

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 Советского района г. Красноярска (пр. Metallургов, ул.  
Краснодарская, ул. Воронова)»**

Руководитель

ст. преподаватель Н.В. Шадрин

Выпускник

Е.В. Бубнов

Консультант

доцент, канд. техн. наук Е.С. Воеводин

Красноярск 2021

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Е.С. Воеводин  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

Студенту Бубнову Евгению Вячеславовичу  
Группа: ФТ15-05БГИА Направление (специальность) 23.03.01  
«Технология транспортных процессов»

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование организации дорожного движения на участках УДС Советского района г. Красноярск (пр. Metallургов, ул. Краснодарская, ул. Воронова)»

Утверждена приказом по университету №2306/с от 17 февраля 2021 года  
Руководитель ВКР: Шадрин Н.В. – старший преподаватель кафедры «Транспорт» ПИ СФУ

Исходные данные для ВКР: Данные по существующей организации дорожного движения на участках УДС г. Красноярск. Участки УДС ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская, ул. Краснодарская – пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка.

Перечень разделов ВКР:

- 1 технико-экономическое обоснование;
- 2 организационно-техническая часть;
- 3 экономическая часть.

Перечень графического материала:

лист 1 – Схема существующей ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская;

лист 2 – Схема существующей ОДД на пересечении ул. Краснодарская – пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка;

лист 3 – Схема проектируемого транспортного тоннеля;

лист 4 – Схема проектируемого надземного пешеходного перехода;

лист 5 – Схема проектируемой ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская

лист 6 – Схема проектируемой ОДД на пересечении ул. Краснодарская – пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка

Презентационный материал – страниц

Руководитель

Н.В. Шадрин

Задание принял к исполнению

Е.В. Бубнов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа в форме бакалаврской работы по теме «Совершенствование организации дорожного движения на участках УДС Советского района г. Красноярска (пр. Metallургов, ул. Краснодарская, ул. Воронова)» содержит 102 страницы текстового документа, 2 приложения, 21 использованный источник, 7 листов графического материала, лист презентационного материала.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ (ОДД), УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ (УДС), ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕШЕХОДНОГО ДВИЖЕНИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка мероприятий по совершенствованию организации и повышению безопасности движения по УДС г. Красноярска. Необходимо проведение анализа аварийности на рассматриваемых участках УДС г. Красноярска, а также составление характеристики рассматриваемых участков, предложить мероприятия по совершенствованию ОДД и повышению безопасности.

Вследствие проведенного анализа существующей ОДД и аварийности разработаны мероприятия по совершенствованию ОДД, которые приведут к увеличению пропускной способности, уменьшению плотности и интенсивности на УДС г. Красноярска, более комфортному движению транспортных средств, снижению транспортных и экономических затрат, снижению аварийности в г. Красноярске.

Анализ эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию организации движения осуществлен с помощью имитационного моделирования дорожного движения с применением специальной программы PTV Vision® VISSIM.

Произведенные расчеты экономии от снижения затрат времени транспорта подтверждают эффективность предлагаемых мероприятий.

## Содержание

Введение.....	7
1 Технико-экономическое обоснование.....	8
1.1 Анализ ДТП на УДС Советского района.....	9
1.2 Исследование существующей организации движения на пересечениях пр. Metallургов – ул. Краснодарская и ул. Краснодарская – ул. Воронова.....	17
1.2.1 Характеристика пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова.....	17
1.2.2 Характеристика пересечения ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская.....	20
1.2.3 Исследование интенсивности движения.....	25
1.2.4 Исследование пропускной способности и уровня загрузки движением на выбранных участках УДС.....	28
1.2.5 Исследование перспективной интенсивности движения на выбранных участках УДС.....	36
1.2.6 Жилой комплекс «Арбан».....	39
1.2.7 Прочие недостатки ОДД, выявленные на исследуемых участках УДС.....	41
2 Организационно – техническая часть.....	46
2.1 Разработка мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова.....	46
2.1.1 Выбор типа транспортной развязки.....	46
2.1.2 Расчет левоповоротного ответвления.....	49
2.1.3 Определение пикетного положения основных точек плана трассы ЛПО.....	53
2.1.4 Проектирование транспортного тоннеля.....	58
2.1.5 Организация пешеходного движения на пересечении.....	61
2.1.6 Расчет светофорного цикла.....	64
2.1.7 Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД.....	74
2.2 Разработка мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечении пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка – ул. Краснодарская.....	77
2.2.1 Расчет геометрических параметров ЛПО.....	78
2.2.2 Организация пешеходного движения.....	81
2.2.3 Расчет светофорного цикла.....	82
2.2.4 Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД.....	83

3	Определение экономической эффективности мероприятий по совершенствованию ОДД на рассматриваемых участках УДС.....	87
3.1	Расчет экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД.....	87
3.2	Расчет экономии от снижения затрат времени транспорта.....	95
3.3	Расчет срока окупаемости комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД.....	97
	Заключение.....	100
	Список использованных источников.....	101
	Приложение А Листы графической части.....	103
	Приложение Б Презентационный материал.....	110

## ВВЕДЕНИЕ

В Российской Федерации последнее десятилетие характеризуется высокими темпами автомобилизации. За это время парк автотранспортных средств (АМТС) увеличился более чем в 2 раза. В настоящее время на 1000 жителей России приходится 306 единиц всех видов автотранспорта [1].

Однако такой высокий рост автомобилизации вызвал негативные последствия такие как рост числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и уменьшение средней скорости движения. Особенно это затронуло городов и населенных пунктов, которые представляют собой крупные транспортные узлы с высокой плотностью дорог и большим количеством транспортных и пешеходных потоков.

Одной из существенных причин высокого уровня аварийности в городах является сложившаяся диспропорция между темпами развития улично-дорожной сети (УДС) и темпами роста количества автотранспорта, которая приводит к ухудшению условий движения, заторам, росту задержек и увеличению расхода топлива, ухудшению экологической обстановки, социальному дискомфорту.

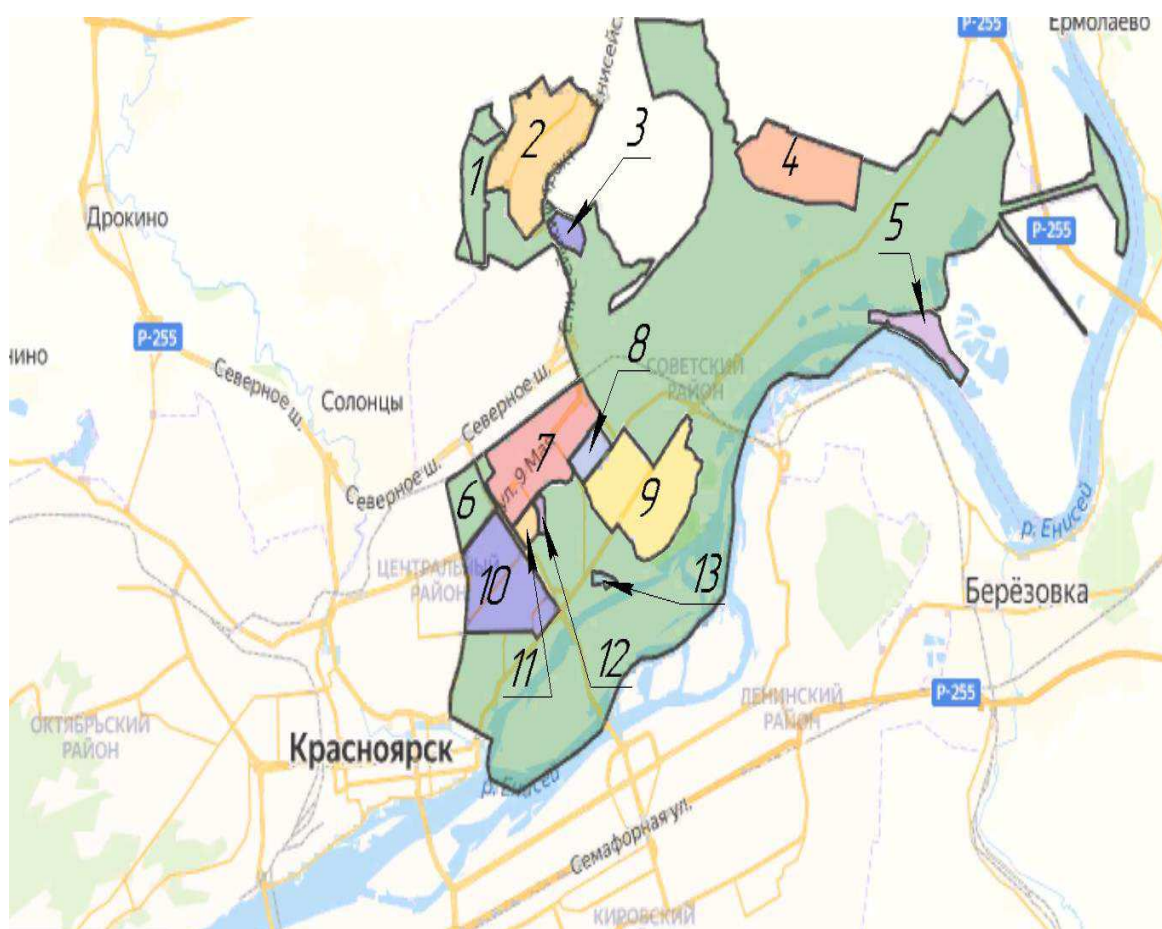
Красноярск по темпам автомобилизации за последние годы и ее уровню в настоящее время – 300 автомобилей на 1000 жителей – является одним из лидирующих городов России, опережая Москву с ее уровнем в 287 автомобилей 1000 жителей, а потому для него свойственны все вышеперечисленные проблемы [2].

Целью данной работы является повышение безопасности дорожного движения посредством совершенствования организации дорожного движения, повышение пропускной способности и уменьшения транспортных задержек.

## 1 Технико-экономическое обоснование

Советский район – крупнейший из семи районов города Красноярск. Его площадь составляют 92 км<sup>2</sup>, а число жителей в районе превышает 317 тысяч человек [3].

Район находится на левом берегу Енисея, ниже по течению, чем центральная часть города, и граничит с территорией Центрального района. С правым берегом Енисея район связывают автомобильный Октябрьский мост и автомобильно-железнодорожный Коркинский мост. В его составе микрорайоны Солнечный, Зеленая Роща, Иннокентьевский, Северный, Взлетка, поселки Песчанка, Бадалык и Нанжунь-Солнечный (рисунок 1.1).



1 – микрорайон Нанжунь-Солнечный, 2 – жилой район Солнечный, 3 – квартал Бадалык, 4 – микрорайон Индустриальный, 5 – деревня Песчанка, 6 – микрорайон Преображенский, 7 - микрорайон Северный, 8 – микрорайон Ястынское Поле, 9 – микрорайон Зелёная Роща, 10 – микрорайон Взлетка, 11-микрорайон Иннокентьевский, 12 – микрорайон Звездный, 13 – 3-й Иннокентьевский микрорайон

Рисунок 1.1 – Карта-схема Советского района



Также на территории района находятся 128 улиц, 94 образовательных учреждения, 30 здравоохранительных учреждений, 27 объектов культуры и отдыха, 86 объектов физической культуры и спорта, 23 промышленных предприятия, а также крупные гипермаркеты и торгово-развлекательные центры. Все это делает Советский район местом притяжения жителей с других районов города вдобавок к собственным, что дает дополнительную нагрузку на УДС района.

### **1.1 Анализ ДТП на УДС Советского района**

Дорожно-транспортное происшествие — событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или пострадали люди или повреждены транспортные средства, сооружения, грузы, либо причинён иной материальный ущерб.

Анализ распределения ДТП по протяженности дорог и улиц проводят с целью:

- выявления мест концентрации ДТП;
- изучения условий и причин возникновения мест концентрации ДТП, а также отдельных ДТП, в местах совершения которых выявлены недостатки транспортно-эксплуатационного состояния УДС;
- назначения мероприятий по ликвидации мест концентрации ДТП и профилактике возникновения ДТП из-за недостатков транспортно-эксплуатационного состояния УДС.

Анализ ДТП включает:

- оценку тенденций изменения основных показателей аварийности;
- установление недостатков транспортно-эксплуатационного состояния УДС в местах совершения ДТП, оценку изменения числа ДТП из-за недостатков транспортно-эксплуатационного состояния УДС, в результате реализации мер по их профилактике;
- выявление мест концентрации ДТП и определение их характеристик;
- оценку изменения показателей аварийности после реализации мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения на аварийно-опасных участках.

Рассмотрим количество ДТП на УДС Советского района за последние 5 лет в сравнении с другими районами города, данные о которых представлены таблице 1.1 и рисунке 1.2 в соответствии с данными сайта ГИБДД.

Таблица 1.1 – Распределение количества ДТП по районам г. Красноярска за период 2016-2020 годов

Районы города	Год				
	2016	2017	2018	2019	2020
Советский	478	397	388	382	339
Октябрьский	272	232	215	216	234
Свердловский	196	145	211	183	152
Ленинский	227	195	176	178	183
Центральный	279	223	241	242	203
Кировский	180	146	169	138	115
Железнодорожный	134	151	128	125	106
Город	1766	1489	1528	1467	1338



Рисунок 1.2 – Распределение ДТП по районам г. Красноярска

По данным таблицы 1.1 и рисунка 1.2 видно, что за последние годы в целом наблюдалось снижение количества ДТП, в том числе и в Советском районе, однако на Советский район по-прежнему приходится наибольшее количество ДТП.

Для более подробного представления об аварийности стоит учесть и данные о погибших и раненых, представленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Распределение погибших и раненных в ДТП на УДС г. Красноярск в 2020 году

Районы города	Количество ДТП	Количество погибших	Количество раненных	Тяжесть последствий, %
Советский	339	12	413	2,4
Октябрьский	234	10	265	3,6
Свердловский	152	9	167	5,1
Ленинский	183	6	231	2,5
Центральный	203	10	235	4,1
Кировский	115	3	138	2,1
Железнодорожный	106	6	123	4,7
Всего	1338	56	1572	3,4

Тяжесть последствий ДТП – комплексный показатель обеспечения уровня безопасности дорожного движения, определяемый отношением количества погибших в ДТП к общему числу пострадавших в ДТП. Этот показатель служит для характеристики степени пассивной безопасности транспортных средств и автомобильных дорог, а также степени развития и уровня организации работ по оказанию медицинской помощи пострадавшим в ДТП [5].

Как видно из таблицы 1.2 при наибольшем количестве ДТП среди всех районов на Советский район приходится наибольшее количество раненных и погибших в ДТП. Количество же погибших имеет относительно высокое значение, поскольку при наибольшем количестве в Советском районе количество погибших составляет 12 человек, что незначительно превышает аналогичные показатели в прочих районах Красноярска. Этим же объясняется и невысокая степень тяжести последствий, которая составила в 2020 году составила 3,4% по городу и 2,4% по Советскому району. Такой относительно низкий показатель степени тяжести последствий ДТП в Советском районе, помимо прочего, обусловлен, как ни странно, наибольшим количеством раненных, что по сути означает, что вероятность пострадать в ДТП в Советском районе наибольшая по сравнению с другими районами, но при это вред здоровью будет наименьший, за исключением попадания в ДТП в Кировском районе, у которого этот показатель еще меньше и является минимальным.

Таким образом среди всех районов Красноярска Советский являлся и является лидирующим на данный момент по количеству ДТП, а также по погибшим и раненым. Но в то же время по тяжести последствий ДТП

Советский район является одним из лучших с показателем 2,4% (лучше этот показатель только у Кировского – 2,1%). В целом по Красноярску тяжесть последствий составляет 3,4%.

Далее, анализируя аварийность, рассмотрим непосредственно УДС Советского района и выявим аварийно-опасные участки, опираясь на данные сайтов ГИБДД [6] и «Карта ДТП» [7], с помощью которых можно наглядно оценить аварийную ситуацию на тех или иных участках УДС как Советского района, так и любого другого. Распределение количества ДТП на УДС Советского района отображено на рисунке 1.3.

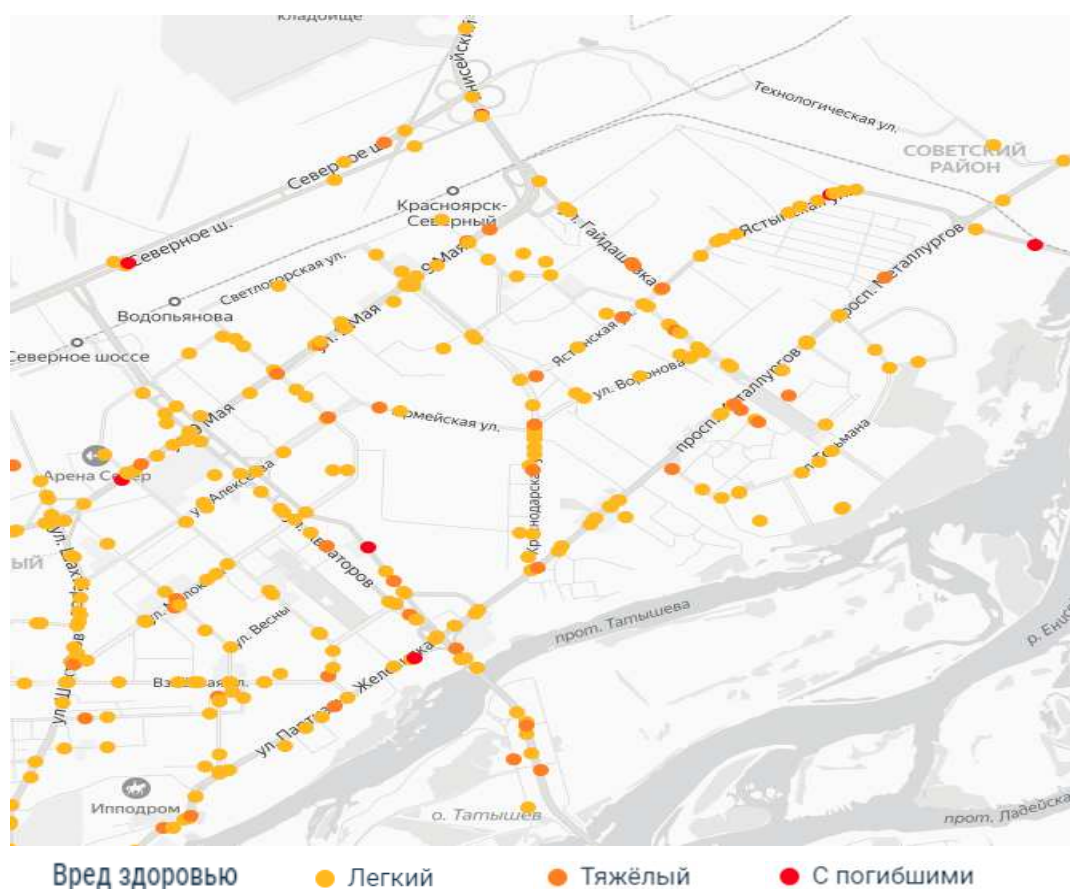


Рисунок 1.3. – Карта-схема распределения количества ДТП на УДС Советского района г. Красноярск

Как видно из рисунка 1.3 абсолютное большинство ДТП относились к категории с легким вредом для здоровья и происходили почти на всей протяженности УДС Советского района, но подавляющая часть была распределена на магистральных улицах, что вполне очевидно, учитывая, что именно по таким дорогам проходят наиболее крупные транспортные потоки и уровни загрузки их движением и интенсивности высоки. Данное предположение частично подтверждается наблюдением за транспортной

ситуацией, которое проводилось при помощи сервиса «Яндекс.Пробки». Наблюдения проводились в будние дни в периоды 07:00-09:00 часов и 17:00-19:00 часов, так как именно в эти промежутки времени интенсивность движения на дорогах максимальна. Карта-схема загруженности УДС Советского района изображена на рисунках 1.4 и 1.5.

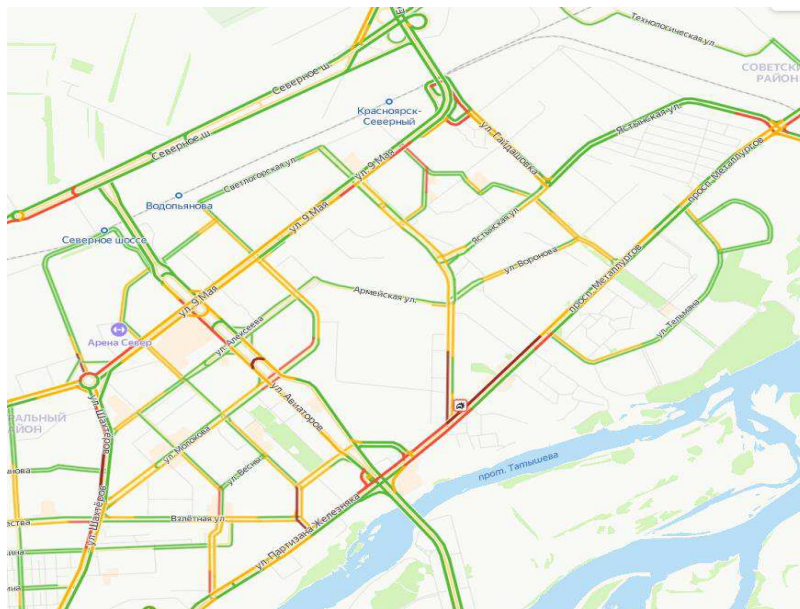


Рисунок 1.4 – Карта-схема загруженности УДС Советского района в промежуток времени 07:00-09:00 часов

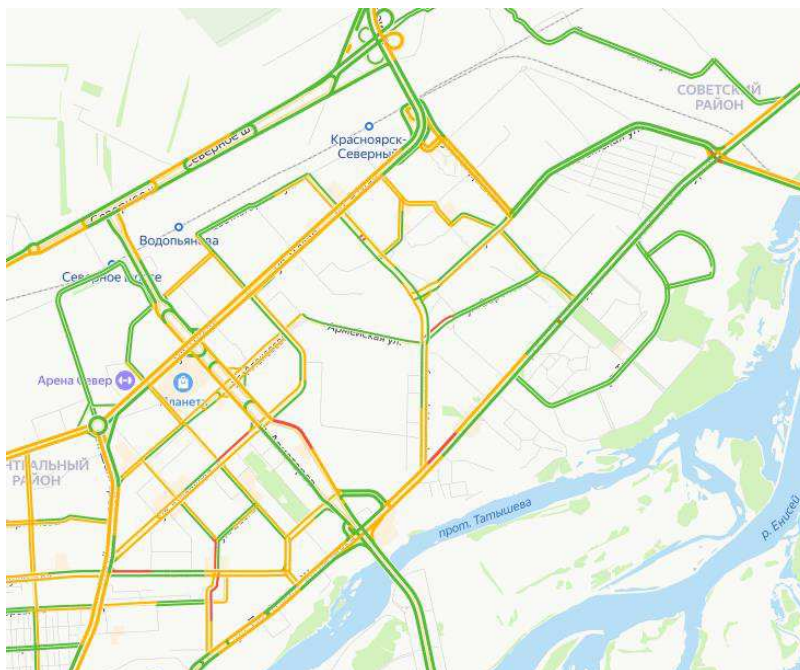


Рисунок 1.5 - Карта-схема загруженности УДС Советского района в промежуток времени 17:00-19:00 часов

Дополнительно можно сказать, что в среднем загруженность УДС в промежуток времени 17:00-19:00 часов несколько больше, чем в промежуток времени 07:00-09:00 часов.

В ходе дальнейшего анализа ДТП для более подробного представления о распределении количества ДТП, произошедших на магистральных улицах Советского района, обратимся к таблице 1.3, в которой представлены данные о распределении ДТП по магистральным улицам Советского района, а также к рисунку 1.6.

Таблица 1.3 – Распределение количества ДТП, а также раненых и погибших по магистральным улицам Советского района в 2020 году

Название улицы	Количество ДТП	Раненые	Погибшие
Шахтеров	21	23	0
Партизана Железняка	26	41	1
Аэровокзальная	6	6	0
Взлетная	8	9	0
Молокова	14	16	0
Алексеева	7	7	0
9 мая	39	52	1
Авиаторов	14	21	1
Батурина	3	3	0
78 Добровольческой бригады	5	6	0
Октябрьская	4	5	0
Петра Подзолкова	3	3	0
Проспект Metallургов	23	28	0
Краснодарская	14	17	0
Водопьянова	4	4	0
Проспект Комсомольский	6	9	0
Воронова	10	13	0
Ястынская	18	22	2
Белинского	2	2	0
Гайдашкова	5	5	0

Окончание таблицы 1.3

Название улицы	Количество ДТП	Раненые	Погибшие
Пограничников	12	11	2
Северное шоссе	8	13	2
Енисейский тракт	16	17	2
Проспект 60 лет образования СССР	17	17	1
Всего	285	350	12

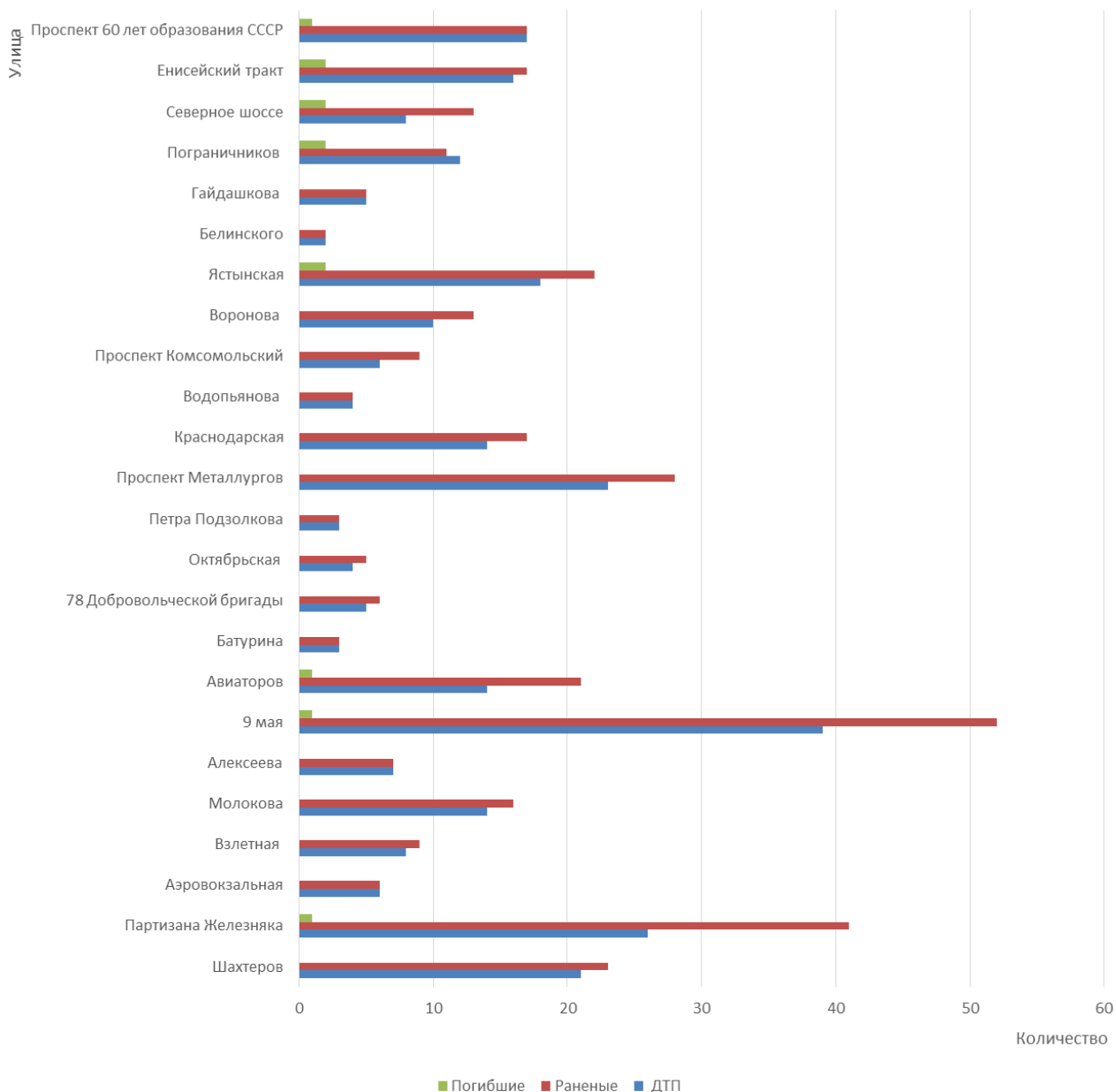


Рисунок 1.6 – Распределение количества ДТП, погибших и раненых по магистральным улицам Советского района в 2020 году

Как видно из таблицы 1.3 и рисунка 1.6, помимо того, что действительно большая часть ДТП (69%) в Советском районе произошла на магистральных улицах, на них произошли абсолютно все ДТП, в которых был летальный исход и 85% ДТП с ранеными.

Таким образом было выявлено, что магистральные улицы являются наиболее аварийно-опасными. Из них можно выделить следующие наиболее аварийно-опасные улицы:

- 1) улица 9 мая (39 ДТП – 11,5%);
- 2) улица Партизана Железняка (26 ДТП – 7,6%);
- 3) проспект Metallургов (23 ДТП – 6,8%).

Как видно, на эти 3 улицы приходится около четверти от всех ДТП на магистральных улицах Советского района, что говорит о пониженной безопасности дорожного движения на этих улицах относительно других. Также именно эти три улицы являются наиболее загруженными в Советском районе, что в сочетании с высокой интенсивностью движения по ним и их большой протяженностью может объяснять высокий уровень аварийности.

Далее, на основе произведенного анализа, определим места концентрации ДТП. Были выявлены следующие места концентрации ДТП:

- 1) пересечение ул. Караульная – ул. Шахтеров – ул. 9 мая;
- 2) пересечение ул. Шахтеров – ул. Молокова;
- 3) пересечение ул. 9 мая – ул. Авиаторов;
- 4) пересечение ул. 9 мая – пр. Комсомольский;
- 5) пересечение ул. 9 мая – ул. Шумяцкого;
- 6) пересечение пр. Metallургов – ул. Краснодарская;
- 7) пересечение ул. Краснодарская – ул. Воронова;
- 8) участок УДС в районе остановочного пункта «Школа милиции».

Как видно из вышеприведенного списка, 7 мест концентрации ДТП из восьми находятся на пересечениях. При этом 3 места концентрации ДТП находятся на пересечениях улицы 9 мая, 2 на пересечениях улицы Краснодарская, 1 на улице Шахтеров, 1 на пересечении улиц Шахтеров и 9 мая.

Для разработки мероприятий по совершенствованию организации и повышения безопасности движения исследование существующей ОДД будет проводиться на пересечениях пр. Metallургов – ул. Краснодарская и ул. Краснодарская – ул. Воронова.



## 1.2 Исследование существующей организации движения на пересечениях пр. Metallurgov – ул. Краснодарская и ул. Краснодарская – ул. Воронова.

### 1.2.1 Характеристика пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова

Данное пересечение представляет собой примыкание ул. Армейской и ул. Воронова к л. Краснодарская с двух противоположных сторон. В соответствии с СП 396.1325800.2018 «Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования» ул. Краснодарская и ул. Воронова относятся к категории магистральных улиц районного значения, а ул. Армейская – к категории улиц и дорог местного значения [8].

Схема существующей организации движения представлена на рисунке 1.7.

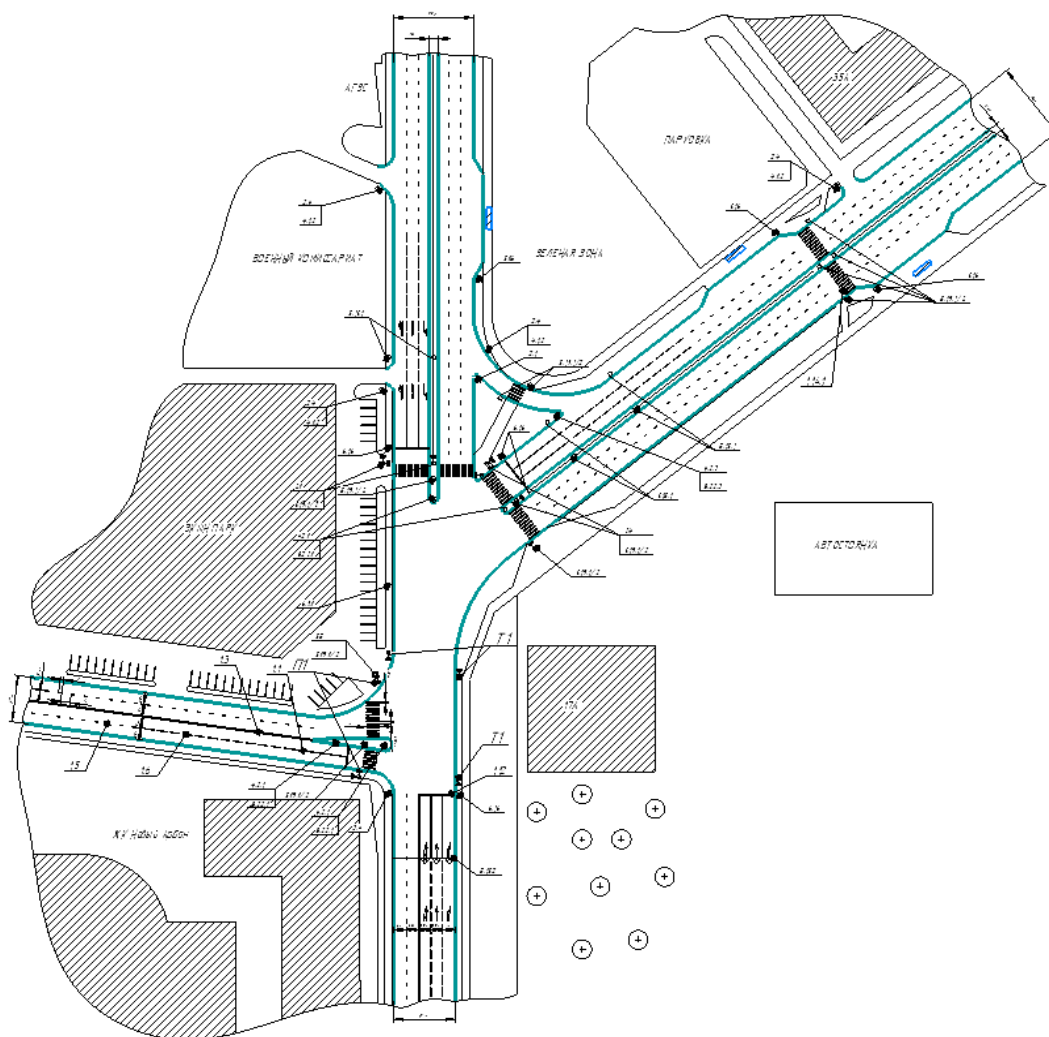


Рисунок 1.7 – Схема существующей ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

Ул. Краснодарская имеет по 3 полосы движения в каждом направлении и разделительную полосу с установленными на ней ограждениями, но только при движении со стороны пр. Комсомольский. Сразу за пересечением проезжая часть сужается до 5 полос (2 – для движения в сторону пр. Metallургов, 3 – в обратном направлении) и без разделительной полосы.

Ул. Воронова на данном участке полностью идентична ул. Краснодарская (при движении со стороны пр. Комсомольский).

Улица Армейская на данном участке имеет 3 полосы движения (2 полосы при движении от пересечения и 1 в обратном направлении), и резко уширяется до 4 полос непосредственно перед пересечением.

Ширина полосы для движения на ул. Краснодарская и ул. Воронова равна 3,5 метрам. Ширина разделительной полосы – 2,5 метра.

Ширина полосы для движения на ул. Армейской также составляет 3,5 метра.

Пересечение ул. Краснодарская – ул. Воронова является регулируемым. Пофазный разъезд отображен на рисунке 1.8.

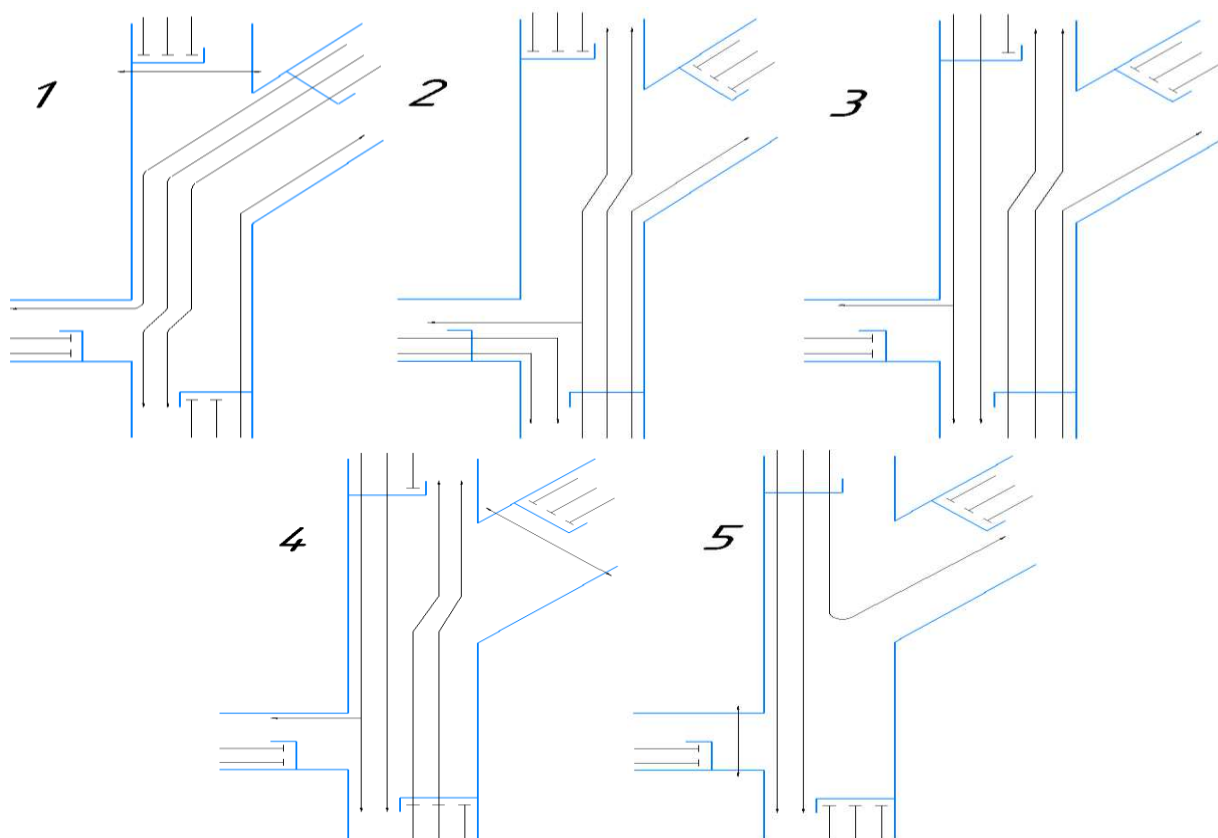


Рисунок 1.8 – Пофазный разъезд на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

Светофорный цикл отображен на рисунке 1.9.

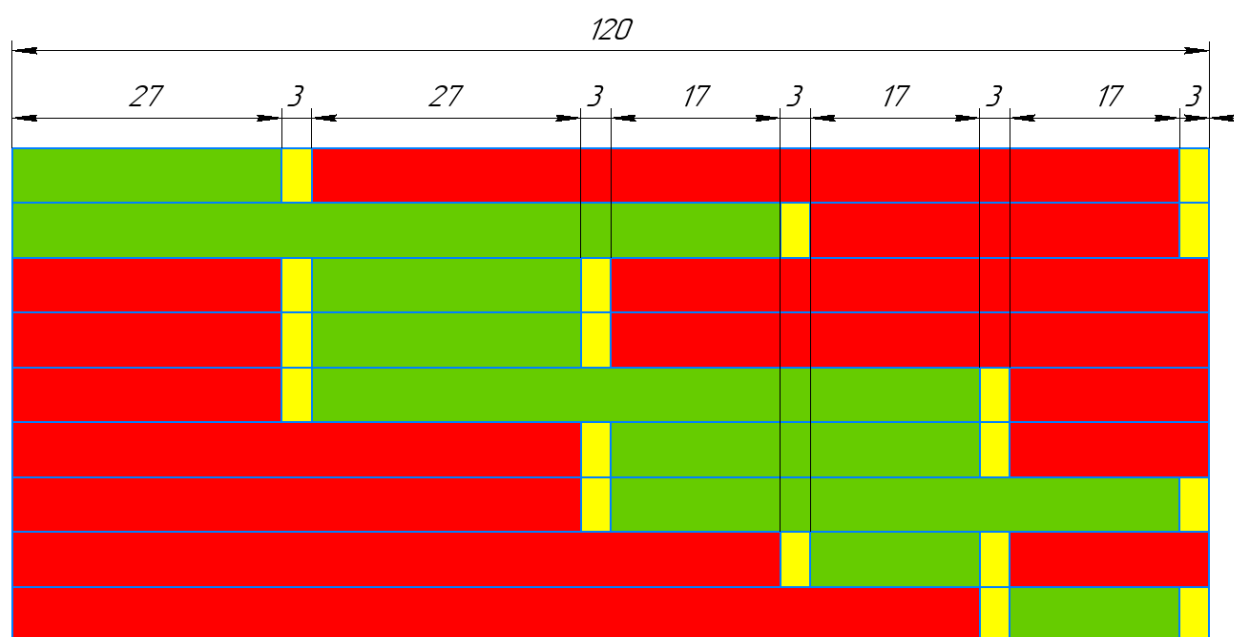


Рисунок 1.9 – Структура светофорного цикла на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

Как видно из рисунков 1.8 и 1.9 светофорный цикл состоит из пяти фаз общей продолжительностью 120 секунд, при этом через данное пересечение проходят сразу четыре транспортных потока, которые пропускаются более, чем через одну фазу, что говорит о их значительности и сложности ОДД на данном пересечении.

#### 1.2.2 Характеристика пересечения ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская

Данное пересечение относится к виду Т-образных, в котором ул. Краснодарская примыкает к ул. Metallургов под углом 42°, при этом ул. Краснодарская является второстепенной, ул. Партизана Железняка и пр. Metallургов главными. В соответствии с СП 396.1325800.2018 «Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования» ул. Партизана Железняка и пр. Metallургов относятся к категории магистральных улиц общегородского значения третьего класса, а ул. Краснодарская – к категории магистральных улиц районного значения. Схема существующей организации движения представлена на рисунке 1.10.

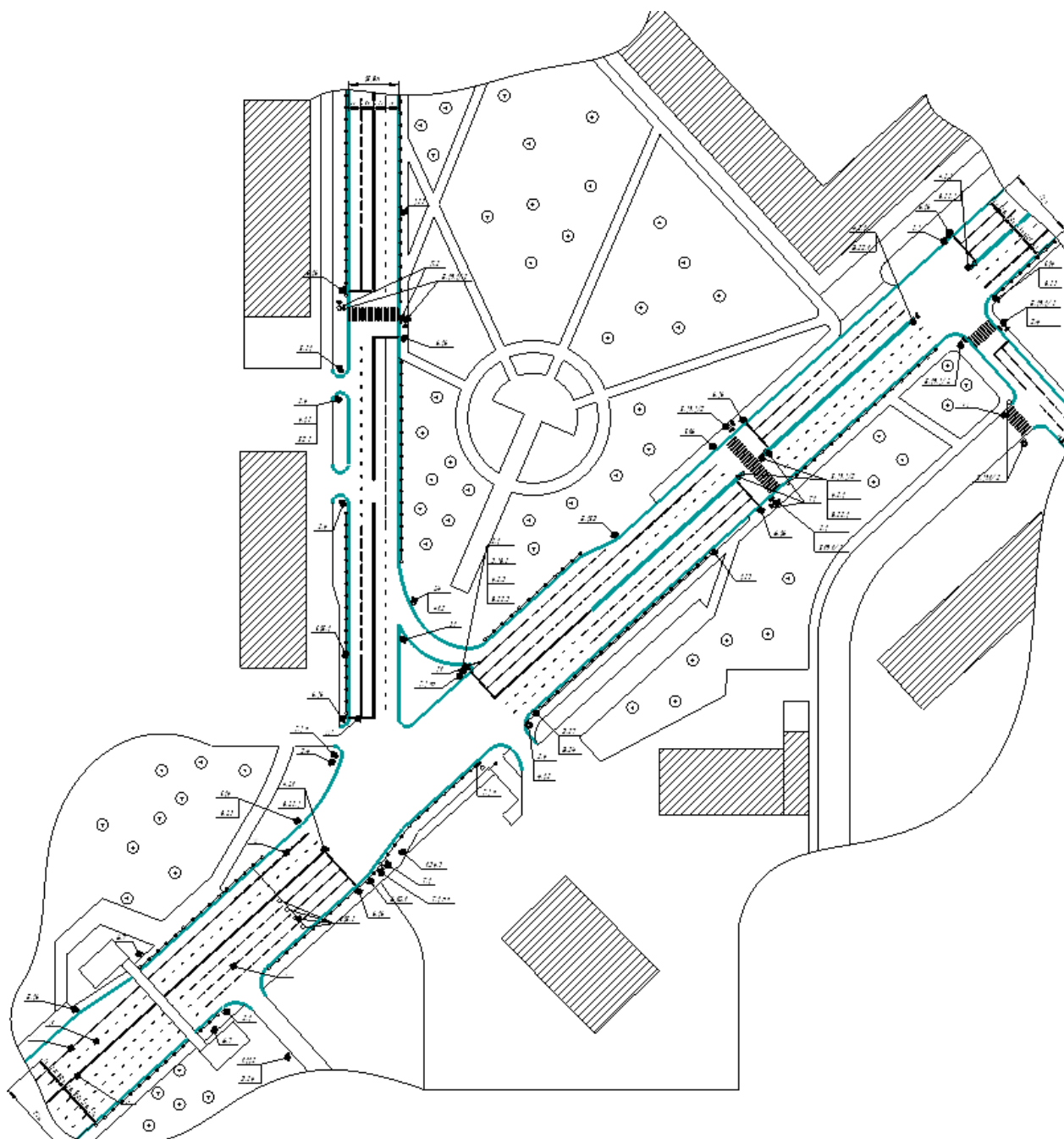


Рисунок 1.10 – Схема существующей ОДД на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская

Проспект Metallургов и улица Партизана Железняка являются продолжениями друг друга и имеют по 3 полосы в обе стороны, а также разделительную полосу. Однако при правом повороте на улицу Краснодарская предусмотрена 4 полоса. При движении по ул. Партизана Железняка в сторону пр. Metallургов проезжая часть также, как и в обратном направлении, уширяется до 4 полос. При этом поворот на ул. Краснодарская осуществляется с 2 полос.

Улица Краснодарская имеет по 2 полосы движения в обе стороны без какого-либо уширения.

Ширина полосы для движения на пр. Metallургов и ул. Партизана Железняка равна 3,5 метрам. Ширина разделительной полосы – 3 метра.

Ширина полосы для движения на ул. Краснодарской меньше и составляет 3,5 метра.

Данное пересечение, как и предыдущее, также является регулируемым, однако светофорный цикл здесь состоит уже из трех фаз общей продолжительностью 180 секунд. Пофазный разъезд отображен на рисунке 1.11.

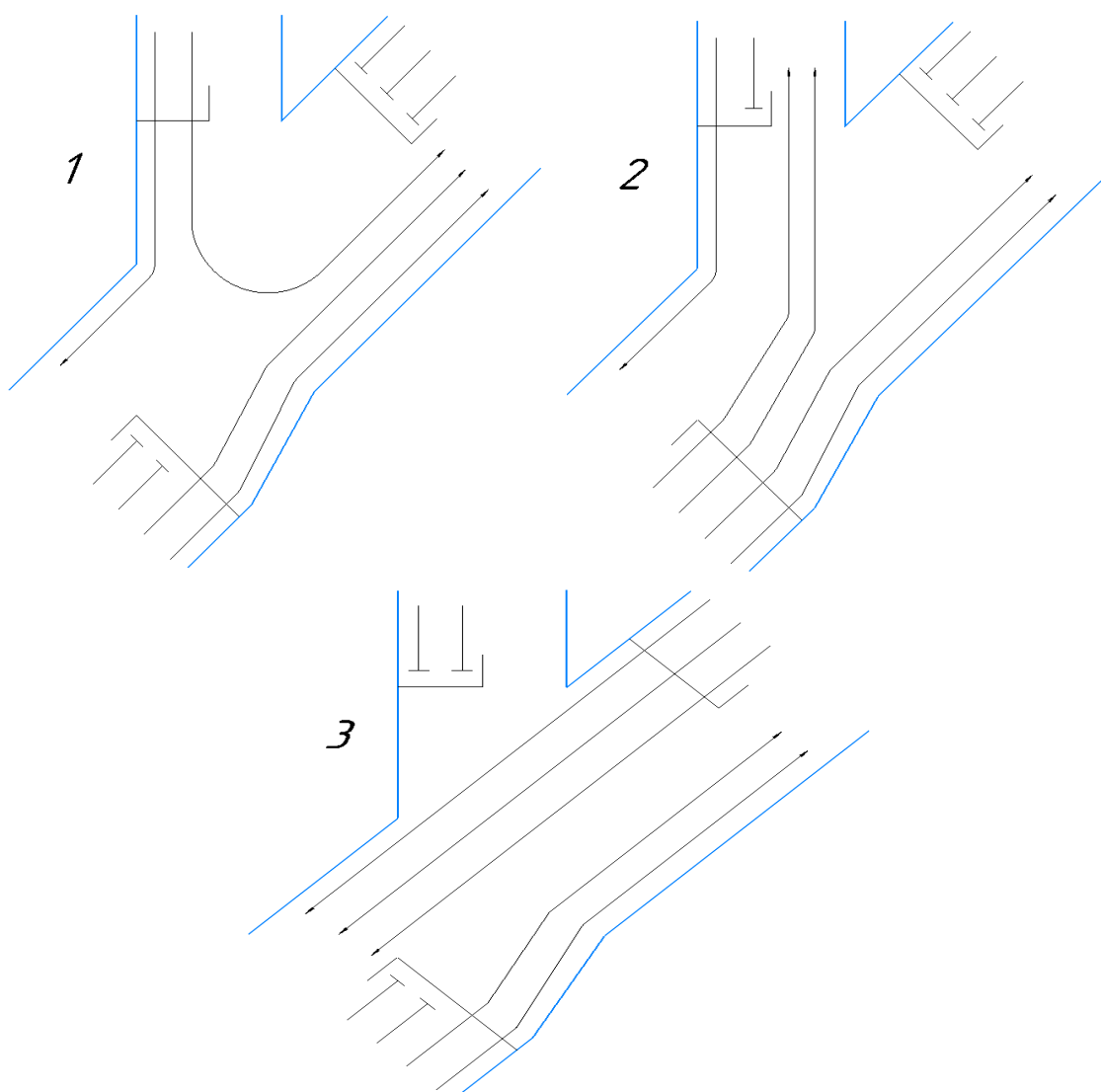


Рисунок 1.11 – Пофазный разъезд на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская

Светофорный цикл отображен на рисунке 1.12.

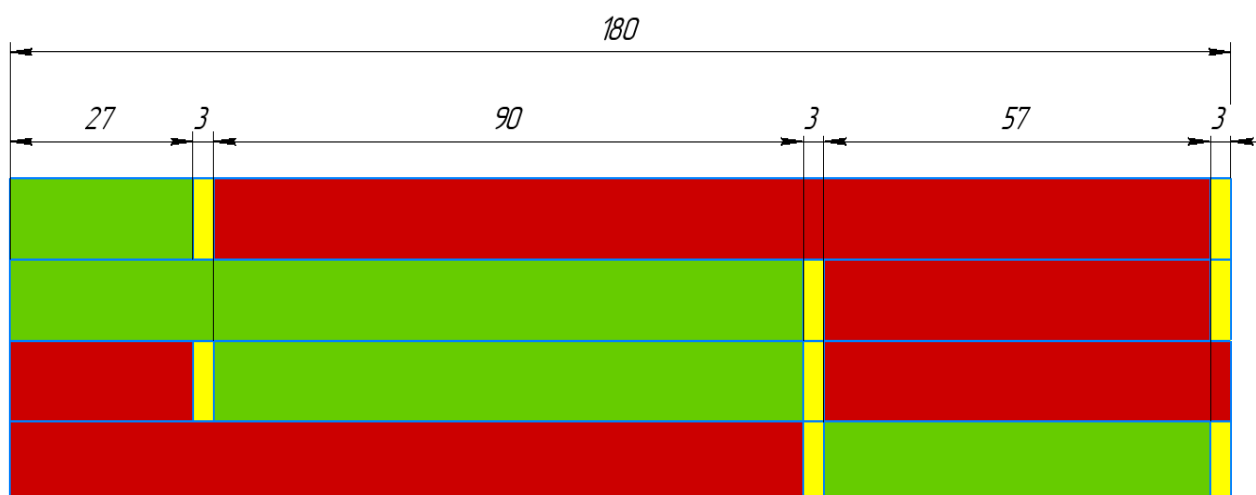


Рисунок 1.12 – Структура светофорного цикла на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская

Как видно из рисунка 1.9 продолжительность фазы для основного направления с пр. Metallургов (3 фаза) в сторону ул. Партизана Железняка меньше, чем для движения с ул. Краснодарская в том же направлении и для левоповоротного движения с ул. Партизана Железняка, что уже предполагает наличие высокой интенсивности движения в этих направлениях, сравнимой с интенсивностью на основном направлении.

### 1.2.3 Исследование интенсивности движения

Одним из основных показателей работоспособности дороги является интенсивность движения. Интенсивность движения – это Количество транспортных средств, проходящих через поперечное сечение автомобильной дороги в единицу времени (за сутки или за один час) [9]. Интенсивность движения и состав транспортного потока определялись визуально в периоды времени 07:00-09:00 часов и 17:00-19:00 часов. Фиксировалось количество транспортных средств, прошедших по дороге за единицу времени по каждой полосе движения, с разделением автомобилей на группы в зависимости от их массы. Для точности и удобства определения данного показателя используют его расчетный аналог, который определяют, используя готовый коэффициент, по формуле 1.1.

$$q_{\text{пр}} = \sum_i^n (q_i \times K_{\text{при}}), \quad (1.1)$$

где  $q_{пр}$  – приведенная интенсивность движения;

$q_i$  – интенсивность автомобилей  $i$ -того вида;

$K_{при}$  – коэффициент приведения, который принимается в соответствии с каждым типом автомобилей и указан в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Коэффициенты приведения

Наименование типа автомобилей	Коэффициент
Легковые	1
Грузовые	2
Автобусы	2,5
Троллейбусы	3

Приведенная интенсивность движения на исследуемых пересечениях указана в таблицах 1.5 и 1.6, а и 1.10.

Таблица 1.5 – Распределение интенсивности движения по направлениям на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

Направление	Интенсивность движения, ед/ч				Приведенная интенсивность движения, ед/ч
	Легковые	Грузовые	Автобусы	Троллейбусы	
1-2	122	0	28	0	192
1-3	867	0	28	5	952
1-4	508	2	0	0	512
2-1	57	0	3	0	64
2-3	638	0	22	0	693
2-4	327	3	0	0	333
3-1	801	6	9	0	895
3-2	765	14	22	5	799
3-4	297	3	0	0	303
4-2	120	0	0	0	120
Итого	4502	26	112	10	4864

Из таблицы 1.5 видно, что наибольшая интенсивность наблюдается в направлениях 1-3, 2-3, 3-1 и 3-2. Схема движения транспортных потоков по направлениям показана на рисунке 1.8.

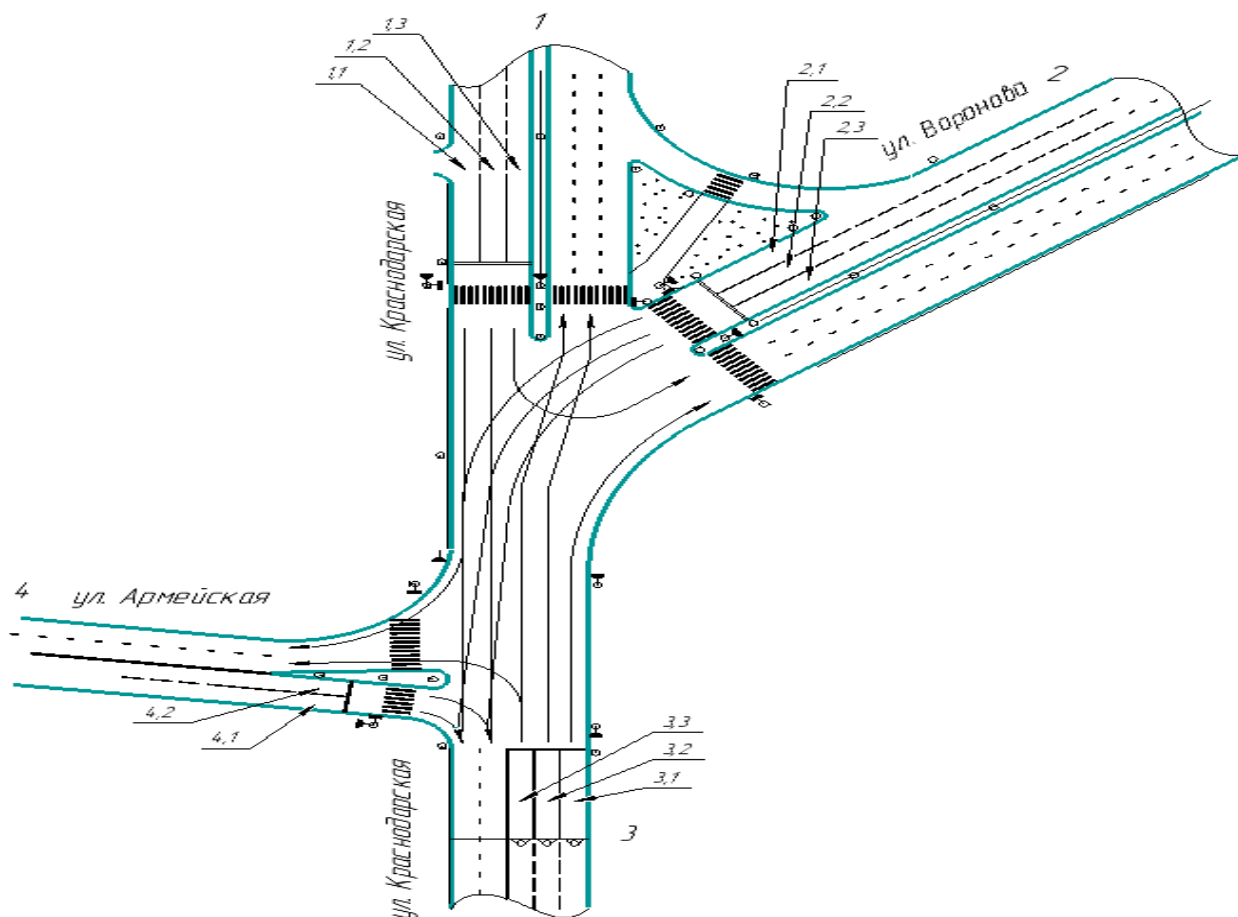


Рисунок 1.8 – Схема движения транспортных потоков по направлениям на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская

Таблица 1.6 – Распределение интенсивности движения по направлениям на пересечении ул. Краснодарская – ул. Варонова

Направление	Интенсивность движения, ед/ч				Приведенная интенсивность движения, ед/ч
	Легковые	Грузовые	Автобусы	Троллейбусы	
1-2	220	0	20	0	270
1-3	945	0	22	3	1009
2-1	218	2	20	0	272
2-3	1337	21	36	6	1487
3-1	1393	22	22	3	1501
3-2	2038	0	36	6	2146
Итого	6301	45	156	18	6685

Из таблицы 1.6 видно, что интенсивность движения велика во всех направлениях кроме направлений 1-2 и 3-1.



Схема движения транспортных потоков на показана рисунке 1.9.

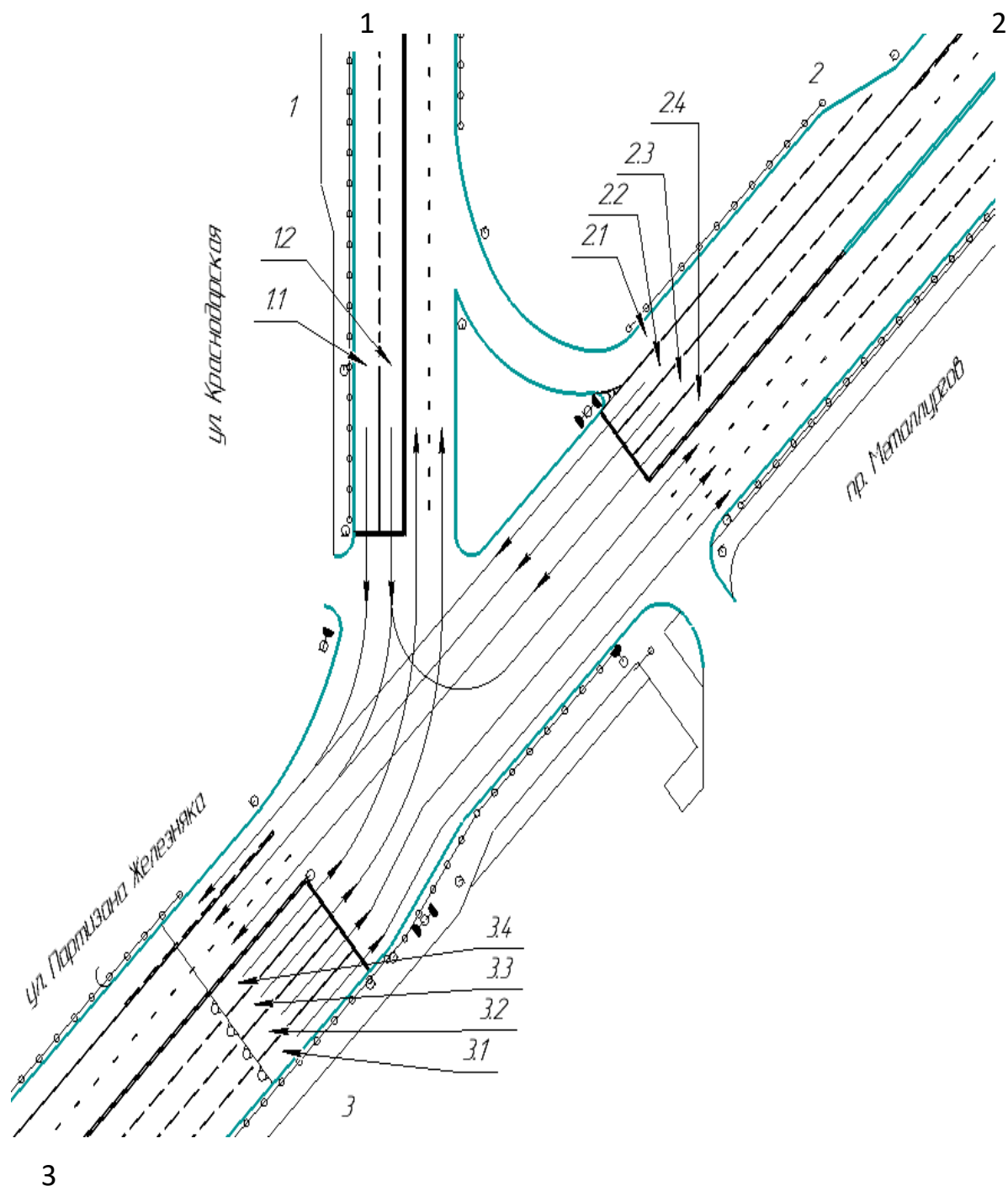


Рисунок 1.9 – Схема движения транспортных потоков по направлениям на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская

Исходя из рисунков 1.8, 1.9 и таблиц 1.5, 1.6, можно сделать вывод, что пересечение ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская является более загруженным. Этот вывод подтверждается и наблюдениями, проведенными с помощью сервиса «Яндекс.Пробки» (рисунки 1.10-1.13). Наблюдения проводились в будние дни в часы-пик (7:00-9:00, 17:00-19:00).

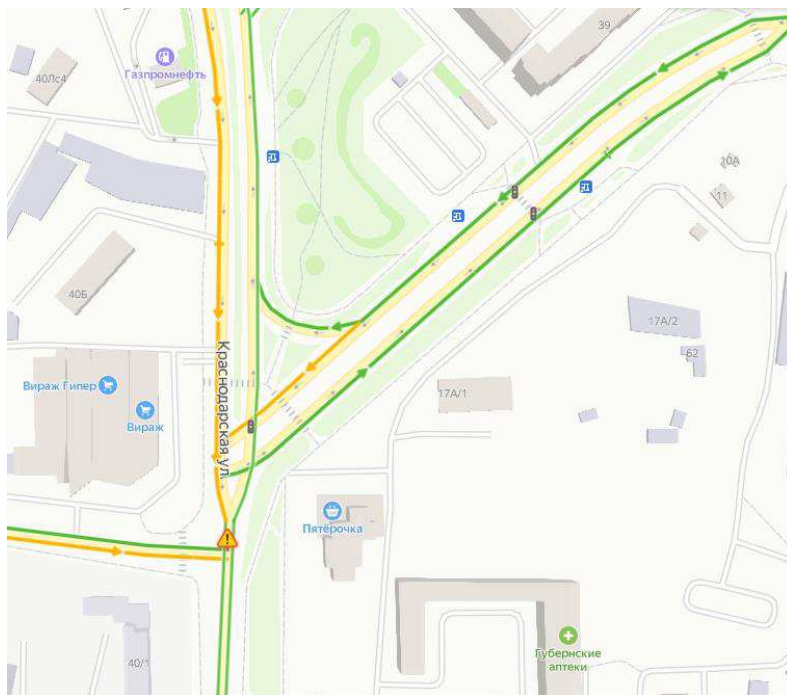


Рисунок 1.10 – Загруженность пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова в период 7:00-9:00

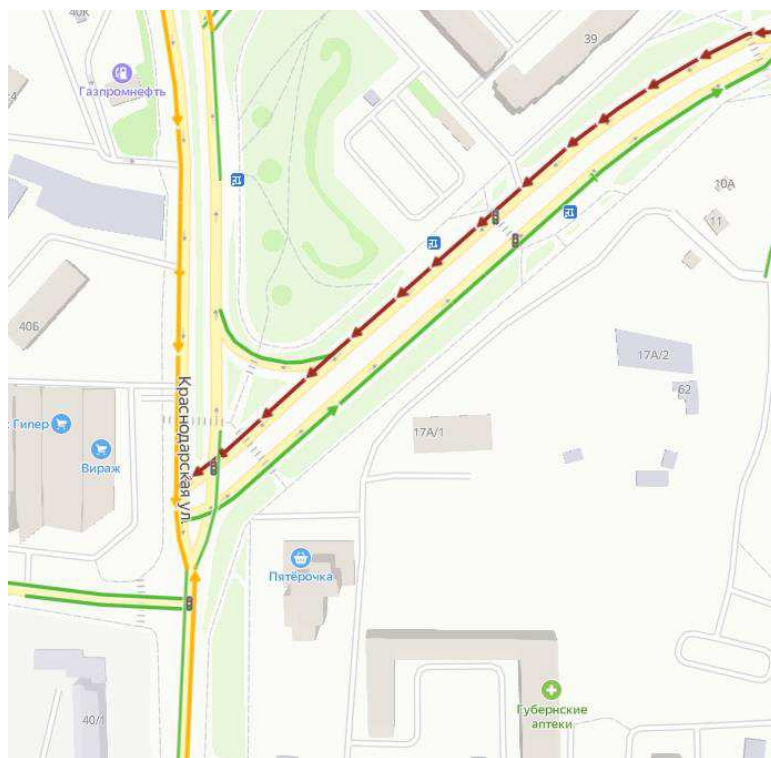


Рисунок 1.11 – Загруженность пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова в период 17:00-19:00

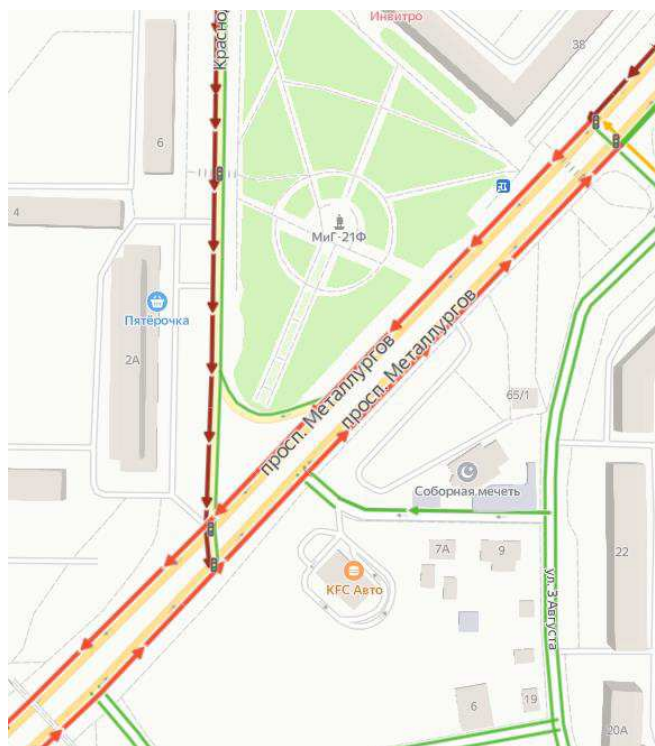


Рисунок 1.12 – Загруженность пересечения ул. Партизана Железняка – пр. Металлургов – ул. Краснодарская в период 7:00-9:00

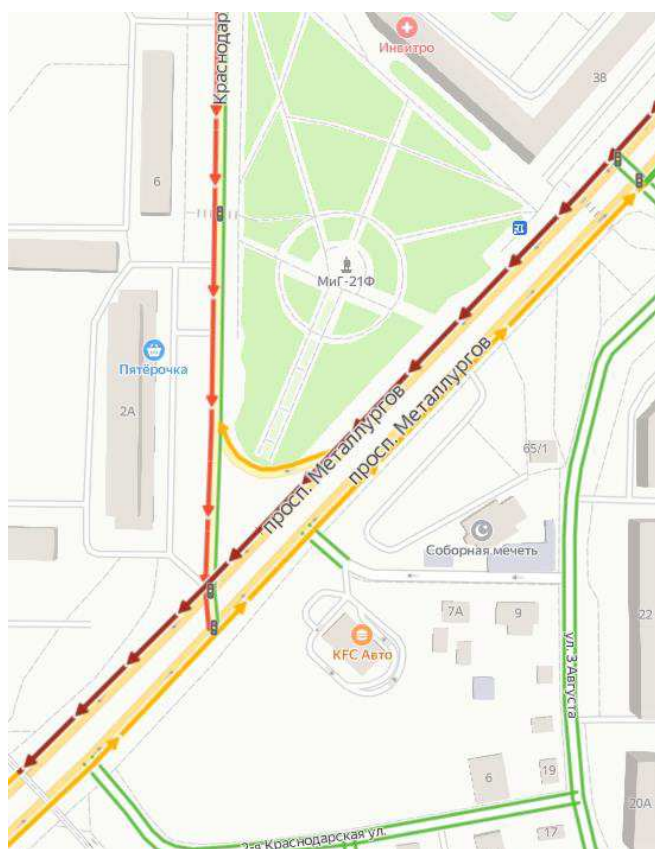


Рисунок 1.13 – Загруженность пересечения ул. Партизана Железняка – пр. Металлургов – ул. Краснодарская в период 17:00-19:00

Как видно из рисунков 1.12 и 1.13, заторовые ситуации образуются на ул. Краснодарская и пр. Проспект Metallургов при движении в сторону ул. Партизана Железняка. При этом, как уже отмечалось ранее, интенсивность на большинстве направлений значительна и сравнима между собой. В совокупности эти факторы говорят о, предположительно, высоком уровне загрузки движением.

#### 1.2.4 Исследование пропускной способности и уровня загрузки движением на выбранных участках УДС

Пропускная способность – максимальное число автомобилей, которое может пропустить участок дороги в единицу времени в одном или двух направлениях в рассматриваемых дорожных и погодных-климатических условиях

На пропускную способность влияет большое количество факторов, зависящих от технических параметров автомобильной дороги и автомобилей. Поэтому для получения надежных данных о пропускной способности должны быть учтены показатели, характеризующие взаимодействие между автомобилями в потоке в различных дорожных условиях.

Транспортные потоки характеризуются интенсивностью, составом и скоростью движения, интервалами между автомобилями и плотностью потока. Вследствие взаимодействия автомобилей в потоке все эти характеристики функционально связаны друг с другом.

Пропускная способность одной полосы движения определяется по формуле 1.2 [10]:

$$N_n = \frac{3600 \times V}{L}, \quad (1.2)$$

где  $N_n$  – пропускная способность одной полосы движения, авт/ч;

$V$  – скорость движения, м/с;

$L$  – динамический габарит размещения автомобиля на дороге, м;

Однако эта формула справедлива только для нерегулируемых участков УДС. При расчете пропускной способности регулируемого пересечения формула 1.2 принимает вид:

$$N_n = \frac{3600 \times (t_3 - \delta t_0 + \delta t)}{T_{ц} \times \delta t}, \quad (1.3)$$

где  $t_3$  - длительность зеленого сигнала, с;

$\delta t_0$  – интервал во времени между включением зеленого сигнала и уходом с пересечения первого автомобиля, с;

$\delta t$  – средний интервал времени между автомобилями, уходящими из очереди в створе «стоп-линий»;

$T_{ц}$  – длительность светофорного цикла, с.

Интервалы времени при разъезде очереди зависят от состава транспортного потока (таблица 1.7).

Таблица 1.7 – Интервалы времени, зависящие от состава транспортного потока

Интервал времени	Доля грузовых автомобилей, %		
	0	20	50
$\delta t_0, c$	3,1	3,5	3,9
$\delta t, c$	2,2	3,0	3,5

Рассчитаем пропускную способность для полос на каждом пересечении. Результаты расчетов сведены в таблицу 1.8.

$$N_{1.1} = \frac{3600 \times (57 - 3,1 + 2,2)}{120 \times 2,2},$$

$$N_{1.1} = 765 \text{ авт/ч},$$

Пропускную способность полосы с нерегулируемым движением рассчитаем по формуле 1.4 [11]:

$$P = \beta P_{max}, \tag{1.4}$$

где  $P_{max}$  – максимальная практическая пропускная способность, принимаемая в данном случае равной 2300 авт./ч.;

$\beta$  - итоговый коэффициент снижения пропускной способности, равный произведению частных коэффициентов  $\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \dots \beta_{17}$ ;

Значения коэффициента  $\beta_1$  приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 - Значения коэффициента  $\beta_1$

Автомобильная дорога	Ширина, м		Величина коэффициента $\beta_1$
	полосы движения	проезжей части	
Многополосная	3,0	-	0,70
Многополосная	3,5	-	0,96

Окончание таблицы 1.8

Автомобильная дорога	Ширина, м		Величина коэффициента $\beta_1$
	полосы движения	проезжей части	
Многополосная	> 3,75	-	1,00
Двухполосная	-	6,0	0,85
Двухполосная	-	7,0	0,90
Двухполосная	-	7,5	1,00

Значения коэффициента  $\beta_9$  приведены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 - Значения коэффициента  $\beta_9$

Число автомобилей, поворачивающих налево, %	Тип пересечения					
	Т-образное			Четырехстороннее		
	Величина коэффициента $\beta_9$ при ширине проезжей части основной дороги, м					
	7,0	7,5	10,5	7,0	7,5	10,5
0	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00
20	0,97	0,98	1,0	0,98	0,97	0,99
40	0,93	0,94	0,97	0,91	0,92	0,97
60	0,87	0,88	0,93	0,84	0,85	0,93
80	0,87	0,88	0,92	0,84	0,85	0,92

Значения коэффициента  $\beta_{11}$  приведены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Значения коэффициента  $\beta_{11}$

Тип покрытия	Значение коэффициента $\beta_{11}$
Шероховатое асфальто- или цементобетонное, черное щебеночное покрытие	1,00
Асфальтобетонное покрытие без поверхностной обработки	0,91
Сборное бетонное покрытие.	0,86
Булыжная мостовая.	0,42
Грунтовая дорога без пыли, сухая	0,90
Грунтовая дорога размокшая	0,10 - 0,30

Значения коэффициента  $\beta_{13}$  приведены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Значения коэффициента  $\beta_{13}$

Вид разметки	Значение коэффициента $\beta_{13}$
При наличии осевой разметки	1,02
Краевая и осевая разметки	1,05
Разметка полос на подъемах с дополнительной полосой	1,50
То же, на четырехполосной дороге	1,23
То же, на трехполосной дороге	1,30
При наличии двойной осевой разметки	1,12

Значения коэффициента  $\beta_{14}$  приведены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 - Значения коэффициента  $\beta_{14}$

Число автобусов в потоке, %	Величина коэффициента $\beta_{14}$ при числе легковых автомобилей в потоке, %					
	70	50	40	30	20	10
1	0,82	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
5	0,80	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66
10	0,77	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65
15	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
20	0,73	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62
30	0,70	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60

$$P = 0,96 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1,12 \cdot 0,82 \cdot 2300 = 1966 \text{ авт./ч,}$$

Все результаты расчетов сведены в таблицу 1.13.

Таблица 1.13 – Результаты расчетов пропускной способности на исследуемых участках УДС

Номер полосы движения	Пропускная способность, авт/ч	
	Пересечение ул. Краснодарская – ул. Воронова	Пересечение ул. Краснодарская – пр. Metallургов
1.1	765	1328
1.2	765	1328

Окончание таблицы 1.13

Номер полосы движения	Пропускная способность, авт/ч	
	Пересечение ул. Краснодарская – ул. Воронова	Пересечение ул. Краснодарская – пр. Metallургов
1.3	219	-
1.4	-	-
2.1	355	1396
2.2	355	510
2.3	355	510
2.4	-	510
3.1	1105	1966
3.2	901	1966
3.3	901	782
3.4	-	782
4.1	355	-
4.2	355	-
На всем пересечении	6021	11078

Для того, чтобы определить степень загруженности участков УДС, необходимо рассчитать уровень загрузки улицы – показатель, характеризующий условия и безопасность движения автомобилей.

Уровень загрузки движением определяется по формуле 1.5.

$$z = \frac{N}{P}, \quad (1.5)$$

где N – среднечасовая интенсивность движения

P – максимальная пропускная способность, авт,ч.

Рассчитаем уровень загрузки движением на каждом пересечении. Результаты расчетов сведены в таблицу 1.14.

$$z_1 = \frac{1662}{1749},$$

$$z_1 = 0,95,$$



Таблица 1.14 – Результаты расчетов уровня загрузки движением на исследуемых участках УДС

Номер направления	Уровень загрузки движением	
	Пересечение ул. Краснодарская – ул. Воронова	Пересечение ул. Краснодарская – пр. Metallургов
1	0,95	0,53
2	0,96	0,57
3	0,85	0,76
4	0,08	-
На всем пересечении	0,82	0,64

Как видно из таблицы 1.14, уровень загрузки движением высок только на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова, при этом направление №4 почти не используется, без его учета уровень загрузки на пересечении будет равен 0,93. Довольно низкое значение на пересечении ул. Краснодарская – пр. Metallургов объясняется тем, что при расчете учитывалась четвертая полоса для правоповоротного движения, интенсивность движения по которой крайне мала, а основное движение сконцентрировано на трех полосах в прямом направлении. Без ее учета уровень загрузки на этом направлении будет 0,97, а на пересечении – 0,74. Также стоит обратить внимание на то, что движение по ул. Краснодарской в сторону ул. Партизана Железняка разрешено по двум полосам, однако на основе натуральных наблюдений оказалось, что движение по левой полосе в данном направлении практически невозможно, так как на ней постоянно образуется очередь из автомобилей, желающих повернуть налево. Учитывая это, уровень загрузки на этом направлении будет равен 0,87. В дополнение к этому, на направлении 3 уровень загрузки тоже не отображает полную картину, поскольку суммарный уровень загрузки полос 3.3 и 3.4 равен 0,96, а полос 3.1 и 3.2 – 0,66. В итоге уровень загрузки равен 0,94.

Таким образом становится понятно, что несмотря на приемлемые уровни загрузки на исследуемых пересечениях в целом, на основных направлениях уровень загрузки оказался близок к критическому.

Далее определим по таблице 1.15 уровень обслуживания дороги – комплексный показатель экономичности, удобства и безопасности движения, характеризующий состояние транспортного потока.

Таблица 1.15 – Характеристика уровней обслуживания движения

Уровень обслуживания движения	Коэффициент загрузки z	Коэффициент скорости движения c	Коэффициент насыщения движением p	Характеристика потока автомобилей	Состояние потока	Эмоциональная нагрузка водителя	Удобство работы водителя	Экономическая эффективность работы дороги
A	< 0,20	> 0,90	< 0,10	Автомобили движутся в свободных условиях, взаимодействие между автомобилями отсутствует	Свободное движение одиночных автомобилей с большой скоростью	Низкая	Удобно	Неэффективная
B	0,20 - 0,45	0,70 - 0,90	0,10 - 0,30	Автомобили движутся группами, совершается много обгонов	Движение автомобилей малыми группами (2 - 5 шт.). Обгоны возможны	Нормальная	Мало удобно	Мало эффективная
C	0,45 - 0,70	0,55 - 0,70	0,30 - 0,07	В потоке еще существуют большие интервалы между автомобилями, обгоны запрещены	Движение автомобилей большими группами (5 - 14 шт.). Обгоны затруднены	Высокая	Неудобно	Эффективная
D	0,70 - 0,90	0,40 - 0,55	0,70 - 1,00	Сплошной поток автомобилей, движущихся с малыми скоростями	Колонное движение автомобилей с малой скоростью. Обгоны невозможны	Очень высокая	Очень неудобно	Неэффективная
E	0,90 - 1,00	< 0,40	1,00	Поток движется с остановками, возникают заторы, режим пропускной способности	Плотное	Очень высокая	Очень неудобно	Неэффективная
F	> 1,00	0,30	1,00	Полная остановка движения, заторы	Сверх плотное	Крайне высокая	Крайне неудобно	Неэффективная

Как видно основные направления движения на исследуемых участках УДС относятся к уровню обслуживания Е, приближаясь по своему значению к уровню F. При этом к участкам автомобильной дороги, обслуживающей движение в режиме перегрузки, относятся участки автомобильной дороги с уровнем обслуживания D, E или F. Это говорит о том, что существующая организация движения почти исчерпала свой ресурс, неэффективна и нуждается в изменениях.

#### 1.2.5 Исследование перспективной интенсивности движения на выбранных участках УДС

Для разработки мероприятий по совершенствованию ОДД на существующей УДС необходимо учитывать перспективную интенсивность движения.

В соответствии с «Руководством по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах» (Росавтодор 2003) при разработке реконструкции отдельных автомобильных дорог допустимо использовать для прогнозирования метод экстраполяции [12].

Прогнозирование интенсивности движения на автомобильной дороге выполняют по формуле 1.6.

$$N_t = N_0 \times (1 + B)^t, \quad (1.6)$$

где  $N_t$  – прогнозируемая интенсивность движения на t-й год авт./сут.;

$N_0$  – исходная интенсивность движения, авт./сут.;

$B$  – среднегодовой прирост интенсивности движения;

$t$  – перспективный период, лет.

Показатель  $B$  принимается 0,76% ежегодно, исходя из среднестатистического увеличения количества транспорта в г. Красноярск.

В таблицах 1.16 и 1.17 представлена перспективная интенсивность движения транспортных средств на 20 лет.

Таблица 1.16 – перспективная интенсивность движения транспортных средств на 20 лет для пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская

Год	Ежегодный процент увеличения транспорта	Суммарная расчетная интенсивность движения, прив. ед./ч		Пропускная способность, ед./ч	
		Полная	Для наиболее загруженных направлений	Полная	Для наиболее загруженных направлений
2022	0,0076	4961	3764	6021	3987
2023	0,0076	4999	3793	6021	3987
2024	0,0076	5037	3821	6021	3987
2025	0,0076	5075	3850	6021	3987
2026	0,0076	5114	3880	6021	3987
2027	0,0076	5153	3909	6021	3987
2028	0,0076	5192	3939	6021	3987
2029	0,0076	5231	3969	6021	3987
2030	0,0076	5271	3999	6021	3987
2031	0,0076	5311	4029	6021	3987
2032	0,0076	5352	4060	6021	3987
2033	0,0076	5392	4091	6021	3987
2034	0,0076	5433	4122	6021	3987
2035	0,0076	5475	4153	6021	3987
2036	0,0076	5516	4185	6021	3987
2037	0,0076	5558	4217	6021	3987
2038	0,0076	5600	4249	6021	3987
2039	0,0076	5643	4281	6021	3987
2040	0,0076	5686	4314	6021	3987
2041	0,0076	5729	4346	6021	3987

Таблица 1.17 – перспективная интенсивность движения транспортных средств на 20 лет для пересечения ул. Краснодарская – пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка

Год	Ежегодный процент увеличения транспорта	Суммарная расчетная интенсивность движения, прив. ед./ч		Пропускная способность, ед./ч	
		Полная	Для наиболее загруженных направлений	Полная	Для наиболее загруженных направлений
2022	0,0076	6847	3243	11078	3331
2023	0,0076	6899	3267	11078	3331
2024	0,0076	6951	3292	11078	3331
2025	0,0076	7004	3317	11078	3331

## Окончание таблицы 1.17

Год	Ежегодный процент увеличения транспорта	Суммарная расчетная интенсивность движения, прив. ед./ч		Пропускная способность, ед./ч	
		Полная	Для наиболее загруженных направлений	Полная	Для наиболее загруженных направлений
2026	0,0076	7057	3342	11078	3331
2027	0,0076	7111	3368	11078	3331
2028	0,0076	7165	3393	11078	3331
2029	0,0076	7219	3419	11078	3331
2030	0,0076	7274	3445	11078	3331
2031	0,0076	7329	3471	11078	3331
2032	0,0076	7385	3498	11078	3331
2033	0,0076	7441	3524	11078	3331
2034	0,0076	7498	3551	11078	3331
2035	0,0076	7555	3578	11078	3331
2036	0,0076	7612	3605	11078	3331
2037	0,0076	7670	3633	11078	3331
2038	0,0076	7728	3660	11078	3331
2039	0,0076	7787	3688	11078	3331
2040	0,0076	7846	3716	11078	3331
2041	0,0076	7906	3744	11078	3331

На основании данных таблиц 1.16 и 1.17 можно заключить, что с учетом общего уровня загрузки движением (всего пересечения) в ближайшие 20 лет интенсивность не превысит пропускную способность. Однако, как уже было видно ранее с уровнем загрузки движением, итоговый результат не всегда отображает полную картину. Стоит рассмотреть ситуацию с перспективной интенсивностью на наиболее загруженных направлениях. Для этого также будем учитывать пропускную способность только в этих направлениях. Наиболее загруженными направлениями лет для пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская являются 1-4, 1-3, 2-3, 2-4, 3-1, 3-4, для пересечения ул. Краснодарская – пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка – 1-2, 2-3, 3-1. Теперь из тех же таблиц 1.11 и 1.12 видна уже другая ситуация: для пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская ресурс пропускной способности для наиболее загруженных направлений исчерпается к 2029 году (при этом для направлений 1-4, 1-3, 2-3, 2-4 ресурс пропускной способности исчерпается уже к 2023 году), а для пересечения ул. Краснодарская – пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка – к 2024 году.

## 1.2.6 Жилой комплекс «Арбан»

Новый жилой комплекс «Арбан» представлен четырьмя 17-этажными smart-домами и пятым домом переменной этажности, состоящего из 5-ти и 7-этажной секций (рисунок 1.11). Сдача планируется к 2022 году [13].

Первые этажи предусмотрены под коммерческую недвижимость. Во втором доме – запроектирован частный детский сад на 40 мест со своей территорией для прогулок.

Вопрос с парковочными местами решается двухуровневым отапливаемым подземным паркингом на 275 машино-места. Также вокруг комплекса предусмотрено 167 наземных машино-мест. Итого 423 машино-места. Т.е. это 423 потенциальных автомобиля к 2022 году дополнительно к нагрузке на пересечение, что соответствует дополнительной интенсивности 52 авт./ч (исходя из их равномерного распределения этих автомобилей на протяжении 8 часового рабочего дня), хотя говорить, что абсолютно все места будут заняты опрометчиво.



Рисунок 1.11 – Схема ЖК «Арбан»

С выездом из ЖК «Арбан» никаких проблем не предвидится, т.к. через два верхних въезда/выезда можно попасть на ул. Краснодарскую по выделенной фазе светофора, не создав затруднительной нагрузки на пересечение, т.к. на данном направлении наблюдается крайне малая интенсивность движения (120 авт./ч.). Плюс имеется выезд непосредственно на ул. Краснодарскую.

Однако с въездом на территорию ЖК «Арбан» ситуация меняется. По ул. Армейской движение преимущественно одностороннее и въезд на территорию ЖК будет возможен либо через пересечение, либо с ул. Краснодарской. Для поворота на ул. Армейскую с ул. Краснодарская (при движении с юга на север) выделена фаза светофора, но с той же полосы осуществляется и движение в прямом направлении. При этом уже существующая интенсивность левоповоротного движения довольно высока и составляет 303 прив. ед. (при пропускной способности 355 прив. ед.), что, в свою очередь, соответствует уровню загрузки движением 0,85. Однако, если учесть движение в прямом направлении с этой полосы, то интенсивность за выделенную фазу для левоповоротного движения будет максимальна и любое увеличение интенсивности на данном направлении будет негативно сказываться на пропускной способности в прямом направлении, т.к. длительность фазы мала и будут образовываться очереди для поворота налево.

Теперь рассмотрим выезд/въезд с ул. Краснодарская. Тут возможны два варианта: запрещен левый поворот с ул. Краснодарская и разрешен. В первом случае ситуация будет аналогична, описанной выше. Во втором случае, скорее всего, все автомобили, движущиеся по ул. Краснодарской, будут предпочитать именно этот въезд, вместо въезда с ул. Армейской из-за расстояния. Однако это негативно скажется на общей пропускной способности, поскольку этим поворотом могут воспользоваться автомобили, которые раньше поворачивали с ул. Краснодарской на ул. Армейскую через пересечение, т.к. длительность фазы для них на пересечении 27 секунд, а время ожидания 93 секунды. Плюс к этому на данном участке УДС количество полос равно двум в оба направления, т.е. загруженность на каждой полосе будет больше, чем перед пересечением. Поэтому дополнительные автомобили, желающие повернуть налево без предоставления преимущества, на этом участке УДС только усугубят сложившуюся ситуацию. Также стоит отметить, что доступ через пересечение в ЖК «Арбан» возможен с направлений, которые являются наиболее загруженными (направления 1, 2, 3-1 и 3-4 с уровнем загрузки более 0,9).

Таким образом ЖК «Арбан» негативно повлияет на общую сложившуюся дорожную ситуацию и ситуацию в перспективе, но не критично.

#### 1.2.7 Прочие недостатки ОДД, выявленные на исследуемых участках УДС

На пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова дополнительно были выявлены следующие недостатки в ОДД:

1) недостаточная продолжительность фазы для пешеходного движения через ул. Армейскую и ул. Воронова, из-за чего пешеходы вынуждены пересекать дорогу бегом. Длительность фазы для пересечения ул. Воронова (ширина 25,1 метра) 17 секунд, для пересечения ул. Армейская (ширина 15 метров, однако из-за особенностей организации пешеходного перехода ширина составляет 21 метр) 15 секунд. Средняя скорость человека пешком 5 км/ч или 1,38 м/с. При такой скорости человек пройдет за 15 секунд 20,7 метра. Такой скорости человека будет достаточно для преодоления ширины ПЧ ул. Армейская, но только для первого человека. Для того, кто следует за ним этой скорости будет недостаточно и ему нужно будет ускоряться. Для преодоления ПЧ ул. Воронова пешеходной фазы и вовсе недостаточно.

2) физический износ и отсутствие дорожной разметки (рисунок 1.12-1.13)

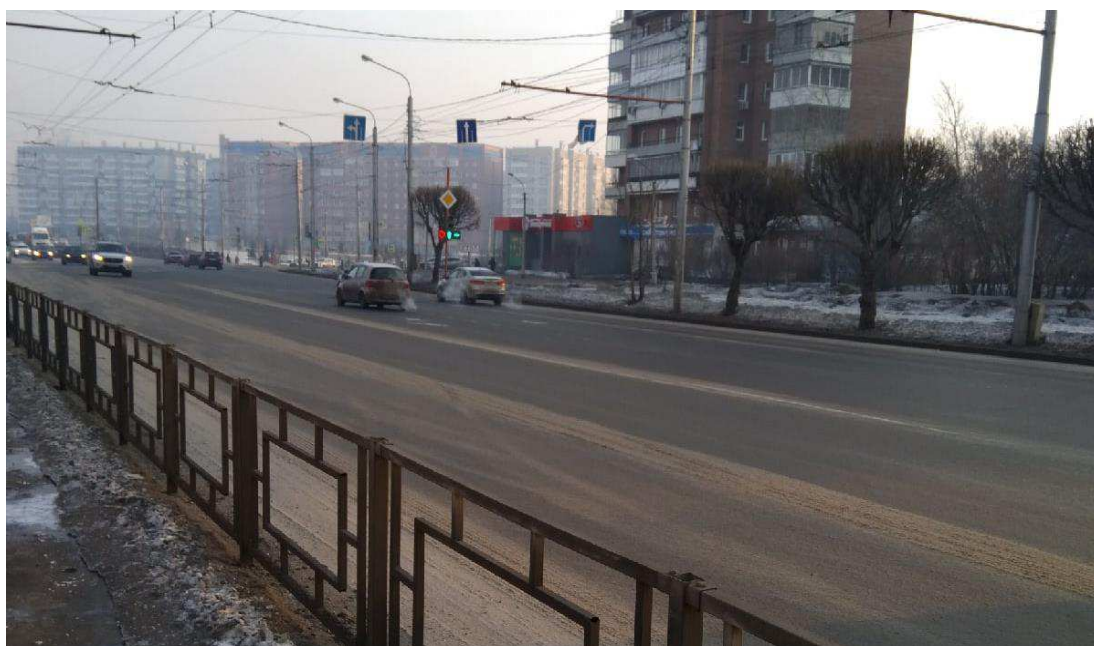


Рисунок 1.12 – Вид на физический износ и отсутствие дорожной разметки на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова





Рисунок 1.13 – Отсутствие дорожной разметки на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

3) Очередь, образуемая из автомобилей, желающих повернуть с ул. Краснодарская на ул. Армейская, не дает возможности двигаться с левой полосы в прямом направлении в часы-пик.

На пересечении пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка – ул. Краснодарская выявлены следующие недостатки:

1) Физический износ дорожной разметки (рисунок 1.14)



Рисунок 1.14 – Вид на физический износ и отсутствие дорожной разметки на пересечении пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка – ул. Краснодарская

2) Из-за значительной удаленности стоп-линии на пр. Metallургов от конфликтной точки с ул. Краснодарская, автомобили, которые не успели эту точку проехать в время основного такта и оказавшиеся за стоп-линией, пытаются проехать ее во время промежуточного такта и запрещающего сигнала, однако образующиеся заторы не дают им это сделать, из-за чего, в свою очередь, эти автомобили ограничивают левоповоротное движение с ул. Краснодарская (рисунок 1.15).

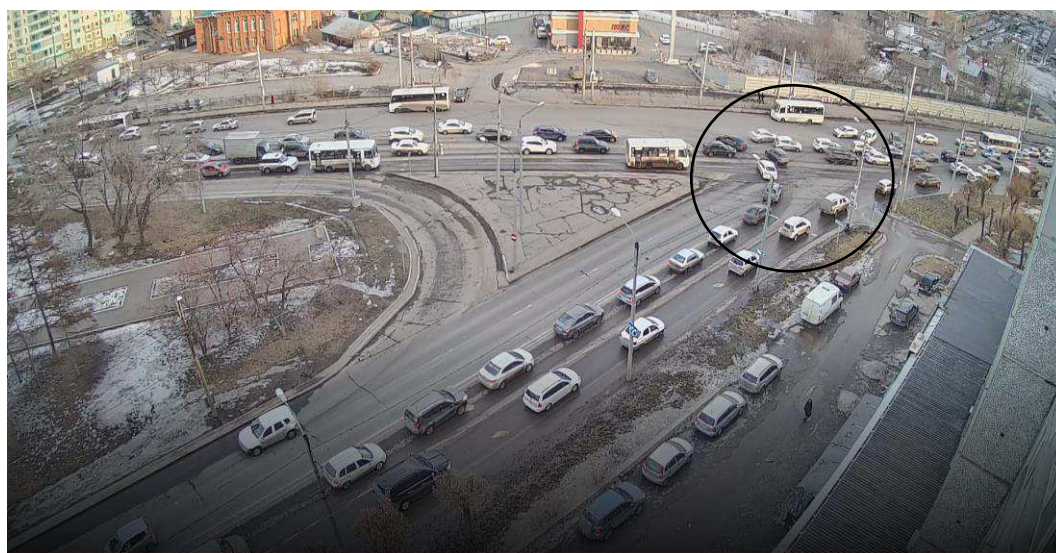


Рисунок 1.15 – Вид на автомобили, оказавшиеся за стоп-линией на пр. Metallургов и ограничивающие левоповоротное движение с ул. Краснодарской

3) Некоторые автомобили сворачивают с пр. Metallургов на л. Краснодарскую с 3 полосы, ограничивая движение с полос 1, 2 и 3 (рисунок 1.16).



Рисунок 1.16 – Вид на автомобили, осуществляющих поворот с непредназначенных для этого полос

4) Очередь, образуемая из автомобилей, желающих повернуть с ул. Краснодарская на ул. Партизана Железняка, не дает возможности двигаться с левой полосы в прямом направлении в часы-пик (рисунок 1.17)



Рисунок 1.14 – Вид на очередь на левой полосе ул. Краснодарской при зеленом сигнале светофора в прямом направлении

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1) на основе анализа ДТП выявлено, что подавляющая часть ДТП происходит на магистральных улицах, а также выявлены 8 аварийно-опасных участков УДС Советского района, 7 из которых являются пересечениями магистральных улиц;

2) при исследовании выбранных участков выявлено частичное отсутствие и физический износ дорожной разметки;

3) на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова продолжительность основных пешеходных тактов недостаточна для преодоления проезжих частей ул. Армейская и Воронова;

4) на основе анализа интенсивности, пропускной способности и с помощью сервиса «Яндекс.Пробки» выявлено, что на выбранных участках УДС наблюдается крайне высокий уровень загрузки движением, вплоть до образования заторовых ситуаций;

5) строящийся ЖК «Арбан» негативно повлияет на дорожную ситуацию на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова.

Исходя из этого предлагаются следующие мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения:

1) проект изменение схемы ОДД с разделением транспортных потоков в пространстве на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская;

2) проект изменение схемы ОДД с разделением транспортных потоков в пространстве на пересечении ул. ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская;

3) проект реорганизации пешеходного движения на пересечении ул. ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская.

## **2 Организационно – техническая часть**

В данной бакалаврской работе предлагается разработка проекта совершенствования ОДД, включающий комплекс инженерных решений по проектированию развязок на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова и пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка – ул. Краснодарская с организацией движения транспортных и пешеходных потоков.

Для решения проблем ОДД были проведены исследование и анализ существующей ОДД и БДД на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова и пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка – ул. Краснодарская, а также:

1) обоснована необходимость изменения схем существующих ОДД с разделением транспортных потоков в пространстве;

2) целесообразность реорганизации схемы пешеходного движения на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова.

Для изменения существующих схем ОДД необходимо:

1) разработать комплекс мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова и пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка – ул. Краснодарская;

2) рассчитать геометрические параметры транспортных развязок на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова и пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка – ул. Краснодарская ;

3) оценить эффективность предлагаемых мероприятий на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова и пр. Metallургов – ул. Партизана Железняка – ул. Краснодарская.

### **2.1 Разработка мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова**

В данной работе рассматривается вариант применения пересечения в разных уровнях. Предлагается совершенствование схемы проезда автомобильного транспорта на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова путем строительства транспортной развязки в двух уровнях и тоннеля.

Основными причинами обоснования строительства развязки в трех уровнях являются снижение уровня загрузки движением и уменьшение числа конфликтных точек.

### 2.1.1 Выбор типа транспортной развязки

Выбор типа транспортной развязки напрямую зависит от размеров территории, на которой будет строиться, а также от исходного взаиморасположения сходящихся дорог. Сложность выбора и применения транспортной развязки на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова заключается в несимметричности пересечения, отсутствия места для применения большинства развязок (развязки типов «клеверный лист», «распределительное кольцо с одним/несколькими путепроводами», «крест») и невозможности разделить все транспортные потоки в пространстве. При этом по обе стороны от улицы Воронова находится относительно свободная территория. Исходя из этих условий, а также интенсивности движения, было принято решение о применении развязки с элементами типа «прокол» и развязки типа «труба», схемы которых отображены на рисунках 2.1 и 2.2 соответственно. Ситуационный план данной развязки представлен на рисунке 2.3.

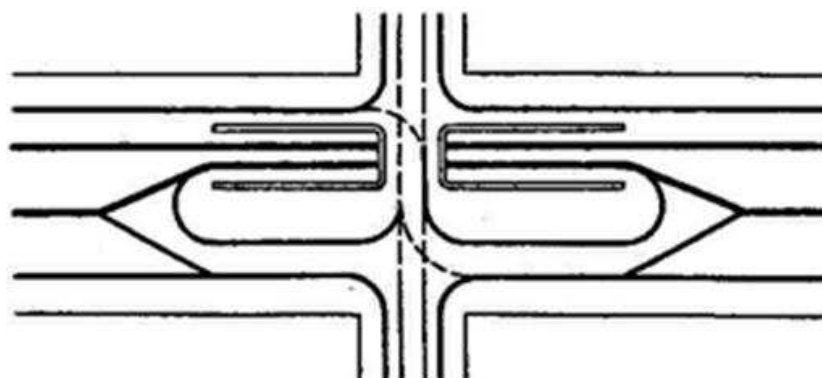


Рисунок 2.1 – Схема неполной транспортной развязки со светофорным регулированием (сплошные линии – непрерывное движение, пунктирные - регулируемое).

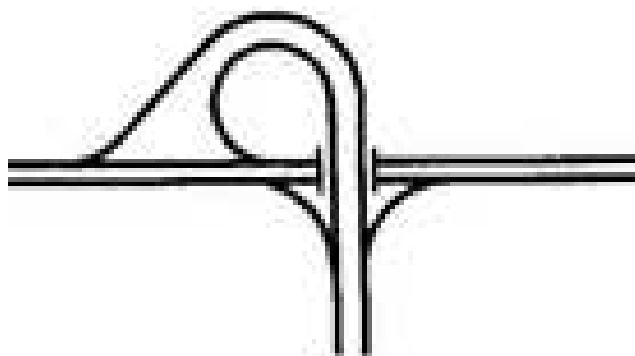


Рисунок 2.2 – Схема транспортной развязки типа «труба»

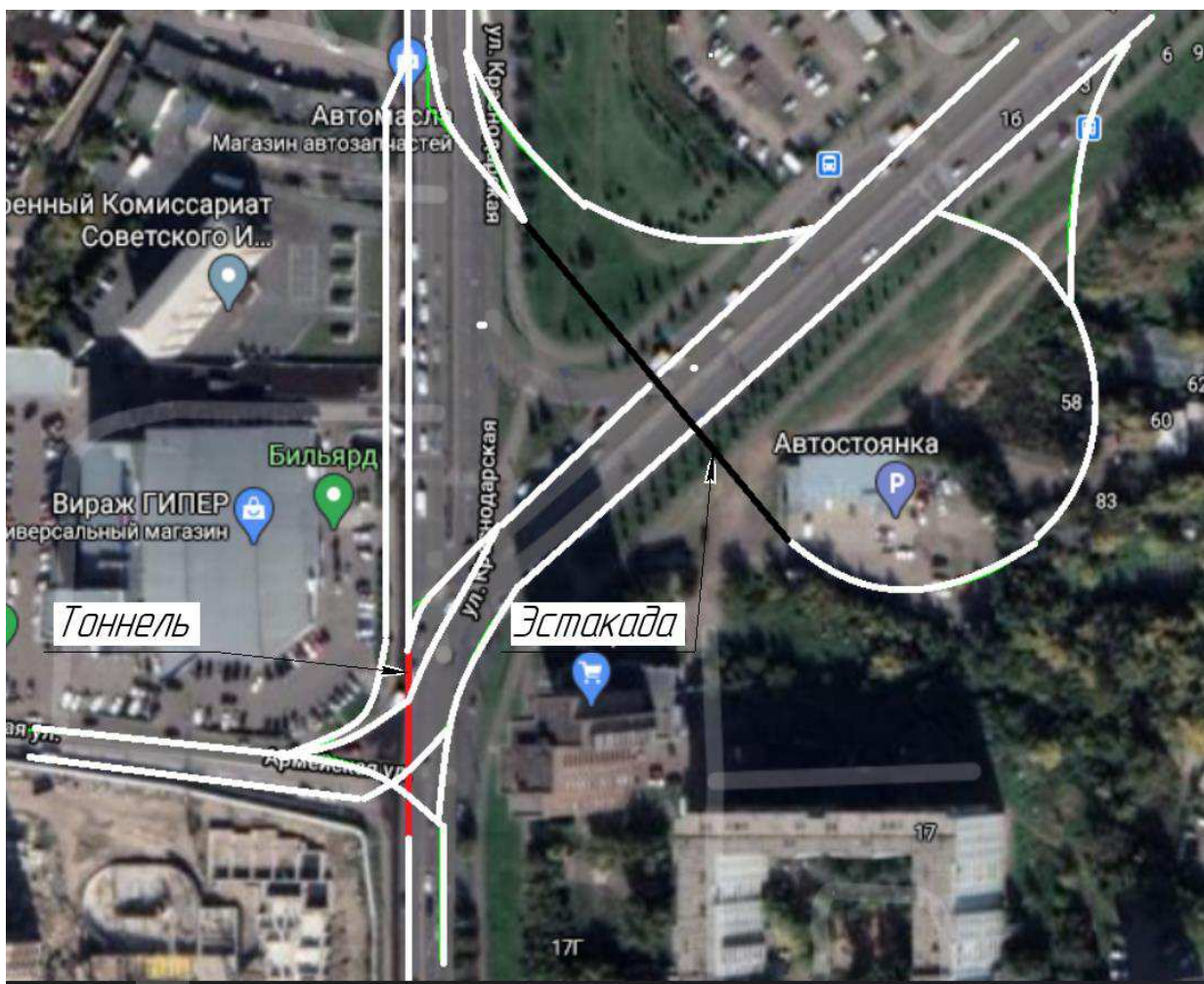


Рисунок 2.3 – Ситуационный план транспортной развязки на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

Улица Краснодарская, расположенная выше пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова (по рисунку 2.3) соединяется с ул. Воронова трубовидной развязкой. Этим достигается отделение левоповоротного потока от основного. При этом развязка также является связующим звеном между частями ул. Краснодарская до пересечения и после, т.е. для продолжения прямого движения по ул. Краснодарская нужно повернуть на ул. Воронова, затем через ЛПО на эстакаду. Движение на ул. Армейская останется прежним, но с одним изменением: вместо правого поворота на ул. Краснодарская будет левый.

Движение в обратном направлении по ул. Краснодарская будет организовано через тоннель, в который также будут спускаться 2 полосы с ул. Воронова. Движение перед въездом тоннель регулируемое, т.к. для нерегулируемого слияния потоков с 4 полос не хватит ширины ул.

Краснодарская. При этом для поворота на ул. Армейская выделена полоса вне тоннеля.

Также схемой предусмотрено движение с ул. Армейская на ул. Воронова, откуда через развязку можно попасть на ул. Краснодарская.

Движение над тоннелем остается регулируемым, поскольку остается несколько, неразделенных в пространстве, пересекающихся транспортных потоков.

От развязки типа «прокол» данная отличается тем, что тоннель выделяется только для одного направления, и при этом для двух сходящихся улиц, а от трубчатой развязки тем, что она начинается с основной дороги.

Данные мероприятия позволяют получить следующие преимущества:

1) более высокая безопасность движения за счет исключения пересечений основных направлений с потоками, осуществляющими левые повороты;

2) увеличение пропускной способности и повышение безопасности за счет уменьшения количества светофорных фаз;

3) увеличение пропускной способности по ул. Краснодарская за счет полноценного выделения по две полосы для движения только в прямом и обратном направлениях;

4) возможность движения с ул. Армейская на ул. Воронова (через пересечение) и ул. Краснодарская (через развязку).

### 2.1.2 Расчет левоповоротного ответвления

Перед началом расчета необходимо определить длины переходной и круговой кривых. Затем по радиусу круговой кривой рассчитываем скорость движения автомобиля по левоповоротного ответвления (ЛПО) [14]:

$$V = \sqrt{127 \cdot R (\mu + i_B)}, \text{ км/ч} \quad (2.1)$$

где  $\mu$ - коэффициент поперечной силы, определяемый по формуле 2.2 подбором, принимаемый в начале  $\mu=0,15$ :

$$\mu = 0,2 - 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot V, \quad (2.2)$$

где  $i_B$ - уклон виража, принимаемый равным 0,04

Радиус круговой кривой из формул 2.1 и 2.2 рассчитывается по формуле 1.3:



$$R = \frac{V^2}{127 \cdot (0,2 - 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot V + i_B)}, \quad (1.3)$$

$$R = \frac{(40)^2}{127 \cdot (0,2 - 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot 40 + 0,04)} = 60 \text{ м.}$$

Длину переходной кривой рассчитаем по формуле:

$$L = \frac{V^3}{47 \cdot I \cdot R}, \quad (2.4)$$

где  $V$ - скорость движения автомобиля;

$I$ - скорость нарастания центробежного ускорения,  $0,4 \text{ м/с}^3$

$$L = \frac{(40)^3}{47 \cdot 0,4 \cdot 32,6} = 59,738 \text{ м.}$$

Радиус круговой кривой и длина переходной кривой определяются с учетом нормативных значений, приведенных в таблице 2.1.

Таблица 2.1- Нормы радиуса круговой кривой и длины переходной кривой

Радиус круговой кривой, м	300	250	200	150	100	60	50	30
Длина переходной кривой, м	130	100	90	80	70	60	50	40

Для определения значение длины и радиуса рассчитанную длину круговой кривой сравним с данными таблицы 2.1 и примем большее значение. В данном случае принимаем  $L = 60 \text{ м}$ ,  $R = 60 \text{ м}$ .

Далее по расчету необходимо определить отгон виража. Отгон виража начинается в поперечном сечении проезжей части, проходящей через точку  $K$  на оси ЛПО (рисунок 2.5). Примем уклон  $i_{нк} = i_{п}$ .

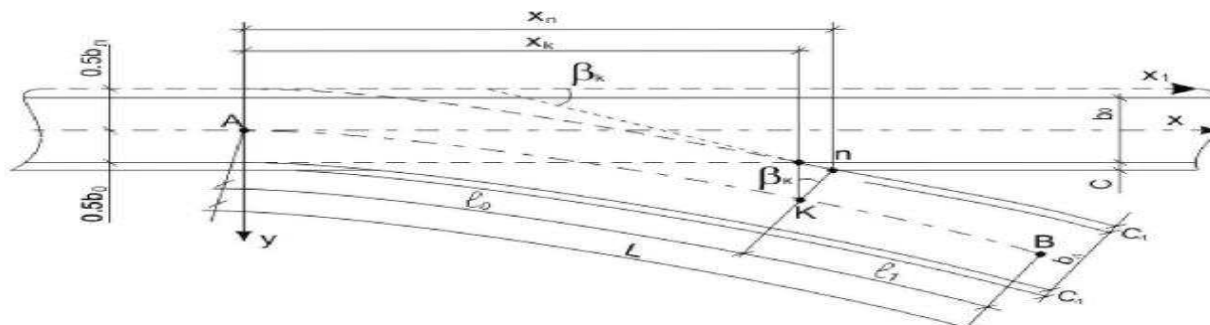


Рисунок 2.5 - Схема к определению длины переходной кривой по условию проектирования отгона виража

Тогда длина отгона равна:

$$l_{\text{отг}} = \frac{0,5 b_{\text{л}}(i_{\text{в}} - i_{\text{п}})}{i_{\text{доп}}}, \quad (2.5)$$

где  $b_{\text{л}}$ - ширина проезжей части ЛПО, 7 м;

$i_{\text{в}}$ - уклон виража на ЛПО, 0,04 %;

$i_{\text{п}}$ - поперечный уклон проезжей части ЛПО, 0,02;

$i_{\text{доп}}$  – дополнительный уклон внешней кромки проезжей части ЛПО, 0,01.

$$l_{\text{отг}} = \frac{0,5 \cdot 7 \cdot (0,04 - 0,02)}{0,01} = 7 \text{ м.}$$

Для того, чтобы разместить отгон на части соединительного ответвления от точки К до точки В должно выполняться следующее условие:

$$l_1 \geq l_{\text{отг}} \quad (2.6)$$

Расстояние  $l_1$  определим методом последовательного приближения исходя из выполнения условия 2.6.

Вначале определим требуемую длину участка переходной кривой от точки А до точки К:

$$l_{01} = L - l_{\text{отг}} \quad (2.7)$$

$$l_{01} = 60 - 6 = 54 \text{ м.}$$

Вычислим радиус кривизны и угол касательной к переходной кривой в точке К:

$$\rho_{\text{к}} = \frac{RL}{l_{01}}; \quad (2.8)$$

$$\rho_{\text{к}} = \frac{60 \cdot 60}{54} = 66,7 \text{ м.}$$

$$\beta_{\text{к}} = \frac{0,5 \cdot l_{01}}{\rho_{\text{к}}}, \text{ радианы} \quad (2.9)$$

$$\beta_K = \frac{0,5 \cdot 54}{66,7} = 0,4 \text{ рад.}$$

Найдем значение координаты точки К:

$$\gamma_{K\beta} = 0,5 \cdot b_0 + c + (0,5 \cdot b_L + c_L) \cdot \cos \beta_K, \quad (2.10)$$

где  $b_0$ - ширина полосы движения, сопрягаемой ЛПО;

$b_L$ - ширина однополосной проезжей части ЛПО;

$c$ - ширина укрепленной полосы;

$c_L$ - ширина укрепленной полосы ЛПО, 0,25 м.

$$\gamma_{K\beta} = 0,5 \cdot 3,5 + 0,75 + (0,5 \cdot 5 + 0,25) \cdot \cos 0,4 = 6,25.$$

Определим требуемое значение длины участка переходной кривой до точки К по формуле 2.11:

$$l_{02} = \sqrt[3]{6RL\gamma_{K\beta}} \quad (2.11)$$

$$l_{02} = \sqrt[3]{6 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 6,25} = 51,3 \text{ м.}$$

Вычислим значение  $l_{1n}$  по формуле 2.12:

$$l_{1n} = L - l_{02} \quad (2.12)$$

$$l_{1n} = 60 - 51,3 = 8,7 \text{ м.}$$

Теперь проверим условие 2.6. Условие выполняется, так как  $8,7 > 7$ . Тогда примем  $l_1 = l_{1n}$ ;  $l_0 = l_{02}$ , и вычислим координаты точек К, В и n:

$$x_K = l_0 - \frac{l_0^5}{40(RL)^2}; \quad \gamma_K = \frac{l_0^3}{6RL} - \frac{l_0^7}{336(RL)^3}; \quad (2.13)$$

$$x_K = 51,3 - \frac{51,3^5}{40(60 \cdot 60)^2} = 50,6;$$

$$\gamma_K = \frac{51,3^3}{6 \cdot 60 \cdot 60} - \frac{51,3^7}{336(60 \cdot 60)^3} = 6,19$$

$$x_B = L - \frac{L^3}{40R^2}; \quad \gamma_B = \frac{L^2}{6R} - \frac{L^4}{336R^3}; \quad (2.14)$$

$$x_B = 60 - \frac{60^3}{40 \cdot 60^2} = 58,5;$$

$$\gamma_B = \frac{60^2}{6 \cdot 60} - \frac{60^4}{336 \cdot 60^3} = 9,82.$$

$$x_n = x_K + (0,5b_L + c_L) \sin \beta_K, \quad (2.15)$$

где  $b_L$ - ширина проезжей части однополосного ЛПО;  
 $\beta_K$ - по формуле 2.9.

$$x_n = 50,6 + (0,5 \cdot 7 + 0,25) \cdot \sin 0,4 = 50,63$$

### 2.1.3 Определение пикетного положения основных точек плана трассы ЛПО

План ЛПО состоит (рисунок 2.6) из переходной кривой АВ, круговой кривой ВВ' и переходной кривой А'В'.

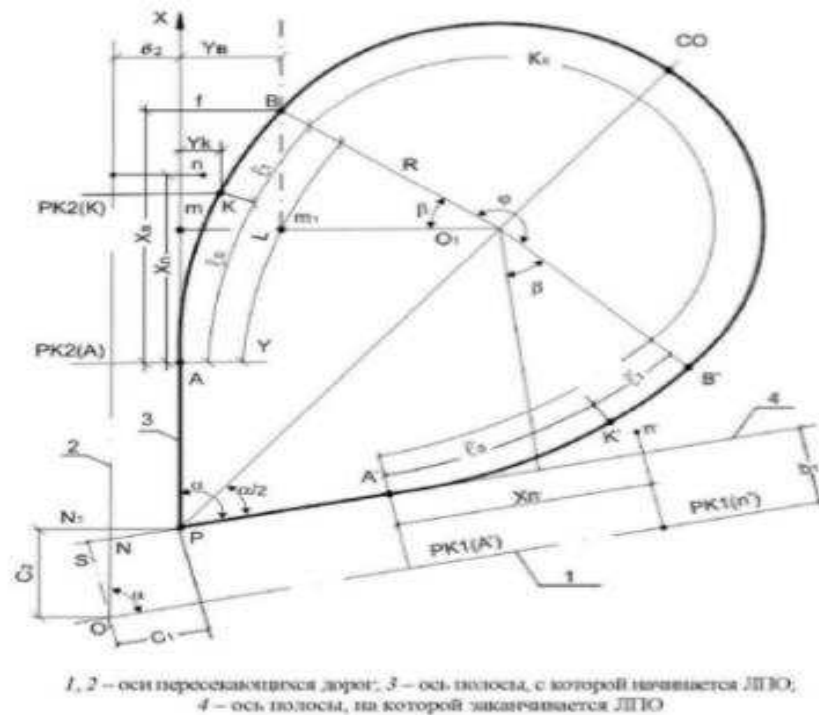


Рисунок 2.6 – Схема к расчёту элементов плана трассы левоповоротного соединительного ответвления

Для дальнейших расчетов нужно найти пикетное положение точек А, К, А' и К'. Также нужно определить пикетаж точек К, В, СО, В', К' и А'.

Пикетное положение точек А и  $n$  рассчитаем по формулам 2.16 и 2.17:

$$PK2(A) = PK2(O) \pm C_2 \pm PA ; \quad (2.16)$$

$$PK2(n) = PK2(A) \pm x_n , \quad (2.17)$$

где  $PK2(O)$  – пикетное положение на дороге №2 точки пересечения оси дороги №2 с осью дороги №1 ( по заданию);

$C_2$  – смещение точки пересечения полос движения, сопрягаемых ЛПО, относительно точки О;

$PA$  – расстояние от точки Р до начала ЛПО.

В формулах (2.16) и (2.17) знаки «+» или «-» применяют в зависимости от направления пикетажа на пересекающихся дорогах.

Значение смещения точки Р от точки О вычислим по формулам 2.18а и 2.18б:

$$C_1 = b_1 \operatorname{ctg} \alpha + b_2 / \sin \alpha , \quad (2.18a)$$

$$C_2 = b_2 \operatorname{ctg} \alpha + b_1 / \sin \alpha , \quad (2.18б)$$

где  $b_1$  – расстояние между осью 1 дороги №1 и осью полосы 4, на которой заканчивается ЛПО;

$b_2$  – расстояние между осью 2 дороги №2 и осью полосы 3, с которой начинается ЛПО;

$\alpha$  – острый угол пересечения осей 1 и 2 дорог ( по заданию).

Значение  $b_1$  и  $b_2$  равны, следовательно  $C_1$  и  $C_2$  тоже равны.

$$C_1 = 1,5 \operatorname{ctg}(75) + 1,5 / \sin (75) = 1,95 \text{ м.}$$

$$C_2 = C_1 = 1,95 \text{ м.}$$

Расстояние  $PA$  до начала ЛПО определим по формуле:

$$PA = (y_B + R \cos \beta) \operatorname{ctg}(\alpha/2) + R \sin \beta - x_B , \quad (2.19)$$

где  $x_B$ ,  $y_B$  – координаты конца переходной кривой, вычисляют по формуле (2.14);

$\beta$  – угол переходной кривой:

$$\beta = 0,5L/R, \text{ радианы}; \quad \beta = \frac{0,5L \cdot 180}{\pi \cdot R}, \text{ градусы}; \quad (2.20)$$

$$\beta = \frac{0,5 \cdot 60 \cdot 180}{3,14 \cdot 60} = 28,6 \text{ градусов.}$$

$$\beta = 0,5 \cdot 60/60 = 0,5 \text{ рад.}$$

$$PA = (9,82 + 60 \cdot \cos 0,5) \cdot \operatorname{ctg}(75/2) + 60 \cdot \sin 0,5 - 58,5 = 51,68 \text{ м.}$$

$$PK2(A) = 0 + 1,95 + 51,68 = 53,63 \text{ м.}$$

$$PK2(n) = 53,44 + 50,63 = 104,26 \text{ м.}$$

Пикетное положение точек  $A'$  и  $n'$  на дороге №1 вычислим по формулам, аналогичным (2.15), (2.16), принимая  $PA'=PA$  и  $x_n = x_{n'}$ :

$$PK1(A') = PK1(O) \pm C_1 \pm PA; \quad (2.21)$$

$$PK1(n') = PK1(A') \pm x_n; \quad (2.22)$$

где  $PK1(O)$  – пикетное положение на дороге №1 точки пересечения ее с осью дороги №2;

$C_1$  – по формуле (2.18) или (2.19).

$$PK1(A') = 0 + 1,95 + 51,68 = 53,63 \text{ м.}$$

$$PK1(n') = 53,44 + 50,63 = 104,26 \text{ м.}$$

Пикетное положение точек  $K$ ,  $B$ ,  $CO$ ,  $B'$ ,  $K'$  и  $A'$  вычисляются по формулам:

$$\begin{cases} \text{РКЛПО}(K) = l_0, \\ \text{РКЛПО}(B) = L, \\ \text{РКЛПО}(CO) = L + 0,5 \cdot K_0, \\ \text{РКЛПО}(B') = L + K_0, \\ \text{РКЛПО}(K') = L + K_0 + (L - l_0), \\ \text{РКЛПО}(A') = L + K_0 + L, \end{cases} \quad (2.23)$$

где  $K_0$  – длина круговой кривой  $BCOB'$ , вычисляется по формуле:

$$K_0 = \pi \cdot R(180 + \alpha - 2\beta)/180, \quad (2.24)$$

где  $\beta$  – угол переходной кривой в градусах.

$$K_0 = 3,14 \cdot 60(180 + 76 - 2 \cdot 28,6)/180 = 208,18 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(K) = 51,3 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(B) = 60 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(CO) = 60 + 0,5 \cdot 208,18 = 164,09 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(B') = 60 + 208,18 = 268,18 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(K') = 60 + 208,18 + (60 - 51,3) = 276,88 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(A') = 60 + 208,18 + 60 = 328,18 \text{ м.}$$

ЛПО получившейся развязки будет проходить прямо через остановочный пункт на ул. Воронова, правоповоротное ответвление в таком случае будет начинаться от остановочного пункта в обратном направлении. В следствие этого с остановочными пунктами предлагаются провести следующие мероприятия: переместить против направления движения на ул. Воронова остановочный пункт при движении в сторону пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова на 100 метров, а остановочный пункт в обратном направлении разделить на два, первых из которых будет располагаться между заездом и съездом ЛПО и предназначаться для маршрутов, пролегающих с юга ул. Краснодарская на ул. Воронова. Второй же остановочный пункт будет располагаться за съездом ЛПО и

предназначаться для маршрутов, пролегающих с севера ул. Краснодарская на ул. Воронова. Не разделить остановочный пункт нельзя, поскольку в таком случае образуется конфликтная точка на въезде остановочного пункта и съезда ЛПО между маршрутами, пролегающими с юга ул. Краснодарской, и маршрутами, пролегающими с севера ул. Краснодарской. В следствие этого разделение остановочных пунктов позволит избежать образования заторовых ситуаций перед ними, а также заездом и съездом развязки, и обеспечит возможность посадки/высадки пассажиров как при существующей организации дорожного движения с минимальными изменениями на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова представлена на рисунке 2.7.

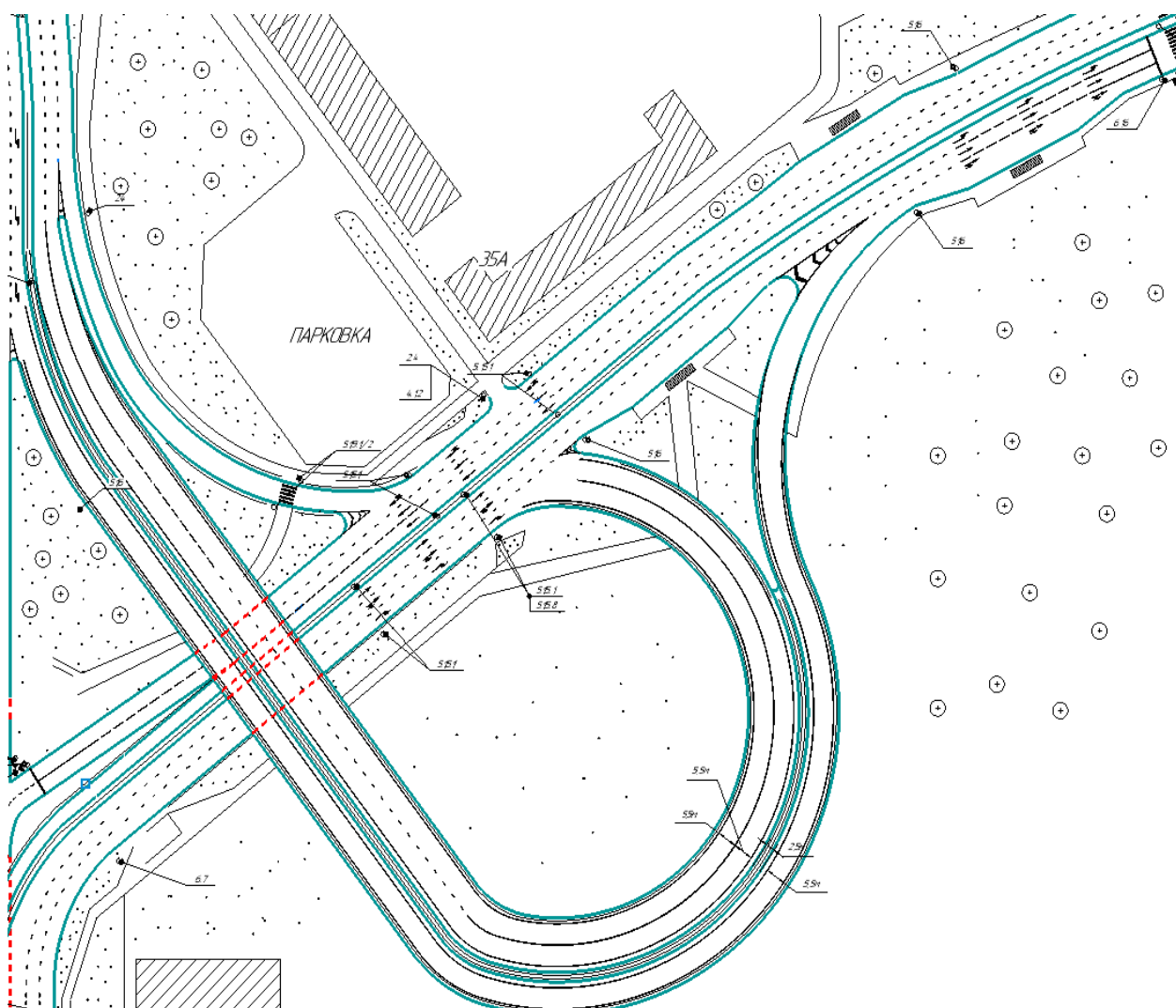


Рисунок 2.7 – Схема ОДД на транспортной развязке и остановочных пунктах на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

Выбор прямого угла пересечения развязки обоснован желанием сохранить как можно большую часть парковки у жилого здания Воронова 35А



(рисунок 2.7), поскольку при уменьшении угла пересечения ЛПО будет одновременно сужаться и вытягиваться (при сохранении радиуса круговой кривой и длины переходной кривой), что сдвинет вправо заезд и съезд с ЛПО по ул. Воронова. Это, в свою очередь, негативно отразится на размещении остановочных пунктов. Также чем острее будет угол, тем меньшим будет расстояние для съезда/заезда до ул. Краснодарская, тогда придется смещать развязку вправо по ул. Воронова, уменьшая парковку. При тупом угле пересечения развязка ограничивается жилым зданием Краснодарская 17А и сильно увеличить угол не получится. Поэтому оптимальным является прямой угол пересечения.

#### 2.1.4 Проектирование транспортного тоннеля

Основные параметры поперечного сечения автодорожных городских тоннелей определяются необходимой шириной проезжей части транспортных зон, шириной служебных проходов и защитных полос, разделительной полосы (при двустороннем движении), наличием остановочной полосы, необходимым дополнительным пространством для размещения эксплуатационных устройств и оборудования, а также строительным допуском на сооружение обделки тоннеля [15].

Ширина проезжей части в городских тоннелях определяется шириной полос движения и их количеством, шириной полос безопасности и резервной полосы для вынужденной остановки транспортных средств (при ее наличии).

Ширину одной полосы движения следует принимать:

1) для тоннелей на магистральных улицах общегородского значения классов I и II с непрерывным движением - не менее 3,75 м, а в стесненных условиях при ограничении скорости движения и соответствующем обосновании - не менее 3,5 м;

2) для тоннелей на магистральных улицах общегородского значения класса II с регулируемым движением - не менее 3,5 м;

3) для тоннелей на магистральных улицах районного значения - не менее 3,25 м.

Ширина полос безопасности городских тоннелей должна приниматься не менее 0,75 м.

При ограниченной ширине тоннеля, например, при сооружении его щитовым способом или в стесненных городских условиях, допускается уменьшать ширину полос безопасности в соответствии с техническим заданием на проектирование.

При размещении на разделительной полосе опор ее возвышение над уровнем проезжей части должно быть не менее 0,6 м.

Высотный габарит транспортной зоны городского тоннеля (от уровня покрытия дорожной одежды до низа перекрытия зоны) должен составлять не менее 5,25 м.

В стесненных условиях, а также в условиях реконструкции тоннелей при соответствующем обосновании допускается уменьшение высоты транспортной зоны при условии обеспечения высотного габарита приближения конструкций и оборудования 4,5 м.

Автодорожные тоннели должны иметь служебные проходы: при движении в одном направлении - с одной стороны, а при разнонаправленном - с двух сторон.

При устройстве служебного прохода с одной стороны тоннеля следует устраивать защитную полосу с другой стороны.

Ширина служебных проходов и защитной полосы принимается в соответствии с требованиями ГОСТ 24451. При наличии остановочной полосы в городских тоннелях служебный проход не предусматривается, ширина защитной полосы может быть уменьшена до 0,25 м.

Ширину разделительной полосы или полосы для размещения опор между проезжими частями единого тоннеля для обоих направлений следует предусматривать не менее 1,3 м.

В тех случаях, когда ширина разделительной полосы улицы (дороги) превышает ее ширину в тоннеле, переход от большей к меньшей ширине следует предусматривать плавным на длине не менее 100 м.

Возвышение служебных проходов, защитных и разделительных полос без размещения на них промежуточных опор должно быть не менее 0,6 м.

Элементы плана и профиля автодорожных тоннелей должны назначаться исходя из условий обеспечения необходимой видимости при заданной расчетной скорости. Радиусы кривых в плане должны быть не менее 250 м.

Продольный уклон в железнодорожных и автодорожных тоннелях должен быть не менее 3‰, за исключением участков переходных вертикальных кривых. Как исключение, в заведомо сухих районах уклон может быть 2‰, а в суровых условиях с большим водопритоком - до 6‰.

Максимальные продольные уклоны в автодорожных тоннелях не должны превышать 40‰, а в сложных топографических и инженерно-геологических условиях при длине тоннеля до 500 м - 60‰.

Служебные проходы II принимаются для тоннелей, сооружаемых на дорогах I и II категорий, по обеим сторонам проезжей части; для тоннелей,

сооружаемых на дорогах III и IV категорий, с одной стороны предусматривается устройство служебного прохода П, с другой защитной полосы З [16].

Габариты проектируемого тоннеля представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Габариты проектируемого тоннеля

Наименование параметра	Значение параметра
Общее число полос движения, ед.	2
Количество направлений, ед.	1
Ширина полосы безопасности, м	0,75
Ширина полосы движения, м	3,5
Продольный уклон не более, ‰	3
Высотный габарит транспортной зоны, м	5,25
Ширина служебных проходов, м	0,75
Ширина защитной полосы, м	0,5

Схема поперечного профиля проектируемого тоннеля представлена на рисунке 2.8.

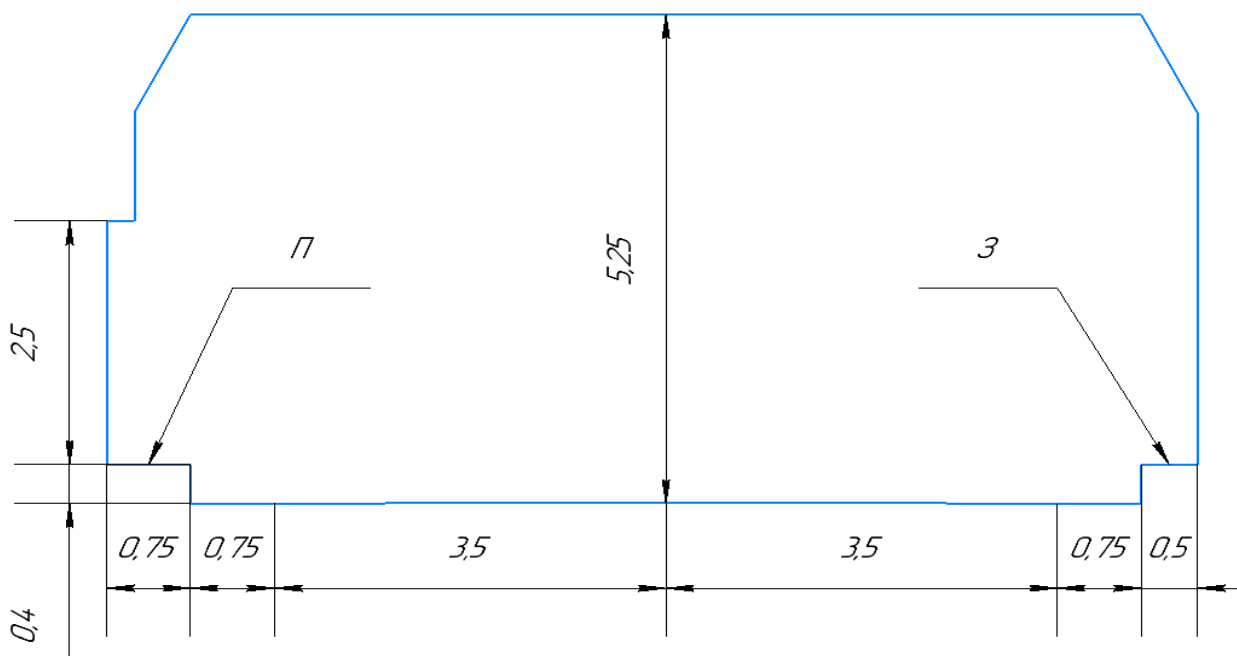


Рисунок 2.8 – Схема поперечного профиля проектируемого транспортного тоннеля

### 2.1.5 Организация пешеходного движения на пересечении

Основной задачей обеспечения пешеходного движения вдоль магистралей является отделение его от транспортных потоков. Необходимыми мерами для этого являются [17]:

1) устройство тротуаров на улицах и пешеходных дорожек вдоль автомобильных дорог. Они должны быть достаточной ширины для потока людей и содержаться в надлежащем состоянии;

2) устранение всяких помех для движения потока пешеходов (ликвидация торговых точек на тротуарах, рациональное размещение телефонных будок, киосков и т. п.), сокращающих пропускную способность тротуаров;

3) применение по краю тротуара ограждений, предотвращающих внезапный для водителей выход пешеходов на проезжую часть, а также установка на разделительной полосе магистралей ограждающей сетки, препятствующей переходу людей;

4) выделение и ограждение дополнительной полосы на проезжей части для движения пешеходов при недостаточной ширине тротуаров и наличии резерва на проезжей части;

5) устройство пешеходных галерей (крытых проходов) за счет первых этажей зданий в местах, где невозможно иначе расширить тротуар;

6) устройство ограждений (высоких бортов, колесоотбойных брусов), предотвращающих выезд автомобилей на пешеходные пути в наиболее опасных местах;

7) наглядное информирование пешеходов (с помощью указателей) об имеющихся пешеходных путях.

В результате проектирования транспортного тоннеля возникает необходимость в реорганизации пешеходного движения, так как по схеме существующей организации пешеходного движения прямой переход через пересечение ул. Краснодарская и Воронова будет невозможен из-за спусков в тоннель. Движение через ул. Армейская будет проблемным из-за строящегося ЖК, который увеличит интенсивность движения пешеходов, а также тем, что в каждой фазе светофорного цикла осуществляется движение на ул. Армейская. При этом пропускать транспортные потоки «на просачивание» (с частичным конфликтом) возможно только, если интенсивность транспортного потока не превышает 120 авт./ч., что меньше минимальной интенсивности из всех транспортных потоков на ул. Армейская. Выделение фазы только для пешеходов негативно скажется на общей пропускной способности, т.к. в это время движение на ул. Армейская со всех четырех направлений будет

невозможно, однако организация пешеходного перехода возможна лишь при выполнении условий, отображенных на рисунке 2.9 [18].



Рисунок 2.9 – Условия для применения пешеходного перехода вне проезжей части

На основе проведенных исследований выявлено, что интенсивность пешеходного движения через ул. Армейская не превышает 400 чел./ч. при суммарной интенсивности транспортных потоков 1268 авт./ч. По этим значениям находим точку на рисунке 2.7. Она оказывается во зоне II, которая является условием применения регулируемого наземного пешеходного перехода. Суммарная же интенсивность пешеходов на через ул. Краснодарская и Воронова более 600 чел./ч. при интенсивности транспортного потока 4369 прив.ед./ч.

Исходя из анализа результатов исследований предлагается организация двухпролетного надземного пешеходного перехода через ул. Краснодарская и Воронова перед въездом в тоннель и регулируемого наземного пешехода через ул. Армейская.

Такая организация пешеходного движения позволит изолировать пешеходное движение от основного транспортного (по ул. Краснодарская и Воронова) и снизить экономические затраты, отказавшись от надземного перехода через ул. Армейская.

Общая ширина мостика надземного пешеходного перехода рассчитывается из максимальной пропускной способности одной полосы, равной 2000 чел./ч, но не менее 3 м.

Общая ширина лестниц для подъема на надземный или спуска в подземный пешеходный переход рассчитывается из максимальной

пропускной способности одной полосы, равной 1500 чел./ч, но не менее 2,25 м (при условии устройства двух лестниц в каждом торце перехода).

Общая ширина пандуса для спуска в подземный пешеходный переход рассчитывается из максимальной пропускной способности одной полосы, равной 1750 чел./ч, но не менее 2,25 м.

Пандусный подъем на надземный или спуск в подземный пешеходный переход для детских и инвалидных колясок должен предусматриваться на всех пешеходных переходах. Ширину пандуса следует принимать не менее 1 м (дополнительно к минимальной ширине лестниц). Верхнюю площадку пандуса следует приподнимать на 0,04-0,12 м над уровнем тротуара с устройством въездной ramпы длиной не менее 2 м.

В начале и конце каждого подъема пандуса следует устраивать горизонтальные площадки шириной не менее ширины пандуса и длиной не менее 1,8 м. При изменении направления пандуса горизонтальная площадка должна иметь размер 1,8x1,8 м.

В проектируемом надземном пешеходном переходе также предусмотрен лифт.

Т.к. интенсивность пешеходных потоков меньше минимальных значений, то габариты проектируемого надземного пешеходного перехода будут минимальными. Схема проектируемого пешеходного перехода показана на рисунке 2.10.

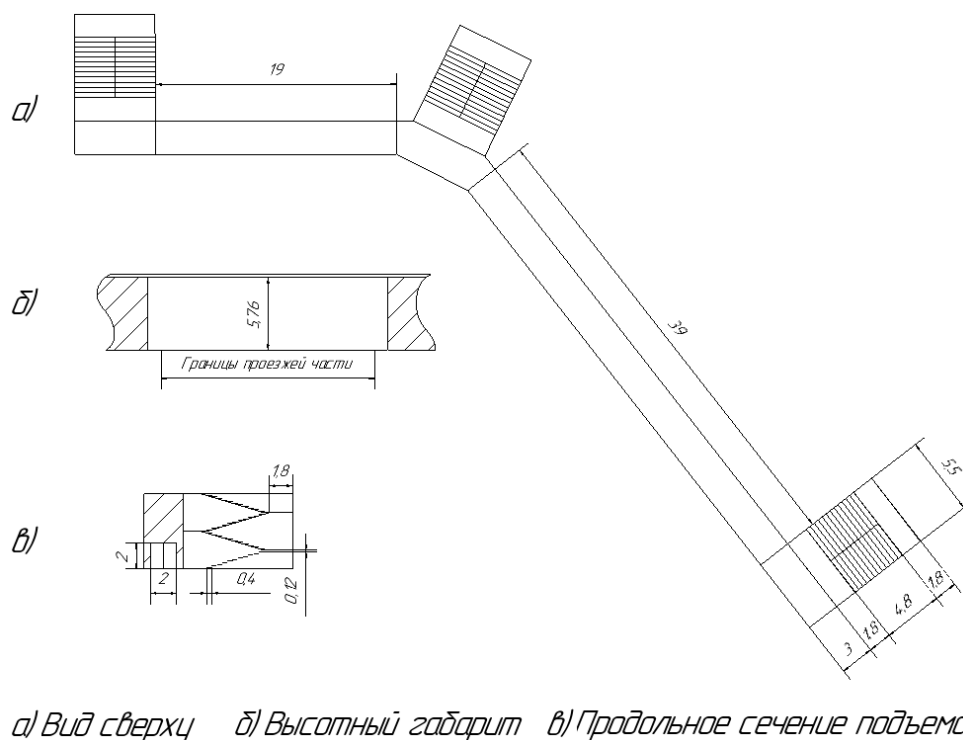


Рисунок 2.10 – Схема проектируемого пешеходного перехода

После расчета параметров развязки и определения габаритов транспортного тоннеля и надземного пешеходного перехода предлагается схема проектируемой ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова отображенная на рисунке 2.11.

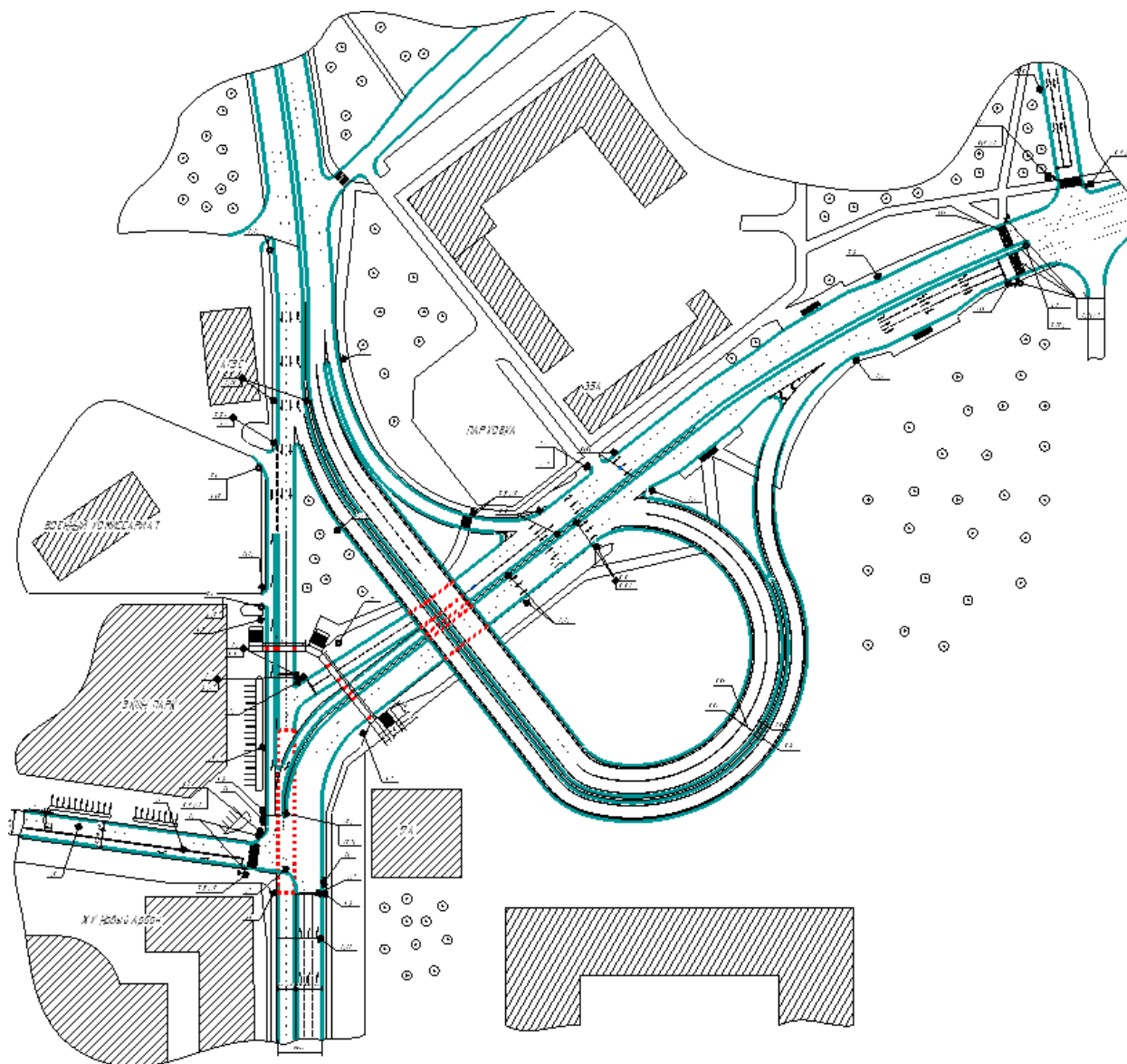


Рисунок 2.11 – Схема проектируемой ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

2.1.6 Расчет светофорного цикла на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

Светофорное регулирование транспортных средств и пешеходов вводят при выполнении одного из нижеперечисленных условий [19].

**Условие 1.** Интенсивность движения транспортных средств пересекающихся направлений в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели не менее значений, указанных в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Интенсивность движения транспортных средств пересекающихся направлений

Число полос движения в одном направлении		Интенсивность движения транспортных средств, ед./ч	
главная дорога	второстепенная дорога	по главной дороге в двух направлениях	по второстепенной дороге в одном, наиболее загруженном, направлении
1	1	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
2 и более	1	900	75
		800	100
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
2 и более	2 и более	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200
		525	225
		480	240

**Условие 2.** Интенсивность движения транспортных средств по дороге составляет не менее 600 ед./ч (для дорог с разделительной полосой - 1000 ед./ч) в обоих направлениях в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели. Интенсивность движения пешеходов, пересекающих проезжую часть этой



дороги в одном, наиболее загруженном, направлении в то же время составляет не менее 150 пеш./ч.

**Условие 3.** Значения интенсивности движения транспортных средств и пешеходов по условиям 1 и 2 одновременно составляют 80% или более от указанных.

**Условие 4.** На перекрестке или пешеходном переходе совершено не менее трех дорожно-транспортных происшествий за последние 12 месяцев, которые могли быть предотвращены при наличии светофорной сигнализации. При этом условия 1 или 2 должны выполняться на 80% или более.

Для данного варианта проектируемой ОДД выполняются условия 1-3, поэтому произведем расчет светофорного цикла.

Для расчета светофорного цикла нужно знать геометрические и транспортные характеристики пересечений автомобильных дорог (геометрические – ширина проезжей части, число полос движения, наличие разделительных полос и их ширина; транспортные – картограмма транспортных и пешеходных потоков, скорость транспортного движения, состав транспортного потока, длина автомобиля), ОДД на пересечении, потоки насыщения [20].

Продолжительность светофорного цикла рассчитаем по формуле 2.1:

$$T = \frac{1,5 \times T_n + 5}{1 - (y_1 + y_2 + \dots + y_n)}, \quad (2.1)$$

где  $T_n$  – сумма промежуточных тактов, с;

$y$  – фазовый коэффициент, который равен наибольшему из отношений  $\frac{N_{ij}}{M_{nij}}$ , подсчитанных для всех подходов к пересечению в определенную фазу;

$y_1, y_2, \dots, y_n$  – соответствующие фазовые коэффициенты для фаз 1, 2, ..., n;

$N$  – интенсивность движения на рассматриваемом подходе к пересечению в направлениях (направлении) определенной фазы, ед/ч;

$M_H$  – поток насыщения для этих же направлений (направления), ед/ч.

Фазовые коэффициенты нужны для определения продолжительности основных тактов и светофорного цикла. Их определяют для каждого из направлений движения на пересечении в данной фазе регулирования.

За расчетный фазовый коэффициент принимается наибольшее его значение  $y_{ij}$  в данной фазе. Меньшие значения могут быть использованы в дальнейшем для определения минимально необходимой длительности

разрешающего сигнала в соответствующих этим коэффициентам направлениях движения.

При пропуске какого-либо транспортного потока в течение двух фаз и более для него отдельно рассчитывают фазовый коэффициент, который независимо от значения не принимают в качестве расчетного. Этот фазовый коэффициент не должен превышать сумму расчетных фазовых коэффициентов тех фаз, в течение которых этот поток пропускается. Если это условие не соблюдается, то один из расчетных фазовых коэффициентов, входящих в эту сумму, искусственно увеличивается.

Поток насыщения может быть приближенно определен по формуле 2.2:

$$M_n = 1250 \cdot \gamma_n, \quad (2.2)$$

где  $M_n$  – поток насыщения в приведенных автомобилях, ед/ч;

$\gamma_n$  – коэффициент многополосности, который принимается в соответствии с таблицей 2.4.

Таблица 2.4 – Значения коэффициента многополосности.

Количество полос движения	Значение коэффициента многополосности
1	1
2	1,85
3	2,55
4	3,05

Продолжительность основных тактов (зеленых сигналов) всех фаз определяется по формуле 2.3:

$$t_{oi} = \frac{(T - T_n) \cdot \gamma_i}{\gamma}, \quad (2.3)$$

где  $T$  – длительность светофорного цикла, с;

$T_n$  – сумма промежуточных тактов, с;

$\gamma_i$  – фазовые коэффициенты;

$\gamma$  – сумма фазовых коэффициентов.

Применение промежуточного такта в светофорном цикле рекомендуется для обеспечения безопасности движения в переходный период, когда движение предыдущей группы потоков уже запрещено, а последующая группа разрешение на движение через пересечение еще не получила.

Длительность промежуточного такта должна быть такой, чтобы автомобиль, подходящий к пересечению автомобильных дорог на зеленый сигнал со скоростью свободного движения, при смене сигнала с зеленого на желтый смог либо остановиться у стоп-линий, либо успеть освободить пересечение. Остановиться у стоп-линии автомобиль сможет только в том случае, если расстояние от него до стоп-линий будет равно или больше остановочного пути.

Длительность промежуточного такта определяется по формуле 2.4:

$$t_{\text{Pi}} = \frac{V_a}{7,2 \times a_T} + \frac{3,6 \times (l_i + l_a)}{V_a}, \quad (2.4)$$

где  $V_a$  – средняя скорость автомобиля при движении на подходе к пересечению и в его зоне без торможения,  $V_a = 40$  км/ч;

$a_T$  – среднее замедление автомобиля при включении запрещающего сигнала,  $a_T = 3$  м/с<sup>2</sup>;

$l_i$  – расстояние до самой дальней конфликтной точки, м;

$l_a$  – длина автомобиля, наиболее часто встречающегося в потоке, м.

Для пешеходов длительность разрешающего сигнала  $t_{\text{п}}$  определяется по формуле:

$$t_{\text{Pi}} = \frac{B_{\text{пш}}}{V_{\text{пш}}} + 5, \quad (2.5)$$

где  $B$  – ширина пешеходного перехода, м;

$V$  – скорость движения пешеходов, м/с.

Промежуточный такт для пешеходов рассчитывается по формуле 2.6:

$$t_{\text{пш}} = \frac{B_{\text{пш}}}{4 \cdot V_{\text{пш}}},$$

При присутствии пешеходного движения длительность цикла корректируют по формуле 2.7:

$$T_{\text{ц}} = \frac{A}{2B} + \sqrt{\frac{A^2}{4B^2} - \frac{(T_n + \sum t_k)(1,5 \cdot T_n + 5)}{B}}, \quad (2.7)$$

где  $A = 2,5 \cdot T_n - T_n \cdot \sum y_i + \sum t_k + 5$ ;

$B = 1 - y_i$ ;

$\Sigma y_i$  – сумма фазовых коэффициентов для фаз  $i$ , не уточнявшихся по трамвайному и пешеходному движению;

$\Sigma t_k$  – суммарная длительность тактов  $k$ , уточненных по трамвайному и пешеходному движению, с;

Скорректированные основные такты определяются:

$$t_0 = T_{\text{ц}}^{\text{НОВ}} \cdot k \cdot y_i, \text{ с}, \quad (2.8)$$

Корректирующий коэффициент рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{Pi}} = \frac{T_{\text{ц}}^{\text{НОВ}} - T_{\text{п}}}{T_{\text{ц}}^{\text{НОВ}} - 1,5 \cdot T_{\text{п}} - 5}, \quad (2.9)$$

Независимо от результатов расчета минимальная длительность промежуточного такта должна быть 4 с.

Не рекомендуется назначать промежуточные такты длительностью менее 3 сек. При  $t_n = 5 - 8$  с промежуточный такт должен быть составлен из двух вспомогательных тактов. Длительность желтого сигнала никогда не должна быть менее 3 и более 4 с.

По соображения безопасности движения  $t_{0i}$  обычно принимают не менее 7 секунд. В противном случае повышается вероятность цепных ДТП при разезде очереди на разрешающий сигнал светофора.

Рассчитаем потоки насыщения по формуле 2.2. Поток насыщения по ул. Краснодарская при движении в тоннель:

$$M_{\text{н1-3}} = 1250 \cdot 1,85 = 2312 \text{ ед/ч},$$

Поток насыщения по ул. Воронова при движении в тоннель на юг:

$$M_{\text{н2-3}} = 1250 \cdot 1,85 = 2312 \text{ ед/ч},$$

Поток насыщения по ул. Краснодарская при движении с севера на запад в сторону ул. Армейская:

$$M_{\text{н1;2-4}} = 2312 \text{ ед/ч},$$

Поток насыщения по ул. Краснодарская при движении на ул. Воронова:

$$M_{\text{н3-2;1}} = 2312 \text{ ед/ч},$$

Поток насыщения по ул. Краснодарская при движении с севера на юг в сторону ул. Армейская:

$$M_{н3-4} = 1250 \text{ ед/ч},$$

Поток насыщения по ул. Армейская при движении в сторону ул. Воронова:

$$M_{н4-2} = 1250 \text{ ед/ч},$$

Фазовый коэффициент для каждого направления:

$$y_{1-3} = \frac{952}{2312} = 0,41,$$

$$y_{2-3} = \frac{693}{2312} = 0,3,$$

$$y_{1;2-4} = \frac{845}{2312} = 0,4,$$

$$y_{3-2;1} = \frac{1784}{2312} = 0,77,$$

$$y_{3-4} = \frac{303}{1250} = 0,24,$$

$$y_{4-2} = \frac{60}{1250} = 0,04$$

Так как въезд в тоннель никак не связан с движением над ним, то рассчитаем два отдельных друг от друга цикла регулирования. За расчетный коэффициент принимаем  $y_1$  (тоннель) и  $y_4$  (над тоннелем).

Расчет для тоннеля. Продолжительность промежуточных тактов рассчитаем по формуле 2.4:

$$t_{П1} = \frac{40}{7,2 \times 3} + \frac{3,6 \times (12+4)}{40} = 3,29 \approx 3 \text{ с},$$

$$t_{П2} = \frac{40}{7,2 \times 3} + \frac{3,6 \times (12+4)}{40} = 3,29 \approx 3 \text{ с},$$

Длительность цикла регулирования рассчитаем по формуле 2.1:

$$T_{ц} = \frac{1,5 \times 6 + 5}{1 - 0,71} \approx 48 \text{ с},$$

Длительность основного такта в  $i$ -ой фазе регулирования рассчитаем по формуле 2.3:

$$t_{01} = \frac{(48-6) \cdot 0,41}{0,71} = 24 \text{ с},$$

$$t_{02} = \frac{(48-6) \cdot 0,3}{0,71} = 18 \text{ с},$$

Расчет для наземного движения. Пешеходная фаза. В этой фазе пешеходы переходят проезжую часть шириной 11,25 м. Длительность фазы рассчитаем по формуле 2.5:

$$t_{пш} = \frac{11,25}{1,3} + 5 = 13,65 \approx 14 \text{ с},$$

Промежуточный такт для пешеходов рассчитаем по формуле 2.6:

$$t_{пш} = \frac{11,25}{4 \cdot 1,3} = 2,16 \approx 2 \text{ с},$$

Вторая фаза. Учитывая при расчете светофорного цикла для наземного движения то, что пропуск транспортных потоков с юга ул. Краснодарская на ул. Воронова и с севера ул. Краснодарская на ул. Армейская будет осуществляться в двух фазах, необходимо изменить фазовые коэффициенты так, чтобы выполнялось следующее условие:

$$y_{1;2-4} - y_{4-2} + y_{3-4} \geq y_{3-1;2} - y_{пш},$$

$$y_{4-2} + y_{3-2} - y_{пш} - y_{3-4} \geq y_{1-2},$$

$y_{пш}$  – фазовый коэффициент при движении автомобилей в направлении 3-2 за время пешеходной фазы равный 0,18.

$$0,4 - 0,04 + 0,24 \geq 0,59,$$

$$0,04 + 0,77 - 0,18 - 0,24 \geq 0,4,$$

Первое условие выполняется, поэтому коэффициенты в левой части неравенства изменять не требуется. Второе же условие не выполняется, поэтому увеличим  $u_{4-2}$  до 0,05.

Промежуточные такты:

$$t_{П1} = \frac{40}{7,2 \times 3} + \frac{3,6 \times (14+4)}{40} = 3,47 \approx 3 \text{ с,}$$

$$t_{П2} = \frac{40}{7,2 \times 3} + \frac{3,6 \times (15+4)}{40} = 4,01 \approx 3 \text{ с,}$$

$$t_{П3} = \frac{40}{7,2 \times 3} + \frac{3,6 \times (32+4)}{40} = 4,09 \approx 4 \text{ с,}$$

Проводим расчет цикла регулирования с:

$$T_{ц} = \frac{1,5 \times 12 + 5}{1 - 0,18} \approx 128 \text{ с,}$$

Длительность основного такта в  $i$ -ой фазе регулирования:

$$t_{01} = \frac{(128-12) \cdot 0,24}{0,82} = 34 \text{ с,}$$

$$t_{пш} = \frac{(128-12) \cdot 0,18}{0,82} = 25 \text{ с,}$$

$$t_{02} = \frac{(128-12) \cdot 0,35}{0,82} = 50 \text{ с,}$$

$$t_{03} = \frac{(128-12) \cdot 0,05}{0,82} = 7 \text{ с,}$$

Как видно из расчетов с изменением структуры светофорного цикла длительность пешеходного такта в итоге возросла до 25 секунд, так как он учитывал интенсивность транспортного потока за его время. Но для пешеходов все также достаточно 14 секунд, поэтому для повышения эффективности проектируемого светофорного цикла целесообразно оставить пешеходный такт продолжительностью 14 секунд, а продолжительность основных тактов  $t_{01}$  и  $t_{02}$  увеличить на оставшиеся 11 секунд (до 40 и 55 секунд соответственно). Таким образом общая продолжительность основного такта для направления 3-2 не изменится, а для направлений 1-4 и 3-4

положительность увеличится, что положительно скажется на пропускной способности.

Структура проектируемых светофорных циклов показана на рисунках 2.12 и 2.13.

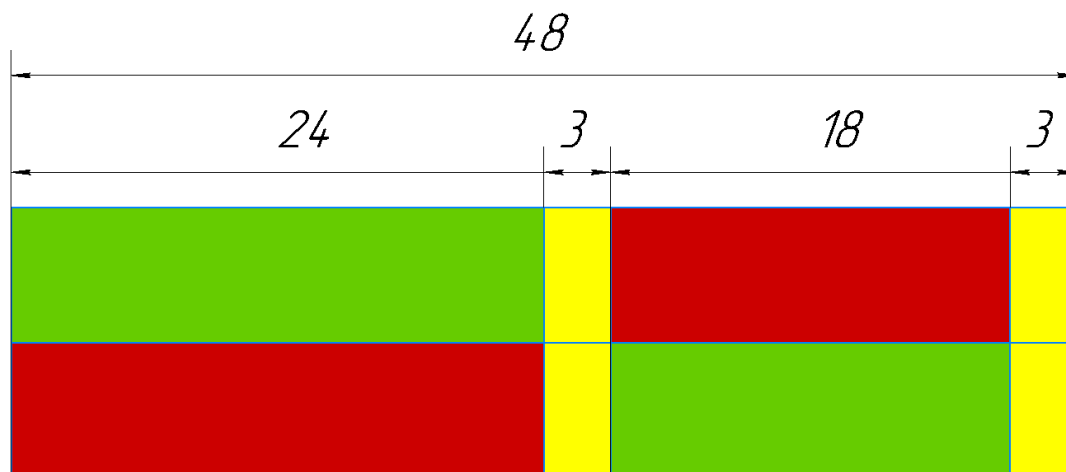


Рисунок 2.12 – Структура светофорного цикла при движении в тоннель

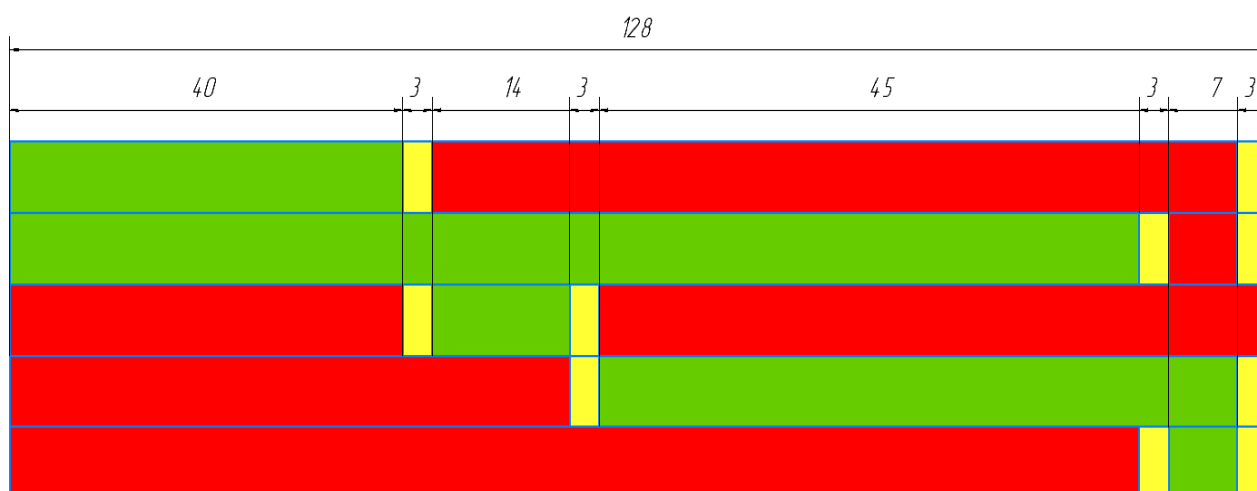


Рисунок 2.13 – Структура светофорного цикла при движении над тоннелем

Из рисунков видно, что циклы значительно отличаются между собой. Изменения существующей ОДД заключаются в продолжительности основных тактов, а также отсутствии пешеходных фазы при движении в тоннель и по ул. Воронова. В остальном принцип регулирования остался тем же. Проектируемые пофазные разъезды отображены на рисунках 2.14 и 2.15.



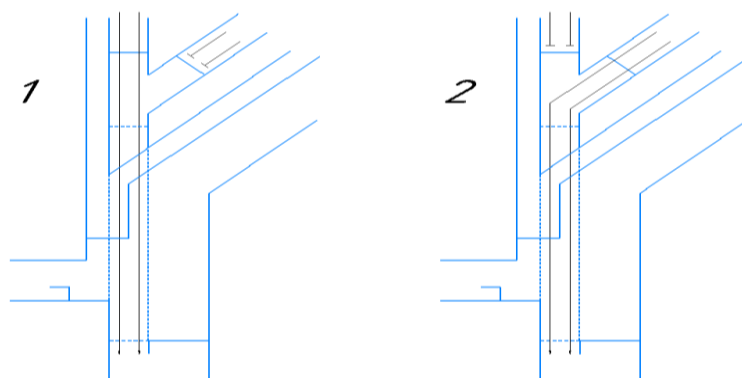


Рисунок 2.14 – Пофазный разъезд на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова при движении в тоннель

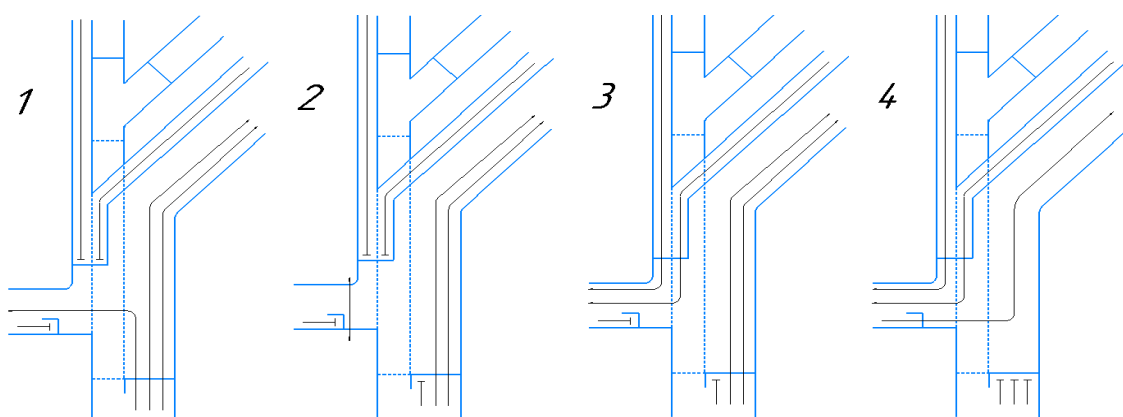


Рисунок 2.51 – Пофазный разъезд на пересечении ул. Краснодарская и ул. Воронова при движении над тоннелем

Как видно из рисунков 2.14 и 2.15 число фаз увеличилось, однако разделение светофорных циклов на два независимых друг от друга привело к уменьшению числа фаз непосредственно в каждом из них.

### 2.1.7 Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД

Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова будет проводиться путем сравнения таких параметров как средняя скорость движения, продолжительность транспортных задержек и пропускная способность при существующей ОДД и при проектной. Определение параметров скорость движения и продолжительность транспортных задержек произведем с помощью программы PTV Vissim. Для этого проведем

моделирование дорожного движения при существующей ОДД и при проектной.

На рисунке 2.16 состояние транспортных потоков на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова при существующей ОДД.

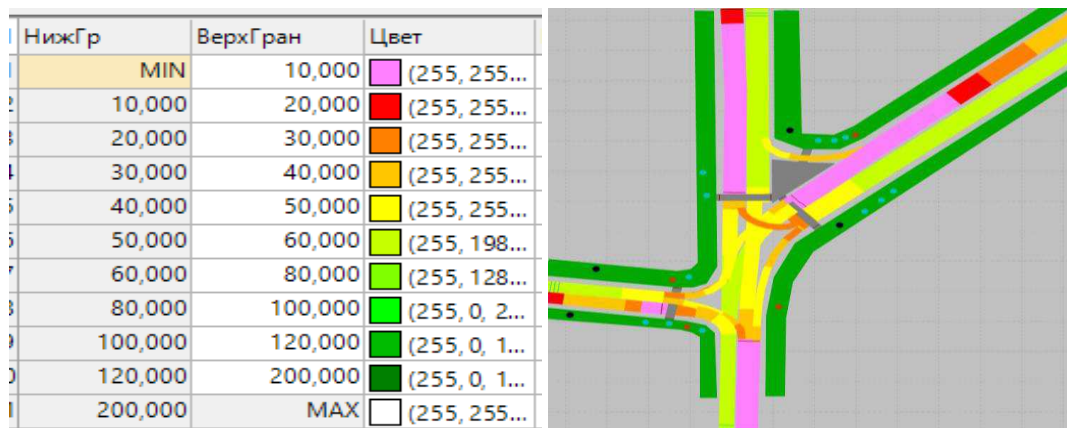


Рисунок 2.16 – Состояние транспортных потоков на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова при существующей ОДД

Из рисунка 2.16 видно, что на ул. Краснодарская в обоих направлениях, а также со стороны ул. Воронова при движении в сторону пересечения скорость уменьшается до 10 км/ч и менее, что говорит значительно снижает пропускную способность пересечения.

Далее аналогичным образом моделируются транспортные потоки на проектируемой транспортной развязке. На рисунке 2.17 представлено состояние транспортных потоков на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова при проектируемой ОДД.



Рисунок 2.17 – Состояние транспортных потоков на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова при проектируемой ОДД

В таблице 2.5 представлены значения основных параметров моделирования транспортных потоков при существующем и проектируемым вариантах ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова.

Таблица 2.5 – Значения параметров транспортной сети при существующей и проектной ОДД

Параметр	Вариант ОДД		
	существующий	проектируемый	прогнозируемый (20 лет)
Скорость, км/ч	12,01	35,52	33,33
Транспортные задержки, с	63,37	12,13	14,28

Анализ результатов основных параметров моделирования транспортных потоков из таблицы 2.5 показал, что предложенные мероприятия по совершенствованию ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова являются эффективными даже учетом 20-летней перспективы (увеличение скорости в 3 раза и снижение продолжительности транспортных задержек в 5 раз на данный момент времени, при этом через 20 лет отличие в этих показателях будут незначительны).

Теперь проведем анализ пропускной способности при существующей и проектируемой ОДД, отображенных в таблице 2.6. Пропускная способность съезда принимается равной пропускной способности одной полосы, т.к. съезд переходит в отдельную полосу.

Таблица 2.6 – Показатели пропускной способности

Номер полосы движения	Пропускная способность, авт/ч	
	При существующей ОДД	При проектируемой ОДД
0	-	787
1.1	765	787
1.2	765	787
1.3	219	1407
2.1	355	582
2.2	355	582
2.3	355	507
3.1	1105	1458
3.2	696	1458
3.3	355	435
4.1	355	507
4.2	355	-
На всем участке	6021	9303

Из данных таблицы 2.6 видно, что пропускная способность каждой полосы значительно увеличилась. Суммарно общая пропускная способность увеличилась на треть, что обеспечит перспективу интенсивности более, чем на 20 лет. Наиболее загруженные направления также будут обеспечены на такой же срок.

## **2.2 Разработка мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечении пр. Metallургов – ул. Партизана Железняк – ул. Краснодарская**

В качестве основного мероприятия на данном участке УДС предлагается применение транспортной развязки типа «труба», аналогичной той, что применялась на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова. Так как данное пересечение представляет собой примыкание ул. Краснодарская к ул. Партизана Железняк, то оно уже предрасположено к применению развязки именно типа «труба».

На данном участке УДС пересекаются транспортные потоки с высокой интенсивностью (каждый более 1000 прив.авт./ч.): с ул. Краснодарская на ул. Партизана Железняк (правый поворот), с пр. Metallургов на ул. Партизана Железняк (прямое движение, основной направление), с ул. Партизана Железняк на ул. Краснодарская (левый поворот). При этом, как уже отмечалось ранее, интенсивность левповоротного потока с ул. Партизана Железняк выше, чем с интенсивность с основного направления, а левая полоса при движении с ул. Краснодарская на ул. Партизана Железняк практически не используется из-за относительно высокой интенсивности левоповоротного потока на пр. Metallургов. Поэтому в «часы-пик» данное пересечение близко к работе в режиме пропускной способности и велики транспортные задержки.

Однако полностью нерегулируемым данный участок УДС сделать не представляется возможным, так как для слияния транспортного потока с ул. Краснодарская (2 полосы) с транспортным потоком с пр. Metallургов (3 полосы) не хватит места для пяти полосной проезжей части. Поэтому пересечение этих потоков будет регулируемым. Ситуационный план проектируемой развязки изображен на рисунке 2.18



Рисунок 2.18 – Ситуационный план проектируемой развязки на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская

Применение транспортной развязки позволит разделить часть транспортных потоков в пространстве (два левых поворота), что благополучно скажется на безопасности, на снижении транспортных задержек и повышении безопасности.

### 2.2.1 Расчет геометрических параметров ЛПО

Геометрические параметры ЛПО для данной развязки будет абсолютно таким же, как и для ЛПО на пресечении ул. Краснодарская – ул. Воронова. И условий этому несколько:

- 1) Основным препятствием является здание мусульманской религиозной организации (65/2), которое необходимо учитывать при проектировании так, чтобы оно осталось на месте;
- 2) Многоэтажное жилое здание восточнее здания мечети;
- 3) Надземный пешеходный переход через ул. Партизана Железняка

Эти условия накладывают существенные ограничения на выбор исходных расчетных данных, таких как скорость движения и угол пересечения

дорог. Скорость влияет на выбор радиуса круговой кривой и длины переходной, а угол – на пикетное расположение расчетных точек ЛПО (начало и конец ЛПО). В соответствии с СП 396.1325800.2018 «Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования» скорость принимаем равной 40 км/ч (радиус круговой кривой и длина переходной соответственно по 60 м). Так как скорость определена нормативно, то она становится еще одним ограничивающим условием. То есть угол остается единственным параметром, который можно изменять.

Исходя из вышеперечисленных условий, возможны три варианта:

- 1) Пересечение под острым углом;
- 2) Пересечение под тупым углом;
- 3) Пересечение под прямым углом.

При первом варианте если расположить транспортную развязку восточнее здания 65/2, то чем меньше будет угол, тем меньше будет расстояние до жилых зданий от эстакады и правоповоротного канала с пр. Metallургов на ул. Краснодарская. При этом с уменьшением угла будет возрастать расстояние от ул. Краснодарская до пр. Metallургов. Минимальный угол в данном случае будет  $73^\circ$ . При меньших углах расстояние от правоповоротного канала с пр. Metallургов на ул. Краснодарская до жилого здания будет недопустимым (рисунок 2.19).

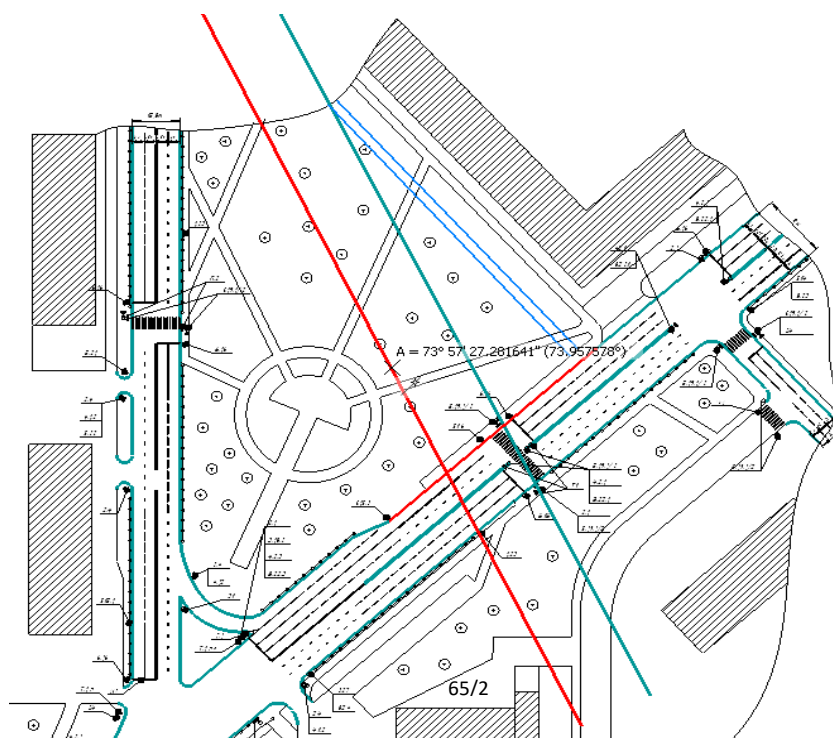


Рисунок 2.19 – Вариант №1 расположения эстакады и правоповоротного съезда при остром угле пересечения

Если же транспортная развязка будет западнее здания 65/2, то съезд и заезд с ул. Партизана Железняка будут проходить там, где сейчас расположен надземный пешеходный переход (рисунок 2.20).

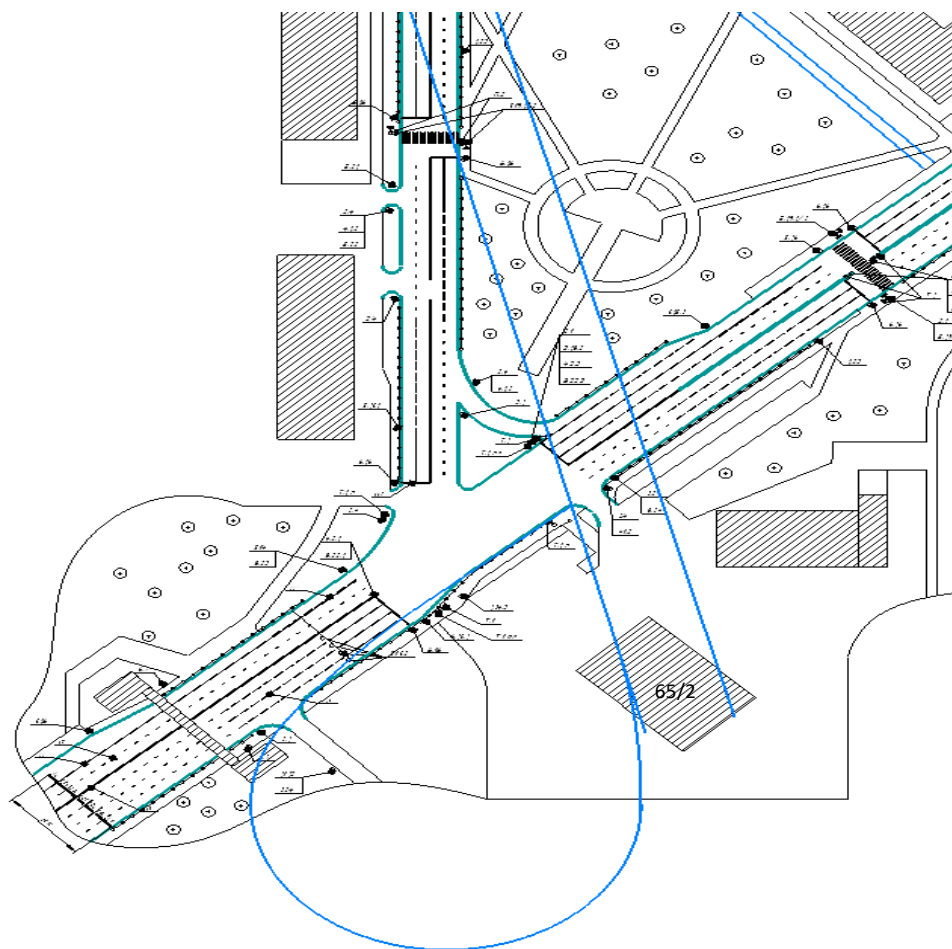


Рисунок 2.20 – Вариант №2 расположения эстакады и правоповоротного съезда при остром угле пересечения

Исходя из рисунка 2.20, расположить эстакаду под тупым углом невозможно, т.к. при ее размещении западнее здания 65/2 не достаточно места для ее соединения с ул. Краснодарская. Исходя из рисунка 2.7, если расположить эстакаду восточнее здания 65/2 под углом больше  $90^\circ$ , то она будет проходить в недопустимой близости от жилого здания.

Таким образом оптимальным является третий вариант развязки, при котором пересечение эстакады и пр. Metallургов будет проходить под прямым углом. Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская отображена на рисунке 2.21.

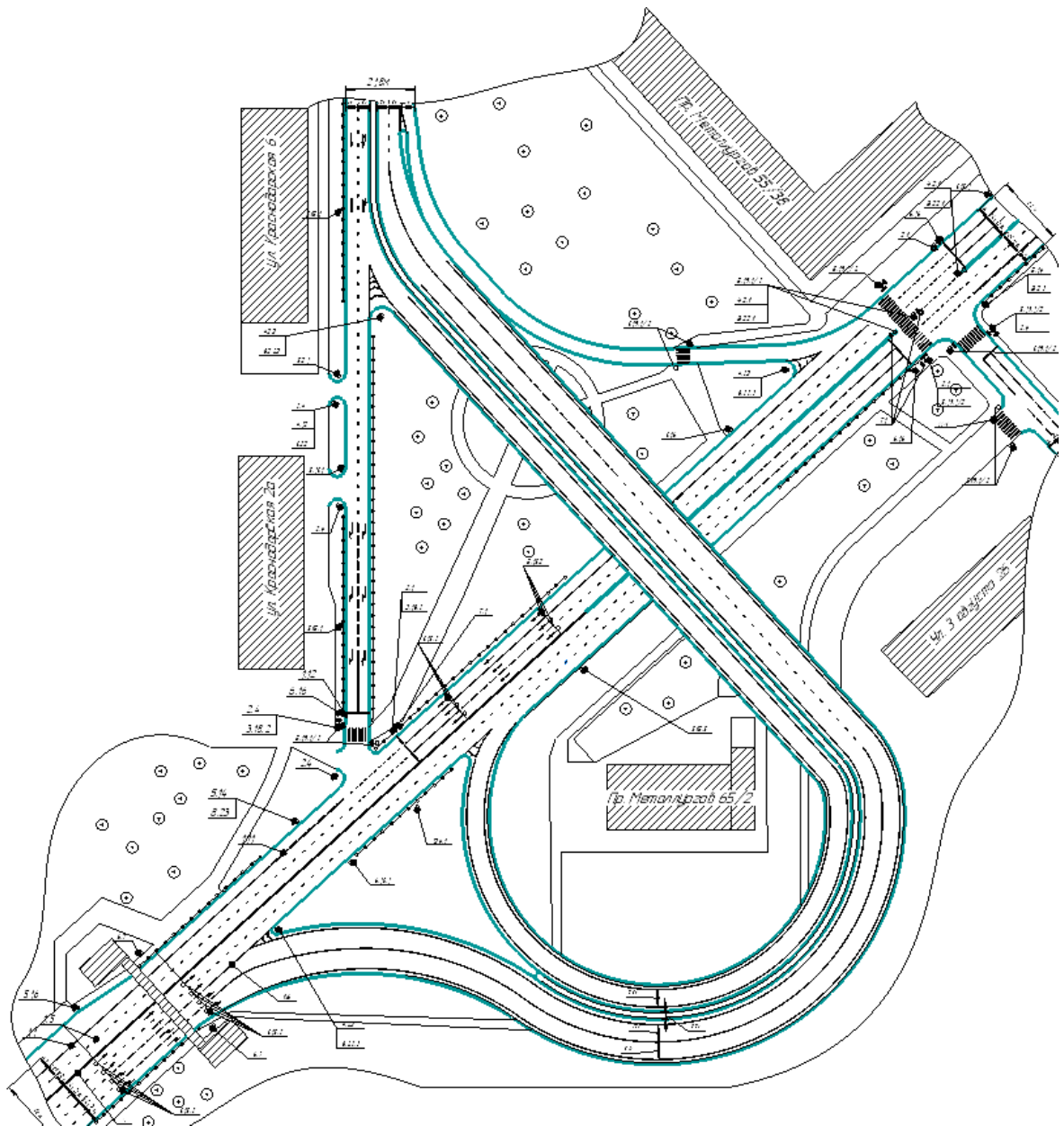


Рисунок 2.21 – Проектируемая схема ОДД на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская

Однако, как видно из рисунка 2.21, даже при прямом угле пересечения места для развязки едва хватает. Это означает, что дальнейшее уширение проезжей части будет невозможным.

### 2.2.2 Организация пешеходного движения

Вследствие применения на данном участке УДС транспортной развязки пешеходное движение изменится незначительно, что является одним из ее плюсов.



Основным изменением будет смещение регулируемого пешеходного перехода, находившегося напротив здания ул. Краснодарская 6 (там, где по проекту начинается заезд на эстакаду), к непосредственному примыканию ул. Краснодарская – пр. Metallургов, где движение будет регулируемым. Предположительно, это смещение не должно значительно отразиться на транспортном движении, поскольку цикл регулирования на данном участке УДС будет минимальным (состоит из 2 фаз), и пешеходы будут осуществлять движение через проезжую часть на красный сигнал для автомобилей, движущихся по ул. Краснодарская.

Дополнительно также будут установлены ограждения для обеспечения безопасности движения пешеходов со стороны пр. Metallургов к ул. Краснодарская.

### 2.2.3 Расчет светофорного цикла

Как уже отмечалось, проектируемый светофорный цикл будет состоять из 2 фаз без выделения пешеходной. Расчет будет производиться по методике, указанной в пункте 2.2.4.

Рассчитаем потоки насыщения:

$$M_{H1-3} = 1250 \cdot 1,85 = 2312 \text{ ед/ч,}$$

$$M_{H2-3} = 1250 \cdot 2,55 = 3187 \text{ ед/ч,}$$

Фазовый коэффициент для каждого направления:

$$y_{1-3} = \frac{1009}{2312} = 0,43,$$

$$y_{2-3} = \frac{1457}{3187} = 0,45,$$

Продолжительность промежуточных тактов:

$$t_{П1} = \frac{40}{7,2 \times 3} + \frac{3,6 \times (17+4)}{40} = 3,74 \approx 4 \text{ с,}$$

$$t_{П2} = \frac{40}{7,2 \times 3} + \frac{3,6 \times (15+4)}{40} = 3,54 \approx 4 \text{ с,}$$

Длительность цикла регулирования:

$$T_{ц} = \frac{1,5 \times 8 + 5}{1 - 0,88} \approx 141 \text{ с,}$$

Длительность основного такта в  $i$ -ой фазе регулирования:

$$t_{01} = \frac{(141-8) \cdot 0,43}{0,88} = 65 \text{ с,}$$

$$t_{02} = \frac{(141-8) \cdot 0,45}{0,88} = 68 \text{ с,}$$

Проверяем достаточно ли продолжительность красного сигнала для пропуска пешеходов через проезжую часть шириной 7,65 м:

$$t_{пш} = \frac{7,65}{1,3} + 5 = 10,88 \approx 11 \text{ с,}$$

Так как  $t_{пш} \leq t_{02}$ , то светофорный цикл корректировки не требует. Структура нового светофорного цикла отображена на рисунке 2.22.

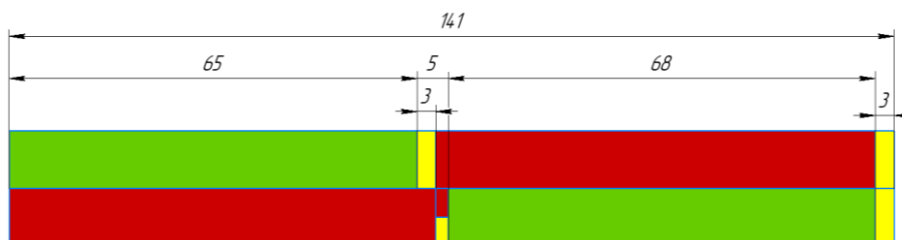


Рисунок 2.22 – Структура проектируемого светофорного цикла на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская

По продолжительности проектируемый светофорный цикл почти равен существующему, однако в новом всего 2 фазы, что существенно увеличивает пропускную способность и делает его более безопасным.

#### 2.2.4 Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД

Оценку эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская проведем аналогично методике в пункте 2.2.5 с помощью программы PTV Vissim.

На рисунке 2.23 представлено состояние транспортных потоков на данном пересечении.

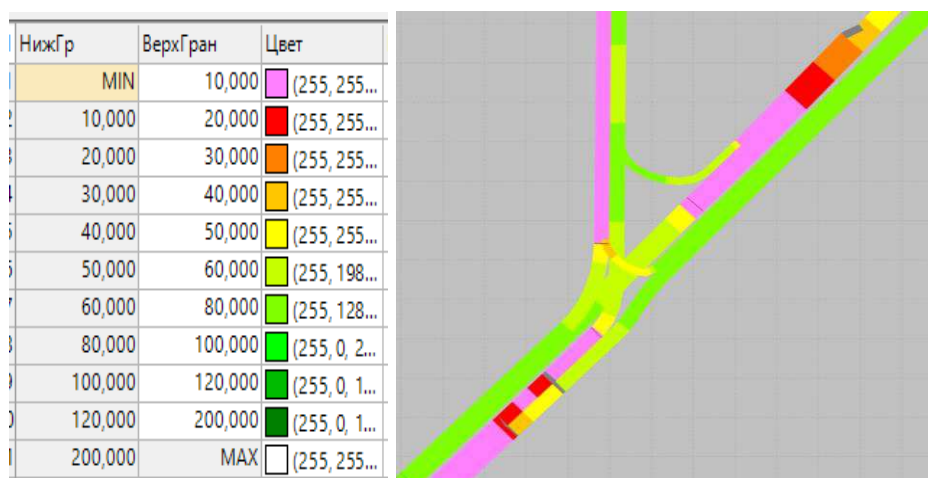


Рисунок 2.23 – Состояние транспортных потоков на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская

Из рисунка 2.23 видно, что на подъездах с каждой стороны пересечения скорость уменьшается до 10 км/ч и менее, что говорит о наличии заторовых ситуаций и исчерпания ресурса пропускной способности.

Далее аналогичным образом моделируется транспортные потоки на проектируемой транспортной развязке. На рисунке 2.24 представлено состояние транспортных потоков на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская при проектируемой ОДД.

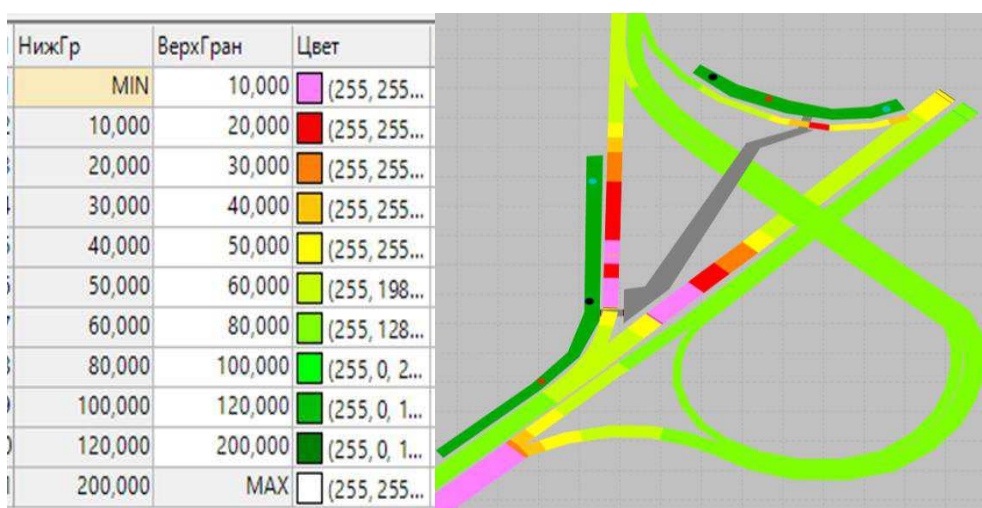


Рисунок 2.24 – Цветовая схема изменения скорости на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская при проектируемой ОДД

В таблице 2.7 представлены значения основных параметров моделирования транспортных потоков при существующем и проектируемым вариантах ОДД на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская.

Таблица 2.7 – Значения параметров транспортной сети при существующей и проектной ОДД

Параметр	Вариант ОДД		
	существующий	проектируемый	прогнозируемый (20 лет)
Скорость, км/ч	17,45	29,6	26,26
Транспортные задержки, с	47,15	26,1	31,64

Анализ результатов основных параметров моделирования транспортных потоков из таблицы 2.7 показал, что предложенные мероприятия по совершенствованию ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова являются эффективными даже учетом 20-летней перспективы (увеличение скорости в 2 раза и снижение продолжительности транспортных задержек в 1,8 раза на данный момент времени, при этом через 20 лет отличие в этих показателях будут незначительны).

Теперь проведем анализ пропускной способности при существующей и проектируемой ОДД, отображенных в таблице 2.8. Пропускная способность съезда принимается равной пропускной способности одной полосы, т.к. съезд переходит в отдельную полосу.

Таблица 2.8 – Показатели пропускной способности

Номер полосы движения	Пропускная способность, авт/ч	
	При существующей ОДД	При проектируемой ОДД
1.1	1328	743
1.3	-	743
1.2	1328	1713
2.1	1396	1396
2.2	510	778
2.3	510	778
2.4	510	778
3.1	1966	2027
3.2	1966	2027
3.3	782	1715
3.4	782	1715
На всем участке	11078	13017

Из данных таблицы 2.8 видно, что пропускная способность каждой полосы увеличилась значительно увеличилась. Суммарно общая пропускная способность увеличилась на 1939 ед./ч., что обеспечит перспективу интенсивности более, чем на 20 лет. Наиболее загруженные направления также будут обеспечены на такой же срок.

Таким образом для решения поставленных задач по совершенствованию ОДД и повышению БДД на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская и ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская были предложены следующие мероприятия:

1) вариант ОДД с применением одновременно транспортного тоннеля, трубовидной транспортной развязки, частичным сохранением светофорного регулирования и частичной изоляцией пешеходного движения на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская;

2) вариант ОДД с применением трубовидной транспортной развязки и реорганизацией пешеходного движения ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская.

Применение комплекса данных организационно-технических мероприятий приведет к:

1) Снижению транспортной нагрузки на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская и ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская;

2) Увеличению пропускной способности на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская и ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская;

3) Уменьшению транспортных задержек на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская и ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская;

4) Уменьшению числа конфликтных точек и снижению вероятности возникновения ДТП пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова – ул. Армейская и ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская.

### **3 Определение экономической эффективности мероприятий по совершенствованию ОДД на рассматриваемых участках УДС**

#### **3.1 Расчет экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечении ул. 9 Мая – пр. Комсомольский**

Общая стоимость предлагаемых мероприятий определяется при помощи составления сводной сметы.

В целях упрощения расчетов затраты на подготовительные и земляные работы, устройство искусственных сооружений, связь и электроснабжение, здания и сооружения дорожной службы, обустройства магистрали определяются на основании укрупненных показателей сметной стоимости (объем работ умножается на величину укрупненного показателя сметной стоимости) [21].

Затраты на устройство дорожной одежды и переоборудование пересечений определяются путем составления подробных смет.

В раздел затрат «Прочие работы и затраты» включаются по характеру и содержанию затраты, которые, как правило, исчисляются по строительству в целом:

- дополнительные расходы строительных организаций. Нормы дифференцированы по зонам в зависимости от температурных условий в местах нахождения строек, в дипломной работе принимаются в размере 2,5% для зеленого полотна, 3% - для дорожной одежды, 4,7% – для искусственных сооружений и 2,8% – для остальных работ;

- затраты по выплате надбавок к заработной плате в связи с подвижным характером работ принимаются в размере 3-5% от суммы по главам с 1 по 9;

- затраты на очистку территории строительства от мусора принимают в размере 0,15% от стоимости всех предыдущих разделов затрат;

- дополнительные расходы, связанные с применением сдельно-премиальной системы оплаты труда, можно принять в размере 1% от суммарной стоимости предыдущих разделов затрат;

- в сводную смету включают дополнительные суммы в размере 2,5% от стоимости предыдущих глав, учитывающие увеличение тарифных ставок строительных рабочих;

В конце сводной сметы отдельной строкой предусматривается сумма, которая резервируется на неучтенные и непредвиденные работы и затраты. Резерв принимается в размере 5% от полной сметной стоимости строительства.

За итогом сводной таблицы обычно указывается возвратная сумма. В нее входит стоимость материалов, полученных от разборки сносимых зданий и сооружений, а также амортизируется в течение строительства часть стоимости временных зданий, сооружений и приспособлений.

Возвратные суммы установлены в процентах от стоимости временных зданий и сооружений:

- при сроке строительства до 1 года – 20%;
- при сроке строительства до 2 лет – 15%;
- при сроке строительства до 3 лет – 12%;
- при сроке строительства более 3 лет – 10%.

Стоимость материала и выполняемых работ, принимаем на основе каталога цен для данного региона. Имеется в виду, что цены приняты из условия, что материалы для строительства дороги местные.

Общая стоимость мероприятий определяется путём составления сводной сметы. Она составлена на основе данных предполагаемых подрядчиков о затратах на строительные и расходные материалы и о затратах на выполнение соответствующих работ [22].

На проектируемых участках УДС предлагается построить по эстакаде, для этого необходимо произвести земляные работы. Рассматриваемые участки имеют длину в 620 (ул. Краснодарская – ул. Воронова) и 670 (ул. Краснодарская – пр. Metallургов) метров с 3 полосами для движения, цена 1 метра эстакады составляет 594300 рублей.

Таким образом, общая стоимость составит 368466000 и 398181000 рублей соответственно. Площадь асфальтобетонного покрытия для эстакад составляет 1860 и 2010 м<sup>2</sup> соответственно. Смета на подготовительные работы обустройство земляного полотна представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Смета на земляные работы

№	Наименование работ или затрат	Единицы измерения	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
				ед.	общая
1	Разбивка земляного полотна в равнинной местности (ул. Краснодарская – ул. Воронова)	1 км	1	9600	9600
	Разбивка земляного полотна в равнинной местности (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)		1		9600
2	Оформление отвода дороги (ул. Краснодарская – ул. Воронова)	1 км	1	3255	3255
	Оформление отвода дороги (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)		1		3255

### Окончание таблицы 3.1

№	Наименование работ или затрат	Единицы измерения	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
				ед.	общая
3	Устройство земляного полотна под дорогу со всеми подготовительными работами (ул. Краснодарская – ул. Воронова)	1 м <sup>3</sup>	378	800	302400
	Устройство земляного полотна под дорогу со всеми подготовительными работами (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)		328		262400
4	Укрепление откосов насыпей и выемок каменной наброской (ул. Краснодарская – ул. Воронова)	1 м <sup>2</sup>	1090	1600	1744000
	Укрепление откосов насыпей и выемок каменной наброской (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)		527		843200
Итого прямых затрат, руб. (ул. Краснодарская – ул. Воронова)					2079255
Итого прямых затрат, руб. (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)					1118455

Исходя из таблицы 3.1 видно, что сметная стоимость на земляные работы составила 2079255 и 1118455 рублей.

Смета на дорожную одежду составляют в следующей последовательности:

Определяют номер территориального района строительства.

С помощью сборника единых районных единичных расценок (ЕРЕР) находим единые расценки, оценивающие производимые работы. Умножаем расценки на индекс цен в соответствии с датой строительства.

Прямые затраты по каждой работе находят, умножая объемы работ на значение единичных расценок. Суммируя результаты, полученные для отдельных работ, находят прямые затраты по смете.

Величину накладных расходов определяют умножением на итоговое значение прямых затрат. Нормы накладных расходов в процентах, установленных расходов в процентах, установленных по ведомственному признаку (принимаем 17,5 %).

Добавляя к прямым затратам накладные расходы, определяем сметную себестоимость работ. Затем находят плановые накопления, принимаем в размере 6 % от величины себестоимости, и, наконец, сметную стоимость работ (суммированием сметной себестоимости и плановых накоплений).



Реконструкцию ведём на участках длинами 620 и 670 метров, ширины 19 м. Площадь асфальтобетонного покрытия для эстакады 11780 и 12730 м<sup>2</sup>.

Составляем каталог единых расценок. Каталог единых расценок представляет собой таблицу, в которой указана стоимость всех работ, с учётом затрат на материалы, эксплуатацию строительных машин, выплата заработной платы рабочих. Суммируем все затраты при осуществлении данного вида работ получаем общую стоимость.

Стоимость материала и выполняемых работ, принимаем на основе каталога цен для данного региона. То есть цены приняты из условия, что материалы для строительства дороги местные.

Оплату труда и затраты на эксплуатацию и обслуживание строительно-дорожных машин принимаем на основе норматива работ для города Красноярск.

Составляем смету на строительство дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием. В ней указываем цены на конкретный вид работы уже с учетом всех затрат. В графе наименование работ для удобства расчета записываем параметры необходимых работ (длину, ширину и высоту).

Количество единиц измерения является числовое значение расчета необходимого объема работ. Умножая стоимость одной единицы работы на объем, необходимой работы получаем общую стоимость работы (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Смета на устройство дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на эстакаде

№	Наименование работ или затрат	Единицы измерения	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
				ед.	общая
1	Устройство подстилающего слоя песка толщиной 30 см (ул. Краснодарская – ул. Воронова)	1 м <sup>3</sup>	11780	271	3192380
	Устройство подстилающего слоя песка толщиной 30 см (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)		12730		3449830
2	Устройство основания из щебня М600 толщиной 15 см (ул. Краснодарская – ул. Воронова)	100 м <sup>2</sup>	117,8	22558	2657332,4
	Устройство основания из щебня М600 толщиной 15 см (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)		127,3		2871633,4
3	Устройство основания из черного щебня толщиной 9 см (ул. Краснодарская – ул. Воронова)	100 м <sup>2</sup>	117,8	24175	2847815

## Окончание таблицы 3.2

№	Наименование работ или затрат	Единицы измерения	Кол-во единиц	Стоимость, руб.	
				ед.	общая
	Устройство основания из черного щебня толщиной 9 см (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)		127,30		3077477,5
4	Устройство нижнего слоя покрытия из крупнозернистой асфальтобетонной смеси толщиной 5 см (ул. Краснодарская – ул. Воронова)	100 м <sup>2</sup>	117,8	15675	1846515
	Устройство нижнего слоя покрытия из крупнозернистой асфальтобетонной смеси толщиной 5 см (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)		127,3		1995427,5
5	Устройство верхнего слоя покрытия из мелкозернистой асфальтобетонной смеси толщиной 5 см (ул. Краснодарская – ул. Воронова)	100 м <sup>2</sup>	117,8	19761	2357845,8
	Устройство верхнего слоя покрытия из мелкозернистой асфальтобетонной смеси толщиной 5 см (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)		127,3		2515575,3
Итого прямых затрат, руб. (ул. Краснодарская – ул. Воронова)					12871888,2
Итого прямых затрат, руб. (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)					13909943,7
Накладные расходы, руб. (17,5%) (ул. Краснодарская – ул. Воронова)					2252580,4
Накладные расходы, руб. (17,5%) (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)					2434240,1
Сметная себестоимость, руб. (ул. Краснодарская – ул. Воронова)					15124486,6
Сметная себестоимость, руб. (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)					16344183,8
Плановые накопления, руб. (6%) (ул. Краснодарская – ул. Воронова)					772313,3
Плановые накопления, руб. (6%) (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)					980651
Всего сметная стоимость, руб. (ул. Краснодарская – ул. Воронова)					15896799,9
Всего сметная стоимость, руб. (ул. Краснодарская – пр. Metallургов)					17324834,8

Эстакада также включает в себя опоры, состоящие из колонн, связей, ригелей, фундамента, и пролетные строения, траверс, связи по фермам. Стоимость затрат на данную конструкцию составит 368466000 рублей +

15896799,9 рублей = 384362799,9 рублей для пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова и 398181000 рублей +17324834,8 рублей = 415505834,8 рублей для пересечения ул. Краснодарская – пр. Metallургов.

На проектируемых участках УДС пересечение ул. Краснодарская – ул. Воронова и пересечение ул. Краснодарская – пр. Metallургов предлагается дополнительно установить дорожные знаки, ограждения и нанести дорожную разметку. Стоимость затрат данных мероприятий представлена в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Смета на обстановку и принадлежности дорог на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

Наименование работ и затрат	Ед. измерения	Кол-во единиц измер.	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
Дорожные знаки:				
Круглые	шт.	2	3217	6434
Квадратные	шт.	27	2714	73278
Треугольные	шт.	3	2457	7371
Монтаж дорожных знаков на стойке	шт.	32	2700	86400
Разметка проезжей части:				
Сплошная (1.1)	п.м	600	150	90000
Пунктирная (1.5)	п.м	1040	300	306000
Длинная пунктирная (1.6)	п.м	300	300	90000
Короткая прерывистая линия (1.7)	п.м	115	300	34500
Разделение потоков одного направления (1.16.2)	м <sup>2</sup>	54,5	2500	136250
Слияние транспортных потоков (1.16.3)	м <sup>2</sup>	72,7	2500	181750
Стрелы (1.18)	м <sup>2</sup>	71,5	2500	178750
Устройство ограждений:				
Установка ограждений барьерного типа	1 п.м.	754	3200	2412800
Установка пешеходных ограждений со стоимостью материала	м	200	4875	97500
Итого прямых затрат, руб.				4578533
Накладные расходы, руб. (17,5%)				801243
Сметная себестоимость, руб.				5379776
Плановые накопления, руб. (6%)				322786
Всего сметная стоимость, руб.				5702562

Таблица 3.4 – Смета на обстановку и принадлежности дорог на пересечении ул. Краснодарская – пр. Metallургов

Наименование работ и затрат	Ед. измерения	Кол-во единиц измер.	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
Дорожные знаки:				
Круглые	шт.	5	3217	16085
Квадратные	шт.	16	2714	43424
Треугольные	шт.	0	2457	0
Монтаж дорожных знаков на стойке	шт.	21	2700	56700
Разметка проезжей части:				
Сплошная (1.1)	п.м	550	150	82500
Пунктирная (1.5)	п.м	472	300	141600
Длинная пунктирная (1.6)	п.м	100	300	30000
Короткая прерывистая линия (1.7)	п.м	48	300	14400
Разделение потоков одного направления (1.16.2)	м <sup>2</sup>	42	2500	105000
Слияние транспортных потоков (1.16.3)	м <sup>2</sup>	23	2500	57500
Стрелы (1.18)	м <sup>2</sup>	152,4	2500	381000
Устройство ограждений:				
Установка ограждений барьерного типа	1 п.м.	754	3200	2412800
Установка пешеходных ограждений со стоимостью материала	м	120	4875	585000
Итого прямых затрат, руб.				3926009
Накладные расходы, руб. (17,5%)				687052
Сметная себестоимость, руб.				4613061
Плановые накопления, руб. (6%)				276784
Всего сметная стоимость, руб.				4889845

Исходя из таблиц 3.3 и 3.4 видно, что итоги прямых затрат на строительство составляют 4578533 рублей для пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова, и 3926009 рублей для пересечения ул. Краснодарская – пр. Metallургов. Сметная себестоимость при этом будет 5702562 рублей и 4889845 рублей для каждого пересечения соответственно.

Так же необходимо учесть прочие работы и затраты и свести конечную смету за весь комплекс мероприятий в таблицу 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5 – Сводная смета затрат на комплекс мероприятий для пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова

Наименование работ и затрат	Общая сметная стоимость, руб.
Прочие работы и затраты:	
Дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время	890046
Очистка территории при строительстве	900943
Доплаты по сдельно - премиальной системе оплаты труда	356019
Основные затраты:	
Смета на земляные работы	2079255
Смета на устройство дорожной одежды	15896799,9
Смета на строительство эстакады	384362799,9
Смета на строительство транспортного тоннеля	174271685
Смета на строительство надземного пешеходного перехода	80083800
Смета на обстановку и принадлежности эстакады и развязки	5702562
Всего по сметам:	664543909,8

Таблица 3.6 – Сводная смета затрат на комплекс мероприятий для пересечения ул. Краснодарская – пр. Metallургов

Наименование работ и затрат	Общая сметная стоимость, руб.
Прочие работы и затраты:	
Дополнительные затраты при производстве работ в зимнее время	890046
Очистка территории при строительстве	900943
Доплаты по сдельно - премиальной системе оплаты труда	356019
Основные затраты:	
Смета на земляные работы	1118455
Смета на устройство дорожной одежды	17324834,8
Смета на строительство эстакады	415505834,8
Смета на обстановку и принадлежности эстакады и развязки	4889845
Всего по сметам:	440985977,6

Из таблиц 3.5 и 3.6 видно, что общая смета всех затрат на комплекс мероприятий по ОДД на пересечениях ул. Краснодарская – ул. Воронова и ул. Краснодарская – пр. Metallургов составляет 668717509,8 и 443939577,6 рублей соответственно.

### 3.2 Расчет экономии от снижения затрат времени транспорта

Экономия от снижения затрат времени транспорта определяется как разница между скоростью времени ( $C_{тр}$ ), теряемого на каждом пересечении в существующих и проектируемых условиях, формула 3.1 [20]:

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

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

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

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

Если результат получается отрицательным, это означает, что мероприятия вызывают не снижение, а повышение затрат времени транспорта, и в дальнейших расчетах этот результат учитывается со знаком «минус».

Определим стоимость времени, теряемого на каждом из этих пересечений в существующих и проектируемых условиях по формуле 3.2:

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

где  $T$  – затраты времени, с;

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

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

Средняя стоимость 1 автомобиля – часа с учетом состава потока определится по формуле 3.3:

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

где  $S_{а-ч}$  – средняя стоимость 1 автомобиля – часа с учетом состава потока, рублей;

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

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

$D_{а}$  – удельный вес автобусов.

Средняя стоимость 1 автомобиля – часа для пересечений ул. Краснодарская – ул. Воронова и ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская соответственно:

$$S1_{a-ч} = 320 \cdot 0,006 + 200 \cdot 0,968 + 550 \cdot 0,026 = 210 \text{ руб.}$$

$$S2_{a-ч} = 320 \cdot 0,007 + 200 \cdot 0,967 + 550 \cdot 0,026 = 210 \text{ руб.}$$

Величина затрат времени за год (для регулируемого пересечения) определяется по формуле, авт·час (формула 3.4).

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

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

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

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

Затраты времени за год на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова и на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская:

$$T1_{тр} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{4650 \cdot 63,37}{0,1} = 298763,15 \text{ авт} \cdot \text{ час};$$

$$T2_{тр2} = 311687,7 \text{ авт} \cdot \text{ час.}$$

Стоимость потерь времени при существующих условиях составит:

$$C1_{тр}^{сущ} = 298763,15 \cdot 210 = 62740261,5 \text{ руб.}$$

$$C2_{тр}^{сущ} = 311687,7 \cdot 210 = 65454417 \text{ руб.}$$

В проектируемых условиях:

$$T1_{пр.тр} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{4650 \cdot 12,13}{0,1} = 57187,9 \text{ авт} \cdot \text{ час.}$$

$$T2_{пр.тр} = 96588,1 \text{ авт} \cdot \text{ час.}$$

Стоимость потерь времени при проектных условиях составит:

$$C1_{\text{тр}}^{\text{сущ}} = 57187,9 \cdot 210 = 12009459 \text{ руб.}$$

$$C2_{\text{тр}}^{\text{сущ}} = 22215263 \text{ руб.}$$

Экономия от снижения затрат времени транспорта составит (руб.):

$$\mathcal{E}1_{\text{тр}} = 62740261,5 - 12009459 = 50730802,5 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}2_{\text{тр}} = 65454417 - 22215263 = 43239154 \text{ руб.}$$

Таким образом, разница затрат времени задержек транспорта составила для пересечений ул. Краснодарская – ул. Воронова и ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская 50730802,5 и 43239154 рубля соответственно. Данный результат получился положительным, это значит, что предложенные мероприятия эффективны, так как значительно снижают транспортные задержки.

### **3.3 Расчет срока окупаемости комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД**

Срок окупаемости – минимальный временной период от начала осуществления инвестиционного проекта до момента, когда первоначальные инвестиционные вложения покрываются суммарными результатами от его осуществления. Суммарный результат – это суммарная экономия от внедряемых мероприятий [21].

При расчете срока окупаемости используют коэффициент дисконтирования (норма дисконта), который определяется по формуле 3.5:

$$\alpha = \frac{1}{(1+K)^n}, \quad (3.5)$$

где  $n$  – период времени;

$K$  – ставка Центробанка на текущий год (5%).

Расчет срока окупаемости представлен в таблицах 3.7 и 3.8.



Таблица 3.7 – Расчет срока окупаемости предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова

Год	Инвестиции в проект	Экономия сокращения потерь общественно необходимых затрат, т.руб.	Коэффициент дисконтирования	Возвратные суммы на первоначально вложенный капитал, т.руб.
1	664543909,8	50730802,5	0,95	48315050
2	-	-	0,91	46014333,33
3	-	-	0,86	43823174,6
4	-	-	0,82	41736356,76
5	-	-	0,78	39748911,2
6	-	-	0,75	37856105,91
7	-	-	0,71	36053434,2
8	-	-	0,68	34336604
9	-	-	0,64	32701527,62
10	-	-	0,61	31144312,02
11	-	-	0,58	29661249,54
12	-	-	0,56	28248809,09
13	-	-	0,53	26903627,7
14	-	-	0,51	25622502,57
15	-	-	0,48	24402383,4
16			0,46	23240365,15
17			0,44	22133681,09
18			0,42	21079696,28
19			0,40	20075901,22
20			0,38	19119905,92
21			0,36	18209434,21
22			0,34	17342318,29
Сумма:				667769684,1
Срок окупаемости, лет				22

Таблица 3.8 – Расчет срока окупаемости предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская

Год	Инвестиции в проект	Экономия сокращения потерь общественно необходимых затрат, т.руб.	Коэффициент дисконтирования	Возвратные суммы на первоначально вложенный капитал, т.руб.
1	440985977,6	43239154	0,95	41180146,67
2	-	-	0,91	39219187,3
3	-	-	0,86	37351606,95
4	-	-	0,82	35572959
5	-	-	0,78	33879008,57
6	-	-	0,75	32265722,45
7	-	-	0,71	30729259,48
8	-	-	0,68	29265961,41
9	-	-	0,64	27872344,2
10	-	-	0,61	26545089,71
11	-	-	0,58	25281037,82
12	-	-	0,56	24077178,88
13	-	-	0,53	22930646,55
14	-	-	0,51	21838711
15	-	-	0,48	20798772,38
Сумма:				448807632,4
Срок окупаемости, лет				15

Инвестиции окупаются в приемлемые сроки (22 года и 15 лет) для данных типов проектов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе были рассмотрены варианты совершенствования ОДД на участках УДС г. Красноярска (пересечения ул. Краснодарская – ул. Воронова и ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская). Был проведен анализ существующей ОДД данных участков, состава транспортных потоков и аварийности.

На основании произведенного анализа были предложены следующие мероприятия по совершенствованию ОДД:

1 проектирование транспортной развязки типа «труба» на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова;

2 проектирование транспортного тоннеля на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова;

3 проектирование надземного пешеходного перехода на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова;

4 реорганизация светофорного цикла на пересечении ул. Краснодарская – ул. Воронова;

5 проектирование транспортной развязки типа «труба» на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская;

6 реорганизация светофорного цикла на пересечении на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская;

7 реорганизация схемы пешеходного движения на пересечении ул. Партизана Железняка – пр. Metallургов – ул. Краснодарская.

Оценка предложенных мероприятий по совершенствованию ОДД и повышению безопасности была проведена с помощью программы моделирования транспортных потоков PTV Vissim. Анализ результатов показал, что предложенные мероприятия являются эффективными, так как обеспечивают необходимую пропускную способность, увеличивая среднюю скорость движения и сокращая транспортные задержки, что приводит к значительной экономии (50730802,5 и 43239154 рублей для каждого пересечения соответственно) от снижения затрат времени транспорта.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Данцев, С.А. Автомобилизация в России: история и перспективы / Данцев, С.А. // Проблемы экономики и юридической практики – 2014.;
- 2 [Электронный ресурс]: Автостат – Режим доступа: <http://www.Autostat.ru>;
- 3 [Электронный ресурс]: Официальный сайт администрации города Красноярска – Режим доступа: <http://www.admkrsk.ru/city/areas/sov/Pages/default.aspx>
- 4 Методическое пособие по курсу подготовки специалистов по безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте Москва, ГНИИАТ.;
- 5 [Электронный ресурс]: ОДМ 218.6.017-2015 Методические рекомендации по применению дорожных ограждений различного типа на автомобильных дорогах федерального значения – Режим доступа: <https://rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/uploaded-files/240odm-2186017-2015.pdf>
- 6 [Электронный ресурс]: ГИБДД. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru>;
- 7 [Электронный ресурс]: Карта ДТП – Режим доступа: [dtp-stat.ru](http://dtp-stat.ru);
- 8 [Электронный ресурс]: СП 396.1325800.2018 «Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования» – Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/17951/>;
- 9 ГОСТ 32965-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока;
- 10 Лобанов, Е. М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
- 11 [Электронный ресурс]: ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог – Режим доступа: <https://rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/uploaded-files/22-odm-2182020-2012.pdf>;
- 12 [Электронный ресурс]: Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200034323>;
- 13 [Электронный ресурс]: Жилой комплекс «Арбан» на ул. Краснодарской [https://www.arban.ru/objects/residential/arban-smart-na-krasnodarskoi?utm\\_source=yandex&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=smart\\_krasnodarskaya&utm\\_content=8477011658&utm\\_term=красноярск%20арбан%20кр](https://www.arban.ru/objects/residential/arban-smart-na-krasnodarskoi?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=smart_krasnodarskaya&utm_content=8477011658&utm_term=красноярск%20арбан%20кр)

аснодарская&cm\_id=48719286\_4072078115\_8477011658\_21890125679\_\_none  
\_search\_type1\_no\_desktop\_premium\_62&yclid=3157063394927347506;

14 Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Пути сообщения и технологические сооружения» проект транспортной развязки (по типу «полный клеверный лист») Красноярск, СФУ - 102 с;

15 [Электронный ресурс]: СП 122.13330.2012 Тоннели железнодорожные и автодорожные – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095544>;

16 ГОСТ 24451-80 Тоннели автодорожные. Габариты приближения строений и оборудования;

17 Клинковштейн, Г. И., Афанасьев, М. Б. Организация дорожного движения: Учеб. Для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – 5–е изд., перераб. И доп. – М.: транспорт, 2001. – 247 с.;

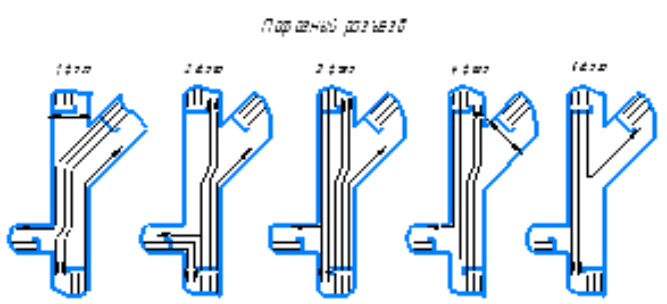
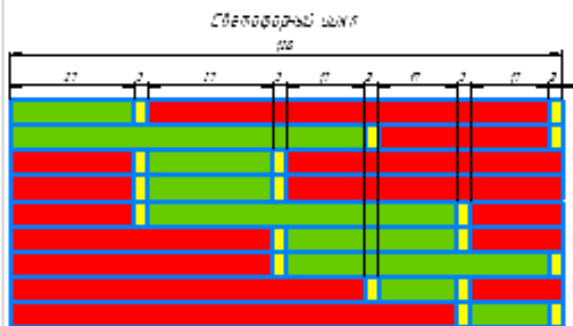
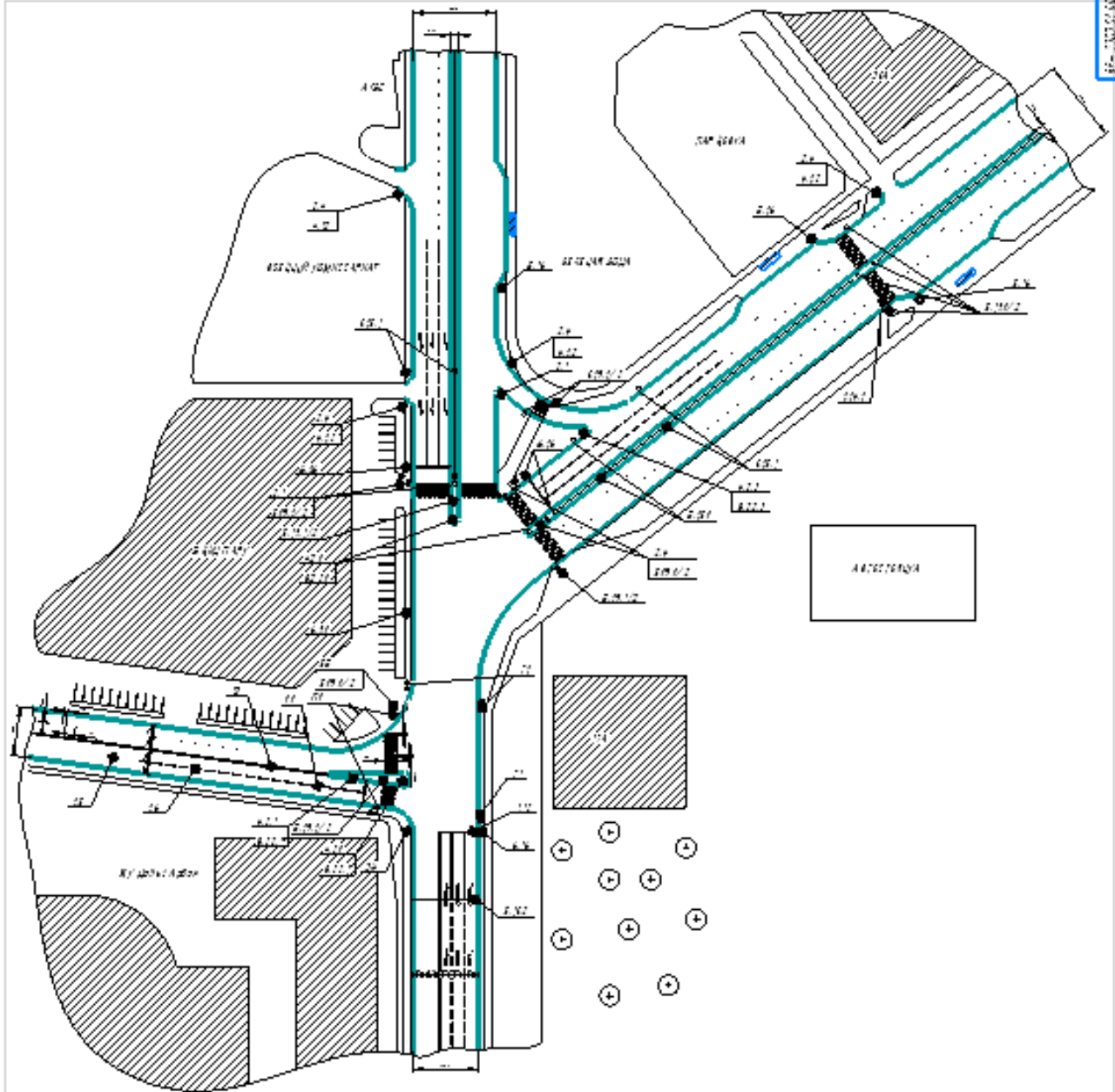
18 ГОСТ 32944-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Пешеходные переходы. Классификация. Общие требования;

19 ГОСТ Р 52289-2019 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств;

20 [Электронный ресурс]: ОДМ 218.6.003-2011 методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200098292>;

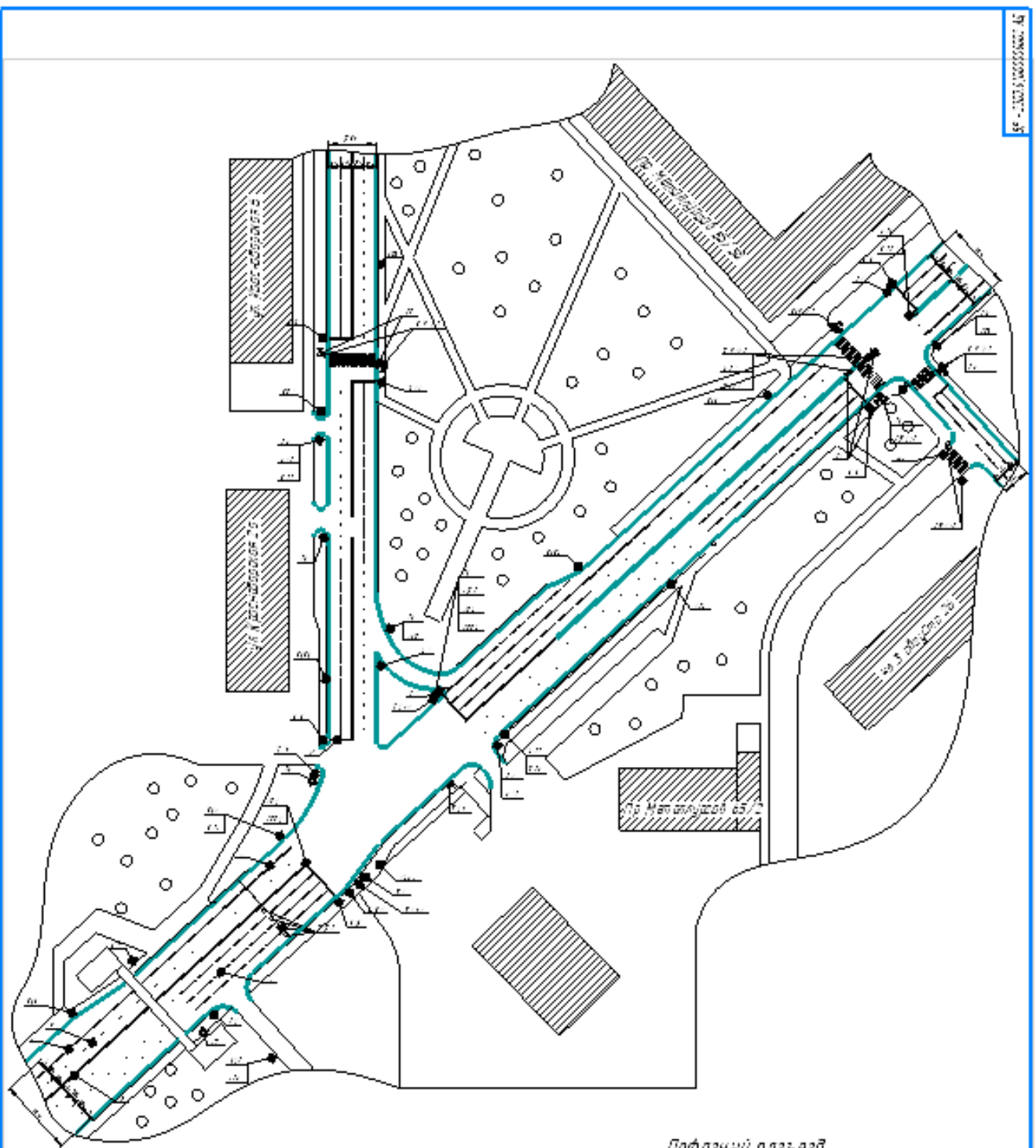
21 Ильина, Н.В. Расчет инвестиций в мероприятия по повышению безопасности дорожного движения: Метод. Указание/ Н.В. Ильина. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 40 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Листы графической части**

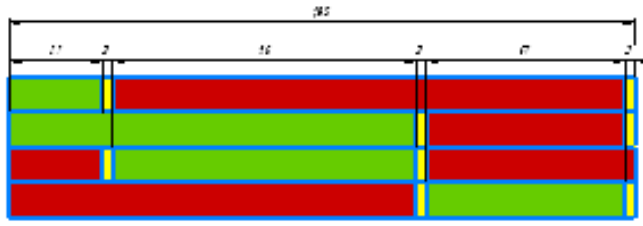


SP-2103.01.000.000.001.A.2		№	Дата
№	Исполн.	№	Дата
№	Исполн.	№	Дата
№	Исполн.	№	Дата
№	Исполн.	№	Дата
№	Исполн.	№	Дата
Исполнитель: <i>[Signature]</i>		№	Дата
Проверенный: <i>[Signature]</i>		№	Дата
Утвержденный: <i>[Signature]</i>		№	Дата
Подпись: <i>[Signature]</i>		Дата: <i>[Date]</i>	

Содержание: 1. План. 2. Разрезы. 3. Детали. 4. Спецификация. 5. Сметы. 6. Пояснительная записка.



Светофорный цикл

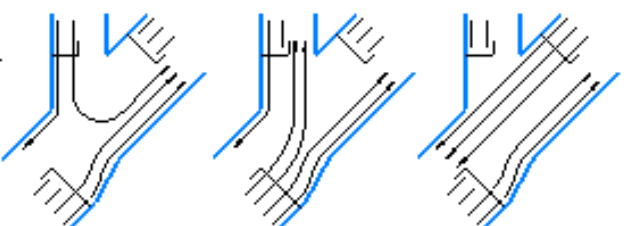


Пофазный разъезд

1 фаза

2 фаза

3 фаза



БР - 2103 01 000 000 002 АД			
№ п/п	№	Наименование	Единица измерения
1	1	Светофорный цикл	шт.
2	2	Пофазный разъезд	шт.
3	3	Детали	шт.
4	4	Сметы	шт.
5	5	Пояснительная записка	шт.
6	6	Спецификация	шт.
7	7	Сметы	шт.
8	8	Сметы	шт.
9	9	Сметы	шт.
10	10	Сметы	шт.
11	11	Сметы	шт.
12	12	Сметы	шт.
13	13	Сметы	шт.
14	14	Сметы	шт.
15	15	Сметы	шт.
16	16	Сметы	шт.
17	17	Сметы	шт.
18	18	Сметы	шт.
19	19	Сметы	шт.
20	20	Сметы	шт.
21	21	Сметы	шт.
22	22	Сметы	шт.
23	23	Сметы	шт.
24	24	Сметы	шт.
25	25	Сметы	шт.
26	26	Сметы	шт.
27	27	Сметы	шт.
28	28	Сметы	шт.
29	29	Сметы	шт.
30	30	Сметы	шт.
31	31	Сметы	шт.
32	32	Сметы	шт.
33	33	Сметы	шт.
34	34	Сметы	шт.
35	35	Сметы	шт.
36	36	Сметы	шт.
37	37	Сметы	шт.
38	38	Сметы	шт.
39	39	Сметы	шт.
40	40	Сметы	шт.
41	41	Сметы	шт.
42	42	Сметы	шт.
43	43	Сметы	шт.
44	44	Сметы	шт.
45	45	Сметы	шт.
46	46	Сметы	шт.
47	47	Сметы	шт.
48	48	Сметы	шт.
49	49	Сметы	шт.
50	50	Сметы	шт.
51	51	Сметы	шт.
52	52	Сметы	шт.
53	53	Сметы	шт.
54	54	Сметы	шт.
55	55	Сметы	шт.
56	56	Сметы	шт.
57	57	Сметы	шт.
58	58	Сметы	шт.
59	59	Сметы	шт.
60	60	Сметы	шт.
61	61	Сметы	шт.
62	62	Сметы	шт.
63	63	Сметы	шт.
64	64	Сметы	шт.
65	65	Сметы	шт.
66	66	Сметы	шт.
67	67	Сметы	шт.
68	68	Сметы	шт.
69	69	Сметы	шт.
70	70	Сметы	шт.
71	71	Сметы	шт.
72	72	Сметы	шт.
73	73	Сметы	шт.
74	74	Сметы	шт.
75	75	Сметы	шт.
76	76	Сметы	шт.
77	77	Сметы	шт.
78	78	Сметы	шт.
79	79	Сметы	шт.
80	80	Сметы	шт.
81	81	Сметы	шт.
82	82	Сметы	шт.
83	83	Сметы	шт.
84	84	Сметы	шт.
85	85	Сметы	шт.
86	86	Сметы	шт.
87	87	Сметы	шт.
88	88	Сметы	шт.
89	89	Сметы	шт.
90	90	Сметы	шт.
91	91	Сметы	шт.
92	92	Сметы	шт.
93	93	Сметы	шт.
94	94	Сметы	шт.
95	95	Сметы	шт.
96	96	Сметы	шт.
97	97	Сметы	шт.
98	98	Сметы	шт.
99	99	Сметы	шт.
100	100	Сметы	шт.



Вечерний "час-пик"



Утренний "час-пик"

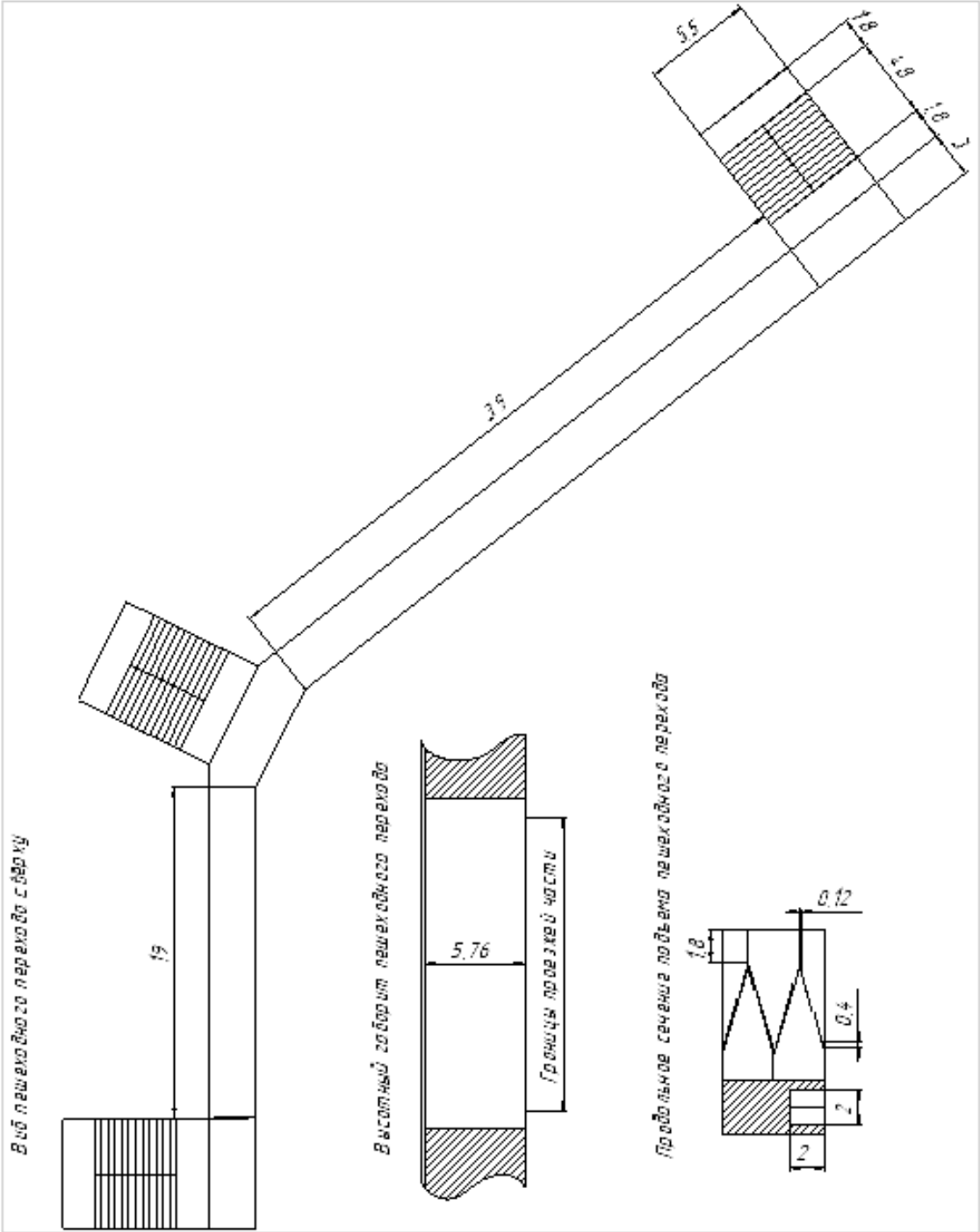


0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000

BP - 21.03.01.00.000.0003 АД			
№	№	№	№
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40
41	42	43	44
45	46	47	48
49	50	51	52
53	54	55	56
57	58	59	60
61	62	63	64
65	66	67	68
69	70	71	72
73	74	75	76
77	78	79	80
81	82	83	84
85	86	87	88
89	90	91	92
93	94	95	96
97	98	99	100
Итого		Транспорт	



ЭР - 23.03.07.00.000001.00-14	Лист 14 из 14	М.П.
Информационная карта	М.П.	
Генеральный директор		

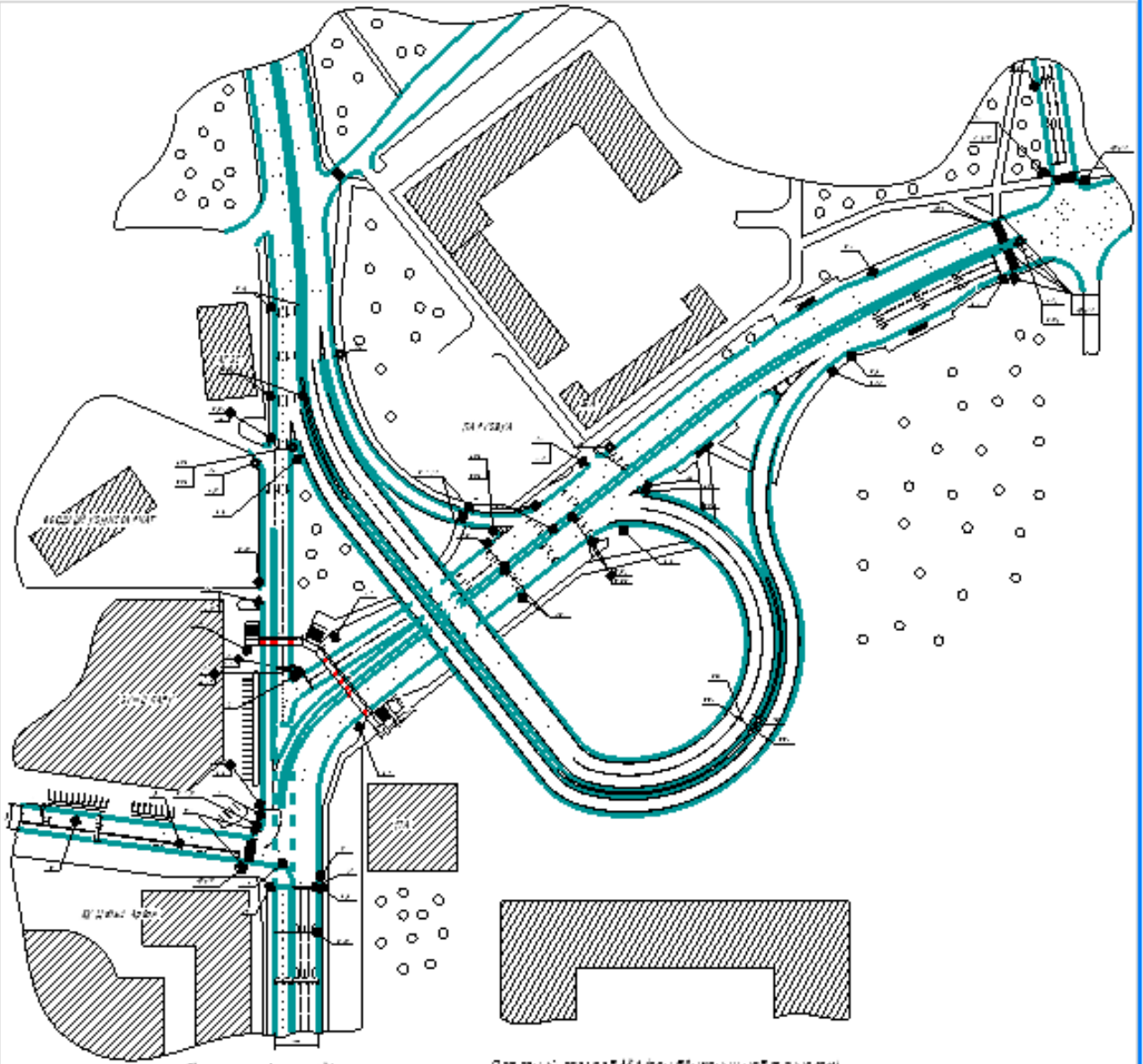


Вид левобочного перевода сверху

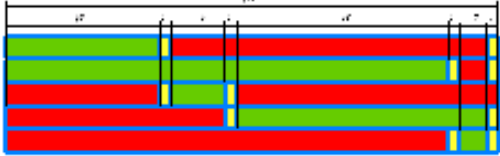
Высотный заборит левобочного перевода

Профильное сечение левбома левобочного перевода

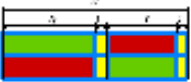
BP - 25.03.01.00.0002.004.16										
№ п/п	№ документа	Дата	Исполнитель	Проверенный	Согласованный	Содержание	№	Дата	Исполнитель	Проверенный
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10



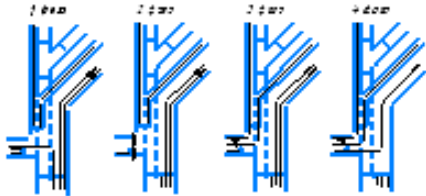
Стеновой щит №1



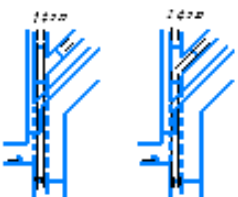
Стеновой щит №2



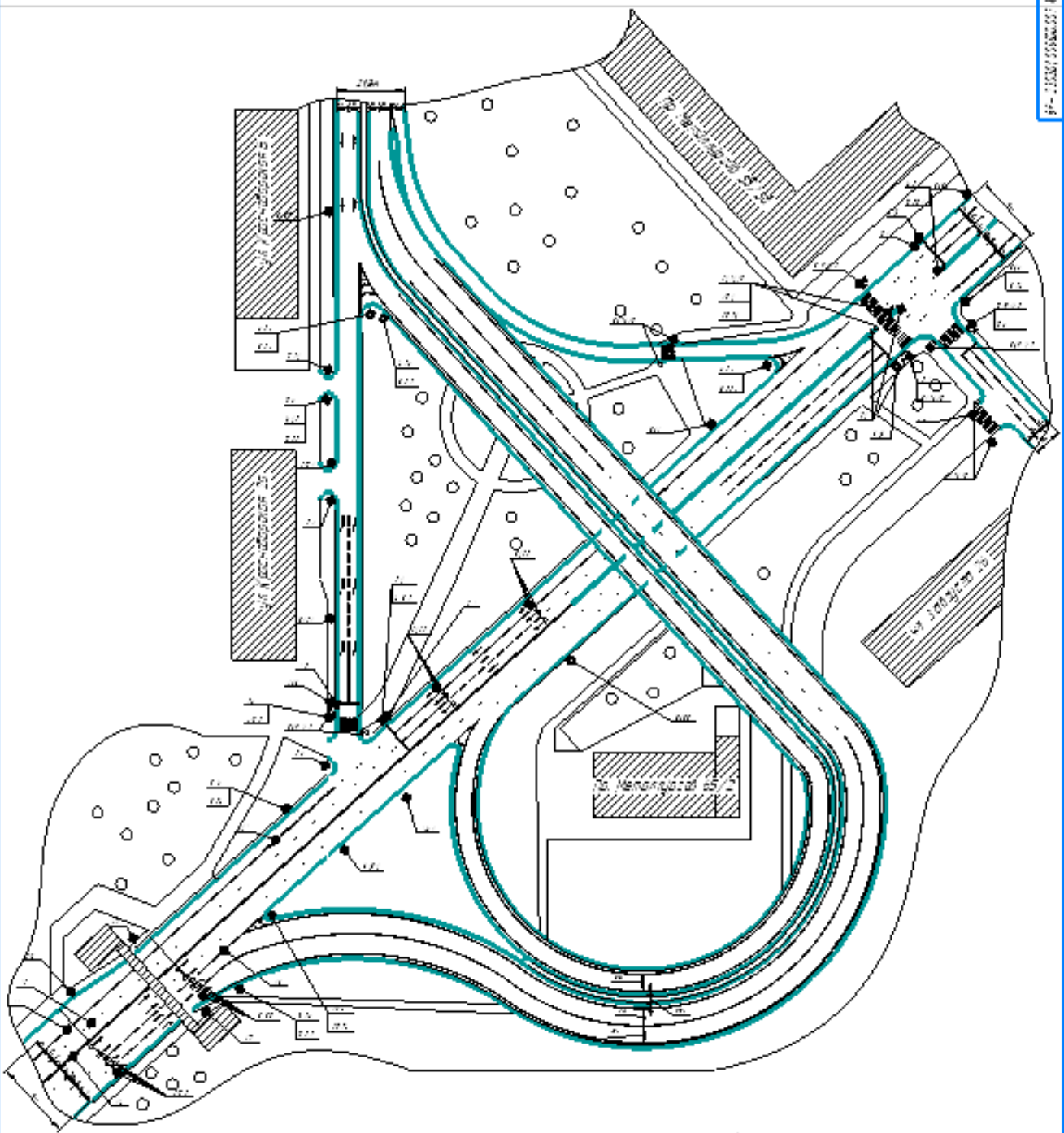
Параллельный разъем №1 (при близком подходе к стене)



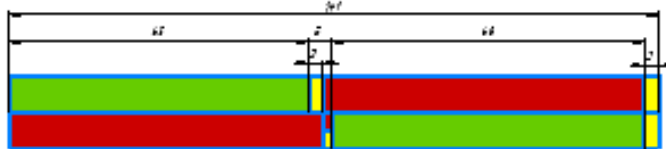
Параллельный разъем №2 (при близком подходе к стене)



BP - 23.03.01.00.0000.00.6.10			
Исполн.	Провер.	Инж.	Директор
С.И.Иванов	А.В.Петров	М.В.Сидоров	И.И.Смирнов
Дата: 15.03.2023	Лист: 1/1	Всего листов: 1	1968
Имя: ТрансСтар	Имя: ТрансСтар	Имя: ТрансСтар	Имя: ТрансСтар



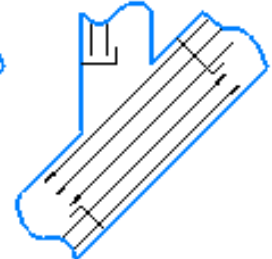
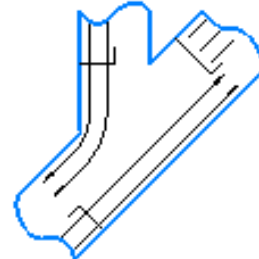
Светофорный цикл



По фазный разъезд

1 фаза

2 фаза




BP - 23.03.01.00.0000.007.10		№	Дата	Содержание
№	Дата	№	Дата	Содержание
1	2023.03.01	1	2023.03.01	Разработка ТЗ и технический проект
2	2023.03.01	2	2023.03.01	Исполнение в AutoCAD
3	2023.03.01	3	2023.03.01	Проверка
4	2023.03.01	4	2023.03.01	Три-старта

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**Презентационный материал**

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра «Транспорт»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Е.С. Воеводин


«15» июня 2021 г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01 – Технология транспортных процессов


«Совершенствование организации дорожного движения на участках  
УДС Советского района г. Красноярска (пр. Металлургов,  
ул. Краснодарская, ул. Воронова)»

Руководитель

 15.06.21

ст. преподаватель Н.В. Шадрин

Выпускник

 14.06.21

Е.В. Бубнов

Консультант



доцент, канд. техн. наук Е.С. Воеводин

Красноярск 2021