

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

« ____ » _____ 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01.09 – Организация и безопасность движения

«Совершенствование организации и повышение безопасности дорожного
движения в городе Саяногорск»

Руководитель

канд. техн. наук А. С. Кашура

Выпускник

А. М. Сурков

Красноярск 2022

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
« ____ » _____ 2022 г

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Красноярск 2022

Студенту Суркову Антону Михайловичу

Группа: ФТ18-05Б Направление (специальность) 23.03.01.09
«Организация и безопасность движения»

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование организации и повышение безопасности дорожного движения в городе Саяногорск»

Утверждена приказом по университету № 88/С от 10 января 2022 года

Руководитель ВКР: Кашура А.С. – канд. техн. наук.

Исходные данные для ВКР: Данные по существующей организации дорожного движения на участках УДС г. Саяногорск. Участок УДС ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная – и ул. Metallургов – ул. Дорожная.

Перечень разделов ВКР

1 Технико-экономическое обоснование

2 Технико-организационная часть

3 Экономическая часть

Перечень графического материала

Лист 1 – Существующая схема перекрестка ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная

Лист 2 – Существующая схема перекрестка ул. Metallургов – ул. Дорожная

Лист 3 – Проектируемая схема перекрестка ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная

Лист 4 – Проектируемая схема перекрестка ул. Metallургов – ул. Дорожная

Презентационный материал - 13 страниц

Руководитель ВКР

А.С. Кашура

Задание принял к исполнению

А.М. Сурков

« 10 » января 2022 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Совершенствование организации и повышение безопасности дорожного движения в городе Саяногорск» содержит 85 страниц текстового документа, 42 иллюстрации, 29 таблиц, 5 приложений, 13 использованных источников, 17 листов графического материала.

УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ (УДС), ИНТЕНСИВНОСТЬ, ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ (ДТП), ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ (ОДД), ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО (ТС), БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ (БД), ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ, ПЕРЕХОДНО - СКОРОСТНАЯ ПОЛОСА, СВЕТОФОРНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка наиболее эффективного проекта организации дорожного движения на выбранных участках улично-дорожной сети.

Предложенный проект должен привести к увеличению пропускной способности участков УДС, снижению аварийности и экономическому эффекту в долгосрочной перспективе.

Снижение затрат при внедрении проекта обосновано соответствующими экономическими расчетами.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Техничко – экономическое обоснование.....	6
1.1 Краткая характеристика г. Саяногорск.....	6
1.2 Природно-климатическая характеристика г. Саяногорск.....	9
1.3 Уровень автомобилизации Республики Хакасия и г. Саяногорск.....	9
1.4 Характеристика улично-дорожной сети г. Саяногорск.....	10
1.5 Маршрутный транспорт г. Саяногорск.....	12
1.6 Анализ аварийности микрорайонов г. Саяногорск.....	14
1.7 Анализ существующей организации движения на пересечениях ул.30-летия Красноярскгэсстроя - ул.Дорожная и ул.Металлургов – ул.Дорожная...17	
1.7.1 Анализ светофорного регулирования ул. 30-летия Красноярскгэсстроя – ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная.....	22
1.7.2 Анализ аварийности пересечений ул. 30-летия Красноярскгэсстроя – ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная.....	24
1.7.3 Анализ интенсивности пересечений ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная.....	27
2 Техничко – организационная часть.....	31
2.1 Изменение геометрических параметров пересечений.....	34
2.1.1 Изменение геометрических параметров пересечения ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная.....	34
2.1.2 Изменение геометрических параметров пересечения ул. Metallургов - ул. Дорожная.....	36
2.2 Обустройство пересечения переходно - скоростными полосами.....	38
2.2.1 Обустройство пересечения ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная переходно - скоростными полосами.....	40
2.2.2 Обустройство пересечения ул. Metallургов - ул. Дорожная переходно - скоростными полосами.....	42

2.3 Организация пешеходного движения на пересечениях ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная.....	43
2.4 Организация светофорного регулирования движения на рассматриваемых участках УДС	47
2.4.1 Расчет фаз светофорного регулирования на пересечении ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная.....	51
2.4.2 Расчет фаз светофорного регулирования на пересечении ул. Metallургов - ул. Дорожная.....	59
2.5 Техническое обеспечение организации и безопасности дорожного движения на рассматриваемых участках УДС.....	68
3 Определение экономической эффективности мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечениях ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная.....	74
3.1 Расчет стоимости мероприятий по обустройству участка ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная.....	74
3.2 Расчет стоимости мероприятий по обустройству участка ул. Metallургов – ул. Дорожная	77
3.3 Расчет снижения ущерба от ДТП в результате внедрения мероприятий..	79
3.4 Определение величины ущерба от ДТП в проектируемых условиях	81
3.5 Расчет показателей экономической эффективности проекта.....	82
Заключение	83
Список использованных источников	84
Приложение А-Г	86
Приложение Д.....	91

ВВЕДЕНИЕ

Жизнь современного общества немислима без транспорта. В этой сфере деятельности заняты миллионы людей. Современные транспортные средства обеспечивают скорость, комфортабельность, безопасность передвижения. Наряду с этим они являются причиной частого возникновения дорожно – транспортных происшествий, в результате которых повреждаются или уничтожаются транспортные средства и перевозимые грузы, наносится ущерб окружающей среде, травмируются и гибнут люди. Среди факторов, реально угрожающих здоровью и жизни современного человека, на одном из первых мест стоят ДТП на транспорте.

Ущерб от ДТП превышает ущерб от всех иных транспортных происшествий (самолетов, поездов, кораблей) вместе взятых. Аварии на дорогах со стремительной скоростью растут, и многие специалисты считают, что ДТП могут увеличить показатель смертности в мире в ближайшие двадцать лет на 66%, что поставит данный вид смертности в один ряд со стихийными бедствиями.

Основной задачей данной работы является повышение уровня безопасности дорожного движения на рассматриваемом участке, снижение количества ДТП.

Целью данной работы является разработка мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения на пересечениях ул. 30-летия Красноярскгэсстроя – ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная.

Для выполнения поставленной цели рассмотрим существующую организацию движения, проведем анализ интенсивности и аварийности.

1 Технико – экономическое обоснование

В соответствии с заданием Бакалаврской работы, предлагается разработать мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения на улично-дорожной сети в г. Саяногорск.

Для выполнения технико-экономического обоснования мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения необходимо провести анализ существующего состояния участка.

1.1 Краткая характеристика г. Саяногорск

Саяногорск (до 1975 года — село Означенное, хак. Наа сойан тура) — город в России, Республика Хакасия. Административный центр городского округа город Саяногорск. По площади и населению занимает третье место в регионе. Численность населения по состоянию на 2021 год — 45 384 человек.

Город Саяногорск окружен предприятиями:

1. Саянский алюминиевый завод;
2. Саяно-Шушенская ГЭС;
3. Саянмолоко.

Также город является центром притяжения туристов круглый год.

Основные достопримечательности:

1. Горнолыжный курорт «Гладенькая»;
2. Спортивно-оздоровительный центр «Жарки»;
3. Саяно-Шушенское водохранилище;
4. Хребет Борус;
5. Туристическо-развлекательный центр «Тортуга»;
6. Мраморный карьер;
7. Экстрим-парк «Мраморка».

Город делится на микрорайоны, они представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Микрорайоны г. Саяногорск

Микрорайон, №	Микрорайон, название	Площадь, м ²
1, 2	Енисейский	323
3, 4	Заводской	684
5	Комсомольский	138
6	Южный	175
7	Советский	278
8	Интернациональный	356
9	Ленинградский	458
10	Центральный	648

На рисунке 1.1 представлено распределение микрорайонов по занимаемой площади.

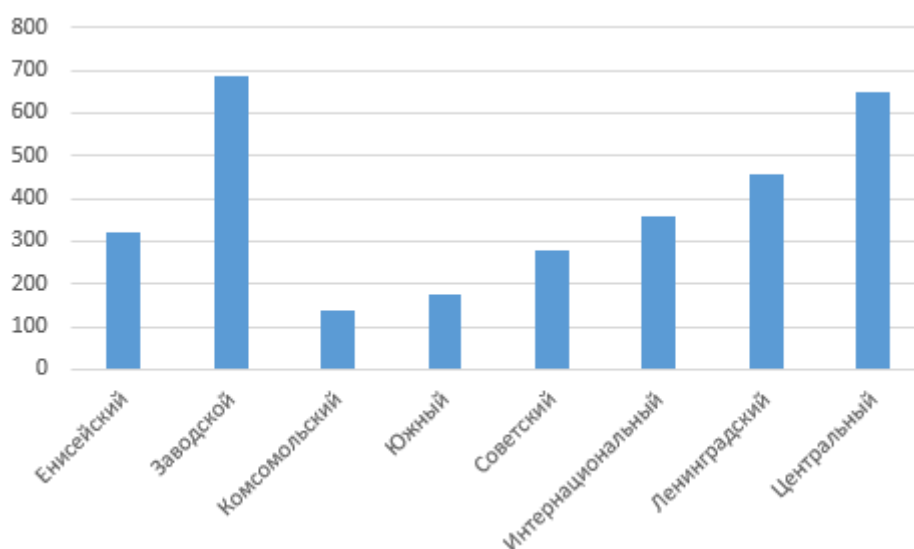


Рисунок 1.1 – Гистограмма распределения площадей

Согласно гистограмме, на первом месте по занимаемой площади находится Заводской микрорайон, на втором – Центральный, на третьем – Ленинградский.

Распределение численности населения по микрорайонам представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Численность населения по микрорайонам

Микрорайон, №	Микрорайон, название	Численность, чел.
1, 2	Енисейский	5985
3, 4	Заводской	6223
5	Комсомольский	5120
6	Южный	5568
7	Советский	4826
8	Интернациональный	5989
9	Ленинградский	5182
10	Центральный	4992

На рисунке 1.2 представлена гистограмма распределения численности населения по микрорайонам.

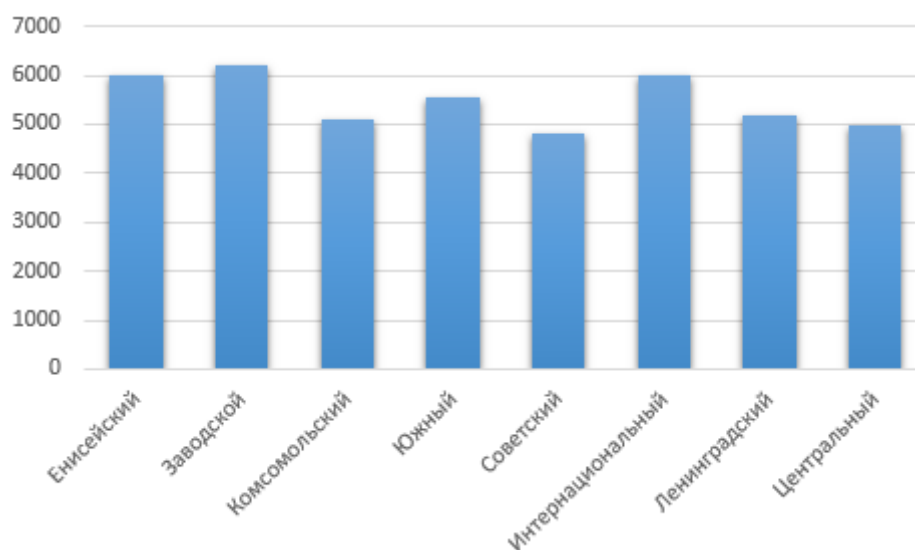


Рисунок 1.2 – Гистограмма распределения численности населения по микрорайонам

Согласно гистограмме, на первом месте по численности населения находится Заводской микрорайон, на втором – Интернациональный, на третьем – Енисейский.

1.2 Природно-климатическая характеристика г. Саяногорск

В Саяногорске преобладают юго-западные ветры. Сильные ветры характерны для весеннего периода, нередко они приводят к возникновению пыльных бурь. Открытость территории с севера способствует проникновению арктического воздуха. В целом же климат характеризуется как резко континентальный с жарким летом и холодной зимой. Среднегодовая температура воздуха - 0,4°С. Устойчивый снежный покров образуется в начале ноября.

Заморозки заканчиваются в мае. Лето (июнь - август) средняя дневная температура 18 - 24°С). (абс. макс. 38°С). В августе выпадает наибольшее количество осадков (более 55 % годовой нормы) в основном в виде дождей ливневого характера. Осень (сентябрь-октябрь) в основном сухая, солнечная, морозящие дожди 8 - 10 дней в месяц. количество осадков 300-700 мм в год. Ветры в течении года преобладают юго-западные и западные 2 - 3 м/сек. Весной и осенью до 15 м/сек, и более.

1.3 Уровень автомобилизации Республики Хакасия и г. Саяногорск

По состоянию на 2021 год Республика Хакасия находится на 20 месте всероссийского рейтинга автомобилизации. При численности населения в 537 668 человек количество транспортных средств всех типов в республике составляет 178, или 331 единица на 1000 человек. Это почти равно показателю Москвы (380 единиц на 1000 человек). Также Хакасия занимает второе место по автомобилизации в Сибири.

В Саяногорске на 1000 жителей приходится 80 транспортных средств всех типов.

На рисунке 1.3 представлен график количества зарегистрированных ТС за 2016 – 2021 год.

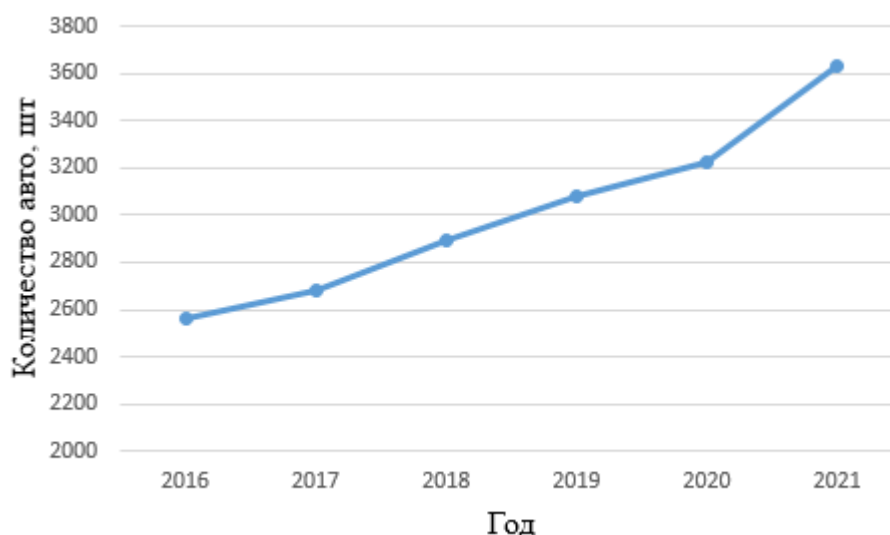


Рисунок 1.3 – График распределения количества зарегистрированных ТС за 2016 – 2021 год

На графике виден постоянный рост количества зарегистрированных ТС.

1.4 Характеристика улично-дорожной сети г. Саяногорск

Планировочные особенности и геометрические параметры путей сообщений оказывают решающее влияние на характеристику транспортного потока и общее состояние дорожного движения в г. Саяногорск.

Улично-дорожная сеть Саяногорска относится к прямоугольной схеме.

Прямоугольная схема распространена очень широко и присуща главным образом молодым городам или старым (относительно), но строившимся по единому плану. Достоинствами прямоугольной схемы являются отсутствие четко выраженного центрального ядра и возможность равномерного распределения транспортных потоков по всей территории города. Недостатки этой схемы — большое число сильно загруженных пересечений, которые

затрудняют организацию движения и увеличивают транспортные потери, большие перепробеги автомобилей по направлениям, не совпадающим с направлениями улиц. [1]

Движение осуществляется преимущественно со светофорным регулированием, а также есть несколько перекрестков с кольцевым движением. На рисунке 1.4 представлена схема города Саяногорска.

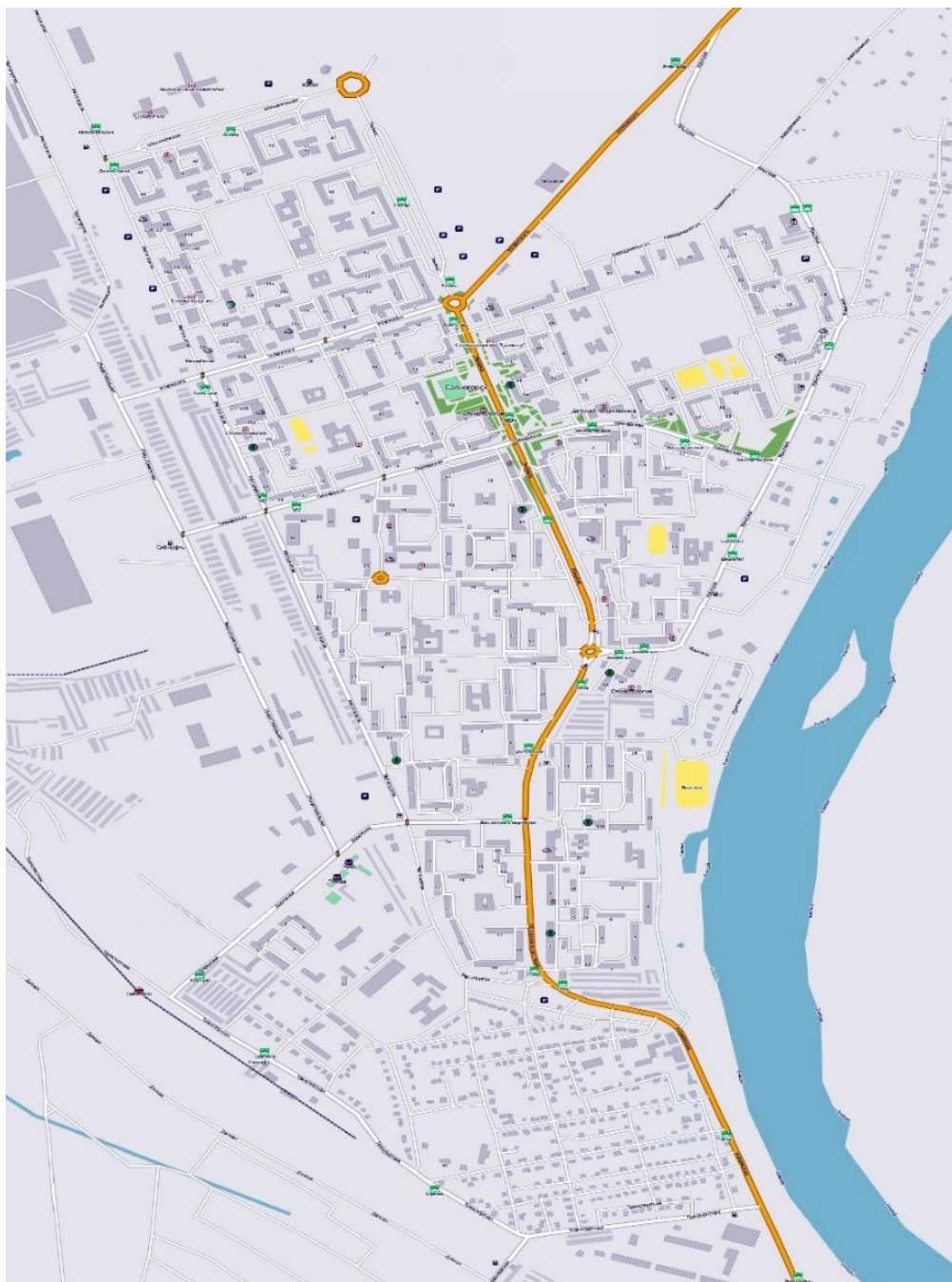


Рисунок 1.4 – Схема г. Саяногорск

В таблице 1.3 указаны основные улицы города

Таблица 1.3 – Основные улицы г. Саяногорск

Название улицы	Количество полос движения, шт	Ширина полосы движения, м	Протяженность, м
Ленина	4	3,75	2000
Шушенская	4	3,75	800
Успенского	4	3,75	1100
Пионерская	4	3,5	1550
Металлургов	2/4	3,5	4080
Индустриальная	2	3,5	4170
Дорожная	2/4	3,5	1090
30-летия КГЭС	1/2	3,5	1520
Ивана Ярыгина	4	3,5	2160
Транспортная	2	3,5	2500

Город Саяногорск имеет 10 улиц, количество полос движения колеблется от 1 до 4, ширина полос движения равна от 3,5 до 3,75 м. Общая протяженность УДС 20970 м.

1.5 Маршрутный транспорт г. Саяногорск

Движение маршрутного пассажирского транспорта осуществляется по всей протяженности города, заканчиваясь в дачных посёлках и близлежащих населенных пунктах. На рисунке 1.5 изображены маршруты пассажирского транспорта. В таблице 1.4 представлена характеристика маршрутов.



Красный – Маршрут №2 “Саяногорск - Черёмушки”
 Оранжевый – Маршрут №3 “Саяногорск – Майна - Сизья”
 Жёлтый – Маршрут №4 “Саяногорск – Ай-Дай”
 Фиолетовый – Маршрут №5 “Саяногорск - Восточная”

Рисунок 1.5 – Маршрутная сеть г. Саяногорск

Таблица 1.4 – Характеристика маршрутов

Маршрут	Длина маршрута, км	Интервал движения, мин	Автомобиль (вместимость)
№2 “Саяногорск - Черёмушки”	35	30	Hyundai Aero City 540 (64) ГАЗ-А64R42 (19)
№3 “Саяногорск – Майна - Сизая”	17	60	Hyundai Aero City 540 (64)
№4 “Саяногорск – Ай-Дай”	10	15	Hyundai Aero City 540 (64)
№5 “Саяногорск - Восточная”	14	30	Hyundai Aero City 540 (64)

Город Саяногорск имеет 4 маршрута общественного транспорта. Интервал движения колеблется в диапазоне от 15 до 60 минут, общая протяженность маршрутной сети равна 76 км.

1.6 Анализ аварийности микрорайонов г. Саяногорск

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

За анализируемый период берём 2019 - 2021г. В таблице 1.5 представлены данные аварийности по микрорайонам города. [2]

Таблица 1.5 – Аварийность по микрорайонам

Место	Микрорайон	Количество ДТП, шт
1	Заводской	114
2	Ленинградский	84
3	Советский	75
4	Интернациональный	66
5	Центральный	54

Окончание таблицы 1.5

6	Южный	36
7	Енисейский	24
10	Комсомольский	12

На рисунке 1.6 изображено распределение ДТП по микрорайонам города



Рисунок 1.6 – Распределение ДТП по микрорайонам

Из таблицы 1.5 и рисунка 1.6 делаем вывод, что Заводской микрорайон является более напряженным с точки зрения аварийности. Это может быть связано с большой численностью населения, площадью микрорайона и недостаточным уровнем организации движения на перекрестках.

В Заводском микрорайоне располагаются 4 перекрестка:

- ул. Пионерская – ул. Metallургов;
- ул. Metallургов – ул. Дорожная;
- ул. Дорожная – ул. 30-летия Красноярскгэсстроя;
- ул. 30-летия Красноярскгэсстроя – ул. Ленина - ул. Ярыгина;
- ул. Пионерская – ул. Ленина.

В таблице 1.6. проанализируем каждый на уровень аварийности за 2019 – 2021 год. [2]

Таблица 1.6 – Уровень аварийности перекрестков в Заводском микрорайоне

Перекрёсток	Количество ДТП, шт
Ул Пионерская – ул. Metallургов	16
Ул. Metallургов – ул. Дорожная	36
ул. Дорожная – ул. 30-летия Красноярскгэсстрой	28
Ул. 30-летия Красноярскгэсстрой – ул. Ленина - ул. Ярыгина	16
Ул. Пионерская – ул. Ленина	19

На рисунке 1.7 изображено распределение ДТП по перекресткам Заводского микрорайона



Рисунок 1.7 - Распределение ДТП по перекрёсткам

Из таблицы 1.6 и рисунка 1.7 делаем вывод, что наиболее напряженным с точки зрения аварийности являются перекрестки ул. 30-летия Красноярскгэсстрой - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная. Перейдём к более подробному анализу данных пересечений.

1.7 Анализ существующей организации движения на пересечениях ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная

Проведём анализ имеющейся ОДД на выбранных пересечениях. На рисунках 1.8 – 1.9 изображено состояние перекрестков на 2021г



Рисунок 1.8 – Ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная



Рисунок 1.9 - Ул. Metallургов – ул. Дорожная

На рисунке 1.10 представлена схема нынешней организации движения на перекрестке ул. 30-летия Красноярскгэсстроя – ул. Дорожная.

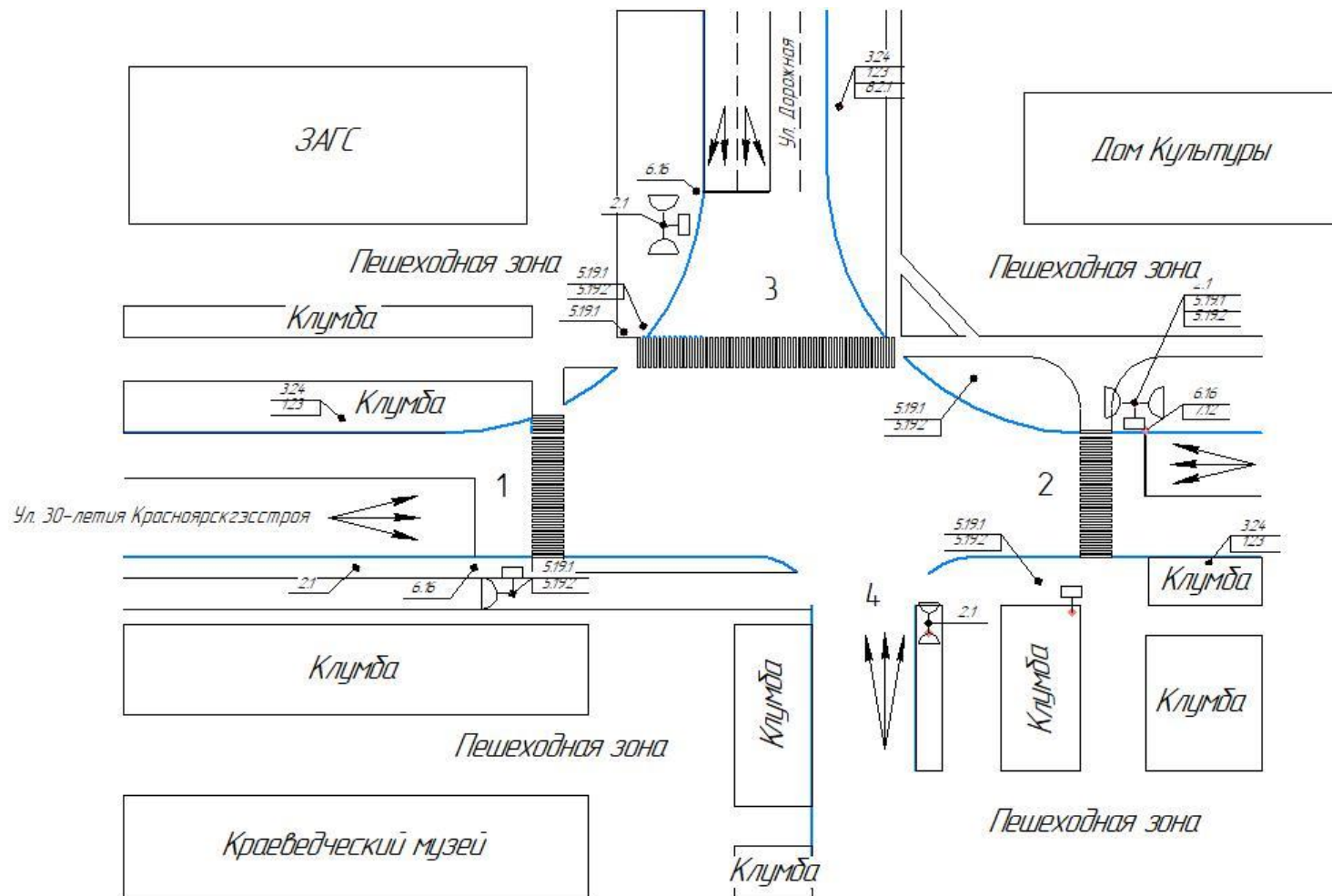


Рисунок 1.10 – Схема перекрестка ул. 30-летия
Красноярскгэсстра – ул. Дорожная

Тип перекрестка: Т-образный. На данный момент имеет пересечения в одном уровне. Проезжие части пересекаются под углом 90° , однако выезд со двора в районе Краеведческого музея несоосен улице Дорожная, что вызывает затруднения у водителей. Ул. Дорожная имеет 2 полосы для движения транспорта в попутном и встречном направлении, ширина проезжей части равна 12м. Ул. 30-летия Красноярскгэсстроя имеет по одной полосе для движения в попутном и встречном направлении, ширина проезжей части равна 12м. Однако ширина проезжей части позволяет двигаться в две полосы в одном направлении. На перекрестке организовано светофорное регулирование дорожного движения светофорами типа Т1. Для пешеходов организовано наземное регулируемое движение по всем сторонам перекрестка, однако пешеходных светофоров типа П1 не хватает. Состояние дорожного покрытия хорошее. В темное время суток освещение перекрестка в пределах нормы.

На рисунке 1.12 продемонстрированы выявленные недостатки.



1. Выезд со двора в районе Краеведческого музея несоосен улице Дорожная.
2. Отсутствие светофора П1 в количестве трёх штук.
3. Ограниченная видимость пешеходного перехода из-за кустарников
4. Улица 30-летия Красноярскгэсстроя. Разная ширина полос, в связи с этим между водителями возникают конфликтные ситуации в месте сужения.

Рисунок 1.12 – Выявленные недостатки

На рисунке 1.13 представлена схема нынешней организации движения на перекрестке ул. Metallургов – ул. Дорожная.

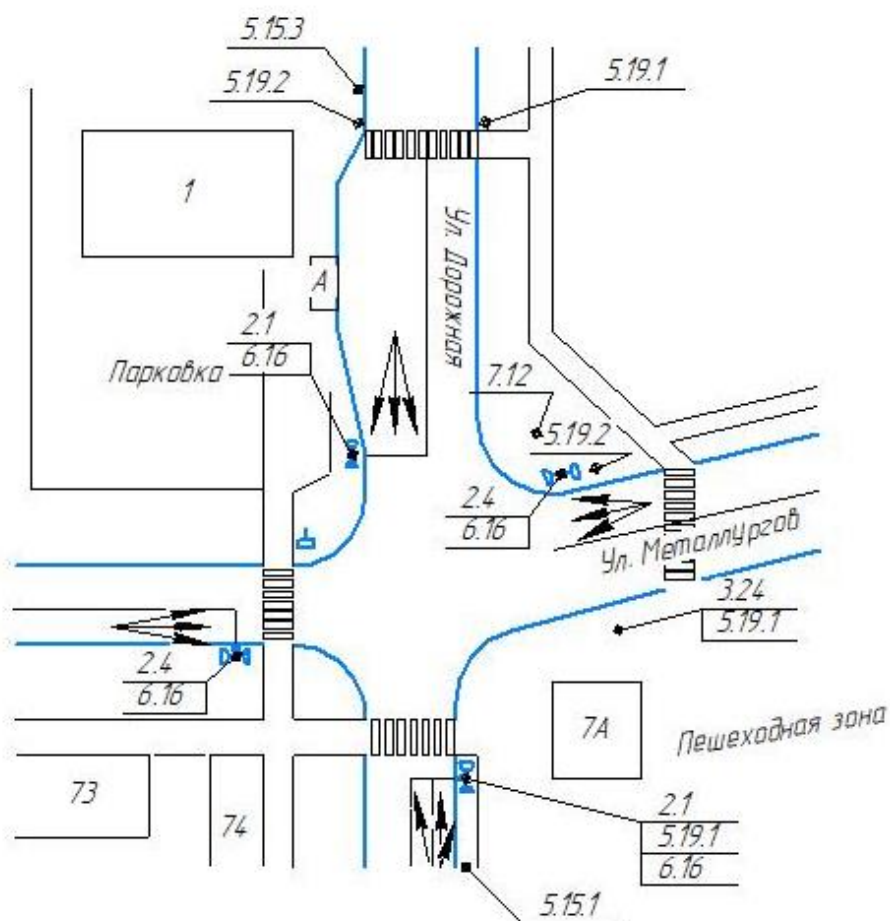


Рисунок 1.13 – Схема перекрестка ул. Metallургов – ул. Дорожная

Тип перекрестка: Х-образный. На данный момент имеет пересечения в одном уровне. Пересечение с улицей Metallургов с восточной стороны образует острый угол, что вызывает затруднения у водителей. Ширина проезжей части ул. Metallургов равна 10м. Ширина проезжей части ул. Дорожная равна 12м. На перекрестке организовано светофорное регулирование дорожного движения светофорами типа Т1. Для пешеходов организовано наземное регулируемое движение светофорами типа П1. Состояние дорожного покрытия хорошее. В темное время суток освещение перекрестка в пределах нормы.

На рисунке 1.14 продемонстрированы выявленные недостатки.



1. Пересечение с улицей Metallургов с восточной стороны образует острый угол.
2. Отсутствие разметки 1.12 “Стоп-линия”.
3. Ограниченная видимость пешеходного перехода из-за кустарников на подъезде от ул. 30 - летия Красноярскгэстроя к ул. Metallургов.

Рисунок 1.14 – Выявленные недостатки

Исходя из выявленных недостатков можно сделать вывод, что на данных пересечениях наблюдаются проблемы с планировкой и сложности с содержанием улично-дорожной сети: отсутствие светофоров, знаков, разметки и наличие кустарников закрывающих обзор.

1.7.1 Анализ светофорного регулирования ул. 30-летия Красноярскгэстроя – ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная

Светофорное регулирование может быть:

- ручным (с использованием контроллера);
- автоматизированным (с применением табло вызывного пешеходного-ТВП);
- автоматическим (контроллер работает по заданной программе или в адаптивном режиме под управлением ЭВМ).

Управление светофорными циклами может быть:

- жесткое (постоянное по времени, независимо от интенсивности движения);
- адаптивное (программы зависят от интенсивности движения, используются транспортные детекторы). [3]

На рисунке 1.15 представлена стойка и светофоры Т1 и П1 на пересечении ул. Metallургов – ул. Дорожная.



Рисунок 1.15 – Стойка со светофорами

На рисунке 1.16 представлен контроллер управления светофором КС-2.



Рисунок 1.16 – Контроллер КС-2

В таблице 1.7 представлена структура светофорного регулирования.

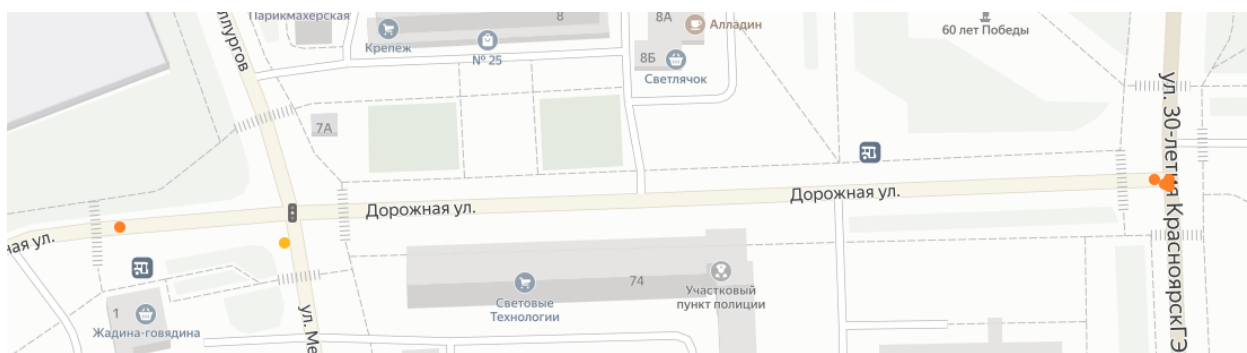
Таблица 1.7 – Структура светофорного регулирования

Пересечение	Тип светофора	Сигнал	Время, сек.
ул. 30-летия Красноярскгэсстрой – ул. Дорожная	Т1	Красный	25
		Желтый	3
		Зеленый	25
	П1	Красный	22
		Зеленый	22
Длительность цикла			100
ул. Metallургов – ул. Дорожная	Т1	Красный	25
		Желтый	3
		Зеленый	25
	П1	Красный	22
		Зеленый	22
Длительность цикла			100

На обоих рассматриваемых пересечениях реализовано жесткое автоматическое светофорное регулирование. Устройства для наблюдения за интенсивностью движения отсутствуют.

1.7.2 Анализ аварийности пересечений ул. 30-летия Красноярскгэсстрой – ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная

За анализируемый период берем 2019 - 2021 год. На рисунке 1.15 приведено распределение ДТП по степени тяжести. В таблице 1.8 представлены характеристики произошедших ДТП. [4]



Желтый – ДТП без обращения за медицинской помощью
 Оранжевый – ДТП с обращением за медицинской помощью
 Красный – ДТП с погибшими

Рисунок 1.17 – Распределение ДТП по степени тяжести

Таблица 1.8 – Характеристики ДТП

Перекресток	Вид ДТП	Дата	Пострадали	Погибли	Общее количество
Ул. 30-летия Красноярскгэсстрой - ул. Дорожная	Столкновение	31.03.2019	6	0	8
	Наезд на пешехода	21.11.2019	1	0	2
	Столкновение	24.11.2019	1	0	2
	Столкновение	01.02.2020	1	0	2
	Столкновение	18.02.2020	1	0	2
	Столкновение	09.06.2020	1	0	2
	Столкновение	15.06.2021	3	0	4
	Столкновение	04.07.2021	1	0	2
	Наезд на пешехода	28.08.2021	1	0	2
	Столкновение	12.09.2021	2	0	2

Окончание таблицы 1.8

Ул. Металлургов – ул. Дорожная	Наезд на пешехода	08.06.2019	1	0	2
	Наезд на пешехода	25.06.2019	1	0	2
	Столкновение	24.08.2019	1	0	3
	Столкновение	01.09.2020	2	0	2
	Столкновение	14.12.2020	1	0	2
	Наезд на пешехода	27.04.2021	1	0	2
	Столкновение	28.06.2021	1	0	3
	Столкновение	25.10.2021	3	0	3
	Столкновение	02.11.2021	1	0	3

На рисунке 1.18 представлена диаграмма количества ДТП за 2019 – 2021

год

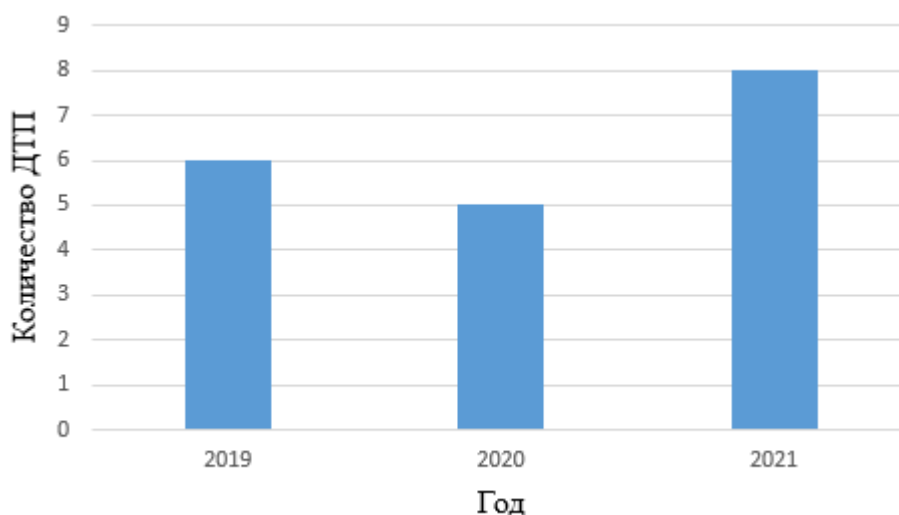


Рисунок 1.18 – Диаграмма количества ДТП

На рисунке 1.19 представлена зависимость количества ДТП от вида

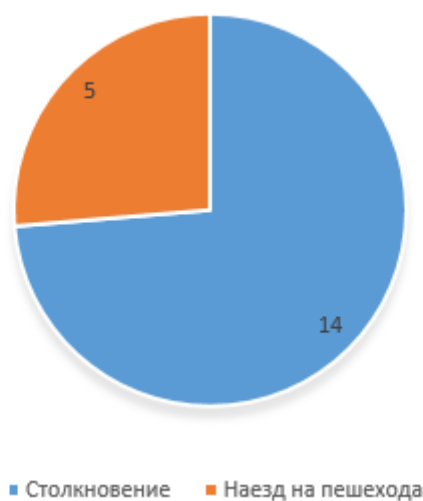


Рисунок 1.19 – Зависимость количества ДТП от вида

На рисунке 1.20 представлена диаграмма количества пострадавших обратившихся за медицинской помощью



Рисунок 1.20 – Диаграмма количества пострадавших

За период с 2019 по 2021 год на рассматриваемых пересечениях произошло 19 ДТП. На первом месте по виду ДТП – столкновение, на втором – наезд на пешехода. Наблюдается тенденция роста количества аварий с

течением времени. Этот факт подтверждает необходимость мероприятий по изменению организации дорожного движения.

1.7.3 Анализ интенсивности пересечений ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная

Существует несколько методов обследования участка УДС на предмет интенсивности движения. В данном случае был выбран метод натурного исследования, так как он является единственным способом получения достоверной информации о состоянии дорог и позволяют дать точную характеристику существующих транспортных и пешеходных потоков.

Метод натурного исследования заключается в фиксации конкретных условий и показателей дорожного движения, происходящего в течение данного периода времени. [5]

Стоит отметить, что насыщенность транспортных потоков неравномерна во времени, однако для анализа пересечений нужно учитывать максимальную насыщенность. В таблице 1.9 представлен протокол обследования пересечений в часы пик (будний день, с 17 до 18ч).

Таблица 1.9 – Протокол обследования

Перекресток	Направление	Интенсивность движения, авт/ч				Интенсивность прив., ед./ч.
		Легковые	Грузовые	Автобусы	Пешеходы	
Ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная	1-2	268	4	16	-	316
	1-3	32	0	0	-	32
	1-4	5	0	0	-	5
	2-1	288	4	24	-	356
	2-3	212	4	4	-	230
	2-4	20	0	0	-	20
	3-1	32	0	0	-	32
	3-2	168	4	4	-	186
	3-4	8	0	0	-	8
	4-1	19	0	0	-	19
	4-2	32	0	0	-	32
	4-3	56	0	0	-	56
	1	-	-	-	40	40
	2	-	-	-	60	60

Окончание таблицы 1.9

Ул. Металлургов – ул. Дорожная	3	-	-	-	52	52
	4	-	-	-	28	28
	1-2	200	4	0	-	208
	1-3	80	0	0	-	80
	1-4	72	0	0	-	72
	2-1	196	0	4	-	206
	2-3	144	0	0	-	144
	2-4	60	0	0	-	60
	3-1	108	4	0	-	116
	3-2	128	8	0	-	144
	3-4	164	0	16	-	204
	4-1	76	4	0	-	84
	4-2	116	0	8	-	136
	4-3	148	4	4	-	172
	1	-	-	-	24	24
	2	-	-	-	20	20
	3	-	-	-	20	20
	4	-	-	-	44	44

Картограммы интенсивности транспортных потоков представлены на рисунке 1.21 и 1.22.

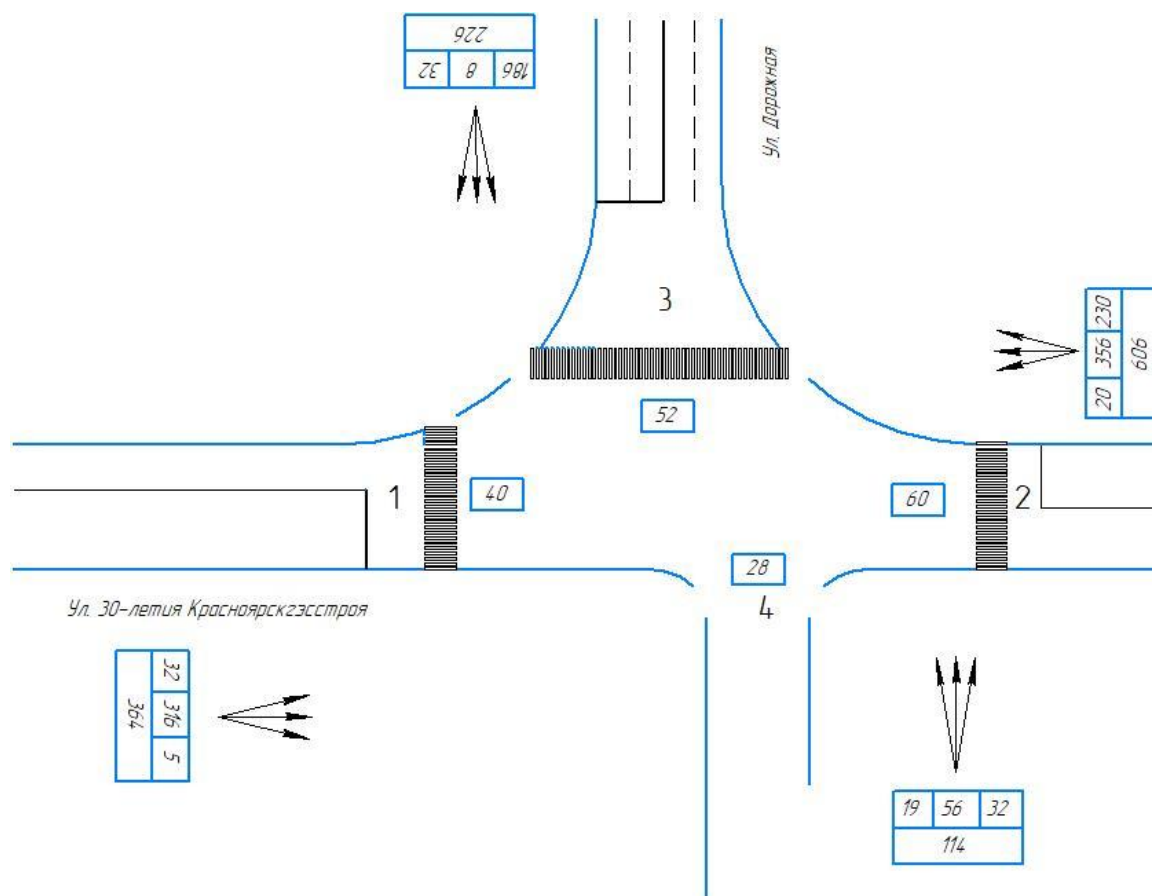


Рисунок 1.21 – Картограмма интенсивности потоков на пересечении ул. 30-летия Красноярскгэсстройа - ул. Дорожная

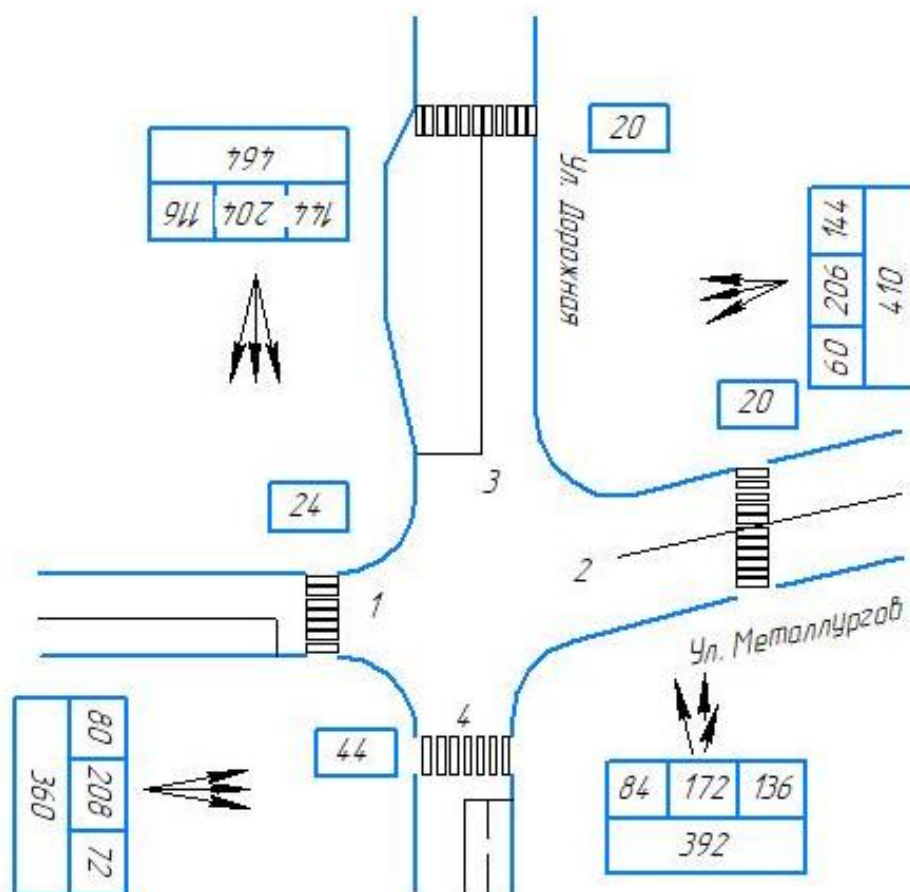


Рисунок 1.22 - Картограмма интенсивности потоков на пересечении ул. Metallургов – ул. Дорожная

Вывод: Объектом исследования данной бакалаврской работы является УДС города Саяногорск Республики Хакасия. В результате обследования текущего состояния УДС были выявлены следующие данные:

- на 1000 жителей приходится 80 транспортных средств всех типов;
- общая протяженность дорог равна 20970 м;
- общая протяженность маршрутной сети равна 7600 м;
- выбраны наиболее аварийные пересечения для анализа: ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная;
- за период с 2019 по 2021 год на рассматриваемых пересечениях произошло 19 ДТП с 50 пострадавшими;

- суммарная интенсивность движения рассматриваемых пересечений в час пик равна 2926 ед.

Задачи:

- анализ возможных типов транспортных развязок для совершенствования организации и повышения безопасности дорожного движения в городе Саяногорск;

- проектирование выбранных транспортных развязок;
- расчет параметров светофорного регулирования на основе данных интенсивности движения;

- повышение контроля дисциплины водителей;

- расчет экономического эффекта от предложенных мероприятий.

2 Техничко – организационная часть

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

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

1) Оптимизация светофорного регулирования

Оптимизация светофорного регулирования – относительно недорогой способ увеличить безопасность дорожного движения и пропускную способность на пересечениях.

Достоинства:

- невысокие затраты на реализацию;
- повышение БДД;
- снижение количества заторов.

Недостатки:

- сохранение конфликтных точек.

2) Одноуровневое пересечение с правоповоротными шлюзами

Пересечения с правоповоротным шлюзом часто применяются на «Т» – образных перекрестках. Размещение такой развязки с точки зрения экономики не критично, а безопасность и пропускная способность улучшается за счет уменьшения точек соприкосновения потоков.

Применение транспортной развязки с правоповоротным шлюзом на рассматриваемом участке возможно, позволяет ландшафт и количество места вокруг. На рисунке 2.1 представлен пример транспортной развязки с правоповоротным шлюзом.

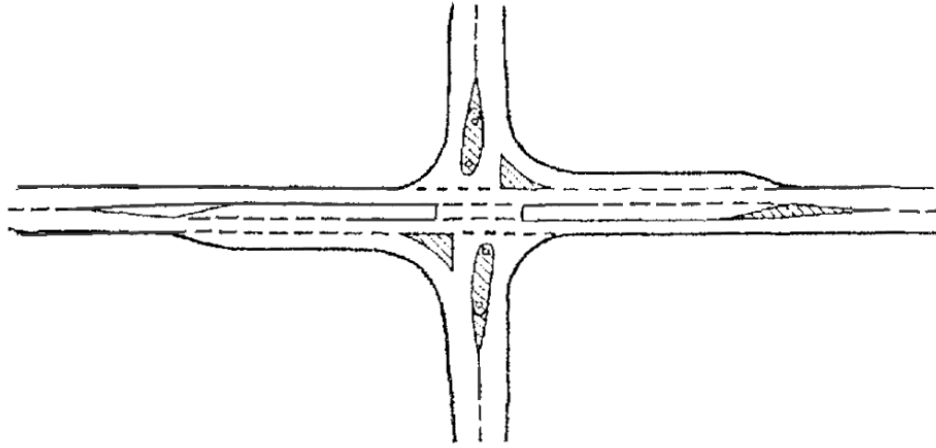


Рисунок 2.1 – Пример транспортной развязки

Достоинства:

- спрямление профиля поворота;
- снижение количества конфликтных точек;
- повышение БДД;
- снижение количества транспортных задержек.

Недостатки:

- зависимость от ландшафта местности;
- большие капитальные вложения.

3) Одноуровневое пересечение с переходно - скоростными полосами

На дорогах I, II и III категории ЛПО и ППО начинаются с полосы торможения и заканчиваются полосой разгона. Полосы торможения и разгона сопрягаются с основными полосами пересекающихся дорог. [6] На рисунке 2.2 представлен пример перекрёстка с полосой торможения и разгона.

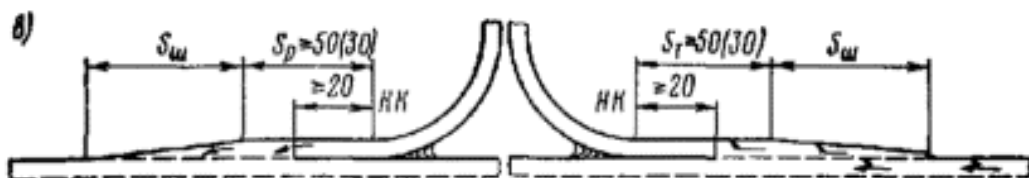


Рисунок 2.2 – Пример транспортной развязки

Достоинства:

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

Недостатки:

- сохранение конфликтных точек в месте сопряжения с основным потоком.

4) Одноуровневое нерегулируемое кольцевое пересечение

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 кольцевые пересечения. [5]

На рисунке 2.3 представлена схема кольцевого пересечения.

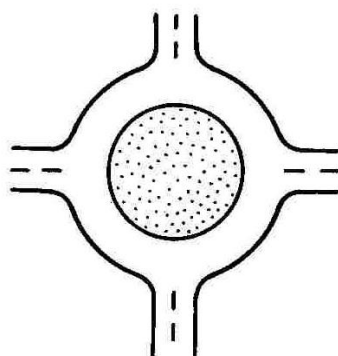


Рисунок 2.3 – Схема кольцевого пересечения

Достоинства:

- простота организации движения;
- отсутствие светофорных объектов;
- высокая пропускная способность.

Недостатки:

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

Рассмотрев достоинства и недостатки каждого мероприятия, делаем вывод, что соблюсти баланс между полученным результатом и затратами можно будет применив обустройство перекрёстка переходно - скоростными полосами и оптимизацию светофорного регулирования.

2.1 Изменение геометрических параметров пересечений

Наиболее удобными для организации движения являются пересечения двух улиц под углом, близким к прямому. При этом поворачивающие потоки могут двигаться по оптимальным траекториям, а пешеходные переходы можно располагать по кратчайшим направлениям.

Пересечения под углами менее 60° затрудняют движение поворачивающих потоков. [1]

2.1.1 Изменение геометрических параметров пересечения ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная

При нынешней организации движения выезд со двора в районе Краеведческого музея несоосен улице Дорожная. Проезд перекрёстка такого типа затруднителен для водителей, особенно при выполнении поворота налево. Перед спрямлением пересечения необходимо изучить ситуационный план (Рисунок 2.4).

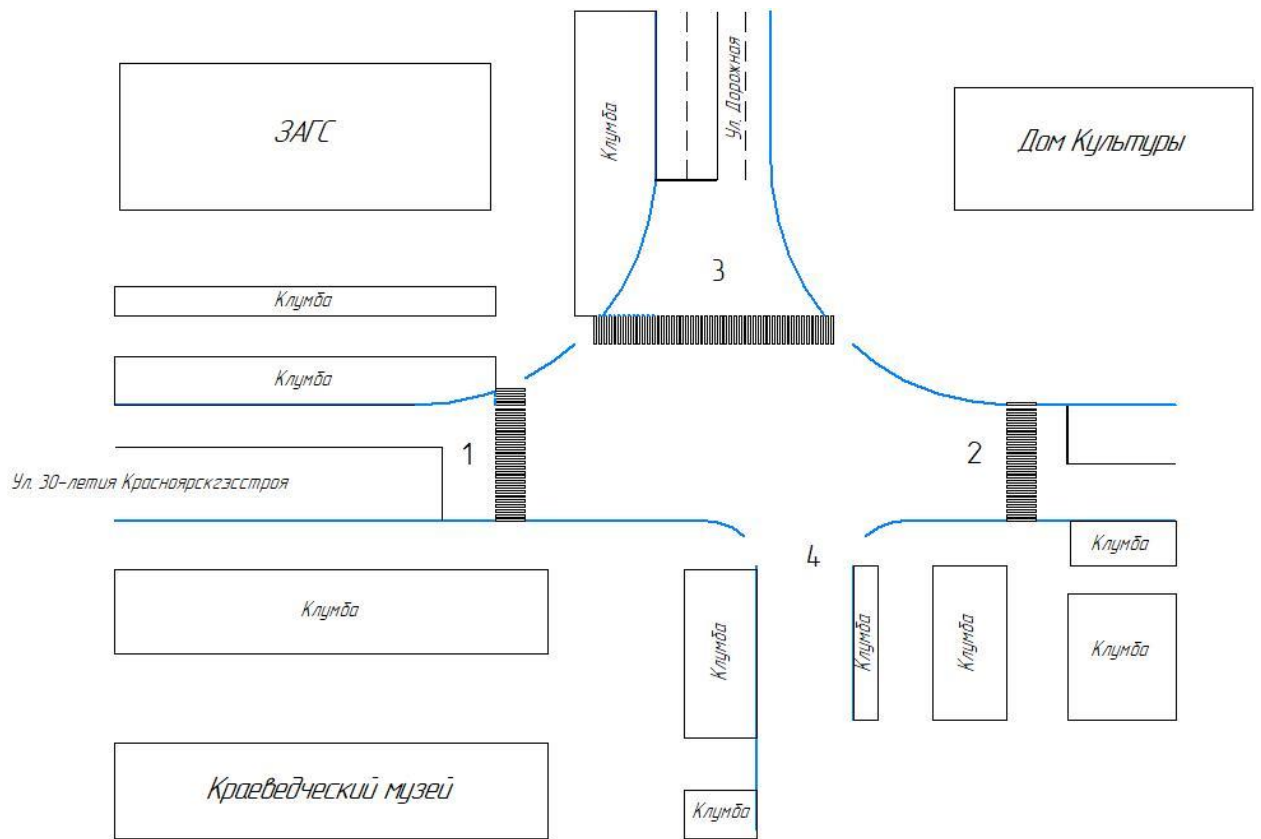


Рисунок 2.4 – Ситуационный план пересечения

Изучив ситуационный план, делаем вывод, что для спрямления помех в виде зданий и сооружений нет. На рисунке 2.5 представлен изменённый ситуационный план с спрямлённым перекрёстком.

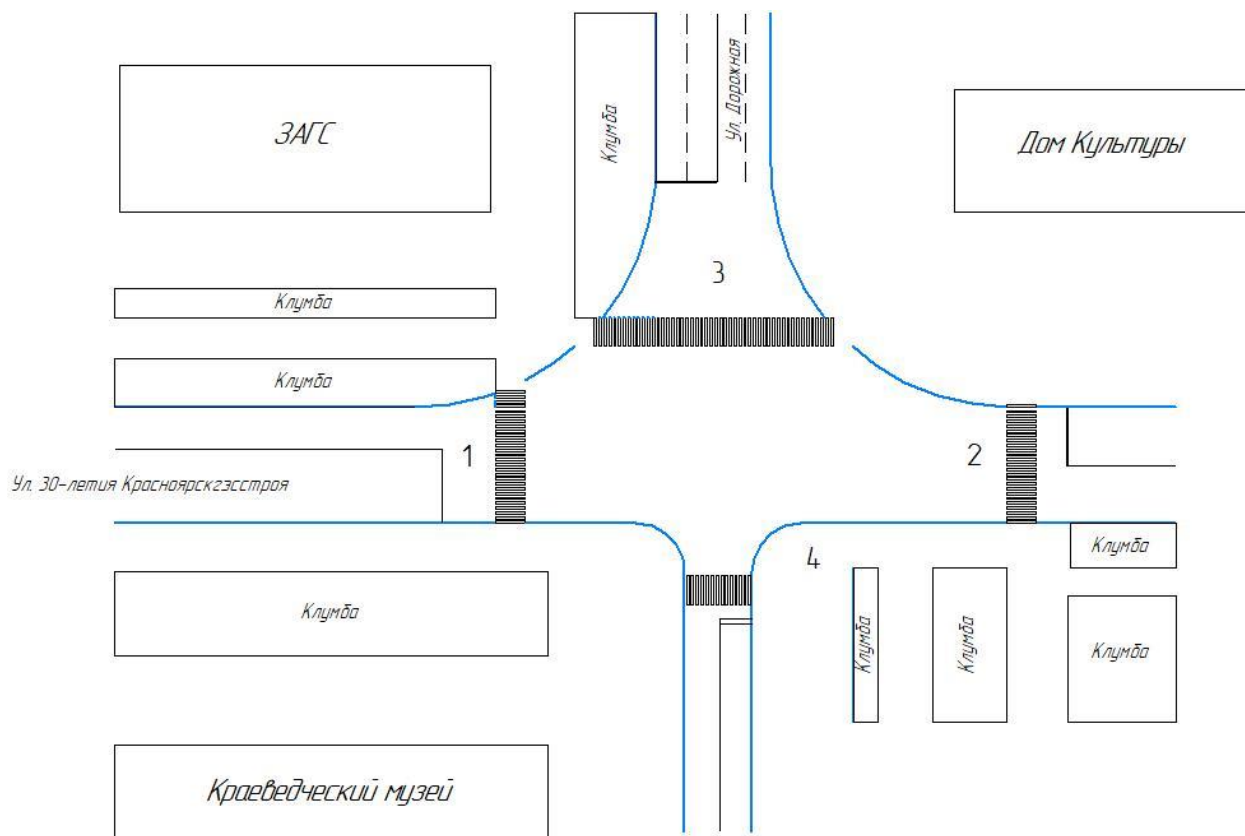


Рисунок 2.5 - Ситуационный план с спрямлённым перекрёстком

Произведено смещение проезжей части влево на 7 м., ширина полосы движения равна 3,5 м., количество полос 2 шт.

2.1.2 Изменение геометрических параметров пересечения ул. Metallургов - ул. Дорожная

При нынешней организации движения пересечение с улицей Metallургов с восточной стороны образует острый угол. Проезд перекрестка такого типа затруднителен для водителей. Перед спрямлением пересечения необходимо изучить ситуационный план (Рисунок 2.6).

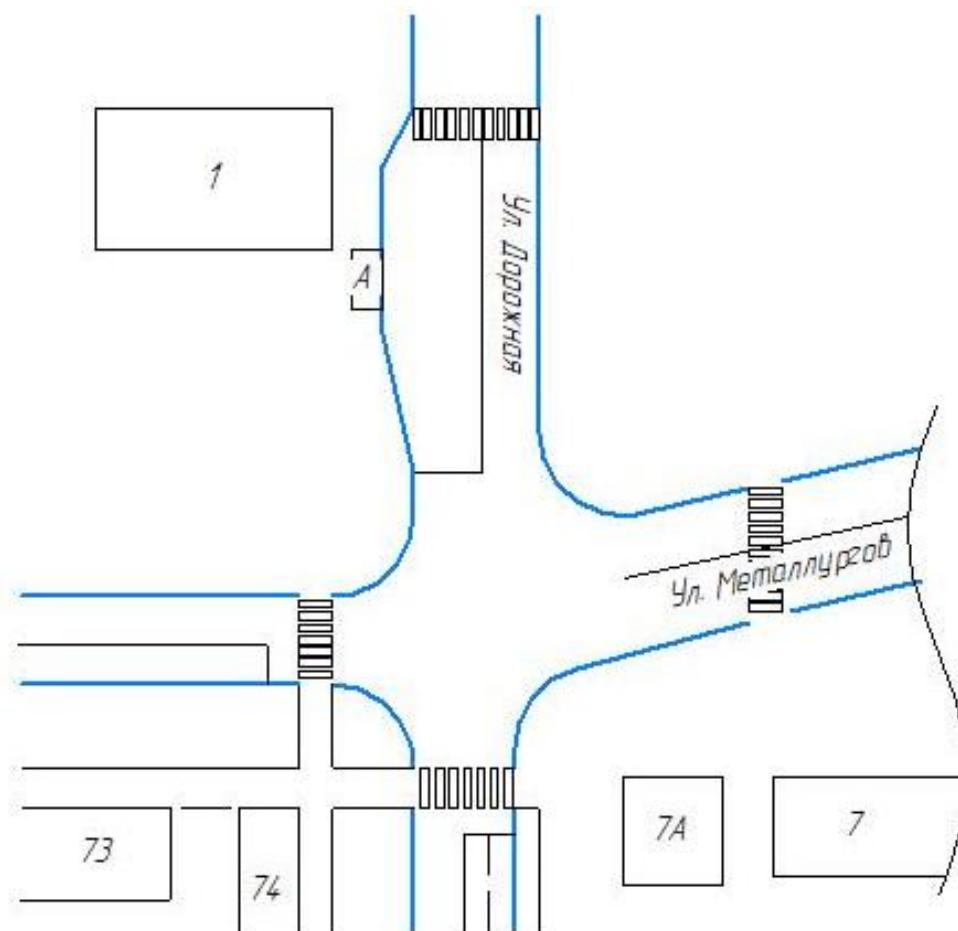


Рисунок 2.6 – Ситуационный план пересечения

Изучив ситуационный план, делаем вывод, что для спрямления помех в виде зданий и сооружений нет. На рисунке 2.7 представлен изменённый ситуационный план с спрямлённым перекрёстком

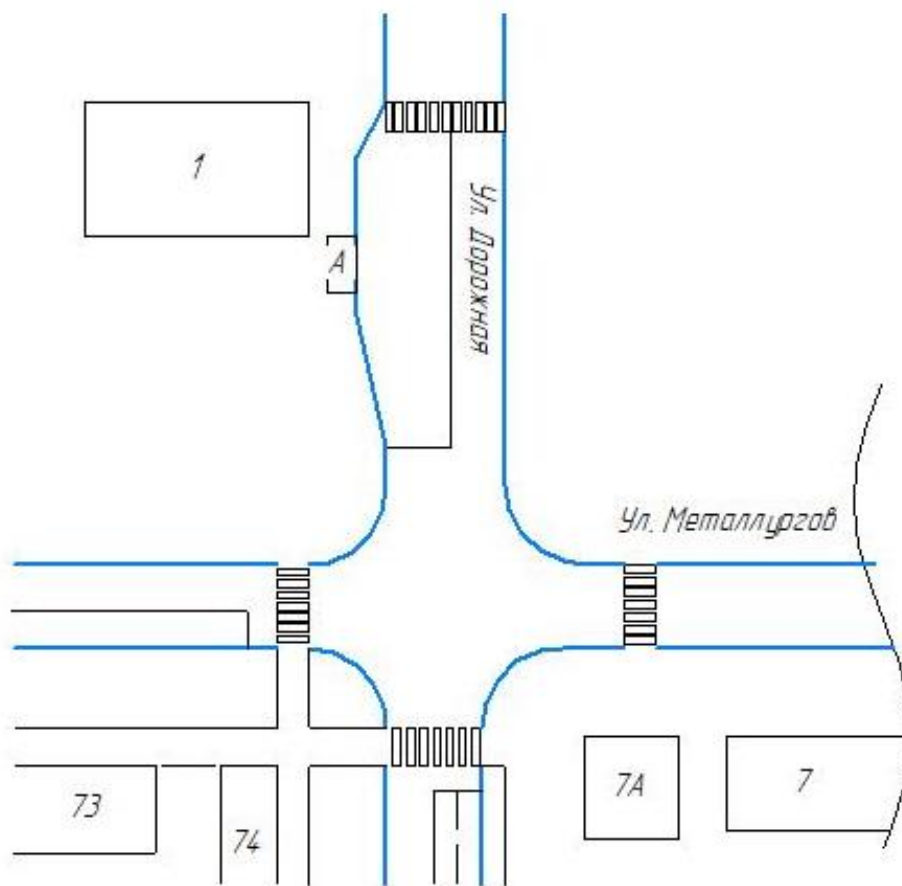


Рисунок 2.7 - Ситуационный план с спрямлённым перекрёстком

Произведено устанение острого угла путем изменения угла поворота на 27° .

В результате изменения геометрических параметров проезд пересечений становится более удобным для водителей, что благоприятно влияет на безопасность дорожного движения.

2.2 Обустройство пересечения переходно - скоростными полосами

Основным недостатком рассматриваемых пересечений является сужение проезжей части до одной полосы, что влечет за собой образование конфликтных точек.

Также в ходе анализа аварийности было выявлено, что преобладающим видом ДТП на данных перекрестках является Столкновение в попутном направлении.

Для устранения данных недостатков предлагается увеличить ширину проезжей части путем организации полос торможения и разгона.

Полосы для торможения и разгона устраивают в дополнение к основным полосам проезжей части, они позволяют увеличить пропускную способность, устранить помехи прямому движению, улучшить организацию движения автомобилей, повысить безопасность и удобство движения и уменьшить время движения.

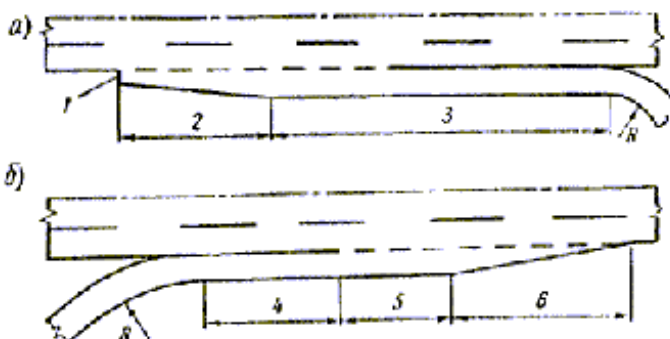


Рисунок 2.8 – Пример полосы торможения (а) и разгона (б)

Полосы торможения и разгона должны устраиваться:

- а) на съездах пересечений в разных уровнях, примыкающих к дорогам I-III категорий, для которых они являются обязательным элементом;
- б) на полностью канализированных пересечениях в одном уровне;
- в) на частично канализированных пересечениях в одном уровне при интенсивности движения по главной дороге более 1000 авт./сут и более 100 авт./сут поворачивающих автомобилей;
- г) на автобусных остановках, площадках отдыха и в других местах согласно СНиП 2.05.02-85. [6]

2.2.1 Обустройство пересечения ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная переходно - скоростными полосами

Для определения параметров полос требуется определить категорию дороги с помощью таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Категории дорог [7]

Параметры элементов дорог	Категории дорог					
	I-a	I-б	II	III	IV	V
Число полос движения	4; 6; 8	4; 6; 8	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3	-
Ширина проезжей части, м	2x7,5; 2x11,25; 2x15	2x7,5; 2x11,25; 2x15	7,5	7	6	4,5
Ширина обочин, м	3,75	3,75	3,75	2,5	2	1,75
Наименьшая ширина укрепленной полосы обочины, м	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	-
Наименьшая ширина разделительной полосы между разными направлениями движения, м	6	5	-	-	-	-
Наименьшая ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м	1	1	-	-	-	-
Ширина земляного полотна, м	28,5; 36; 43,5	27,5; 35; 42,5	15	12	10	8

Делаем вывод, что на данном пересечении дорога III категории.

Согласно СНиП 2.05.02-85 “Автомобильные дороги” длину переходно – скоростных полос следует принимать по таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Длина переходно-скоростных полос

Категории дорог	Предельный угол, %		Длина полос полной ширины, м		Длина отгона полос разгона и торможения, м
	спуск	подъем	разгон	торможение	
I-б и II	40	-	140	110	80
	20	-	160	105	80
	0	0	180	100	80
	-	20	200	95	80

Окончание таблицы 2.2

	-	40	230	90	80
III	40	-	110	85	60
	20	-	120	80	60
	0	0	130	75	60
	-	20	150	70	60
	-	40	170	65	60
IV	40	-	30	50	30
	20	-	35	45	30
	0	0	40	40	30
	-	20	45	35	30
	-	40	50	30	30

Исходя из Таблицы 2.2 делаем вывод, что для дороги III категории длина полосы разгона равна 130м, а торможения - 75м. Однако такая длина в городских условиях нелесообразна. На этот случай есть примечание к таблице: При сопряжении переходно-скоростных полос со съездами, имеющими самостоятельные проезжие части для поворачивающих автомобилей, длину переходно-скоростных полос полной ширины допускается уменьшать, но не менее чем до 50 м для дорог I и II категорий и до 30 м для дорог III категории.

Ширину полос разгона и торможения принимают равной ширине основных полос проезжей части, то есть 3,5 м.

На рисунке 2.9 представлена схема перекрёстка ул. 30-летия Красноярскгэстроя и ул. Дорожная с переходно - скоростными полосами.

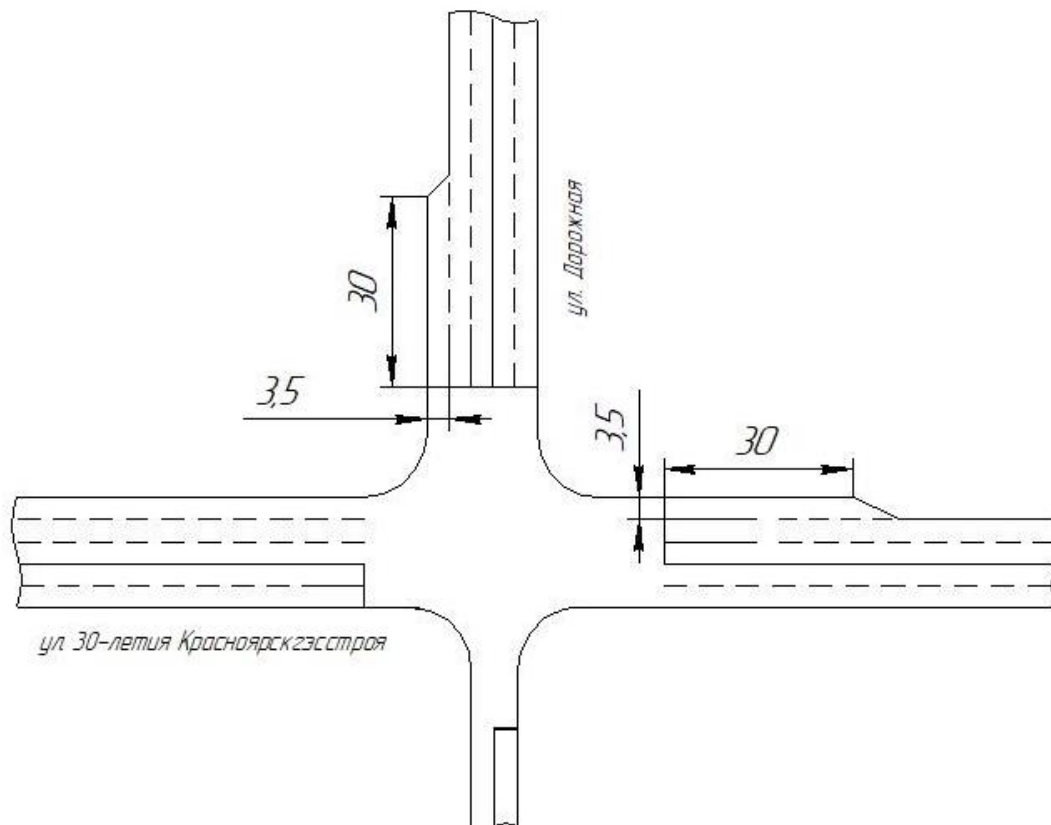


Рисунок 2.9 – Схема перекрёстка с переходно – скоростными полосами

2.2.2 Обустройство пересечения ул. Metallургов - ул. Дорожная переходно - скоростными полосами

Аналогично пункту 2.1.1 определяем категорию дороги, длину и ширину полос торможения и разгона.

Категория дороги III, длина полосы торможения 30 м., длина полосы разгона 30 м, ширина 3,5 м.

На рисунке 2.10 представлена схема перекрёстка ул. Metallургов и ул. Дорожная с переходно - скоростными полосами.

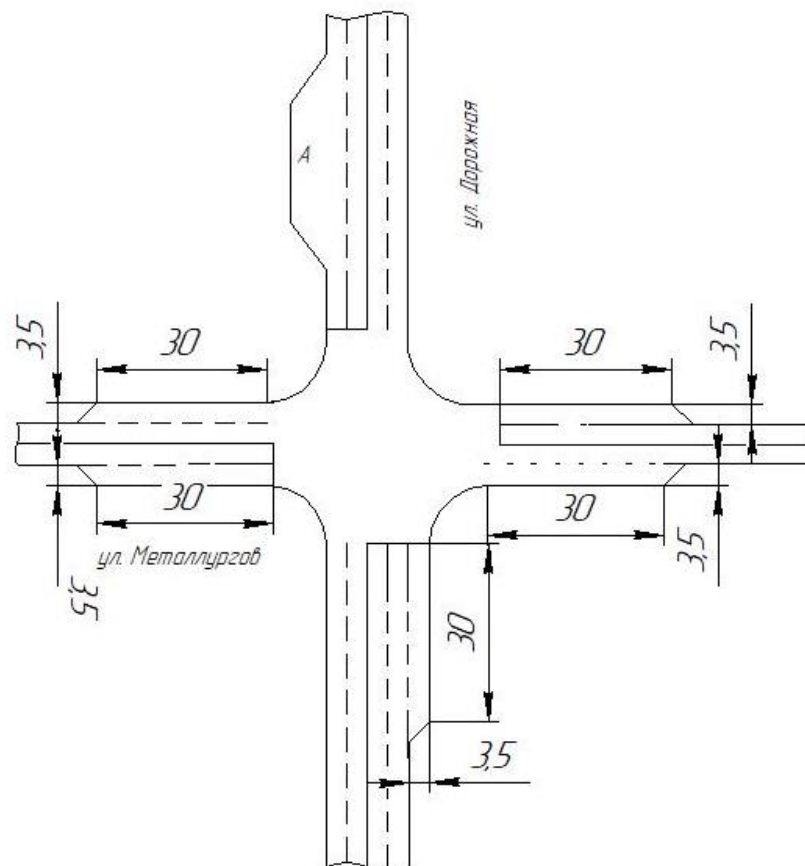


Рисунок 2.10 - Схема перекрёстка с переходно – скоростными полосами

2.3 Организация пешеходного движения на пересечениях ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная

Пешеходное движение – наиболее распространенный вид передвижений людей по территории города.

Тротуары или пешеходные дорожки устраивают на дорогах с твердым покрытием, проходящих через населенные пункты. На дорогах I-III категорий тротуары обязательны на всех участках, проходящих через населенные пункты, независимо от интенсивности движения пешеходов, а также на подходах к населенным пунктам от зон отдыха. Тротуары располагают с обеих сторон дороги, а при односторонней застройке - с одной стороны.

Требование обеспечения движения пешеходов по кратчайшему пути можно считать выполненным, если угол отклонения направления движения от воздушной линии не превышает 30° . Это относится и к расположению в плане улицы планировочных элементов (клумб, разделительных островков, полос озеленения).

При существующей организации движения (Рисунок 1.11, 1.13) недостаток тротуаров не наблюдается, однако они находятся в неудовлетворительном состоянии, необходимо проектирование и обустройство новых тротуаров.

Согласно ГОСТ Р 52766-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования» число полос движения пешеходов на тротуаре и пешеходной дорожке зависит от интенсивности пешеходного движения:

- При суммарной (в двух направлениях) интенсивности пешеходного движения в часы пик до 50 чел./ч тротуар может иметь одну полосу движения, до 1000 чел./ч включительно - не менее двух полос движения.
- При интенсивности пешеходного движения более 1000 чел./ч число полос движения следует увеличивать на одну полосу движения на каждую тысячу человек.

Ширина одной полосы тротуара (пешеходной дорожки) с двумя полосами движения и более должна быть не менее 0,75 м. Минимальная ширина однополосной пешеходной дорожки или тротуара должна быть не менее 1,0 м.

На дорогах и улицах в населенных пунктах вдоль тротуара устраивают пешеходные ограждения по ГОСТ Р 52289 и ГОСТ 33128 или сплошную посадку кустарника, отделяющего пешеходов от проезжей части. Высота кустарника должна быть не более 0,8 м. [8]

На рисунке 2.11 представлена проектируемая схема пешеходного движения на пересечении ул. 30-летия Красноярскгэсстроя и ул. Дорожная.

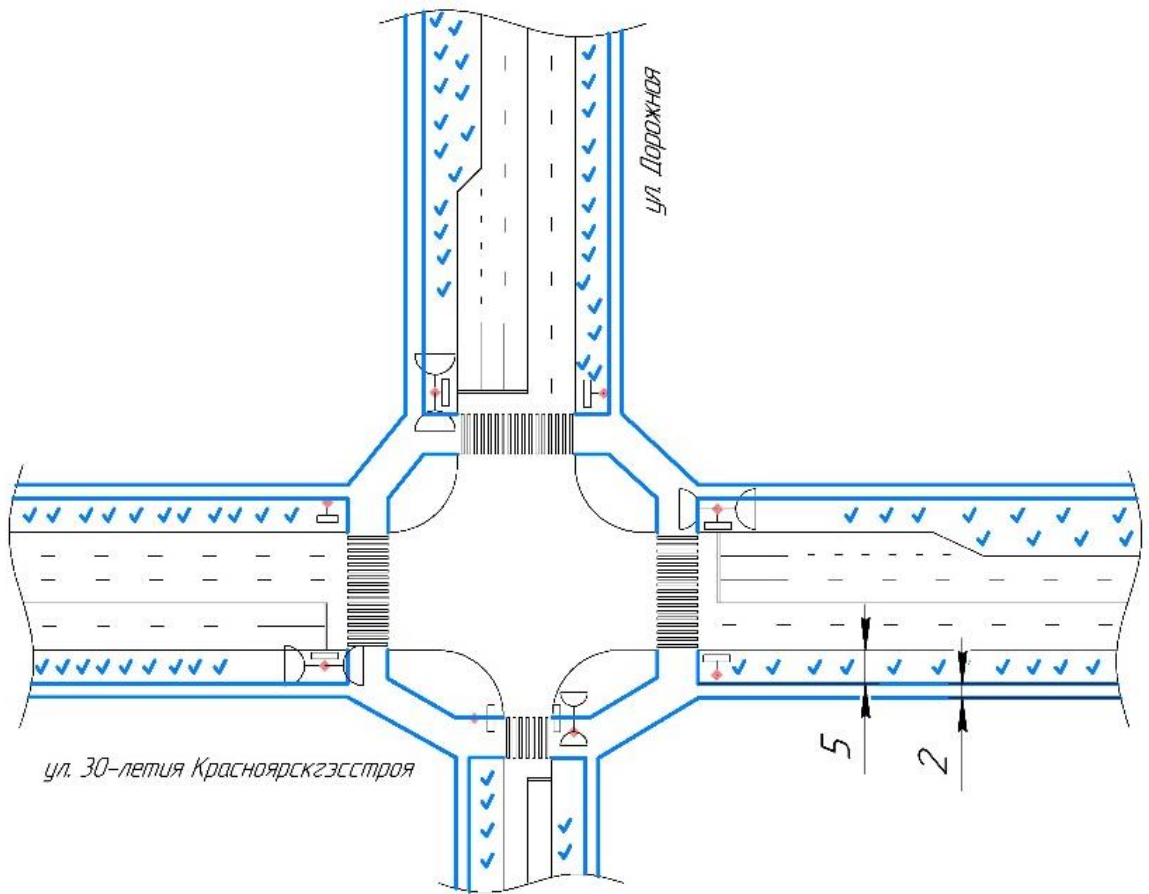


Рисунок 2.11 – Проектируемая схема пешеходного движения
ул. 30-летия Красноярскгэсстрой - ул. Дорожная

На рисунке 2.12 представлена проектируемая схема пешеходного движения ул. Metallургов и ул. Дорожная

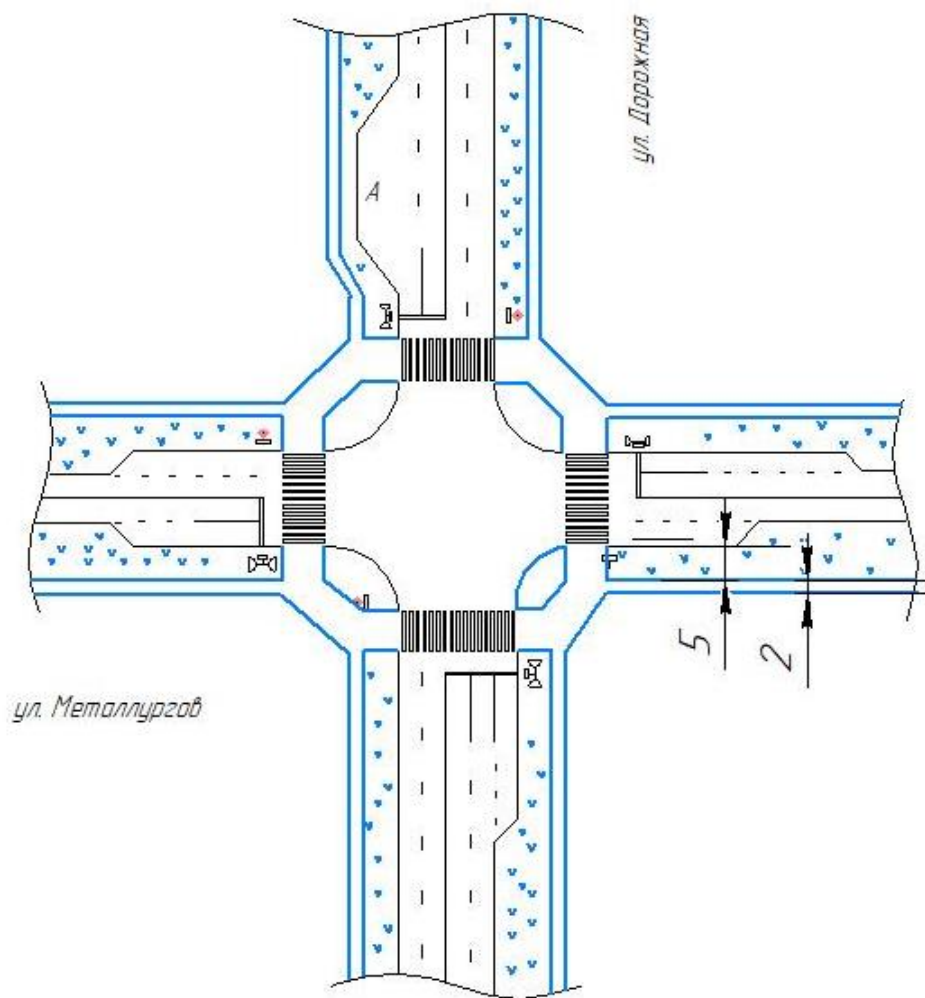


Рисунок 2.12 - проектируемая схема пешеходного движения
ул. Metallургов - ул. Дорожная

В таблице 2.3 приведена сравнительная характеристика тротуаров существующей и проектируемой схемы пешеходного движения.

Таблица 2.3 – Сравнительная характеристика тротуаров

Пересечение	ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная		ул. Metallургов - ул. Дорожная	
	Существующая	Проектируемая	Существующая	Проектируемая
Схема				
Длина общая, м	240	240	240	240
Ширина, м	от 2 до 4	2	от 2 до 3	2
Расстояние от края проезжей части, м	от 2 до 7	5	от 3 до 7	5
Материал	Асфальтобетон, бетон	Асфальтобетон	Асфальтобетон, бетон	Асфальтобетон
Доступность для лиц с ОВЗ	+	+	-	+

Таким образом, проектируемая ширина тротуара на обоих пересечениях равна 2 м., между тротуаром и проезжей частью обустроена сплошная посадка кустарника шириной 5 м.

2.4 Организация светофорного регулирования движения на рассматриваемых участках УДС

Для повышения безопасности движения и снижения числа дорожно-транспортных происшествий применяют технические средства: дорожные знаки, дорожную разметку, светофоры, дорожные ограждения и направляющие устройства. При этом одним из основных средств, обеспечивающих разделение транспортных и пешеходных потоков во времени, являются светофоры. Применение светофорного регулирования позволяет ликвидировать наиболее опасные конфликтные точки.

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 (2.1), ед./час:

$$M_n = 525 \cdot B_{пч}, \quad (2.1)$$

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

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

Формула (1.1) будет справедлива только при ширине проезжей части от 5,4 м до 18 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 (2.2) и (2.3), ед./час:

для одностороннего движения:

$$M_{nij} = \frac{1800}{1+1,525/R} \quad (2.2)$$

для двустороннего движения:

$$M_{nij} = \frac{3000}{1+1,525/R} \quad (2.3)$$

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 (2.4), ед./час:

$$M_n = \frac{525 \cdot \text{ВПЧ} \cdot 100}{a + 1,75 + 1,25 \cdot c} \quad (2.4)$$

где a , b , c – соответственно доли автомобилей, движущихся по полосе в прямом направлении, выполняющих поворот налево или направо;

ВПЧ – 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 (2.5):

$$Y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{ij}} \quad (2.5)$$

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 (2.6), с:

$$T_{\Pi} = \frac{Va}{7,2at} + \frac{3,6(l_i+l_a)}{Va}, \quad (2.6)$$

где Va – средняя скорость движения автомобилей на перегоне и в зоне перекрестка, $Va = 50$ км/ч;

aT – среднее замедление без применения экстренного торможения при включении запрещающего сигнала светофора, $aT = 3$ 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 (2.7), с:

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot T_{\Pi} + 5}{1 - \gamma} \quad (2.7)$$

где T_{Π} – суммарное потерянное время на пересечении, с;

γ – суммарный фазовый коэффициент, характеризующий загрузку пересечения.

Суммарный фазовый коэффициент определяется по формуле (2.8):

$$\gamma = \sum_i^n \gamma_i \quad (2.8)$$

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 (2.9), с:

$$T_{0i} = \frac{(T_{ц} - T_{п})y_i}{\gamma} \quad (2.9)$$

Длительность основных тактов необходимо проверить на обеспечение пропусков в соответствующих направлениях пешеходных потоков согласно формуле (2.10):

$$t_{пеш} = 5 + \frac{B_{пеш}}{V_{пеш}} \quad (2.10)$$

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

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

Зная уточненное значение цикла регулирования, возможно определить расчетную длительность основных тактов. [5]

2.4.1 Расчет фаз светофорного регулирования на пересечении ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная

Расчет фаз светофорного регулирования производится по методике, описанной в пункте 2.4.

Рассчитаем потоки насыщения:

1) для направления 1-2, 1-4 и 1-3 поток насыщения по ул. 30-летия Красноярскгэсстроя находится из расчета, что движение производится по крайней правой полосе прямо и направо, по левой полосе прямо и налево. Рассчитаем процентное соотношение транспорта движущегося прямо (а), налево (b) и направо (с) при ширине проезжей части данного направления 7 м:

$$a = (316/364) \cdot 100 \% = 86,8 \%,$$

$$b = (32/364) \cdot 100 \% = 8,8 \%,$$

$$c = (16/364) \cdot 100 \% = 4,4 \%.$$

Значит, поток насыщения:

$$M_{н12} = 525 \cdot 7 \cdot \frac{100}{86,8+1,75 \cdot 8,8+1,25 \cdot 4,4} = 3413 \text{ ед./час}$$

2) для направления 2-1, 2-3 и 2-4 поток насыщения по ул. 30-летия Красноярскгэстроя находится из расчета, что движение производится по крайней правой полосе прямо и направо, по средней – только прямо, по левой - прямо и налево. Рассчитаем процентное соотношение транспорта движущегося прямо (а), направо (b) и налево (с) при ширине проезжей части данного направления 10,5 м:

$$a = (356/606) \cdot 100 \% = 58,7 \%,$$

$$b = (230/606) \cdot 100 \% = 38 \%,$$

$$c = (20/606) \cdot 100 \% = 3,3 \%.$$

Значит, поток насыщения:

$$M_{н12} = 525 \cdot 10,5 \cdot \frac{100}{58,7+1,75 \cdot 3,3+1,25 \cdot 38} = 4922 \text{ ед./час}$$

3) для направления 3-4 и 3-2 поток насыщения находится из расчета, что движение производится по крайней правой полосе направо, по средней – прямо, по левой полосе – налево. Рассчитаем процентное соотношение транспорта движущегося прямо (а) и налево (b) при ширине проезжей части данного направления 10,5 м:

$$a = (8/226) \cdot 100 \% = 3,5 \%,$$

$$b = (186/226) \cdot 100\% = 82,3 \%.$$

Значит, поток насыщения:

$$M_{н12} = 525 \cdot 10,5 \cdot \frac{100}{3,5+1,75 \cdot 82,3} = 3736 \text{ ед./час}$$

4) для направления 4-3 и 4-1 поток насыщения находится из расчета, что движение производится прямо, направо и налево. Рассчитаем процентное соотношение транспорта движущегося прямо (а) и налево (b) при ширине проезжей части данного направления 3,5 м:

$$a = (56/104) \cdot 100 \% = 53,8 \%,$$

$$b = (16/104) \cdot 100 \% = 15,4 \%.$$

Значит, поток насыщения:

$$M_{н12} = 525 \cdot 3,5 \cdot \frac{100}{53,8+1,75 \cdot 15,4} = 2276 \text{ ед./час}$$

Фазовые коэффициенты находим для каждого направления по формуле (2.5):

$$Y_1 = \frac{364}{3413} = 0,1,$$

$$Y_2 = \frac{606}{4922} = 0,12,$$

$$Y_3 = \frac{226}{3736} = 0,06,$$

$$Y_4 = \frac{104}{2276} = 0,05.$$

За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент u_i принимается наибольшее его значение среди всех фаз. За расчетный фазовый коэффициент принимаем $Y_2 = 0,12$.

Далее определяется длительность промежуточного такта по формуле (2.6):

Для 1 фазы:

$$T_{П1} = \frac{50}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6(25+4)}{50} \approx 5 \text{ с.}$$

Для 2 фазы:

$$T_{П2} = \frac{50}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6(25+4)}{50} \approx 5 \text{ с.}$$

Для 3 фазы:

$$T_{П3} = \frac{50}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6(25+4)}{50} \approx 5 \text{ с.}$$

Для 4 фазы:

$$T_{П4} = \frac{50}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6(25+4)}{50} \approx 5 \text{ с.}$$

Сумма промежуточных тактов равна:

$$\Sigma t_{\text{пi}} = 5 + 5 + 5 + 5 = 20 \text{ с.}$$

Суммарный фазовый коэффициент определяется по формуле (2.8):

$$Y = 0,1 + 0,12 + 0,06 + 0,05 = 0,33.$$

Для нахождения длительности цикла и основных тактов воспользуемся формулой (2.7):

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 * 20 + 5}{1 - 0,33} = 56 \text{ с.}$$

Длительность основного такта в каждой фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту для данной фазы. Так как сумма основных тактов в фазе равна $T_{\text{ц}} - T_{\text{п}}$, находим по формуле (2.9):

$$T_{01} = \frac{(56-5) \cdot 0,1}{0,33} = 15 \text{ с,}$$

$$T_{02} = \frac{(56-5) \cdot 0,12}{0,33} = 19 \text{ с,}$$

$$T_{03} = \frac{(56-5) \cdot 0,06}{0,33} = 12 \text{ с,}$$

$$T_{04} = \frac{(56-5) \cdot 0,05}{0,33} = 10 \text{ с,}$$

Длительность основных тактов необходимо проверить на обеспечение пропусков в соответствующих направлениях пешеходных потоков согласно формуле (2.10):

$$t_{\text{пеш1}} = 5 + \frac{17,5}{1,3} = 18 \text{ с,}$$

$$t_{\text{пеш2}} = 5 + \frac{17,5}{1,3} = 18 \text{ с,}$$

$$t_{\text{пеш3}} = 5 + \frac{17,5}{1,3} = 18 \text{ с,}$$

$$t_{\text{пеш4}} = 5 + \frac{7}{1,3} = 10 \text{ с.}$$

Так как значения не превышают длительность основных тактов, длительность цикла принимаем согласно приведенных расчетов. Структура светофорного цикла и фазный разъезд представлены на рисунках 2.13 – 2.14.

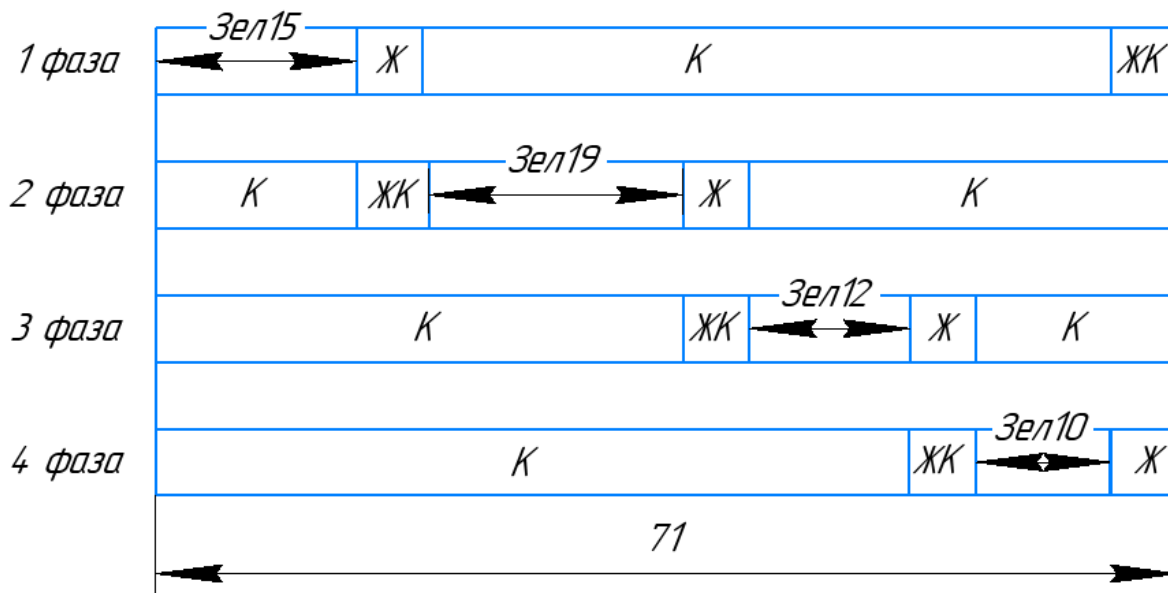


Рисунок 2.13 – Структура светофорного цикла

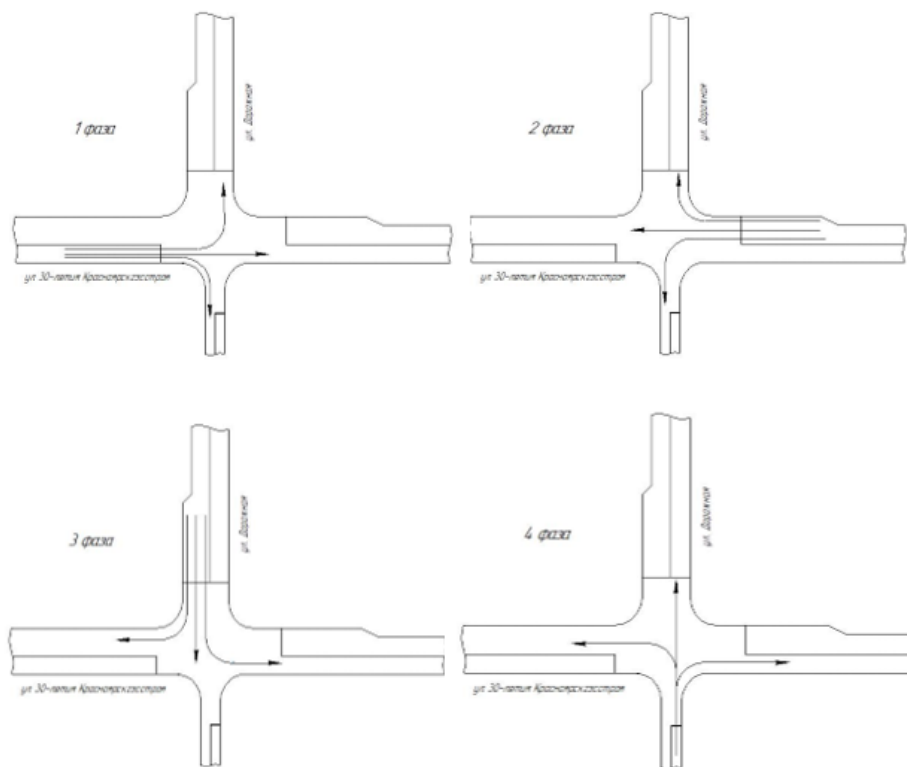


Рисунок 2.14 - Фазный разъезд

Согласно расчетам на пересечении будет организованно четырехфазное светофорное регулирование. Общий цикл регулирования равен 71 секунде.

Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная представлена на рисунке 2.15.

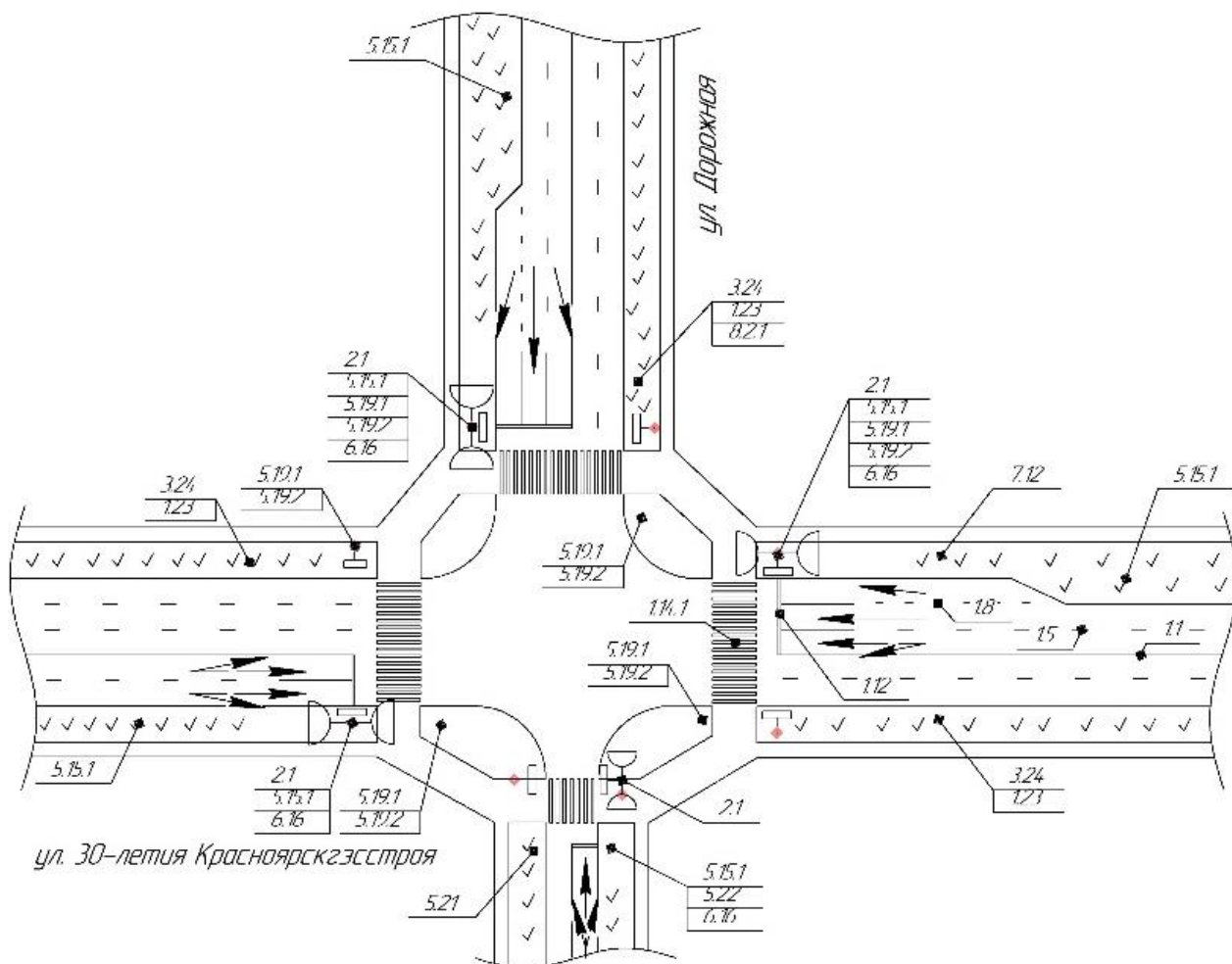


Рисунок 2.15 – Проектируемая схема ОДД




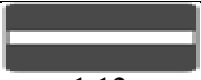


Дислокация дорожных знаков и способ их установки представлены в таблице 2.3. Расположение согласно ГОСТ Р 52289-2019 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств». [9]

Таблица 2.3 – Дислокация дорожных знаков и способ их установки

Вид	№ знака	Обозначение	Кол-во	Способ установки
	2.1	Главная дорога	2	на стойке
	2.4	Уступите дорогу	2	на стойке
	3.24	Ограничение скорости	4	на стойке
	5.15.1	Направление движения по полосам	7	на стойке
	5.19.1 5.19.2	Пешеходный переход	16	на стойке
	6.16	Стоп-линия	4	на стойке
	7.12	Пост дорожно-патрульной службы	1	на стойке

Расположение дорожной разметки согласно ГОСТ Р 51256-2018 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная». [10] Расположение дорожной разметки представлено в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Дислокация дорожной разметки

№ разметки	Тип разметки	Ширина, м	Длина, м
 1.1	Сплошная	0,1	
 1.5	Прерывистая	0,1	Штрих – 2 Разрыв – 6
 1.8	Для обозначения полос разгона или торможения	0,2	Штрих – 1 Разрыв – 3
 1.12	Стоп-линия	0,4	31,5
 1.14.1	Пешеходный переход	4	6
 1.18	Направление движения по полосам	0,75	

2.4.2 Расчет фаз светофорного регулирования на пересечении ул. Metallургов - ул. Дорожная

Расчет фаз светофорного регулирования производится по методике, описанной в пункте 2.4.

Рассчитаем потоки насыщения:

1) для направления 1-2, 1-3 и 1-4 поток насыщения находится из расчета, что движение производится по крайней правой полосе прямо и направо, по левой - налево. Рассчитаем процентное соотношение транспорта движущегося прямо (а), налево (b) и направо (с) при ширине проезжей части данного направления 7 м:

$$a = (208/360) \cdot 100 \% = 58 \%,$$

$$b = (80/360) \cdot 100 \% = 22 \%,$$

$$c = (72/360) \cdot 100 \% = 20 \%.$$

Значит, поток насыщения:

$$M_{н12} = 525 \cdot 7 \cdot \frac{100}{58+1,75 \cdot 22+1,25 \cdot 20} = 3024 \text{ ед./час}$$

2) для направления 2-1, 2-4 и 2-3 поток насыщения находится из расчета, что движение производится по правой полосе прямо и направо, по левой - налево. Рассчитаем процентное соотношение транспорта движущегося прямо (a), налево (b) и направо (c) при ширине проезжей части данного направления 7 м:

$$a = (206/410) \cdot 100 \% = 50,2 \%,$$

$$b = (60/410) \cdot 100 \% = 14,7 \%,$$

$$c = (144/410) \cdot 100 \% = 35,1 \%.$$

Значит, поток насыщения:

$$M_{н12} = 525 \cdot 7 \cdot \frac{100}{50,2+1,75 \cdot 14,7+1,25 \cdot 35,1} = 3068 \text{ ед./час}$$

3) для направления 3-4 и 3-2 поток насыщения находится из расчета, что движение производится по крайней правой полосе прямо и направо, по левой полосе – прямо и налево. Рассчитаем процентное соотношение транспорта движущегося прямо (a) и налево (b) при ширине проезжей части данного направления 7 м:

$$a = (204/464) \cdot 100 \% = 44 \%,$$

$$b = (144/464) \cdot 100\% = 31 \%.$$

Значит, поток насыщения:

$$M_{н12} = 525 \cdot 7 \cdot \frac{100}{44+1,75 \cdot 31} = 3740 \text{ ед./час}$$

4) для направления 4-3 и 4-1 поток насыщения находится из расчета, что движение производится по крайней правой полосе направо, по средней – прямо, по левой полосе – налево. Рассчитаем процентное соотношение транспорта движущегося прямо (а) и налево (b) при ширине проезжей части данного направления 10,5 м:

$$a = (172/392) \cdot 100 \% = 43,8 \%,$$

$$b = (84/392) \cdot 100 \% = 21,4 \%.$$

Значит, поток насыщения:

$$M_{н12} = 525 \cdot 10,5 \cdot \frac{100}{43,8+1,75 \cdot 21,4} = 6785 \text{ ед./час}$$

Фазовые коэффициенты находим для каждого направления по формуле (2.5):

$$Y_1 = \frac{360}{3024} = 0,12,$$

$$Y_2 = \frac{410}{3068} = 0,13,$$

$$Y_3 = \frac{464}{3740} = 0,12,$$

$$Y_4 = \frac{392}{6785} = 0,06.$$

За расчетный (определяющий длительность основного такта) фазовый коэффициент y_i принимается наибольшее его значение среди всех фаз. За расчетный фазовый коэффициент принимаем $Y_1 = 0,94$.

Далее определяется длительность промежуточного такта по формуле (2.6):

Для 1 фазы:

$$T_{П1} = \frac{50}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6(10+4)}{50} \approx 3 \text{ с.}$$

Для 2 фазы:

$$T_{П2} = \frac{50}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6(10+4)}{50} \approx 3 \text{ с.}$$

Для 3 фазы:

$$T_{П3} = \frac{50}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6(10+4)}{50} \approx 3 \text{ с.}$$

Для 4 фазы:

$$T_{П4} = \frac{50}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6(10+4)}{50} \approx 3 \text{ с.}$$

Сумма промежуточных тактов равна:

$$\Sigma t_{ii} = 3 + 3 + 3 + 3 = 12 \text{ с.}$$

Суммарный фазовый коэффициент определяется по формуле (2.8):

$$Y = 0,12 + 0,13 + 0,12 + 0,06 = 0,43.$$

Для нахождения длительности цикла и основных тактов воспользуемся формулой (2.7):

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 * 20 + 5}{1 - 0,43} = 66 \text{ с.}$$

Длительность основного такта в каждой фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту для данной фазы. Так как сумма основных тактов в фазе равна $T_{\text{ц}} - T_{\text{п}}$, находим по формуле (2.9):

$$T_{01} = \frac{(66-5) \cdot 0,12}{0,43} = 18 \text{ с,}$$

$$T_{02} = \frac{(66-5) \cdot 0,13}{0,43} = 19 \text{ с,}$$

$$T_{03} = \frac{(66-5) \cdot 0,12}{0,43} = 18 \text{ с,}$$

$$T_{04} = \frac{(66-5) \cdot 0,06}{0,43} = 10 \text{ с,}$$

Длительность основных тактов необходимо проверить на обеспечение пропусков в соответствующих направлениях пешеходных потоков согласно формуле (2.10):

$$t_{\text{пеш1}} = 5 + \frac{17,5}{1,3} = 18 \text{ с,}$$

$$t_{\text{пеш2}} = 5 + \frac{17,5}{1,3} = 18 \text{ с,}$$

$$t_{\text{пеш3}} = 5 + \frac{17,5}{1,3} = 18 \text{ с,}$$

$$t_{\text{пеш4}} = 5 + \frac{7}{1,3} = 10 \text{ с.}$$

Так как значения не превышают длительность основных тактов, длительность цикла принимаем согласно приведенных расчетов. Структура светофорного цикла и фазный разъезд представлены на рисунках 2.16 – 2.17.

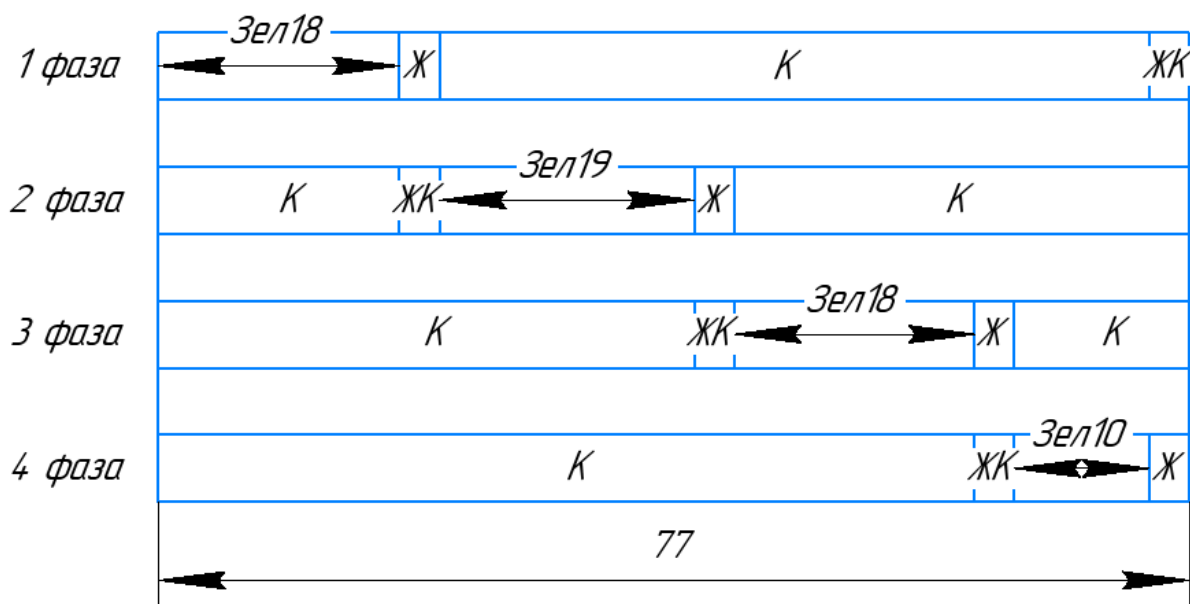


Рисунок 2.16 - Структура светофорного цикла

В таблице 2.5 представлены существующая и проектируемая структура цикла.

Таблица 2.5 – Структуры циклов

Пересечение	Актуальность	Количество фаз	Общее время, сек.
ул. 30-летия Красноярскгэсстрой – ул. Дорожная	Существующая	2	100
	Проектируемая	4	71
ул. Metallургов – ул. Дорожная	Существующая	2	100
	Проектируемая	4	77

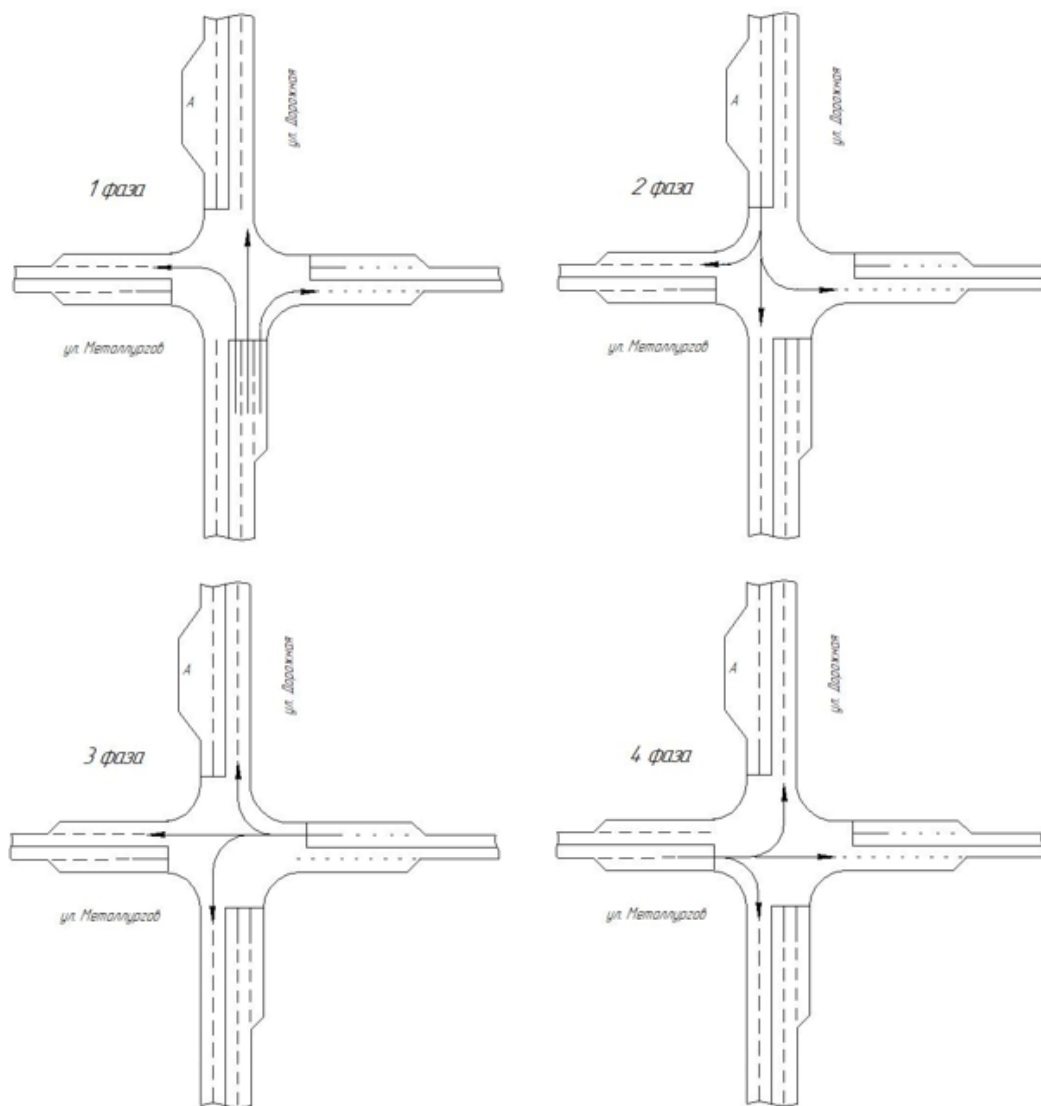


Рисунок 2.17 - Фазный разъезд

Согласно расчетам на пересечении будет организованно четырёхфазное светофорное регулирование. Общий цикл регулирования составит 77 секунд.

Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Metallургов - ул. Дорожная представлена на рисунке 2.18.

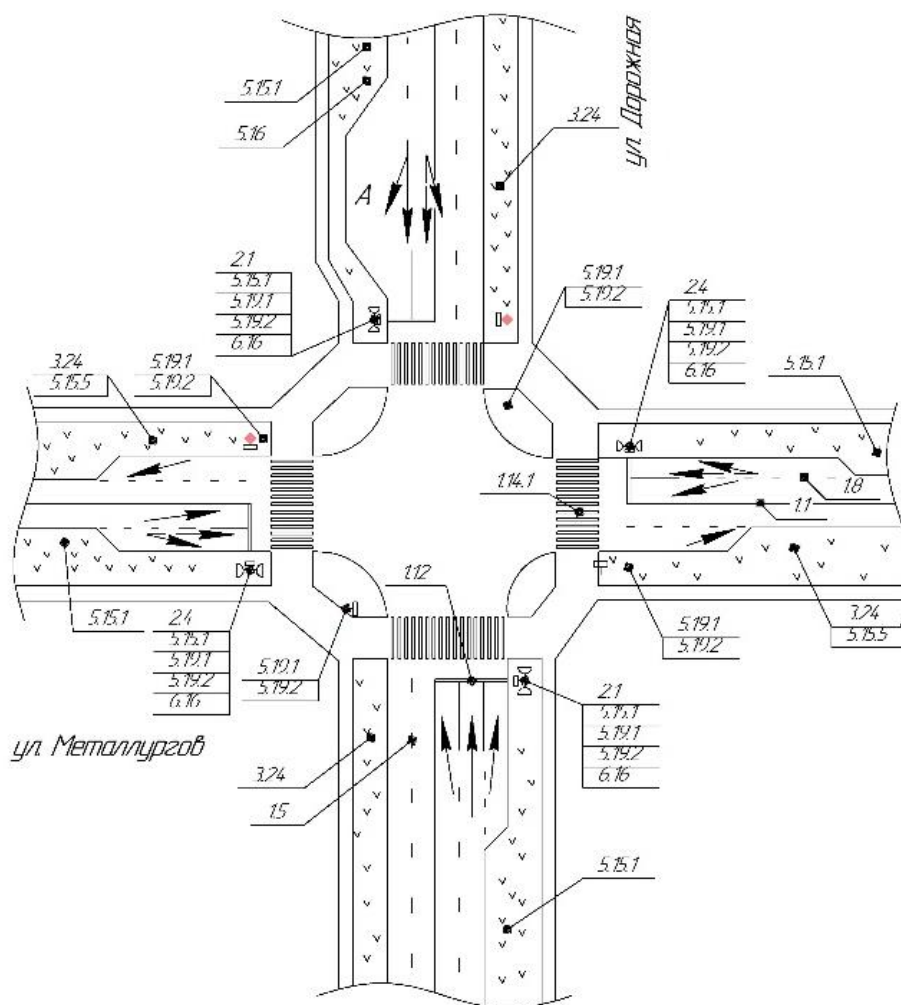


Рисунок 2.18 - Проектируемая схема ОДД







Дислокация дорожных знаков и способ их установки представлены в таблице 2.6. Расположение согласно ГОСТ Р 52289-2019 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств». [9]

Таблица 2.6 – Дислокация дорожных знаков и способ их установки

Вид	№ знака	Обозначение	Кол-во	Способ установки
	2.1	Главная дорога	2	на стойке
	2.4	Уступите дорогу	2	на стойке
	3.24	Ограничение скорости	4	на стойке
	5.15.1	Направление движения по полосам	8	на стойке
	5.15.5	Конец полосы	2	на стойке
	5.16	Место остановки автобуса и (или) троллейбуса	1	на стойке
	5.19.1 5.19.2	Пешеходный переход	16	на стойке
	6.16	Стоп-линия	4	на стойке

Дислокация дорожной разметки согласно ГОСТ Р 51256-2018 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная». [10] Расположение дорожной разметки представлено в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Дислокация дорожной разметки

№ разметки	Тип разметки	Ширина, м	Длина, м
 1.1	Сплошная	0,1	
 1.5	Прерывистая	0,1	Штрих – 2 Разрыв – 6
 1.8	Для обозначения полос разгона или торможения	0,2	Штрих – 1 Разрыв – 3
 1.12	Стоп-линия	0,4	31,5
 1.14.1	Пешеходный переход	4	6
 1.18	Направление движения по полосам	0,75	

2.5 Техническое обеспечение организации и безопасности дорожного движения на рассматриваемых участках УДС

Для повышения дисциплины водителей и контроля за соблюдением ПДД на участке УДС г. Саяногорск ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная предлагается установить комплексы фотовидеофиксации нарушений.

На сегодняшний день на рынке представлено много моделей комплексов фотовидеофиксации. В таблице 2.8 представлены основные характеристики популярных моделей.

Таблица 2.8 – Основные характеристики

Наименование	«Мангуст-М»	«Кордон.Про В»	«Кордон - Кросс»
Изображение			
Количество фиксируемых нарушений ПДД	10	10	18
Количество контролируемых полос движения	6	6	6
Диапазон измерения скорости движения, км/ч.	10 - 310	2 - 280	2 - 300
Диапазон работы, °С.	От -45 до +50	От -45 до +50	От -45 до +50
Гарантия, мес.	24	24	24
Стоимость, тыс. руб.	2 590	2 690	2 830

Проанализировав каждый комплекс можно сделать вывод, что наиболее выгодным вариантом является «Мангуст-М». Данный комплекс состоит из стационарного фотовидеофиксатора нарушений ПДД и сервера для обработки и хранения информации. На рисунке 2.19 представлен внешний вид «Мангуст-М».



Рисунок 2.19 - «Мангуст-М»

Ключевые преимущества комплекса:

- многофункциональность — фиксация нарушений ПДД, автоматическая проверка всех ТС по базам розыска, сбор статистических данных о транспортном потоке, обеспечение круглосуточного видеонаблюдения;
- эффективность — распознавание государственных регистрационных знаков (ГРЗ) и типов ТС без использования внешних или удаленных ресурсов. Автоматическое измерение средней и мгновенной скорости, а также фиксация нарушений ПДД;
- технологичность - минимальное энергопотребление (не более 20 Вт для Мангуст-М). Высокая точность классификации ТС по изображению (не менее 95%), высокая точность распознавания ГРЗ (не менее 97%). Минимальная погрешность в измерении скорости (до 100 км/ч не более ± 1 км/ч, свыше 100 км/ч не более ± 2 км/ч);
- широкий диапазон измеряемых скоростей от 10 км/ч до 310 км/ч;
- соответствие степени защиты оборудования по IP66;
- соответствие требованиям ГОСТ Р 57144-2016 «Специальные технические средства, работающие в автоматическом режиме и имеющие функции фото- и киносъемки, видеозаписи, для обеспечения контроля за дорожным движением»;

- метрологическое подтверждение точности измерения скорости, времени и координат;
- защита передаваемых данных ЭЦП;
- модули распознавания на основе технологий нейронных сетей.

[11]

В таблице 2.9 представлены фиксируемые в автоматическом режиме нарушения ПДД.

Таблица 2.9 – Фиксируемые нарушения

Статья КоАП	Название
12.9 ч. 1,2,3,4	Превышение установленной скорости движения ТС
12.12	Проезд на запрещающий сигнал светофора
12.16 ч.1	Несоблюдение требований, предписанных дорожными знаками или разметкой проезжей части дороги
2.18	Непредоставление преимущества в движении пешеходам или иным участникам дорожного движения

Основным способом монтажа является автономная установка прибора на осветительные, транспортные или светофорные стойки, расположенные вдоль дорог. При перечисленных способах установки требуется постоянный канал связи, по которому полученные материалы будут автоматически передаваться на центральный сервер.

Первично предлагается установить комплексы фотовидеофиксации на пересечении ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная. Выбор связан с большим количеством объектов тяготения пешеходов и как следствие большой интенсивностью движения пешеходов.

На рисунке 2.20 представлена схема дислокации комплексов. Высота установки на стойке равна 10 м.

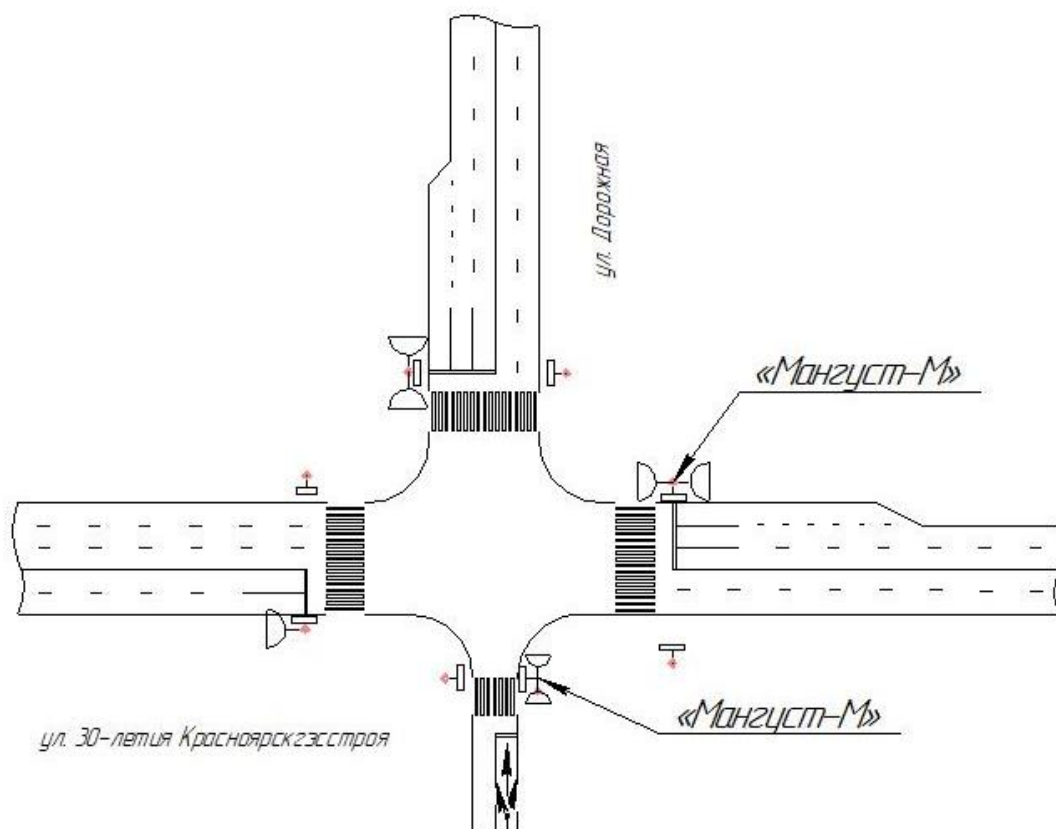


Рисунок 2.20 – Дислокация комплексов «Мангуст-М»

На основании показателей работы комплексов принимать решение об их установке на пересечении ул. Metallургов – ул. Дорожная.

Благодаря размещению на участке УДС ул. 30-летия Красноярскгэсстройа - ул. Дорожная современных средств технического обеспечения, можно добиться повышения дисциплины водителей и как следствие, снижения показателей аварийности.

Вывод: В данном пункте были спроектированы мероприятия для повышения безопасности дорожного движения на выбранном участке улично-дорожной сети, а именно:

- произведен анализ различных мероприятий по повышению БДД с точки зрения эффективности и экономической составляющей;
- изменены геометрические параметры пересечений. Выполнен перенос проезжей части на 7 метров и изменен угол поворота на 27°;

- обустроены переходно - скоростные полосы. Длина каждой равна 30 м., ширина 3,5 м.;
- рассчитаны фазы светофорного регулирования. Общее время светофорного цикла равно 71 и 77 секунд соответственно;
- предложены к установке комплексы фотовидеофиксации «Мангуст-М».

В следующем пункте будет дана экономическая оценка предлагаемым мероприятиям.

3 Определение экономической эффективности мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечениях ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная

В данном дипломном проекте предлагается следующий перечень мероприятий, целью которых является повышение безопасности дорожного движения:

- проект организации движения на пересечении ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная;
- проект организации движения на пересечении ул. Metallургов – ул. Дорожная;

Комплекс мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения включает в себя:

- изменение геометрических параметров пересечений;
- строительство переходно - скоростных полос;
- разметку проезжей части, установку дорожных знаков и светофоров.

Внедрение указанных мероприятий позволит снизить ущерб от ДТП.

3.1 Расчет стоимости мероприятий по обустройству участка ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная

В таблице 3.1, 3.2 и 3.3 описано обустройство пересечения знаками, светофорами, разметкой, переходно - скоростными полосами, тротуарами и камерами фотовидеофиксации.

Таблица 3.1 – Наименование, количество и стоимость требуемого оборудования

Наименование оборудования (включая монтаж)	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
1. Дорожный знак	шт	8	4728,8	37830,4
2. Разметка сплошная одинарная (краска)	км	0,2765	1495,7	413,6
4. Разметка пунктирная	км	0,106	908,7	96,3
5. Разметка пешеходный переход	м ²	139,2	181,43	25256
6. Установка светофоров П1	объект	4	15636	62544
7. Установка камеры фотовидеофиксации	шт	2	2 590 000	5 180 000
Итого				5306140,3
Транспортно – заготовительные расходы (7%)				371429,8
Итого сметная стоимость				5677570,1

Площадь одной переходно – скоростной полосы:

$$30 \cdot 3,5 = 105 \text{ м}^2$$

Общая площадь переходно – скоростных полос на пересечении:

$$105 \cdot 3 = 315 \text{ м}^2$$

Таблица 3.2 – Смета на устройство переходно – скоростных полос

Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
1. Разборка бордюрного камня (бетон)	100 м	2,4	862,18	2069,2

Окончание таблицы 3.2

2. Установка бортовых камней (бетон)	100 м	2,4	6028,6	14468,6
3. Устройство оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40-70	1000 м ²	0,315	38191,4	12030,3
4. Устройство подстилающих и выравнивающих слоёв оснований (песок)	100 м ³	31,5	3886,84	122435,46
5. Устройство покрытия (4 см) из горячих асфальтобетонных смесей пористых крупно – зернистых (плотность 3т/м ³)	1000 м ²	0,305	45202,3	13786,7
6. Устройство покрытия (4 см) из горячих асфальтобетонных смесей плотных мелко – зернистых	1000 м ²	0,305	47881,5	14603,9
7. Вывоз мусора (самосвал)	т	15	16,97	254,55
Итого				179648,7
Накладные расходы (17,5%)				31438
Итого сметная стоимость				211086,7
Плановые накопления (6%)				12665,2
Всего сметная стоимость				223751,9

Площадь тротуара с одной стороны проезжей части 480 м²

Общая площадь тротуаров 1920 м²

Таблица 3.3 – Смета на устройство тротуаров

Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
Установка деревянного поребрика из брусков 50×60	100м	2,4	5604,3	14010,75
Устройство оснований толщиной 15 см из щебня	1000 м ²	1,92	32649,0	62686,08
Устройство покрытия толщиной 4 см из горячих АБС	1000 м ²	1,92	32649,0	62686,08
Итого прямых затрат				139382,91
Накладные расходы (17,5%)				24392,0
Всего сметная стоимость				163774,91

3.2 Расчет стоимости мероприятий по обустройству участка ул. Metallургов – ул. Дорожная

В таблице 3.4 и 3.5 описано обустройство пересечения знаками, светофорами, разметкой, переходно - скоростными полосами и тротуарами.

Таблица 3.4 – Наименование, количество и стоимость требуемого оборудования

Наименование оборудования (включая монтаж)	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
1. Дорожный знак	шт	22	4728,8	104033,6
2. Разметка сплошная одинарная (краска)	км	0,2015	1495,7	301,4
4. Разметка пунктирная	км	0,69	908,7	627
5. Разметка пешеходный переход	м ²	103,2	181,43	18723,2
6. Установка светофоров П1	объект	4	15636	62544
Итого				186229,2
Транспортно – заготовительные расходы (7%)				13036,2
Итого сметная стоимость				199265,4

Площадь одной переходно – скоростной полосы:

$$30 \cdot 3,5 = 105 \text{ м}^2$$

Общая площадь переходно – скоростных полос на пересечении:

$$105 \cdot 6 = 630 \text{ м}^2$$

Таблица 3.5 – Смета на на устройство дорожной одежды

Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
1. Разборка бордюрного камня (бетон)	100 м	1,8	862,18	1551,9
2. Установка бортовых камней (бетон)	100 м	1,8	6028,6	10851,5
3. Устройство оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40-70	1000 м ²	0,63	38191,4	24060,6
4. Устройство подстилающих и выравнивающих слоёв оснований (песок)	100 м ³	63	3886,84	244870,9
5. Устройство покрытия (4 см) из горячих асфальтобетонных смесей пористых крупно – зернистых (плотность 3т/м ³)	1000 м ²	0,63	45202,3	28477,5
6. Устройство покрытия (4 см) из горячих асфальтобетонных смесей плотных мелко – зернистых	1000 м ²	0,63	47881,5	30165,3
7. Вывоз мусора (самосвал)	т	25	16,97	424,25
Итого				340402
Накладные расходы (17,5%)				60602
Итого сметная стоимость				401004
Плановые накопления (6%)				24061
Всего сметная стоимость				425065

Так как характеристики тротуаров на обоих пересечениях идентичны, то стоимость их обустройства принимаем равной 163774,91 руб.

В таблице 3.6 предстала сумма всех затрат на реконструкцию пересечений.

Таблица 3.6 – Сводная смета на реконструкцию пересечений

Наименование объекта	Сметная стоимость, руб.
Пересечение ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная	6 065 096,91
Пересечение ул. Metallургов – ул. Дорожная	788 105,31
Всего	6 853 202,22

3.3 Расчет снижения ущерба от ДТП в результате внедрения мероприятий

Определим величину ущерба от ДТП в существующих условиях:

$$C_{\text{ДТП}}^{\text{сущ}} = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \Pi_i + \sum_{i=1}^n K_i \cdot M_i,$$

где W_i – количество пострадавших людей (по каждому виду травмы), чел.;

Π_i - потери от вовлечения одного члена общества в ДТП в зависимости от вида травмы, руб.;

K_i – количество поврежденных автомобилей (по типам);

M_i – материальный ущерб от повреждения транспортных средств, в зависимости от типа, руб.

Из общего количества людей получивших ранения, согласно статистическим данным, 7% становятся инвалидами. Количество поврежденных ТС принимаем равным количеству ДТП. [12]

На основании данных по статистике ДТП на рассматриваемых участках рассчитаем величину ущерба в существующих условиях.

Ущерб от вовлечения в ДТП граждан в зависимости от травмы на пересечении ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Ущерб от вовлечения в ДТП граждан в зависимости от травмы

Тяжесть ранения	Количество пострадавших, чел.	Ущерб, тыс. руб.	Сумма ущерба, тыс. руб.
Легкое ранение	10	55	550
Тяжелое ранение	4	282	1128
Ранение, приведшее к инвалидности	2	805	1610
Летальный исход	0	0	0
Всего ущерб			3288

Ущерб от вовлечения в ДТП транспортных средств на пересечении ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Ущерб от вовлечения в ДТП транспортных средств

Тип транспортного средства	Количество транспортных средств, ед.	Материальный ущерб, тыс. руб.	Сумма ущерба, тыс. руб.
Легковые автомобили	8	48	384
Всего ущерб			384

Ущерб от вовлечения в ДТП граждан в зависимости от травмы на пересечении ул. Metallургов – ул. Дорожная представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 - Ущерб от вовлечения в ДТП граждан в зависимости от травмы

Тяжесть ранения	Количество пострадавших, чел.	Ущерб, тыс. руб.	Сумма ущерба, тыс. руб.
Легкое ранение	8	55	440
Тяжелое ранение	3	282	846
Ранение, приведшее к инвалидности	1	805	805
Летальный исход	0	0	0
Всего ущерб			2091

Ущерб от вовлечения в ДТП транспортных средств на пересечении ул. Metallургов – ул. Дорожная представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Ущерб от вовлечения в ДТП транспортных средств

Тип транспортного средства	Количество транспортных средств, ед.	Материальный ущерб, тыс. руб.	Сумма ущерба, тыс. руб.
Легковые автомобили	6	48	288
Всего ущерб			288

3.4 Определение величины ущерба от ДТП в проектируемых условиях

$$C_{ДТП}^{пр} = C_{ДТП}^{сущ} \cdot K_{n1} \cdot K_{n2} \cdot K_{np}$$

где K_{n1} , K_{n2} , K_{np} – коэффициенты, характеризующие величину оставшегося ущерба после проведения мероприятий (первого, второго, n - го).
[12]

В таблице 3.11 представлены расчеты экономии от снижения количества ДТП

Таблица 3.11 – Экономия от снижения количества ДТП

Наименование пересечения	Предлагаемые мероприятия	Ущерб от ДТП, тыс. руб.			Экономия, тыс. руб.
		K_n	$C_{сущ}$	$C_{пр}$	
ул. 30-летия Красноярскгэсстрой - ул. Дорожная	1.Нанесение разметки;	0,56	3672	226,7	3445,3
	2. установка знаков;	0,63			
	3. устройство полос разгона и торможения;	0,5			
	4. пешеходные тротуары;	0,7			
	5. камеры фотовидеофиксации.	0,5			
ул. Metallургов – ул. Дорожная	1.Нанесение разметки;	0,56	2379	293,8	2085,2
	2. установка знаков;	0,63			
	3. устройство полос разгона и торможения;	0,5			
	4. пешеходные тротуары.	0,7			
Итого			6051	520,5	5530,5

3.5 Расчет показателей экономической эффективности проекта

Согласно таблице 3.11, ожидаемая величина ущерба от ДТП – 5530,5 тыс. руб.

Коэффициент экономической эффективности $E_э$ определяется по формуле:

$$E_э = \frac{\Delta C}{K_m},$$

где K_m – затраты на мероприятия проекта [11] (таблица 3.5).

$$E_э = \frac{5530,5}{6853,2} = 0,8.$$

Срок окупаемости затрат:

$$T_{ок} = \frac{K_m}{\Delta C};$$

$$T_{ок} = \frac{6853,2}{5530,5} \cdot 12 \text{мес} = 14,9 \text{ мес.}$$

Вывод: Полученные показатели в экономической части данного проекта показали, что мероприятия по повышению безопасности дорожного движения на пересечениях ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная города Саяногорска дают снижения ущерба от ДТП в размере 5530,5 тыс. руб., срок окупаемости затрат составил 14,9 мес., что означает высокую эффективность предлагаемых мероприятий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной Выпускной Квалификационной Работе в соответствии с темой были разработаны мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения на участке УДС г. Саяногорска ул. 30-летия Красноярскгэсстроя - ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная.

Анализ пересечений показал следующее:

- на 1000 жителей города приходится 80 транспортных средств всех типов;
- общая протяженность дорог равна 20970 м.;
- за период с 2019 по 2021 год на рассматриваемых пересечениях произошло 19 ДТП с 50 пострадавшими;
- суммарная интенсивность движения пересечений в час пик равна 2926 ед.;

Выполненные мероприятия:

- изменены геометрические параметры пересечений. Выполнен перенос проезжей части на 7 метров и изменен угол поворота на 27°;
- обустроены переходно - скоростные полосы. Длина каждой равна 30 м., ширина 3,5 м.;
- рассчитаны фазы светофорного регулирования. Общее время светофорных циклов на пересечениях равны 71 и 77 секунд соответственно;
- установлены комплексы фотовидеофиксации «Мангуст-М»;
- снижение ущерба от ДТП в размере 5530,5 тыс. руб.;
- срок окупаемости затрат равен 14,9 мес.

Предложенные мероприятия должны привести к увеличению пропускной способности участков УДС, снижению аварийности и экономическому эффекту в долгосрочной перспективе.

Эффективность предлагаемых мероприятий подтверждена экономическими расчетами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Баймиструк А.С. Транспортная планировка городов : учебное пособие / А.С. Баймиструк ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Курганский государственный университет. - Курган : Издательство Курганского государственного университета, 2008. – 81 с.
- 2 Карта ДТП [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: – <https://dtp-stat.ru/>
- 3 ОДМ 218.6.003-2011 Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах. Введ. 2013-02-27. Москва: ФГУП "РОСДОРНИИ", 2013 – 69 с.
- 4 Показатели состояния дорожного движения [Электронный ресурс]: Статистика – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/>
- 5 Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения: Учебник для вузов / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М.: ИКЦ Академкнига, 2005. – 279 с.
- 6 ГОСТ Р 52766-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. Введ. 23.10.2007. - Москва: Стандартинформ, 2008. – 53с.
- 7 Автомобильные дороги. Строительные нормы и правила. СНиП 2.05.02-85 (утв. Постановлением Госстроя СССР от 17.12.85 N 233) (ред. от 08.06.95).
- 8 ГОСТ 33150—2014 Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование пешеходных и велосипедных дорожек. Общие требования. Введ. 2016-02-01. Москва: Стандартинформ, 2015 – 11с.
- 9 ГОСТ Р 52289 – 2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. Введ. 01.01.2006. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 93с.

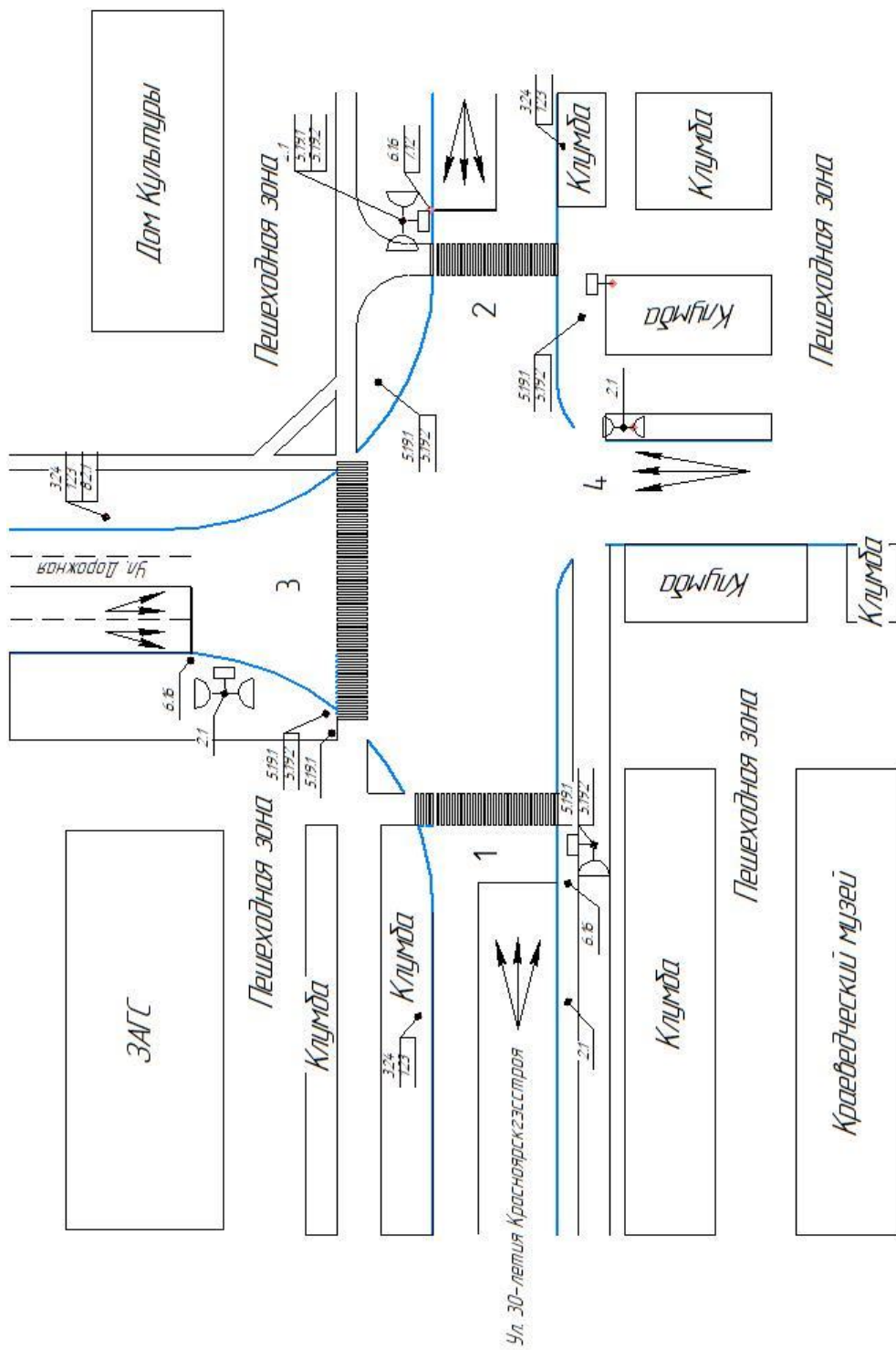
10 ГОСТ Р 51256-2018 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования. Введ. 2018-06-01. Москва: Стандартинформ, 2018 – 47с.

11 Комплексы автоматической фотовидеофиксации "Мангуст" [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: – <http://www.simicon.ru/rus/product/>

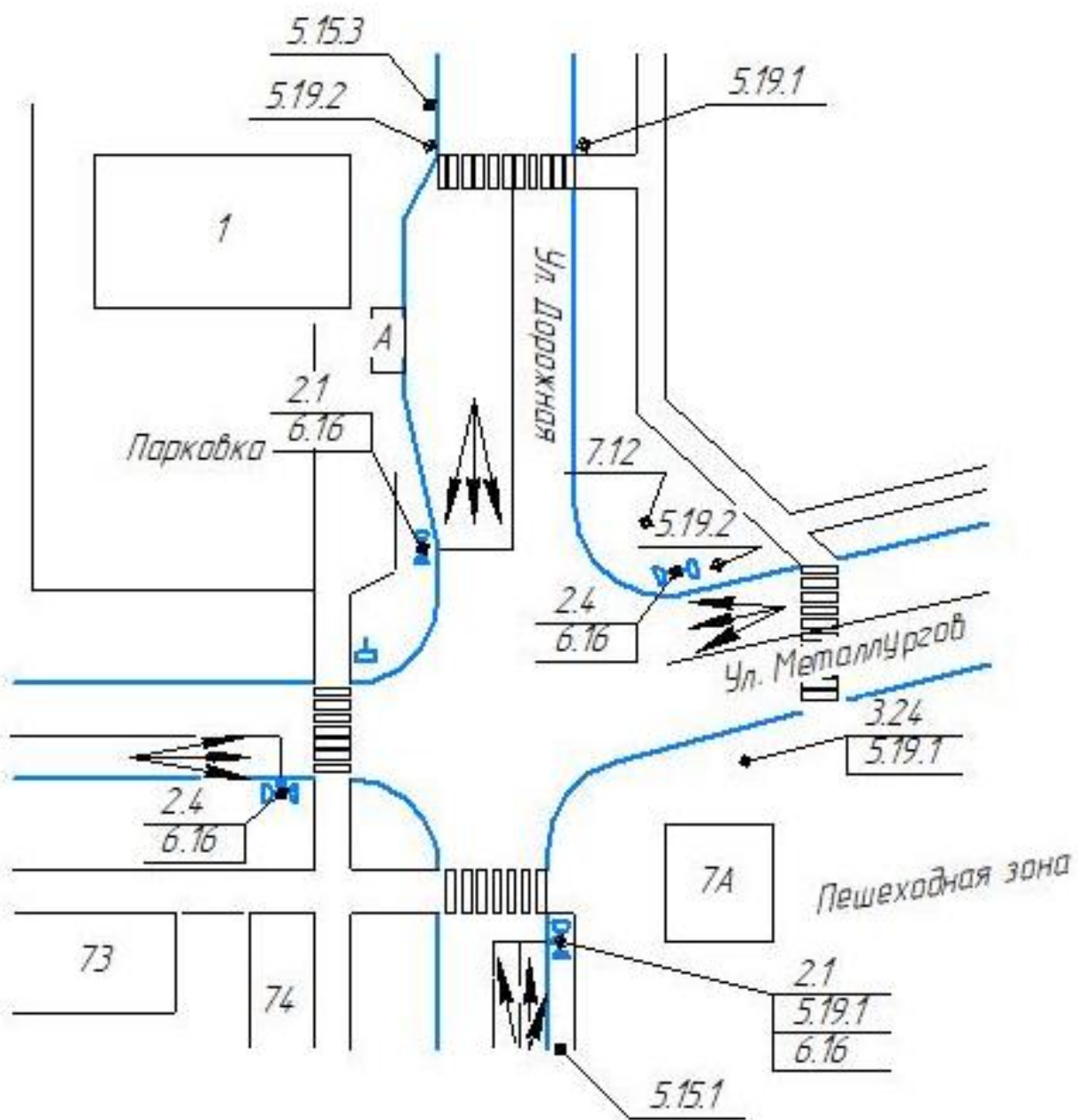
12 Ильина, Н. В. Экономическое обоснование мероприятий по повышению безопасности движения: Метод. указание / Н. В. Ильина. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 27 с.

13 СТУ 7.5 – 07 – 2021. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Красноярск. СФУ, 2021. – 61 с.

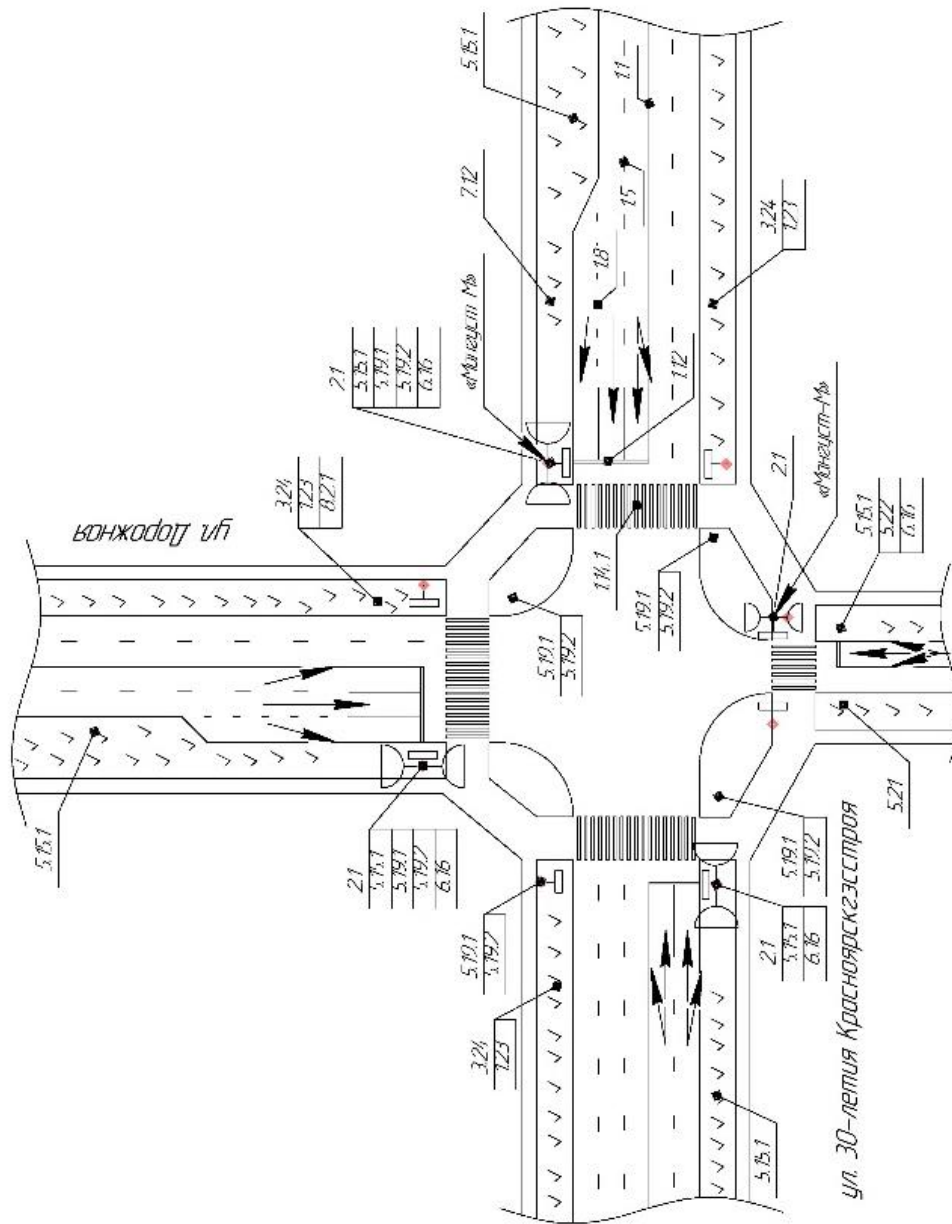
ПРИЛОЖЕНИЕ А-Г
Листы графической части



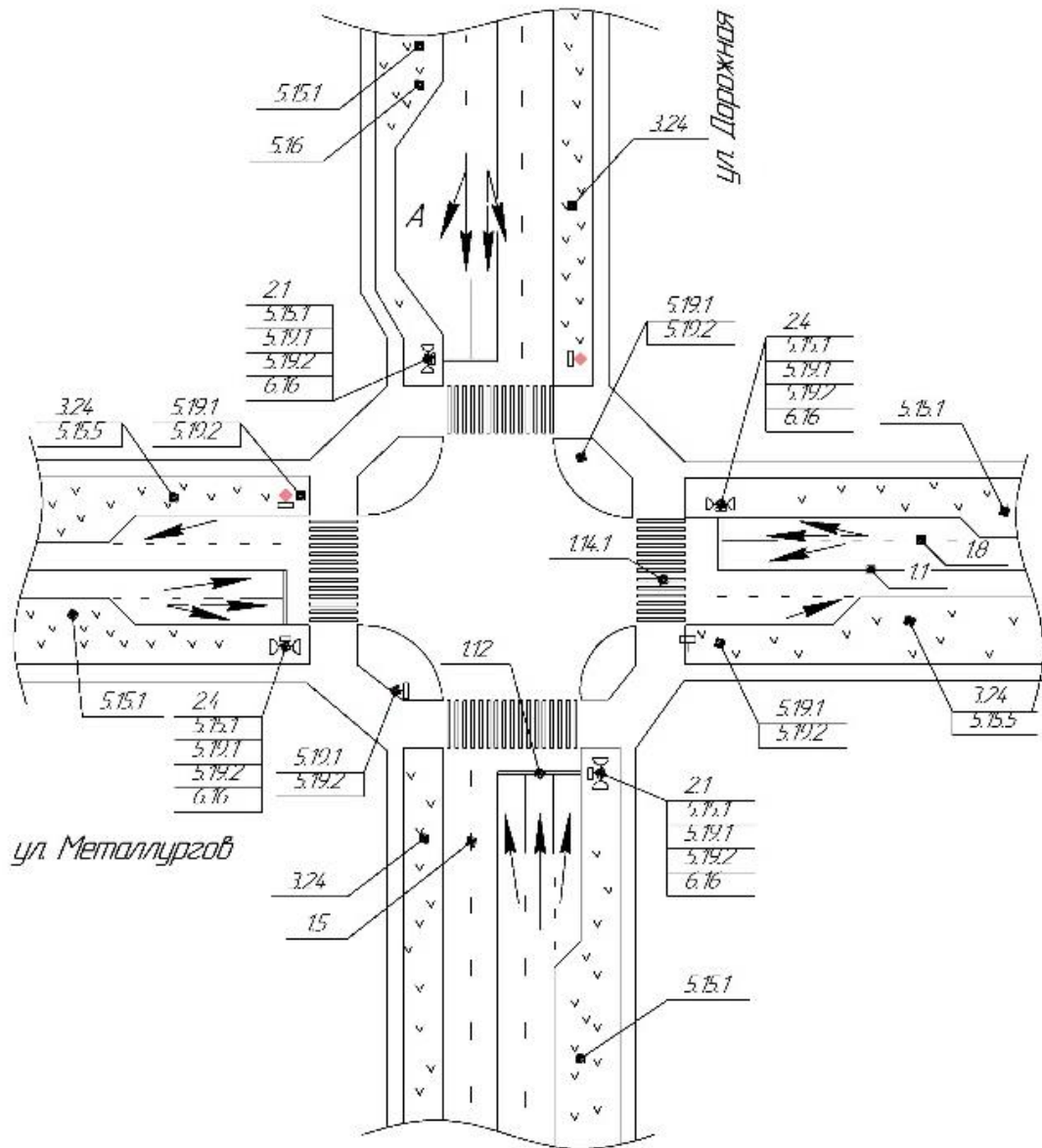
Существующая схема перекрестка
ул. 30-летия Красноярскгэсстройа – ул. Дорожная



Существующая схема перекрестка
ул. Metallургов – ул. Дорожная



Проектируемая схема перекрестка
ул. 30-летия Красноярскгэстроя – ул. Дорожная



Проектируемая схема перекрестка
ул. Metallургов – ул. Дорожная

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
Презентационный материал

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

Политехнический институт
Кафедра «Транспорт»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01.09 – Организация и безопасность движения

«Совершенствование организации и повышение безопасности дорожного движения в городе Саяногорск»

Руководитель
Выпускник

канд. техн. наук А. С. Кашура
А. М. Сурков

Красноярск 2022

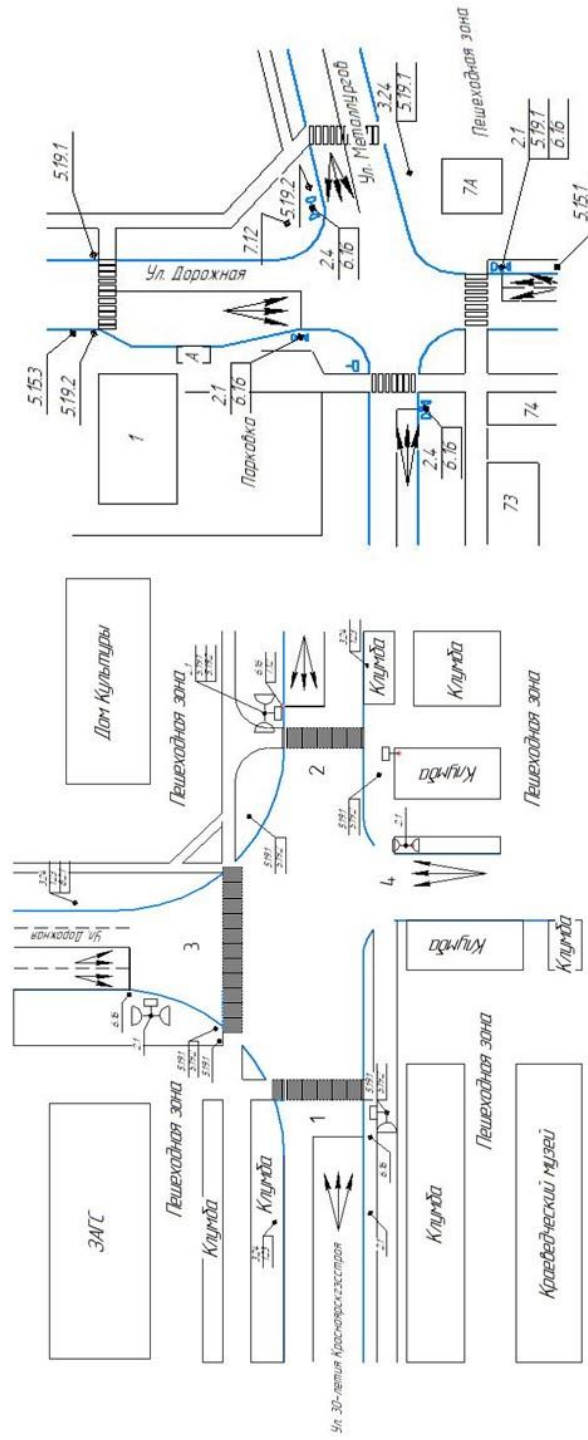
Цель работы:

- разработать мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения на улично-дорожной сети в городе Саяногорск.

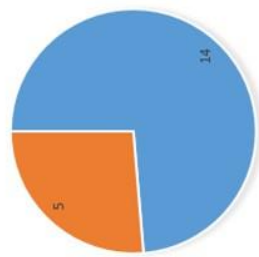
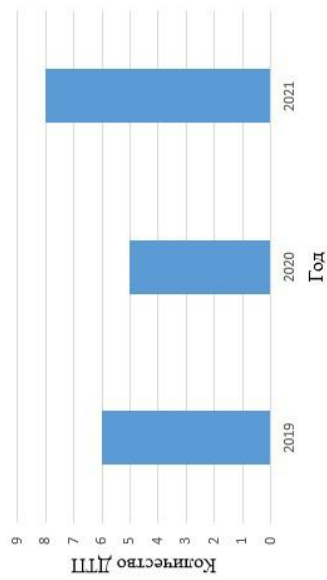
Задачи:

- провести анализ существующей организации движения на выбранном участке УДС: анализ аварийности, интенсивности движения и светофорного регулирования;
- провести анализ возможных типов транспортных развязок для совершенствования организации и повышения безопасности дорожного движения в городе Саяногорск;
- проектирование выбранных транспортных развязок;
- расчёт параметров светофорного регулирования на основе данных интенсивности движения;
- повышение контроля дисциплины водителей;
- расчёт экономического эффекта от предложенных мероприятий.

Существующая схема организации движения
ул. 30-летия Красноярскгэстроя – ул. Дорожная
и ул. Metallургов – ул. Дорожная



Анализ аварийности пересечений ул. 30-летия Красноярскгэсстроя – ул. Дорожная и ул. Metallургов – ул. Дорожная

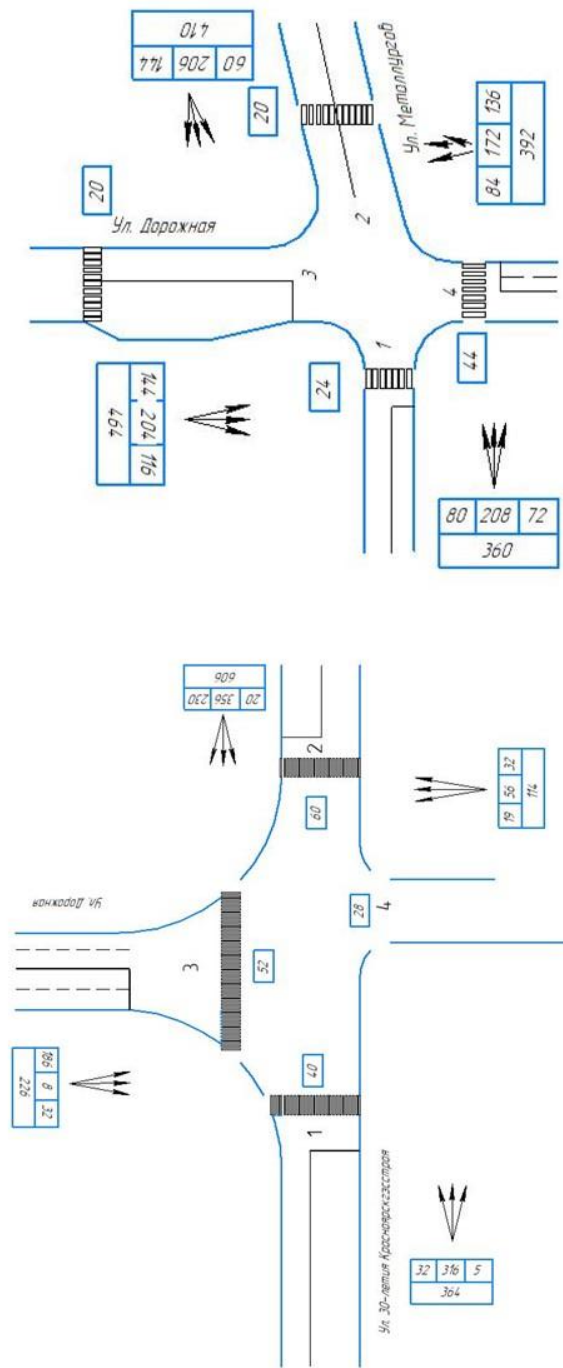


■ Столкновение ■ Нарез на пешехода

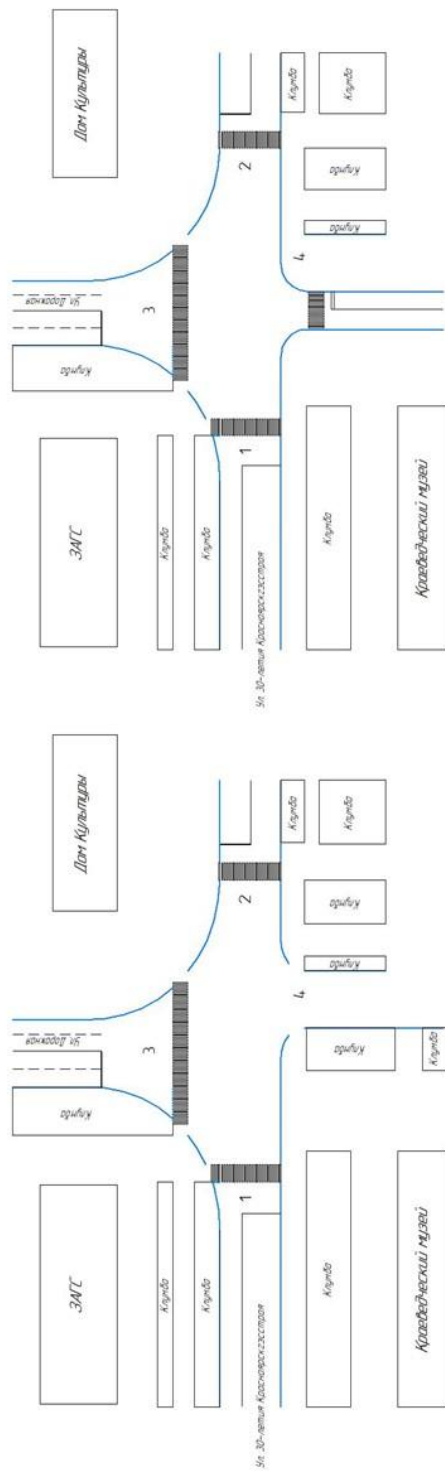


■ С обращением за медицинской помощью
■ Без обращения за медицинской помощью

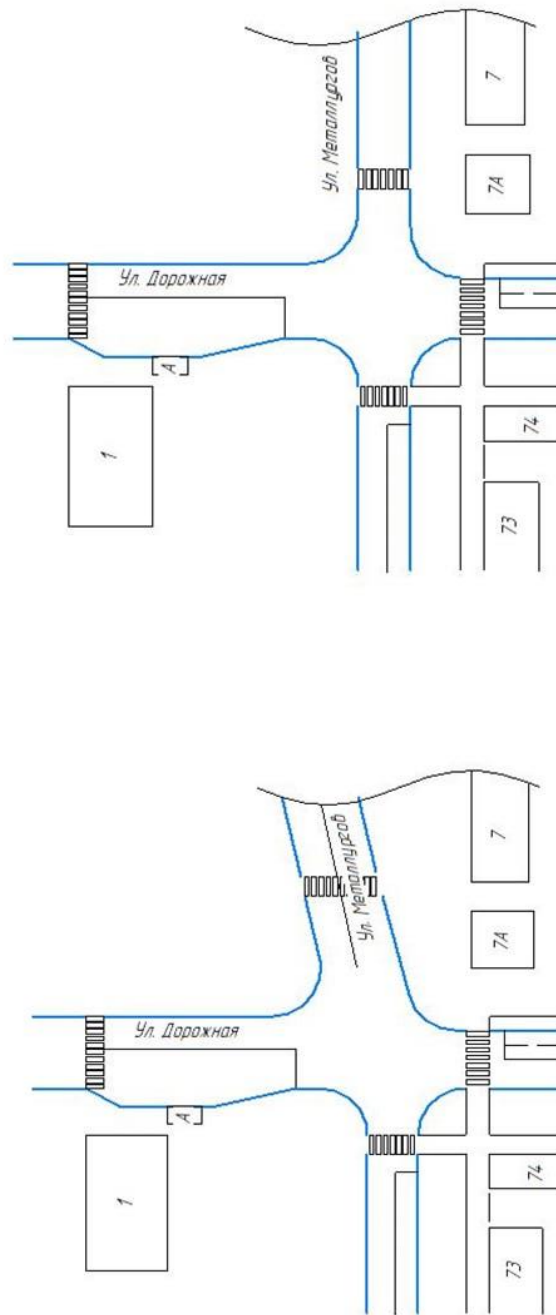
Анализ интенсивности движения пересечений
ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная
и ул. Metallургов – ул. Дорожная



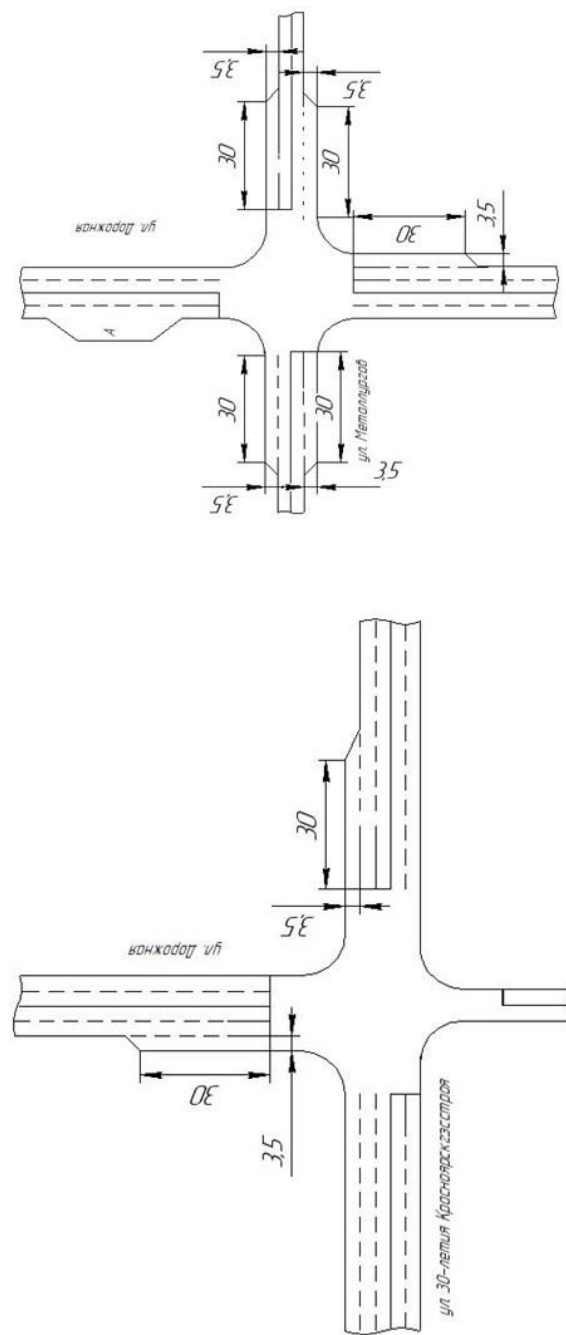
Изменение геометрических параметров пересечений ул. 30-летия Красноярска - ул. Дорожная



Изменение геометрических параметров пересечения
ул. Металлургов - ул. Дорожная

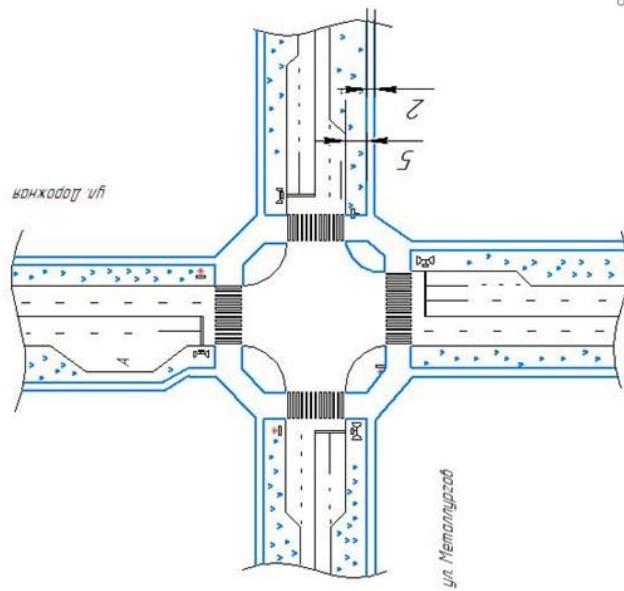
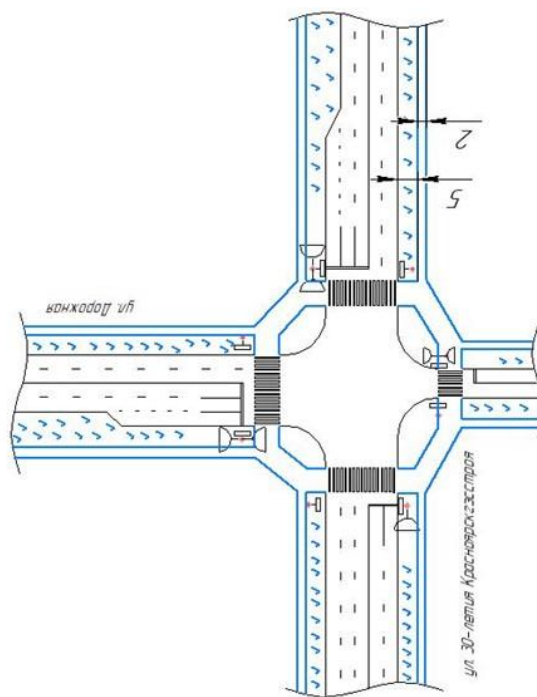


Обустройство пересечений
ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная
и ул. Metallургов – ул. Дорожная
переходно - скоростными полосами

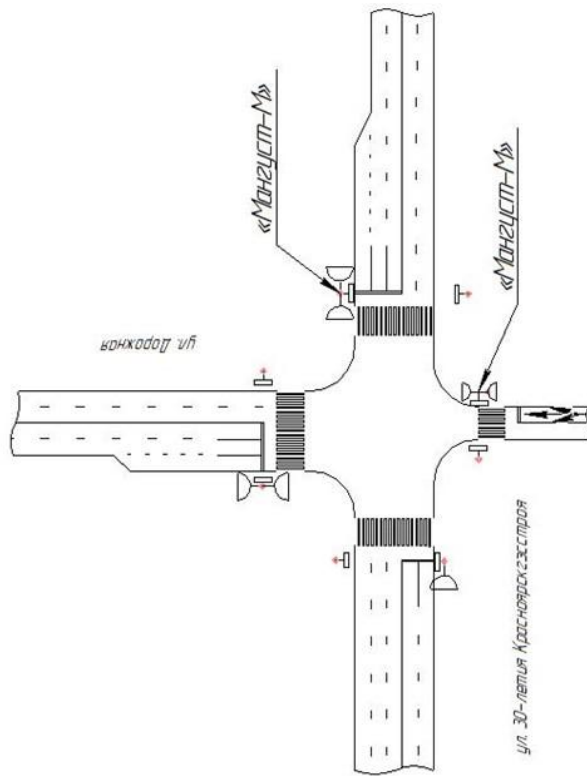


Организация пешеходного движения и светофорного регулирования
на пересечениях

ул. 30-летия Красноярскгэстроя - ул. Дорожная
и ул. Metallургов – ул. Дорожная



Техническое обеспечение организации и безопасности дорожного движения на рассматриваемых участках УДС

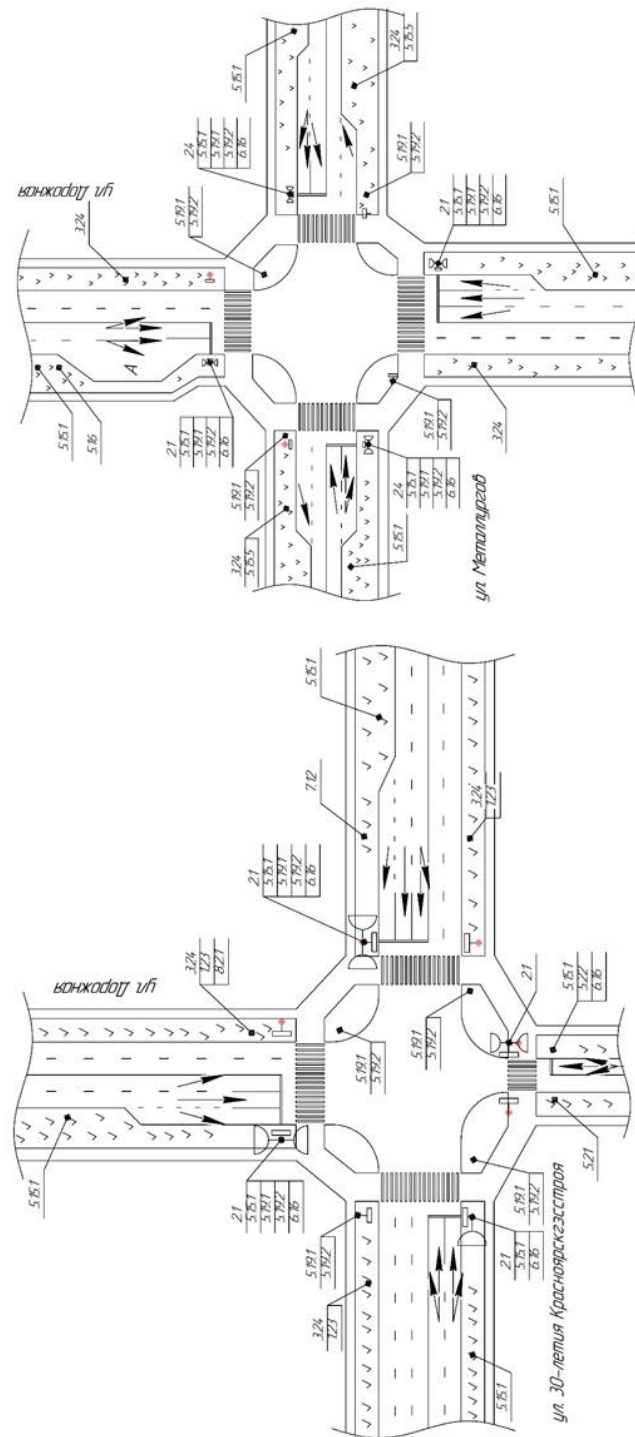


**Определение экономической эффективности мероприятий по
совершенствованию ОДД на пересечениях
ул. 30-летия Красноярскгэсстрой - ул. Дорожная
и ул. Metallургов – ул. Дорожная**

Наименование объекта	Сметная стоимость, руб.
Пересечение ул. 30-летия Красноярскгэсстрой - ул. Дорожная	6 065 096,91
Пересечение ул. Metallургов – ул. Дорожная	788 105,31
Всего	6 853 202,22

Наименование пересечения	Предлагаемые мероприятия	Ущерб от ДТП, тыс. руб.		Экономия, тыс. руб.
		Кв	Ср	
ул. 30-летия Красноярскгэсстрой - ул. Дорожная	1. Нанесение разметки; 2. установка знаков; 3. устройство полос разгона и торможения; 4. пешеходные тротуары; 5. камеры фотовидеофиксации.	0,56		
		0,63		
		0,5		
		0,7	3672	226,7
		0,5		
ул. Metallургов – ул. Дорожная	1. Нанесение разметки; 2. установка знаков; 3. устройство полос разгона и торможения; 4. пешеходные тротуары.	0,56		
		0,63		
		0,5	2379	293,8
		0,7		
				2085,2
Итого		6051	520,5	5530,5

Проектируемая схема организации движения
ул. 30-летия Красноярскгэстроя – ул. Дорожная
и ул. Металлургов – ул. Дорожная



Выполненные мероприятия для достижения поставленных задач:

- Изменены геометрические параметры пересечений. Выполнен перенос проезжей части на 7 метров и изменен угол поворота на 27°.
- Обустроены переходно - скоростные полосы. Длина каждой равна 30 м., ширина 3,5 м.
- Рассчитаны фазы светофорного регулирования. Общее время светофорных циклов на пересечениях равны 71 и 77 секунд соответственно.
- Установлены комплексы фотовидеофиксации «Мангуст-М».
- Снижение ущерба от ДТП в размере 5530,5 тыс. руб.
- Срок окупаемости проекта равен 15 мес.


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

« 15 » 06 2022 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01.09 – Организация и безопасность движения

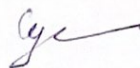
«Совершенствование организации и повышение безопасности дорожного
движения в городе Саяногорск»

Руководитель



канд. техн. наук А. С. Кашура

Выпускник



А. М. Сурков

Красноярск 2022