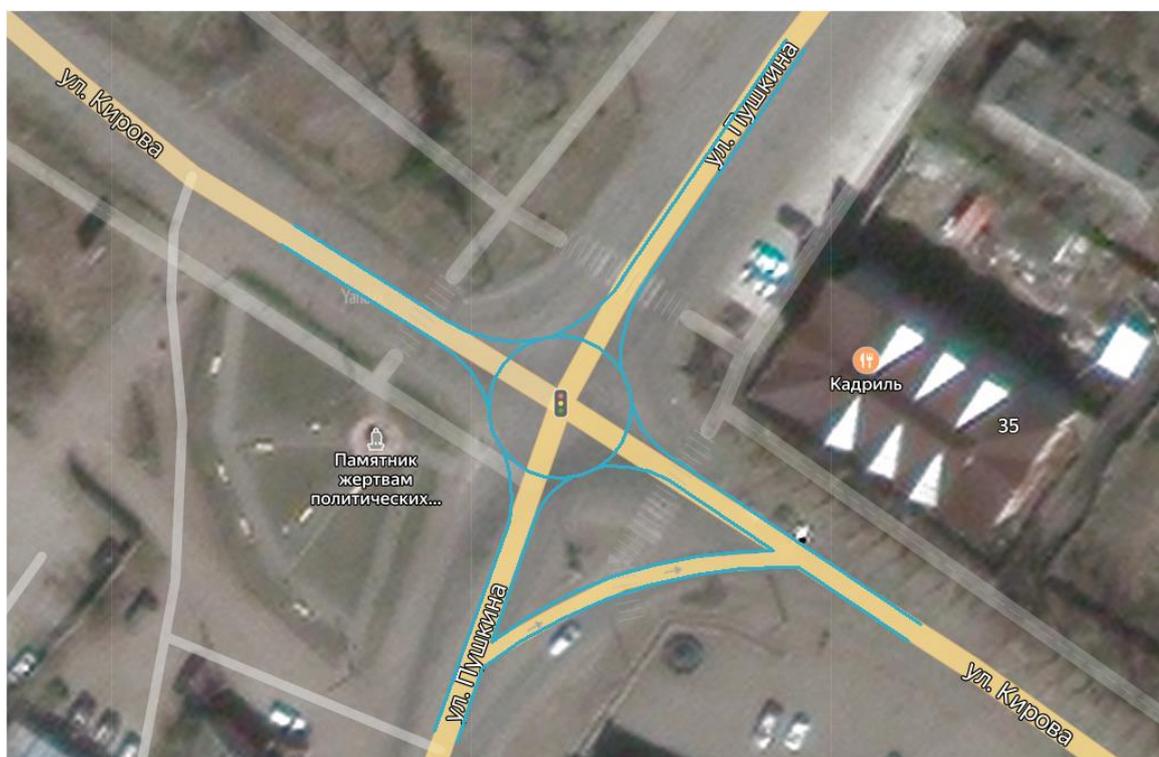


Рисунок 2.14 – Ситуационный план предлагаемой транспортной развязки на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

В соответствии с разработанным ситуационным планом, следует начинать реализацию проекта саморегулируемого кольцевого движения на пересечении улиц Кирова и Пушкина.

2.4.2 Проектирование кольцевого пересечения ул. Кирова – ул. Пушкина

При проектировании кольцевых пересечений акцент делается на изучении геометрических характеристик, включая планировку поверхности и вертикального сечения перекрестка.

Пропускная характеристика кольцевых перекрестков на одном уровне коррелирует с параметрами, такими как ширина входа в зону перекрёстного потока, а также ширина и длина сектора взаимодействия потоков [10].

Для определения оптимальной скорости движения на указанных перекрестках применяются математические методы, которые учитывают необходимость достижения максимально возможной пропускной способности и минимизации временных затрат на прохождение перекрестка. Применение узких интервалов между транспортными средствами направлено на улучшение эффективности перекрёстного движения и, как следствие, на повышение пропускной способности перекрестка. В таблице 2.3 представлено соотношение расчётных скоростей движения на кольце к категории дороги, км/ч.

Таблица 2.3 –Соотношении расчётной скорости к технической категории дороги

Техническая категория дороги	I	II	III	IV,V
Рекомендуемая расчётная скорость движения	50	45	40	30

Из таблицы 2.3 можно увидеть, что расчётная скорость движения имеет прямую связь от технической категории дороги. Согласно СНиП 2.05.02 – 85 автодороги подразделяются на следующие технические категории, представленные в таблице 2.4, в зависимости от расчётной интенсивности.

Таблица 2.4 – Техническая категория дороги в зависимости от расчётной интенсивности движения

Назначение автомобильной дороги	Техническая категория дороги	Расчётная интенсивность движения, прив. ед./сут
Магистральные дороги общегородского назначения	I - а (автомагистраль)	св. 14000
	I - б (скоростная дорога) II	св. 14000 св. 6000
Прочие федеральные дороги	I II III	св. 14000 св. 6000 св. 2000 до 6000
Республиканские, краевые, областные дороги	III IV	св. 6000 до 14000 св. 2000 до 6000 св. 200 до 2000
Дороги местного значения	IV V	св. 200 до 2000 до 200

Исходя из таблиц следует сделать вывод о том, что дороги проектируемого кольцевого пересечения относятся к областным дорогам. В связи с этим, предполагаемая скорость движения на данном перекрестке устанавливается на уровне 40 км/ч. Ключевые параметры, необходимые для проведения проектирования кольцевого перекрестка, указаны в таблице номер 2.5.

Таблица 2.5 – Основные параметры для проектирования кольцевого пересечения

Максимальная пропускная способность авт./час	2500	3000	3500	4000	4000	5000	5000	6000
Число полос проезжей части кольца	2	2	2	2	3	3	3	3
Ширина проезжей части кольца, м	9	9	9	9	12	12	12	12
Внутренний диаметр кольца, м	18	21,5	30	45	51,5	54	62	72

В соответствии с представленными в таблице данными и ранее определенной пропускной способностью в 2328 автомобилей в час, внутренний диаметр проектируемого кольцевого перекрестка составляет 18 метров. Ширина проезжей части, предназначенной для двухполосного движения по кольцу, равна 9 метров.

Схема проектируемого кольцевого перекрестка на пересечении улиц Кирова и Пушкина представлена на рисунке 2.15.

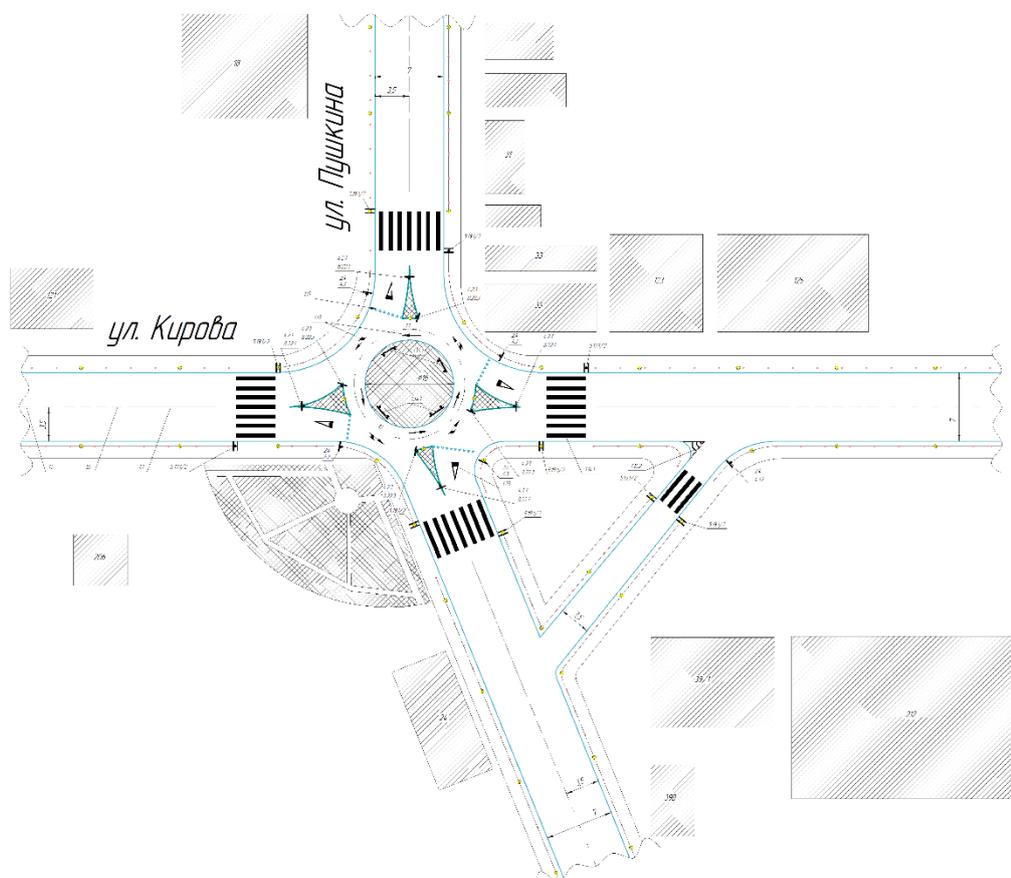


Рисунок 2.15 – Проектируемая схема кольцевой развязки на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

В процессе разработки проекта кольцевой развязки, расположенной на пересечении улиц Кирова и Пушкина, особое внимание уделялось обеспечению безопасности пешеходного движения. Для регулирования пешеходного потока предусмотрены тротуары, расположенные вдоль автомобильной дороги, а также пешеходные переходы, обеспечивающие безопасное преодоление проезжей части. В дополнение к этому, внедрены специализированные технические устройства, цель которых – гарантировать безопасность пешеходов, включая установленные ограждения, которые не только препятствуют внезапному переходу пешеходов через проезжую часть, но и направляют их к расположенным поблизости пешеходным переходам.

2.4.3 Расстановка технических средств на проектируемом перекрестке ул. Кирова – ул. Пушкина

Для организации кольцевого движения в соответствии с ГОСТом 52289-2019 [11] установим технические средства организации дорожного движения: дорожные знаки, светофоры, разметку (см. табл. 2.6).

Дорожные знаки. Порядок движения на кольцевом пересечении обеспечим установкой предписывающего знака 4.3 – «Круговое движение». Непосредственно перед перекрестком необходимо установить знаки приоритета 2.4 – «Уступите дорогу». По диаметру кольца устанавливаем предупреждающие знаки 1.34.1 «Направление поворота». На островках безопасности для информирования водителей о направлении движения необходима установка знаков 4.2.1 «Объезд препятствия справа», и 8.22.1 «Препятствия».

Дорожная разметка. Особенностью разметки на перекрестках с круговым движением является выделение полос движения, предназначенных для маневрирующих потоков, а также обозначение мест, где водители обязаны уступить дорогу в соответствии с принятой схемой организации движения. На подходах к перекрестку потоки противоположных направлений разделяют сплошной линией 1.1 или 1.3, которая непосредственно перед перекрестком примыкает к направляющему островку треугольной формы. Для отделения правоповоротных потоков от кольцевых в зоне перекрестка прерывистыми линиями 1.7 обозначают полосы движения, на которые нанесены направляющие стрелы 1.18. При наличии в местах слияния потоков знаков 2.4 на проезжей части разметкой 1.13 указывают места, где водитель должен уступить дорогу.

В соответствии с предлагаемыми мероприятиями проектируемая транспортная развязка кольцевого пересечения должна обеспечить безопасность пешеходного движения, пропускную способность ТС, а также повысить безопасность на дороге для водителей за счёт уменьшения конфликтных точек.

Таблица 2.6 – Дислокация дорожных знаков на пересечении Кирова- Пушкина

Вид, № знака	Обозначение	Место установки	Количество	Способ установки
 1.34.1	Направление поворота	При движении по правоповоротному съезду на кольцевом пересечении	4	На стойке
 2.4	Уступите дорогу	На правоповоротном съезде при подходе к главной дороге	4	На стойке
 4.2.1	Объезд препятствия справа	Перед правоповоротным съездом	4	На стойке
 4.3	Круговое движение	Перед кольцевым пересечением	4	На стойке
 5.19.1/5.19.2	Пешеходный переход	Перед каждым пешеходным переходом	10	На стойке
 8.22.1	Препятствие	Перед каждым правоповоротным съездом	4	На стойке
 8.22.3	Препятствие	Перед правоповоротным съездом с главной дороги	4	На стойке
 4.2.3	Объезд препятствия справа или слева	Перед правоповоротным съездом с главной дороги	4	На стойке

2.5 Проектирование комплекса мероприятий ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

На основании анализа интенсивности потоков транспортных средств и актуальных проблем в данной области, было принято решение о корректировке светофорного регулирования для оптимизации транспортного потока.

Так как на данном пересечении организовано светофорное регулирование, но пропускная способность не обеспечивается должным образом и образуются заторовые ситуации, проведем анализ существующей организации движения.

2.5.1 Существующая организация движения на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

Схема существующего перекрестка на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова представлена на рисунке 2.16.

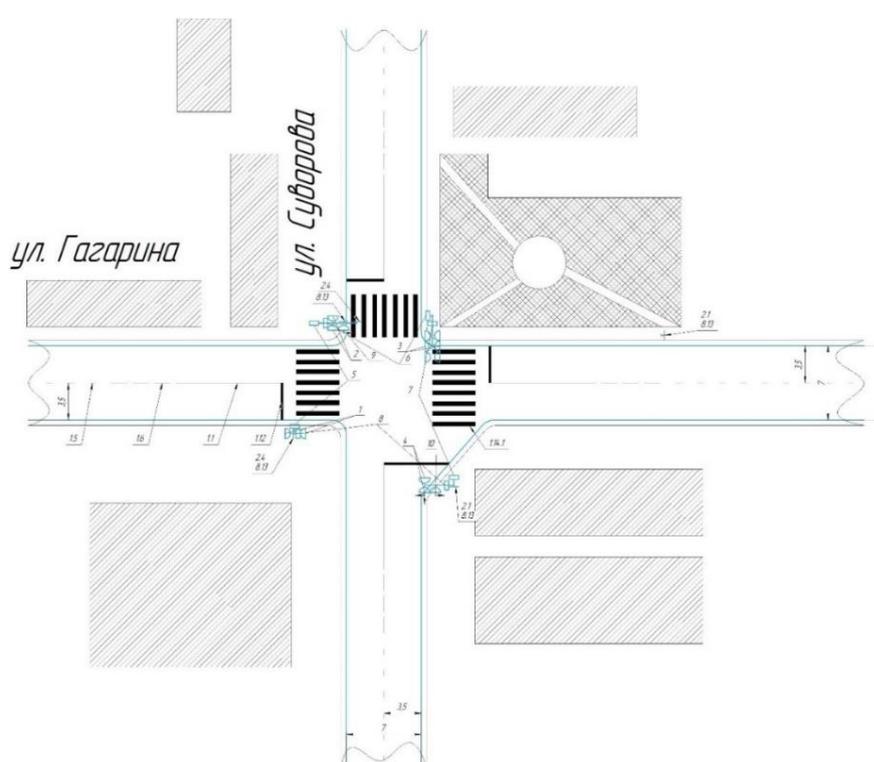


Рисунок 2.16 – Схема существующего перекрестка на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

На основе существующей интенсивности в «час-пик», представленной в таблице 1.12 на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова была построена картограмма интенсивности на данном участке УДС (см. рисунок 2.17).

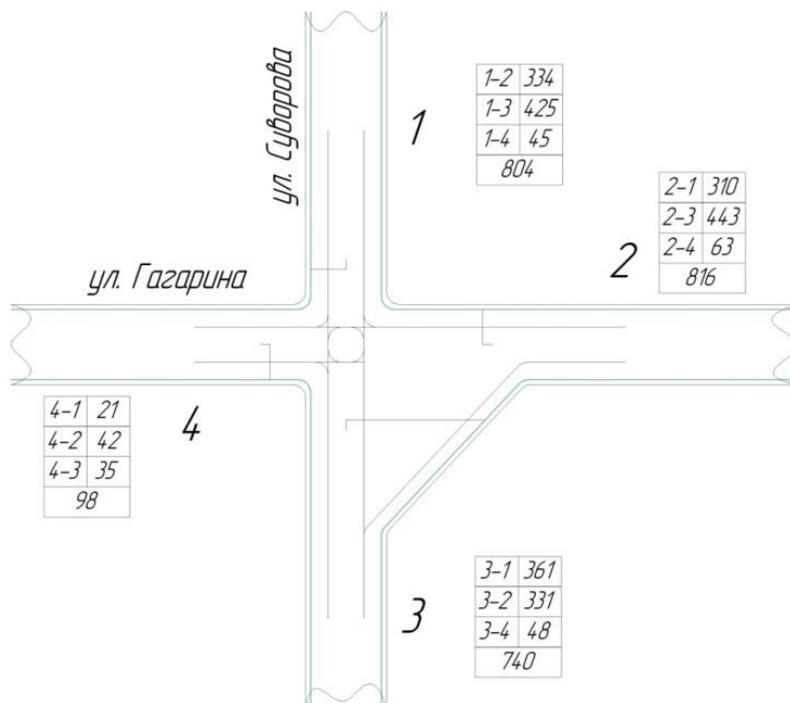


Рисунок 2.17 – Картограмма интенсивности на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

Структура существующего светофорного цикла представлена на рисунке 2.18. Существующие фазные развязки представлены на рисунках 2.19, 2.20 и 2.21.



Рисунок 2.18 – Существующая структура светофорного цикла на пересечении ул. Гагарина – ул. Пушкина

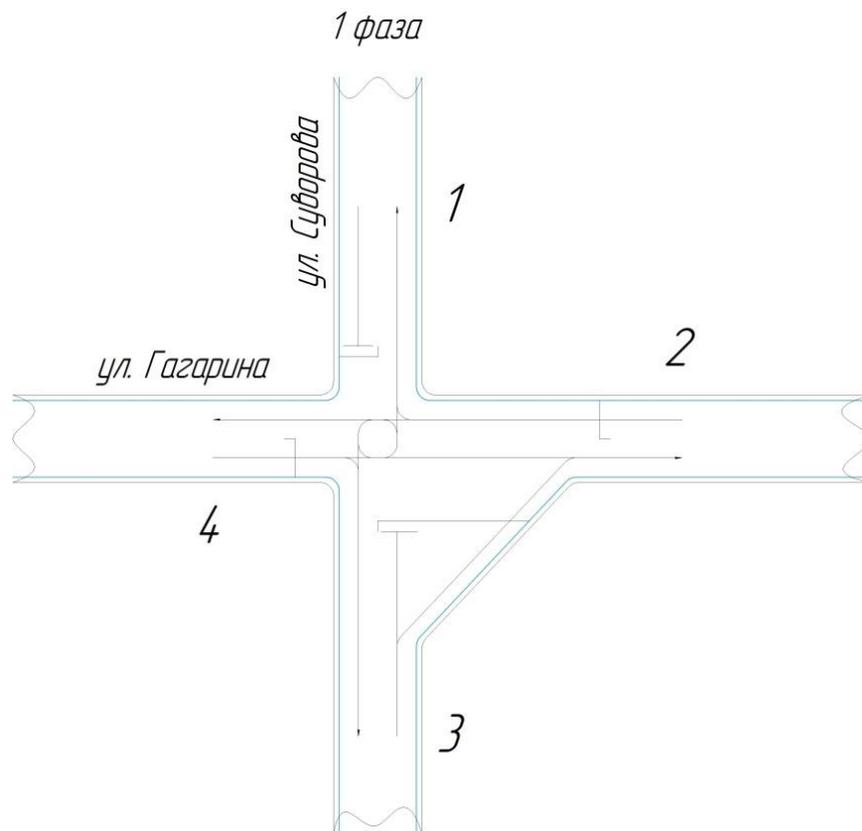


Рисунок 2.19 – Первая фаза светофорного регулирования для направления по ул. Гагарина

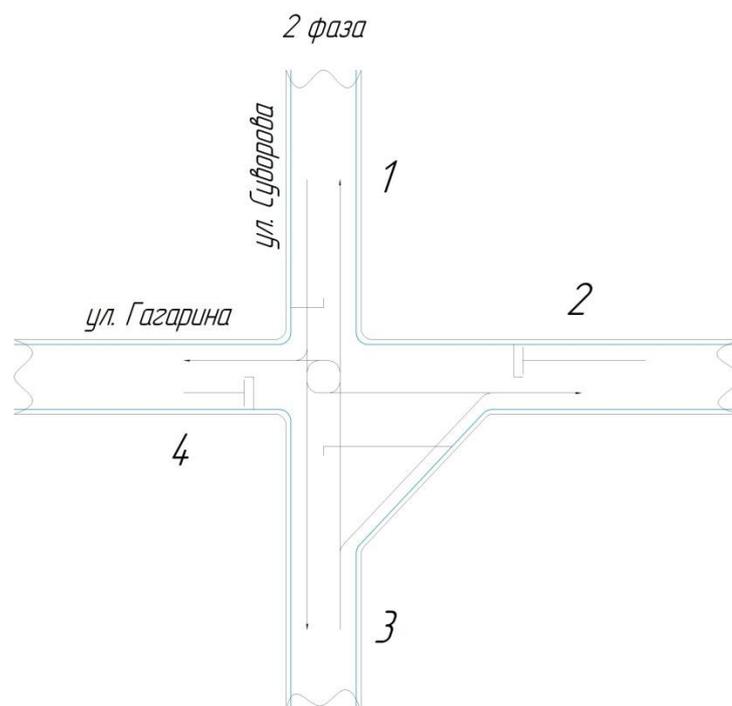


Рисунок 2.20 – Вторая фаза светофорного регулирования для направления по ул. Суворова

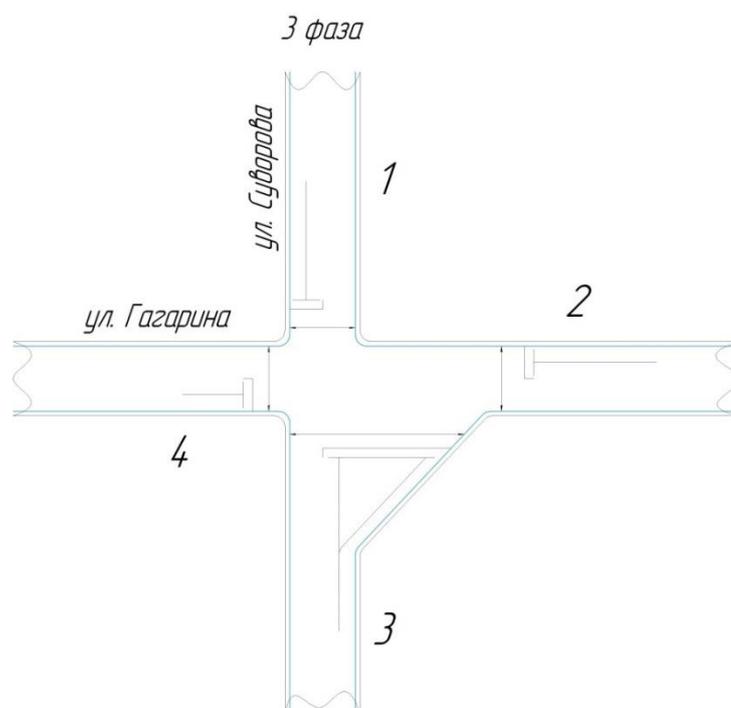


Рисунок 2.21 – Третья фаза светофорного регулирования для движения пешеходов

Также на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова наблюдается аналогичная ситуация, связанная со стоянием дорожного покрытия. Постоянное наличие ям и трещин, которое, естественно, сказывается на движении транспортного потока. На рисунке 2.22 представлен вид пересечения ул. Гагарина – ул. Суворова.



Рисунок 2.22 – Вид пересечения ул. Гагарина – ул. Суворова

При этом, каждый из этих дефектов дорожного покрытия представляет собой своеобразную опасность для проезжающих автомобилей.

Ведь даже небольшая трещина может привести к ухудшению управляемости машины или даже к проколам шин, особенно если это происходит в дождливый период.

Подводя итог, можно сказать, что опасная дорожная ситуация на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова обусловлена рядом факторов:

- высокая интенсивность ТС;
- плохое дорожное покрытие;
- несоответствие светофорного цикла интенсивности ТС;
- полное или частичное отсутствие дорожной разметки;
- разрушение пешеходных зон.

Вследствие этого целесообразно внесение изменений в организацию дорожного движения.

2.5.2 Изменение светофорного цикла на участке УДС г. Тайшет на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

В ходе исследования пропускной способности транспортного узла было выявлено, что основным фактором, приводящим к задержкам в основных потоках на данном перекрестке, является выполнение поворотных манёвров ТС, что оказывает влияние на общее количество транспортных средств, способных пройти через перекресток за один светофорный цикл [12].

Следовательно, для корректного анализа и оптимизации светофорного регулирования необходимо определить значение потока насыщения.

В рамках проектирования участка дорожно-транспортной инфраструктуры применяется эмпирический подход для определения потока насыщения, основывающийся на приближённых оценках.

В ситуации, когда транспортные средства движутся по прямой траектории на проезжей части без наличия продольных уклонов и разметки, для вычисления потока насыщения применяется соответствующая математическая формула:

$$M_H = 525 * B, \quad (2.11)$$

где M_H – поток насыщения в приведенных единицах, ед./час;

B – ширина проезжей части в данном направлении движения, м.

При осуществлении манёвров поворота на перекрёстках в отсутствие специализированных полос для поворота наблюдается уменьшение скорости насыщения дорожного полотна.

Это явление коррелирует с временными задержками в основном потоке движения, которые происходят в результате активного взаимодействия автомобилей, выполняющих поворот.

Для приблизительной оценки скорости насыщения дорожного полотна в таких условиях используется модель, согласно которой автомобиль, выполняющий поворот налево из общей полосы движения, с точки зрения влияния на основной поток движения, эквивалентен 1,75 автомобилям, движущимся прямо, а автомобили, выполняющие поворот направо, эквивалентны 1,25 автомобилям прямого направления [9].

Поток насыщения в таком случае определяется по формуле:

$$M_H = \frac{525B_{пч} * 100}{a + 1,75b + 1,25c}, \quad (2.12)$$

где a, b, c – доли автомобилей, которые движутся по полосе в прямом направлении, выполняющих поворот налево или направо.

Фазовые коэффициенты рассчитываются для каждого из направлений движения на участке в данной фазе регулирования:

$$Y = \frac{N}{M_H}, \quad (2.13)$$

где Y – фазовый коэффициент данного направления;

N и M_H – интенсивность движения для рассматриваемого периода суток и поток насыщения в данном направлении данной фазы регулирования, ед./час.

Расчет потока насыщения.

Для направления 1-2; 1-3; 1-4 (ул.Суворова в южную сторону):

$$a = \left(\frac{425}{804}\right) * 100\% = 52,8 \%$$

$$b = \left(\frac{334}{804}\right) * 100\% = 41,5 \%$$

$$c = \left(\frac{45}{804}\right) * 100\% = 5,59 \%$$

$$M_{H1} = \frac{525*3,5*100}{52,8+1,75*41,5+1,25*5,59} = 1869 \text{ ед./час}$$

$$\gamma_1 = \frac{804}{1869} = 0,43$$

Для направления 3-2; 3-1; 3-4 (ул.Суворова в северную сторону):

$$a = \left(\frac{361}{740}\right) * 100\% = 48,7\%$$

$$b = \left(\frac{48}{740}\right) * 100\% = 6,4\%$$

$$c = \left(\frac{331}{740}\right) * 100\% = 44,7\%$$

$$M_{H3} = \frac{525*3,5*100}{48,7+1,75*6,4+1,25*44,7} = 1804 \text{ ед./час}$$

$$\gamma_3 = \frac{740}{1804} = 0,41$$

За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент принимается наибольшее значение в данной фазе, это значение $\gamma_1 = 0,43$.

Для направления 2-1; 2-3; 2-4 (ул.Гагарина в западную сторону):

$$a = \left(\frac{62}{815}\right) * 100\% = 7,6\%$$

$$b = \left(\frac{443}{815}\right) * 100\% = 54,3\%$$

$$c = \left(\frac{310}{815}\right) * 100\% = 38\%$$

$$M_{H2} = \frac{525*3,5*100}{7,6+1,75*54,3+1,25*38} = 1959 \text{ ед./час}$$

$$\gamma_2 = \frac{815}{1959} = 0,416$$

Для направления 4-1; 4-2; 4-3 (ул.Гагарина в восточную сторону):

$$a = \left(\frac{42}{98}\right) * 100\% = 42,8\%$$

$$b = \left(\frac{21}{98}\right) * 100\% = 21,4\%$$

$$c = \left(\frac{35}{98}\right) * 100\% = 35,7\%$$

$$M_{H4} = \frac{525*3,5*100}{42,8+1,75*21,4+1,25*35,7} = 1471 \text{ ед./час}$$

$$\gamma_4 = \frac{98}{1471} = 0,06$$

В процессе определения фазного коэффициента, который является ключевым для расчета продолжительности основного такта, применяется максимальное значение, которое наблюдается в соответствующей фазе: $\gamma_2 = 0,416$.

Для обеспечения безопасности на перекрестках необходимо корректно определить продолжительность временного интервала, выделенного для прохождения транспортного средства через перекресток.

Этот интервал должен быть выбран так, чтобы транспортное средство, находящееся в зоне действия зеленых сигналов светофорной системы, имело возможность безопасно пройти через перекресток до момента, когда сигнал светофора переходит с зеленого на желтый. В противном случае, транспортное средство должно осуществить остановку перед стоп-линией, чтобы избежать возможного конфликта в зонах пересечения. Остановка перед стоп-линией допускается только при условии, что расстояние от транспортного средства до стоп-линии на проезжей части не превышает его тормозного пути.

Формула для определения длительности промежуточного такта представлена следующим образом:

$$t_{П1} = \frac{V_a}{7.2*a_t} + \frac{3,6*(l_i+l_a)}{V_a}, \quad (2.14)$$

где $t_{П1}$ – длительность промежуточного такта, с;

V_a – средняя скорость транспортных средств при движении на подходе к участку и в зоне участка без торможения, км/ч.;

a_t – среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего сигнала ($a_t=3 - 4 \text{ м/с}^2$);

l_j – расстояние от стоп-линии до самой ДКТ, м;

l_a – длина ТС, чаще встречающегося в потоке, м.

Для первой фазы:

$$t_{\Pi 1} = \frac{40}{7,2*3} + \frac{3,6*(8+5)}{40} \approx 3\text{с}$$

Для второй фазы:

$$t_{\Pi 1} = \frac{40}{7,2*3} + \frac{3,6*(8+5)}{40} \approx 3\text{с}$$

Для третьей фазы:

$$t_{\Pi 1} = \frac{40}{7,2*3} + \frac{3,6*(8+5)}{40} \approx 3\text{с}$$

Сумма промежуточных тактов равна:

$$T_{\Pi} = \sum_{i=1}^n t_{\Pi i} = 3 + 3 + 3 = 9\text{ с.}$$

Суммарный фазовый коэффициент определяется по формуле (2.15):

$$Y = \sum_{i=1}^n \gamma_i. \tag{2.15}$$

$$Y = \sum_{i=1}^n \gamma_i = 0,43 + 0,416 = 0,846$$

Для определения оптимального времени цикла регулирования светофора, направленного на минимизацию среднего времени ожидания транспортных средств на перекрестках, используется специальная математическая формула:

$$T_{ц} = \frac{1,5T_{п}+5}{1-Y}, \quad (2.16)$$

где $T_{ц}$ – оптимальная длительность, с;

$T_{п}$ – суммарное потерянное время на перекрестке, с;

Y – суммарный фазовый коэффициент, который характеризует загрузку перекрестка.

$$T_{ц} = \frac{1,5*9+5}{1-0,846} = 120 \text{ с}$$

Основные такты:

Длительность основного t_0 в i фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту этой фазы. Если сумма основных тактов $T_{ц} - T_{п}$, то:

$$t_0 = \frac{[(T_{ц}-T_{п})*y_i]}{Y}, \quad (2.17)$$

$$t_{01} = \frac{(120-9)*0,43}{0,846} = 56 \text{ с}$$

$$t_{02} = \frac{(120-9)*0,416}{0,846} = 54 \text{ с}$$

$$t_{03} = 120 - 56 - 54 = 10 \text{ с}$$

Так как значения не превышают длительность основных тактов, длительность цикла принимаем согласно приведенных расчетов.

В соответствии с проведенными расчетами и анализом, была разработана оптимальная структура светофорного цикла, которая представлена на рисунке 2.23.



Рисунок 2.23 – Расчетная структура светофорного цикла на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

Анализируя представленные данные в рисунке 2.23, можно вывести следующие значения: длительность полной фазы работы светофора, включающей в себя три отдельные фазы, равна 120 секунд. Первая фаза продолжается в течение 56 секунд, вторая фаза – 54 секунды, в то время как третья фаза функционирует на протяжении 10 секунд.

2.5.3 Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

В рамках реализации мер по обеспечению безопасности дорожного движения на участке проезда, включающем улицы Гагарин и Суворова, было осуществлено внедрение системы светофорного регулирования, включающей в себя установку светофоров типа Т.1 и Т.1.п по улице Суворова с южной стороны. Установка этих светофоров позволяет существенно оптимизировать поток автомобильного и пешеходного движения, повышая тем самым безопасность участников дорожного движения.

В пределах каждого светофорного пункта были оборудованы стоп-линии и размещены соответствующие дорожные знаки 6.16 согласно стандарту.

Проектируемая схема организации дорожного движения на упомянутом участке представлена на рисунке 2.24.

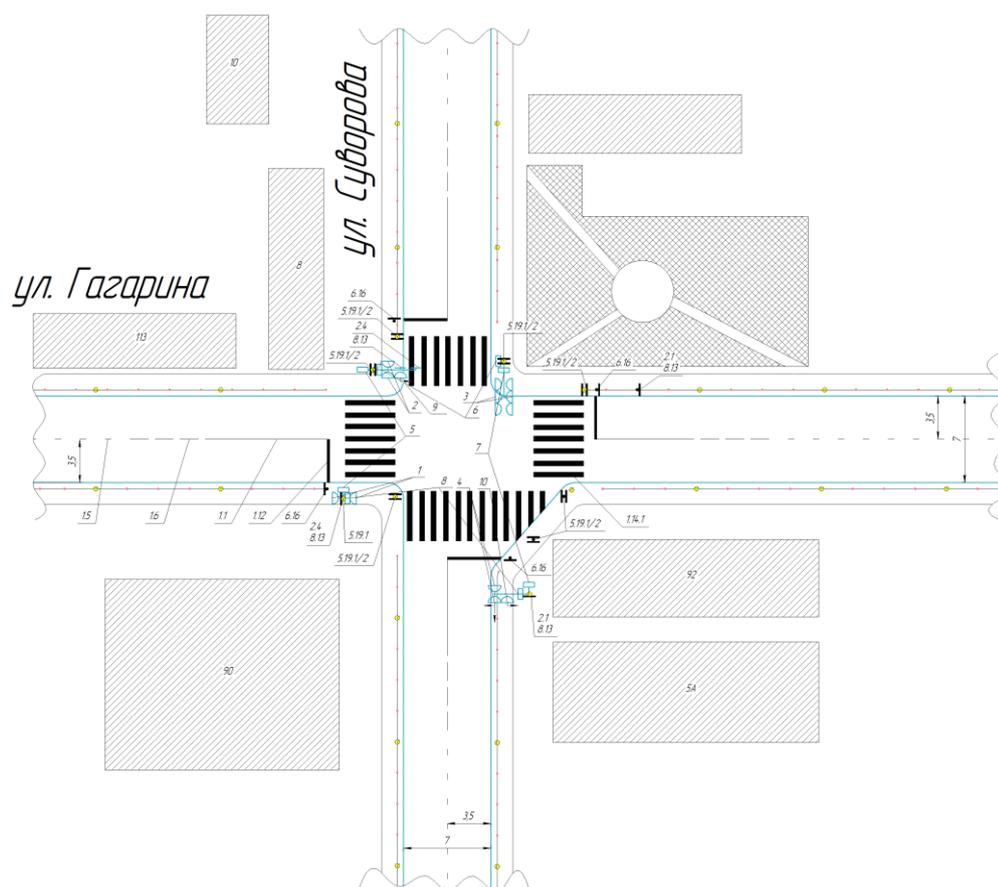


Рисунок 2.24 – Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

Дислокация дорожных знаков, в соответствии с ГОСТ Р 52289 – 2019 [11] «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования» представлена в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Дислокация дорожных знаков на ул. Гагарина – ул. Суворова

Вид, № знака	Обозначение	Количество	Способ установки
 2.1	Главная дорога	2	На стойке
 2.4	Уступите дорогу	2	На стойке

Окончание таблицы 2.7

Вид, № знака	Обозначение	Количество	Способ установки
 5.19.1/5.19.2	Пешеходный переход	8	На стойке
 6.16	Стоп-линия	4	На стойке
 8.13	Направление главной дороги	4	На стойке

На пересечении в соответствии с ГОСТ Р 51256 – 2018 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования» нанесена дорожная разметка, в таблице 2.8 представлена дислокация дорожной разметки [13].

Таблица 2.8 – Дислокация дорожной разметки на ул. Гагарина – ул. Суворова

Вид, № разметки	Тип разметки	Ширина, м	Место нанесения
 1.1	разделяет транспортные потоки противоположных направлений и обозначает границы полос движения в опасных местах на дорогах обозначает границы проезжей части, на которые въезд запрещен	0,15	от каждой стоп линии и от пешеходного перехода
 1.5	разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах	0,15	по всем улицам при приближении к разметке 1.6
 1.6	предупреждает о приближении к разметке 1.1	0,15	по всем улицам при приближении к разметке 1.1

Окончание таблицы 2.8

Вид, № разметки	Тип разметки	Ширина, м	Место нанесения
 1.12	указывает место, где водитель должен остановиться	0,4	по всем полосам движения возле знака стоп-линия
 1.14.1	обозначает пешеходный переход	4	по всем улицам

В контексте реализации стратегий по повышению безопасности пешеходов и минимизации риска происшествий на дорожном движении, было осуществлено внедрение дорожных барьеров на пешеходных дорожках. Эти инициативы нацелены на предотвращение несанкционированных пересечений пешеходами проезжей части, что, в свою очередь, предполагает снижение числа ДТП, связанных с инцидентами наезда на пешеходов.

Помимо этого, было осуществлено оптимизированное регулирование светофорного режима на пересечении улиц Гагарина и Суворова. Реализация пофазного разъезда на данном перекрестке приведет к уменьшению количества конфликтных ситуаций и, в долгосрочной перспективе, способствует снижению автотранспортных происшествий на данном участке. Кроме того, данная мера способствует увеличению пропускной способности транспортной инфраструктуры.

2.6 Совершенствование организации пешеходного движения на участках УДС г. Тайшета

Пешеход – это лицо, находящееся вне транспортного средства на дороге либо на пешеходной или велопешеходной дорожке и не производящее на них работу. К пешеходам приравниваются лица, передвигающиеся в инвалидных

колясках, ведущие велосипед, мопед, везущие санки, тележку, детскую коляску, а также использующие для передвижения роликовые коньки, самокаты или иные аналогичные средства.

В рамках концепции равноправного участия пешеходов в процессе движения на дорогах городской инфраструктуры, актуализируется необходимость в научно обоснованной и рациональной организации пешеходного потока. Одной из приоритетных задач является гарантирование высокого уровня комфорта и безопасности для участников пешеходного потока.

Характерной чертой организации пешеходного движения является его нелинейность и сложность в управлении, что усложняет процесс планирования и реализации мер по его структуризации.

В рамках организации пешеходного движения выделяются следующие основные задачи:

- 1) разработка и реализация концепции создания автономных маршрутов для пешеходов в рамках городской инфраструктуры;
- 2) проектирование и реализация пешеходных зон;
- 3) интеграция пешеходных переходов в структуру дорожной сети;
- 4) определение и маркировка жилых зон с целью ограничения скоростного движения транспортных средств.

В зонах с высоким интенсивным пешеходным движением, вблизи транспортных узлов, остановок общественного транспорта и перекрёстков, особо актуальной является задача организации пешеходных переходов.

Пешеходным переходом называется участок проезжей части, обозначенный знаками 5.19.1, 5.19.2 и (или) разметкой 1.14.1 и 1.14.2 и выделенный для движения пешеходов через дорогу. Вид необходимых, для обозначения пешеходного перехода, знаков и разметки представленный на рисунке 2.25.

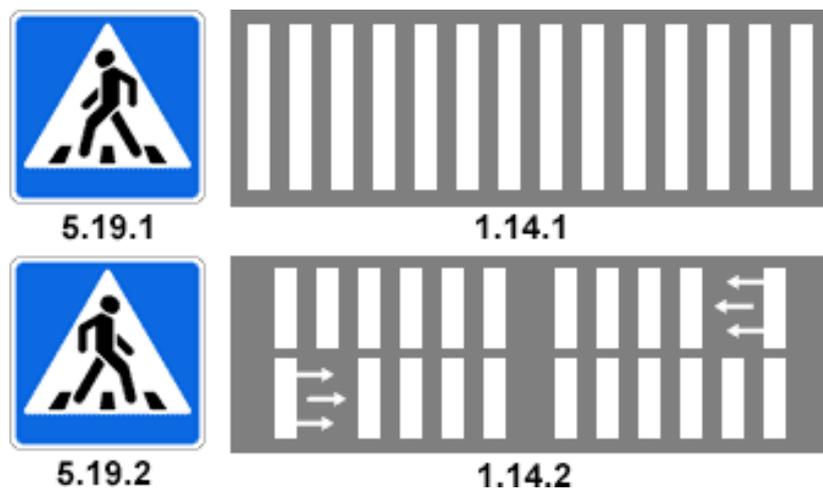


Рисунок 2.25 – Вид знаков и разметки на пешеходных переходах

В рамках транспортной инфраструктуры выделяются пять основных типов пешеходных переходов:

1) наземный пешеходный переход – это место, где пешеходы могут безопасно перейти дорогу, чтобы добраться до противоположной стороны. Данный тип перехода маркируется специальной дорожной разметкой согласно стандарту 1.14.1 и дополнительно обозначается дорожными знаками;

2) диагональные пешеходные переходы – это особый вид наземных переходов, где пешеходы могут пересекать дорогу в разных направлениях, включая прямоугольный переход. Особенностью таких переходов является временная остановка всех транспортных потоков на перекрестке, что дает пешеходам возможность безопасно пересекать дорогу, в том числе и по диагонали;

3) нерегулируемые пешеходные переходы – это самая базовая разновидность инфраструктурного элемента для пешеходов, предполагающая обязанность автомобилей останавливаться перед пешеходами. Эти переходы часто размещают на дорогах с умеренной интенсивностью движения. К этой же группе относятся переходы с светофорами, которые работают в режиме мигания желтого сигнала или находятся в состоянии отключения;

4) регулируемые пешеходные переходы – данные переходы оснащены работоспособным светофором, обеспечивают контроль за перемещением как

пешеходов, так и автомобильного транспорта. Такие переходы обычно располагаются на перекрестках и включены в общую систему управления дорожным движением, где светофоры для пешеходов и авто составляют единую сеть;

5) внеуличные – могут быть созданы на одном уровне с дорогами или же на разных уровнях – в таком случае различают подземные и надземные варианты. Данные конструкции разрабатываются с целью повышения уровня безопасности и оптимизации движения на улицах с высоким потоком автомобильного транспорта.

На рисунке 2.26 показана схема движения пешеходов по наземному пешеходному переходу.

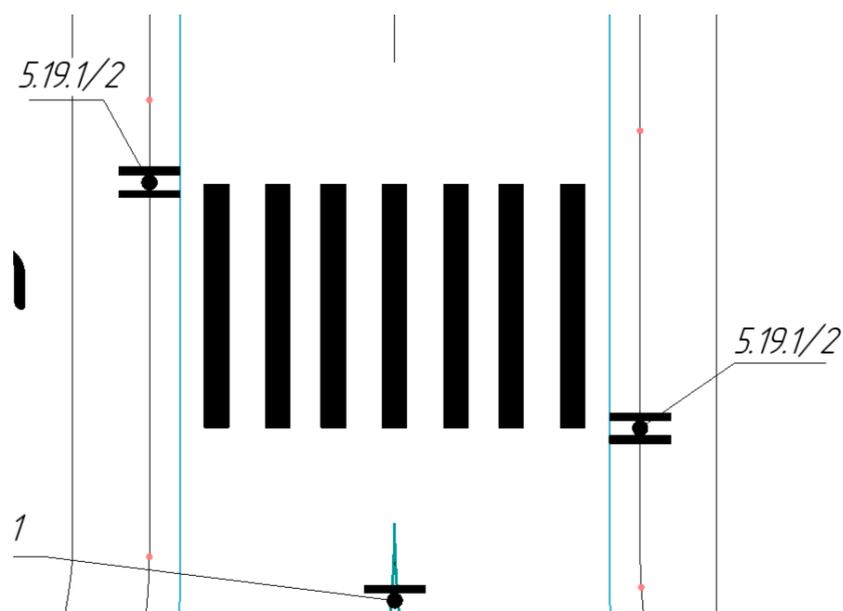


Рисунок 2.26 – Схема проектируемого наземного пешеходного перехода через ул. Пушкина

Подземные пешеходные переходы – строятся под проезжей частью автодорог. Надземные соответственно над проезжей частью.

В городской инфраструктуре малых городов доминируют пешеходные переходы, которые не имеют механизмов регулирования потока пешеходов.

Кроме того, для обеспечения безопасного пешеходного движения

необходимо обеспечить наличие тротуаров, расположенных вдоль автомобильных дорог. Тротуар представляет собой отдельную часть дорожной инфраструктуры, предназначенную исключительно для пешеходов, которая может быть связана с автомобильной дорогой или велосипедной дорожкой, либо отделена от них зелеными насаждениями. Расположение тротуаров обычно происходит по обе стороны автомобильного полотна, однако при односторонней застройке достаточно одностороннего обустройства. Ширина тротуаров должна соответствовать характеристикам улицы, особенностям застройки района и интенсивности пешеходного движения, что определяется исходя из категории улицы.

Процесс разделения транспортных и пешеходных потоков представляет собой ключевой элемент в системе управления пешеходным движением. Ключевые меры, направленные на оптимизацию данного процесса, включают в себя:

1. Проектирование и реализация пешеходных зон вдоль транспортных магистралей в городской среде, включая создание тротуаров и пешеходных дорожек.

2. Устранение препятствий, снижающих пропускную способность пешеходных зон, что может привести к задержкам в движении пешеходов.

3. Использование барьерных конструкций, предназначенных для предотвращения неожиданного пересечения пешеходами проезжей части дороги с целью обеспечения безопасности водителей.

4. Создание и монтаж дополнительных зон для пешеходов на асфальте дорог, когда ширина тротуаров не удовлетворяет установленным стандартам.

5. Организация системы препятствий, не дающих возможности машинам выезжать в районы, предназначенные для пешеходов, что способствует повышению безопасности пешеходов.

Из расчёта пропускной способности определяется ширина тротуаров и пешеходных дорожек. Согласно СНиП 2.07.01-89 рекомендуемая эффективная ширина тротуара должна составлять не менее, м.:

Магистральные улицы общегородского значения:

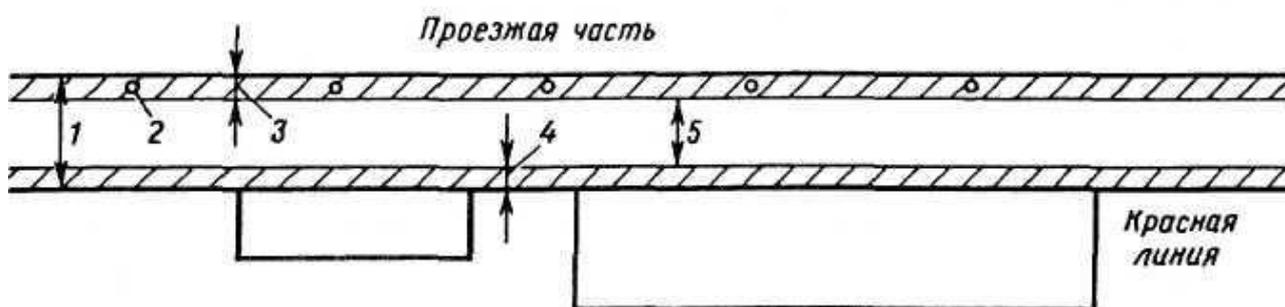
- непрерывного движения..... 4,5;
- регулируемого движения..... 3,0.

Магистральные улицы районного значения:

- транспортно-пешеходные 2,25;
- пешеходно-транспортные 3,0.

На уличных дорогах местного значения и прочих второстепенных дорогах разрешается создание пешеходных дорожек шириной в один метр, при условии, что количество пешеходов, движущихся в обоих направлениях, не превышает 50 человек в час.

На рисунке 2.27 представлена схема определения эффективной ширины тротуара.



- 1 – общая ширина тротуара; 2 – мачта освещения; 3 – неиспользуемая для движения часть тротуара; 4 – неиспользуемая часть тротуара у фасадов зданий; 5 – пешеходная часть

Рисунок 2.27 – Схема определения эффективной ширины тротуара

В соответствии с ГОСТ 23457–86 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения» приведены конкретные указания по применению технических средств для пешеходных переходов.

При разработке системы инфраструктуры для пешеходов одной из первоочередных задач является определение наиболее подходящего места для обустройства пешеходных переходов и выбор их ширины. Согласно действующим правилам и стандартам, на улицах городской застройки рекомендуется устанавливать пешеходные переходы на расстоянии от 200 до 400

метров друг от друга.

Выбор наземных пешеходных переходов при проектировании транспортных инфраструктур определяется рядом преимуществ, среди которых можно выделить:

1. Повышение степени видимости пешеходов для участников дорожного движения. Это достигается благодаря улучшению профиля перехода, что способствует его более высокой освещенности и, как следствие, повышению безопасности пересечения дороги пешеходами.

2. Минимизация длины пешеходных переходов, что способствует сокращению времени, затрачиваемого пешеходами на пересечение дорожной полосы. Таким образом, снижается риск возникновения несчастных случаев и увеличивается пропускная способность пешеходных переходов.

Для обеспечения безопасности пешеходов на подходах к пешеходным переходам необходимо предусмотреть треугольник видимости, что позволит пешеходам распознавать приближающиеся транспортные средства заблаговременно. В соответствии с пунктом 7.1 ГОСТ Р 50597-2017 [14] «Дороги автомобильные общего пользования. Пересечения и примыкания. Технические требования»: «Для обеспечения видимости не допускается устройство земляных валов, посадка деревьев и кустарников, установка сооружений высотой более 0,5 м в зонах:

– треугольников видимости <1> на нерегулируемых пересечениях и примыканиях дорог и улиц в одном уровне, а также на пешеходных переходах;

<1> Треугольник видимости:

– для условий "транспорт-транспорт" размеры сторон равнобедренного треугольника для дорог при скорости движения 60 и 90 км/ч должны быть, соответственно, не менее 85 и 175 м, для улиц при скорости движения 40 и 60 км/ч - не менее 25 и 40 м;

– для условий "пешеход-транспорт" размеры сторон прямоугольного треугольника для дорог должны быть при скорости движения транспортных средств 60 и 90 км/ч, соответственно, 7 x 85 и 10 x 175 м для улиц при скорости

движения транспортных средств 25 и 40 км/ч - не менее 8 x 40 и 10 x 50 м.

– срезки видимости на внутренней стороне кривых в плане дорог и улиц».

Треугольник видимости «водитель – пешеход» на пешеходном переходе представлен на рисунке 2.28.

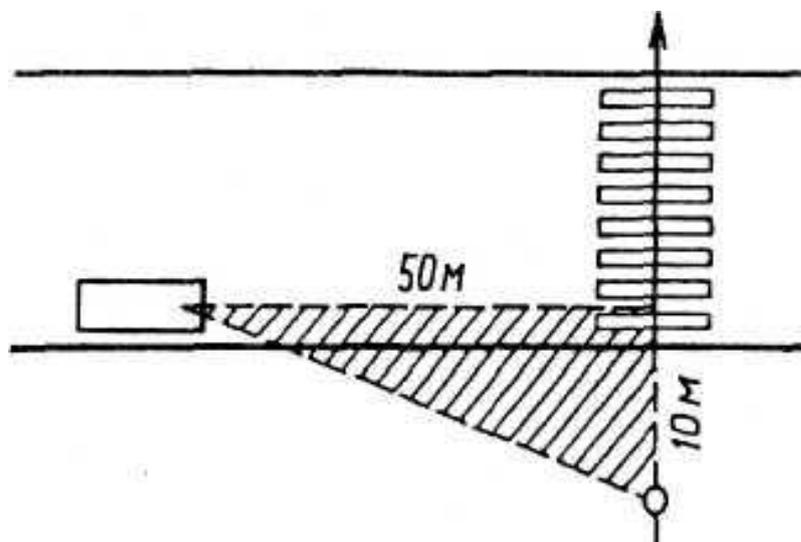


Рисунок 2.28 – Треугольник видимости «водитель – пешеход» на пешеходном переходе

В соответствии с действующими нормативными актами, категории граждан, испытывающих ограничения в физических возможностях, в том числе различные группы инвалидов, признаются составной частью пешеходного потока на городских магистралях. Данное положение подразумевает необходимость разработки и реализации комплексных мер по обеспечению их безопасности при передвижении по городской инфраструктуре.

В частности, для улучшения условий безопасности для лиц, страдающих от нарушений зрения, включая полностью слепых, предлагается внедрение тактильных указателей, располагаемых на поверхности улиц и дорог. Такие указатели должны быть размещены в непосредственной близости к пешеходным переходам через проезжую часть и перед потенциальными препятствиями, что позволит улучшить ориентацию таких лиц в городском пространстве и минимизировать риски несчастных случаев.

В рамках обеспечения безопасности и комфорта перехода для лиц с ограниченными возможностями, рекомендуется применение бордюрного камня с уменьшенной высотой в пределах от 2,5 до 4 сантиметров в районах, где располагаются переходы для пешеходов. Данная мера должна быть реализована на тротуарах и пешеходных дорожках.

Уклон по продольному направлению пути, предназначенного для проезда инвалидов на колясках, не должен превышать 50 ‰. Поперечный уклон по тротуарам и проезжей части, который может использоваться инвалидами, ограничивается 20 ‰.

Тактильные указатели наземного типа являются средствами информирования, разработанными для использования лицами с нарушениями зрения. Они реализуются в форме линейных элементов, изготовленных из разнообразных материалов и отличающихся особым цветом и текстурой рифления. Эти характеристики позволяют участвовать в процессе навигации через тактильное восприятие, при котором человек может определять тип покрытия дорожного полотна путем осязания с помощью ног, трости или с использованием уцелевших зрительных функций.

Строение поверхности тактильных указателей должно обеспечивать противоскользящие свойства, что позволяет отличать их по структуре и цвету от прилегающего дорожного полотна или наземного покрытия.

В рамках наземной инфраструктуры, тактильные указатели различаются на две основные категории:

1. Предупреждающие тактильные указатели. Эти элементы дорожного покрытия характеризуются наличием поверхности, выполненной в виде усеченных конусообразных или квадратных рифов. Они предназначены для информирования участников дорожного движения о наличии опасных участков дорожной поверхности, что способствует повышению безопасности движения.

2. Направляющие тактильные указатели. Данные элементы представлены плитами, на поверхности которых располагаются рифы, ориентированные по продольной или диагональной оси. Их функция заключается в обеспечении

навигации и контроля направления движения транспортных средств, а также в помощи участникам дорожного движения в ориентировании в пространстве.

Тактильные указатели различаются рифлеными рисунками, которые распознаются слабовидящими людьми по следующим признакам:

– вертикальные рифы свидетельствуют о движении вперёд. Вид формы рифления представлен на рисунке 2.29;

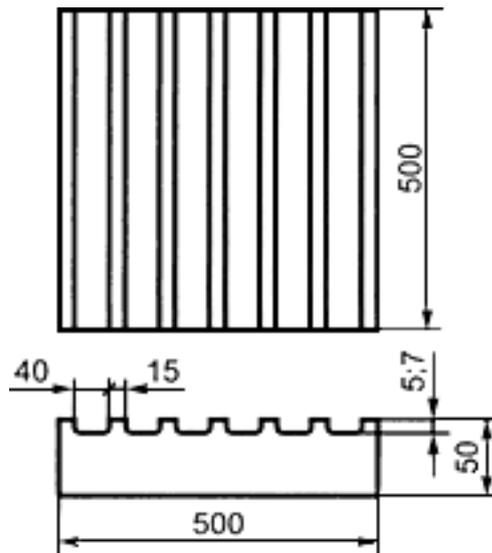


Рисунок 2.29 – Формы рифления, с вертикальным расположением

– диагональные, указывающие направление вправо или влево. Форма рифления с диагональными рифами представлена на рисунке 2.30;

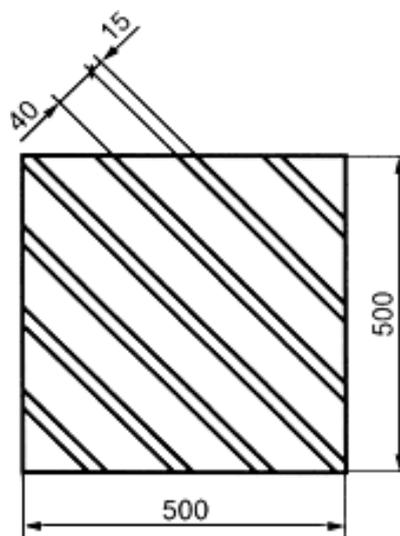


Рисунок 2.30 – Форма диагонального рифления

- конусообразные рифы, предупреждающие об опасности.

Форма рифления представлена на рисунке 2.31;

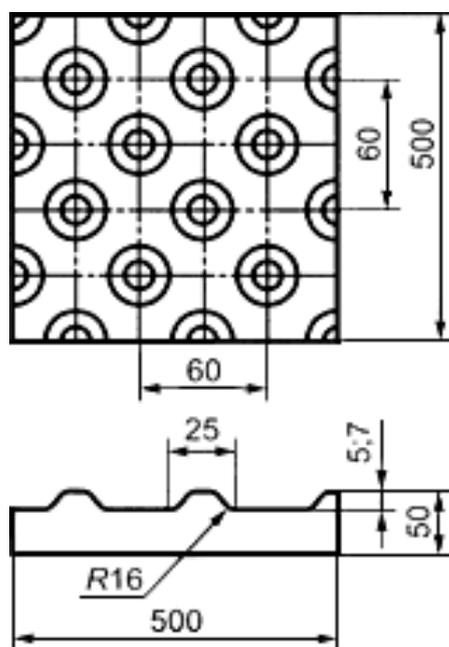


Рисунок 2.31 – Форма рифления с конусообразными рифами

- квадратные указатели, запрещают дальнейшее передвижение. Форма квадратного рифления представлена на рисунке 2.32.

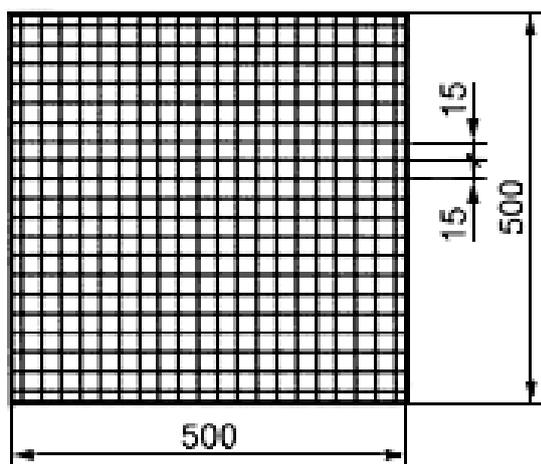


Рисунок 2.32 – Форма рифления с квадратными рифами

Для обеспечения безопасности пешеходов в условиях городской инфраструктуры, критически важно предусмотреть механизмы физического

разделения пешеходных зон и тротуаров от автомобильных потоков посредством установки специализированных барьеров. В современном градостроительном контексте, уличные и транспортные сети остро нуждаются в таких устройствах, которые служат не только для предотвращения столкновений пешеходов с транспортными средствами, но и для регулирования их потока, с целью минимизации случаев перехода на проезжую часть в непроверенных местах.

Рекомендуется размещение пешеходных ограждений в зонах с интенсивным пешеходным и транспортным движением, включая места массового скопления людей, парковки возле гипермаркетов, производственных предприятий и других объектов.

На тротуарах, вблизи выходов из общественных зданий и различных комплексов, предпочтительно использование пешеходных ограждений типа ПОЗ с крестообразной структурой.

На рисунке 2.33 представлен эскиз пешеходного ограждения со всеми необходимыми размерами.

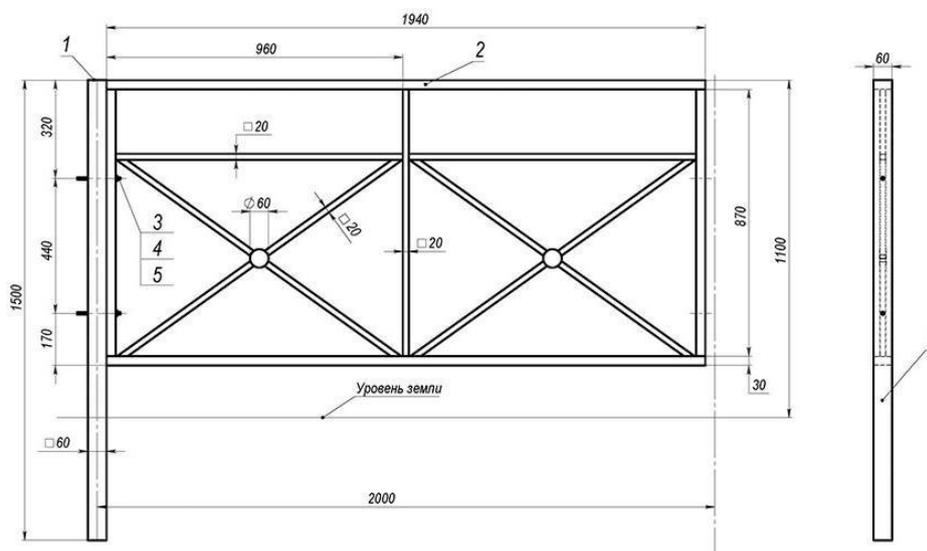


Рисунок 2.33 – Эскиз пешеходного ограждения

Таким образом, совершенствование организации пешеходного движения на участках УДС г. Тайшет представляет собой ключевой момент в повышении качества жизни горожан. Ведь именно благоустройство пешеходных дорожек и улучшение условий для пешего транспорта способствует не только безопасности,

но и созданию комфортных условий для прогулок и отдыха. Важно не только расширять зоны для пешеходов, но и обеспечивать их безопасность, устанавливая дополнительные светофоры для пешеходов и улучшая освещение улиц.

2.7 Технические средства для организации и безопасности дорожного движения

Технические средства обеспечения безопасности дорожного движения включают в себя как традиционные технические решения, так и инновационные интеллектуальные системы. К традиционным техническим средствам относятся широко известные элементы дорожной инфраструктуры, такие как дорожные знаки, разметка, светофорные системы и прочие средства, используемые для регулирования потока транспортных средств. Инновационные системы включают в себя комплексы фотовидеофиксации нарушений, разнообразные системы освещения пешеходных переходов и другие современные технические устройства.

Применение данных технических и интеллектуальных средств способствует снижению вероятности происшествий на дорогах. В дальнейшем будет представлен более детальный анализ различных методов и устройств, используемых для обеспечения безопасности дорожного движения.

Дорожные знаки

В современной дорожной инфраструктуре наблюдается значительное изменение по сравнению с предыдущим периодом. Количество дорожных знаков увеличилось по сравнению с прошлым, что, по-видимому, оказывает влияние на отношение водителей к ним.

Тем не менее, дорожные знаки продолжают оставаться ключевым элементом системы обеспечения безопасности дорожного движения. Они создают более сложную информационную среду, которая может привести к рассеянности внимания участников дорожного движения, однако, одновременно

способствует усилению осведомленности и повышению уровня безопасности дорожного движения.

Дорожная разметка

Участники дорожного движения должны обладать глубоким пониманием значения дорожной разметки, которая применяется на дорогах. Для обеспечения безопасности движения, разметка должна быть точно применена и обладать высокой степенью видимости. В современную эпоху наблюдается улучшение качества дорожной разметки, что предполагает её повышенную долговечность, антискользкие свойства и высокую контрастность, что способствует повышению её распознаваемости для всех участников дорожного движения.

Дорожные светофоры

Светофорные системы представляют собой ключевой инструмент для регулирования потока транспортных средств на дорожно-транспортных магистралях.

Классические светофорные системы представляют собой устройства с тремя цветовыми сигналами, расположенными вертикально. Однако существуют также нестандартные модификации, включая светофоры с реверсивным режимом работы и устройства с дополнительными секционными сигналами. В контексте однополосного автомобильного движения и прохождения узких участков дорожной сети предпочтение отдается применению реверсивных светофоров. Эти устройства позволяют функционировать как с двумя, так и с тремя сигнальными элементами.

Кроме того, на дорожной сети встречаются светофоры с формой, напоминающей букву "Г" или "Т", которые могут быть оснащены дополнительными секциями, информирующими о возможности одновременного движения транспортных средств в определенном направлении при одновременном действии разрешающего сигнала.

Искусственные дорожные неровности

В связи с наблюдаемой нередко нарушаемостью установленных ограничений скорости водителями на дорогах, в качестве меры по ограничению

скорости на проезжих частях дорог применяются специально устанавливаемые искусственные препятствия, которые, в зависимости от контекста, могут быть обозначены как «лежачие полицейские». Эти препятствия, помимо своей основной функции — ограничения скорости, также могут выполнять функцию предупреждения водителей о необходимости соблюдения правил дорожного движения. Обычно данные препятствия располагаются перед пешеходными переходами, на участках дорог, характеризующихся повышенной аварийностью, вблизи зданий образовательных учреждений, медицинских организаций, торговых центров и на перекрёстках без регулирующего сигнала.

Пример устройства искусственной дорожной неровности представлен на рисунке 2.34.



Рисунок 2.34 – Пример искусственной дорожной неровности

Освещение пешеходных переходов

Освещение пешеходных переходов является ключевым элементом обеспечения безопасности пешеходного движения [15]. В современной инфраструктуре существуют различные подходы к организации осветительных систем, включая использование солнечных батарей и традиционные электросетевые системы. Примеры осветительных устройств включают в себя светодиодные светильники (см. рисунок 2.35), уличные лампы, расположенные по краям перехода, а также комплексные решения, включающие в себя системы

предупреждения водителей о приближении к пешеходному переходу (см. рисунок 2.36).



Рисунок 2.35 – Пример пешеходного перехода с освещением



Рисунок 2.36 – Пешеходный переход с предупреждающей индикацией.

Существуют различные системы освещения, включая решения, основанные на использовании солнечных батарей. Одной из таких систем является комплексное освещение пешеходных переходов. Состав данного комплекса включает светофор, реализующий стандарт Т.7 с функцией мигания жёлтым светом, а также светодиодный светильник с направленным световым потоком. Этот светильник оснащён датчиками движения и освещённости, что позволяет ему реагировать на присутствие пешеходов в зоне перехода и

включаться автоматически в ответ на их появление. На рисунке 2.37 представлен графический вид данного комплекса освещения пешеходных переходов.



Рисунок 2.37 – Комплекс освещения пешеходного перехода на солнечной батарее

Также разработаны осветительные системы, которые осуществляют проекцию разметки пешеходных переходов непосредственно на поверхности проезжей части. Данная технология обладает рядом преимуществ, включая возможность отображения разметки в различные сезоны года и при разнообразных метеоусловиях. На рисунке 2.38 представлен пример реализации проекционного пешеходного перехода



Рисунок 2.38 – Проекционный пешеходный переход

Таким образом, в данном пункте были рассмотрены технические средства для организации и безопасности дорожного движения. Особое внимание было уделено современным системам безопасности, которые позволяют не только контролировать движение транспорта, но и обеспечить безопасность пешеходов.

2.8 Средства фотовидеофиксации нарушений ПДД

В рамках усиления дисциплины автотранспортных средств и обеспечения контроля за соблюдением Правил дорожного движения на УДС города Тайшет, на пересечении улиц Кирова и Пушкина, а также на пересечении улиц Гагарина и Суворова, предлагается внедрение систем фотовидеофиксации нарушений.

На современных дорожных сетях широко распространены технические средства, оснащенные фото- и видеоаппаратурой, предназначенные для постоянного мониторинга транспортных и пешеходных потоков, с целью регистрации нарушений Правил дорожного движения.

Показатель количества нарушений на дорогах демонстрирует тенденцию к увеличению каждый год. Раньше фотокамеры были направлены исключительно на фиксацию превышения установленной скорости, однако в настоящее время функциональность этих устройств значительно расширилась.

В настоящее время для обеспечения контроля над дорожным движением применяются автоматизированные и интеллектуальные системы, включающие в себя следующие компоненты:

- 1) стационарные комплексы фото-видеофиксации, осуществляющие непрерывную регистрацию нарушений ПДД в режиме реального времени;
- 2) Мобильные комплексы, способные к динамической адаптации своего местоположения в зависимости от текущей ситуации на дороге;
- 3) Передвижные комплексы, предназначенные для регистрации нарушений в процессе движения.

Также существуют камеры фиксации нарушений ПДД пешеходами, так как пешеходы не меньше водителей являются в частых случаях виновниками

ДТП.

На данный момент рынок предлагает широкий ассортимент систем фотовидеофиксации, предназначенных для регистрации нарушений ПДД. В таблице 2.9 представлены ключевые технические характеристики наиболее распространенных моделей таких систем.

Таблица 2.9 – Основные характеристики существующих комплексов

Наименование	«Мангуст-М»	«Кордон.Про В»	«Кордон-Кросс»
Изображение			
Количество фиксируемых нарушений ПДД	10	10	18
Количество контролируемых полос движения	6	6	6
Диапазон измерения скорости движения, км/ч.	10-310	2-280	2-300
Диапазон работы, °С.	От –45 до +50	От –45 до +50	От –45 до +50
Гарантия, мес.	24	24	24
Стоимость, тыс. руб.	2590	2690	2830

На основе соотношения стоимости и функциональных возможностей представленных систем видеофиксации наиболее подходящим для рассматриваемых участков УДС г. Тайшет является комплекс «Мангуст М».

Основные функции комплекса «Мангуст»:

1) Автоматическая фотовидеофиксация:

– Контроль до 6 полос движения с фотовидеофиксацией всех ТС одновременно в обоих направлениях.

– Фиксация широкого спектра нарушений ПДД: скорость ТС, стоп-линия, выделенная полоса, красный свет, рядность движения, правила парковки и другие нарушения.

– Формирование фотоматериала и видеоролика по каждому зафиксированному нарушению.

– Встроенный модуль ГЛОНАСС/GPS для обеспечения точности измерения времени и географических координат.

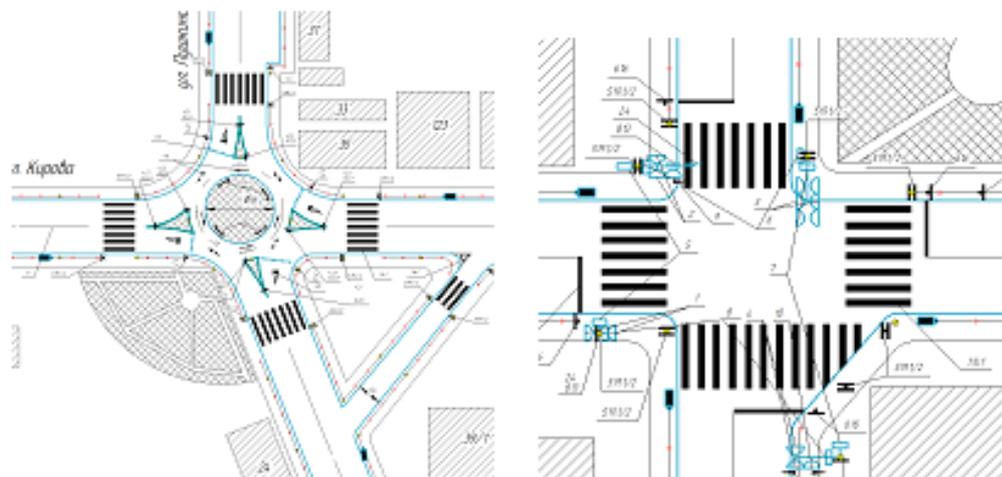
2) Видеонаблюдение:

– Возможность трансляции «живого» видео высокого разрешения с распознающих и обзорных камер в режиме реального времени.

3) Параметры потока ТС:

– Сбор статистических данных об интенсивности транспортных потоков в разбивке по полосам движения.

Размещение камер видеофиксации на рассматриваемых участках УДС представлено на рисунке 2.39.



 – стойки видеофиксации

Рисунок 2.39 – Стойки фото-видеофиксации на рассматриваемых участках УДС

Принцип действия комплекса при измерении скорости движения ТС по видеокадрам в зоне контроля основан на измерении расстояния, пройденного ТС в зоне контроля распознающей видеокамеры за интервал времени между моментами первой и последней фиксации ТС в зоне контроля.

Вывод: в рамках данного раздела был осуществлен тщательный и всесторонний анализ технико-организационной части, который охватил ключевые аспекты функционирования улично-дорожной сети города Тайшета.

Особое внимание было уделено изучению и оценке текущего состояния организации дорожного движения на двух наиболее значимых и обговариваемых участках городской инфраструктуры. Эти участки, которые представляют собой пересечения улиц Кирова и Пушкина, а также улиц Гагарина и Суворова, были выбраны неслучайно и являются примерами для анализа, поскольку они характеризуются значительным потоком транспортных средств и пешеходов.

В ходе проведенного анализа были разработаны и представлены предложения по созданию и внедрению новых, более современных и эффективных схем организации дорожного движения на этих ключевых участках. Эти схемы предусматривают улучшение текущего состояния дорожной инфраструктуры и повышение ее функциональности, что, в свою очередь, должно способствовать оптимизации движения и снижению рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Кроме того, в рамках данной работы были рассмотрены и предложены различные методы и меры по повышению безопасности пешеходного движения на данных пересечениях.

3 Экономическая часть

В современном мире, где экономическая эффективность играет ключевую роль, особенно важно тщательно и последовательно анализировать результаты инвестиций в различные сферы. Одной из таких сфер является инвестирование финансовых ресурсов в мероприятия, направленные на улучшение условий безопасности дорожного движения.

3.1 Расчет экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД

Для того чтобы получить полноценную картину и оценить, насколько эти вложения принесли ожидаемую пользу, необходимо провести тщательный анализ и сопоставить экономию, которую обеспечивают народнохозяйственные средства. Таким образом, анализ экономической эффективности капитальных вложений в улучшение безопасности дорожного движения представляет собой критически важный элемент в формировании стратегических решений и рационального управления финансовыми ресурсами.

Этот процесс требует внимательного подхода и включает в себя оценку экономии от снижения затрат времени транспорта на участках УДС г. Тайшет, а именно, пересечение ул. Кирова – ул. Пушкина и пересечение ул. Гагарина – ул. Суворова.

Сокращение временных расходов транспортной системы выражается как разность между текущей скоростью времени ($C_{тр}$), теряемого на каждом пересечении в существующих и проектируемых условиях, согласно формуле 3.1:

$$\Delta_{тр} = C_{тр}^{сущ} - C_{тр}^{пр}, \quad (3.1)$$

где $\Delta_{тр}$ – экономический эффект, получаемый благодаря уменьшению времени, затрачиваемого транспортом на пересечении, руб.;

$C_{\text{тр}}^{\text{сущ}}$ – стоимость времени простоя в существующих условиях, руб.;

$C_{\text{тр}}^{\text{пр}}$ – стоимость времени простоя в проектируемых условиях, руб.

Когда итог расчета оказывается в минусе, это свидетельствует о том, что действия приводят не к уменьшению, а к увеличению времени, затрачиваемого транспортом, и при продолжении анализа этот итог принимается с отрицательным знаком.

Вычислим экономическую оценку времени, потраченного на простои в текущих и предполагаемых обстоятельствах, используя формулу 3.2:

$$C_{\text{тр}} = T \cdot S_{\text{а-ч}}, \quad (3.2)$$

где T – затраты времени, с;

$S_{\text{а-ч}}$ – стоимость автомобиле-часа.

Цена за авт.-час варьируется в зависимости от его категории: стоимость авт.-часа грузового автомобиля составляет 330 рублей, легкового – 210 рублей, а автобуса – 560 рублей.

Стоимость одного авт.-часа, учитывая состав будет рассчитана в соответствии с формулой 3.3:

$$S_{\text{а-ч}} = 330 D_{\text{гр}} + 210 D_{\text{л}} + 560 D_{\text{а}}, \quad (3.3)$$

где $S_{\text{а-ч}}$ – средняя стоимость 1 авт.-час с учетом состава потока, рублей;

$D_{\text{гр}}$ – удельный вес грузовых автомобилей (0,28);

$D_{\text{л}}$ – удельный вес легковых автомобилей (0,7);

$D_{\text{а}}$ – удельный вес автобусов (0,02).

$$S_{\text{а-ч}} = 330 \cdot 0,28 + 210 \cdot 0,7 + 560 \cdot 0,02 = 250,6 \text{ руб.}$$

Временные затраты на годовой цикл регулируемого пересечения вычисляются с использованием формулы, представленной в формуле 3.4:

$$T_{\text{тр}} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{N_{\text{гл}} + N_{\text{вт}} \cdot t_{\text{ср}}}{K_{\text{н}}}, \quad (3.4)$$

где $N_{\text{гл}}$, $N_{\text{вт}}$ – интенсивность движения по главной и второстепенной дороге в «час-пик» в приведенных единицах;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности в течение суток (0,1);

$t_{\text{ср}}$ – среднее время ожидания одного транспортного средства на светофоре, сек.

$$T_{\text{тр}} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{1205 + 636 \cdot 22,51}{0,1} = 15736,9 \text{ авт.-ч.}$$

В соответствии с текущими обстоятельствами на рассматриваемых участках УДС, оценка убытков в виде задержек будет следующей:

$$C_{\text{тр}}^{\text{сущ}} = 15736 \cdot 250,6 = 3943675,7 \text{ руб.}$$

В рамках планируемого развития участка УДС:

$$T_{\text{тр}} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{N_{\text{вт}} \cdot t_{\text{ср}}}{K_{\text{н}}}, \quad (3.5)$$

где $N_{\text{вт}}$ – интенсивность потока транспортных средств по второстепенному маршруту в периоды пиковой нагрузки в приведенных единицах;

$$T_{\text{тр}} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{636 \cdot 10}{0,1} = 6448,3 \text{ авт.-ч}$$

В рамках планируемого развития участков УДС ожидаемая стоимость задержек будет следующей:

$$C_{\text{тр}}^{\text{пр}} = 6448,3 \cdot 250,6 = 1615952,3 \text{ руб.}$$

Сокращение времени, затрачиваемого на транспортные задержки, приведет к следующей экономической выгоде:

$$\text{Э}_{\text{тр}} = 3943675,7 - 1615952,3 = 2327723,4 \text{ руб}$$

Следовательно, благодаря оптимизации плана управления потоками транспорта на дорожных участках УДС города Тайшета, снижение времени простоя транспортных средств привело к экономии в размере 2327723,4 рублей.

Полученные итоги свидетельствуют о позитивном исходе, подтверждая, что внедренные меры оказались результативными, так как они привели к значительному уменьшению транспортных задержек.

В данном разделе был проведен анализ экономической выгоды предложенных мероприятий, который выявил их прибыльность, поскольку они способствуют уменьшению времени, затрачиваемого на движение транспортных средств, тем самым уменьшая плотность транспортного потока.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БД – безопасность движения

ГИБДД – государственная инспекция безопасности дорожного движения

ДТП – дорожно-транспортное происшествие

ОДД – организация дорожного движения

ПДД – правила дорожного движения

Т.1 – светофор транспортный без учета сигналов дополнительных секций

Т.1.п – светофор транспортный с учетом сигналов дополнительных секций

ТС – транспортное средство

УДС – улично-дорожная сеть

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе на тему «Совершенствование организации и безопасности дорожного движения по УДС г. Тайшета» были разработаны в соответствии с целевым заданием мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения на участках УДС г. Тайшета.

В данной работе было проведено технико-экономическое обоснование, которое позволило исследовать улично-дорожную сеть г. Тайшета и проанализировать состояние аварийности на УДС г. Тайшета.

Для эффективного решения поставленных задач был проведен тщательный анализ и обоснование комплекса мероприятий, направленных на оптимизацию процессов организации дорожного движения и обеспечения безопасности на исследуемых участках.

В данной бакалаврской работе рассмотрены следующие мероприятия:

1) Разработка проекта кольцевой развязки, расположенной на пересечении улиц Кирова и Пушкина. При проектировании был сделан акцент на изучении геометрических характеристик, включая размещение объектов городской инфраструктуры.

2) Разработка проекта по оптимизации регулирования светофорного режима на пересечении улиц Гагарина и Суворова. Реализация пофазного разъезда на данном перекрестке приведет к уменьшению количества конфликтных ситуаций и, в долгосрочной перспективе, способствует снижению автотранспортных происшествий на данном участке.

3) Также при проектировании данных участков особое внимание уделялось обеспечению безопасности пешеходного движения. Для регулирования пешеходного потока предусмотрены тротуары, пешеходные переходы и ограждения.

4) Предложение по установке системы видеофиксации нарушений ПДД на рассматриваемых участках УДС г. Тайшет комплекса «Мангуст М». Данная мера позволит контролировать соблюдение правил дорожного движения

и уменьшить риск возникновения аварийных ситуаций.

В заключении был проведен анализ экономической эффективности предлагаемых мероприятий. Экономический эффект, полученный от результатов по совершенствованию организации и безопасности движения на участках УДС г. Тайшета, подтвержден соответствующими расчетами и составил 2327723,4 рублей.

Таким образом, применение разработанного комплекса мер для улучшения дорожной инфраструктуры и усиления мер безопасности на дорогах и пешеходных переходах в городе Тайшете способствует уменьшению риска новых дорожно-транспортных происшествий, а также увеличивает надежность передвижения автомобилей и пешеходов на контролируемых секторах городской дорожной сети.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГородаРУС/Тайшет. // [сайт]. – URL: <https://gorodarus.ru/tajshet.html> (дата обращения 19.09.2023 г.).
2. История города Тайшета. // Администрация города Тайшета: официальный сайт. – 2024. – URL: <https://gorodtaishet.ru> (дата обращения 20.09.2023г.).
3. Тайшет. // Википедия. Свободная энциклопедия: официальный сайт. – 2024. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тайшет#:~:text=Тайшѐт%20—%20город%20в%20России%2C,Площадь%20города%20—%207572%20га> (дата обращения 20.09.2023г.).
4. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. // СтатГИБДД: официальный сайт ГИБДД РФ – 2023. – URL: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения 03.10.2023 г.).
5. Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах. – М.: Министерство транспорта Российской Федерации, РОСАВТОДОР 2003. – 69 с.
6. Модели определения коэффициентов приведения к легковому автомобилю для регулируемых пересечений. // [сайт]. – URL: <http://transport.istu.edu/downloads/pcu.pdf> (дата обращения: 03.12.2023)
7. Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов: учеб. для вузов/ Е.М.Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 236 с.
8. Булавина Л.В. Расчет пропускной способности магистралей и узлов: учеб. для вузов: учебное пособие/ Л.В.Булавина; Уральский государственный технический университет – УПИ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2009. – 44 с.
9. Кременец, Ю. А. Технические средства регулирования дорожного движения: Учеб. для вузов. / Печерский М. П., Афанасьев М. Б. – Москва: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.

10. Отраслевой дорожный методический документ: Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог: Изд-во ФГУП. Москва: Информавтодор, 2016. – 171 с.

11. ГОСТ Р 52289 – 2019 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств»: дата введения 2020-04-01. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 134с.

12. Отраслевой дорожный методический документ: «Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах. Москва: Информавтодор, 2013. – 69 с.»

13. ГОСТ Р 51256-2018 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования»: дата введения 2018-06-01. – Москва: Росстандарт, 2018. – 41 с.

14. ГОСТ Р 50597 – 2017 «Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимого по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля»: дата введения 2018-06-01. – Москва: ФАУ «Росдорнии», 2017. – 28 с.

15. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95: дата введения 2017-05-08. – Москва: Росстандарт, 2016. – 89 с.

16. Правила дорожного движения РФ. Москва «Третий Рим», 2024 – 64 стр.

17. СТУ 7.5–07–2021. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности: дата введения 2021-12-20. – Красноярск: ИПК СФУ, 2021. – 61 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Листы графической части

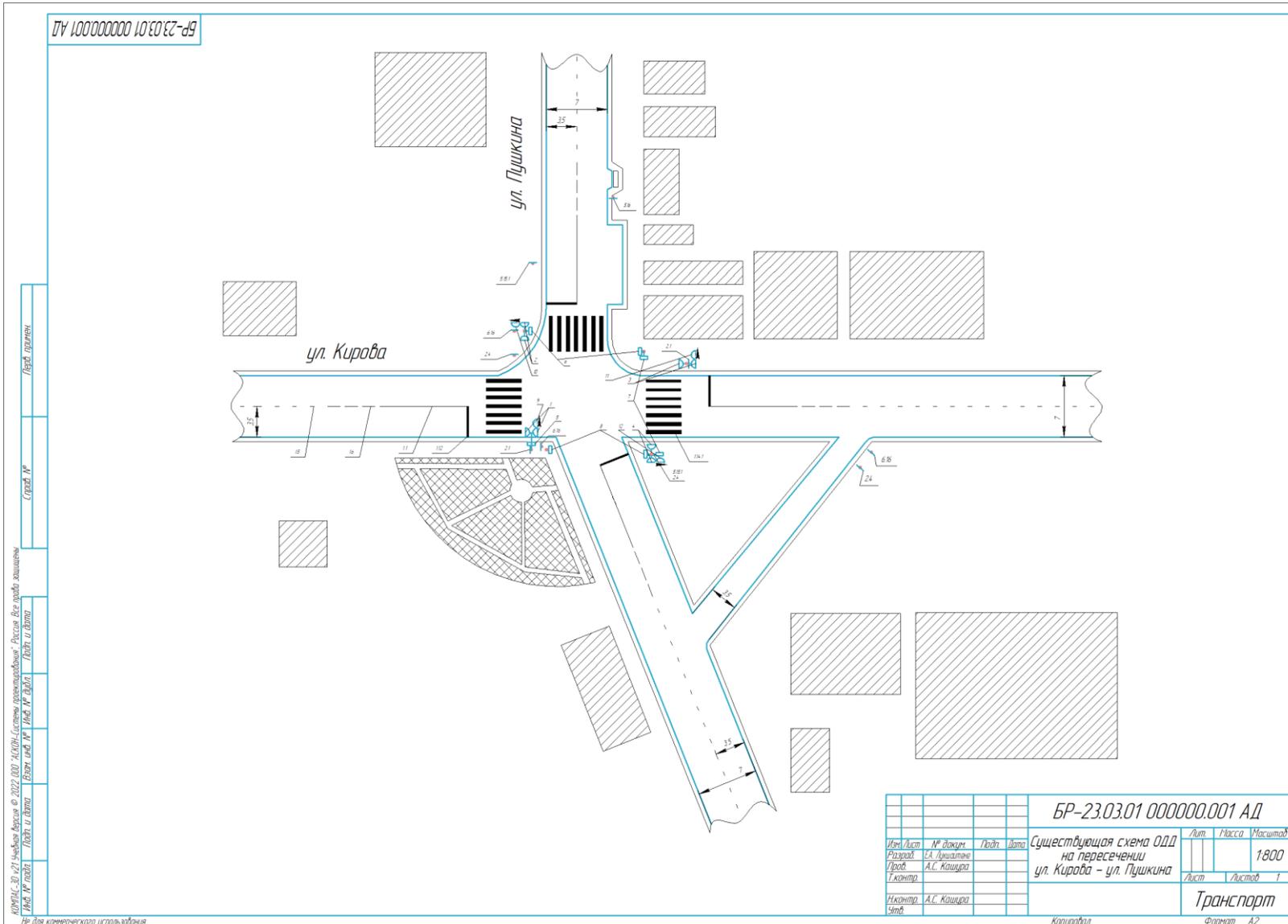


Рисунок А1 – Существующая схема ОДД на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

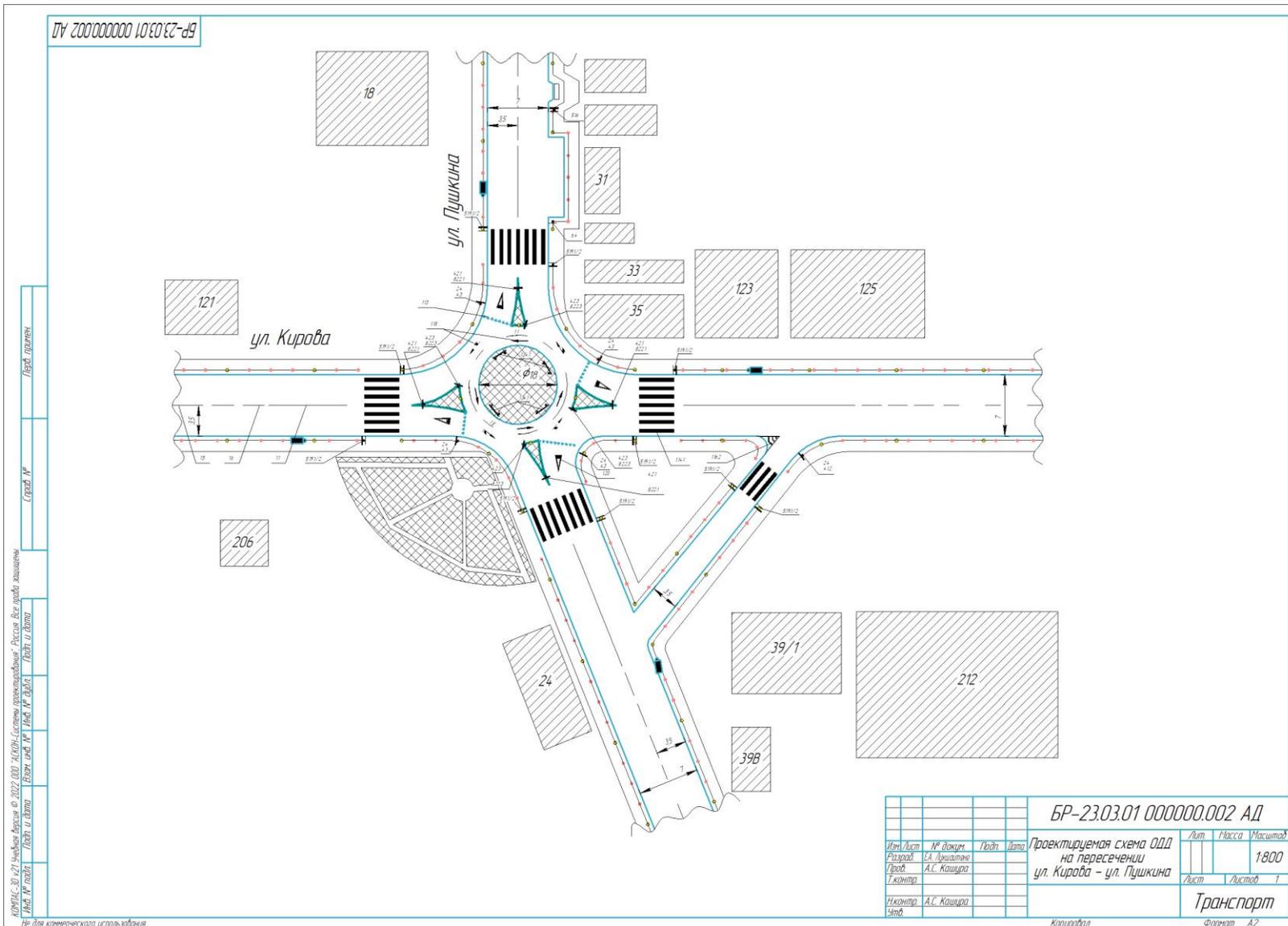


Рисунок А2 – Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Кирова – ул. Пушкина

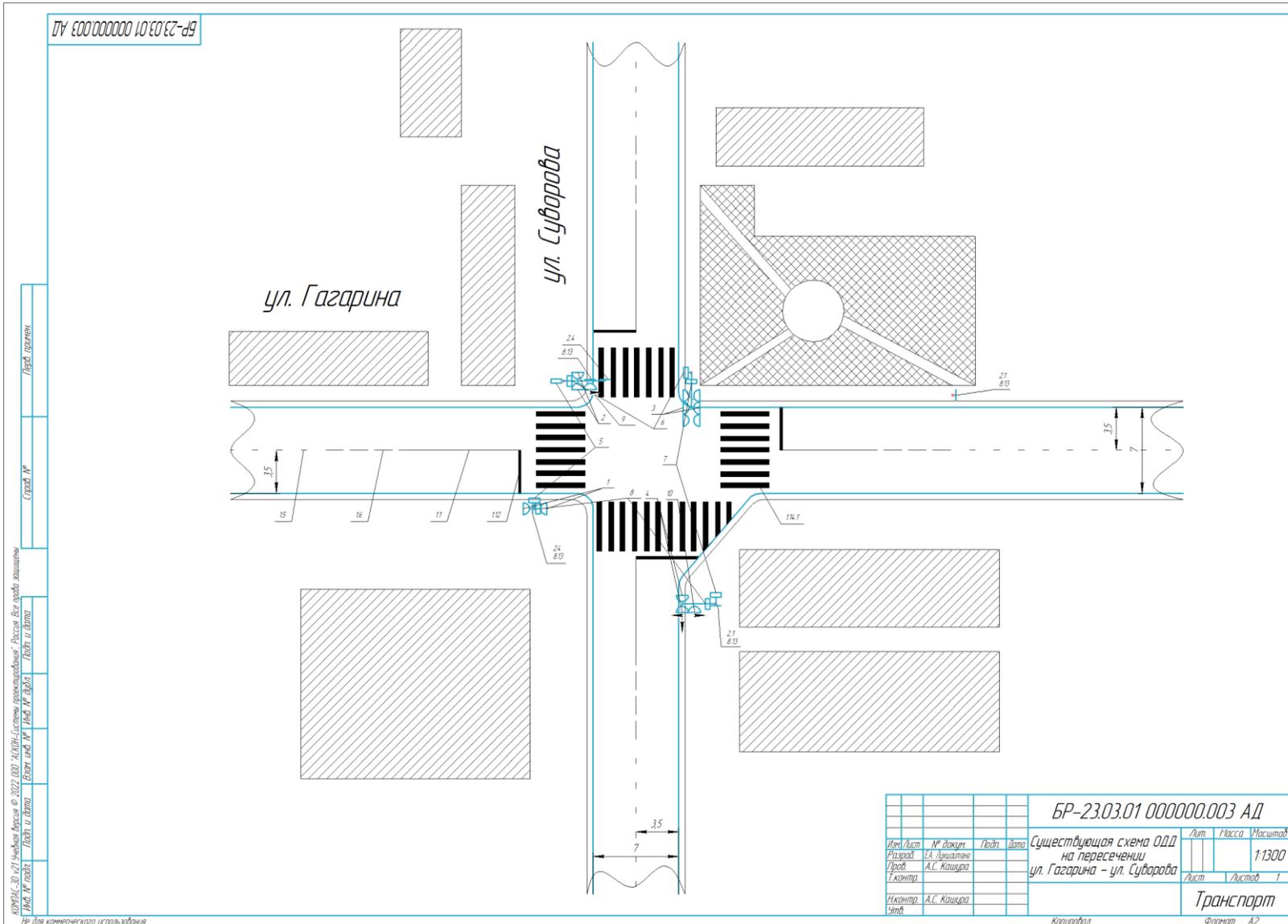


Рисунок А3 – Существующая схема ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

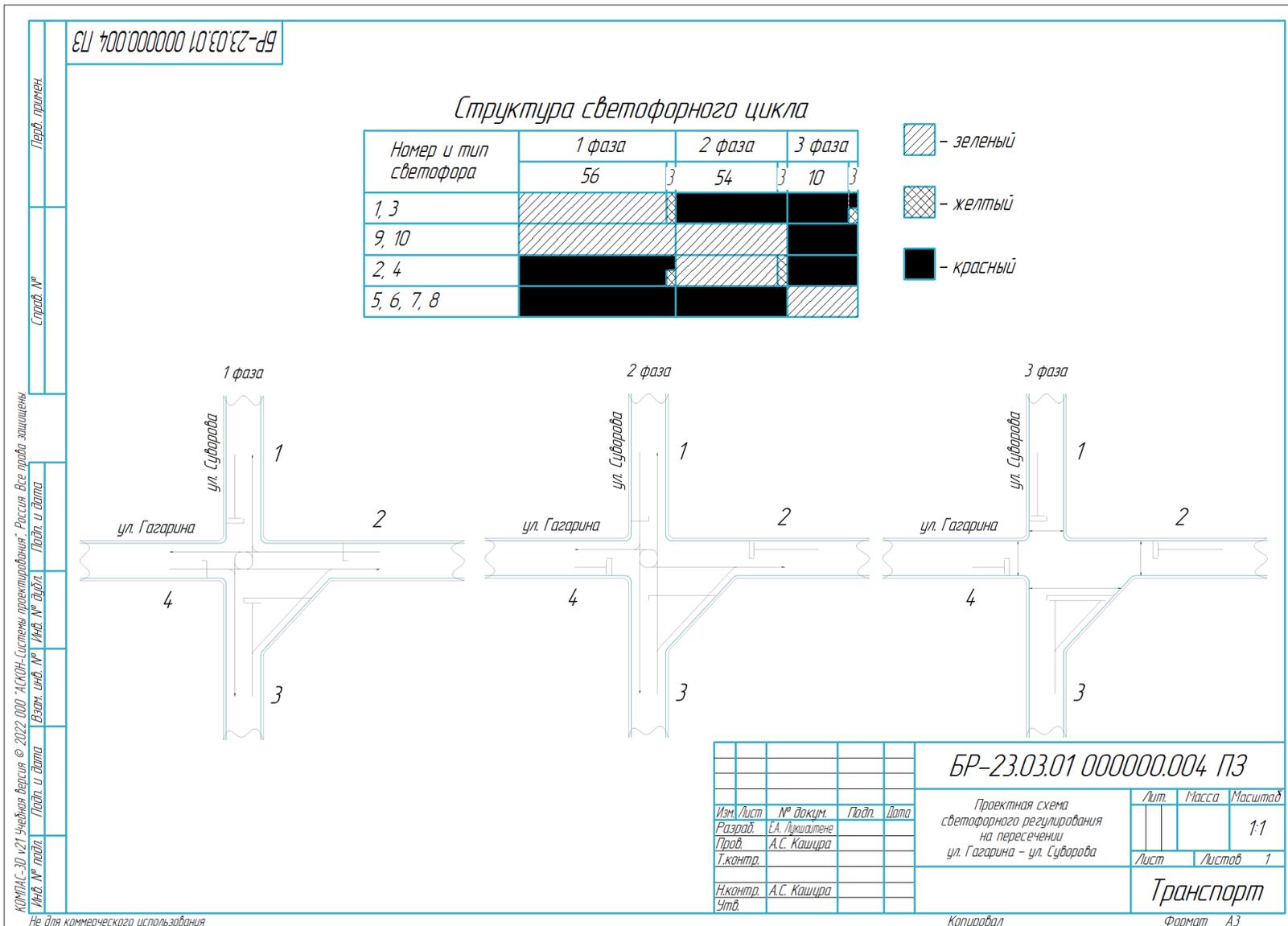


Рисунок А4 – Проектная схема светофорного регулирования на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

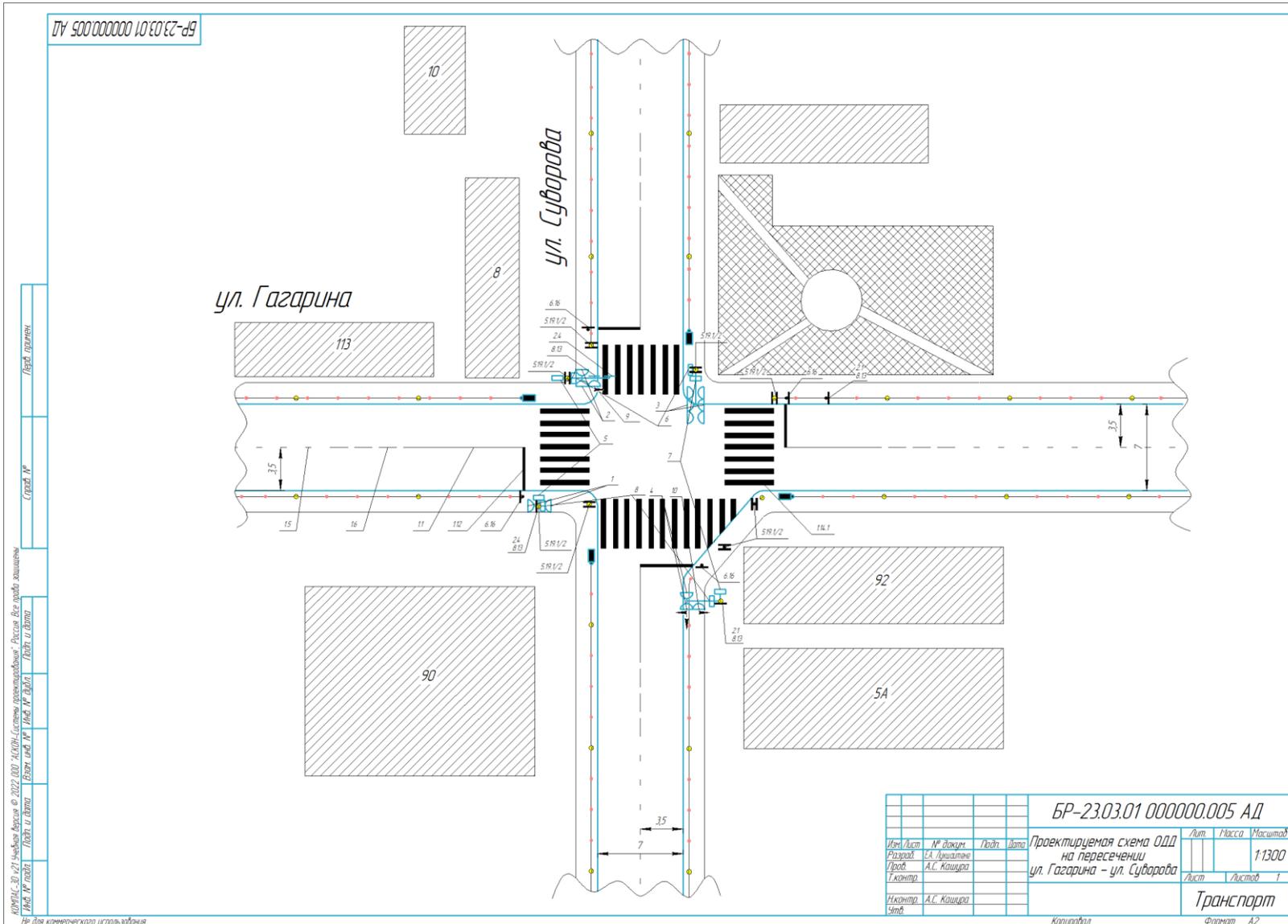


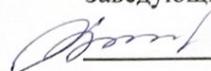
Рисунок А5 – Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул. Суворова

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Презентационный материал

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
Образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Е.С. Воеводин

«12» 06 2024 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01 – Технология транспортных процессов

«Совершенствование организации и безопасности дорожного движения по
УДС г. Тайшета»

Руководитель



канд. техн. наук

А.С. Кашура

Выпускник



17.06.24

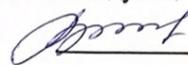
Е.А. Лукшайтене

Красноярск 2024

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
Образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Е.С. Воеводин

«12» 06 2024 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Красноярск 2024

Студенту Лукшайтене Елизавете Альгиса
Группа: ФТ20-05Б Направление (специальность) 23.03.01.09 «Организация
и безопасность движения»

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование
организации и безопасности дорожного движения по УДС г. Тайшета»

Утверждена приказом по университету № 461/с от 17.01.2024 г.

Руководитель ВКР: Кашура А.С. – канд. техн. наук кафедры «Транспорт»
ПИ СФУ

Исходные данные для ВКР: Данные по существующей организации
дорожного движения на участках УДС г. Тайшета.

Перечень разделов ВКР:

- 1) Техничко-экономическое обоснование;
- 2) Техничко-организационная часть;
- 3) Экономическая часть.

Перечень графического материала:

Лист 1 – Существующая схема ОДД на пересечении ул. Кирова – ул.
Пушкина;

Лист 2 – Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Кирова – ул.
Пушкина;

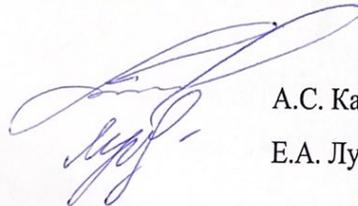
Лист 3 – Существующая схема ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул.
Суворова;

Лист 4 – Проектная схема светофорного регулирования на пересечении ул.
Гагарина – ул. Суворова;

Лист 5 – Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Гагарина – ул.
Суворова.

Руководитель ВКР

Задание принял к исполнению



А.С. Кашура

Е.А. Лукшайтене

« 19 » 01 2024 г.