

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

«_____» _____ 20__ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01 – Технология транспортных процессов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
НА УЧАСТКАХ УДС ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА
Г. КРАСНОЯРСКА

—

Руководитель	подпись, дата	доцент, канд. тех. наук	Е.С. Воеводин инициалы, фамилия
Выпускник	подпись, дата		В.А. Ворошилов инициалы, фамилия

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

Студенту Ворошилову Виталию Андреевичу

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

Тема выпускной квалификационной работы: «Совершенствование организации дорожного движения на участках УДС Октябрьского района г. Красноярск». Утверждена приказом по университету №461/с от 17.01.2024
Руководитель ВКР: Е.С. Воеводин, канд. техн. наук, доцент кафедры «Транспорт» ПИ СФУ.

Исходные данные для ВКР: схема рассматриваемых участков г. Красноярск, статистика аварийности г. Красноярск за 2019-2023 гг.

Перечень разделов ВКР: 1. Техничко- экономическое обоснование.

2. Технологическая часть. 3. Экономическая часть.

Руководитель ВКР

Е.С. Воеводин

Задание приняла к исполнению

В.А. Ворошилов

«___» 2024 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Совершенствование организации и безопасности дорожного движения на участках УДС Октябрьского района г. Красноярска» содержит 96 страниц текстового документа, 2 приложения, 10 использованных источников, 4 листа графического материала.

ДОРОЖНО – ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ (ДТП), ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО (ТС), УЛИЧНО – ДОРОЖНАЯ СЕТЬ (УДС), ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ (БД), ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ (ОДД).

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка схем организации дорожного движения, обеспечивающих безопасность пешеходных и транспортных потоков.

В результате анализа данной организации дорожного движения была определена наиболее эффективная схема транспортных и пешеходных потоков на участке УДС. Представленные мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения приведут к увеличению пропускной способности, снижению аварийности и снижению задержек транспортных средств.

Предложенные мероприятия обоснованы соответствующими расчетами.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Техничко–экономическое обоснование.....	8
1.1 Анализ аварийности.....	8
1.2 Анализ существующих транспортных потоков на основных магистральных улицах Октябрьского района г. Красноярска	14
1.3 Интенсивность направлений транспортных потоков на исследуемых участках УДС	19
1.4 Анализ рассматриваемых участков УДС.....	22
1.5 Выводы о технико-экономическом обосновании	30
2 Технологическая часть	32
2.1 Анализ возможных схем ОДД на рассматриваемых участках УДС г. Красноярска.....	34
2.2 Реализация мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС г. Красноярска ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко.....	40
2.2.1 Создание турбокольцевого пересечения на участке ул.Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко.....	40
2.2.2 Пропускная способность ул.Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко.....	44
2.2.3 Пропускная способность кольцевых пересечений в одном уровне	46
2.2.4 Расстановка технических средств на проектируемом перекрестке пр. Свободный – ул. Высотная	48
2.2.5 Оценка времени задержки на кольцевом пересечении.....	51
2.3 Реализация мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения участка УДС ул. Тотмина – ул. Юшкова... 54	
2.3.1 Добавление правоповоротного шлюза на участке УДС ул. Тотмина – ул. Юшкова	55
2.3.2 Добавление полосы на проезжей части ул. Тотмина	55
2.3.3 Итоговая схема ОДД перекрестка ул. Тотмина – ул. Юшкова	56
2.3.4 Расчет длительности цикла и его элементов для пересечения ул. Юшкова – ул. Тотмина	57
2.4 Анализ эффективности совершенствования организации движения на участках ул. Тотмина – ул. Юшкова, ул. Высотная – пр. Свободный	67
2.5 Выводы по организационно-технической части.....	68
3 Экономическая часть	70
3.1 Мероприятия в части обеспечения выполнения предлагаемых планировочных решений.....	70

3.2 Определение экономической эффективности предложенных мероприятий по совершенствованию ОДД на участках УДС г. Красноярска ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко, ул. Тотмина – ул. Юшкова.....	77
3.3 Выводы по экономической части	80
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	81
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	82
ПРИЛОЖЕНИЕ А	83
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	88

ВВЕДЕНИЕ

Организация и обеспечение безопасности движения на дорогах играют ключевую роль в повседневной жизни человека. Успешное взаимодействие между участниками транспортной системы - водителем, автомобилем, дорогой и окружающей средой - определяет эффективность всех дорожно-транспортных процессов.

Разработка мероприятий по улучшению организации дорожного движения основана на анализе данных о состоянии дорог, аварийности, а также на рассмотрении предложений транспортных организаций, сотрудников ДПС и общественности. В разных странах ученые применяют различные подходы к управлению транспортным движением в силу отсутствия универсального метода решения этой проблемы.

В России градостроители активно работают над созданием магистралей с плавным движением в крупных городах, а также над строительством скоростных дорог, соединенных с автомагистралями и направленных в пригородные зоны. Они также занимаются созданием альтернативных маршрутов для разгрузки перегруженных улиц, строительством мостов, путепроводов и других инфраструктурных объектов.

Важным аспектом является эффективное управление дорожным движением с применением современных технических решений. Подготовленная выпускная работа направлена на улучшение организации и безопасности движения на участке дорожной сети в Октябрьском районе города Красноярска, включающем магистрали Высотная и Тотмина.

1 Технико–экономическое обоснование

Организация дорожного движения – это деятельность, направленная на создание условий для безопасного и непрерывного движения автомобилей. Это включает в себя организационно-технические меры, правовые нормы, и распорядительные меры по управлению и регулированию дорожного движения.

Организация автомобильного движения осуществляется в соответствии с нормами и требованиями, гарантирующими бесперебойное движение по дорогам, объектам и прилегающим территориям. Это также учитывает прогнозируемый рост числа транспортных средств всех категорий.

Улучшение организации дорожного движения включает в себя ряд мероприятий, направленных на изменение текущей ситуации как для пешеходов, так и для транспорта. Это также включает в себя изменения в регулировании светофоров для повышения безопасности и комфорта движения.

Выбор проектируемых перекрестков требует проведения анализа аварийности, в ходе которого собираются данные о всех дорожно-транспортных происшествиях, учитываемых в общей статистике, согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 29.06.1995 г. №647.

1.1 Анализ аварийности

Основные цели анализа ДТП включают в себя систематический поиск способов предотвращения аварий и выявление вины лиц, причастных к ним, а также определение мер наказания. Существуют различные виды анализа ДТП:

- Массовый анализ (вероятностный, параметрический, статистический).
- Анализ единичных случаев (юридический, причинно-следственный, экспертиза ДТП, детерминированный).

При массовом анализе определяются тенденции изменения показателей аварийности, факторы риска и необходимые меры предотвращения. Полученные результаты позволяют выявить условия и факторы, способствующие возникновению ДТП, и их степень влияния.

Для анализа используются различные показатели: удельные, абсолютные и относительные. Удельные показатели используются для описания структуры аварийности, а абсолютные - для оценки ущерба и анализа динамики аварийности. Относительные показатели выражаются делением одного абсолютного значения на другое.

Анализ по динамике аварийности включает оценку изменения показателей аварийности по отношению к предшествующему периоду времени.

Проведем анализ аварийности за период с 2019 по 2023 год в Октябрьском районе г. Красноярск. В таблице 1.1 представлены данные по количеству ДТП и по тяжести их последствий.

Таблица 1.1 – Количество ДТП в Октябрьском районе за 2019 – 2023 годы

Октябрьский район	Годы				
	2019	2020	2021	2022	2023
ДТП	216	235	156	163	214
Погибшие	5	10	4	4	7
Раненные	265	276	169	188	230

Исходя из представленных данных, мы можем увидеть, что общее число ДТП в Октябрьском районе г. Красноярск в период с 2019-2023 гг. остается на уровне. Но в 2020 году, по сравнению с 2019 годом, число ДТП увеличилось на 8,7%, а затем в 2021 году резко уменьшилось на 43,3%. Это может быть связано с введением карантина.

Распределение количества ДТП в Октябрьском районе, представлено на рисунке 1.1.

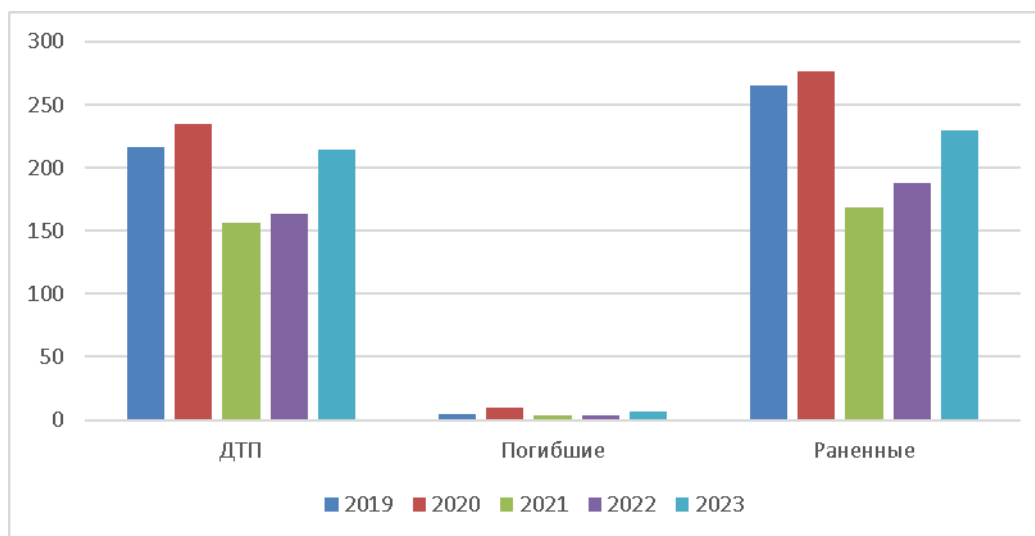


Рисунок 1.1 – Распределение количества ДТП в Октябрьском районе за 2019 – 2023 годы

Исходя из представленных данных, мы можем увидеть, что общее число ДТП в Октябрьском районе г. Красноярска в период с 2019-2023 гг. остается на уровне, было снижение в 2021-2022 годах. В 2021 году по сравнению с 2020 годом количество ДТП резко уменьшилось на 43,3%. Это может быть связано с введением карантина.

Тяжесть последствий ДТП рассчитывается по формуле (1.1):

$$T = \frac{K_{\text{п}}}{K_{\text{п}} + K_{\text{р}}}, \quad (1.1)$$

где T – характеристика тяжести ДТП;

$K_{\text{п}}$ – количество погибших за период;

$K_{\text{р}}$ – количество раненых за период.

Характеристики тяжести последствий ДТП за 2021, 2022 и 2023 будут равны:

$$T_{2021} = \frac{4}{4 + 169} = 0,023$$

$$T_{2021} = \frac{4}{4 + 188} = 0,02$$

$$T_{2021} = \frac{7}{7 + 230} = 0,029$$

Общая численность ДТП в 2023 году увеличилась по сравнению с 2022 годом, также и тяжесть последствий ДТП стала выше.

Проведем анализ аварийности улиц Октябрьского района. По представленным данным в таблице 1.2 можно определить аварийные улицы по наибольшему количеству ДТП.

Таблица 1.2 – Количество ДТП на улицах Октябрьского района

Улица	2019	2020	2021	2022	2023
	ДТП	ДТП	ДТП	ДТП	ДТП
2-я Хабаровская	0	0	1	0	0
Азовская	1	1	0	0	1
Академгородок	5	8	3	2	3
Баумана	1	0	0	0	1
Биатлонная	1	1	2	0	2
Богучанская	0	0	3	0	0
Ботаническая	2	0	0	3	0
Вильского	6	3	3	1	3
Волочаевская	1	1	0	1	2
Высотная	14	31	12	12	11
Годенко	0	4	3	2	3
Гусарова	1	3	3	1	2
Забобонова	2	2	1	2	1
Калинина	26	29	19	16	21
Карбышева	1	0	1	0	1
Ак. Киренского	20	21	21	18	17
Ковалевской	2	0	0	0	1
Колягинская	1	0	2	1	2
Копылова	8	6	2	5	0
Крупской	3	0	0	3	10
Крутовского	0	0	1	0	0
Курчатова	10	11	9	4	7
Л. Кецховели	9	6	3	7	3
Лесная	3	2	3	2	2
Ломоносова	0	0	0	1	0
Маерчака	3	4	3	2	4
Менжинского	0	0	0	1	0
Минусинская	0	1	1	2	0
Мирошниченко	4	0	1	2	2

Окончание таблицы 1.2

Можайского	2	1	2	1	0
Новой зари	0	1	0	2	0
Новосибирская	2	3	4	4	2
Норильская	3	4	5	2	4
Пастеровская	1	0	0	1	0
Пирогова	0	1	1	1	0
Попова	4	5	3	3	2
Поселок Удачный	0	1	0	2	3
Пролетарская	1	1	1	0	0
Садовая	0	1	1	2	1
Сады	1	3	2	2	2
Свободный пр.	19	28	19	18	23
Словцова	2	3	2	3	1
Советская	1	1	1	0	0
Сопочная	0	1	1	2	2
Стасовой	6	14	6	13	10
Таймырская 1–я	0	2	0	0	1
Телевизорная	4	12	3	0	1
Тотмина	7	24	6	4	8
Чернышова	0	1	2	0	2
Чкалова	0	1	2	1	1
Юшкова	0	2	2	0	0
Всего по району	216	287	169	188	230

Распределение количества ДТП по улицам Октябрьского района представлено на рисунке 1.2

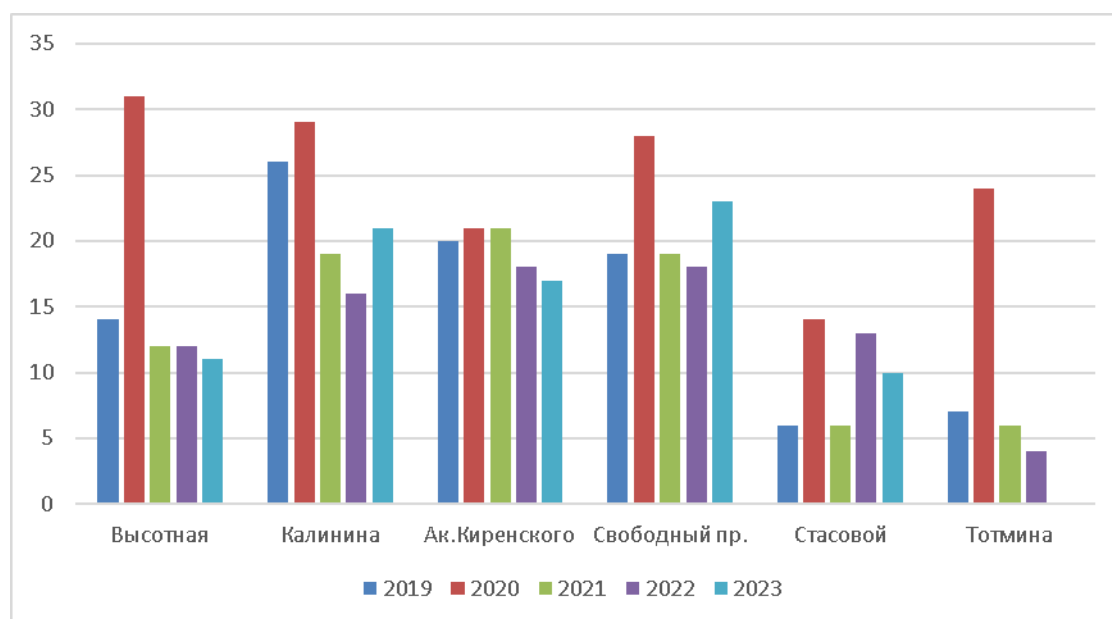


Рисунок 1.2 – Распределение количества ДТП по улицам Октябрьского района за 2019 – 2023 годы

Также необходимо определить места концентрации ДТП, точки аварийности на перекрестках магистральных улиц. Данные взяты за 2021-2023 годы.

На рисунках 1.3-1.5 приведены карты-схемы концентрации ДТП с сайта “Карта ДТП” за 2021-2023 гг.

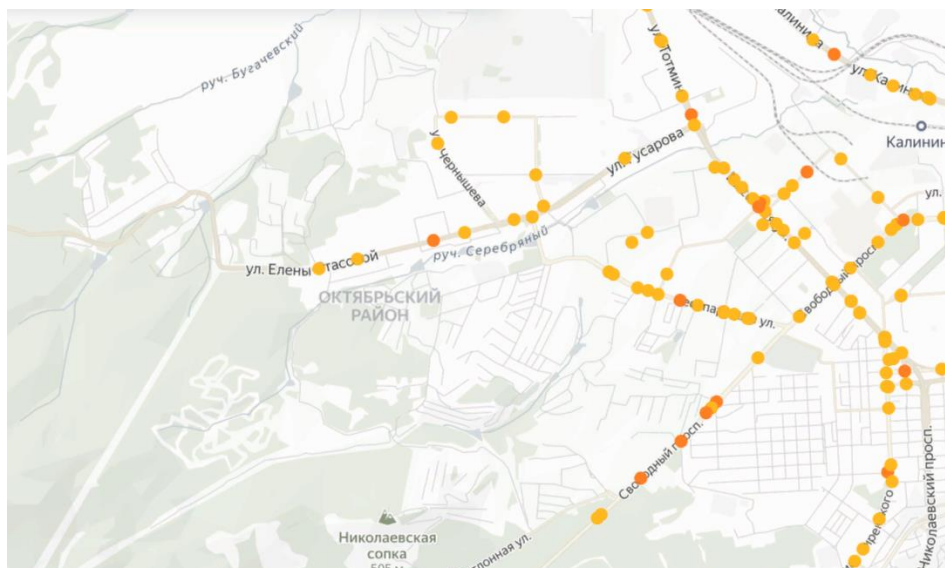


Рисунок 1.3 – Карта-схема ДТП в Октябрьском районе
г. Красноярск за 2021 год

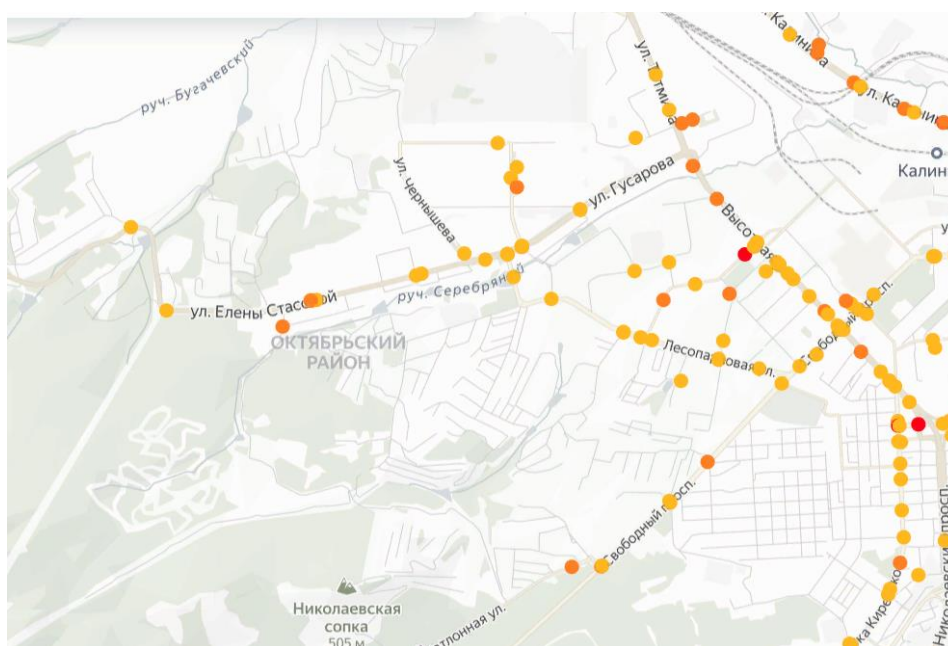
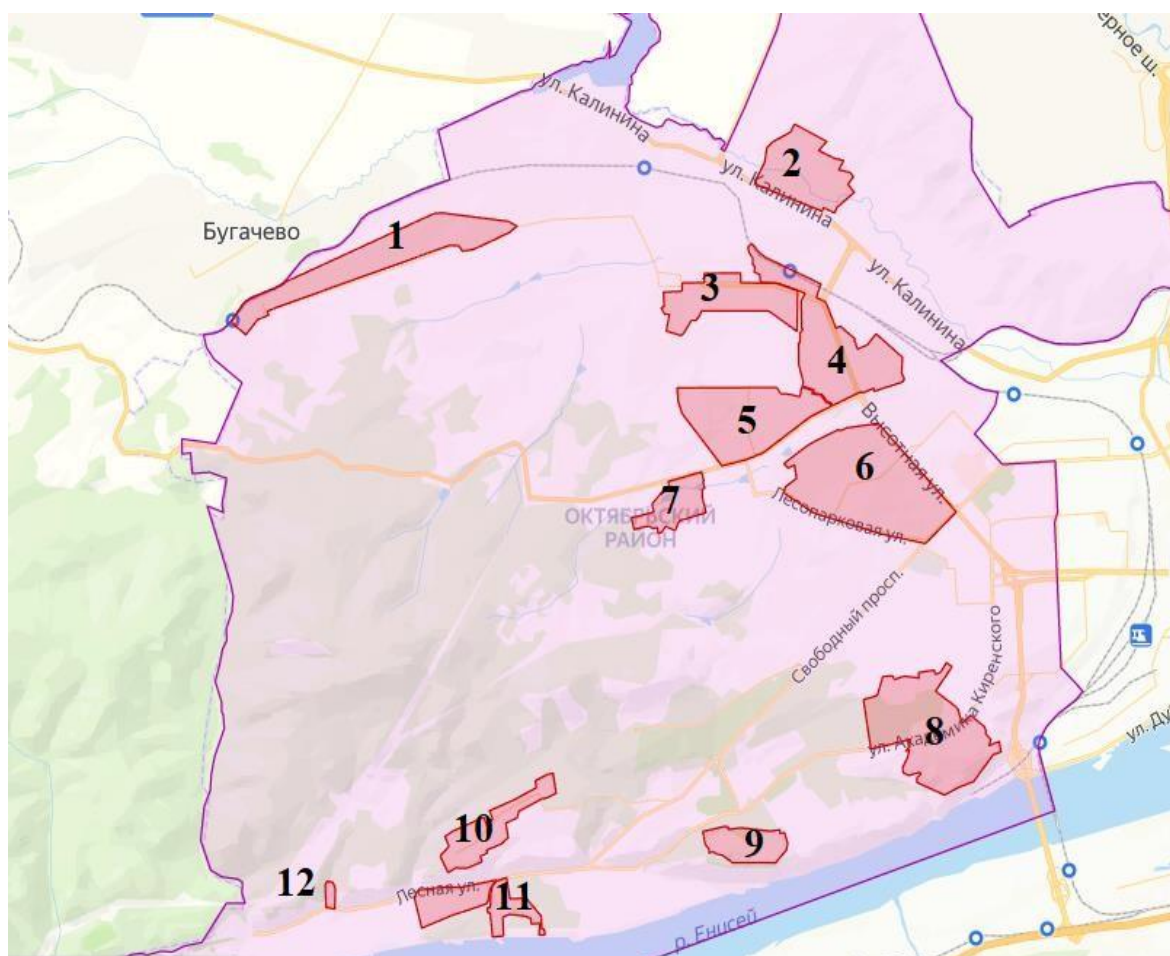


Рисунок 1.4 - Карта-схема ДТП в Октябрьском районе
г. Красноярск за 2022 год

За последние годы в районе были возведены новые современные микрорайоны. Микрорайоны Октябрьского района показаны на рисунке 1.6. Схема основных магистралей представлена на рисунке 1.7.



- 1 - м-н Овинный
- 2 - м-н Бугач
- 3 - м-н Ботанический
- 4 - м-н Северо-Западный
- 5 - м-н Ветлужанка
- 6 - м-н БСМП - горДК
- 7 - м-н Чистый
- 8 - м-н Студгородок
- 9 - м-н Академгородок
- 10 - м-н Горный
- 11 - м-н Удачный
- 12 - м-н Южный Склон

Рисунок 1.6 – Микрорайоны Октябрьского района

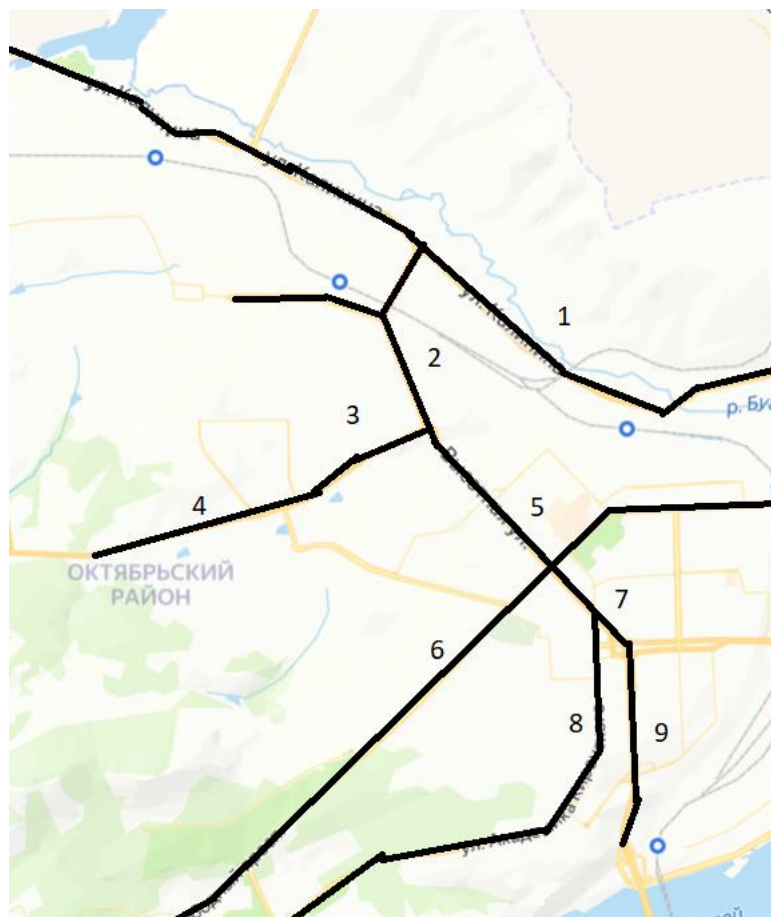


Рисунок 1.7 – Схема магистральных улиц

В Октябрьском районе находится девять магистральных улиц общегородского назначения: ул. Калинина (1), ул. Тотмина (2), ул. Гусарова (3), ул. Елены Стасовой (4), ул. Высотная (5), пр. Свободный (6), ул. Михаила Годенко (7), ул. Академика Киренского (8), пр. Николаевский (9).

Транспортный поток на магистральных улицах в Октябрьском районе – сезонный, неравномерный и транзитный. На улицах Высотная и Тотмина происходит заметное скопление транспортных средств, в том числе разнообразных маршрутов городского автобуса. В периоды теплой погоды местные жители предпочитают уезжать за пределы города, что нередко приводит к возникновению дорожных заторов.

В течение рабочей недели, с понедельника по пятницу, был осуществлен мониторинг дорожной обстановки на главных магистралях. Наблюдения проводились трижды в сутки: с 07:00 до 09:00 утра, с 13:00 до

14:00 дня и с 17:00 до 19:00 вечера.

Результаты данного наблюдения загруженности улицы Октябрьского района показаны на рисунках 1.8-1.10.

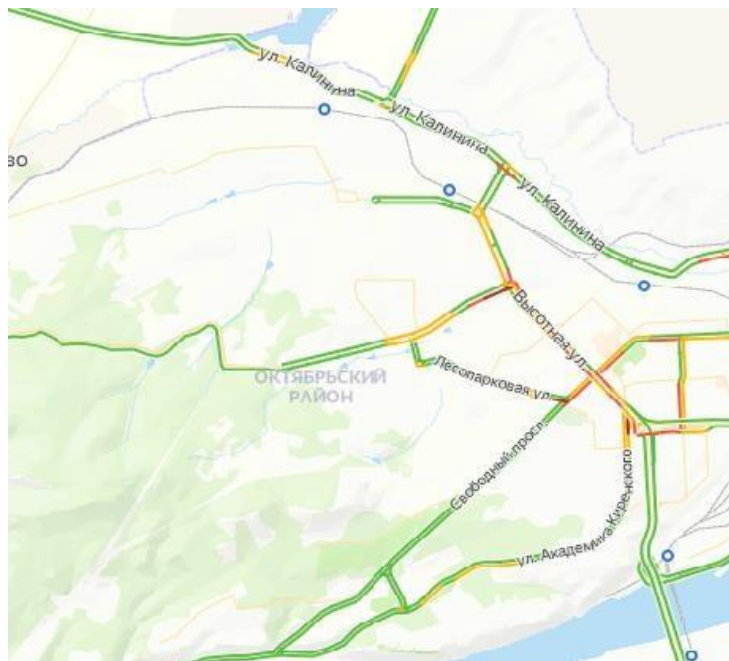


Рисунок 1.8 – Схема загруженности дорог Октябрьского района утром

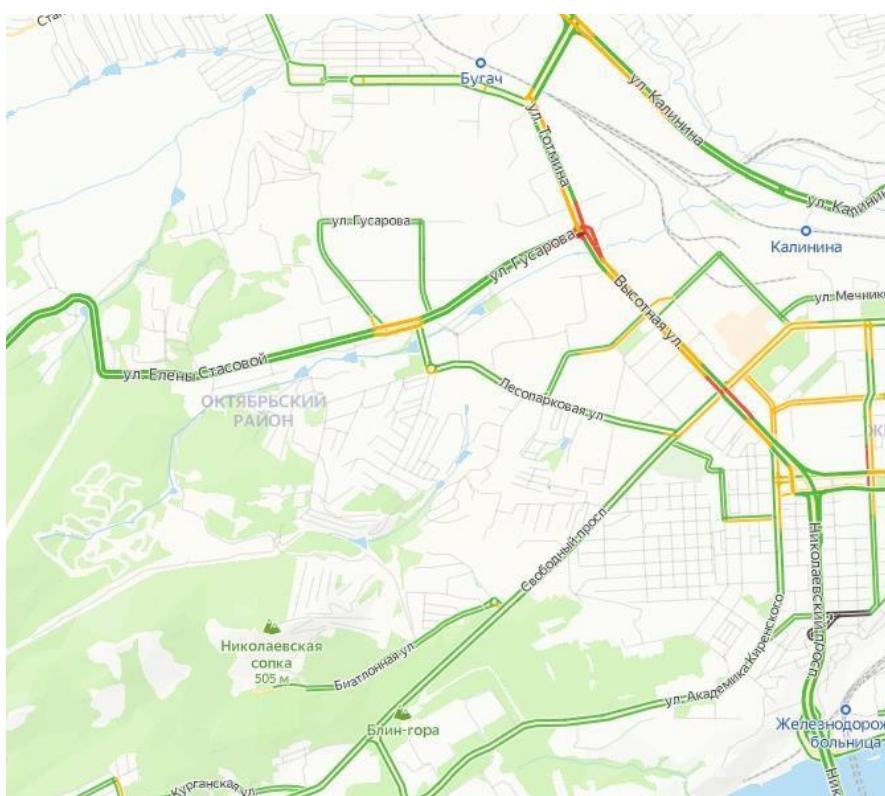


Рисунок 1.9 – Схема загруженности дорог Октябрьского района днем

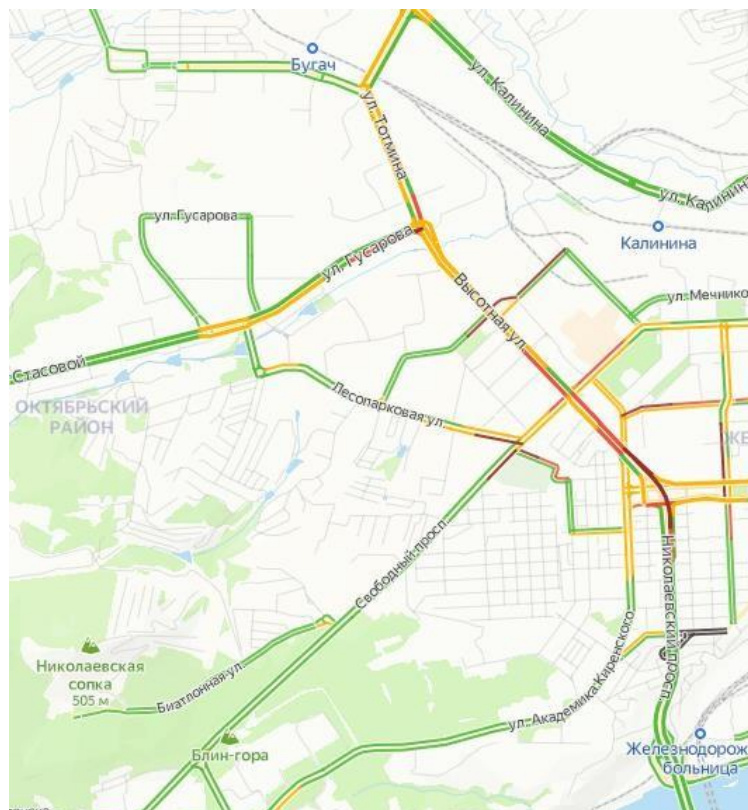


Рисунок 1.10 – Схема загруженности дорог Октябрьского района вечером

Анализируя данные на рисунках 1.8-1.10, можно заметить, что с 13:00 до 14:00 дороги практически свободны от автомобилей. Основные пробки обычно возникают на перекрестке улицы Высотная и проспекта Свободный, а также на светофоре на пересечении улиц Тотмина и Юшкова.

С увеличением числа жителей и автомобилей на дорогах города Красноярска ситуация на дорогах будет ухудшаться, если не будут приняты меры по расширению дорожной инфраструктуры и увеличению пропускной способности улиц. Неэффективное функционирование транспортной системы обусловлено высокой загруженностью дорог и низкой скоростью передвижения, особенно в местах заторов.

Увеличение пробок влечет за собой экономические потери и увеличение аварийности. Негативное влияние заторов также отражается на экологической обстановке в окружающей среде.

1.3 Интенсивность направлений транспортных потоков на исследуемых участках УДС

Анализ интенсивности движения транспортных потоков проводился натурным методом. С помощью метода натурального исследования мы получили точные результаты показателей транспортных потоков.

При определении плотности движения автотранспорта, согласно нормам, СНиП 2.05.02-85, все автомобили приводят к единому стандартному типу - легковому автомобилю с использованием коэффициентов приведения.

Исследования проводились трижды в день в будние дни с понедельника по пятницу в утренние, дневные и вечерние часы. Полученные данные зафиксированы в протоколе исследования участка улично-дорожной сети и представлены в таблицах 1.3-1.4.

Таблица 1.3 – Протокол исследования участка УДС на перекрестке ул. Высотная – пр. Свободный

Направление	Интенсивность движения, авт./ч			Интенсивность движения, ед./ч
	легковые	грузовые	автобусы	
1–2	242	2	20	264
1–3	552	4	16	572
1–4	239	1	–	240
2–1	165	3	24	192
2–3	–	–	–	–
2–4	243	1	8	252
3–1	600	4	20	624

Окончание таблицы 1.3

3–2	192	2	–	194
3–4	509	1	8	518
4–1	191	–	–	191
4–2	587	–	12	599
4–3	198	2	16	246

Таблица 1.4 – Протокол исследования участка УДС на перекрестке ул. Тотмина – ул. Юшкова

Направление	Интенсивность движения, авт./ч			Интенсивность движения, ед./ч
	легковые	грузовые	автобусы	
1–2	198	3	–	266
1–3	82	2	–	84
1–4	146	–	–	201
2–1	201	1	–	202
2–3	94	2	–	96
2–4	228	4	9	881
3–1	58	2	–	60
3–2	131	1	–	132
3–4	123	–	–	123
4–1	154	–	–	154
4–2	215	–	9	825
4–3	162	–	–	162

По результатам полученных данных необходимо организовать технические мероприятия, задачей которых является улучшить организацию дорожного движения участков рассматриваемых УДС.

На рисунках 1.11-1.12 показаны схемы направления и интенсивность на пересечениях ул. Высотная - пр. Свободный и ул. Тотмина– ул. Юшкова. Цифрами 1-4 указаны направления движения транспортных потоков.

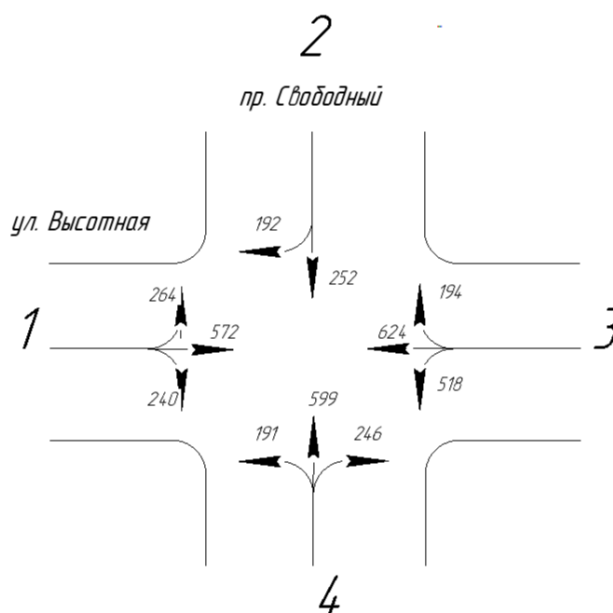


Рисунок 1.11 – Схема движения на пересечении ул. Высотная – пр. Свободный

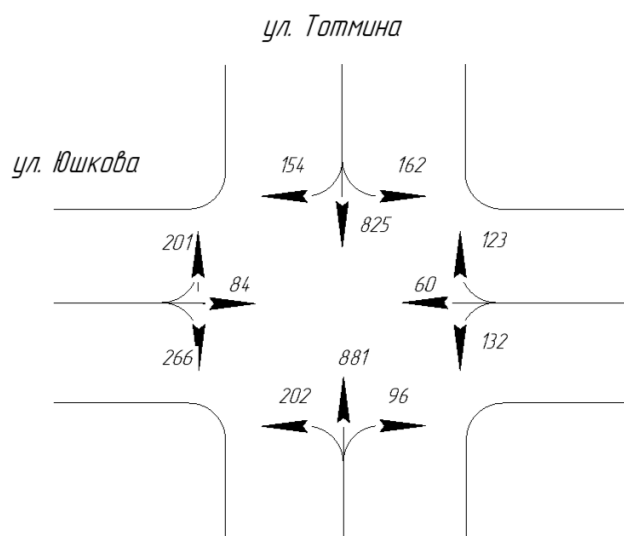


Рисунок 1.12 – Схема движения на пересечении ул. Тотмина– ул. Юшкова

По результатам анализа можно сделать вывод, что самые загруженные направления на перекрестке ул. Высотная – пр. Свободный являются 1-3, 3-1 и 4-2, а на перекрестке ул. Тотмина – ул. Юшкова 3-4, 4-2 и 2-4.

Каждый год количество машин на улицах Красноярска растет, что ведет к обострению дорожных условий на магистралях. Чтобы преодолеть эту проблему, критически важно увеличить пропускную способность автомобильных дорог.

В Октябрьском районе активно ведется строительство, что, в свою очередь, приводит к росту численности населения, а это, в свою очередь, способствует увеличению количества личных автомобилей.

Недостаточная пропускная способность дорог влечет за собой экономические убытки: ухудшение эффективности транспортировки пассажиров и грузов, рост расходов на топливо и потерю времени. При заторах возрастает вероятность ДТП. Кроме того, низкая пропускная способность негативно сказывается на экологическом состоянии.

1.4 Анализ рассматриваемых участков УДС

На участке дороги ул. Высотная - пр. Свободный – ул. Михаила Годенко схема движения транспортных средств организована двухсторонним регулируемым движением по три полосы в одном направлении и две полосы в другом с разделительной полосой между ними. На рисунке 1.13 представлена существующая схема фаз светофорного цикла регулирования на участке УДС по ул. Высотная – ул. Михаила Годенко – просп. Свободный

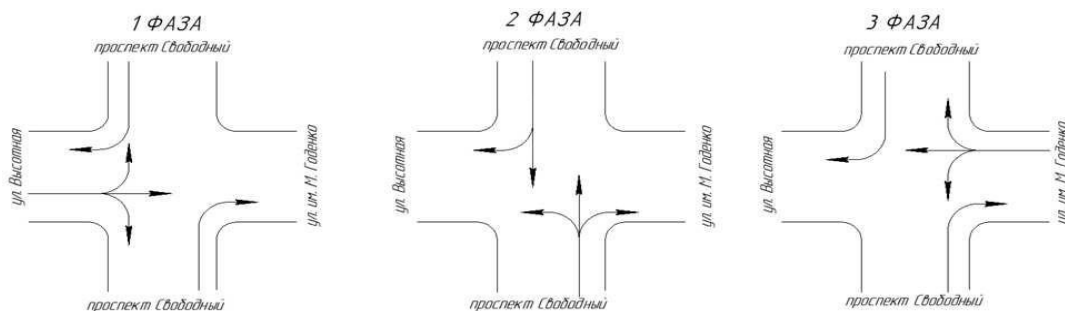


Рисунок 1.13 – Схема фазного разъезда на участке УДС по ул. Высотная – ул. Михаила Годенко – просп. Свободный

Схема улиц с дорожными знаками г. Красноярска ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко представлена на рисунке 1.14.

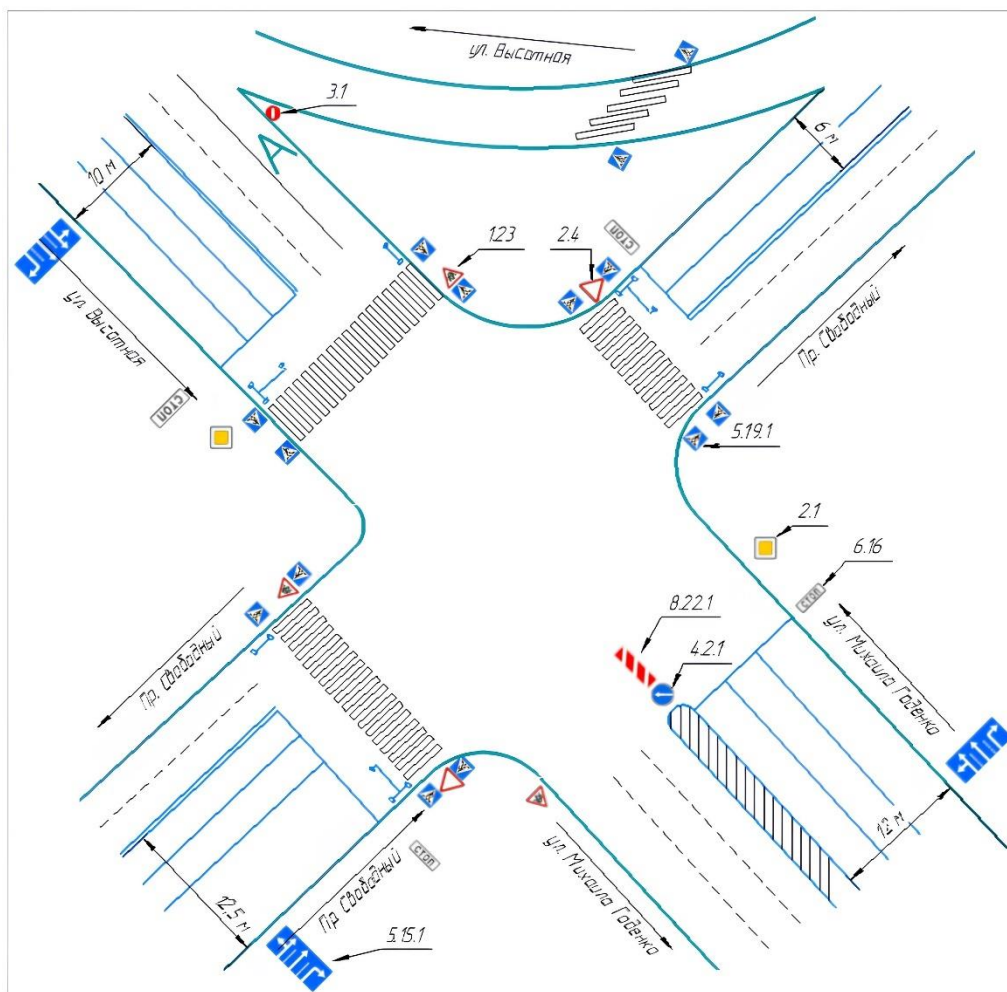


Рисунок 1.14 – Схема улиц с дорожными знаками ул Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко

Основные причины затора на перекрестке ул. Высотная- пр. Свободный вызваны:

1. Движение автобусов с остановки ГорДК (представлена на рисунке 1.15);
2. Поворот налево со стороны пр. Свободный на ул. Высотную (рисунок 1.17).
3. Проезд перекрестка прямо со стороны ул. Михаила Годенко на ул. Высотную (Рисунок 1.18).



Рисунок 1.15 – Карта-схема расположения автобусной остановки ГорДК

Расстояние от остановки до перекрестка ул. Высотная – пр. Свободный составляет 130 метров. За короткое расстояние водителям автобусов необходимо выполнить перестроение через 2 полосы, что продолжить маршрут налево по пр. Свободный.

По такому пути лежат маршруты автобусов №5, №21, №26, №38, №71, №85, №87, №99 и троллейбуса №4. Расписание автобусов указывает на прибытие на остановку с интервалом до 3 минут, но посмотрев онлайн-табло сервиса Яндекс-карты можно увидеть, что в течение 2 минут на остановки может появиться 5 автобусов (представлено на рисунке 1.16).

ГорДК		
Обзор	Расписание	Отзывы 2
Все маршруты ▼		Сегодня
26	до Железнодорожная больница	• 16:23
87	до Улица Петрушина	• 16:24
5	до ОАО Красфарма	• 16:25
80	до Микрорайон Тихие Зори	• 16:25
21	до Спортзал	• 16:25

Рисунок 1.16 – Онлайн расписание остановки ГорДК

Совокупность постоянного потока автобусов, выполняющих перестроение через 2 полосы, приводит к заторовой ситуации на ул. Высотная.

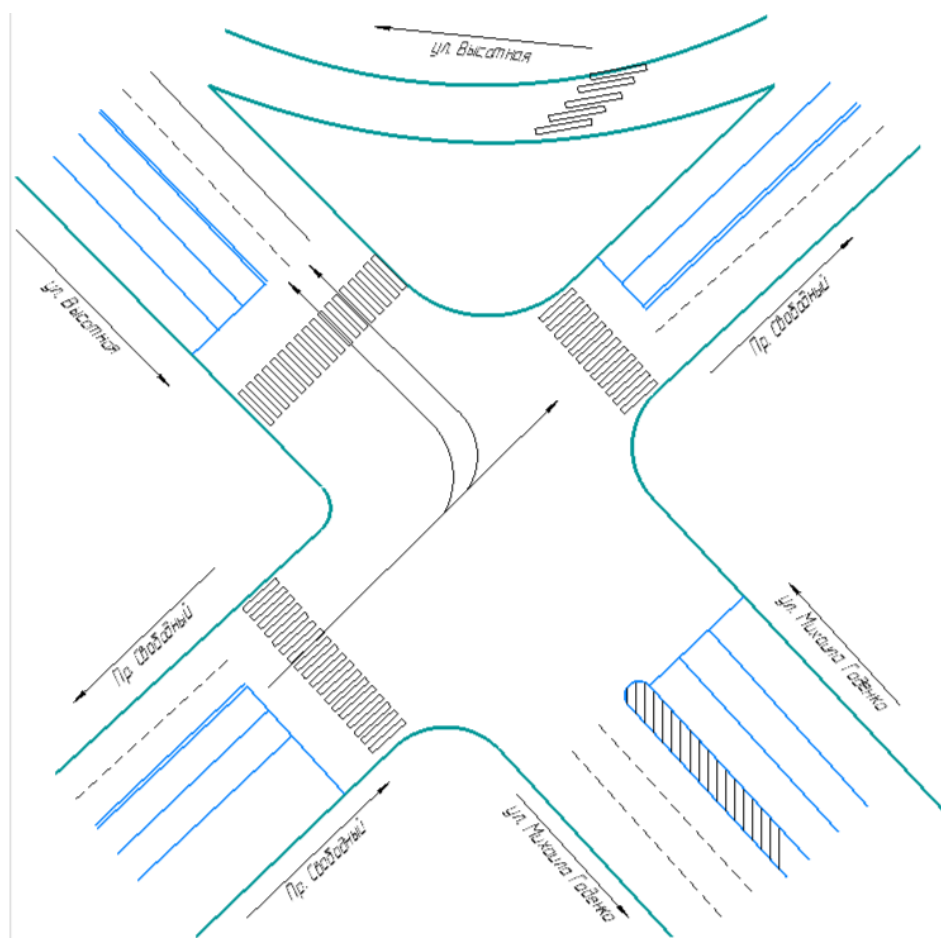


Рисунок 1.17 – Схема поворота налево со стороны пр. Свободный на ул. Высотную

Крайняя левая полоса (рисунок 1.17) разрешает движение прямо и поворот налево, движение происходит одновременно с встречным направлением. Из-за большого потока автомобилей поворот до смены фазы светофорного регулирования успевают выполнить не все, что приводит к затору и повышению шанса ДТП.

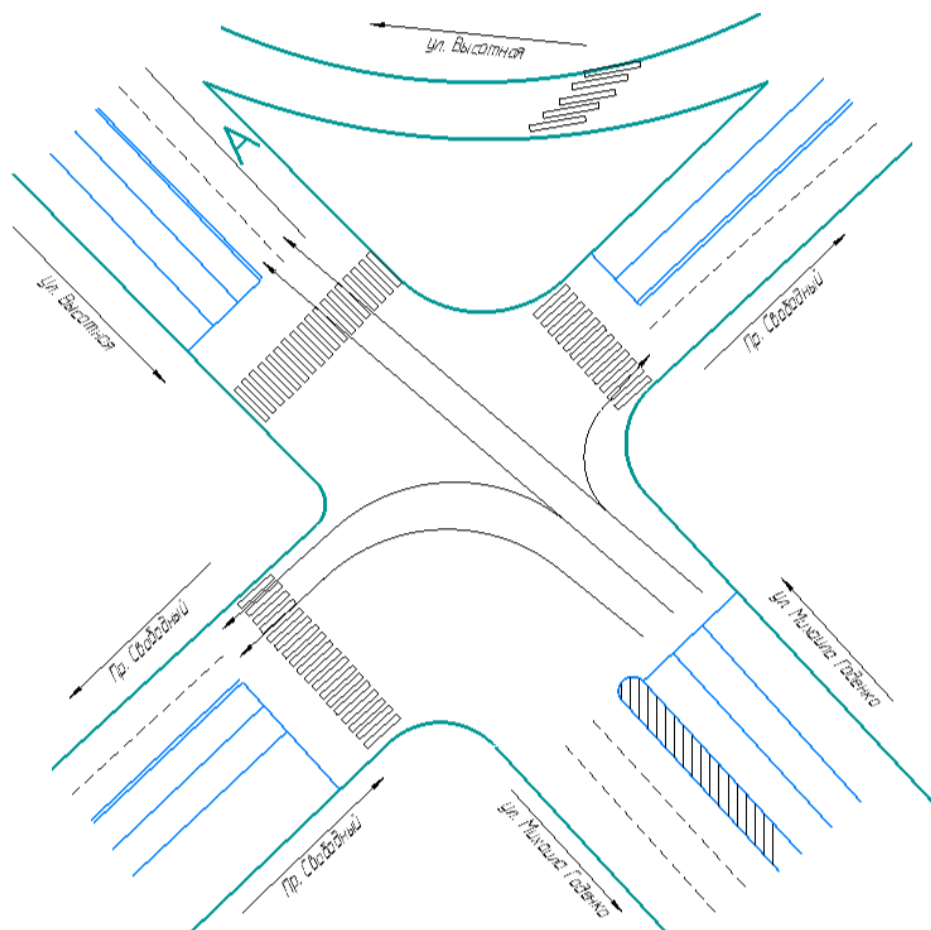


Рисунок 1.18 – Схема проезда перекрестка прямо со стороны ул. Михаила Годенко на ул. Высотную

Движение прямо со стороны ул. Михаила Годенко (рисунок 1.18) происходит из средней и правой полосы со смещением влево на одну полосу, так как крайняя правая полоса на ул. Высотная является автобусной, заторовые и аварийные ситуации возникают, когда водители совершают смещение.

Также причиной затора являются автомобили, выезжающие со съезда с пр. Свободный, сразу выполняющие перестроение, чтобы не продолжать движение по автобусной полосе.

В ходе анализа натурным методом на перекрестке ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко были получены данные, которые представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Данные пересечения ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко

Параметр	Расчетное значение
Длительность цикла, с	253
Длительность основного такта	
1 фаза	100
2 фаза	72
3 фаза	63
Среднее время задержки ТС, с	85

На участке дороги ул. Тотмина – ул. Юшкова схема движения транспортных средств организована двухсторонним регулируемым движением по три полосы в одном направлении и две полосы в другом с разделительной полосой между ними. Схема фаз светофорного цикла регулирования на пересечении ул. Юшкова – ул. Тотмина представлена на рисунке 1.19.

С помощью натурного метода на перекрестке ул. Тотмина – ул. Юшкова были получены данные, которые представлены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Данные пересечения ул. Тотмина – ул. Юшкова

Параметр	Расчетное значение
Длительность цикла, с	181
Длительность основного такта	
1 фаза	65
2 фаза	59
3 фаза	65
Среднее время задержки ТС, с	61,5

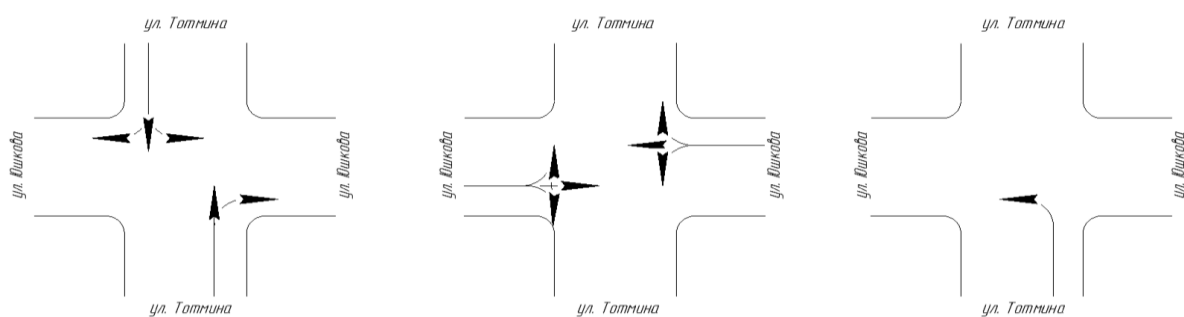


Рисунок 1.19 – Схема фазного разъезда на участке УДС по ул.
Тотмина– ул. Юшкова

Схема улиц с дорожными знаками г. Красноярск ул.
Тотмина – ул.
Юшкова представлена на рисунке 1.20.

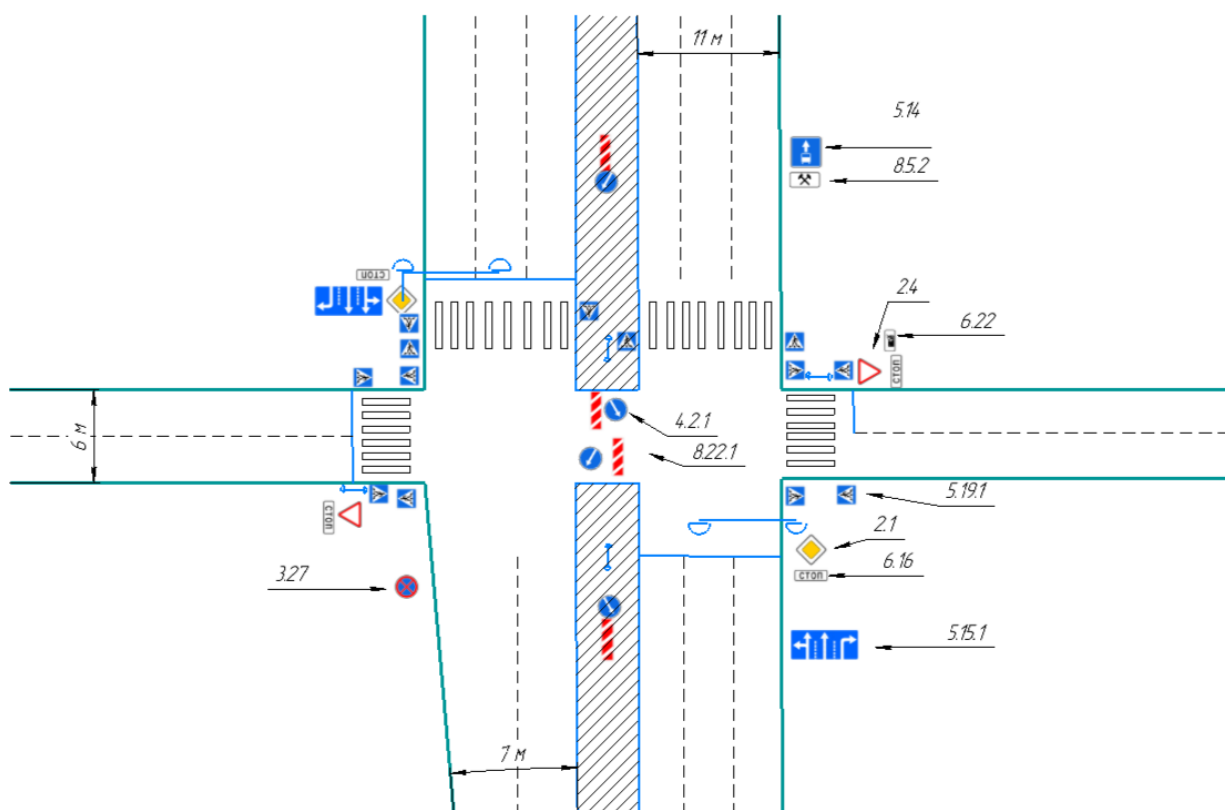


Рисунок 1.20 – Схема улиц с дорожными знаками г. Красноярск ул.
Тотмина – ул. Юшкова

Причины затора на пересечении ул. Тотмина – ул. Юшкова:

- 1) На ул. Юшкова находится 2 школы, что служит фактором большого скопления автомобилей.
- 2) Движение прямо со стороны ул. Высотная происходит из средней и правой полосы со смещением влево на одну полосу, так как крайняя правая полоса на ул. Высотная является автобусной, заторовые и аварийные ситуации возникают когда водители совершают смещение.

Наиболее частыми причинами автокатастроф являются столкновения автомобилей из-за плохого состояния дорог, нарушений правил дорожного движения и неправильной работы светофоров.

Перекресток считается одним из самых опасных участков на дороге.

Аварийно-опасным участком считается тот участок дороги, где за год произошло три и более дорожно-транспортных происшествия, в результате которых пострадали люди.

Количество ДТП/Ранено за 2023 год на рассматриваемых УДС указаны в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Количество ДТП/Ранено за 2023 год на рассматриваемых УДС

Пересечение	Количество ДТП	Количество раненых
Ул. Высотная	18	11
Ул. Тотмина	8	7

Данные таблицы 1.10 говорят о том, что рассматриваемые УДС являются аварийно-опасными.

Анализ транспортных потоков на основных улицах района проводился с использованием натурных наблюдений и статистических данных. Основная цель этого анализа — разработать мероприятия по улучшению организации дорожного движения.

Исследование сложных ситуаций на дорогах проводилось через сервис «Яндекс.Пробки». Этот сервис дает возможность пользователям видеть, какие

дороги наиболее загружены. Для этого он собирает и анализирует информацию о пробках на улицах и предоставляет данные на «Яндекс.Картах». В крупных городах, где пробки являются частой и серьезной проблемой из-за большого количества автомобилей, сервис определяет общий балл загруженности дорог.

В Красноярске сервис «Яндекс. Пробки» оценивает среднюю загруженность дорог по 10-балльной шкале. Этот балл помогает водителям понять, насколько серьезные пробки на дороге и сколько времени придется провести в них.

Для расчета баллов пробок заранее составляются маршруты по улицам городов, включающие основные улицы и проспекты. Для каждого маршрута есть оптимальное время, за которое можно проехать свободно, не нарушая правила. После анализа общей загруженности дорог в городе программа-агрегатор определяет разницу между реальным временем и оптимальным. На основе этой разницы рассчитывается загруженность и отображается в баллах.

1.5 Выводы о технико-экономическом обосновании

Анализ улично- дорожной сети в Октябрьском районе города Красноярска выявил ряд проблем, связанных с организацией транспортного движения:

- Октябрьский район занимает второе место после Советского района по количеству ДТП с пострадавшими и погибшими;
- На улицах Высотная и Тотмина отмечается высокая интенсивность автомобильного движения, что приводит к аварийным ситуациям;
- Наибольшее количество ДТП происходит на улицах Высотная, Калинина и Тотмина;
- Из-за недостаточной проходимости улиц и дорог возникают пробки.

Для улучшения организации и повышения безопасности дорожного движения в данном районе были сформулированы следующие задачи:

- выбор типа транспортной развязки;
- проект совершенствования организации движения на пересечении

ул. Высотная, ул. М. Годенко и просп. Свободный;

- проект совершенствования организации движения на пересечении ул. Тотмина – ул. Юшкова;

- анализ эффективности совершенствования организации движения на участках ул. Тотмина – ул. Юшкова, ул. Высотная – пр. Свободный.

Данные мероприятия помогут разгрузить улицу Высотную, улицу Тотмина, проспект Свободный и уменьшить перепробег транспортных средств, и как следствие снизить уровень аварийности.

2 Технологическая часть

Организация дорожного движения – комплекс организационных и инженерно-технических мероприятий, которые направлены на максимальное использование возможностей транспортными потоками, представляющие собой геометрические параметры дороги и ее состояние.

Она включает в себя:

- размещение и разделение транспортных потоков по ширине проезжей части и направлению движения;
- ориентирование водителей о направлении движения;
- разделение потоков на группы автомобилей с разными скоростями;
- разделение траекторий движения на сложных участках;
- возможность перестройки с одной полосы на другую и т.п.

Основные методы организации движения заключаются в разделении транспортных потоков на однородные группы, а также в рациональном распределении транспортных средств по видам, месту и времени для того, чтобы уменьшить вероятность конфликтов между отдельными типами, транспортных средств с разными скоростями и в различных направлениях.

Основными техническими средствами организации движения на используемой дороге являются: разметка, направляющие устройства, дорожные указатели и знаки, светофоры. Также к мероприятиям по организации движения относятся улучшение планировки пересечений; улучшение дорожных условий в ходе ремонта.

Для того, чтобы разделить транспортные потоки используют пересечения автомобильных дорог с железными на разных уровнях; подземные и надземные пешеходные переходы.

Разделение транспортных потоков по скоростям необходимо для повышения безопасности движения и удобства, что приводит к уменьшению

количества обгонов. Чтобы достигнуть этих целей, делают дополнительные полосы для автомобилей, которые движутся медленно, на подъемах; выделяют полосы для разгона и торможения на пересечениях дорог и их примыканиях, также у автобусных остановок.

Разделение транспортных потоков по направлениям представляет собой упорядочение транспортных потоков и выделения для каждого направления движения специальных полос. Осуществляется путем устройства самостоятельных проезжих частей для движения в разных направлениях с разделительной полосой между ними или нанесением сплошных линий разметки; устройством канализированных пересечений на одном уровне; устройством разделительных островков на кривых малых радиусах.

Наиболее распространенным способом организации движения, который обеспечивает повышение безопасности, пропускной способности дороги и экономичности перевозок является регулирование скоростного режима.

Задачи регулирования скорости заключаются в повышении безопасности движения, средней скорости транспортного потока и пропускной способности. Задача повышения средней скорости транспортного потока является наиболее важной и долговременной. Решением этой задачи может быть повышение максимальным обеспечением безопасности дорожного движения, уменьшение размаха скоростей на каждом участке дороги и сокращения влияния интенсивности и состава транспортного потока на скорость движения. Выравнивание и повышение скоростей движения по длине автомобильной дороги можно достигнуть улучшением ровности и сцепных качеств покрытия, уширением проезжей части, устройством разметки, укреплением обочин.

К техническим средствам относятся: светофоры; дорожные знаки; дорожная разметка (горизонтальная и вертикальная); островки безопасности; контурная маркировка транспортных средств; направляющие устройства (сигнальные столбики, тумбы, маячки безопасности); искусственные дорожные неровности («лежачие полицейские»).

Для выполнения поставленных задач нужно провести анализ и исследования существующей организации и безопасности дорожного движения на рассматриваемом участке в Октябрьском районе г. Красноярска.

2.1 Анализ возможных схем ОДД на рассматриваемых участках УДС г. Красноярска

Перекресток – место пересечения двух и более дорог, соединяющихся между собой на одном уровне. По очередности движения перекрестки различают по двум видам: регулируемые и нерегулируемые.

На регулируемых перекрестках имеются дорожные знаки, светофоры, дорожные разметки, которые нанесены на дорожное покрытие или на них присутствует регулировщик. Остальные перекрестки называются нерегулируемыми, также перекрестки, на которых мигает желтый сигнал светофора (в случае, если на нем не установлены дорожные знаки).

Виды перекрестков бывают:

- четырехсторонние;
- Y – образные;
- круговые (кольцо);
- T – образные;
- X – образные.

Самым распространенным перекрестком является четырехсторонний. По статистике можно определить, что на таких перекрестках ДТП встречаются намного чаще, чем на других видах перекрестков. Каждый водитель, вне зависимости от того, регулируемый перекресток или нет, должен снизить скорость при приближении к перекрестку. Это позволит снизить риск возникновения ДТП, ведь иногда даже светофор не способен предотвратить аварию. Четырехсторонний перекресток показан на рисунке 2.1.

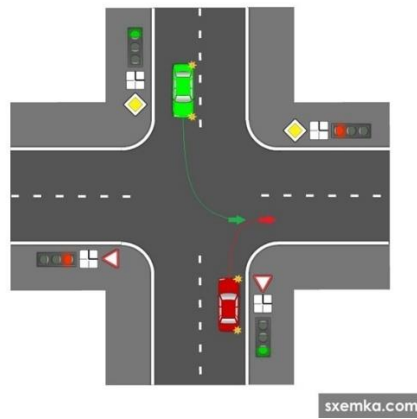


Рисунок 2.1 – Четырехсторонний перекресток

Y-образные перекрестки – пересечение трех дорог, где транспортные потоки движутся с трех сторон. Сам перекресток представляет собой главную дорогу, которая разделяется на две второстепенные и напоминает букву «Y». Y-образный перекресток показан на рисунке 2.2.

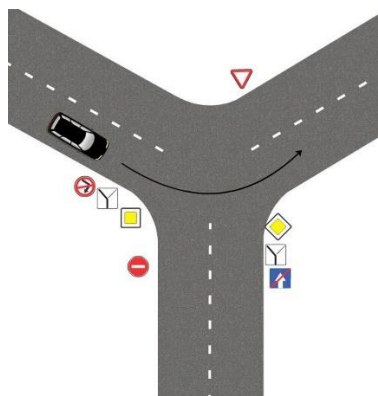


Рисунок 2.2 – Y-образный перекресток

T-образные перекрестки – пересечение трех дорог, где наблюдается слияние двух дорог, т.е одна дорога примыкает к другой под углом. Перекресток под углом примерно в 90 градусов напоминает букву «Т», если угол меньше или больше, то букву «Y», но вне зависимости от этого суть одна – одна дорога «вливается» в другую. T-образный перекресток показан на рисунке 2.3.

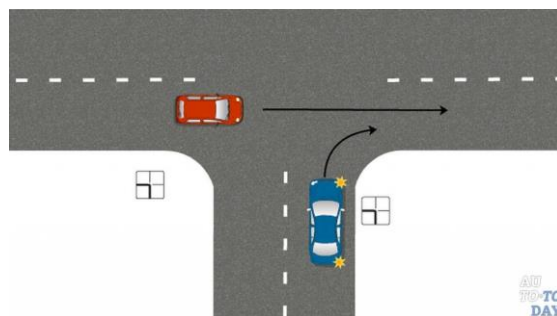


Рисунок 2.3 – Т-образный перекресток

Х-образные перекрестки – это пересечение четырех дорог. Такие перекрестки отличаются от четырехсторонних углом пересечения. Х-образный перекресток показан на рисунке 2.4.

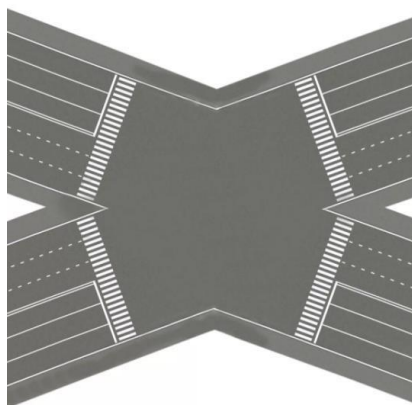


Рисунок 2.4 – Х-образный перекресток

Круговые перекрестки упрощают поток двигающихся автомобилей, так как наличие кольца соединяет дорожные узлы в области пересечений дорог. Количество аварий на таких перекрестках значительно ниже, чем на других видах перекрестков.

Организация на данных перекрестках представляет собой грамотную расстановку дорожных знаков, дорожную разметку для того, чтобы въезд и выезд не вызывали вопросов у участников движения. Круговой перекресток показан на рисунке 2.5

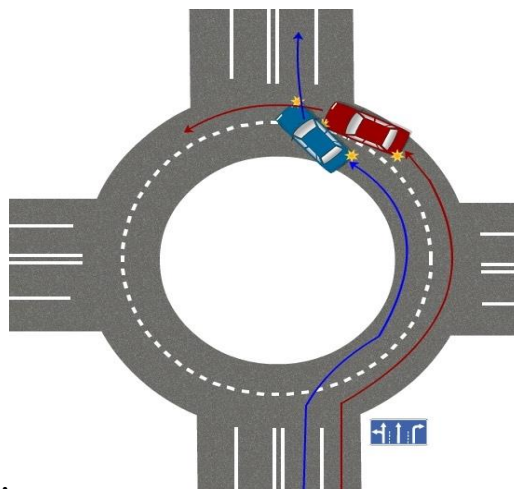


Рисунок 2.5 – Круговой перекресток

Турбокольцевые, или как их по-другому называют турбо перекрестки. Данный тип перекрестка призван существенно увеличить скорость проезда автомобилей по нему, и снизить количество ДТП.

С позиции дорожного строительства турбоперекрестки являются обычным кольцом с той лишь разницей, что движение по нему организовано не по стандартным правилам, а достаточно хитрой схемой. Перед въездом на такое турбокольцо установлены знаки, предписывающие движение строго по полосам. Турбокольцевой перекресток показан на рисунке 2.6

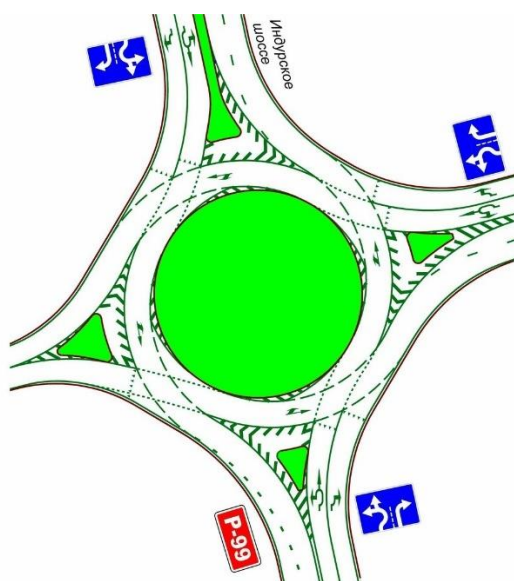


Рисунок 2.6 – Турбокольцевой перекресток

Существует множество видов многоуровневых развязок. Их проектируют в зависимости от условий пересечения дорог и цели построения развязки

Транспортные развязки (ТР) в разных уровнях прим. на дорогах I, II и III категорий для обеспечения беспрепятственного проезда транспортных средств на пересечениях и примыканиях и повышения безопасности движения. Согласно СНиП 2.05.02-85 пересечения а/д и примыкания в разных уровнях принимают в следующих случаях: а/д I кат. с дорогами всех категорий; I б и II с дорогами II и III кат.; III кат. с III кат. с интенсивностью более 8000 приведенных ед./сутки (в сумме для обеих дорог).

Клеверный лист - наиболее широко применяемая схема. Пример клеверного листа показан на рисунке 2.7

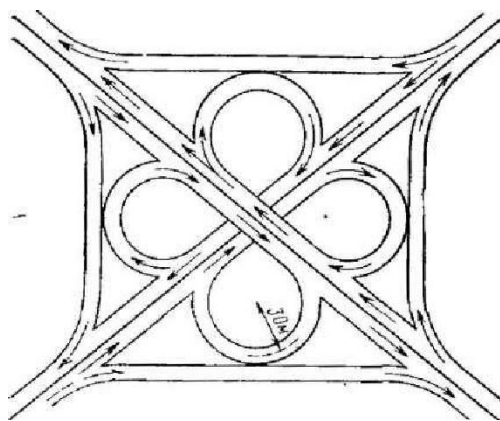


Рисунок 2.7 – Транспортная развязка “Клеверный лист”

Для увеличения скорости движения транспорта на дороге, улучшения пропускной способности и обеспечения безопасности движения предлагается провести мероприятие по расширению проезжей части.

Требуемая величина уширения в соответствии со СНиП 2.05.02 -85 зависит от категории реконструируемой дороги (табл. 2.1). Необходимые величины уширения проезжей части могут составлять 0,5-1,5 м, а с учетом ширины краевых полос 2,5 м.

Таблица 2.1 - Требуемая величина уширения в соответствии со СНиП 2.05.02
-85

Категория дороги		Величина уширения, м	
существующей	реконструируемой	проезжей части	проезжей части и краевых полос
II	I	-	-
III	I	0,5	1,0
III	II	0,5	1,0
IV	II	1,5	2,0
IV	III	1,0	1,0
V	IV	1,5	2,5

Для оптимизации схемы дорожного движения делаются дорожные шлюзы – дополнительные полосы движения для осуществления поворота на перекрестке. Дорожные шлюзы представлены на рисунке 2.8.

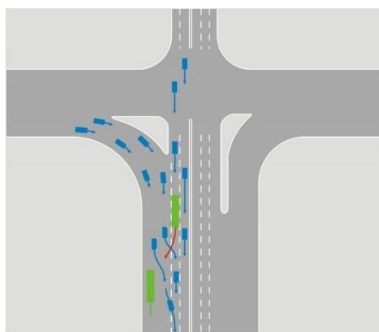


Рисунок 2.8 – Дорожные шлюзы

Так как нет возможности провести анализ через программу транспортного моделирования, опираемся на рассмотренные решения логически.

На основе анализа рассмотренных решений можно сделать вывод, что двухуровневое пересечение неэффективно из-за ограниченного пространства на

перекрестках для внедрения каких-либо мероприятий.

Y-образные, T-образные и X-образные перекрестки также не подходят.

На пересечении улицы Высотной и проспекта Свободного возможно внедрение турбокольцевого пересечения.

На пересечении улиц Тотмина и Юшкова можно расширить полосы движения. Расширение проезжей части и установка шлюзов помогут улучшить дорожную обстановку, сократить пробки и увеличить пропускную способность дороги.

2.2 Реализация мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС г. Красноярск ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко

В данной ВКР предлагается изменение существующей схемы организации движения ТС на участке г. Красноярск ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко для повышения безопасности дорожного движения и улучшения пропускной способности.

Автомобильные дороги предназначены для обеспечения безопасного и комфортного движения автотранспорта с соблюдением установленных скоростных режимов, обеспечения удобства и безопасности для водителей и пешеходов, а также обеспечения безопасного перехода пешеходов через пешеходные переходы, расположенные на проезжей части.

Для улучшения организации транспортного движения на участке УДС предлагаются следующие мероприятия: создание турбокольцевого пересечения.

2.2.1 Создание турбокольцевого пересечения на участке УДС ул.Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко

Одними из наиболее опасных участков автомобильных дорог

являются их пересечения в одном уровне, на которых сосредотачиваются дорожно-транспортные происшествия, наблюдается снижение скорости движения автомобилей и значительно уменьшается пропускная способность дорог. Анализ статистических данных по аварийности показывает, что на пересечениях в одном уровне сосредотачивается около 18% всех дорожно-транспортных происшествий, регистрируемых на дорогах.

Требованиям движения наилучшим образом отвечают пересечения в разных уровнях. Однако их строительство связано с большими затратами, и экономически они эффективны только при высоких интенсивностях движения.

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 турбокольцевые пересечения.

Турбокольцевой перекресток – это современный тип кольцевого пересечения с повышенной пропускной способностью. Благодаря средствам разделения полос они устраняют зону переплетения и повышают эксплуатационную эффективность и безопасность перекрестков. Движение осуществляется вокруг центрального островка по спирали, с постепенным смещением траекторий с внутренней стороны наружу.

Особенности турбо-кольцевых пересечений:

- полосы движения на подходах к узлу четко разделены по направлениям;
- в пределах узла недопустимо перестроение транспортных средств и переплетение транспортных потоков;
- резко уменьшается число конфликтов, снижается риск возникновения ДТП;
- используются преимущественно на трех- и четырехлучевых узлах с

числом полос на кольцевой проезжей части не менее 2-х.

При проектировании кольцевых пересечений автомобильных дорог основное внимание должно уделяться геометрическим элементам плана и вертикальной планировке пересечения.

От правильности выбора размеров элементов плана, зависят: условия видимости на пересечении; правильность восприятия водителем всего пересечения и направления пересекающихся дорог; условия взаимодействия между автомобилями; скорость движения.

Все эти факторы оказывают решающее влияние на уровень аварийности и пропускную способность всего пересечения. От правильности выбора вертикальной планировки зависит степень устойчивости движения автомобиля, время и скорость проезда пересечения.

Основными элементами турбокольцевых пересечений являются следующие (рис 2.9):

- центральный 9 и направляющие 4 островки;
- ширина 2 кольцевой проезжей части (может меняться в пределах одного кольцевого пересечения);
- длина 8 зоны переплетения;
- въезд 11 на кольцевую проезжую часть и ширина 10 въезда;
- выезд 5 с кольцевой проезжей части и ширина 6 выезда;
- линия 7 сопряжения поперечных уклонов на кольцевой проезжей части;
- специальная полоса 3 для автомобилей, поворачивающих направо;
- примыкающая (пересекающая) дорога 1

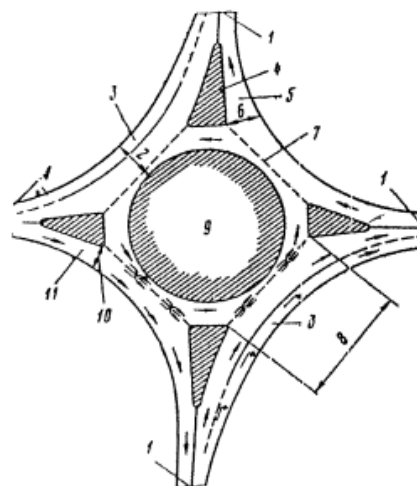


Рисунок 2.9 – Элементы турбокольцевого пересечения

По форме центральный островок может быть в виде круга; эллипса, овала и неправильной формы, но при равных возможностях следует устраивать круглые островки, поскольку они лучше обеспечивают равномерную скорость движения на кольцевой проезжей части.

Наибольшая пропускная способность достигается при использовании для вливания в кольцевой поток предельно малых интервалов между автомобилями.

Кольцевые пересечения, уравнивая скорости движения всех пересекающихся потоков независимо от их приоритетности эффективны на дорогах, где скорость движения ограничена 40-60 км/ч.

Для автомобильных дорог рекомендуется следующие расчетные скорости движения на кольцах, км/ч:

Таблица 2.2 – Расчетные скорости

Техническая категория дороги	1	2	3	4
Рекомендуемая расчетная скорость на кольце	50	45	40	30

Долгое время кольцевые пересечения не находили применения на дорогах нашей страны. Их устраивали исключительно на городских площадках и на примыканиях автомагистралей к городам. В последние

годы точка зрения изменилась, и кольцевые пересечения допускаются на дорогах всех категорий наравне с пересечениями в разных уровнях.

2.2.2 Пропускная способность ул.Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко

Важнейшим критерием, характеризующим функционирование путей сообщения, является их пропускная способность. Под пропускной способностью понимается максимальное возможное число автомобилей, которое может пройти через сечение дороги за единицу времени.

На пропускную способность и среднюю скорость движения оказывают влияние: расстояние между перекрестками, наличие или отсутствие на них светофоров, присутствие в потоке автобусов и троллейбусов, съезды на прилегающие улицы на участке между 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:

$$N_{\text{макс}} = P \cdot \zeta \quad (2.1)$$

где $N_{\text{макс}}$ – 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:

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

где $N_{\text{пропускная}}$ – 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 регулируемыми перекрестками на магистрали. (0,65).

$$\delta = \frac{K_3}{2 \cdot g \cdot (\varphi + f \pm i)} \quad (2.3)$$

где K_3 – эксплуатационного состояния тормозов, (3.1 -3.3);

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

f – коэффициент, учитывающий влияние пересечений магистрали с другими улицами и их пропускной способностью. (0,016);

φ – коэффициент сцепления шин с покрытием. (0,65);
(0,016);

i – продольный уклон в тысячных (max).

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

$$N_{\text{средняя пр}} = \frac{1600 * 11,88 * 0,61}{1 + 11,88 + 0,23 * 11,88^2 + 4} = 407 \text{ авт/ч.}$$

Дорога имеет четыре полосы для движения по пр. Свободный и шесть полос по ул. Высотная. При скорости 60 км/ч пропускная способность для пр. Свободный составит:

$$N = 407 * 1,9 = 773 \text{ ед/ч.}$$

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

$$N = 773 * 2 = 1546 \text{ ед/ч.}$$

Пропускная способность для ул. Высотная равна:

$$N = 407 * 2,7 * 2 = 2197 \text{ ед/ч.}$$

2.2.3 Пропускная способность кольцевых пересечений в одном уровне

Пропускная способность на нерегулируемом пересечении может быть повышена за счет устройства распределительного кольца, такие пересечения называются кольцевыми. На кольцевых пересечениях маневр пересечения потоков автомобилей уступает место маневрам слияния и переплетения. Кольцевые пересечения называют саморегулируемыми.

Маневр слияния заключается в использовании двух потоков автомобилей, движущихся в одном направлении в один, путем вписывания

автомобилей второстепенного потока в интервалы между автомобилями главного потока. Чем меньше угол слияния, тем меньше влияние оказывает на режим движения обоих потоков маневр слияния. Под «слиянием потоков» следует понимать маневр, при котором угол встречи автомобилей, движущихся в различных потоках, не превышает 10°.

Для определения требуемой пропускной способности участка слияния предложена формула:

$$P_{\text{спл. сл.}} = N_{\text{проезд. сл.}} + N_{\text{в}}, \quad (2.4)$$

где $N_{\text{в}}$ – интенсивность потока, вливающегося из второстепенной дороги.

$$P_{\text{спл. сл.}} = 2197 + 1546 = 3743 \text{ ед/ч}$$

Интервал между автомобилями главной дороги на участках переплетения, используемый для входа второстепенного потока в главный, зависит от скорости движения и длины участка переплетения. При скорости 40-50 км/ч используется интервал 4-8 с.

Таблица 2.3 – Значение пропускной способности от диаметра кольца

Ширина проезжей части кольца, м	9	9	9	9	12	12	15	15
Макс. пропускная способность, авт/ч	2500	3000	3500	4000	4000	5000	5000	6000
Внутренний диаметр кольца, м	18	21,5	30	45	31,5	54	42	72

Общая формула для нахождения пропускной способности кольца на перспективу:

$$P_{\text{перспек. кольца}} = N_{\text{на перспек. перекр.}} + N_0 + 0,3 \cdot (N_{\text{прот.}} + N_0). \quad (2.5)$$

$$P_{\text{перспек. кольца}} = 3743 + 0,3 \cdot 3743 = 4866 \text{ ед/ч.}$$

Так как пропускная способность кольца составляет 4866 ед/ч., то, исходя из данных, приведенных в таблице, ширина проезжей части кольца будет равна 15 м, а внутренний диаметр – 42 м.

2.2.4 Расстановка технических средств на проектируемом перекрестке пр. Свободный – ул. Высотная

Для организации турбокольцевого движения в соответствии с ГОСТом 52290-2004 установим технические средства организации дорожного движения: дорожные знаки, светофоры, разметку (рисунок 2.10)

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».

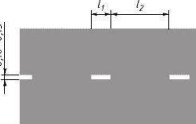
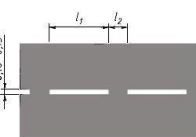
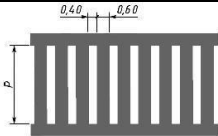
Таблица 2.4 – Дислокация дорожных знаков на пересечении ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко

Вид, № знака	Обозначение	Место установки	Количество	Способ установки
 1.34.1	Направления движения	При движении по кольцевому пересечении, правоповоротному съезду	4	На стойке
 2.4	Уступите дорогу	На правоповоротном съезде при подходе к главной дороге	4	На стойке
 4.2.3	Объезд препятствия справа или слева	Перед правоповоротным съездом	4	На стойке
 4.3	Круговое движение	Перед кольцевым пересечением	4	На стойке
 5.19.1(2)	Пешеходный переход	Перед каждым пешеходным переходом	12	На стойке
 8.22.3	Препятствие	Перед каждым прямо- или правоповоротным съездом	4	На стойке

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 (или остановиться) 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. Его контуры выполняют с

помощью разметок 1.1. Направляющий островок обеспечивает вход транспортных средств в круговой поток и выход из него по плавной траектории. 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.

Таблица 2.5 – Дислокация дорожной разметки на пересечении ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко

Условные обозначения, № разметки	Тип разметки	Ширина, м.
 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;	0,2
 1.5	Разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах, имеющих две или три полосы;	0,2
 1.6	Предупреждает о приближении к разметке 1.1 или 1.11, которая разделяет транспортные потоки противоположных или попутных направлений	0,2
 1.18	Указывает разрешенные на перекрестке направления движения по полосам	-
 1.14.1	Обозначает пешеходный переход	4

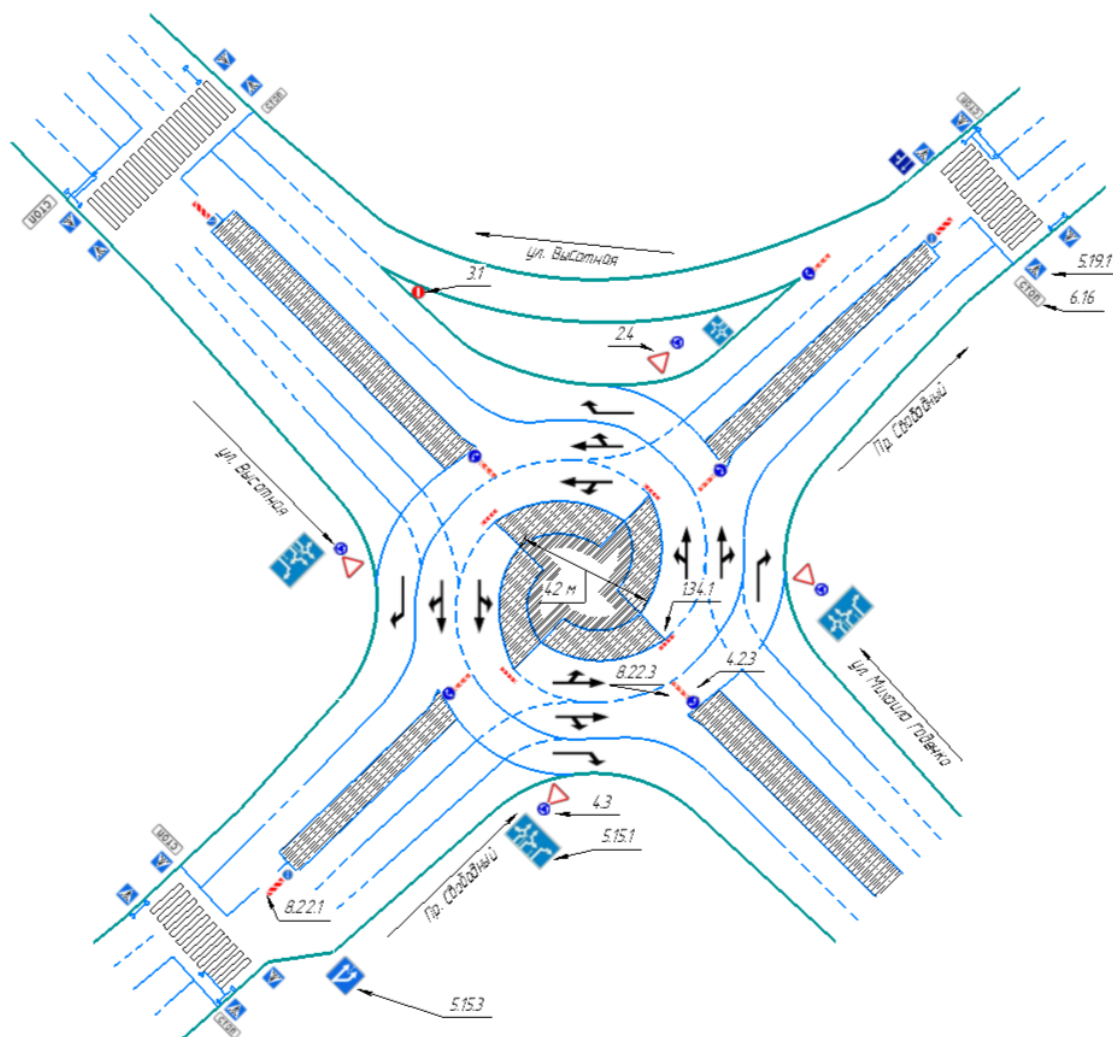


Рисунок 2.11 - Схема организации кругового движения на пересечении пр. Свободный и ул. Высотная

2.2.5 Оценка времени задержки на кольцевом пересечении

Таблица 2.6 - Матрица корреспонденций (интенсивности), ед/ч

	1	2	3	4
1	-	264	572	240
2	192	-	-	252
3	624	194	-	518
4	191	599	246	-

По данным матрицы определяем:

$$Q_{\text{вх}1} = 1076 \text{ ед/ч}; Q_{\text{вх}2} = 444 \text{ ед/ч}; Q_{\text{вх}3} = 1336 \text{ ед/ч}; Q_{\text{вх}4} = 1036 \text{ ед/ч};$$

$$Q_{\text{кпч}1} = 1777 \text{ ед/ч}; Q_{\text{кпч}2} = 2210 \text{ ед/ч}; Q_{\text{кпч}3} = 1872 \text{ ед/ч}; Q_{\text{кпч}4} = 1846 \text{ ед/ч};$$

$$Q_{\text{к}1} = 770 \text{ ед/ч}; Q_{\text{к}2} = 1333 \text{ ед/ч}; Q_{\text{к}3} = 982 \text{ ед/ч}; Q_{\text{к}4} = 836 \text{ ед/ч}$$

Определим среднее время задержки автомобиля при въезде в узел:

$$\bar{t}_s = \frac{\sum_{j=1}^m (t_{\text{ожж}ej} + t_{\text{ожж}pmj}) \cdot Q_{\text{вх}j}}{\sum_{j=1}^m Q_{\text{вх}j}}$$

$t_{\text{ожж}ej}$ - среднее время задержки одного автомобиля от ожидания возможности въезда в узел для j -го направления, с;

$t_{\text{ожж}pmj}$ - среднее время задержки одного автомобиля от ожидания разгона и торможения при въезде в узел для j -го направления, с;

$Q_{\text{вх}j}$ - интенсивность движения на j -ом въезде, ед/ч;

m - количество въездов.

Среднее время задержки одного автомобиля от ожидания возможности въезда в узел и среднее время задержки одного автомобиля от ожидания разгона и торможения при въезде в узел определим по графикам на рисунках 2.12 и 2.13, сопоставив интенсивность движения въезжающего и кольцевого потоков.

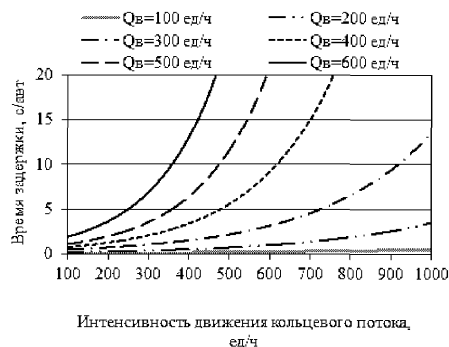


Рисунок 2.12 - Изменение времени задержки автомобиля при ожидании возможности въезда на кольцевое пересечение

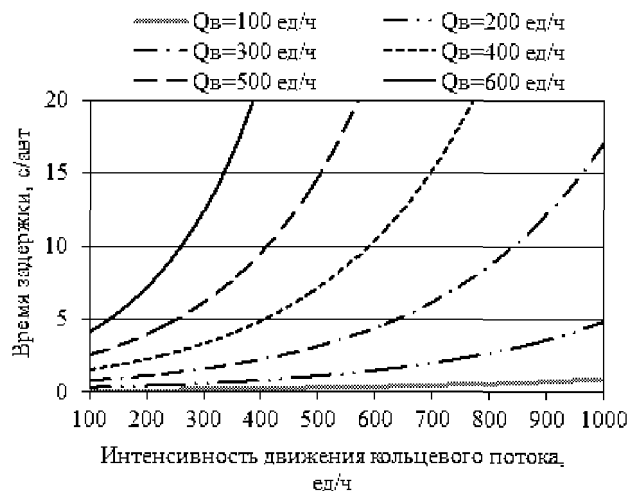


Рисунок 2.13 - Изменение суммарной задержки от ожидания торможения и разгона при въезде на кольцевое пересечение

Среднее время задержки автомобиля при въезде в узел составит:

$$t_{в} = \frac{(3 \cdot 7) \cdot 1076 + (2 \cdot 2) \cdot 444 + (7 \cdot 10) \cdot 1236 + (3 \cdot 7) \cdot 1036}{1076 + 444 + 1236 + 1036} = 9,92 \text{ с}$$

Среднее время эксплуатационной задержки вычислим следующим способом:

$$\bar{t}_{зз} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{зкпч i} \cdot Q_{кпч i}}{\sum_{i=1}^n Q_{кпч i}}$$

$t_{зкпч i}$ - среднее время задержки одного автомобиля при движении по участку кольцевой проезжей части, с;

$Q_{кпч i}$ - интенсивность движения на i -ом участке кольцевой проезжей части, ед/ч;

n - количество участков переплетения (пересечения).

Частные значения $t_{зкпч i}$ определим по таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Аналитические выражения для расчета времени эксплуатационной задержки на участках кольцевой проезжей части

Интенсивность движения, приведенная к полосе, ед/ч	Эксплуатационная задержка, с/авт
200	$t_{зкпч} = 0,46 \cdot d^{0,5997}$
300	$t_{зкпч} = 0,57 \cdot d^{0,5589}$
400	$t_{зкпч} = 0,65 \cdot d^{0,54}$
500	$t_{зкпч} = 1,36 \cdot d^{0,3966}$
600	$t_{зкпч} = 2,58 \cdot d^{0,2688}$

d - диаметр центрального направляющего островка, м.

Среднее время эксплуатационной задержки автомобиля при проезде узла составит:

$$t_{эз} = \frac{(24,72 * 1777 + 58,43 * 2210 + 32,95 * 1872 + 32,95 * 1846)}{(1777 + 2210 + 1872 + 1846)} = 38,36 \text{ с}$$

2.3 Реализация мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения участка УДС ул. Тотмина – ул. Юшкова

Для выполнения задач на пересечении улиц Тотмина и Юшкова необходимы действия по улучшению организации дорожного движения, что поможет снизить загруженность дороги и уменьшить вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий. На данном участке предлагается внедрить следующие меры: добавление правоповоротного шлюза, добавление дополнительной полосы и изменение светофорного цикла.

2.3.1 Добавление правоповоротного шлюза на участке УДС ул.Тотмина – ул. Юшкова

Чтобы облегчить ситуацию на проезде по улице Юшкова, предлагается ввести возможность правоповоротного шлюза на улице Тотмина. Этот шаг будет способствовать повышению пропускной способности дороги и снизит вероятность столкновений. Добавление правоповоротного шлюза показано на рисунке 2.13.

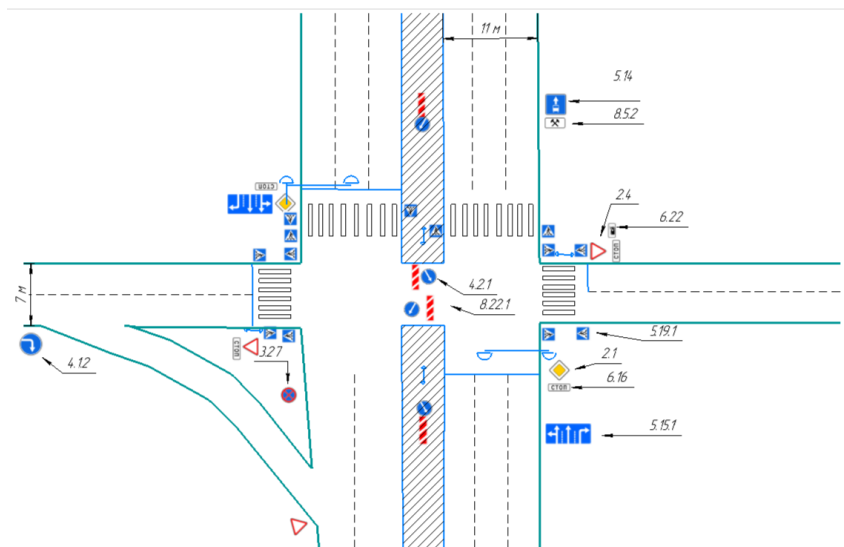


Рисунок 2.13 – Добавление правоповоротного шлюза ул. Тотмина – ул. Юшкова

2.3.2 Добавление полосы на проезжей части ул. Тотмина

На улице Тотмина имеется специальная полоса для общественного транспорта, что существенно сокращает пропускную способность дороги и приводит к образованию больших пробок из-за уменьшения количества полос для автомобилей с трех до двух. Однако здесь есть и свои плюсы. Выделенные полосы позволяют общественному транспорту двигаться быстрее и более плавно. Кроме того, общественный транспорт способствует снижению использования автомобилей.

Для увеличения пропускной способности следует добавить еще одну

полосу, чтобы уменьшить заторы, что позволит равномернее распределить поток транспорта по всем четырем полосам.

Добавление полосы на проезжей части ул. Тотмина представлено на рисунке 2.14.

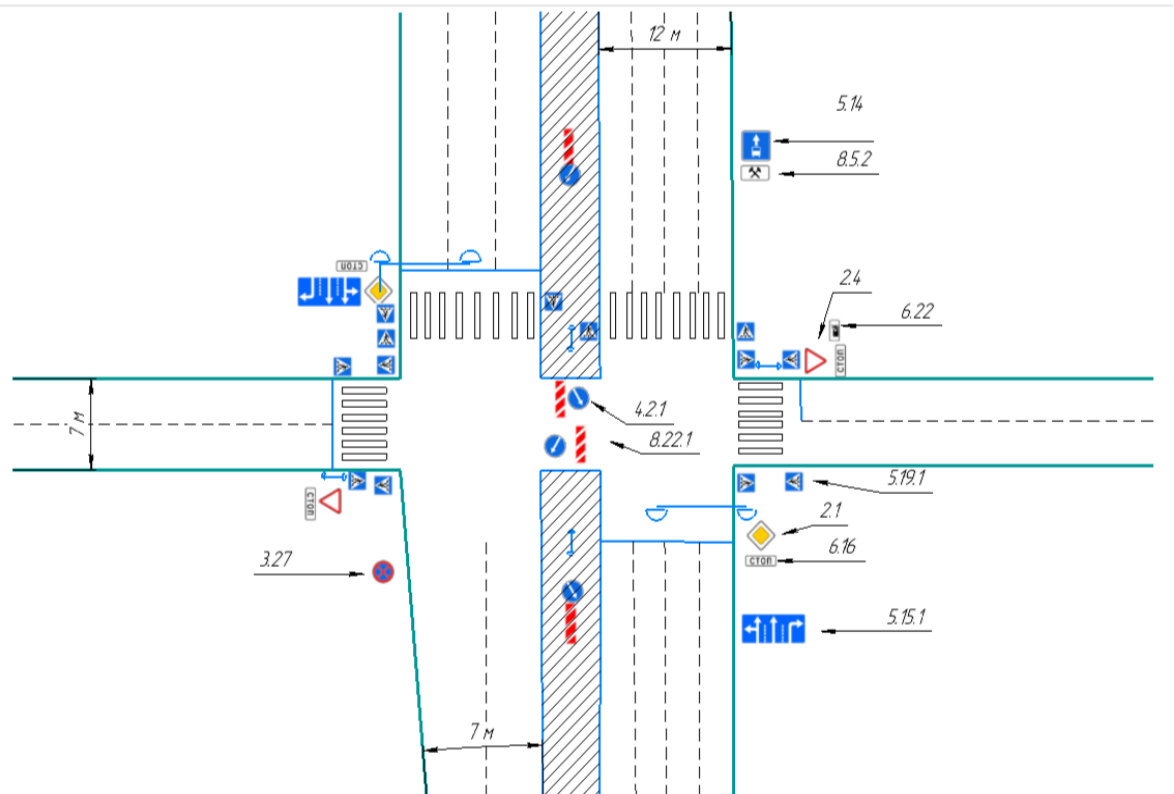


Рисунок 2.14 – Добавление полосы на проезжей части ул. Тотмина

2.3.3 Итоговая схема ОДД перекрестка ул. Тотмина – ул. Юшкова

Проанализировав данные, можно утверждать, что предлагаемые мероприятия по улучшению организации дорожного движения на участке ул. Тотмина – ул. Юшкова способствуют сокращению пробок для автомобилей и повышению средней скорости движения транспортного потока. Предлагаемые мероприятия показаны на рисунке 2.15.

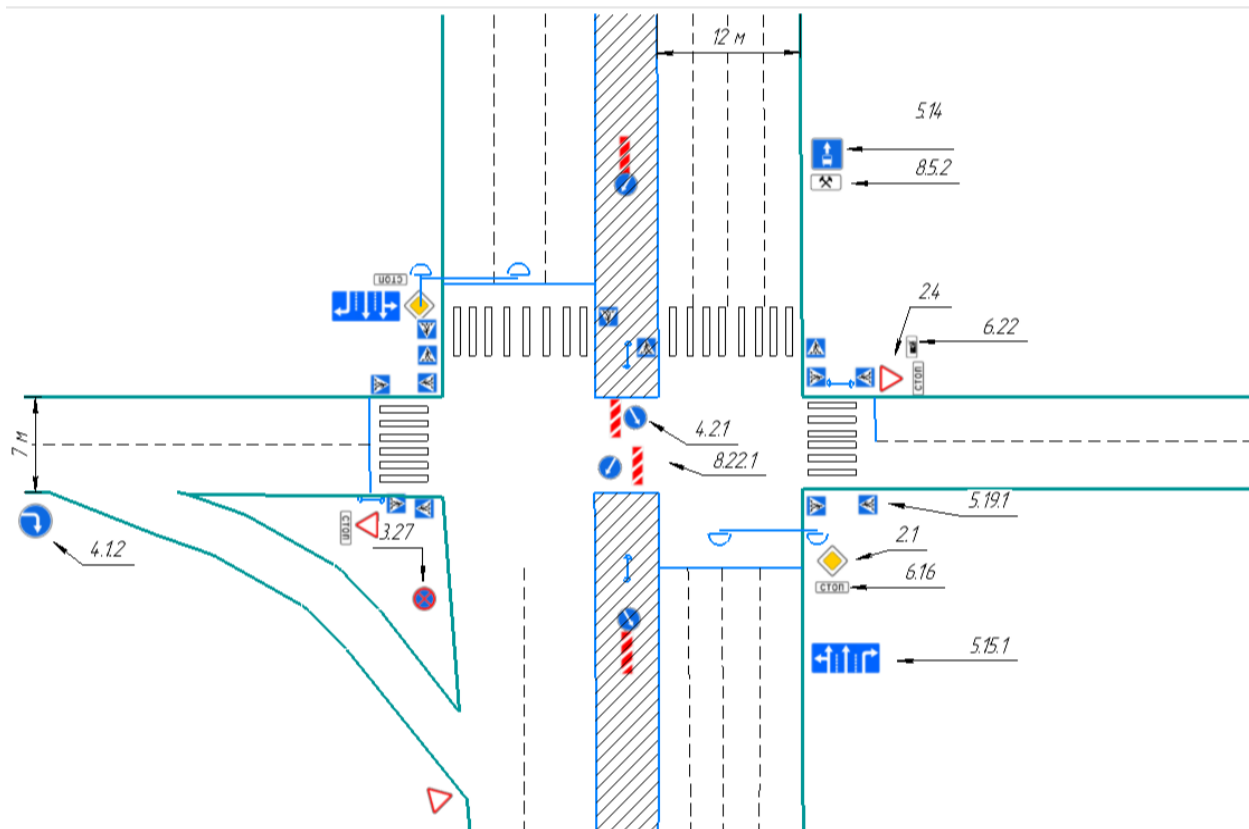


Рисунок 2.15 – Мероприятия по совершенствованию перекрестка ул.
Тотмина – ул. Юшкова

2.3.4 Расчет длительности цикла и его элементов для пересечения ул. Юшкова – ул. Тотмина

Для оценки эффективности регулируемого пересечения необходимо рассчитать цикл светофорного регулирования.

При расчете цикла и его элементов учитываются прогнозируемая интенсивность движения и потоки насыщения для каждого направления движения данной фазы. Поэтому перед расчетом режима регулирования необходимо составить схему организации движения транспорта и пешеходов на перекрестке, то есть обозначить пофазный разъезд транспортных средств.

При расчете режима регулирования необходимо соблюдать порядок расчета. По данным прогнозируемой интенсивности пересечения определяют поток насыщения в данной фазе для каждого направления движения.

Для определения потока насыщения на проектируемом перекрестке применяется приближенный эмпирический метод. Для движения в прямом направлении по проезжей части без продольных уклонов и разметки поток насыщения можно определить по формуле (2.5), ед./час:

$$M_n = 525 \cdot B, \quad (2.5)$$

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

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

Если для выполнения маневров в правом или левом направлении на перекрестке нельзя выделить отдельную полосу, то поток насыщения уменьшается, так как поворачивающие автомобили задерживают основной поток, движущийся в прямом направлении.

Если поток насыщения определяется для выделенного маневра движения, то в таком случае поток насыщения определяется согласно формулам (2.6) и (2.7), ед./час:

для одnorядного движения:

$$M_{nij} = \frac{1800}{1 + 1,525/R}, \quad (2.6)$$

для двухрядного движения:

$$M_{nij} = \frac{3000}{1 + 1,525/R}, \quad (2.7)$$

где R – радиус поворота при маневре, м

Если для выполнения поворотных маневров на перекрестке нельзя выделить отдельную полосу, то поток насыщения уменьшается, так как поворачивающие автомобили создают задержки для основного потока. Приближенная оценка потока насыщения в таком случае осуществляется в

предположении, что каждый автомобиль, поворачивающий налево с общей полосы движения эквивалентен 1,75 автомобиля, движущегося в прямом направлении, а поворачивающие направо – 1,25 автомобиля прямого направления движения.

Тогда поток насыщения определяется по формуле (2.8), ед./час:

$$M_n = \frac{525 \cdot B_{пч} \cdot 100}{a + 1,75 \cdot b + 1,25 \cdot c}, \quad (2.8)$$

где а, в, с – соответственно доли автомобилей, движущихся по полосе в прямом направлении, выполняющих поворот налево или направо;

$B_{пч}$ – ширина проезжей части в данном направлении данной фазы, м.

Фазовые коэффициенты определяют для каждого из направлений движения на перекрестке в данной фазе регулирования по формуле (2.9):

$$Y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{ij}}, \quad (2.9)$$

где N_{ij} – фактическая интенсивность движения на пересечении в приведенных единицах в заданном направлении, ед./час;

M_{ij} – поток насыщения для заданного направления, ед./час.

При расчете выбирается наибольшее значение фазового коэффициента. Промежуточный такт предназначен для безопасного и полного освобождения перекрестка автомобилями, заканчивающими маневр на пересечении по разрешающему сигналу светофора в конце основного такта (зеленый сигнал).

Минимальная длительность промежуточного такта определяется по формуле (2.10), с:

$$t_{\text{Pi}} = \frac{V_a}{7,2a_T} + \frac{3,6(l_i + l_a)}{V_a}, \quad (2.10)$$

где V_a – средняя скорость движения автомобилей на перегоне и в зоне перекрестка, $V_a = 40$ км/ч;

a_T – среднее замедление без применения экстренного торможения при включении запрещающего сигнала светофора, $a_T = 3$ м/с²;

l_i – расстояние от стоп-линии до самой дальней конфликтной точки на пересечении, м;

l_a – средняя длина транспортных средств, м.

Длительность промежуточного такта безопасности не следует выбирать менее 3 с, так как меньшее время не обеспечит выполнения назначения промежуточного такта.

Оптимальная длительность цикла регулирования, обеспечивающая минимальную среднюю задержку автомобиля у пересечения, определяется по формуле (2.11), с:

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot T_{\text{п}} + 5}{1 - Y}, \quad (2.11)$$

где $T_{\text{п}}$ – суммарное потерянное время на пересечении, с;

Y – суммарный фазовый коэффициент, характеризующий загрузку пересечения.

Суммарный фазовый коэффициент определяется по формуле (2.12):

$$Y = \sum_{i=1}^n y_i, \quad (2.12)$$

Длительность основного такта в каждой фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту для данной фазы. Следовательно, длительность всех основных тактов всех фаз цикла

определяется по формуле (2.13), с:

$$t_{0i} = \frac{(T_{ц} - T_{п}) y_i}{y} \quad (2.13)$$

Длительность основных тактов необходимо проверить на обеспечение пропусков в соответствующих направлениях пешеходных потоков согласно формуле (2.14):

$$t_{пеш} = 5 + \frac{\text{потоку } B_{пеш}}{\text{уровню } V_{пеш}} \quad (2.14)$$

Где $B_{пеш}$ – ширина проезжей части, пересекаемая пешеходами, м;

$V_{пеш}$ – средняя скорость движения пешеходов, $V_{пеш} = 1,3$ м/с.

При необходимости длительность тактов корректируют согласно формуле (2.15), с:

$$T_{ц} = \frac{B}{2A} + \frac{\sqrt{B^2}}{4A^2} - \frac{C}{A} \quad (2.15)$$

Где $A = 1 - y_n$;

$$B = 2,5 \cdot T_{п} - T_{п} \cdot y_n + T_o + 5;$$

$$C = (T_{п} + T_o) \cdot (1,5T_{п} + 5).$$

Зная уточненное значение цикла регулирования, возможно определить расчетную длительность основных тактов.

На рисунке 1.12 обозначены направления и интенсивность на пересечениях в час пик.

Принимаем для перекрестка ул. Тотмина – ул. Юшкова наименование направлений против часовой стрелке начиная с ул. Юшкова: ул. Юшкова – 1 (слева); ул. Тотмина со стороны ул. Высотной – 2; ул. Юшкова – 3; ул.

Тотмина со стороны кольца– 4.

Рассчитаем элементы светофорного цикла для пересечения ул. Тотмина – ул. Юшкова

1) для направления 1 поток насыщения находится из расчета, что движение производится по одной полосе по направо и налево. Расчет потока насыщения определяем по формуле 2.5. Ширина проезжей части данного направления 3,5 м. Определим доли для ТС, поворачивающих налево.

$$a = (84/285) * 100\% = 29,5 \%$$

$$b = (201/285) * 100\% = 70,5 \%$$

Общий поток насыщения для направления 1 будет равен:

$$M_1 = (525 * 3,5 * 100) / (29,5 + 1,75 * 70,5) = 1201,9 \text{ ед./час}$$

2) для направления 2 поток насыщения находится из расчета, что движение производится по четырем полосам, первая для поворота налево, вторая и третья для проезда прямо, четвертая для проезда прямо и направо.

$$M_{21} = 1800 / (1 + 1,525/20) = 1672,5 \text{ ед./час}$$

$$M_{24} = 525 * 3,5 * 2 = 3675 \text{ ед./час}$$

Определим доли для ТС, поворачивающих направо и двигающихся прямо (формулы 2.6 и 2.7):

$$a = (881/977) * 100\% = 90,1 \%$$

$$c = (96/977) * 100\% = 9,9 \%$$

$$M_{23} = (525 * 3,5 * 100) / (90,1 + 1,25 * 9,9) = 1793 \text{ ед./час}$$

Значит, поток насыщения по направлению 2 будет равен:

$$M_2 = 1672,5 + 3675 + 1793 = 7140,5 \text{ ед./час.}$$

3) для направления 3 поток насыщения находится из расчета, что движение производится по одной полосе по всем направлениям. Расчет

потока насыщения определяем по формуле 2.5. Ширина проезжей части данного направления 3,5 м. Определим доли для ТС, поворачивающих направо, налево и двигающихся прямо:

$$a = (60/315) * 100\% = 19 \%$$

$$b = (132/315) * 100\% = 41,9 \%$$

$$c = (123/315) * 100\% = 39,1 \%$$

Общий поток насыщения для направления 3 будет равен:

$$M_4 = (525 * 3,5 * 100) / (19 + 1,75 * 41,9 + 1,25 * 39,1) = 1301 \text{ ед./час}$$

4) Для направления 4 поток насыщения находится из расчета, что движение производится по трем полосам первая поворот направо, вторая прямо, третья налево и прямо. Расчет потока насыщения определяем по формулам 2.5 – 2.8. Ширина проезжей части данного направления 3,5 м.

$$M_{41} = 1800 / (1 + 1,525/20) = 1672,5 \text{ ед./час}$$

$$M_{42} = 525 * 3,5 = 1837,5 \text{ ед./час}$$

Определим доли для ТС, поворачивающих направо и двигающихся прямо (формулы 2.6 и 2.7):

$$a = (825/979) * 100\% = 84,2\%$$

$$c = (154/979) * 100\% = 15,8\%$$

$$M_{43} = (525 * 3,5 * 100) / (84,2 + 1,25 * 15,8) = 1767,7 \text{ ед./час}$$

Значит, поток насыщения по направлению 4 будет равен:

$$M_4 = 1672,5 + 1837,5 + 1767,7 = 5277,7 \text{ ед./час.}$$

Фазовые коэффициенты находим для каждого направления по формуле (2.9) на пересечении ул. Тотмина – ул. Юшкова:

$$y_1 = 881 / 1672,5 = 0,53$$

$$y_2 = 201 / 1201,9 = 0,17$$

$$y_3 = 202 / 1672,5 = 0,12$$

Далее определяется длительность промежуточного такта по формуле (2.10):

Для 1 фазы:

$$t_{\text{прямая П1}} = \frac{\omega_0}{f \cdot z \cdot n} + \frac{2 \cdot \omega \cdot (27 \pm 3)}{\omega_0} = 3 \text{ с}$$

Для 2 фазы:

$$t_{\text{обратная П2}} = \frac{\omega_0}{f \cdot z \cdot n} + \frac{2 \cdot \omega \cdot (27 \pm 3)}{\omega_0} = 3 \text{ с}$$

Для 3 фазы:

$$t_{\text{третичная П3}} = \frac{\omega_0}{f \cdot z \cdot n} + \frac{2 \cdot \omega \cdot (27 \pm 3)}{\omega_0} = 3 \text{ с}$$

Сумма промежуточных тактов равна:

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

Суммарный фазовый коэффициент определяется по формуле (2.12):

$$Y = \sum_{i=1}^n y_i = 0,53 + 0,17 + 0,12 = 0,82$$

Для нахождения длительности цикла воспользуемся формулой (2.11):

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot 9 + 5}{1 - 0,82} = 103 \text{ с.}$$

Длительность основного такта в каждой фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту для данной фазы. Так как сумма основных тактов в фазе равна $T_{\text{ц}} - T_{\Pi}$, находим по формуле (2.6):

$$t_i = \frac{(a \cdot f \cdot g \cdot d \cdot \omega \cdot \omega' \cdot n \cdot z \cdot n \cdot T_{\text{ц}} - \text{длительность } T_{\Pi}) \cdot y_i}{Y} \quad (2.6)$$

$$t_{\text{насыщения}} Q_1 = \frac{(103 - 9) \cdot 0,53}{0,82} = 61 \text{ с}$$

$$t_{\text{насыщения}} Q_2 = \frac{(103 - 9) \cdot 0,17}{0,82} = 20 \text{ с}$$

$$t_{\text{насыщения}} Q_3 = \frac{(103 - 9) \cdot 0,12}{0,82} = 13 \text{ с}$$

Рассчитаем время необходимое пешеходам для пересечения проезжей части.

$$t_{\text{пеш}} = 5 + \frac{23}{1,3} = 23 \text{ с.}$$

Принимаем 23 с, как минимальное значение зеленой фазы для ТС.

В таблице 2.8 приведены расчетные значения длительности цикла и его элементов для пересечения ул. Тотмина – ул. Юшкова.

Таблица 2.8 – Расчетные значения длительности цикла и его элементов для пересечения ул. Юшкова – ул. Тотмина

Параметр	Расчетное значение
Поток насыщения, ед./час.	
ул. Юшкова (1)	1201,9
ул. Тотмина (2)	7140,5
ул. Юшкова (3)	1301
ул. Тотмина (4)	5277,7
Фазовые коэффициенты	
1 фаза	0,53
2 фаза	0,17
3 фаза	0,12
Длительность промежуточного такта, с	
1 фаза	3
2 фаза	3
3 фаза	3
Суммарный фазовый коэффициент	0,82
Длительность цикла, с	103

Окончание таблицы 2.8

Параметр	Расчетное значение
Длительность основного такта, с	
1 фаза	61
2 фаза	20
3 фаза	13
Длительность пропуска пешеходов, с	23

Расчет задержек на пересечении ул. Тотмина – ул. Юшкова.

$$x_1 = \frac{881 * 103}{61 * 1672,5} = 0,9 \text{ с.}$$

$$x_2 = \frac{201 * 103}{20 * 1201,9} = 0,28 \text{ с.}$$

$$x_3 = \frac{202 * 103}{13 * 1672,5} = 0,2 \text{ с.}$$

$$\lambda_1 = \frac{61}{103} = 0,59$$

$$\lambda_2 = \frac{20}{103} = 0,19$$

$$\lambda_3 = \frac{13}{103} = 0,13$$

Задержки автомобилей на пересечениях по направлениям определяются по формуле:

$$t_1 = 0,9 * \left(\frac{103 * (1 - 0,59)^2}{2 * (1 - 0,59 * 0,9)} + \frac{0,9^2}{2 * 881 * (1 - 0,9)} \right) = 16,6 \text{ с.}$$

$$t_2 = 32,1 \text{ с.}$$

$$t_3 = 36 \text{ с.}$$

Средняя задержка на всем пересечении определяется по формуле:

$$t_{\text{общая}} = \frac{16,6 + 881 + 32,1 + 201 + 36 + 202}{881 + 201 + 202} = 23 \text{ с.}$$

2.4 Анализ эффективности совершенствования организации движения на участках ул. Тотмина – ул. Юшкова, ул. Высотная – пр. Свободный

Рассмотрим изменение организации движения на рисунках 2.16 и 2.17

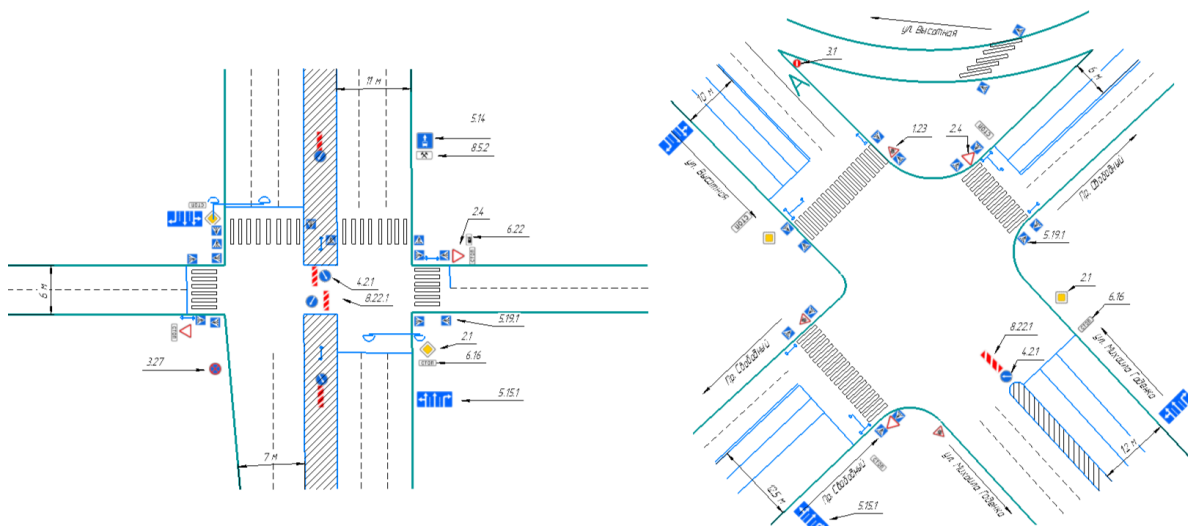


Рисунок 2.16 – Схемы рассматриваемых участков до внесения изменений

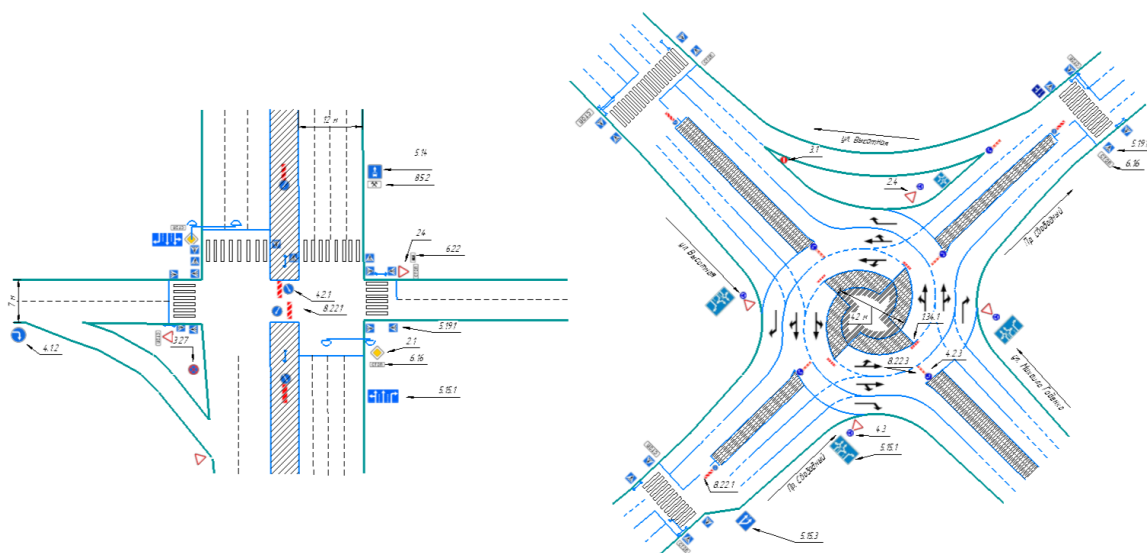


Рисунок 2.17 – Схемы рассматриваемых участков после внесения изменений

Так как в данный момент нет возможности проверить задержки с помощью программ транспортного моделирования, их пришлось просчитать по формулам. Результаты можно сравнить с задержками в нынешней ситуации, которые были проведены натурно.

Задержка на участке ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко до введения мероприятий составляла 85 секунд, после введения 38,36 секунд.

Задержка на участке ул. Тотмина – ул. Юшкова до введения мероприятий составляла 61,5 секунды, после введения средняя задержка составляет 23 секунды.

В итоге можно сделать вывод, что введенные мероприятия идут на пользу транспортному потоку, как в плане уменьшения заторов, так и в плане аварийности.

2.5 Выводы по организационно-технической части

В данном разделе был проведен анализ возможных схем ОДД на участках УДС г. Красноярска ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила

Годенко и ул.Тотмина – ул. Юшкова.

На участке ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко были предложены следующие мероприятия: создание турбокольцевого пересечения.

Также была предложена итоговая конфигурация ОДД на данном перекрестке.

На участке ул. Тотмина – ул. Юшкова были предложены такие мероприятия как добавление правоповоротного шлюза, добавление полосы на проезжей части, изменение светофорного регулирования. Также была предложена итоговая схема ОДД.

Данные мероприятия способствуют повышению пропускной способности дороги, сокращению автомобильных заторов, увеличению скорости движения транспортных средств и снижению количества дорожно-транспортных происшествий.

3 Экономическая часть

3.1 Мероприятия в части обеспечения выполнения предлагаемых планировочных решений

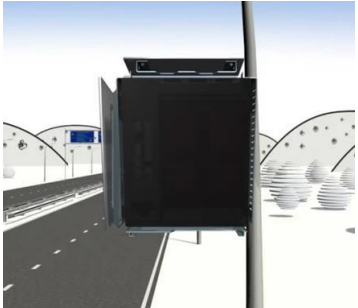
На рассматриваемых участках УДС установлены специальные камеры для наблюдения за движением. Чтобы обеспечить соблюдение правил дорожного движения и достичь экономической выгоды от предлагаемых планировочных мероприятий, предлагается установить камеры видеофиксации нарушений на территории улично-дорожной сети города Красноярска по адресам: улица Высотная – проспект Свободный – улица Михаила Годенко, улица Тотмина – улица Юшкова. Это оборудование позволяет легко регистрировать проезд автотранспорта на запрещающий сигнал светофора, его остановку за стоп-линией, движение по обочине, неправильный поворот и другие нарушения. Работу камеры фото/видеофиксации нарушений можно увидеть на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Работа камеры фото/видеофиксации нарушений

Для выбора наиболее подходящей камеры для фото- и видеофиксации на участках улично-дорожной сети необходимо провести сравнение особенностей различных видеокамер. Сравнительные характеристики представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сравнительные характеристики камер видеофиксации

Общий вид	Название	Характеристики
	Комплекс ПТИК «Одиссей»	«Одиссей» может быть оснащен радарным блоком, который фиксирует скорость движения автотранспорта с целью выявления нарушений ПДД, связанных с превышением установленной скорости движения. Каждая выносная камера контролирует движение только по одной полосе, тогда как сам блок может контролировать одновременно и до 8 полос движения. пешеходам или иным участникам дорожного движения. Комплекс «Одиссей» имеет возможность проверять автотранспорт по различным государственным базам в том числе, по базам розыска транспорта МВД ГИБДД РФ.
	Комплекс «Автодория»	Новое поколение камер фото и видео-фиксации дорожного трафика, предназначенных преимущественно для выявления нарушений ПДД на различных участках дорог. В первую очередь данный комплекс разработан для контроля установленной скорости движения.

Продолжение таблицы 3.1

Общий вид	Название	Характеристики
	Комплекс «Автодория»	Главное отличие камер «Автодория» в том, что для измерения скорости эта камера не использует радарный комплекс. Замер скорости происходит путем вычисления средней скорости движения между несколькими комплексами. Камеры «Автодория» оснащены инфракрасной системой, предназначенной для подсветки номерных знаков автотранспорта в темное время суток.
	Комплекс «Арена-С»	Этот комплекс «Арена-С» преимущественно предназначен для контроля скоростного режима автотранспорта. Как правило, камеры «Арена-С» устанавливаются сбоку автодорог (чаще всего на столбах) или над ними. Благодаря используемой в ней технологии одна камера может одновременно контролировать до трех полос движения.
	Автоматический фоторадар "MultaRadar SD580"	Данная фоторадарная камера, защищенная антивандальным железным ящиком, производится компанией "Jenoptik".

Продолжение таблицы 3.1

Общий вид	Название	Характеристики
	Автоматический фоторадар "MultaRadar SD580"	Несмотря на свое зарубежное происхождение, эта камера применяется для контроля скорости именно на автодорогах России. Как правило, данный комплекс MultaRadar SD580 оснащен высококачественной фото и видео-камерой, которая не только может делать фотоснимки автомобиля нарушившего ПДД, но и записывать в целом и весь видеоряд.
	Комплексы фото и видео-фиксации автотранспорта «Крис-С» и «Кордон»	Одна из камер может фиксировать автотранспорт сразу по четырем полосам движения и сразу в обе стороны. Этот комплекс применяется, как правило, для выявления нарушений ПДД а также и для регистрации дорожного трафика с целью вычисления интенсивности количества автотранспорта, проходящего по определенному участку дороги. Чаще всего камеры «Кордон» используются для контроля установленной скорости.

Продолжение таблицы 3.1

Общий вид	Название	Характеристики
	Комплекс фото и видео-фиксации «Стрелка-СТ»	Визуальная же фиксация происходит на расстоянии не более 50 метров (фотофиксация). Радар данного типа фиксирует нарушение скорости на расстоянии 500 метров и далее ведет машину до того момента, пока расстояние до фотообъектива не составит 50 метров. Далее происходит фотофиксация нарушения ПДД. В базу данных в итоге попадает сама фотография с траекторией движения транспортного средства с момента первичной регистрации превышения скорости. Единственный минус камеры – это невозможность фиксации нарушений при движении транспорта со скоростью свыше 180 км/час.
	Комплекс "VOCORD Traffic"	Камеры и оборудование "VOCORD Traffic" в настоящий момент могут распознавать до 15 видов правонарушений, а именно: - Превышение скорости. - Нарушения на перекрестках. - Нарушения на ж/д переездах. - Пересечение сплошной линии (выезд на встречку).

Окончание таблицы 3.1

Общий вид	Название	Характеристики
	Комплекс "VOCORD Traffic"	- Стоянка и остановка в неположенном месте. - Выезд на полосу для общественного транспорта, на пешеходную или велосипедную дорожку, на трамвайные пути встречного направления. - Не пропускание пешехода на регулируемом и нерегулируемом пешеходном переходе. - Превышение максимально допустимой массы и нагрузки по осям (при интеграции с WIM-системами). На сегодня это один из самых инновационных комплексов фото и видео-фиксации правонарушений в области дорожного движения. Например, главным преимуществом камер "VOCORD Traffic" является фиксация нарушения движения автотранспорта до скорости 300 км/ч.
	Камера фиксации "Автоураган"	Камера отличается наиболее точной фиксацией превышения скорости и своими небольшими размерами. "Автоураган" фиксирует до 16 различных нарушений.

Проанализировав имеющиеся видеокамеры наблюдения, можно сделать вывод, что наиболее подходящей для установки на участках улично-дорожной сети является система видеонаблюдения ПТИК «Одиссей». В данный момент камеры данной системы способны обнаруживать следующие нарушения ПДД:

- превышение установленной скорости движения ТС;
- пересечение железнодорожного пути вне железнодорожного переезда, выезд на железнодорожный переезд при закрытом или закрывающемся шлагбауме, либо при запрещающем сигнале светофора;
- проезд на запрещающий сигнал светофора;
- движение по велосипедным или пешеходным дорожкам либо тротуарам в нарушение ПДД;
- выезд на трамвайные пути встречного направления, а равно, выезд в нарушение ПДД на сторону дороги, предназначенную для встречного движения, соединенной с разворотом, поворотом налево или объездом препятствия;
- выезд в нарушение ПДД на полосу, предназначенную для встречного движения, либо на трамвайные пути встречного направления, за исключением случаев, предусмотренных ч. 3 настоящей статьи;
- несоблюдение требований, предписанных дорожными знаками или разметкой проезжей части дороги, за исключением случаев, предусмотренных частями 2 и 3 настоящей статьи и другими статьями настоящей главы;
- поворот налево или разворот в нарушение требований, предписанных дорожными знаками или разметкой проезжей части дороги;
- движение во встречном направлении по дороге с односторонним движением;
- не предоставление преимущества в движении пешеходам или иным участникам дорожного движения;
- нарушение правил, установленных для движения ТС в жилых зонах (скорость).

3.2 Определение экономической эффективности предложенных мероприятий по совершенствованию ОДД на участках УДС г. Красноярск ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко, ул. Тотмина – ул. Юшкова

77

Расчет экономии от снижения времени простоя транспорта проводится на пересечениях ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко и ул. Тотмина – ул. Юшкова.

Экономия от снижения затрат времени транспорта определяется как разница между скоростью времени ($C_{тр}$), теряемого на каждом пересечении в существующих и проектируемых условиях:

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

где $\mathcal{E}_{тр}$ – экономия от снижения затрат времени транспорта на пересечении, руб.;

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

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

Если результат отрицательный, то это означает что мероприятия вызывает повышение затрат времени транспорта, а не снижение.

Стоимость времени, теряемого на этих пересечениях в существующем и проектируемом условиях, рассчитывается по формуле:

$$C_{сп} = T * S_{a-ч}, \quad (3.2)$$

где T – затраты времени, с;

$S_{a-ч}$ – стоимость авт. – час.

Стоимость 1 авт. – часа по типам автомобилей принимаем: легковой автомобиль – 200 рублей; грузовой автомобиль – 320 рублей; автобус – 550 рублей.

Средняя стоимость 1 авт. – часа с учетом состава потока определяется по формуле:

$$S_{a-ч} = 320D_{гр} + 200D_{л} + 550D_{а}, \quad (3.3)$$

где $S_{a-ч}$ – средняя стоимость 1 авт. – час с учетом состава потока, руб.;

$D_{гр}$ – удельный вес грузовых автомобилей;

$D_{л}$ – удельный вес легковых автомобилей;

D_a – удельный вес автобусов.

$$S_{a-ч} = 320 * 0,004 + 200 * 0,975 + 550 * 0,02 = 207,28 \text{ руб.}$$

Величина затрат времени за год (для регулируемого пересечения) рассчитывается по формуле:

$$T_{тр.сущ} = \frac{365}{3600} * \frac{(N_{гл} + N_{вт})t_{ср}}{K_n}, \quad (3.4)$$

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

$t_{ср}$ – средняя задержка одного автомобиля на регулируемом перекрестке, сек.

K_n – коэффициент неравномерности в течение суток (0,1).

Ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко

$$T_{тр.сущ} = \frac{365}{3600} * \frac{3892 * 85}{0,1} = 335414,72 \text{ руб.}$$

$$T_{тр.пр} = \frac{365}{3600} * \frac{3892 * 38,36}{0,1} = 151370,69 \text{ руб.}$$

Ул. Тотмина – ул. Юшкова

$$T_{тр.сущ} = \frac{365}{3600} * \frac{3186 * 61,5}{0,1} = 198660,37 \text{ руб.}$$

$$T_{тр.пр} = \frac{365}{3600} * \frac{3186 * 23}{0,1} = 74295,75 \text{ руб.}$$

Стоимость времени простоя транспорта на пересечениях ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко и ул. Тотмина – ул. Юшкова составляют, руб.:

$$C_{\text{тр.сущ.}} = (335414,72 * 207,28) + (198660,37 * 207,28) = 110703084,7 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{тр.пр.}} = (151370,69 * 207,28) + (74295,75 * 207,28) = 46776139,7 \text{ руб.}$$

Экономия от снижения затрат времени транспорта в существующих и проектируемых условиях:

$$\Delta_{\text{тр}} = 110703084,7 - 46776139,7 = 63926945 \text{ руб.}$$

Разница затрат времени простоя транспорта составляет 63926945 рублей. Таким образом результат получается положительным, что делает мероприятие эффективным, так как оно вызывает снижение затрат времени транспорта.

Данный метод позволяет сэкономить время простоя, уменьшить плотность транспортного потока, и также увеличить безопасность транспортного движения.

3.3 Выводы по экономической части

В данном разделе были проанализированы различные видеокамеры и выбрана наилучшая для установки на участках дорог камера видеонаблюдения "Одиссей". Также были проведены расчеты экономической выгоды предложенных мер, что подтвердило их эффективность, поскольку они способствуют сокращению временных затрат автомобилей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе были разработаны в соответствии с целевым заданием мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения на участке УДС Октябрьского района г. Красноярск ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко, ул. Тотмина – ул. Юшкова.

По результатам проведенного анализа, на участке УДС г. Красноярск ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко, были предложены следующие мероприятия:

- проект схемы перепланировки пересечения ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко, который включает в себя: создание турбокольцевого пересечения;
- проект схемы перепланировки пересечения ул. Тотмина – ул. Юшкова, который включает в себя: добавление правоповоротного шлюза, добавление полосы, изменение светофорного регулирования;
- внедрение системы фото/видеофиксации на участках дорог поможет контролировать соблюдение Правил дорожного движения и уменьшить вероятность возникновения аварий.

Также был проведен анализ экономической эффективности принятых проектных и технических решений.

Предложенные меры помогут уменьшить задержки на перекрестках, повысить среднюю скорость движения транспорта, снизить риск аварий и, как следствие, улучшить экономическое положение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дорожные события в режиме реального времени [Электронный ресурс] «Яндекс.Пробки». – Режим доступа: <http://maps.yandex.ru>
2. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» No 196-ФЗ от 10.12.1995г.-280с.
3. Лобанов, Е.М. Транспортная планировка городов: учебник для студентов вузов/ Е.М. Лобанов – Москва:Транспорт, 1990.-240с.
4. ГОСТ Р50597-93. Автомобильные дороги и улицы. – Госстандарт России, 1993. -32с.
5. Коноплянко, В.И. Организация и безопасность дорожного движения / В.И. Коноплянко. МАДИ. –Москва: 1983 -240с.
6. Ильина, Н.В. Экономическое обоснование мероприятий по повышению безопасности движения: Метод. указание / Н.В. Ильина – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. -27с.
7. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Госстандарт России, 2004. -100с.
8. Транспортное моделирование: Методологические основы, программные средства и практические рекомендации. – Москва: Автополис – плюс, 2008. -112с., табл.
9. Министерство транспорта Российской Федерации Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения / Министерство транспорта Российской Федерации [Электронный ресурс] //: 2%20kolmzsevyie%20razvyazki.pdf.
10. Министерство транспорта Российской Федерации Методические рекомендации по проведению мониторинга дорожного движения / Министерство транспорта Российской Федерации [Электронный ресурс] //: https://niiat.ru/files/publications/2021/metodichka_po_mdd_itog.pdf

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Листы графической части

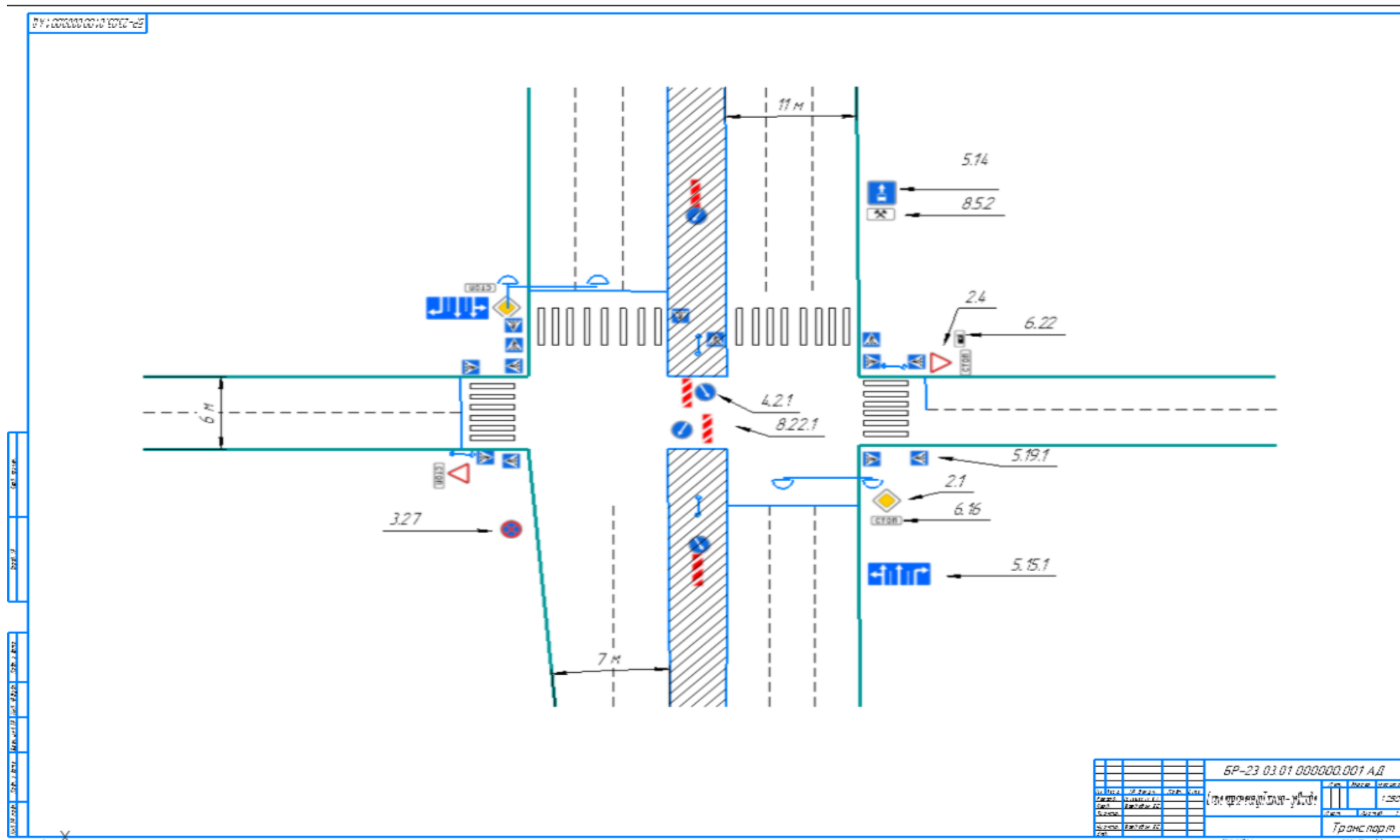
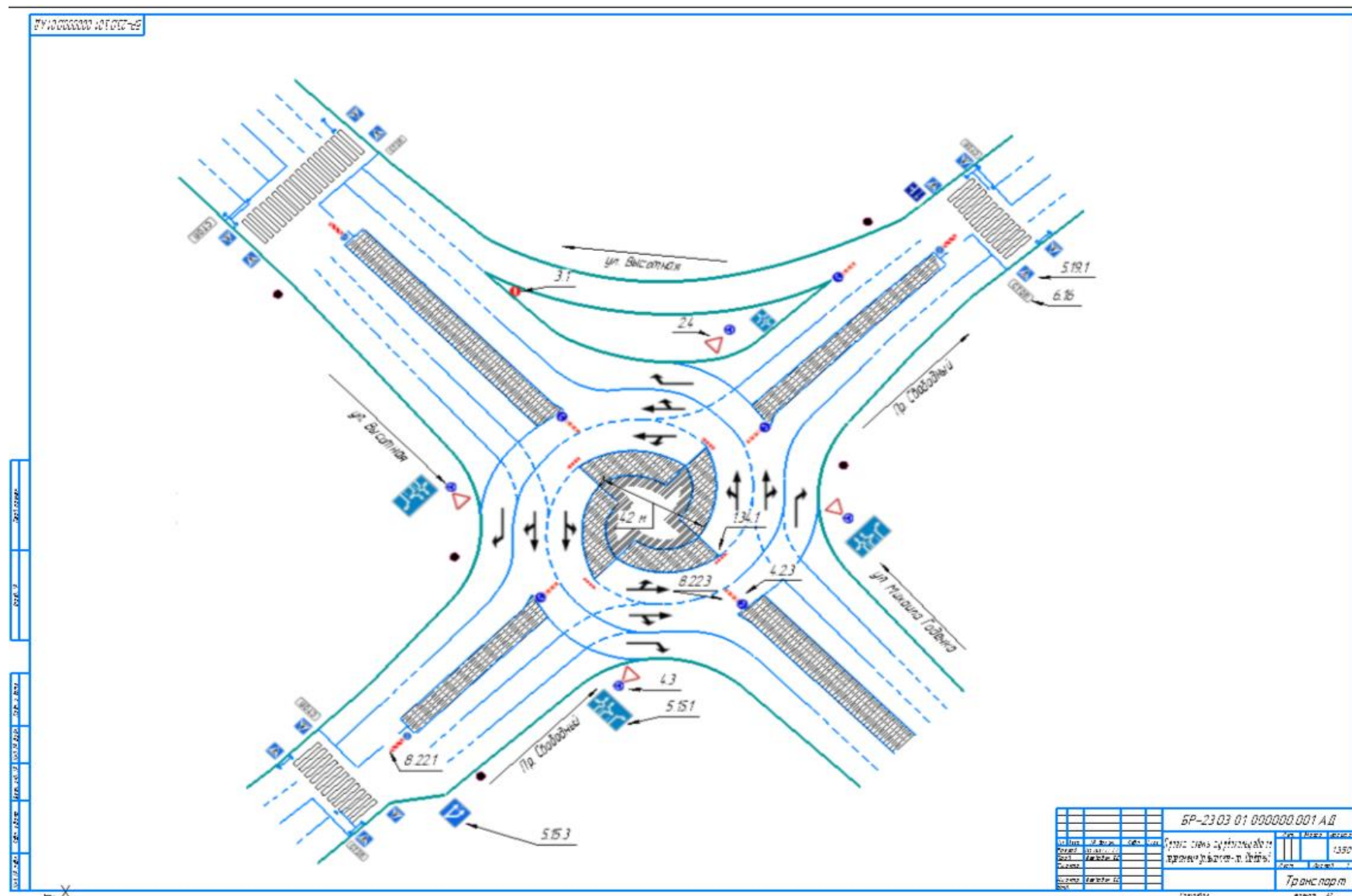
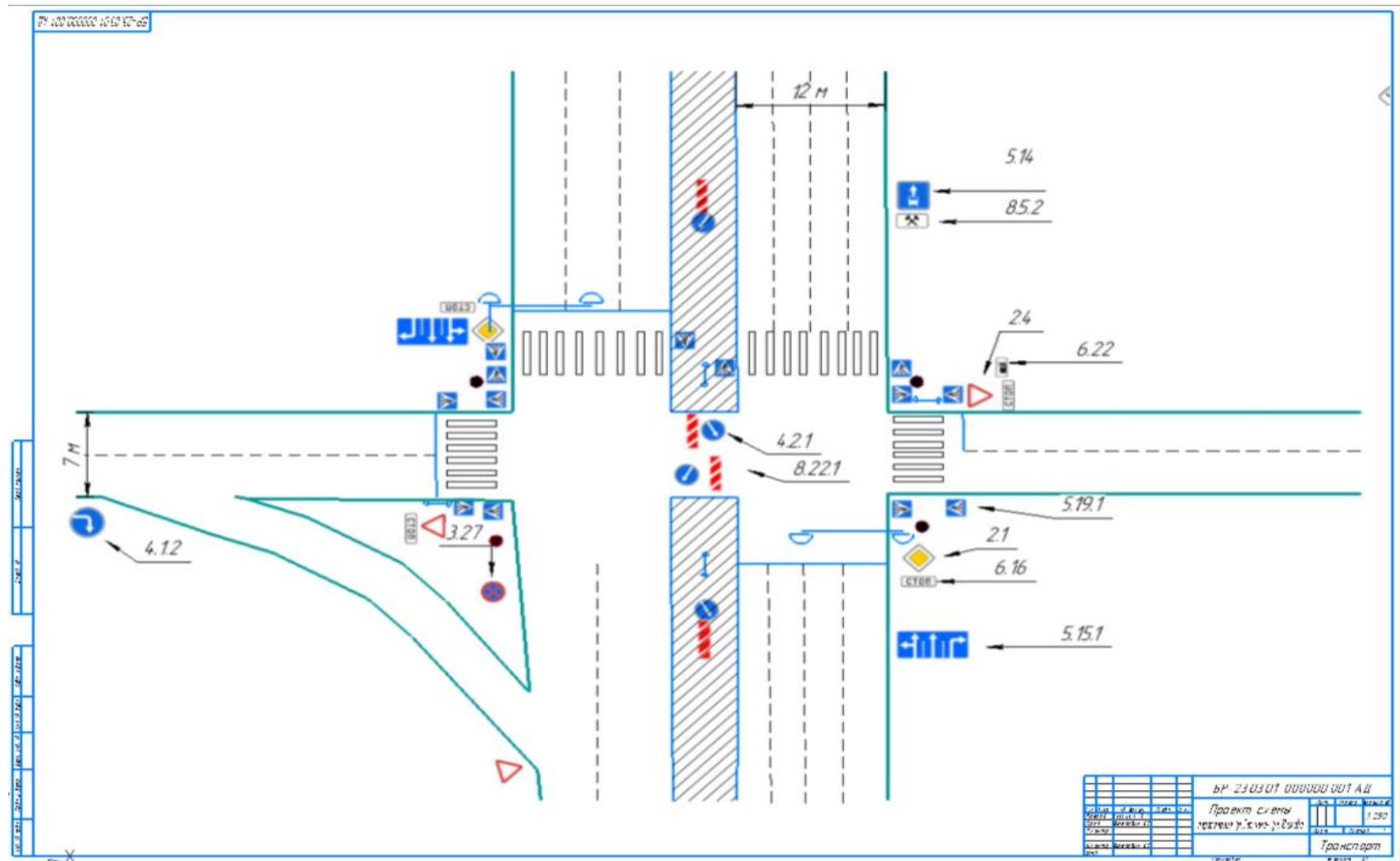


Схема пересечения ул.Тотмина – ул. Юшкова



Проект схемы турбокольцевого пересечения ул.Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко



Проект схемы пересечения ул.Тотмина – ул. Юшкова

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Презентационный материал

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01 – Технология транспортных процессов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
НА УЧАСТКАХ УДС ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА
Г. КРАСНОЯРСКА

Руководитель

доцент, канд. тех. наук
должность, ученая степень

Е.С. Воеводин
инициалы, фамилия

Выпускник

В.А. Ворошилов
инициалы, фамилия

Красноярск 2024

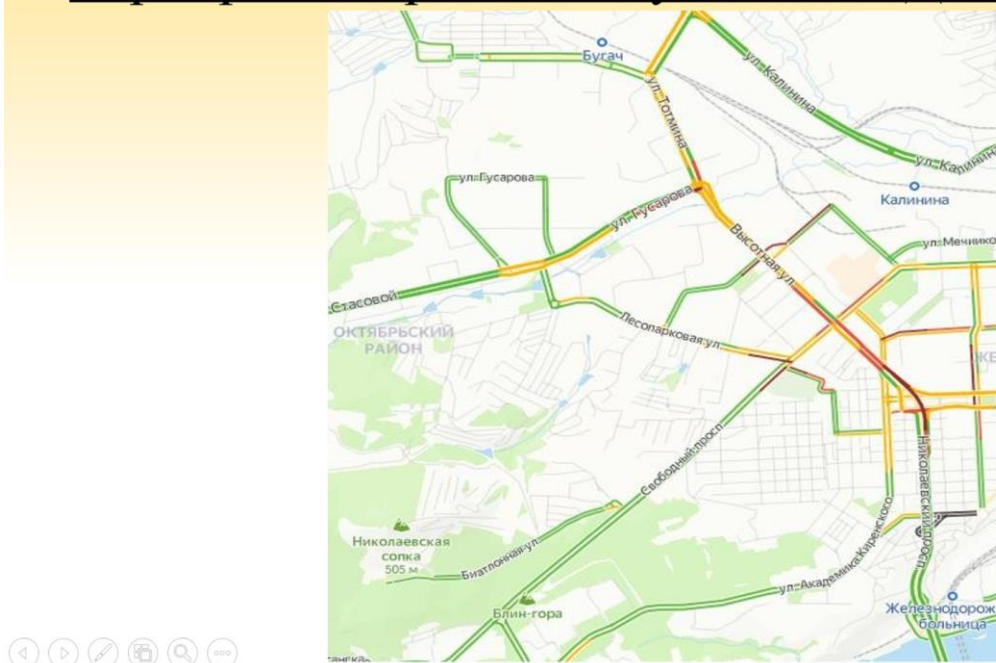
Цель и задачи

Цель: разработка схем организации дорожного движения, обеспечивающих безопасность пешеходных и транспортных потоков на участках УДС г. Красноярск ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Тотмина и ул. Тотмина – ул. Юшкова.

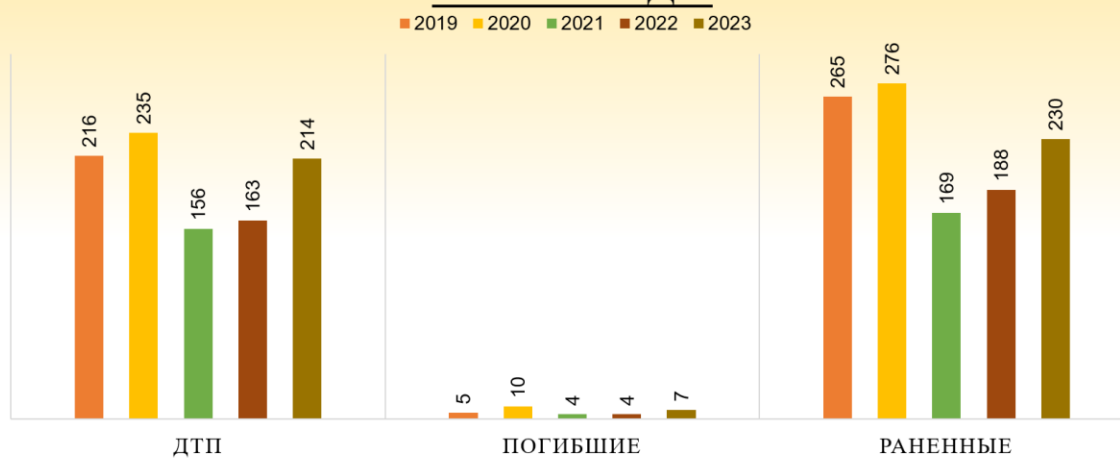
Задачи:

- выбор типа транспортной развязки;
- проект совершенствования организации движения на пересечении ул. Высотная, ул. М. Годенко и просп. Свободный;
- проект совершенствования организации движения на пересечении ул. Тотмина – ул. Юшкова;
- анализ эффективности совершенствования организации движения на участках ул. Тотмина – ул. Юшкова, ул. Высотная – пр. Свободный.

Карта рассматриваемых участков УДС г. Красноярск

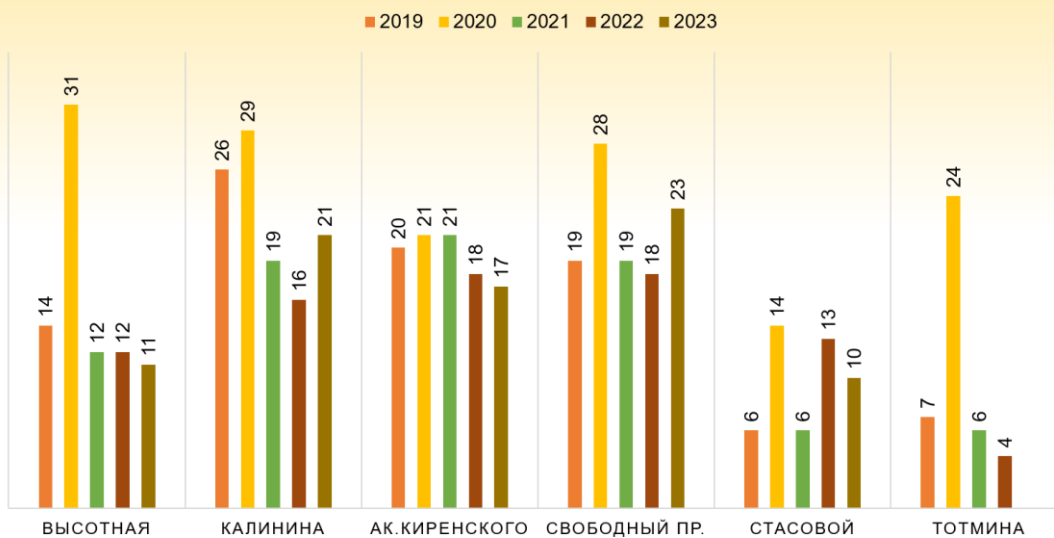


Количество ДТП в Октябрьском районе за 2019 – 2023 годы



Октябрьский район	Годы				
	2019	2020	2021	2022	2023
ДТП	216	235	156	163	214
Погибшие	5	10	4	4	7
Раненные	265	276	169	188	230

Распределение количества ДТП по улицам Октябрьского района за 2019 – 2023 годы



Карта-схема ДТП в Октябрьском районе
г. Красноярска за 2023 год

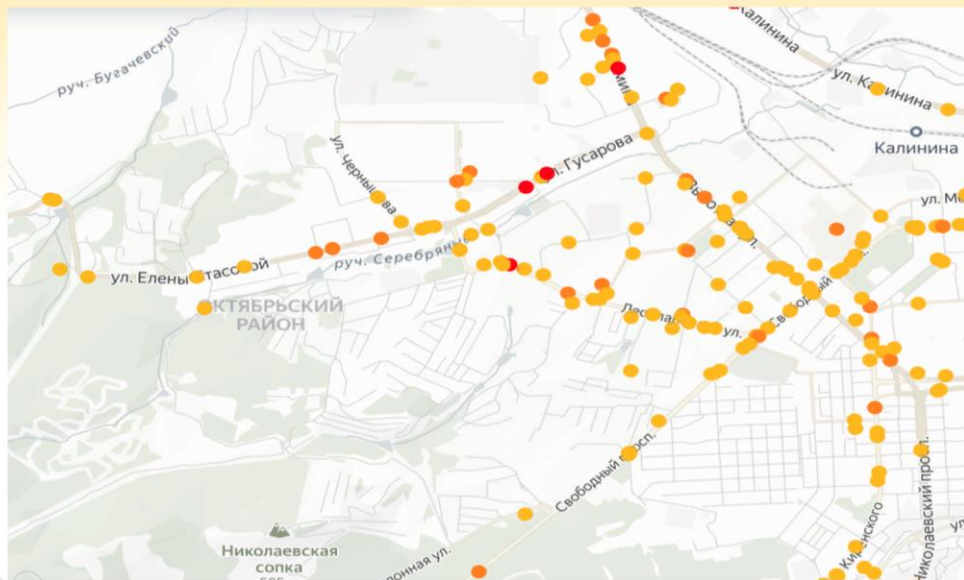


Схема загруженности дорог Октябрьского района

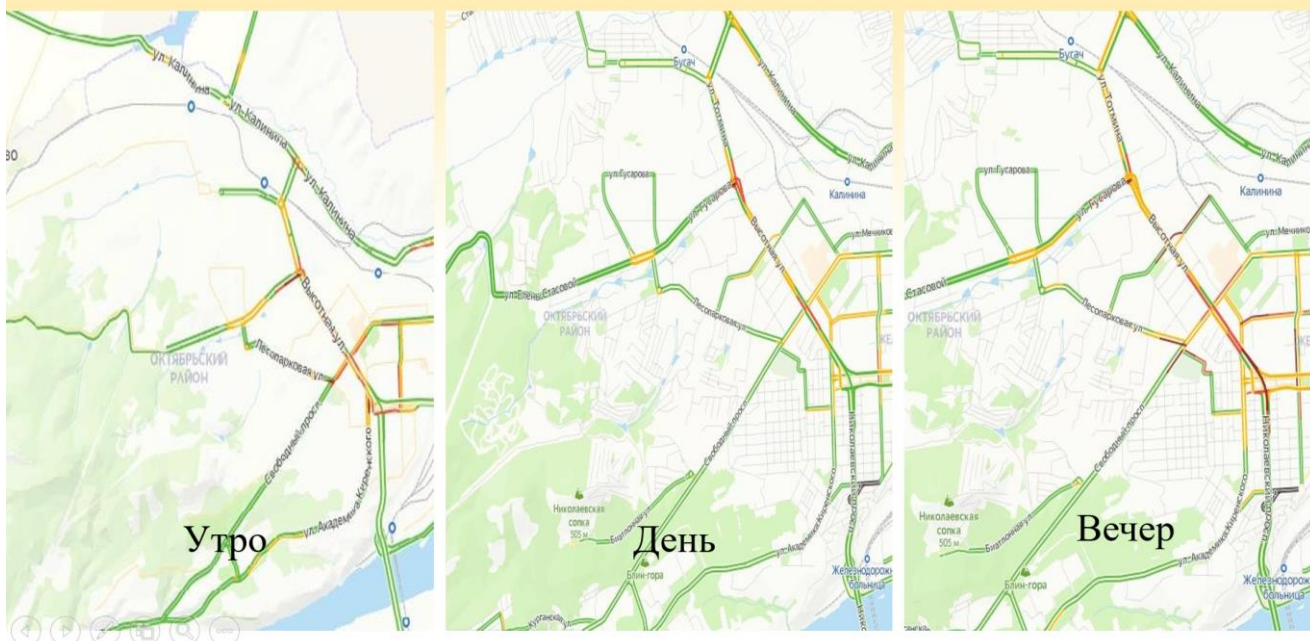


Схема улиц с дорожными знаками и интенсивность на
пересечении ул. Высотная – пр.Свободный – ул. Михаила
Годенко

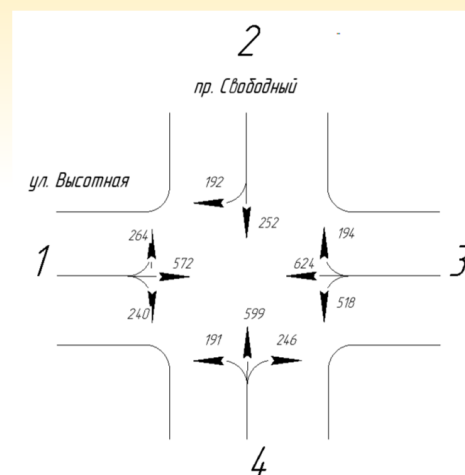
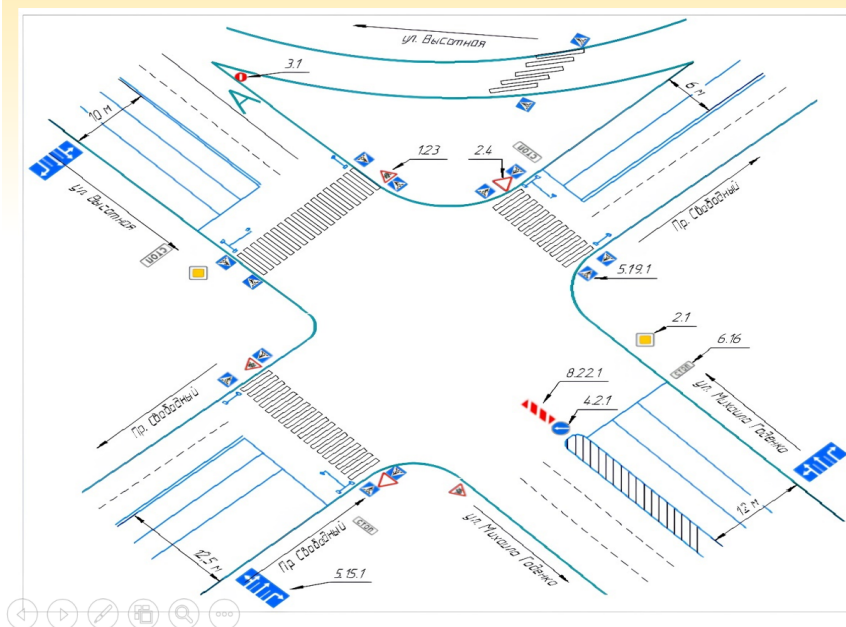
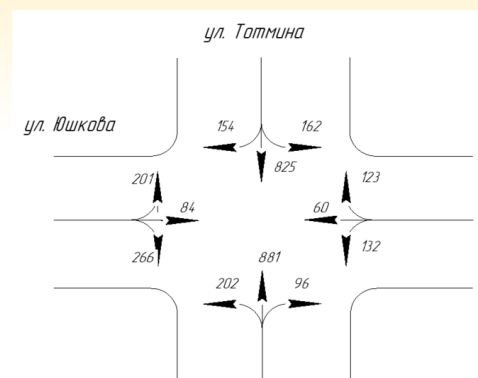
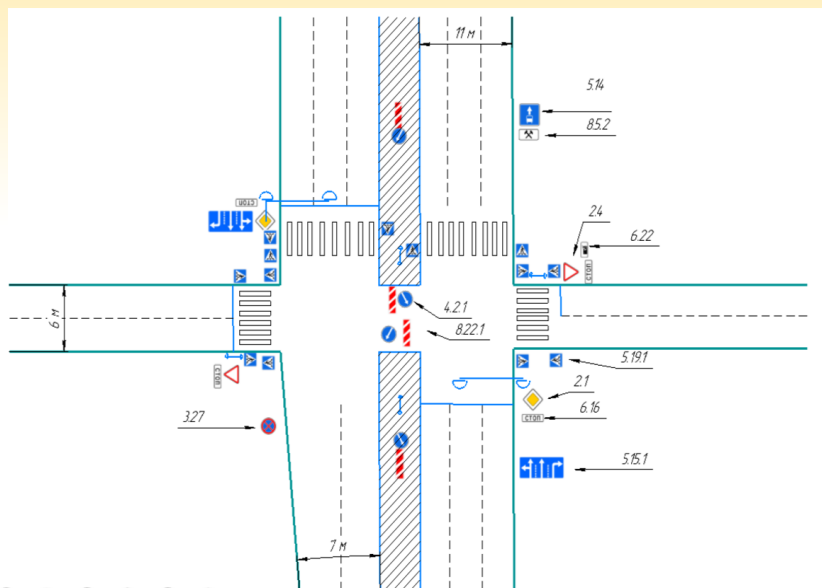


Схема улиц с дорожными знаками и интенсивность на пересечении ул.Тотмина – ул. Юшкова



Данные пересечений

ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко

ул. Тотмина – ул. Юшкова

Параметр	Расчетное значение
Длительность цикла, с	253
Длительность основного такта	
1 фаза	100
2 фаза	72
3 фаза	63
Среднее время задержки ТС, с	85

Параметр	Расчетное значение
Длительность цикла, с	181
Длительность основного такта	
1 фаза	65
2 фаза	59
3 фаза	65
Среднее время задержки ТС, с	61,5

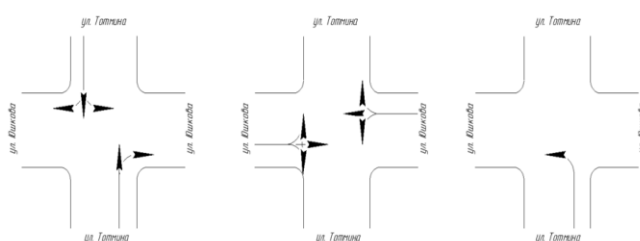
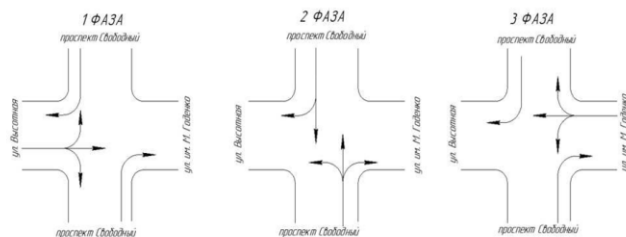
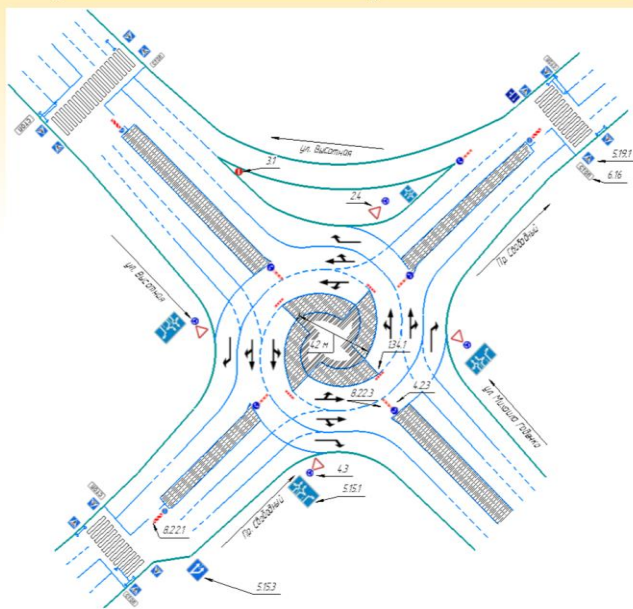
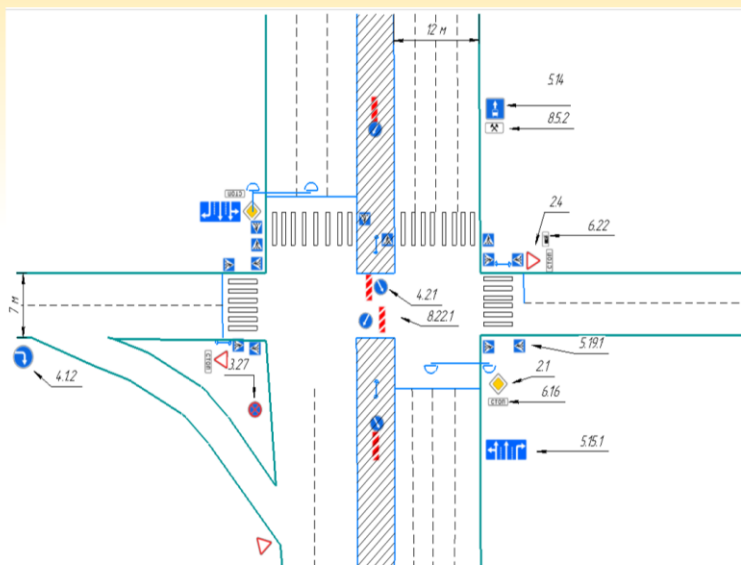


Схема организации кругового движения на пересечении ул. Высотная и пр. Свободный



Мероприятия по совершенствованию перекрестка ул. Тотмина – ул. Юшкова



Комплекс ПТИК «Одиссей»



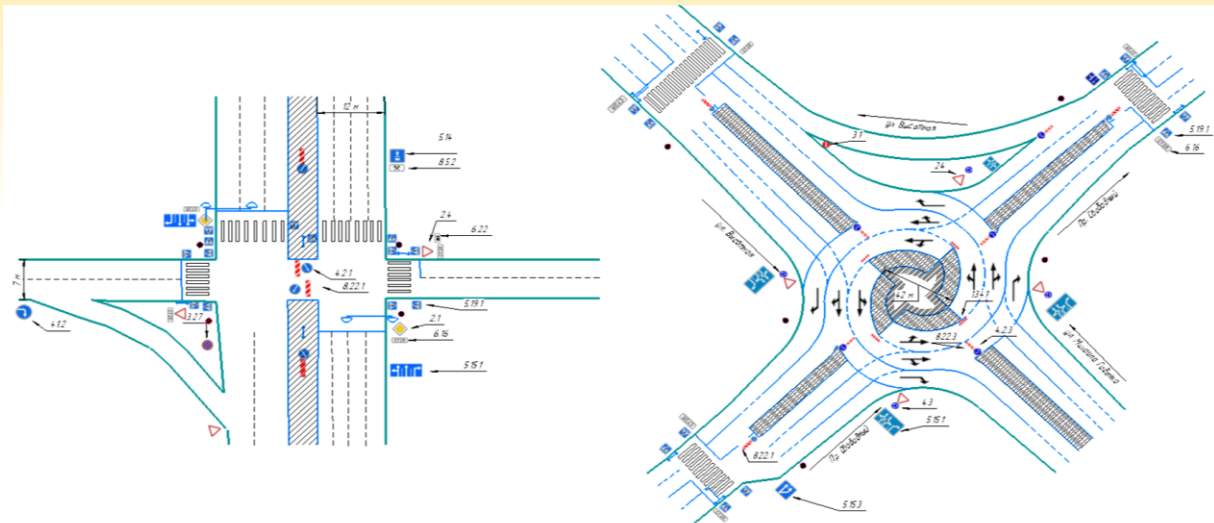
Общий вид



Работа камеры фото/видеофиксации нарушений



Стойки фото/видеофиксации на рассматриваемых участках УДС



● - стойки видеофиксации

Экономия от снижения затрат времени транспорта в существующих и проектируемых условиях

Величина затрат времени за год

Ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко

$$T_{\text{тр.суц}} = 335414,72 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{тр.пр}} = 151370,69 \text{ руб.}$$

Ул. Тотмина – ул. Юшкова

$$T_{\text{тр.суц}} = 198660,37 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{тр.пр}} = 74295,75 \text{ руб.}$$

Стоимость времени простоя транспорта на пересечениях ул. Высотная – пр. Свободный – ул. Михаила Годенко и ул. Тотмина – ул. Юшкова составляют, руб.:

$$C_{\text{тр.суц}} = 110703084,7 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{тр.пр}} = 46776139,7 \text{ руб.}$$

Экономия от снижения затрат времени транспорта в существующих и проектируемых условиях:

$$\Delta_{\text{тр}} = 110703084,7 - 46776139,7 = 63926945 \text{ руб.}$$



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



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

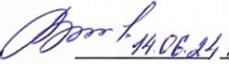
УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 Е.С. Воеводин

« 14 » 06 2024 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01 – Технология транспортных процессов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
НА УЧАСТКАХ УДС ОКТЯБРЬСКОГО РАЙОНА
Г. КРАСНОЯРСКА

Руководитель  14.06.24 доцент, канд. тех. наук Е.С. Воеводин
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

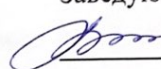
Выпускник  14.06.24
подпись, дата В.А. Ворошилов
инициалы, фамилия

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

« 14 » 06 2024 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенту Ворошилову Виталию Андреевичу

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

Тема выпускной квалификационной работы: «Совершенствование организации дорожного движения на участках УДС Октябрьского района г. Красноярск». Утверждена приказом по университету №461/с от 17.01.2024

Руководитель ВКР: Е.С. Воеводин, канд. техн. наук, доцент кафедры «Транспорт» ПИ СФУ.

Исходные данные для ВКР: схема рассматриваемых участков г. Красноярск, статистика аварийности г. Красноярск за 2019-2023 гг.

Перечень разделов ВКР: 1. Техничко- экономическое обоснование.

2. Технологическая часть. 3. Экономическая часть.

Руководитель ВКР

Задание приняла к исполнению

Е.С. Воеводин

В.А. Ворошилов

«19» 01 2024 г.