

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Е.С. Воеводин

«__» _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01 – Технология транспортных процессов

«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ НА УЧАСТКЕ
УДС УЛ. БРЯНСКАЯ – УЛ. СЕВЕРНАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО РАЙОНА
Г. КРАСНОЯРСКА»

Руководитель

доцент, канд. техн. наук В.А. Ковалев

Выпускник

А.И. Солдатова

Консультант

ст. преподаватель Н.В. Шадрин

Красноярск 2020

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 Солдатовой Алене Игоревне

Группа: ФТ16-05Б Направление (специальность) 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование организации движения на участке УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска»

Утверждена приказом по университету № 6320/с от 20 мая 2020 г.

Руководитель ВКР: В.А. Ковалев – доцент СФУ, канд. техн. наук.

Исходные данные для ВКР: Данные по существующей ОДД на участках УДС города Красноярска, статистика аварийности по городу Красноярску.

Перечень разделов ВКР:

- 1 технико-экономическое обоснование;
- 2 организационно-техническая часть;
- 3 определение экономической эффективности.

Перечень графического материала:

Лист 1 – Существующая схема ОДД на пересечении ул. Северная – ул. Железнодорожников

Лист 2 – Существующая схема ОДД на пересечении ул. Северная – ул. Озерная

Лист 3 – Проектируемая схема ОДД на пересечениях ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная

Лист 4 – Проектируемая схема ОДД на участке УДС ул. Брянская 140

Презентационный материал ____ страница.

Руководитель ВКР

В.А. Ковалев

Задание принял к исполнению

А.И. Солдатова

«__» _____ 20__

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме: «Совершенствование организации движения на участке УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска» содержит 97 страниц текстового документа, 10 используемых источников, 4 листа графического материала.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ (ОДД), БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ (БДД), АВАРИЙНОСТЬ, УЛИЧНО-ДОРОЖНАЯ СЕТЬ (УДС), ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ (ДТП), ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО (ТС).

Целью данной выпускной работы квалификационной работы является совершенствование организации дорожного движения на участке УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска.

Вследствие проведенного анализа загруженности УДС магистральных улиц Железнодорожного района г. Красноярска, аварийности на участках УДС г. Красноярска и определения мест концентрации ДТП – разработаны мероприятия по совершенствованию ОДД на участке УДС Железнодорожного района г. Красноярска.

Предложенные мероприятия приведут к повышению пропускной способности основных магистральных улиц Железнодорожного района, уменьшению задержек транспорта, а также повышению БДД.

Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД осуществлена с помощью программы моделирования транспортных потоков PTV Vision® VISSIM. Представленные мероприятия подтверждены соответствующими экономическими расчетами.

					<i>БР 23.03.01 - 000000.000ПЗ</i>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>А. И. Солдатов</i>			<i>«Совершенствование организации движения на участке УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>В.А. Ковалев</i>					<i>4</i>	
<i>Реценз.</i>						<i>Транспорт</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Н.В. Шадрин</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Е.С. Воеводин</i>						

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Техничко-экономическое обоснование.....	8
1.1 Анализ существующего состояния организации дорожного движения на участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска.....	8
1.1.1 Характеристика существующей организации дорожного движения на пересечениях ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная.....	12
1.1.2 Характеристика существующей ОДД на пересечении ул. Зои Космодемьянской – ул. Водяникова.....	17
1.2 Анализ интенсивности транспортных потоков на участках УДС ул. Брянская, ул. Северная.....	20
1.3 Анализ аварийности в Железнодорожном районе г. Красноярска.....	24
1.3.1 Анализ мест концентрации ДТП на рассматриваемых участках УДС.....	27
2 Организационно-техническая часть.....	30
2.1 Разработка мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС ул. Брянская 140.....	31
2.1.1 Обзор и анализ типов пересечений в разных уровнях.....	31
2.1.2 Расчет геометрических элементов транспортной развязки.....	39
2.1.3 Проект организации ОДД на транспортной развязке участка УДС ул. Брянская 140.....	63
2.3 Проект организации дорожного движения на пересечениях ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная.....	68
2.4 Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на участках УДС Железнодорожного района г. Красноярска.....	73

3	Определение экономической эффективности.....	79
3.1	Расчет экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на участках УДС Железнодорожного района г. Красноярск.....	79
3.2	Расчет экономии от снижения затрат времени транспорта.....	85
3.3	Расчет срока окупаемости комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД на проектируемых участках УДС Железнодорожного района г. Красноярск.....	88
	Заключение.....	90
	Список использованных источников.....	91
	Приложение А Листы графической части.....	92
	Приложение Б Презентационный материал.....	97

ВВЕДЕНИЕ

Главная тенденция развития автомобильного транспорта является рост уровня автомобилизации. В связи с этим увеличивается интенсивность движения на УДС, что неизбежно ведет к снижению эксплуатационной скорости движения и ДТП. Снижение эксплуатационной скорости и дорожно-транспортный травматизм приводит к исключению людей из сферы производства, что пагубно сказывается на экономике всей страны в целом.

В связи с этим проблема ОДД играет значительную роль. В связи с ростом городов, расширением территорий и увеличением автомобилизации населения, требуется пересмотреть устаревшую ОДД. На данный момент на многих участках УДС города Красноярска в «часы-пик» образуются заторовые ситуации. Это несет негативный характер в жизнь жителей города.

Решением данной проблемы является: строительство новых дорог, многоуровневых развязок, расширение существующей УДС и ввод интеллектуальных транспортных систем.

В данной выпускной квалификационной работе на основе данных интенсивности движения, аварийности и мест концентраций ДТП, характеристики УДС и анализа существующей ОДД будут предложены мероприятия по совершенствованию схемы ОДД на участке УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска.

Для обоснования эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию схемы ОДД на рассматриваемых участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска будет использоваться программа моделирования транспортных потоков PTV Vision® VISSIM и расчет экономической эффективности.

1 Технико-экономическое обоснование

В соответствии с заданием ОГИБДД г. Красноярска на выпускную квалификационную работу, на основе анализа существующей ОДД и аварийности, необходимо разработать мероприятия по совершенствованию ОДД на участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска.

1.1 Анализ существующего состояния организации дорожного движения на участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска

На рисунке 1.1 представлена карта-схема рассматриваемого участка УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска.

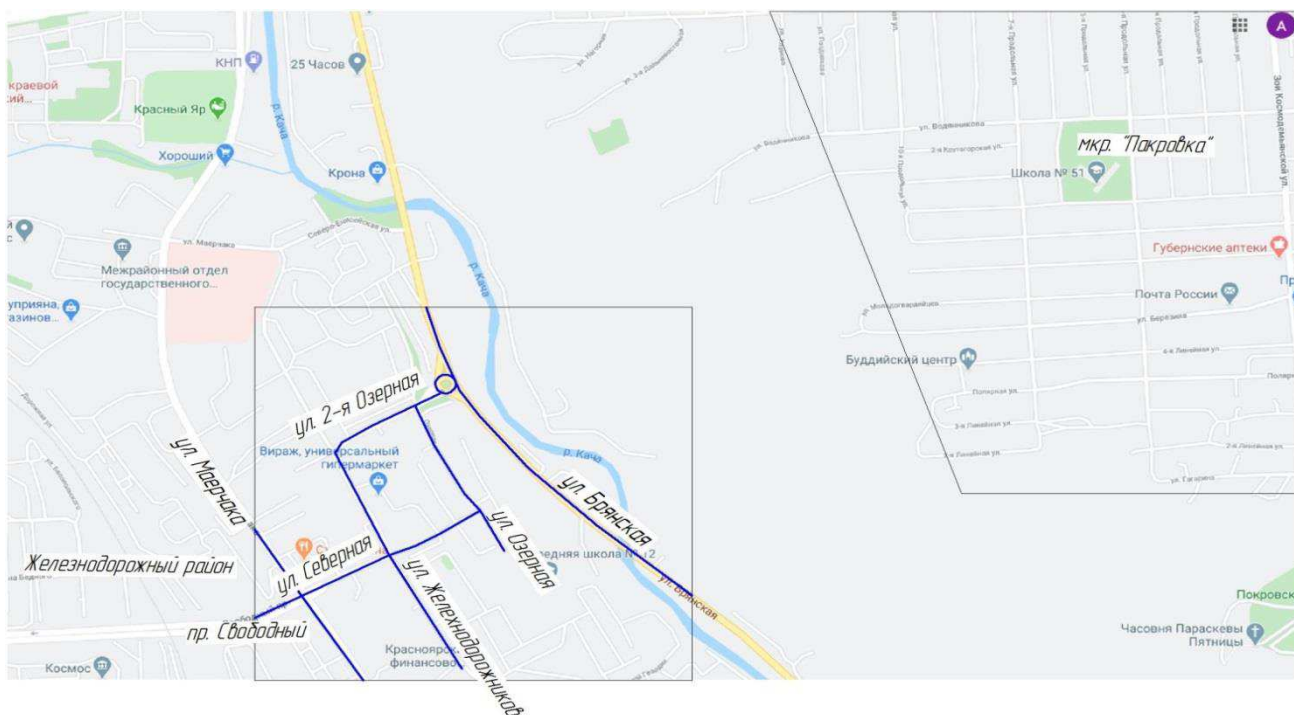


Рисунок 1.1 – Карта-схема рассматриваемого участка УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска

Исходя из рисунка 1.1 видно, что:

- основные транспортные потоки, движущиеся с пр. Свободный, ул. Железнодорожников в направлении Советского района г. Красноярска, имеют только два пути - через круговое пересечение ул. Брянская, ул. 2-я Озерная и через ул. Маерчака;

- существенное влияние оказывают транзитные транспортные потоки на ул. Брянская, ул. Железнодорожников и ул. Маерчака;

- отсутствует прямая связь между Железнодорожным районом г. Красноярска и новым микрорайоном «Покровка»;

- существенные перепробеги автотранспорта и, как следствие, высокая нагрузка на ул. Брянская;

В связи с этим в настоящее время движение по улицам: Брянская, Северная, Железнодорожников, Маерчака, пр. Свободный, в «часы-пик» затруднено, присутствуют заторовые ситуации.

Был проведен анализ загруженности основных магистральных улиц Железнодорожного района г. Красноярска. Для этого использовалось приложение «Яндекс Пробки». Яндекс-пробки показывает пользователям картину загруженности дорог. Для этого сервис собирает из разных источников данные о загруженности улиц, анализирует их и отображает на «Яндекс-карты». Сервис рассчитывает балл пробок – средний уровень загруженности на каждом участке УДС.

В приложение показывается состояние загруженности УДС в реальном времени, используя средний балл от 1 (на дорогах свободное движение) до 5 (на дорогах присутствуют заторы).

На рисунке 1.2 представлены данные состояния загруженности магистральных улиц рассматриваемого участка УДС Железнодорожного района в вечерний «час-пик».

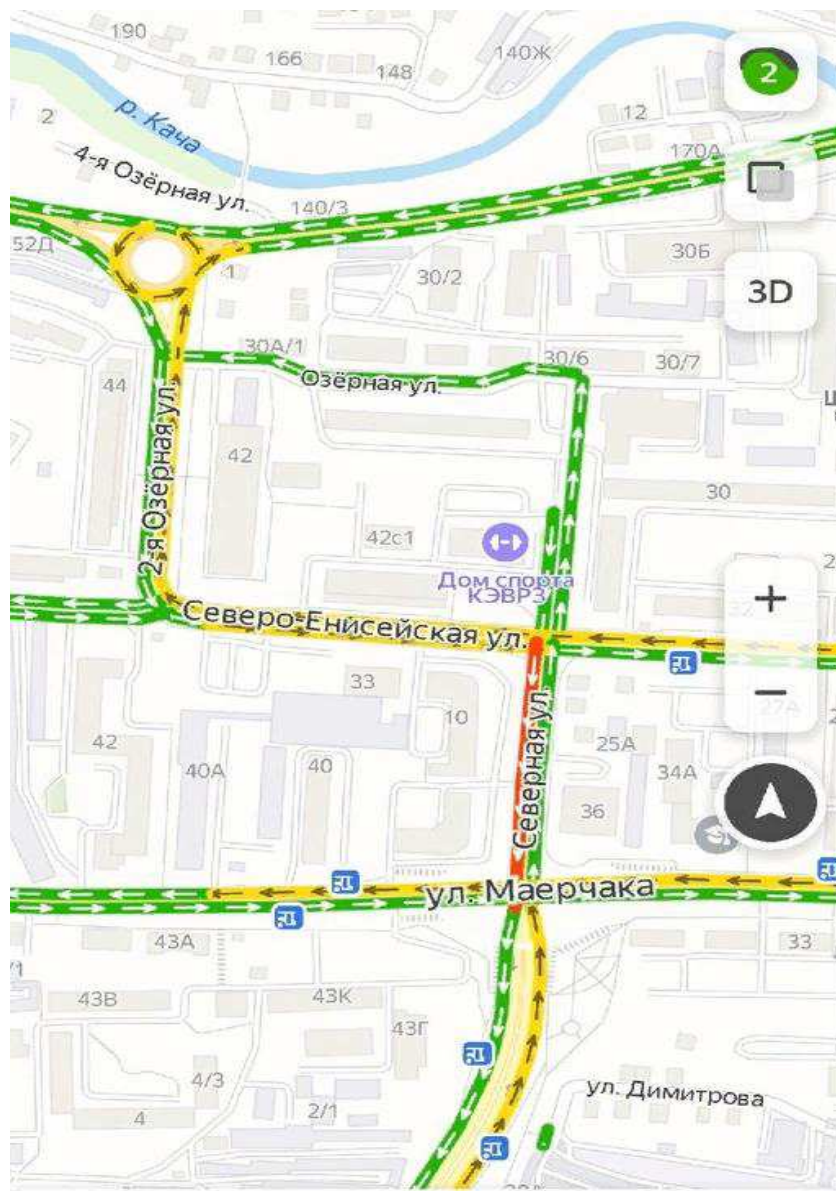


Рисунок 1.2 – Состояние загруженности магистральных улиц рассматриваемого участка УДС Железнодорожного района в вечерний «час-пик»

Из рисунка 1.2 видно, что в вечерний «час-пик» на пересечениях ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. 2-я Озерная – ул. Брянская присутствуют заторовые ситуации.

Проводя анализ транспортных потоков на рассматриваемом участке видно, что плотность движения в районе кольцевого пересечения ул. Брянская – ул. 2 Озерная в любое время суток значительна. Это связано с тем, что

транспортные потоки с Октябрьского и Железнодорожного районов при движении в Советский район попадают в «горлышко» на улице Северо-Енисейская и 2-я Озерная. Пересечение пр. Свободный – ул. Маерчака также является перегруженным.

Проанализировав пешеходные потоки на территории рассматриваемого участка УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района, можно заметить, что организация движения пешеходных потоков нуждается в совершенствовании: малодоступность пешеходных переходов, ограждающих устройств нет, тротуаров также недостаточно.

Таким образом, исходя из данных загруженности и проблем, выявленных при анализе участка, можно сделать вывод, что участок УДС ул. Брянская, ул. Северная, ул. 2-я Озерная, ул. Северо-Енисейская, ул. Железнодорожников, ул. Маерчака, пр. Свободный нуждаются в совершенствовании ОДД.

Для предложения обоснованных мероприятий по совершенствованию ОДД на рассматриваемых участках УДС был рассмотрен генеральный план г. Красноярска. Карта-схема генерального плана рассматриваемого участка УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска представлена на рисунке 1.3.

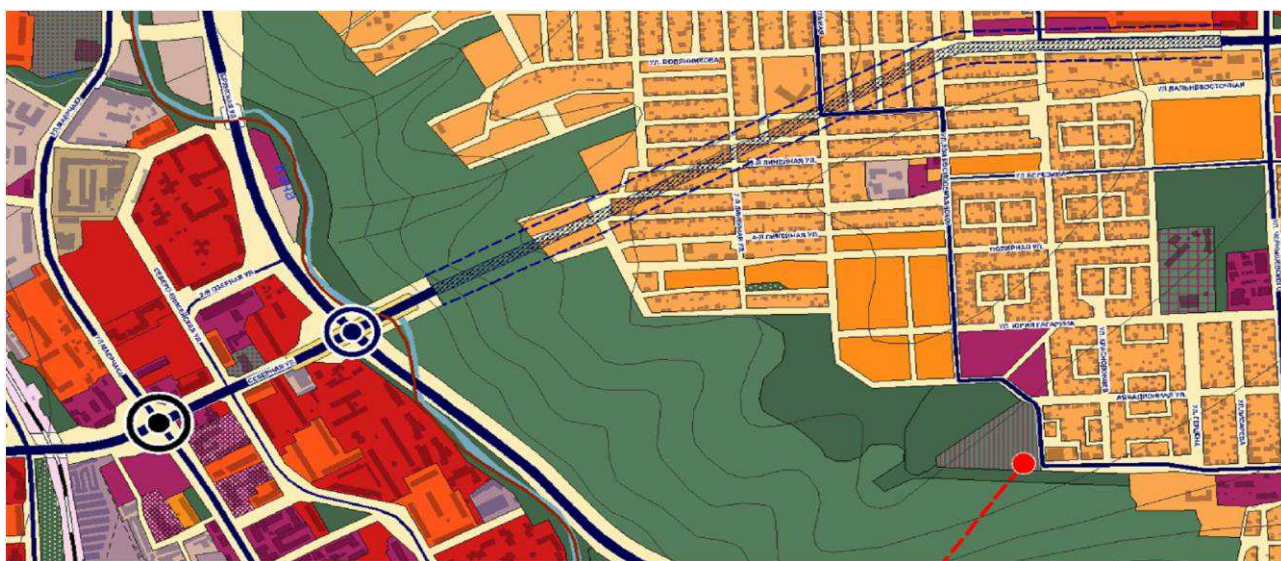


Рисунок 1.3 – Карта-схема рассматриваемого участка УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска

На рисунке окружностями показаны двухуровневые транспортные развязки, пунктирными линиями надземные путепроводы, точками-улицы, подлежащие реконструкции.

На основании рисунка 1.3, в рамках мероприятий по совершенствованию ОДД в Железнодорожном районе г. Красноярск, можно сделать следующие выводы:

- планируется строительство эстакады и тоннеля от ул. Северной до ул. Водяникова, с целью соединить Железнодорожный район г. Красноярск с новым микрорайоном «Покровка»;

- планируется реконструкция на пересечениях: ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная;

- планируется реконструкция ул. Северная с уширением до 6 полос движения по 3 в каждом направлении;

- планируется двухуровневая транспортная развязка на пересечении путепровода с ул. Брянской;

- планируется реконструкция ул. Водяникова от пересечения с улицей Зои Космодемьянской до пересечения с улицей Любы Шевцовой.

Далее проанализируем существующую ОДД на выбранных участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярск.

1.1.1 Характеристика существующей ОДД на пересечениях ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная

Существующая схема ОДД на участке УДС ул. Северная – ул. Железнодорожников, представляет собой пересечение двух улиц под прямым углом. На пересечении организовано светофорное регулирование с П-образным пешеходным движением.

Полная схема существующей ОДД на пересечении ул. Северная – ул. Железнодорожников представлена на рисунке 1.4.

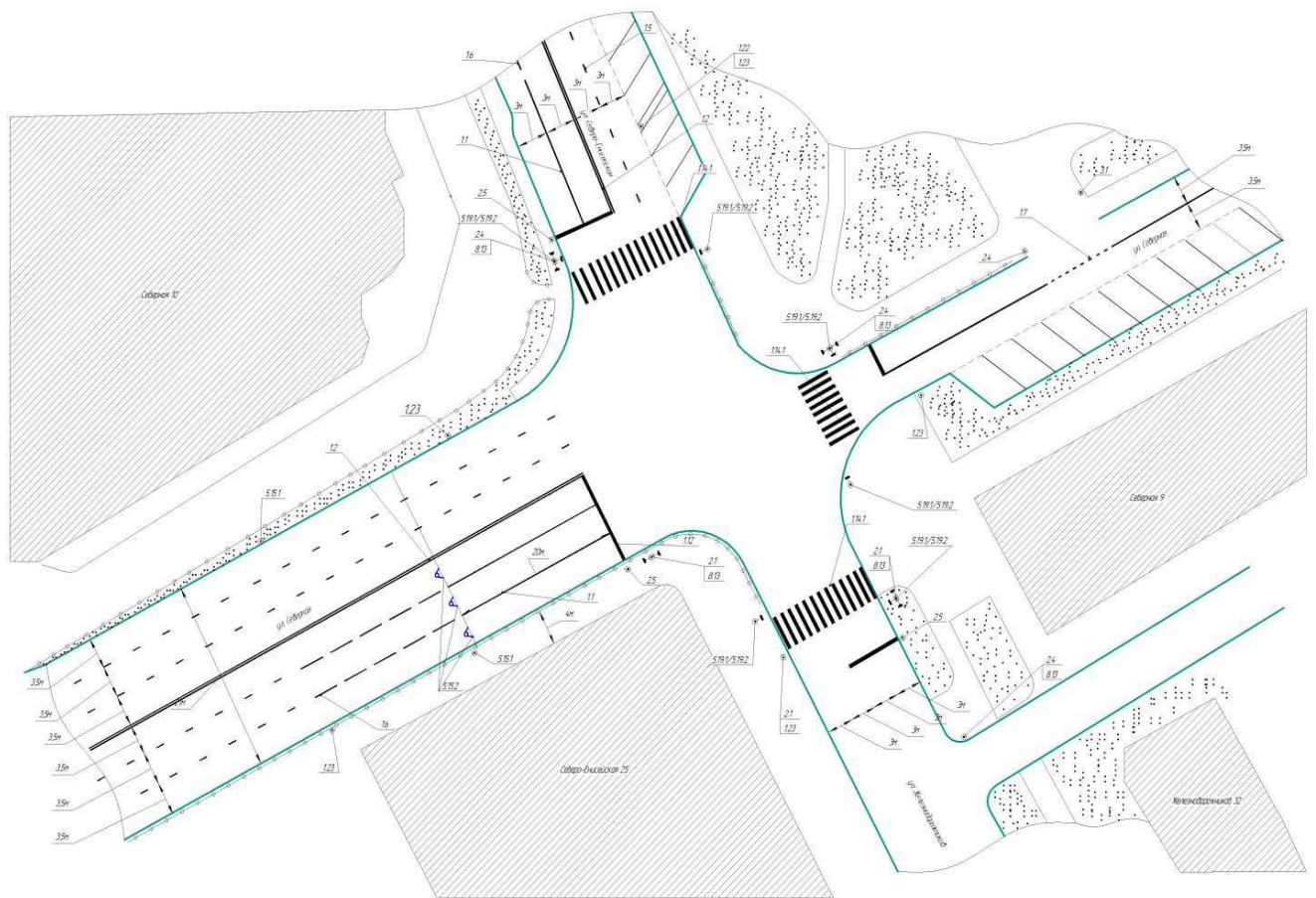


Рисунок 1.4 – Схема существующей ОДД на пересечении ул. Северная – ул. Железнодорожников

Ул. Северная со стороны пр. Свободного до пересечения имеет 6 полос движения по три в каждую сторону. Транспортные потоки разделены разметкой 1.2, после пересечения в сторону ул. Озерной имеет 2 полосы движения. Также на ул. Северная в сторону ул. Озерной предусмотрен парковочный карман на 12 мест. Ул. Железнодорожников по классификации СНиП является улицей общегородского значения, имеет 4 полосы движения по две в каждую сторону. На пересечении на момент обследования дорожные знаки соответствуют ГОСТ Р 52290 – 2004. Дорожная разметка частично стерта на ул. Железнодорожников. Особенностью пересечения является то, что направление главной дороги изменяется с ул. Северной на ул. Железнодорожников в соответствии с направлением движения основных транспортных потоков.

На рисунке 1.5 представлен вид на пересечение ул. Северная – ул. Железнодорожников.



Рисунок 1.5 – Вид на пересечение ул. Северная – ул. Железнодорожников

Существующая схема ОДД на участке УДС ул. Северная – ул. Озерная, представляет собой Т-образное пересечение улиц. Светофорное регулирование на пересечении отсутствует, водители руководствуются знаками приоритета. Ул. Северная и ул. Озерная улицы по классификации СНиП являются местного значения, поэтому транспортные потоки на данном пересечении не плотные. Улицы плотно окружает жилая застройка, в связи с этим преобладают пешеходные потоки. Также ул. Северная характеризуется тем, что по обе стороны улицы присутствуют парковочные места.

Схема существующей ОДД на участке УДС ул. Северная – ул. Озерная представлена на рисунке 1.6.

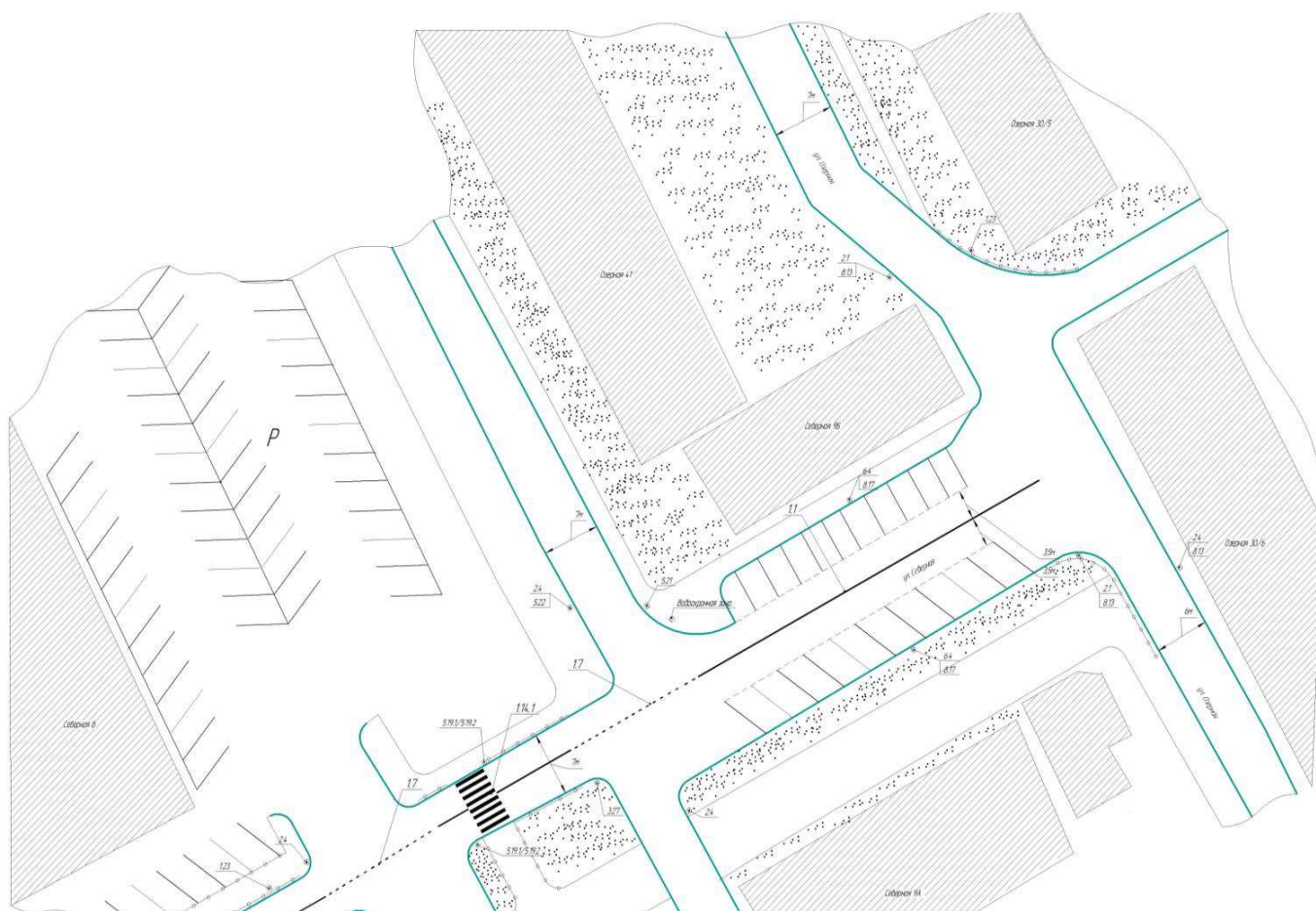


Рисунок 1.6 – Схема существующей ОДД на пересечении ул. Северная – ул. Озерная

Ул. Северная имеет две полосы движения, ширина полосы движения 3,5 метра. Транспортные потоки разделены разметкой 1.1. Присутствуют парковочные карманы. Ул. Озерная имеет также две полосы движения, ширина проезжей части 7 метров, дорожная разметка на протяжении всей улицы отсутствует. Дорожные знаки на пересечении соответствуют требованиям ГОСТ.

На рисунке 1.7 представлен вид на пересечение ул. Северная – ул. Озерная.



Рисунок 1.7 – Вид на пересечение ул. Северная – ул. Озерная

Исходя из цели данной выпускной квалификационной работы – разработать мероприятия по совершенствованию ОДД, была рассмотрена вся сеть ул. Железнодорожников – ул. Северная – ул. Озерная. Схема существующей ОДД на всей сети ул. Железнодорожников – ул. Северная – ул. Озерная представлена на рисунке 1.8.

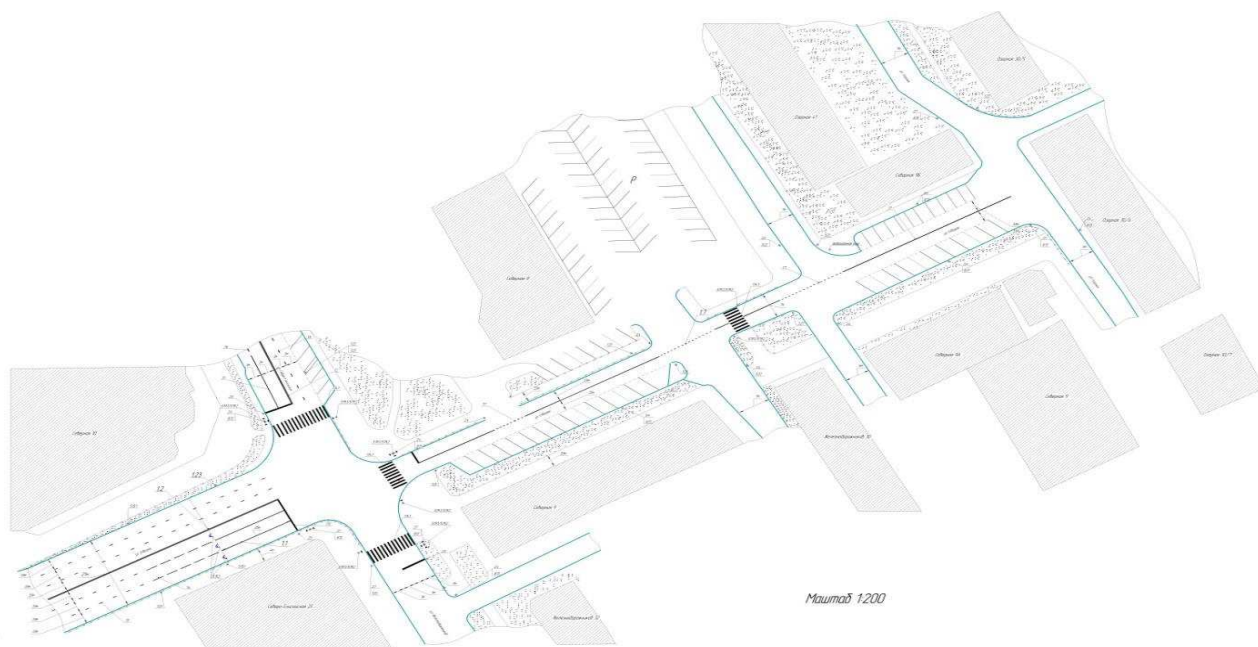


Рисунок 1.8 – Схема существующей ОДД на сети пересечений ул. Железнодорожников – ул. Северная – ул. Озерная

Недостатки, присутствующие на данной сети пересечений: высокая интенсивность и плотность движения на улице Северная со стороны проспекта Свободный, с которой не справляется пересечение ул. Северная – ул. Железнодорожников, узкая ширина проезжей части на ул. Северная. Пешеходное движение с точки зрения доступности для пешеходов организовано не корректно: отсутствует достаточное количество пешеходных переходов, а также ширина тротуаров не соответствует требованиям ГОСТов.

Проведя анализ сети пересечений из рисунка 1.6 видно, что реконструкция ул. Северная до 4 полос движения возможна. Расстояние до ближайших объектов капитального строительства достаточное, чтобы провести реконструкцию.

В данной выпускной квалификационной работе будет разработан проект совершенствования ОДД на сети пересечений ул. Железнодорожников – ул. Северная – ул. Озерная путем строительства путепровода от пересечения ул. Северная – ул. Озерная, реконструкции ул. Северная с уширением до 4 полос движения, обеспечения пешеходного движения, что позволит решить проблемы поставленные в пункте 1.1.

Для того чтобы связать с проектируемым путепроводом Железнодорожный район г. Красноярска и микрорайон «Покровка» необходимо решить вопрос присоединения путепровода к существующей УДС микрорайона «Покровка». В соответствии с ген. планом было выбрано пересечение ул. Водяникова – ул. Зои Космодемьянской.

1.1.2 Характеристика существующей ОДД на пересечении ул. Зои Космодемьянской – ул. Водяникова

Чтобы решить вопрос присоединения путепровода, был рассмотрен участок УДС ул. Водяникова от пересечения с улицей ул. Зои Космодемьянской до пересечения с улицей Любы Шевцовой.

Участок УДС ул. Водяникова от пересечения с улицей ул. Зои Космодемьянской до пересечения с улицей Любы Шевцовой представляет собой прямой отрезок дороги, ширина проезжей части составляет 8 метров. Данный участок был выбран в связи с наибольшим удалением жилых домов от проезжей части, что позволит провести реконструкцию улицы Водяникова. Расстояние до ближайших жилых домов, а также существующая схема ОДД ул. Водяникова от пересечения с улицей ул. Зои Космодемьянской до пересечения с улицей Любы Шевцовой, представлена на рисунке 1.9.



Рисунок 1.9 – Схема существующей ОДД на участке УДС ул. Водяникова от пересечения с улицей ул. Зои Космодемьянской до пересечения с улицей Любы Шевцовой

Из рисунка 1.9 видно, что улица Водяникова имеет две полосы движения до пересечения с улицей Любы Шевцовой, после 4 полосы. Разметка на рассматриваемом участке УДС полностью отсутствует. На момент обследования асфальто-бетонное покрытие имело многочисленные выбоины, проломы, просадки. Дорожные знаки удовлетворяют нормативным требованиям ГОСТ Р 52290 – 2004 [1].

Вид на участок УДС ул. Водяникова от пересечения с улицей ул. Зои Космодемьянской до пересечения с улицей Любы Шевцовой представлен на рисунке 1.10.



Рисунок 1.10 – Вид на участок УДС ул. Водяникова от пересечения с улицей ул. Зои Космодемьянской до пересечения с улицей Любы Шевцовой

Таким образом, исходя из рисунков 1.9, 1.10 можно сделать вывод, что ул. Водяникова на рассматриваемом участке УДС до пересечения с ул. Любы Шевцовой нуждается в реконструкции. Также в связи с тем, что расстояние до ближайших жилых домов достаточно для строительства путепровода это уменьшит необходимое количество сносов жилой застройки. Стоит отметить, что на данном участке микрорайона «Покровка» в настоящее время присутствуют только старые и ветхие жилые дома.

В пункте 1.2 будет произведен анализ интенсивности транспортных потоков на ул. Брянская, ул. Северная, с целью определить транспортную потребность в предлагаемом путепровode и обосновать выбор развязки на улице Брянской.

1.2 Анализ интенсивности транспортных потоков на участках УДС ул. Брянская, ул. Северная

На рассматриваемых участках был произведен анализ интенсивности движения транспортных потоков. Для проведения анализа была выбрана методика натурного исследования. Замеры производились в будние дни, в утреннее, обеденное и вечернее время.

На основе проведенного анализа, выявлено, что наибольшая интенсивность транспортных потоков наблюдается в вечерний «час пик» с 18:00 до 19:00. Данные анализа представлены в таблице 1.1. При описании характеристик транспортного потока размерность ТС указана в приведенных единицах: легковые автомобили – 1, грузовые автомобили – 1,5-3, автобусы – 2,5, автопоезда – 3,5-6.

Таблица 1.1 – Интенсивность транспортных потоков по направлениям на пересечении ул. Северная – ул. Железнодорожников

Участок УДС	Направление	Интенсивность движения, авт/ч			Интенсивность движения, прив. ед/ч
		Легковые	Автобусы	Грузовые	
ул. Северная – ул. Железнодорож ников	1-2	568	0	6	580
	1-3	560	16	9	618
	1-4	1706	22	29	1819
	2-1	333	-	4	341
	2-3	236	-	11	258
	2-4	276	-	14	304
	3-1	1049	19	31	1159
	3-2	373	-	8	389
	3-4	1194	-	6	1206
	4-1	1303	24	25	1413
	4-2	262	-	13	278
	4-3	1091	-	16	1123
Итого					9488

Исходя из данных анализа интенсивности видно, что наибольшая интенсивность наблюдается в направлении 1-4, а также в направлении 4-1.

Это говорит о том, что основные транспортные потоки движутся с пр. Свободный и ул. Маерчака в сторону кругового пересечения ул. 2-я Озерная – ул. Брянская и обратно. Это оказывает существенное влияние на ул. Брянская.

Картограмма распределения транспортных потоков по направлениям на пересечении ул. Северная – ул. Железнодорожников представлена на рисунке 1.11.

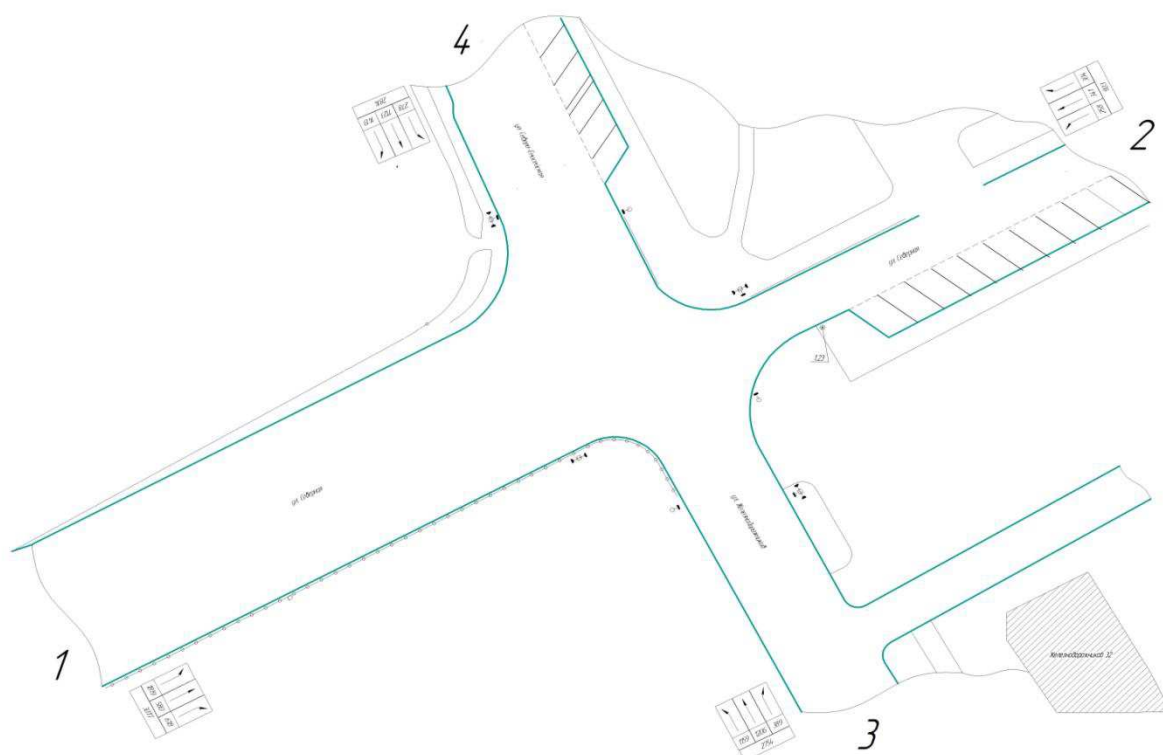


Рисунок 1.11 – Картограмма распределения транспортных потоков по направлениям на пересечении ул. Северная – ул. Железнодорожников

Для дальнейших расчетов необходимо знать среднюю суточную интенсивность движения ТС. При расчете среднесуточной интенсивности движения $N_{сут}$ значение интенсивности одночасового замера $N_{ч}$ необходимо разделить на переводной коэффициент по следующей формуле (1.1):

$$N_{\text{сут}} = \sum_i^n \frac{N_{\text{чи}}}{K_{\text{ч}}}, \quad (1.1)$$

где $N_{\text{чи}}$ – одночасовая интенсивности движения каждой категории (i) ТС;

$k_{\text{ч}}$ – переводной коэффициент от часовой к суточной интенсивности движения, так как замеры проводились с 17:00-18:00, $k_{\text{ч}}=0,0631$ [2].

$$N_{\text{сут}} = \frac{9488}{0,0631} = 150364 \text{ авт/сут.}$$

Далее проведем анализ интенсивности на участке УДС ул. Брянская 140. Необходимо определить интенсивность по направлениям движения транспортных средств. На основе анализа интенсивности дать оценку направления движения основных транспортных потоков по ул. Брянской.

Для участка УДС ул. Брянская 140 показатели интенсивности сведены в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Интенсивность транспортных потоков по направлениям на участка УДС ул. Брянская 140

Участок УДС	Направление	Интенсивность движения, авт/ч			Интенсивность движения, прив. ед/ч
		Легковые	Автобусы	Грузовые	
ул. Брянская 140	1-2	1160	0	98	1356
	1-3	2608	0	23	2654
	2-1	689	0	114	917
	2-3	1376	0	28	1432
	3-1	2303	0	14	2331
	3-2	483	0	42	567
Итого					9257

Исходя из данных анализа интенсивности видно, что наибольшая интенсивность наблюдается в направлении 1-2, а также в направлении 2-1. Картограмма распределения транспортных потоков по направлениям на участке УДС ул. Брянская 140 представлена на рисунке 1.12

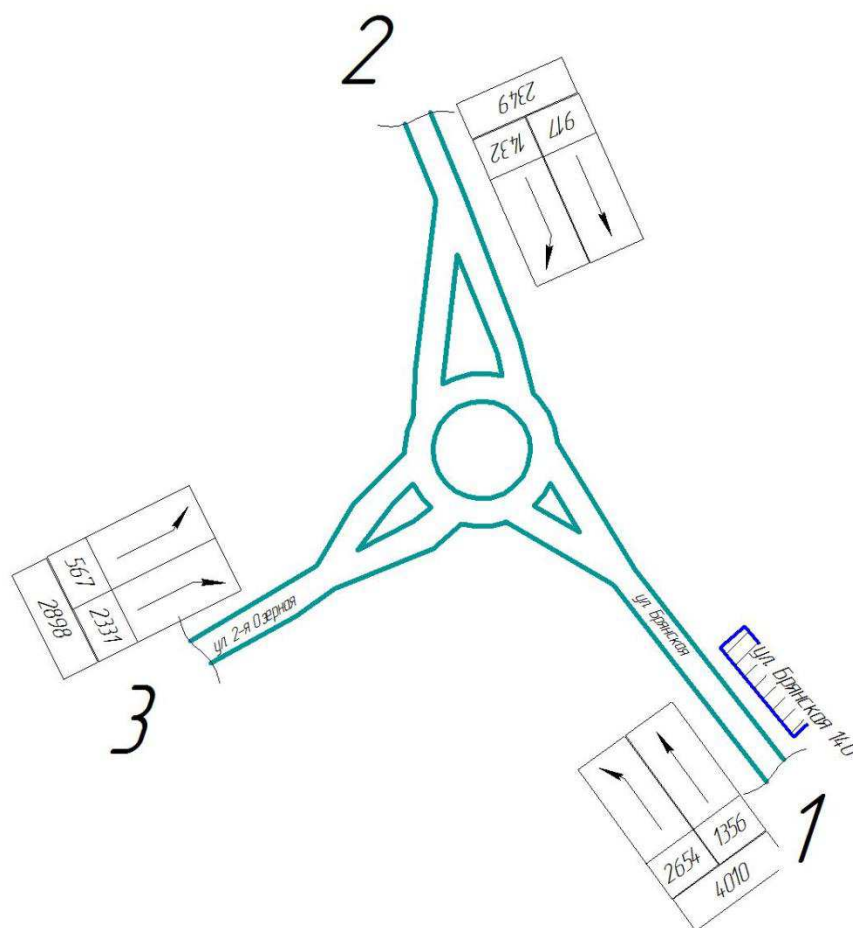


Рисунок 1.12 – Картограмма распределения транспортных потоков по направлениям на участке УДС ул. Брянская 140

Суточная интенсивность для участка УДС ул. Брянская 140:

$$N_{\text{сут}} = \frac{9257}{0,0631} = 146703 \text{ авт/сут.}$$

Исходя из рисунков 1.10-1.11 можно сделать вывод, что транспортные потоки, движущиеся в направлении Советского района с пр. Свободный и ул.

Маерчака, оказывают существенное влияние на ул. Брянская и пересечение ул. 2-я Озерная – ул. Брянская. Основные транспортные потоки движутся в сторону микрорайона «Покровка», «Взлетка», меньшая часть в сторону ул. 2-я Брянская и микрорайона «Северный».

На основании данных об интенсивности движения видно, что рассматриваемый участок УДС Железнодорожного района нуждается в перераспределении транспортных потоков, путем строительства нового путепровода в микрорайон «Покровка».

Для обоснования выбора мероприятий по совершенствованию ОДД проведем анализ аварийности в Железнодорожном районе и г. Красноярске.

1.3 Анализ аварийности в Железнодорожном районе г. Красноярска

Красноярск занимает одно из первых мест среди городов в России по уровню автомобилизации. Рост ДТП происходит по причине увеличения парка автомобилей, который составляет около 7 – 8% в год. Для обоснования выбора мероприятий по совершенствованию ОДД на участках УДС Железнодорожного района необходимо дать оценку текущему состоянию аварийности на территории г. Красноярска и Железнодорожного района. В таблице 1.3 представлена статистика аварийности по районам в г. Красноярске за период 2017 – 2019 года по данным ГИБДД.

Таблица 1.3 – Статистика аварийности по районам в г. Красноярске за период 2017 – 2019 года

Районы города	Год		
	2017	2018	2019
Железнодорожный	134	151	128
Кировский	180	146	169

Окончание таблицы 1.3

Районы города	Год		
	2017	2018	2019
Ленинский	227	195	176
Октябрьский	272	232	215
Свердловский	196	145	211
Советский	478	397	388
Центральный	279	223	241
г. Красноярск	1766	1489	1528

Сравнительная характеристика количества ДТП по районам города за последние 3 года приведена на рисунке 1.13.

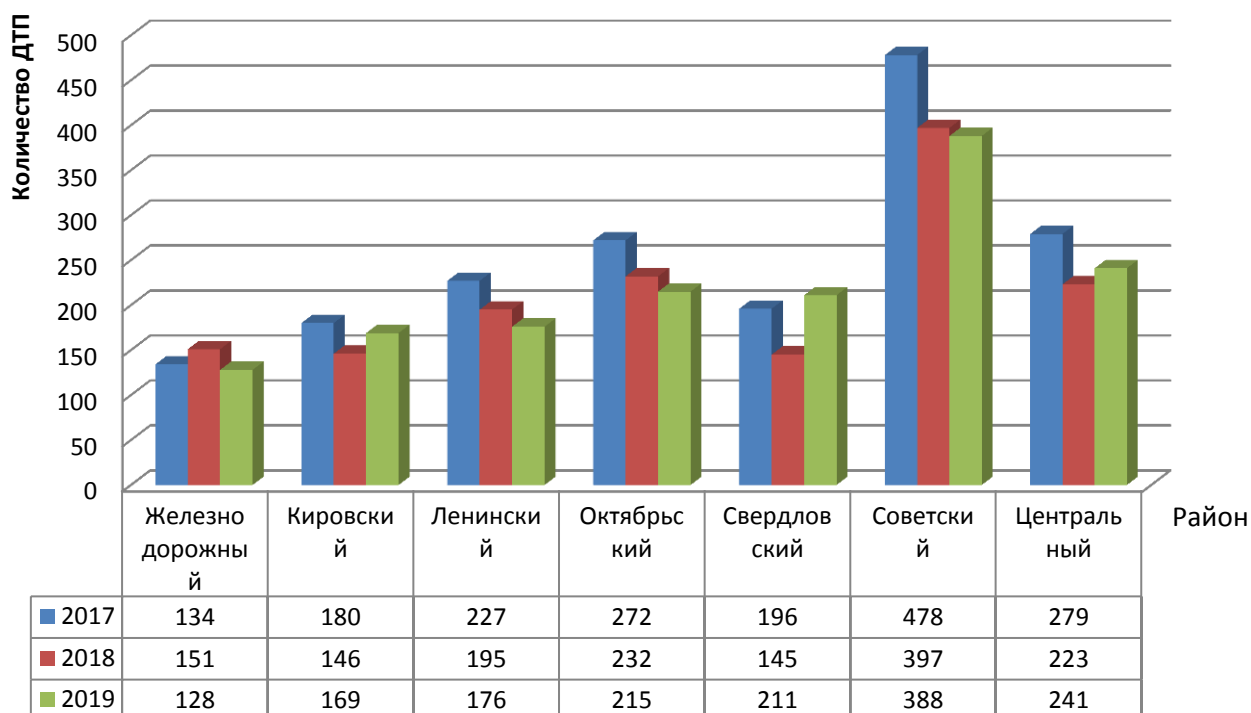


Рисунок 1.13 – Распределение количества ДТП по районам г. Красноярска

Из гистограммы представленной на рисунке 1.13 видно, что наиболее аварийным районом города является Советский район, но необходимо заметить, что он охватывает наибольшую часть города, по сравнению с другими районами. Железнодорожный район г. Красноярска располагается на последнем месте с наименьшим количеством совершенных ДТП.

За 2019 год в Красноярске произошло 1528 ДТП из них 637 столкновения, 504 наезда на пешехода. Распределение ДТП по видам в г. Красноярске представлено на рисунке 1.14.

Около половины всех ДТП в населенных пунктах это столкновения. Таким образом, для повышения безопасности дорожного движения на территории Железнодорожного района необходимо уменьшать количество столкновений.



Рисунок 1.14 – Распределение по видам ДТП за 2019 год в г. Красноярске

Из рисунка 1.14 можно сделать вывод, что в г. Красноярске тенденция преобладания столкновений сохраняется, 42% от всех ДТП это столкновения.

1.3.1 Анализ мест концентрации ДТП на рассматриваемых участках УДС

За 2019 год были определены места концентраций ДТП по городу Красноярску, всего 19 мест. В таблице 1.4. представлены сведения о местах концентрации ДТП на обслуживаемой территории полка ДПС ГИБДД МУ МВД России «Красноярское» за 12 месяцев 2019 года [3].

Таблица 1.4 – Места концентрации ДТП за 2019 год по г. Красноярск

Место ДТП	Вид ДТП	Количество
ул. Калинина, 2	Наезд на пешехода, столкновения	5
ул. Свободный, 31	Падение пассажира, Столкновение	6
ул. Мира 103	Столкновение	3
ул. Водяникова, 21	Столкновение	3
ул. Высотная, 13г	Наезд на пешехода, Столкновение	5
ул. Семафорная, 289	Столкновение	3
пр. Красноярский рабочий, 143а	Падение пассажира	3
ул. Мужества – ул. Линейная	Столкновение	3
ул. Бограда, 89	Наезд на пешехода, Столкновение	4
ул. Дубровинского, 114	Столкновение	3
ул. Весны, 1	Столкновение	5
ул. Молокова – ул. Авиаторов	Столкновение	3
ул. Молокова, 54	Наезд на пешехода	4
ул. Карла Маркса, 95	Столкновение	3

Окончание таблицы 1.4

Место ДТП	Вид ДТП	Количество
ул. Маерчака, 36	Столкновение	3
ул. 3 августа, 26	Наезд на пешехода	5
ул. Судостроительная, 93	Наезд на пешехода	3
ул. Свердловская, 209	Столкновение	3
ул. Волжская, 9/5	Наезд на пешехода	3

Из таблицы 1.4 видно, что в наиболее аварийном районе города Красноярска – Советском районе, образовались за прошедший год 4 места концентрации ДТП. Наименьшая также наблюдается в Железнодорожном районе, однако на территории Железнодорожного района наблюдаются все же 2 места концентрации ДТП:

- ул. Маерчака 36;
- ул. Брянская 140.

Место концентрации ДТП Маерчака 36 не попадает в выбранный участок УДС в данной выпускной квалификационной работе, но предполагаемые мероприятия повлияют на снижение загруженности на пересечении ул. Маерчака – пр. Свободный, что снизит риск вероятности возникновения ДТП.

Следует отметить, что место концентрации ДТП Водяникова, 21 находится не в Железнодорожном районе г. Красноярска, но попадает в предлагаемый проект реконструкции ул. Водяникова. На данный момент, исходя из рисунка 1.9 видно, что в схеме ОДД присутствует знак 2.5 «движение без остановки запрещено», что свидетельствует об ограниченной видимости на пересечении.

Для совершенствования ОДД на рассматриваемых участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска (в соответствии с генеральным планом г. Красноярска) предлагается комплекс организационно-технических мероприятий, которые включают:

1 проект реконструкции ул. Северная с уширением до 4 полос движения от пересечения с ул. Железнодорожников до пересечения с ул. Озерная;

2 проект совершенствования схемы ОДД на пересечении ул. Северная, ул. Железнодорожников, ул. Железнодорожников;

3 проект транспортной развязки на ул. Брянская с проектируемой эстакадой;

4 оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию организации движения на участке УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска.

2 Организационно-техническая часть

Для реализации мероприятий по совершенствованию организации движения на участке УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска на рисунке 2.1 представлен ситуационный план предлагаемых мероприятий.

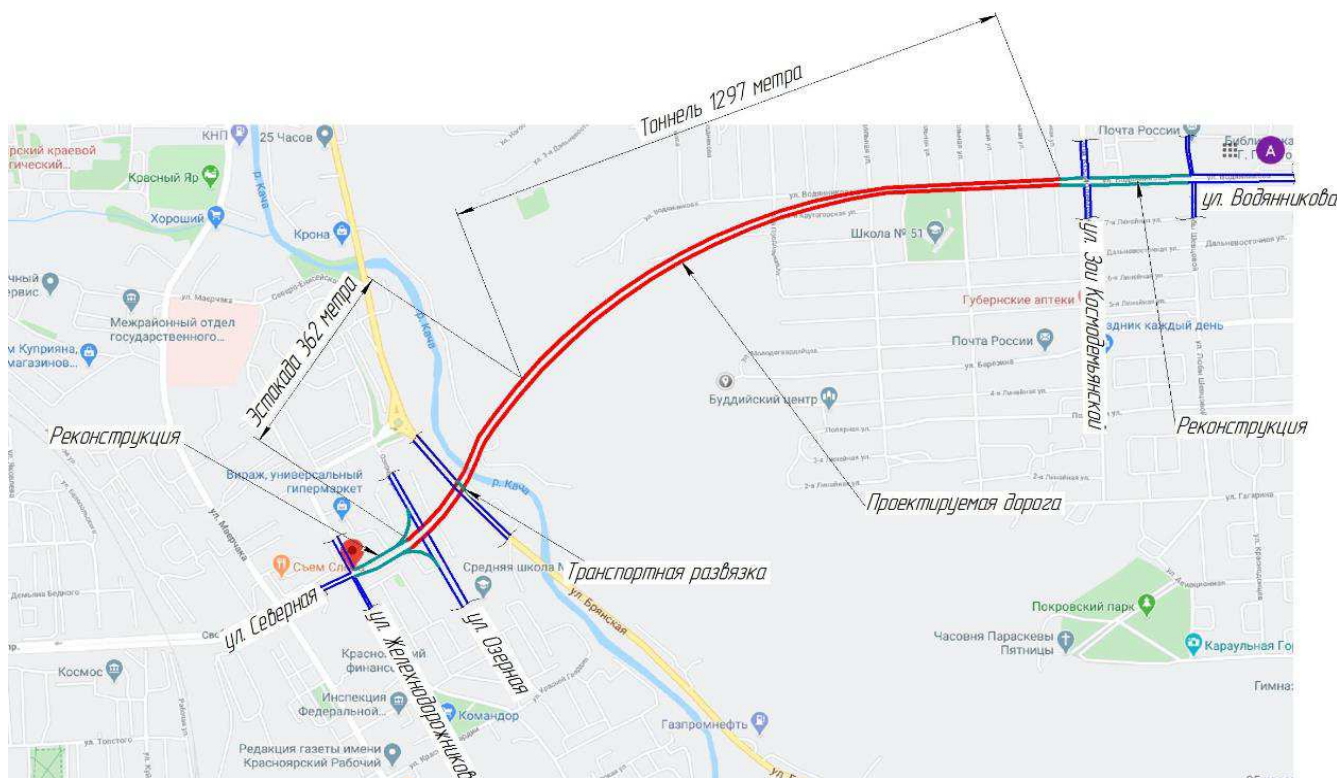


Рисунок 2.1 – Ситуационный план предлагаемых мероприятий на участке УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска

Для выполнения поставленной цели необходимо выбрать тип пересечения в разных уровнях, также рассчитать геометрические параметры транспортных развязок и эстакады.

2.1 Разработка мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС ул. Брянская 140

2.1.1 Обзор и анализ типов пересечений в разных уровнях

При решении задач по проектированию новой ОДД, необходимо выбрать тип транспортной развязки, которая будет использоваться на пересечении, проектируемой улицы и ул. Брянская.

Согласно методическому пособию «Транспортная планировка городов»: пересечения автомобильных дорог и городских улиц в разных уровнях позволяют, если не решить полностью, то по крайней мере уменьшить остроту таких проблем, как недостаточная пропускная способность пересечения, транспортные потери и безопасность движения на нем. Необходимая пропускная способность на таком пересечении обеспечивается за счет пропуска потоков в прямых направлениях в разных уровнях и строительства специальных съездов для поворачивающих потоков. Все это позволяет устранить очереди ожидающих у пересечения автомобилей, уменьшить транспортные затраты при автомобильных перевозках. Более высокая по сравнению с пересечениями в одном уровне безопасность движения на пересечениях в разных уровнях обеспечивается за счет исключения по наиболее загруженным направлениям самых опасных конфликтных точек пересечения [4].

Стоимость пересечений в разных уровнях очень высокая. Основные затраты связаны со строительством главного транспортного сооружения (тоннеля или эстакады), больших затрат требуют размещение этого сооружения и всей развязки на территории города и строительство съездов. Стоимости разных вариантов транспортной развязки на одном и том же пересечении могут различаться в несколько раз в зависимости от полноты развязки и уровня обеспечения удобства движения. Чем выше транспортная нагрузка пересечения, тем более совершенной должна быть транспортная развязка. Экономическая

целесообразность ее определяется сопоставлением затрат на строительство и экономией за счет сокращения транспортных потерь и числа ДТП на пересечении. На рисунке 2.2 представлены неполные пересечения в разных уровнях [4].

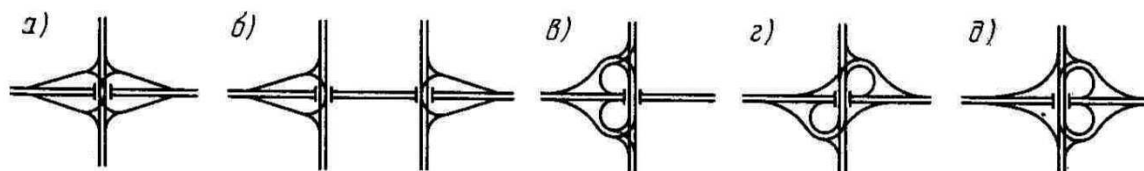


Рисунок 2.2 – Неполные пересечения в разных уровнях: а, б – ромб; в – неполный «клеверный лист»; г, д – улучшенный «клеверный лист»

На рисунке 2.3 представлены полные пересечения в разных уровнях.

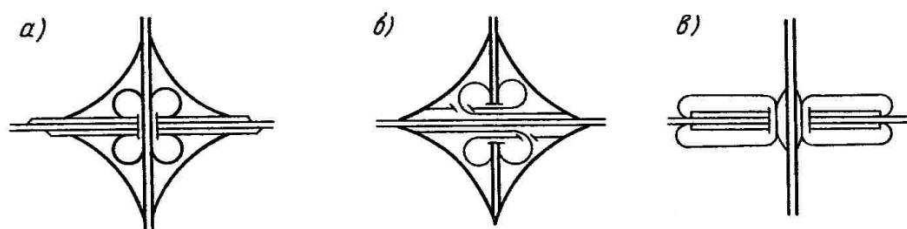


Рисунок 2.3 – Полные пересечения в разных уровнях: а, б – «клеверный лист»; в – обжатый «клеверный лист»

Пересечения классифицируют по полноте развязки поворачивающих потоков, по числу уровней пересечения потоков и по схеме организации левоповоротного движения [4].

По полноте развязки поворачивающих потоков пересечения бывают полные и неполные. Пересечения в разных уровнях называют полными, если на них отсутствуют конфликтные точки пересечения потоков и каждый из поворачивающих потоков движения по отдельному съезду. При отсутствии

хотя бы одного из левоповоротных съездов пересечение относится к неполным, так как на нем либо не обеспечивается движение по всем направлениям либо имеются конфликтные точки пересечения (рисунок 2.2). На рисунке 2.4 представлены транспортные развязки с распределительными кольцами [4].

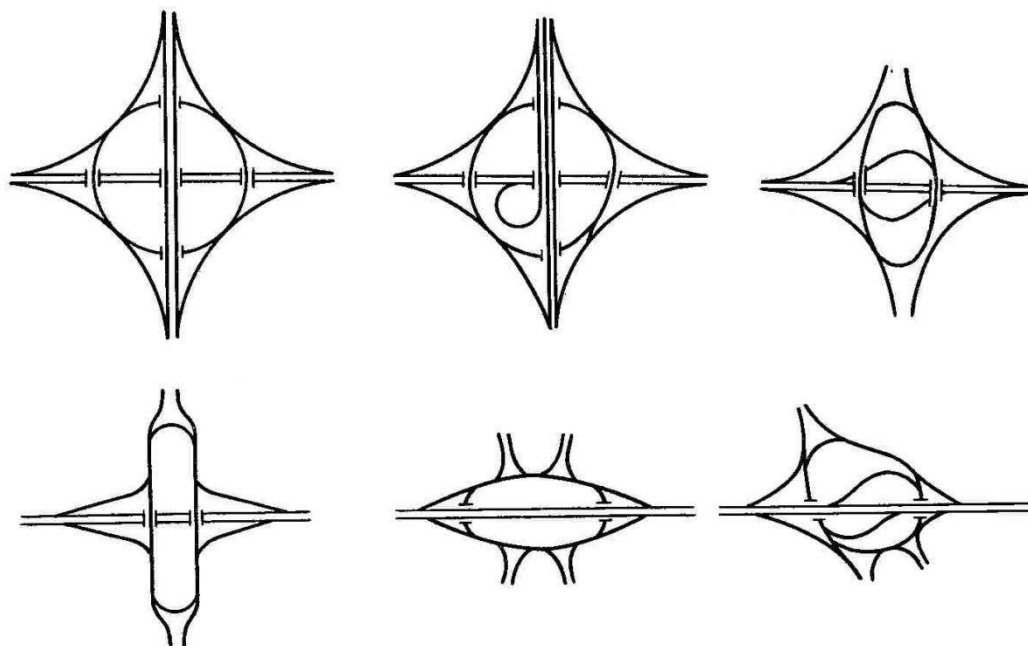


Рисунок 2.4 –Транспортные развязки с распределительными кольцами

По числу уровней пересечения потоков пересечения разделяют на развязки в двух, трех и четырех уровнях. Наиболее распространены развязки в двух уровнях. Транспортная развязка в трех уровнях в 2,5–3,0 раза дороже развязки в двух уровнях.

По схеме организации левоповоротного движения пересечения в разных уровнях делят на развязки с петлеобразными левоповоротными съездами типа «клеверный лист», полупрямыми и прямыми левоповоротными съездами и съездами свободных очертаний на сложных развязках с тремя пересекающимися направлениями и более (рисунок 2.5).

Наибольшее распространение на автомобильных дорогах и в городах получили неполные пересечения. Из полных пересечений наиболее распространены развязки типа «клеверный лист».

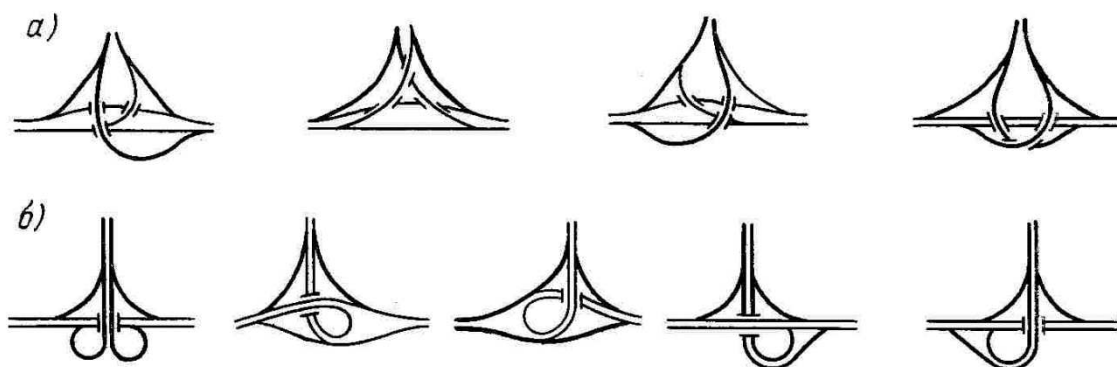


Рисунок 2.5 – Полные примыкания: а – с прямыми левоповоротными съездами;
б – типа «труба»

Полные транспортные развязки требуют для своего размещения больших площадей, найти которые в городе, особенно в условиях сложившейся застройки, часто невозможно. Кроме того, не всегда интенсивность левоповоротных потоков оправдывает затраты на строительство для них специальных съездов. Часто для достижения необходимой пропускной способности пересечения достаточно обеспечить непрерывное движение по главному (как правило, прямому) направлению, а поворачивающие потоки развязать с помощью светофорного регулирования [4].

При выборе схемы и планировочного решения неполной транспортной развязки транспортный тоннель или путепровод располагают по главному направлению (если позволяет рельеф местности), так как эти сооружения обеспечивают более удобное движение транспортных потоков. Кроме этого, такая планировка позволяет на главном направлении исключить конфликтные точки пересечения и расположить их на второстепенном направлении.

Развязка типа «прокол» является простейшей неполной транспортной развязкой (рисунок 2.6). Ее устраивают на пересечениях скоростных магистралей с местной уличной сетью или на пересечениях улиц, не связанных между собой движением. Такие развязки обеспечивают пропуск только

транзитных потоков, конфликтные точки на них отсутствуют. При необходимости пропуск поворачивающих потоков обеспечивают за счет светофорного регулирования. Такая схема развязки позволяет обеспечить высокие пропускную способность и скорость движения по главному направлению при обычной ширине магистральных улиц без дополнительных уширений. Суммарная интенсивность поворачивающего движения может составлять 300–400 авт./ч.

Транспортные развязки такого типа целесообразны в условиях сложившейся плотной городской застройки. Недостатком их являются большие транспортные потери и очереди автомобилей на второстепенном направлении.

На магистральных улицах шириной в красных линиях более 50 м возможно размещение транспортной развязки с левоповоротными съездами по наиболее загруженным направлениям [4].

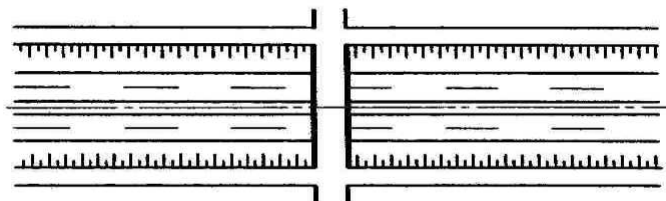


Рисунок 2.6 – Схема транспортной развязки типа «прокол»

Развязки такого типа обладают высокой пропускной способностью по главному направлению: не менее 1000 авт./ч на одну полосу. Пропускная способность одной полосы второстепенного направления при двухфазном светофорном регулировании достигает 500–600 авт./ч. Эти развязки целесообразны на пересечениях магистралей непрерывного движения с улицами категории районной магистрали и ниже.

Транспортные развязки типа «улучшенный неполный клеверный лист» часто применяются на предмостовых площадях (рисунок 2.7). Левоповоротные съезды таких развязок выполняют по схеме петли, поэтому для размещения

развязки требуется значительная площадь: 100–150 м в длину и 20–25 м в ширину по обе стороны моста. Движение по набережной регулируется светофором [4].

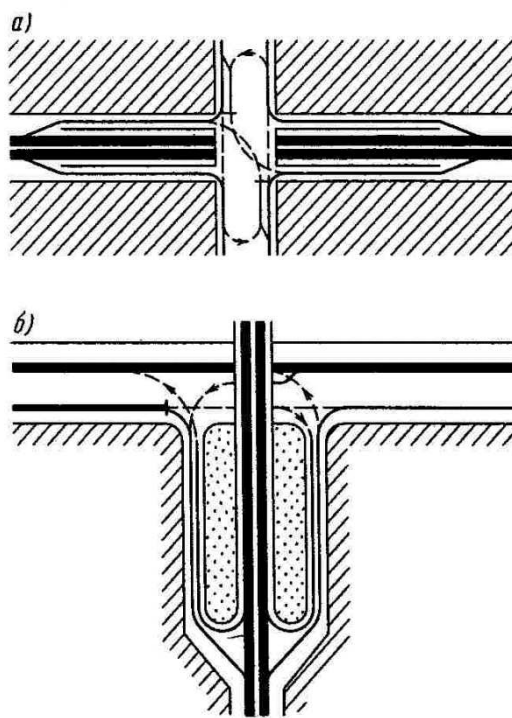


Рисунок 2.7 – Схема транспортных развязок: а – с двумя левоповоротными съездами; б – на предмостовой площадке

Расчет неполной транспортной развязки включает расчет пропускной способности по направлению непрерывного и регулируемого движения, расчет плана и продольного профиля транспортного тоннеля или эстакады, расчет геометрических элементов съездов и планово-высотное согласование элементов планировочного решения развязки.

При расчете геометрических элементов плана и продольного профиля принимают во внимание приоритет движения по направлениям. Для прямого направления обеих пересекающихся улиц или дорог расчетную скорость принимают равной расчетным скоростям этих улиц, а для поворачивающих направлений из-за наличия конфликтных точек - не более 25 км/ч. Примыкания

съездов к пересекающимся направлениям проектируют как канализированные пересечения, выбирая параметры коробовых кривых с ориентацией на расчетную скорость 25 км/ч.

Переходно-скоростные полосы параллельного типа целесообразны только на главном направлении. На второстепенном направлении достаточно эффективны треугольные переходно-скоростные полосы [4].

Таким образом, проведя анализ возможных типов транспортной развязки и проанализировав корреспонденцию транспортных потоков, оптимальным проектным решением, является выбор развязки неполный «клеверный лист»

Транспортная развязка «клеверный лист». Развязки этого типа являются самыми распространенными как на автомобильных дорогах, так и на городских магистралях. Главное их достоинство - полная развязка движения с помощью одного путепровода. Левоповоротные съезды выполнены по петлевой схеме и расположены внутри угла, образованного двумя пересекающимися дорогами. Правоповоротные съезды проходят по кратчайшему направлению.

Планировка и стоимость развязки «клеверный лист» зависят от угла пересечения дорог. Наилучшие показатели достигаются при углах пересечения, близких к прямому. В этом случае не только уменьшается до минимума площадь земли, занимаемой развязкой, но и появляется возможность проектировать съезды оптимальных очертаний. При косоугольном пересечении развязка занимает большую площадь, на левоповоротных съездах, расположенных внутри тупых углов, затруднены вход и выход, сокращаются длины двух зон переплетения, требуется строительство косых путепроводов. Все это приводит к повышению стоимости развязки: при угле пересечения 45° площадь земель, занимаемая развязкой, увеличивается в 1,5 раза, стоимость строительства в 1,2 раза, пропускная способность лево поворотных съездов снижается на 15-20%.

Пропускная способность отдельных направлений движения на развязке «клеверный лист» неодинакова. Наибольшая пропускная способность

обеспечивается на прямом направлении на обеих пересекающихся дорогах. Она ограничивается только числом полос движения.

Пропускная способность правоповоротных съездов ограничивается зоной слияния потоков в месте примыкания съезда к главной- дороге. Пропускная способность этой зоны может быть увеличена за счет устройства переходно-скоростных полос или дополнительной полосы проезжей части главной дороги, продолжающей правоповоротный съезд. Возможны ограничения пропускной способности правоповоротного съезда за счет неудачной его планировки: кривые малых радиусов в плане или большие продольные уклоны в продольном профиле съезда.

Пропускная способность левоповоротных съездов ограничивается двумя зонами: переплетением потоков на межпетлевом участке и зоной слияния с главной дорогой. Ограничение это может быть уменьшено за счет устройства переходно-скоростных полос, но полностью устранить, особенно зону переплетения, не удастся. Поэтому развязки «клеверный лист» применяют при относительно невысокой интенсивности левого поворота (до 400 авт./ч) и равномерной загрузке всех направлений движения или при пересечении двух сильно различающихся по интенсивности поворачивающего движения дорог, но с нагрузкой на зону переплетения не более 800 авт./ч.

В городских условиях в транспортной развязке «клеверный лист» сохраняется лишь схема организации левоповоротного движения - петлевые съезды. Планировка всего пересечения претерпевает очень серьезные изменения. Из-за недостатка площади развязка вытягивается вдоль главного транспортного сооружения. Если на автомобильных дорогах «клеверный лист» занимает 10–15 га, то в городе 3,0–3,5 га. Следствием этого часто являются уменьшение радиусов съездов до 5–10 м, уменьшение их ширины до двух полос движения и отказ от переходно-скоростных полос. Для развязки «обжатый клеверный лист» необходима ширина улицы в красных линиях более 50 м [4].

На участке УДС ул. Брянская 140 имеется необходимое пространство для строительства данного типа развязки. В зоне расположения транспортной развязки находится один гаражный бокс.

Схема движения на предлагаемой транспортной развязке представлена на рисунке 2.8.

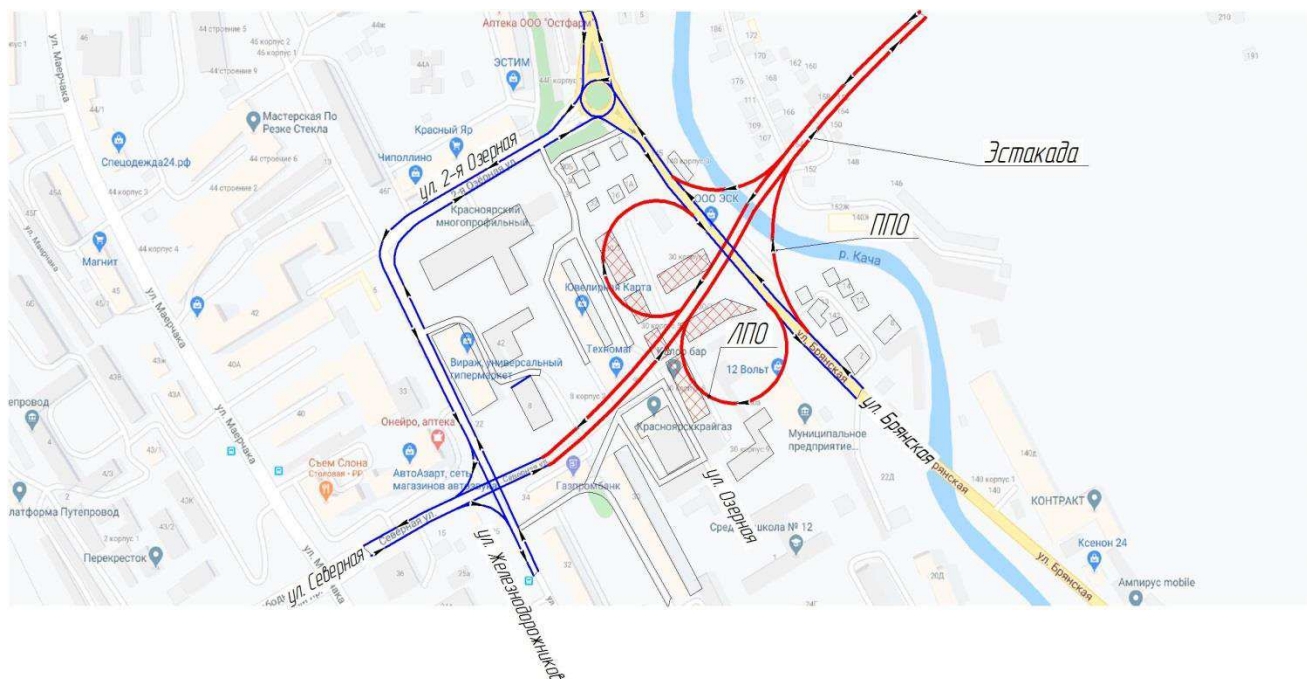


Рисунок 2.8 – Схема движения на предлагаемой транспортной развязке

Далее необходимо провести расчет левоповоротных соединительных ответвлений и правоповоротных соединительных ответвлений данной развязки.

2.1.2 Расчет геометрических элементов транспортной развязки

Для расчета транспортной развязки по типу «неполный клеверный лист» воспользуемся СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» и методическим указанием «Пути сообщения и технологические сооружения» проект транспортной развязки (по типу «неполный клеверный лист») [5].

Исходные данные для расчетов представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Исходные данные

Угол пересечения осей 1 и 2 дорог α , °	Расчетная скорость V , км/ч (на входе ЛПО)	Ширина проезжей части ЛПО $b_л$, м	Ширина полосы движения, сопрягаемой с ЛПО $b_о$, м	Уклон виража на ЛПО $i_в$, ‰	Число полос для движения по основной дороге	Ширина укрепленной полосы c , м (для основной дороги)
75	60	5	3,25	0,045	2	0,5

Длину переходной кривой определяют по условию: удобства пассажиров с учетом требований действующих нормативно - правовых актов.

По заданному радиусу R круговой кривой рассчитывают скорость движения автомобиля по левоповоротному соединительному ответвлению (ЛПО) формула 2.1:

$$V = \sqrt{127 \cdot R (\mu + i_в)}, \quad (2.1)$$

где μ – коэффициент поперечной силы, определяемый по формуле 2.2 подбором, принимая в начале $\mu=0,15$:

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

где $i_в$ – уклон виража, принимаемый равным 0,04

Радиус круговой кривой из формул 2.1 и 2.2 рассчитывается:

$$R = \frac{V^2}{127 \cdot (0,2 - 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot V + i_в)}, \quad (2.3)$$

$$R = \frac{(60)^2}{127 \cdot (0,2 - 7,5 \cdot 10^{-4} \cdot 60 + 0,045)} = 141,7 \text{ м.}$$

Минимальная длина переходной кривой по условию удобства пассажиров определяется по формуле 2.4:

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

где V – скорость движения автомобиля, соответствующая радиусу R кривой;
 I – скорость нарастания центробежного ускорения, принимается равной $0,4 \text{ м/с}^3$

$$L = \frac{(60)^3}{47 \cdot 0,4 \cdot 141,7} = 80 \text{ м.}$$

Полученную по формуле 2.4 длину переходной кривой L сопоставляют с нормами, приведенными в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – 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 дальнейших расчетов принимают большее значение. В данном случае принимаем $L = 80 \text{ м}$, $R = 150 \text{ м}$.

Отгон виража начинается в поперечном сечении проезжей части, проходящей через точку K на оси ЛПО (рисунок 2.9) [5]. В этом сечении кромки покрытия главной проезжей части и ЛПО расходятся. После разделения этих кромок (после точки K) поперечный профиль изменяется от $i_{нк}$ до $i_{в}$ в точке B . Примем уклон $i_{нк} = i_{п}$.

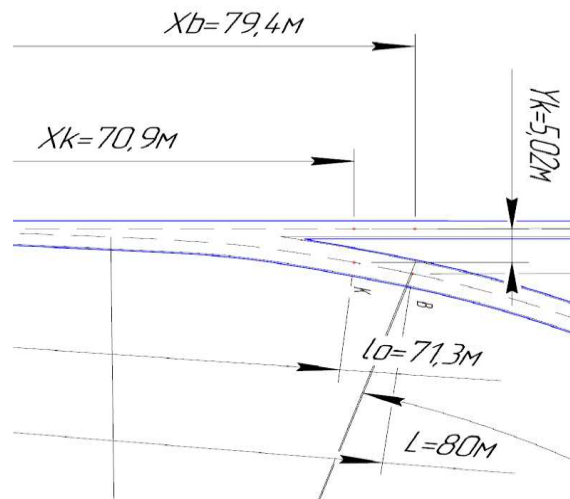


Рисунок 2.9— Схема к определению длины переходной кривой по условию проектирования отгона виража

В этом случае минимальная длина отгона поперечного уклона определяется по формуле 2.5:

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

где $b_{\text{л}}$ — ширина проезжей части ЛПО, равная 5 м;

$i_{\text{в}}$ — уклон виража на ЛПО, равный 0,045 %;

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

$i_{\text{доп}}$ — дополнительный уклон внешней кромки проезжей части ЛПО, равный 0,01 при расчетной скорости 60 км/ч и менее.

$$l_{\text{отг}} = \frac{0,5 \cdot 5 \cdot (0,045 - 0,02)}{0,01} = 6,25 \text{ м.}$$

Для размещения отгона поперечного профиля на части соединительного ответвления от точки К до точки В (рисунок 2.9) должно выполняться условие:

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

Расстояние l_1 определяют методом последовательного приближения исходя из выполнения условия 2.6.

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

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

$$l_{01} = 80 - 6,25 = 73,25 \text{ м.}$$

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

$$\rho_K = \frac{RL}{l_{01}}, \quad (2.8)$$

$$\rho_K = \frac{150 \cdot 80}{73,25} = 163,8 \text{ м.}$$

$$\beta_K = \frac{0,5 \cdot l_{01}}{\rho_K}, \quad (2.9)$$

$$\beta_K = \frac{0,5 \cdot 73,25}{163,8} = 0,22 \text{ рад.}$$

Находят значение координаты точки К (рисунок 2.9):

$$\gamma_{K\beta} = 0,5 \cdot b_0 + c + (0,5 \cdot b_{\text{л}} + c_{\text{л}}) \cdot \cos \beta_K, \quad (2.10)$$

где b_0 – ширина полосы движения, сопрягаемой ЛПО;

$b_{\text{л}}$ – ширина однополосной проезжей части ЛПО;

c – ширина укрепленной полосы;

c_L – ширина укрепленной полосы ЛПО, 0,25 м.

$$\gamma_{\kappa\beta} = 0,5 \cdot 3,25 + 0,5 + (0,5 \cdot 5 + 0,25) \cdot \cos 0,22 = 4,76 \text{ м.}$$

Определяют требуемое значение длины участка переходной кривой до точки К по значению $\gamma_{\kappa\beta}$, полученному по 2.10:

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

$$l_{02} = \sqrt[3]{6 \cdot 150 \cdot 80 \cdot 4,76} = 71,3 \text{ м.}$$

Вычисляют значение l_{1n} :

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

$$l_{1n} = 80 - 71,3 = 8,7 \text{ м.}$$

Проверяют условие 1.6. Условие выполняется, так как $8,7 > 6,25$ то принимают $l_1 = l_{1n}$; $l_0 = l_{02}$, вычисляют координаты точек К, В и n:

$$x_{\kappa} = l_0 - \frac{l_0^5}{40(RL)^2}; \quad \gamma_{\kappa} = \frac{l_0^3}{6RL} - \frac{l_0^7}{336(RL)^3}, \quad (2.13)$$

$$x_{\kappa} = 71,3 - (71,3^5 / 40(150 \cdot 80)^2) = 70,9 \text{ м.}$$

$$\gamma_{\kappa} = \frac{71,3^3}{6 \cdot 150 \cdot 80} - \frac{71,3^7}{336(150 \cdot 80)^3} = 5,02 \text{ м.}$$

$$x_{\text{В}} = L - \frac{L^3}{40R^2}; \quad \gamma_{\text{В}} = \frac{L^2}{6R} - \frac{L^4}{336R^3}, \quad (2.14)$$

$$x_B = 80 - \frac{80^3}{40 \cdot 150^2} = 79,4 \text{ м.}$$

$$\gamma_B = \frac{80^2}{6 \cdot 150} - \frac{80^4}{336 \cdot 150^3} = 7,06 \text{ м.}$$

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

где b_L – ширина проезжей части однополосного ЛПО;
 β_K – по формуле 1.9.

$$x_n = 70,9 + (0,5 \cdot 5 + 0,25) \cdot \sin 0,22 = 71,5$$

План трассы ЛПО состоит (рисунок 2.10) из переходной кривой АВ, круговой кривой ВВ' и переходной кривой А'В'. План трассы ЛПО в данной ВКР симметричен относительно биссектрисы угла α . По этому $AB = A'B' = L$.

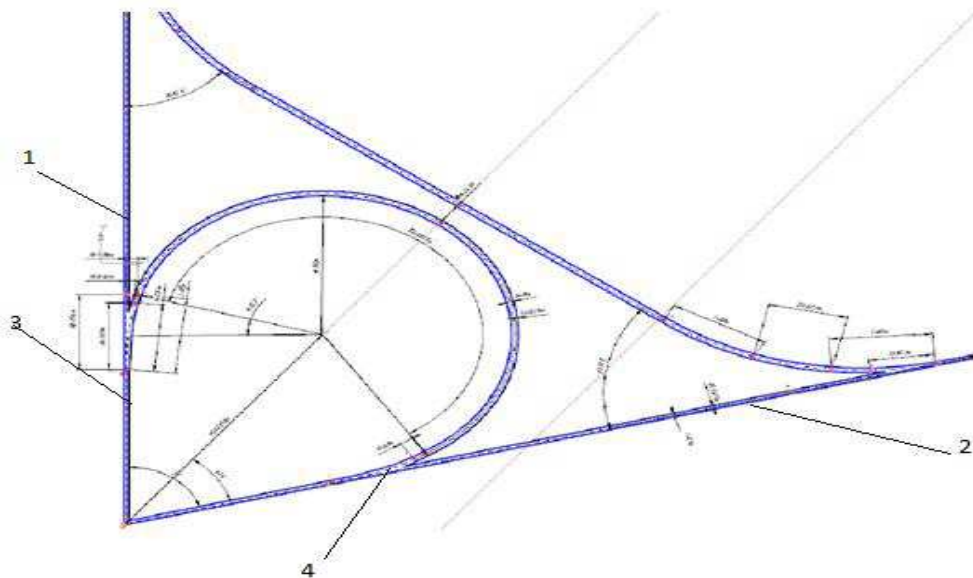


Рисунок 2.10 – Схема к расчёту элементов плана трассы левоповоротного соединительного ответвления: 1,2 – оси дорог; 3 – ось полосы, с которой начинается ЛПО; 4 – ось полосы, на которой заканчивается ЛПО

Требуется определить пикетное положение точек А, К на дороге № 2, точек А' и К' на дороге №1. Кроме того, необходимо вычислить пикетное положение точек К, В, СО (середина ЛПО), В', К' и А' на ЛПО.

Обозначение пикетного положения включает номер дороги (или номер ЛПО) и наименование точек К и К' будет РК2(к) и РК1(К'), а точки В на ЛПО1 – РКЛПО1(В) [5].

Пикетное положение точек А и n на дороге №2 (рисунки 2.6, 2.7):

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

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

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

C_2 – смещение точки пересечения полос движения, сопрягаемых ЛПО, относительно точки О (рисунок 2.10);

PA – расстояние от точки Р до начала ЛПО;

x_n – вычисляется по формуле 2.15.

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

Величину смещения точки Р от точки О (рисунок 2.10) вычисляют по формулам:

При угле $\alpha \leq 90^\circ$ (для двух противоположных ЛПО):

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

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

$$b_1 = b_n / 2 \quad (2.18в)$$

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;

α – острый угол пересечения осей 1 и 2 дорог.

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

$$b_1 = 3,25/2 = 1,625 \text{ м.}$$

$$C_1 = 1,625 \operatorname{ctg}(75) = 1,625/\sin(75) = 7,95 \text{ м.}$$

$$C_2 = C_1 = 7,95 \text{ м.}$$

Расстояние PA до начала ЛПО (рисунок 2.10) определяется 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, вычисляются по формуле 2.14;

β – угол переходной кривой:

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

$$\beta = \frac{0,5 \cdot 80 \cdot 180}{3,14 \cdot 150} = 15,3 \text{ градусов.}$$

$$\beta = 0,5 \cdot 80/150 = 0,3 \text{ рад.}$$

$$PA = (7,06 + 150 \cdot \cos 0,3) \cdot \operatorname{ctg}(75/2) + 150 \cdot \sin 0,3 - 79,4 = 163 \text{ м.}$$

$$PK2(A) = 0 + 7,95 + 166 = 173,9 \text{ м.}$$

$$PK2(n) = 173,9 + 71,5 = 245,5 \text{ м.}$$

В данной работе рассматривается случай симметричного относительно биссектрисы угла α плана трассы ЛПО. Поэтому принимают значения длины переходных кривых АВ и А'В' одинаковыми, равными L . Пикетное положение точек A' и n' на дороге №1 (рисунок 2.10) вычисляют 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 (по заданию);

C_1 – по формуле (2.18) или (2.19).

$$PK1(A') = 0 + 7,95 + 163 = 170,95 \text{ м.}$$

$$PK1(n') = 170,95 + 71,5 = 242,45 \text{ м.}$$

Пикетаж на левоповоротном соединительном ответвлении начинается с точки А. Поэтому $PKЛПО(A) = 0 + 00$.

Пикетное положение точек К, В, СО, В', К' и А' вычисляют 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 β – угол переходной кривой в градусах.

$$K_0 = 3,14 \cdot 150(180 + 75 - 2 \cdot 15,3)/180 = 587,2 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(K) = 71,3 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(B) = 80 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(CO) = 80 + 0,5 \cdot 587,2 = 373,6 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(B') = 80 + 587,2 = 667,2 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(K') = 80 + 587,2 + (80 - 71,3) = 675,9 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО}(A') = 80 + 587,2 + 80 = 747,2 \text{ м.}$$

Так как на выбранной транспортной развязке имеется два ЛПО и два ППО, находящихся несимметрично друг напротив друга, необходимо провести расчет второго ЛПО.

Расчет будет производиться при угле пересечения осей 3 и 4 дорог $\alpha = 105^\circ$.

при угле $\alpha > 90^\circ$:

$$C_1 = b_2 / \sin(180 - \alpha) - b_1 \cdot \operatorname{ctg}(180 - \alpha), \quad (2.25a)$$

$$C_2 = b_1 / \sin(180 - \alpha) - b_2 \cdot \operatorname{ctg}(180 - \alpha), \quad (2.25b)$$

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;

α – острый угол пересечения осей 1 и 2 дорог.

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

$$b_1 = 3,25/2 = 1,625$$

$$C_1 = C_2 = 1,625/\sin(105) - 1,625 \cdot \operatorname{ctg}(106) = 2,3 \text{ м.}$$

Координаты точек К, В и n, вычисляемые по формулам 1.13–1.15, совпадают, $x_K = 70,9$ и $\gamma_K = 5,02$; $x_B = 79,4$ и $\gamma_B = 7,06$; $x_n = 71,5$.

Рассчитаем расстояние РА до начала ЛПО по формуле 2.19:

$$РА = (7,06 + 150 \cdot \cos 0,3) \cdot \operatorname{ctg}(105/2) + 150 \cdot \sin 0,3 - 79,4 = 88,2 \text{ м.}$$

$$PK_2(A) = 0 - 2,3 - 88,2 = 90,5 \text{ м.}$$

$$PK_2(n) = -90,5 - 71,5 = 162 \text{ м.}$$

$$PK_2(A) = PK_1(A') = 90,5 \text{ м.}; PK_2(n) = PK_1(n') = 162 \text{ м.}$$

Пикетное положение точек К, В, СО, В', К' и А' вычислим по формуле 2.23, для этого определим длину круговой кривой ВСОВ' под углом 105° по формуле 2.24.

$$K_0 = 3,14 \cdot 150 \cdot (180 + 105 - 2 \cdot 15,3) / 180 = 825,8 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО(К)} = 71,3 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО(В)} = 80 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО(СО)} = 80 + 0,5 \cdot 825,8 = 492,9 \text{ м}$$

$$\text{РКЛПО(В')} = 80 + 825,8 = 908,8 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО(К')} = 80 + 825,8 + (80 - 71,3) = 914,5 \text{ м.}$$

$$\text{РКЛПО(А')} = 80 + 825,8 + 80 = 985,8 \text{ м.}$$

Проектирование плана трассы правоповоротных соединительных ответвлений (ППО).

План трассы ППО (рисунок 2.11) состоит из двух закруглений малого радиуса и прямой вставки между ними. Каждое закругление включает две переходные кривые длиной L и круговую кривую радиуса R.

Положение ломанной А–ВУ1–ВУ2–А' определяет положение трассы ППО (см. рисунок 2.1). Для нахождения положения прямой ВУ1–ВУ2 необходимо определить расстояние PF до оси ППО [5].

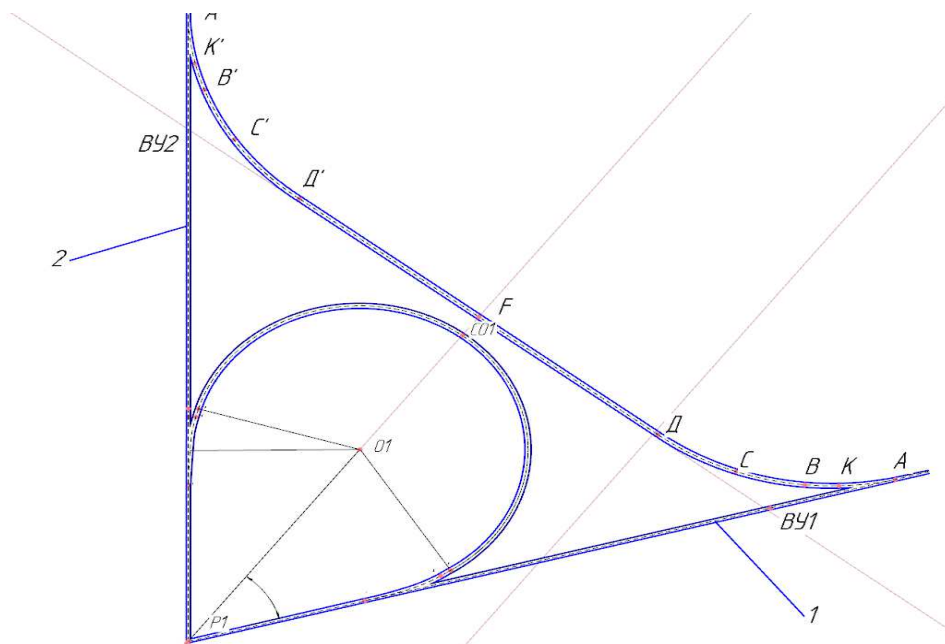


Рисунок 2.11 – Схема к проектированию правоповоротных соединительных ответвлений: 1,2 – оси пересекающихся дорог

Для облегчения водоотвода с транспортной развязки требуется обеспечить расстояние между подошвами насыпей ЛПО и ППО не менее 1,0 м.

Определение расстояния между осями ЛПО и ППО.

На план транспортной развязки снимают отметки земли в точке CO (рисунок 2.11) и на расстоянии 30 м влево и вправо по биссектрисе угла α , строят черный профиль и наносят поперечный профиль земляного полотна ЛПО (рисунок 2.12) с рабочей отметкой h [5].

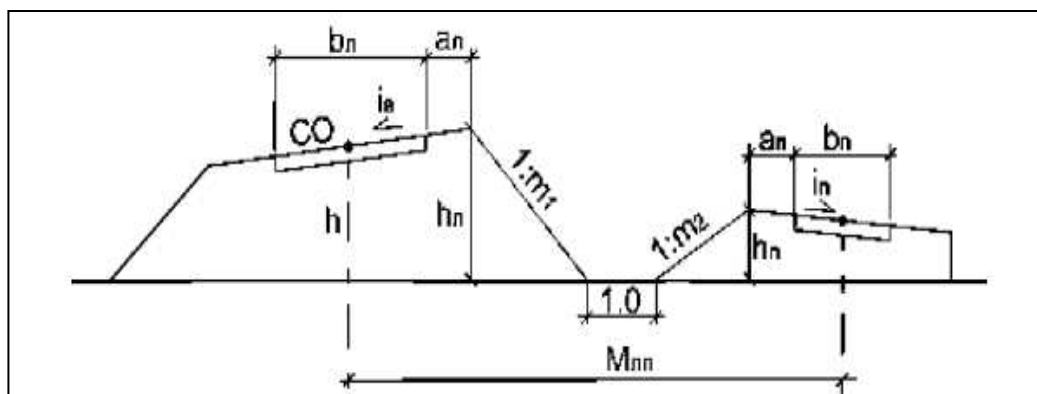


Рисунок 2.12 – Схема к определению расстояния между осями ЛПО и ППО

Рабочую отметку в точке СО определяют по продольному профилю ЛПО.

Так как продольный профиль ППО еще не запроектирован, то предварительно принимают земляное полотно ППО в насыпи высотой не менее руководящей рабочей отметки для 1 – го типа местности по условиям увлажнения поверхностными и грунтовыми водами. В данной работе рабочая отметка равна 1,0 м, заложение откосов $m_2 = 3,0$ [5].

Расстояние между осью ЛПО и осью ППО при прохождении их в насыпи определяют по формуле 2.26:

$$M_{\text{лп}} = 0,5 \cdot b_{\text{л}} + a_{\text{л}} + m_1 \cdot h_{\text{л}} + 1,0 + m_2 \cdot h_{\text{п}} + a_{\text{п}} + 0,5 \cdot b_{\text{п}}, \quad (2.26)$$

где $b_{\text{л}}, b_{\text{п}}$ – ширина, однополосной проезжей части ЛПО и ППО, равная 5 м и 5 м соответственно;

$a_{\text{л}}, a_{\text{п}}$ – ширина обочины ЛПО и ППО ($a_{\text{л}} = a_{\text{п}} = 1,75$);

m_1, m_2 – заложение откосов насыпей ЛПО и ППО;

$h_{\text{л}}, h_{\text{п}}$ – высота откосов насыпей ЛПО и ППО, определяется в зависимости от величины рабочей отметки и поперечного уклона дорожного полотна.

Произведения $m_1 \cdot h_{\text{л}}$ и $m_2 \cdot h_{\text{п}}$ принимаем так, $m_1 \cdot h_{\text{л}} = 6$ и $m_2 \cdot h_{\text{п}} = 9$.

$$M_{\text{лп}} = 0,5 \cdot 5 + 1,75 + 6 + 1 + 9 + 1,75 + 0,5 \cdot 5 = 24,5 \text{ м.}$$

В случае, если проезжая часть ЛПО или ППО имеет две полосы движения, полученное по формуле расстояние $M_{\text{лп}}$ следует увеличить на значение $b_{\text{л}}$.

При пересеченном рельефе ППО может проходить в выемке. В этом случае расстояние $M_{\text{лп}}$ корректируется.

Определение длины переходной кривой на правоповоротном соединительном ответвлении.

Правоповоротное соединительное ответвление в случае дорог I, II, III категории начинается с полосы торможения и заканчивается полосой разгона.

Для этого случая назначаем длину переходной кривой по таблице 2.1, где $L = 80$ м, а $R = 150$ м [5].

Кромки покрытия основной дороги и ППО расходятся в точке К на ППО на расстоянии l_0 от начала ППО:

$$l_0 = \sqrt[3]{6 \cdot L \cdot R \cdot (c_0 + c_n + \Delta b)}, \quad (2.27)$$

где L, R – длина переходной кривой и радиус круговой;

c_0, c_n – ширина укрепленной полосы основной проезжей части и ППО;

Δb – половина разности ширины проезжей части однополосного соединительного ответвления и ширины ПСП при двухстороннем уширении,

где $\Delta b = \frac{b_n - b_0}{2}$.

$$l_0 = \sqrt[3]{6 \cdot 80 \cdot 150 \cdot (0,5 + 0,5 + 0,875)} = 51,3 \text{ м.}$$

В случае отмыкания правоповоротного соединительного ответвления от дороги IV, V технической категории или примыкания ППО к такой дороге переходные - скоростные полосы не предусматривают.

Расчет элементов закруглений плана трассы ППО.

1) Смещение t и сдвигка p закругления при введении переходной кривой длиной L :

$$t = x_B - R \cdot \sin \beta; \quad p = y_B - R \cdot (1 - \cos \beta), \quad (2.28)$$

где: x_B, y_B – координаты конца переходной кривой, вычисляем по формулам: $x_B = 79,4$ м., $y_B = 7,06$ м.

β – угол переходной кривой, вычисляем по формуле 2.29:

$$\beta = L/2 \cdot R; \quad \beta = 180 \cdot L/2 \cdot R \cdot \pi, \quad (2.29)$$

$$\beta = 80/2 \cdot 150 = 0,26 \text{ рад.}; \quad \beta = 180 \cdot 80/2 \cdot 150 \cdot 3,14 = 15,3 \text{ град.}$$

$$t = 79,4 - 150 \cdot \sin 0,26 = 41,9 \text{ м.}$$

$$p = 7,06 - 150 \cdot (1 - \cos 0,26) = 2,56 \text{ м.}$$

2) Определяем тангенс круговой кривой:

$$T = (R + p) \cdot \operatorname{tg}(\gamma/2), \quad (2.30)$$

где γ - угол поворота трассы ППО, равный (рисунок 2.1) $\gamma = 90 - 0,5 \cdot \alpha$.

$$\gamma = 90 - 0,5 \cdot 75 = 52,5^\circ.$$

$$T = (150 + 2,56) \cdot \operatorname{tg}(52,5^\circ/2) = 74,7 \text{ м.}$$

3) Длина круговой кривой после введения переходной и домер:

$$K_0 = \pi \cdot R \cdot (\gamma - 2 \cdot \beta)/180, \quad (2.31)$$

$$Д = 2 \cdot (T + t) - (2 \cdot L + K_0), \quad (2.32)$$

$$K_0 = 3,14 \cdot 150 \cdot (52,5 - 2 \cdot 15,3)/180 = 57,3 \text{ м.}$$

$$Д = 2 \cdot (74,7 + 41,9) - (2 \cdot 80 + 57,3) = 15,9 \text{ м.}$$

Определение пикетного положения основных точек правоповоротного соединительного ответвления

На пересекающихся дорогах определяем пикетное положение вершин углов поворота, начала и конца закругления, точек n и n' , связанных с точками K и K' (рисунки 2.13, 2.14) [5].

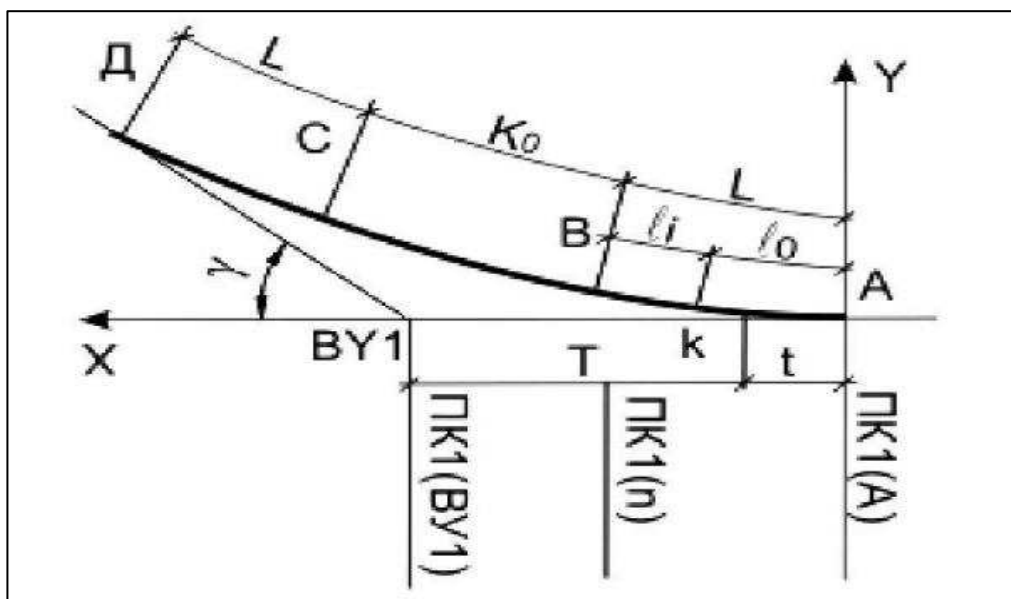


Рисунок 2.13 – Схема закругления на ВУ1

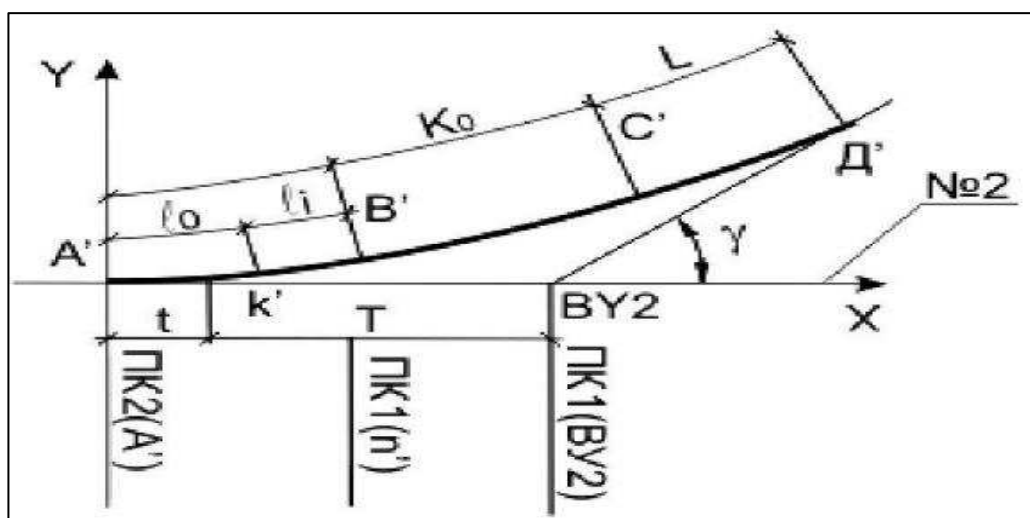


Рисунок 2.14 – Схема закругления на ВУ2

Рассмотрим закругление на ВУ1.

Пикетное положение ВУ1 относительно дороги 1 вычисляем по формуле :

$$PK1(ВУ1) = PK1(O) \pm C_1 \pm (PO1 + R + M_{\text{лп}})/\cos(0,5 \cdot \alpha), \quad (2.33)$$

где $PK1(O)$ – пикетное положение точки пересечения осей пересекающихся дорог в координатах дороги № 1;

$PO1$ – расстояние от точки пересечения осей полос (точка Р) до центра круговой кривой радиуса R (рисунок 2.10):

$$PO_1 = (y_B + R \cdot \cos\beta) / \sin(\alpha/2), \quad (2.34)$$

где y_B и β – координата точки В и угол переходной кривой ЛПО (рисунок 2.10), вычисляются по формулам (1.14) и (1.20).

Знак «+» в формуле 2.33, если пикетаж от точки Р к точке А увеличивается, знак «-», если он уменьшается.

$$PO_1 = (7,06 + 150 \cdot \cos 15,3) / \sin(75/2) = 251,8 \text{ м.}$$

$$PK1(ВУ1) = 0 + 7,95 + (251,8 + 150 + 24,5) / \cos(0,5 \cdot 75) = 513,4 \text{ м.}$$

Пикетное положение точки А и точки n относительно дороги №1:

$$PK1(A) = PK1(ВУ1) \pm (T + t), \quad (2.35)$$

$$PK1(n) = PK1(A) \pm x_n, \quad (2.36)$$

где x_n – расстояние, вычисляется по формуле (2.15).

$$PK1(A) = 513,4 + (74,7 + 41,9) = 630 \text{ м.}$$

$$PK1(n) = 630 + 71,5 = 701,5 \text{ м.}$$

Далее определяют пикетное положение основных точек (точек А, К, В, С и Д) закругления на ВУ1 (рисунок 2.13) в пикетаже ППО, принимая начало ППО в точке А:

$$\begin{cases} \text{РКППО(К)} = l_0, \\ \text{РКППО(В)} = L, \\ \text{РКППО(С)} = L + K_0, \\ \text{РКППО(Д)} = 2L + K_0, \end{cases} \quad (2.37)$$

$$\text{РКППО(К)} = 51,3 \text{ м.}$$

$$\text{РКППО(В)} = 80 \text{ м.}$$

$$\text{РКППО(С)} = 80 + 57,3 = 137,3 \text{ м.}$$

$$\text{РКППО(Д)} = 2 \cdot 80 + 57,3 = 217,3 \text{ м.}$$

Рассмотрим закругление на ВУ2 (рисунок 2.14).

Пикетное положение ВУ2 и точек А', n' относительно дороги №2 вычисляют по формулам:

$$PK2(ВУ2) = PK2(O) \pm C_2 \pm (PO1 + R + M_{\text{пн}}) / \cos(0,5\alpha), \quad (2.38)$$

$$PK2(A') = PK2(ВУ2) \pm (T + t), \quad (2.39)$$

$$PK2(n') = PK2(A') \pm x_n, \quad (2.40)$$

где C_2 – по формуле (2.18б);

X_n – расстояние, вычисляется по выражению (2.15).

Знак « + » или « - » зависит от направления пикетажа на дороге №2.

$$PK2(BY2) = 0 + 7,95 + (251,8 + 150 + 24,5)/\cos(0,5 \cdot 75) = 513,4 \text{ м.}$$

$$PK2(A') = 513,4 + (74,7 + 41,9) = 630 \text{ м.}$$

$$PK2(n') = 630 + 71,5 = 701,5 \text{ м.}$$

Пикетное положение ВУ2 на ППО определяют, вычисляя длину ломаной трассы до ВУ2 и учитывая домер Д закругления на ВУ1:

$$PK_{\text{ППО}}(BY2) = T + t + 2 \cdot (PO_1 + R + M_{\text{пн}}) \cdot \text{tg}(0,5 \cdot \alpha) - Д, \quad (2.41)$$

$$PK_{\text{ППО}}(BY2) = 74,7 + 41,9 + 2 \cdot (251,8 + 150 + 24,5) \cdot \text{tg}(0,5 \cdot 75) - 15,9 = 754,6 \text{ м.}$$

Пикетное положение точек Д', С', В', А' и К' (рисунок 2.14) вычисляют по формулам:

$$\begin{cases} PK_{\text{ППО}}(Д') = PK_{\text{ППО}}(BY2) - (T + t), \\ PK_{\text{ППО}}(А') = PK_{\text{ППО}}(BY2) - (T + t) - Д, \\ PK_{\text{ППО}}(К') = PK_{\text{ППО}}(А') - l_0, \\ PK_{\text{ППО}}(С') = PK_{\text{ППО}}(Д') + L, \\ PK_{\text{ППО}}(В') = PK_{\text{ППО}}(С') + K_0, \end{cases} \quad (2.42)$$

$$PK_{\text{ППО}}(Д') = 754,6 - (74,7 + 41,9) = 638 \text{ м.}$$

$$PK_{\text{ППО}}(А') = 754,6 - (74,7 + 41,9) - 15,9 = 622,1 \text{ м.}$$

$$PK_{\text{ППО}}(К') = 622,1 - 51,3 = 570,8 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(C') = 638 + 80 = 718 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(B') = 618 + 57,3 = 675,3 \text{ м.}$$

Пикетное положение середины ППО:

$$PK\Pi\Pi O(F) = T + t + (PO_1 + R + M_{\text{ин}}) \cdot \text{tg}(0,5 \cdot \alpha) - Д, \quad (2.43)$$

$$PK\Pi\Pi O(F) = 74,7 + 41,9 + (251,8 + 150 + 24,5) \cdot \text{tg}(0,5 \cdot 75) - 15,9 = 427 \text{ м.}$$

Второе ППО:

Расчет будет производиться при угле пересечения осей 2 и 1 дорог $\alpha=105^\circ$.

$$\gamma = 90 - 0,5 \cdot 105 = 37,5^\circ$$

$$T = (150 + 2,56) \cdot \text{tg}(37,5/2) = 51,8 \text{ м.}$$

$$K_0 = 3,14 \cdot 150 \cdot (37,5 - 2 \cdot 15,3) / 180 = 18 \text{ м.}$$

$$Д = 2 \cdot (51,8 + 41,9) - (2 \cdot 80 + 18) = 9,4 \text{ м.}$$

$$PO_1 = (7,06 + 150 \cdot \cos 15,3) / \sin(105/2) = 191,2 \text{ м.}$$

$$PK1(BY1) = 0 + 7,95 + (191,2 + 150 + 24,5) / \cos(0,5 \cdot 105) = 617,45 \text{ м.}$$

$$PK1(A) = 617,45 - (51,8 + 41,9) = 523,75 \text{ м.}$$

$$PK1(n) = 523,75 - 71,5 = 452,25 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(K) = 51,3 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(B) = 80 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(C) = 80 + 18 = 98 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(D) = 2 \cdot 80 + 18 = 178 \text{ м.}$$

$$PK2(BY2) = 0 - 7,95 - (191,2 + 150 + 24,5) / \cos(0,5 \cdot 105) = - 617,45 \text{ м.}$$

$$PK2(A') = - 617,45 + (51,8 + 41,9) = - 523,7 \text{ м.}$$

$$PK2(n') = - 523,7 + 71,5 = - 452,25 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(BY2) = 51,8 + 41,9 + 2 \cdot (191,2 + 150 + 24,5) \cdot \operatorname{tg}(0,5 \cdot 105) - 9,4 = 1051,02 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(D') = 1051,02 - (51,8 + 41,9) = 957,3 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(A') = 1051,02 - (51,8 + 41,9) - 9,4 = 947,9 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(K') = 947,9 - 51,3 = 896,6 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(C') = 957,3 + 80 = 1037,3 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(B') = 1060,2 + 57,3 = 1117,5 \text{ м.}$$

$$PK\Pi\Pi O(F) = 51,8 + 41,9 + (191,2 + 150 + 24,5) \cdot \operatorname{tg}(0,5 \cdot 105) - 9,4 = 553,21 \text{ м.}$$

Таким образом, на основании данных расчетов появляется возможность построить проекте транспортной развязки «неполный клеверный лист» на участке УДС ул. Брянская 140.

На рисунке 2.15 представлена схема транспортной развязки «неполный клеверный лист» на участке УДС ул. Брянская 140.

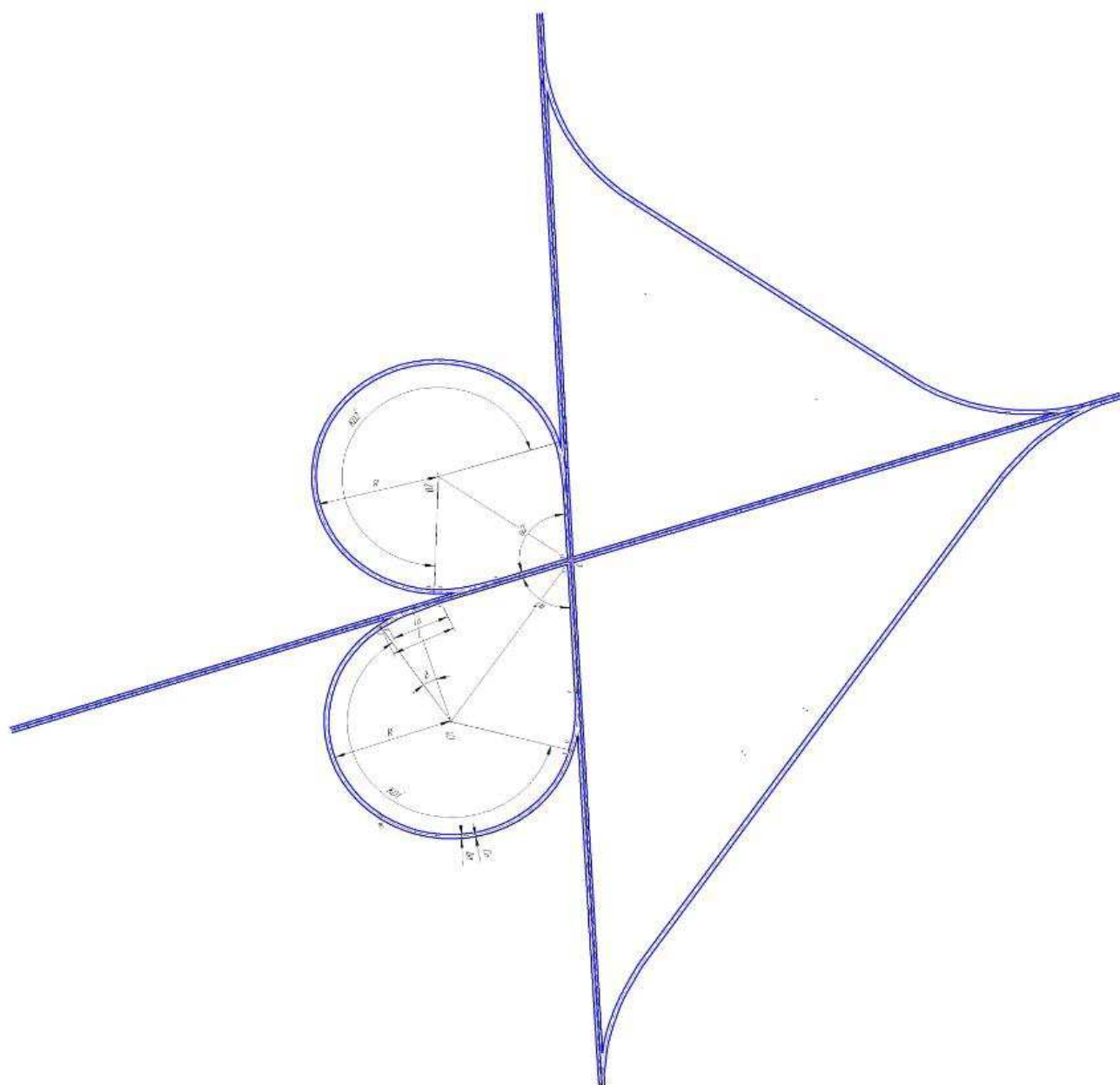


Рисунок 2.15 – Схема транспортной развязки «неполный клеверный лист» на участке УДС ул. Брянская 140

Далее организуем дорожное движение с применением технических средств ОДД на транспортной развязке «неполный клеверный лист».

2.1.3 Проект организации ОДД на транспортной развязке участка УДС ул. Брянская 140

Для пересечения ул. Брянская с проектируемой эстакадой предлагается строительство транспортной развязки «неполный клеверный лист», геометрические параметры развязки рассчитаны в пункте 2.1.2.

На основании анализа интенсивности на участке УДС ул. Брянская 140 (пункт 1.2) были выявлены наиболее загруженные направления движения транспортных потоков, в связи с этим на данной развязке представлены два левоповоротных ответвительных съезда, один из которых предназначен для совершения левого поворота с ул. Брянской по направлению движения от кольцевого пересечения ул. Брянска – ул. 2-я Озерная, второй для съезда транспортных потоков с эстакады на ул. Брянская по направлению движения от микрорайона «Покровка».

Также на развязке предлагается организация двух правоповоротных съездов для совершения правого поворота транспорта с ул. Брянская по направлению движения к кольцевому пересечению ул. Брянска – ул. 2-я Озерная и съезда транспорта с эстакады в направлении движения к вышеуказанному кольцевому пересечению.

Для движения пешеходов предусмотрены два надземных пешеходных перехода через ул. Брянская и организация пешеходных тротуаров.

Дорожные знаки устанавливались в соответствии с ГОСТ Р 52290 – 2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования» [1].

Дорожная разметка наносится в соответствии с ГОСТ Р 51256 – 99 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования» [6].

На рисунке 2.16 представлена проектируемая схема ОДД на участке УДС ул. Брянская 140.

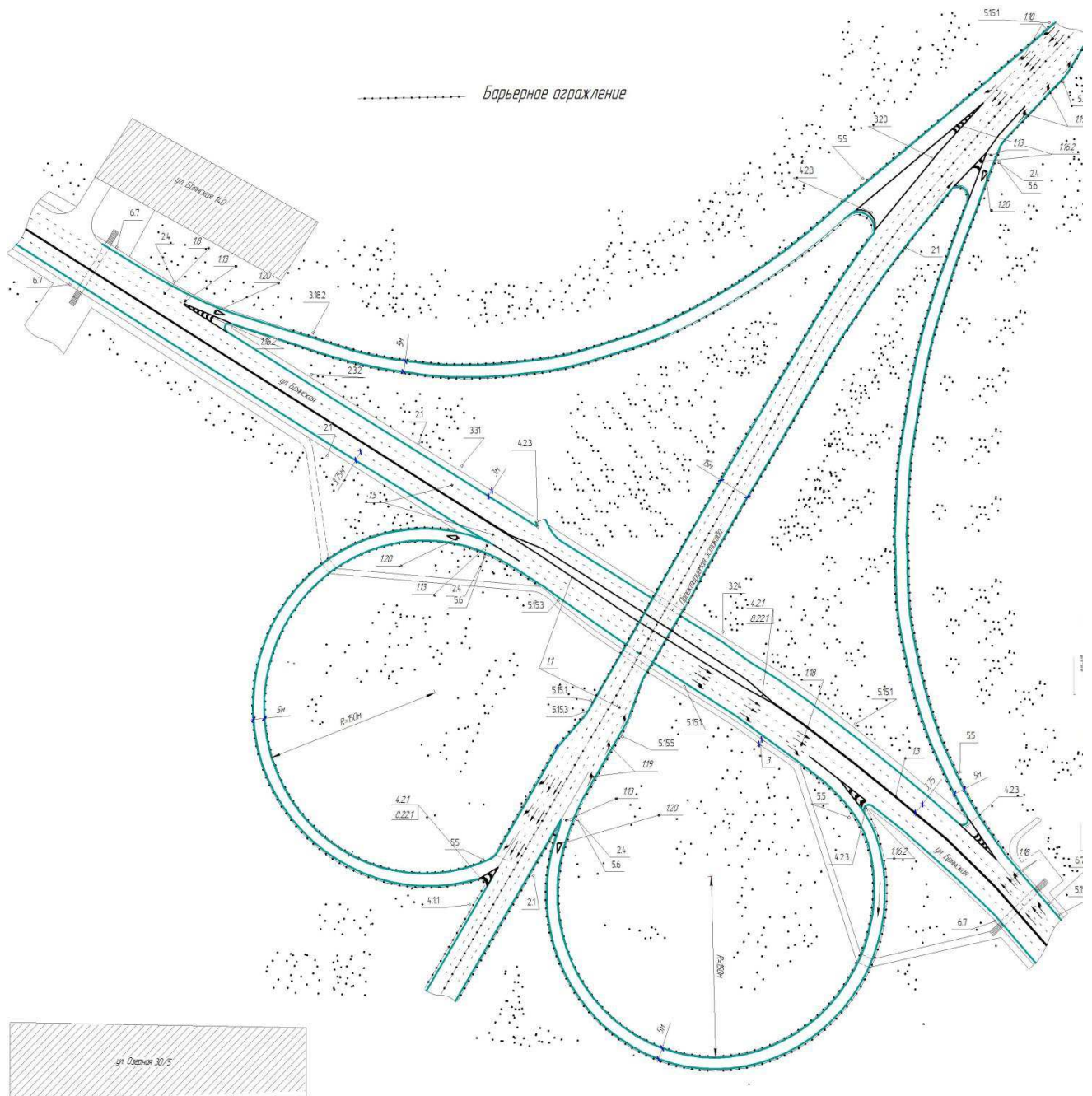


Рисунок 2.16 – Проектируемая схема ОДД на участке УДС ул. Брянская 140

В таблице 2.3, 2.4 представлена дислокация дорожных знаков и разметки, которые были использованы на пересечении ул. Брянская с проектируемой эстакадой.


Таблица 2.3 – Дислокация дорожных знаков на пересечении ул. Брянская с проектируемой эстакадой

Номер, обозначение и название знака	Место установки	Количество	Способ установки
 2.1 «Главная дорога»	На ул. Брянская и на транспортной развязке	4 шт	На стойке
 2.4 «Уступите дорогу»	На ул. Брянская и на транспортной развязке	4 шт.	На стойке
 4.2.1/2/3 «Объезд препятствия справа»	На ул. Брянская и на транспортной развязке	4 шт	На стойке
 5.15.1 «Направление движения по полосе»	На ул. Брянская и на транспортной развязке	3 шт	Растяжка
 5.15.3 «Начало полосы»	На ул. Брянская и на транспортной развязке	4 шт	На стойке
 5.15.5 «Конец полосы»	На ул. Брянская и на транспортной развязке	3 шт.	На стойке

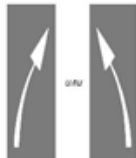
Окончание таблицы 2.3

Номер, обозначение и название знака	Место установки	Количество	Способ установки
 8.22.1/2/3 «Препятствие»	На ул. Брянская и на транспортной развязке	4 шт	На стойке
 6.7 «Надземный пешеходный переход»	На ул. Брянская	4 шт.	На стойке
 5.5 «Дорога с односторонним движением»	На ул. Брянская и на транспортной развязке	4 шт.	На стойке
 5.6 «Конец дороги с односторонним движением»	На ул. Брянская и на транспортной развязке	4 шт.	На стойке
 3.24 «Ограничение максимальной скорости»	На ул. Брянская и на транспортной развязке	4 шт.	На стойке
 3.31 «Конец всех ограничений»	На ул. Брянская	1 шт.	На стойке

Таблица 2.4 – Дислокация дорожной разметки на пересечении ул. Брянская с проектируемой эстакадой

Номер, обозначение и название знака	Назначение разметки	Место нанесения
 <p>1.5</p>	<p>Обозначает границы полос движения при наличии двух и более полос, предназначенных для движения в одном направлении</p>	<p>На ул. Брянская и на транспортной развязке</p>
 <p>1.1</p>	<p>Разделение транспортных потоков противоположных направлений. Обозначение полос движения.</p>	<p>На ул. Брянская и на транспортной развязке</p>
 <p>1.3</p>	<p>Разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах с четырьмя и более полосами для движения в обоих направлениях, с двумя или тремя полосами - при ширине полос более 3,75 м</p>	<p>На ул. Брянская и на транспортной развязке</p>
 <p>1.13</p>	<p>Указывает место, где водитель должен при необходимости остановиться, уступая дорогу ТС, движущимся по пересекаемой дороге</p>	<p>На транспортной развязке</p>
 <p>1.20</p>	<p>Предупреждает о приближении к разметке 1.13</p>	<p>На транспортной развязке</p>
 <p>1.8</p>	<p>Обозначает границу между полосой разгона и основной полосой</p>	<p>На ул. Брянская и на транспортной развязке</p>

Окончание таблицы 2.4

Номер, обозначение и название знака	Назначение разметки	Место нанесения
 1.18	Указывает направление движения в полосе на перекрестке	На ул. Брянская и на транспортной развязке
 1.6	Предупреждает о приближении к разметке 1.1	На ул. Брянская и на транспортной развязке
 1.19	Предупреждает о сужении проезжей части	На ул. Брянская и на транспортной развязке

Для пересечения ул. Брянская с проектируемой эстакадой было использовано 12 видов дорожных знаков и 9 видов горизонтальной дорожной разметки.

2.3 Проект организации дорожного движения на пересечениях ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная

Для пересечения ул. Северная – ул. Железнодорожников организовано канализированное движения для ТС двигающихся по направлению от пр. Свободный по ул. Северная и от кольцевого пересечения ул. Брянская – ул. 2-я Озерная, так как данные направления являются наиболее загруженными.

Также предлагается реконструкция ул. Северная с уширением проезжей части до 6 полос движения по 3 в каждую сторону. В связи с тем, что на данном участке УДС согласно схеме движения на предлагаемой транспортной развязке (рисунок 2.8) начинается проектируемая эстакада, для движения транспортных потоков на ул. Озерная предусмотрены два отдельных съезда. Пешеходные

тротуары приведены в соответствие с требованиями ГОСТов и организованы пешеходные переходы через ул. Озерная и ул. Северная.

Проектируемая схема ОДД на пересечениях ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная представлена на рисунке 2.17.

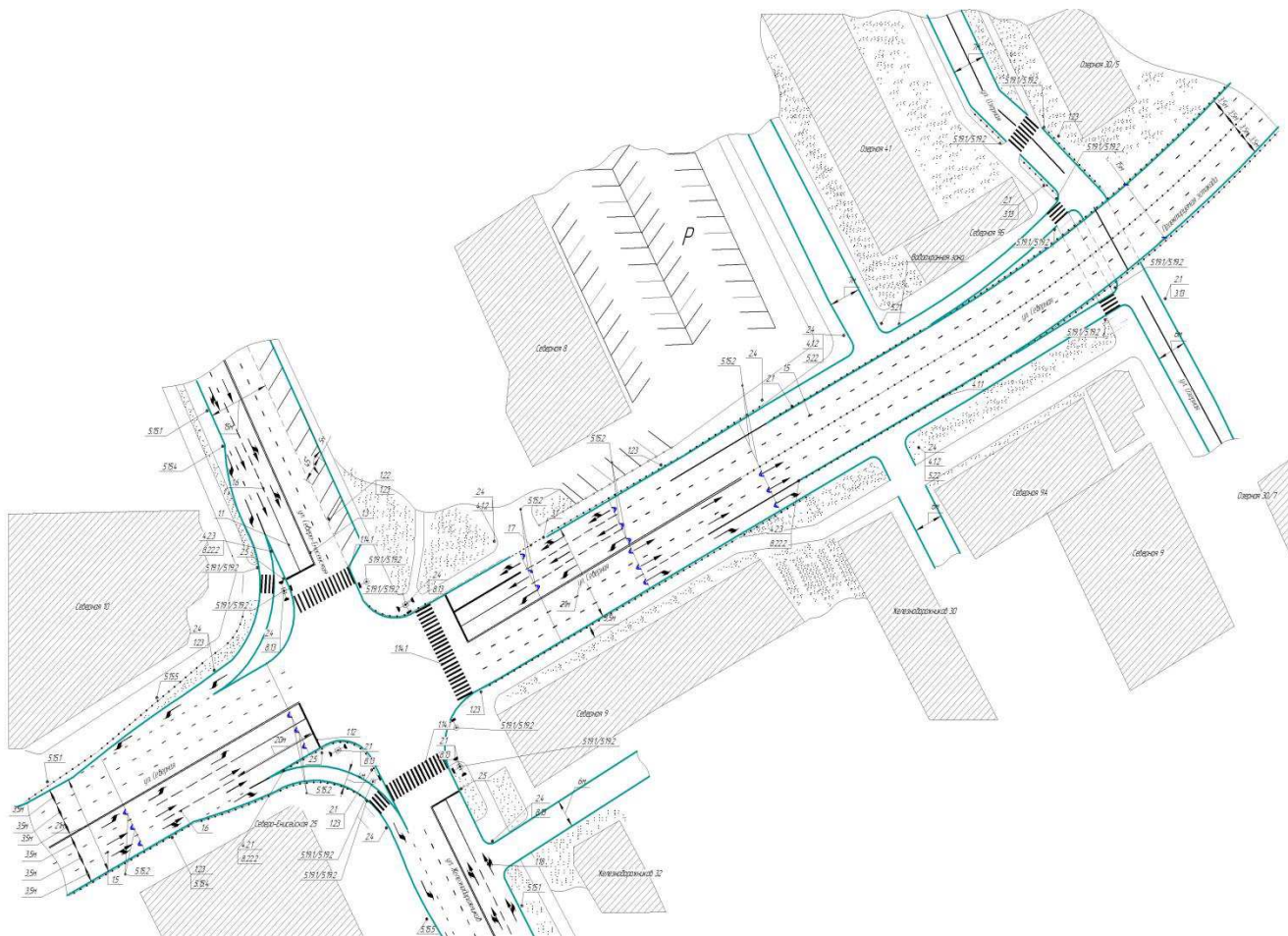


Рисунок 2.17 – Проектируемая схема ОДД пересечениях ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная

Дислокация дорожных знаков и дорожной разметки представлены в таблицах 2.5-2.6.



Таблица 2.5 – Дислокация дорожных знаков на пересечениях ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная

Вид, № знака	Обозначение	Место установки	Количество	Способ установки
 1.23	«Осторожно дети»	На ул. Северная	2	На стойке
 2.1	«Главная дорога»	На ул. Северная	4	На стойке
 2.4	«Уступите дорогу»	На ул. Северная, ул. Озерная	2	На стойке
 5.15.2	«Направление движения по полосам»	На ул. Северная	2	На стойке
 5.15.3	«Начало полосы»	На ул. Северная, ул. Северо-Енисейская	2 шт	
 5.15.5	«Конец полосы»	На ул. Северная, ул. Железнодорожников	2 шт.	

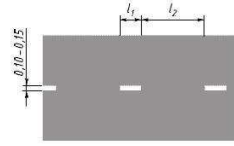


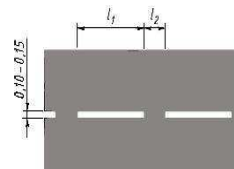
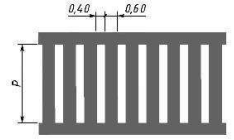
Окончание таблицы 2.5

Вид, № знака	Обозначение	Место установки	Количество	Способ установки
 5.19.1/2	«Пешеходный переход»	На ул. Озерная	12	На стойке
 8.22.1/2/3	«Препятствие»	На ул. Северная	1 шт	На стойке
 4.2.1/2/3	«Объезд препятствия справа»	На ул. Северная	1 шт	На стойке

Таблица 2.6 – Дислокация дорожной разметки на пересечениях ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная

Условные обозначения, № разметки	Тип разметки	Ширина, м.	Место нанесения
 1.1	Разделяет транспортные потоки противоположных направлений и обозначает границы полос движения в опасных местах	0,2	На ул. Северная, ул. Железнодорожников, ул. Озерная
 1.3	Разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах с четырьмя и более полосами для движения в обоих направлениях, с двумя или тремя полосами - при ширине полос более 3,75 м	0,2	На ул. Северная

Окончание таблицы 2.6

Условные обозначения, № разметки	Тип разметки	Ширина, м.	Место нанесения
 <p>1.5</p>	Разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах	0,2	На ул. Северная, ул. Железнодорожников
 <p>1.12</p>	Указывает место, где водитель должен остановиться при наличии знака 2.5 или при запрещающем сигнале светофора	0,4	На ул. Северная, ул. Железнодорожников
 <p>1.18</p>	Указывает разрешенные на перекрестке направления движения по полосам	-	На ул. Северная, ул. Железнодорожников, ул. Северо-Енисейская
 <p>1.6</p>	Предупреждает о приближении к разметке 1.1 или 1.11, которая разделяет транспортные потоки противоположных или попутных направлений	0,2	На ул. Северная, ул. Железнодорожников
 <p>1.14.1</p>	Обозначает пешеходный переход	4	На ул. озерная

Для проектируемого пересечения ул. Северная – ул. Железнодорожников, ул. Северная – ул. Озерная было использовано 9 видов дорожных знаков и 7 видов горизонтальной дорожной разметки.

Далее необходимо дать оценку предлагаемым мероприятиям на рассматриваемых участках УДС ул. Северная, ул. Брянская Железнодорожного района г. Красноярск.

2.8 Оценка эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения

В данной работе предлагаются мероприятия по совершенствованию ОДД на участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярск. Анализ эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию движения на рассматриваемых участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярск осуществлен посредством имитационного моделирования дорожного движения с применением специализированной программы PTV Vision® VISSIM.

С помощью программы PTV Vision® VISSIM проведем моделирование движения транспортных потоков при проектируемой ОДД.

При разработке модели транспортных потоков элементы УДС вводятся в компьютерную модель посредством графического редактора сетей. Программа PTV Vision® VISSIM уже имеет графическую подложку в виде ГИС системы, которая позволяет создать модель УДС в масштабе. Графический редактор позволяет создавать модель транспортной сети или изменять существующую модель, что позволит обеспечить корректировку сети в соответствии с возможными вариантами совершенствования ОДД.

В компьютерной модели, разрабатываемой с применением программы PTV Vision® VISSIM, учитываются следующие элементы УДС:

- параметры перегонов УДС: количество полос движения, длина, направление движения по полосам с учетом специализации полос движения по видам транспорта и периодам движения;
- пересечения УДС (развязки, регулируемые и нерегулируемые перекрестки);
- параметры средств регулирования движения: фазы работы светофоров, знаки приоритета, ограничение скорости движения и т.д.;
- регулируемые и нерегулируемые пешеходные переходы;

В компьютерной модели дорожного движения должны учитываться следующие параметры транспортных потоков:

- состав транспортных потоков (легковые, грузовые, автобусы);
- интенсивность элементов транспортных потоков в соответствующих направлениях дифференцированные по периодам суток и дням недели;
- интенсивность движения подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования по маршрутам;
- особенности поведения участников дорожного движения [7].

Для наглядности производится агрегированный анализ. Значения сравнительных параметров скорости и доли времени задержки ТС представлены на рисунке 2.18.

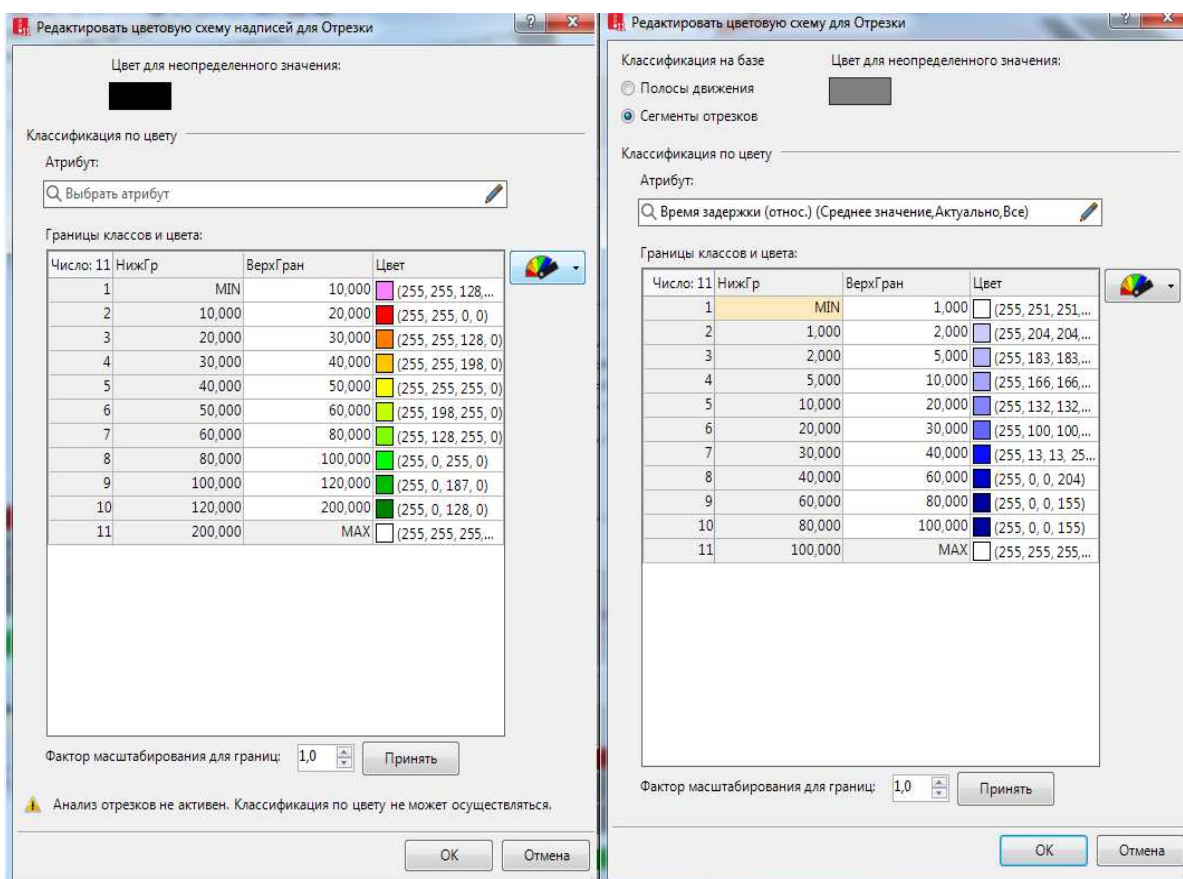


Рисунок 2.18 – Значения сравнительных параметров скорости и доли времени задержки ТС

На рисунках 2.19 – 2.20 представлено графическое цветное отображение состояние транспортных потоков при существующих условиях ОДД на рассматриваемых участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска по параметру средней скорости и доли времени задержки ТС.

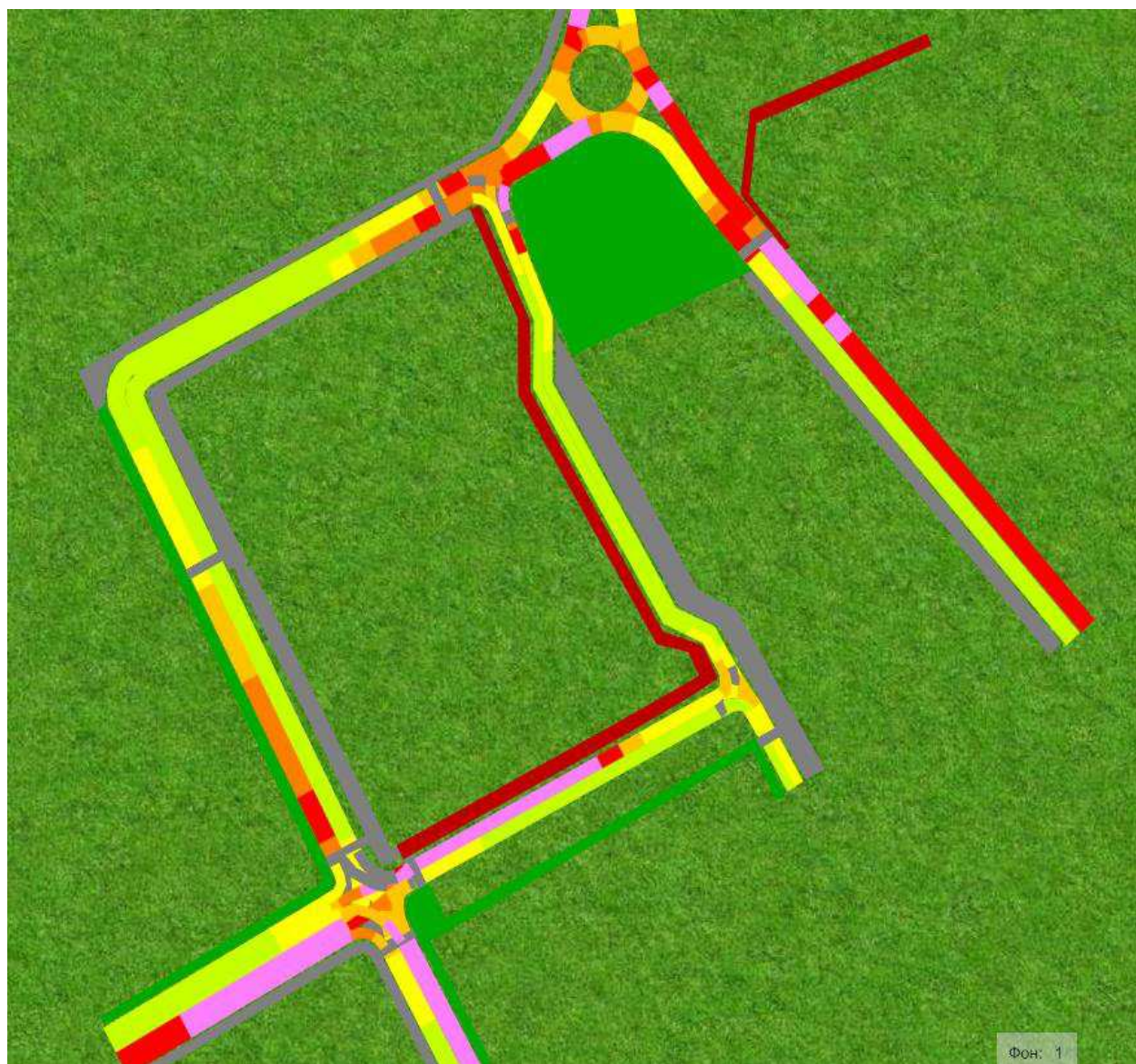


Рисунок 2.19 – Цветовое отображение состояния транспортных потоков по скорости на рассматриваемых участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска

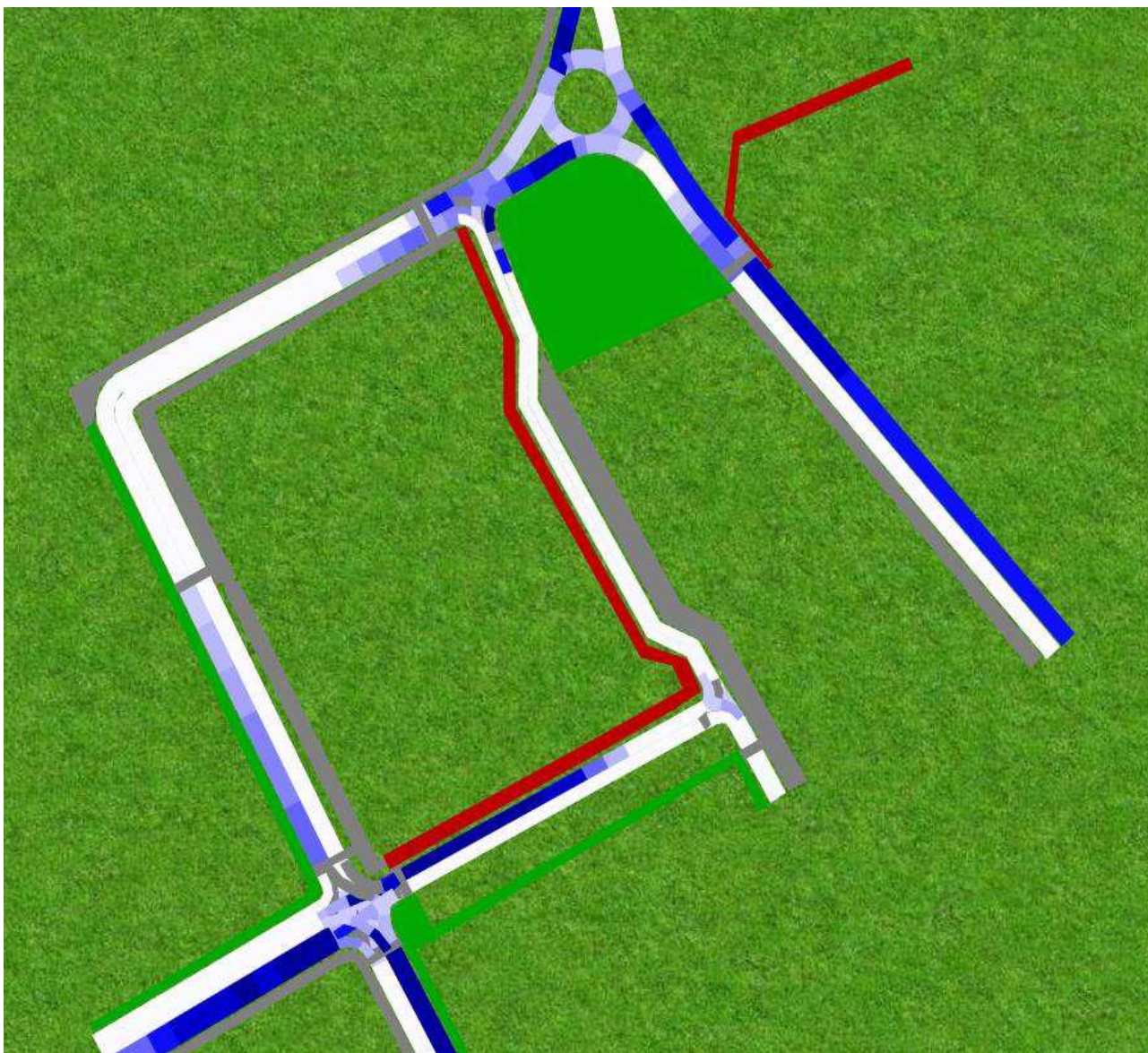


Рисунок 2.20 – Цветовое отображение состояния транспортных потоков по доли времени задержки на рассматриваемых участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска

Для оценки эффективности предлагаемых мероприятий на рассматриваемых участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска, сведем значения параметров моделирования для существующего и проектируемого варианта в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Значения параметров моделирования на рассматриваемом участке УДС ул. Брянская – ул. Северная

Параметр	Варианты	
	существующий	проектируемый
Средняя скорость движения, км/ч	12,2	42,1
Среднее время задержки тс, с	75,0	2,6

На рисунках 2.21 – 2.22 представлено состояние транспортных потоков при проектируемой ОДД на рассматриваемых участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярск.

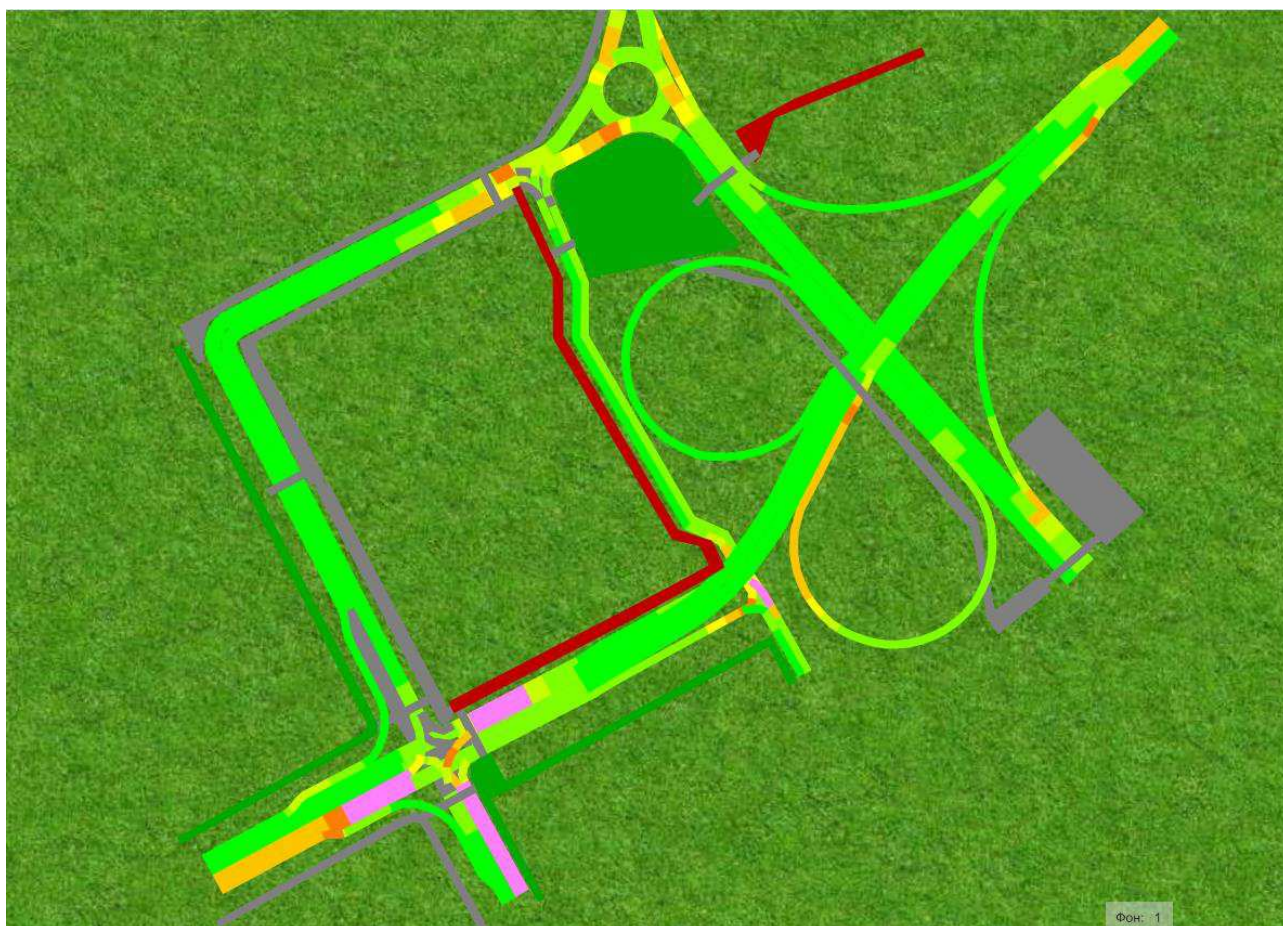


Рисунок 2.21 – Цветовое отображение состояния транспортных потоков по скорости на рассматриваемых участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярск

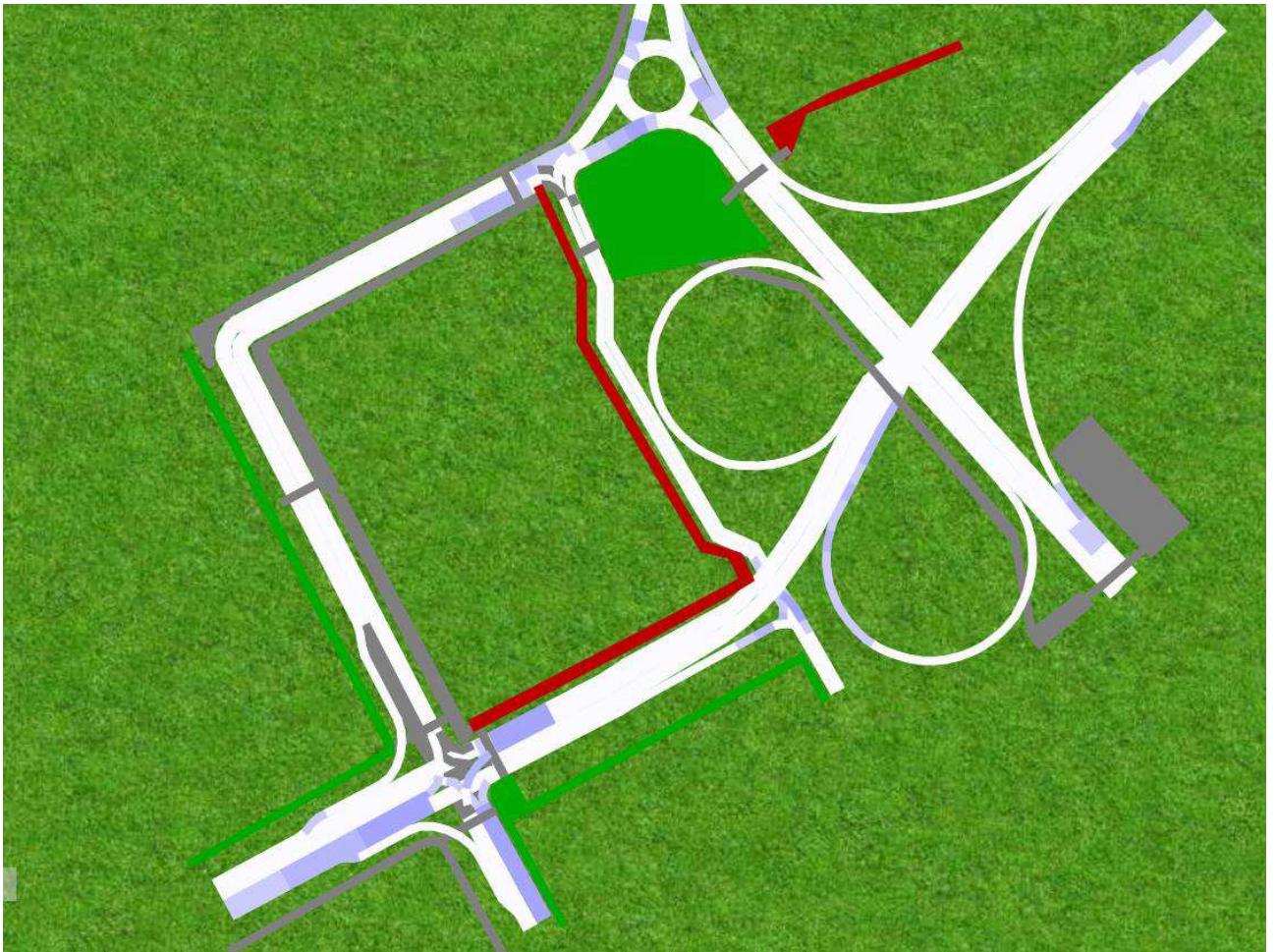


Рисунок 2.22 – Цветовое отображение состояния транспортных потоков по доли времени задержки на рассматриваемых участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярска

На основании результатов моделирования участков УДС можно сделать вывод, что предлагаемые мероприятия по совершенствованию ОДД являются эффективными. Предложенные мероприятия позволяют повысить среднюю скорость движения автомобилей при существующей интенсивности, а также сократить среднее время задержки.

Программа моделирования PTV Vision® VISSIM позволяет произвести оценку эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД и показывает, что после введения предложенных мероприятий скорость движения ТС увеличится, а транспортные задержки снизятся.

3 Определение экономической эффективности

3.1 Расчет экономической эффективности предлагаемых мероприятий по совершенствованию ОДД на участках УДС Железнодорожного района г. Красноярска

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) [8].

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

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 [2].

На проектируемом участке УДС предлагается построить эстакаду, для этого необходимо произвести земляные работы. Рассматриваемый участок

имеет длину в 1600 метров с 4 полосами для движения, цена 1 метра эстакады составляет 594300 рублей.

Таким образом, общая стоимость составит 707217000 рублей. Площадь асфальтобетонного покрытия для эстакады, предназначенной для пропуска транспортных потоков по ул. Копылова в прямом направлении составляет 16660 м². 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	1 км	2	9600	19200
2	Оформление отвода дороги	1 км	2	3255	6510
3	Устройство земляного полотна под дорогу со всеми подготовительными работами	1 м3	485	800	388000
4	Укрепление откосов насыпей и выемок каменной наброской	1 м2	1116	1600	1785600
Итого прямых затрат, руб.					2199310

Исходя из таблицы 3.1 видно, что сметная стоимость на земляные работы составила 2199310 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 участке: длина 1190 м, ширина 14 м. Площадь асфальтобетонного покрытия для эстакады 16660 м².

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 рабочим. 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 строительного дорожных машин принимаем на основе норматива работ для города Красноярска.

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) [1]. 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	1 м ³	16660	271	4514860
2	Устройство основания из щебня М600 толщиной 15 см	100 м ²	166,6	22558	3758162,8
3	Устройство основания из черного щебня толщиной 9 см	100 м ²	166,6	24175	4027555
4	Устройство нижнего слоя покрытия из крупнозернистой асфальтобетонной смеси толщиной 5 см	100 м ²	166,6	15675	2611455
5	Устройство верхнего слоя покрытия из мелкозернистой асфальтобетонной смеси толщиной 5 см	100 м ²	166,6	19761	3292182,6
Итого прямых затрат, руб.					18204215
Накладные расходы, руб. (17,5%)					3185737
Сметная себестоимость, руб.					21389952
Плановые накопления, руб. (6%)					1092252
Всего сметная стоимость, руб.					22482204

Эстакада также включает в себя опоры, состоящие из колонн, связей, ригелей, фундамента, и пролетные строения, треверс, связи по фермам. Стоимость затрат на данную конструкцию составит 707217000 рублей + 2199310 рублей + 22482204 рублей = 731898514 рублей.

На проектируемом участке УДС Железнодорожного района вместе со строительством эстакады предлагается дополнительно установить дорожные знаки, ограждения и нанести дорожную разметку. Стоимость затрат данных мероприятий представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Смета на обстановку и принадлежности дорог

Наименование работ и затрат	Ед. измерения	Кол-во единиц измер.	Стоимость, руб.	
			единицы	общая
Дорожные знаки:				
Круглые	шт.	14	3217	45038
Квадратные	шт.	22	2714	59708
Треугольные	шт.	6	2457	14742
Монтаж дорожных знаков на стойке	шт.	43	2700	116100
Разметка проезжей части:				
Сплошная (1.1)	п.м	180	150	27000
Пунктирная (1.5)	п.м	2540	300	762000
Длинная пунктирная (1.6)	п.м	320	300	96000
Короткая прерывистая линия (1.7)	п.м	33	300	9900
Треугольники (1.13)	м ²	7	2500	17500
Разделение потоков одного направления (1.16.2)	м ²	19	2500	47500
Слияние транспортных потоков (1.16.3)	м ²	23	2500	57500
Треугольник (1.20)	м ²	7	2500	17500
Вертикальная, нижний край пролетного строения (2.2)	п.м	16	675	10800
Устройство ограждений:				
Установка ограждений барьерного типа	1 п.м.	2380	3200	7616000
Итого прямых затрат, руб.				8897288
Накладные расходы, руб. (17,5%)				1557025
Сметная себестоимость, руб.				10454313
Плановые накопления, руб. (6%)				533837
Всего сметная стоимость, руб.				10988150

Исходя из таблицы 3.3 видно, что итоги прямых затрат на строительство эстакады и развязки составляет 8897288 рублей, а всего сметная себестоимость выходит 10988150 рублей.

Так же необходимо учесть прочие работы и затраты и свести конечную смету за весь комплекс мероприятий (строительство эстакады и развязки) в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Сводная смета затрат на комплекс мероприятий

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	2199310
Смета на устройство дорожной одежды	22482204
Смета на строительство транспортного тоннеля (средняя стоимость 202м)	101907925
Смета на строительство эстакады	707217000
Смета на строительство кольцевого пересечения (средняя стоимость при 4 полос движения)	17427168
Смета на обстановку и принадлежности эстакады и развязки	10988150
Всего по сметам:	864368765

Из таблицы 3.4 видно, общая смета всех затрат на комплекс мероприятий по ОДД составляет 864368765 рублей.

3.2 Расчет экономии от снижения затрат времени транспорта

Экономия от снижения затрат времени транспорта определяется как разница между скоростью времени (C_{np}), теряемого на каждом пересечений в существующих и проектируемых условиях, формула 3.1 [9]:

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

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

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

$C_{\text{тр}}^{\text{пр}}$ – 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 [9]:

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

где T – затраты времени, с;

$S_{\text{а-ч}}$ – 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 [9]:

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

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

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

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

$D_{\text{а}}$ – удельный вес автобусов.

На проектируемых пересечениях:

$$S_{\text{а-ч}} = \frac{320 \cdot 0,06 + 200 \cdot 0,88 + 550 \cdot 0,025}{0,06 + 0,88 + 0,025} = 230 \text{ руб.}$$

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

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

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

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

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

Для участка УДС на пересечении ул. Северная – ул. Железнодорожников и ул. Северная – ул. Озерная:

$$T_{\text{тр}} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{4375 \cdot 75,04}{0,1} = 332859 \text{ авт} \cdot \text{час.}$$

Стоимость потерь времени при существующих условиях составит:

$$C_{\text{тр}}^{\text{сущ}} = 332859 \cdot 230 = 76557736 \text{ руб.}$$

Для участка УДС ул. Северная – ул. Железнодорожников и ул. Северная – ул. Озерная: в проектируемых условиях:

$$T_{\text{пр.тр}} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{4375 \cdot 2,611}{0,1} = 11581 \text{ авт} \cdot \text{час.}$$

Стоимость потерь времени при проектных условиях составит:

$$C_{\text{тр}}^{\text{сущ}} = 11581 \cdot 230 = 2663630 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{тр}} = 76557736 - 2663630 = 73894106 \text{ руб.}$$

Таким образом, разница затрат времени задержек транспорта составила 73894106 рубль. 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 на проектируемых участках УДС Железнодорожного района г. Красноярска

Срок окупаемости – минимальный временной период от начала осуществления инвестиционного проекта до момента, когда первоначальные инвестиционные вложения покрываются суммарными результатами от его осуществления [2].

Суммарный результат – это суммарная экономия от внедряемых мероприятий.

При расчете срока окупаемости используют коэффициент дисконтирования (норма дисконта), который определяется по формуле 3.5 [9]:

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

где n – период времени;

K – ставка Центробанка на текущий год (7,25 %).

Расчет срока окупаемости представлен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Расчет срока окупаемости предлагаемых мероприятий

Год	Инвестиции в проект	Экономия сокращения потерь общественно необходимых затрат, т.руб.	Коэффициент дисконтирования	Возвратные суммы на первоначально вложенный капитал, т.руб.
1	864368765	73894106	0,93	68721518,6
2	-	-	0,87	64287872,2
3	-	-	0,84	62071049
4	-	-	0,79	58376343,7
5	-	-	0,76	56159520,6
6	-	-	0,73	53942697,4
7	-	-	0,7	51725874,2
8	-	-	0,68	50247992,1
9	-	-	0,65	48031168,9
10	-	-	0,63	46553286,8
11	-	-	0,6	44336463,6
12	-	-	0,58	42858581,5
13	-	-	0,56	41380699,4
14	-	-	0,42	31035524,5
15	-	-	0,39	28818701,3
16	-	-	0,37	27340819,2
17	-	-	0,36	26601878,2
18	-	-	0,34	25123996
19	-	-	0,32	23646113,9
20	-	-	0,3	22168231,8
Сумма:				873428333
Срок окупаемости, лет				20

Инвестиции окупаются в приемлемые сроки (20 лет) для данного типа проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с заданием в данной выпускной квалификационной работе были разработаны мероприятия по совершенствованию ОДД на участках УДС ул. Брянская – ул. Северная Железнодорожного района г. Красноярск.

Таким образом, исходя из анализа существующего состояния организации дорожного движения Железнодорожного района г. Красноярск, и анализа аварийности было предложено: соединить Железнодорожный района г. Красноярск с микрорайоном Покровка, организовать транспортную развязку по типу «неполный клеверный лист» на пересечении ул. Брянская с проектируемой эстакадой и проект реконструкции ул. Северная с уширением до 6 полос движения.

Предлагаемые мероприятия по совершенствованию ОДД на выбранных участках УДС:

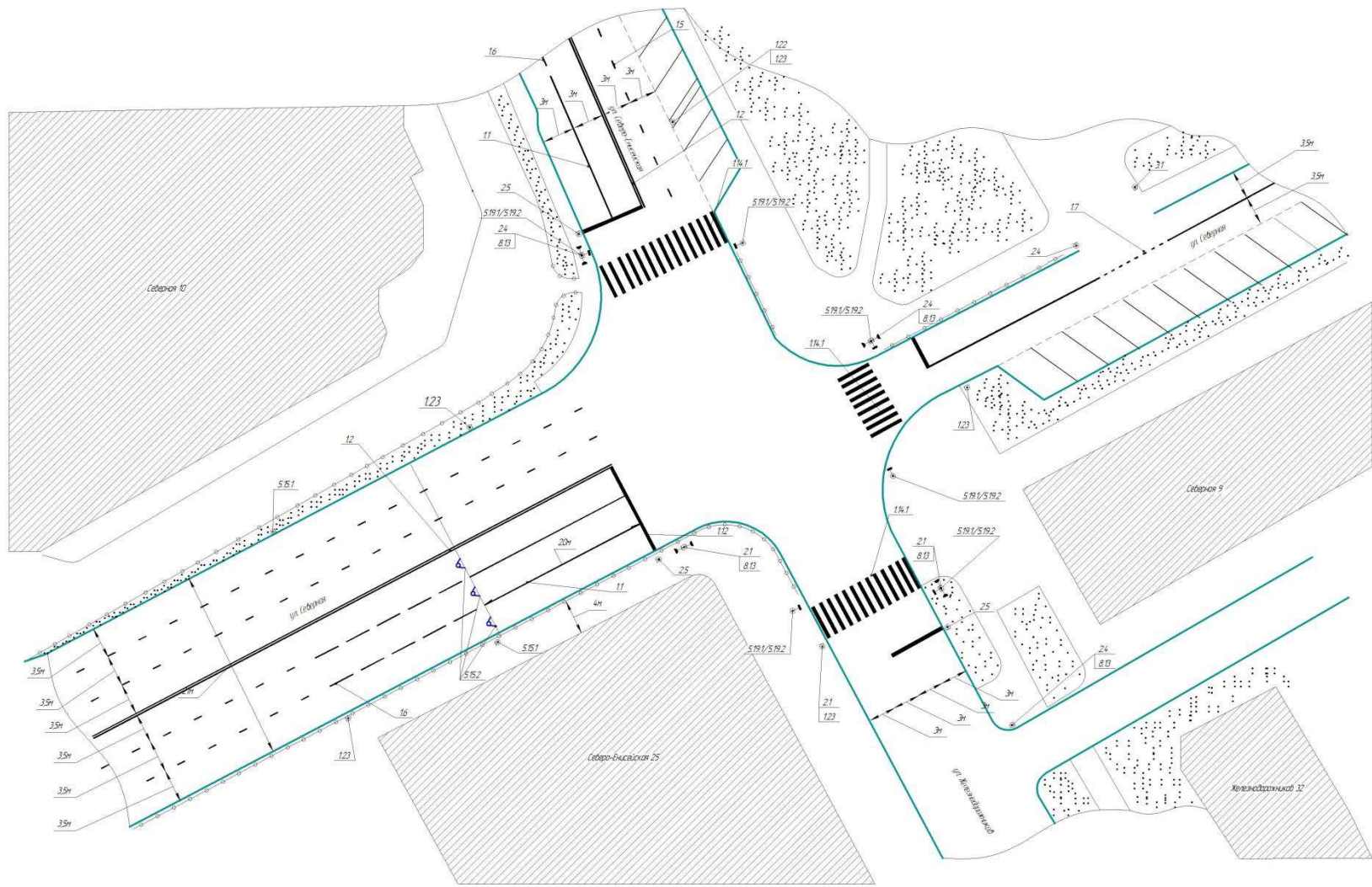
- снизят плотность движения на ул. Брянская, ул. Северная, ул. Маерчака, ул. Железнодорожников, ул. 2-я Озерная, пр. Свободный;
- свяжут Железнодорожный район и микрорайон «Покровка», что существенно уменьшит перепробеги ТС;
- повысят социальную доступность микрорайона «Покровка» для жителей Железнодорожного и Октябрьского района г. Красноярск
- ликвидируют два места концентрации ДТП: ул. Маерчака 36, ул. Брянская 140.

Оценка проведенных мероприятий по совершенствованию ОДД была проведена с помощью программы моделирования транспортных потоков RTV Vision® 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 экономической выгоде, а именно 873428333 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

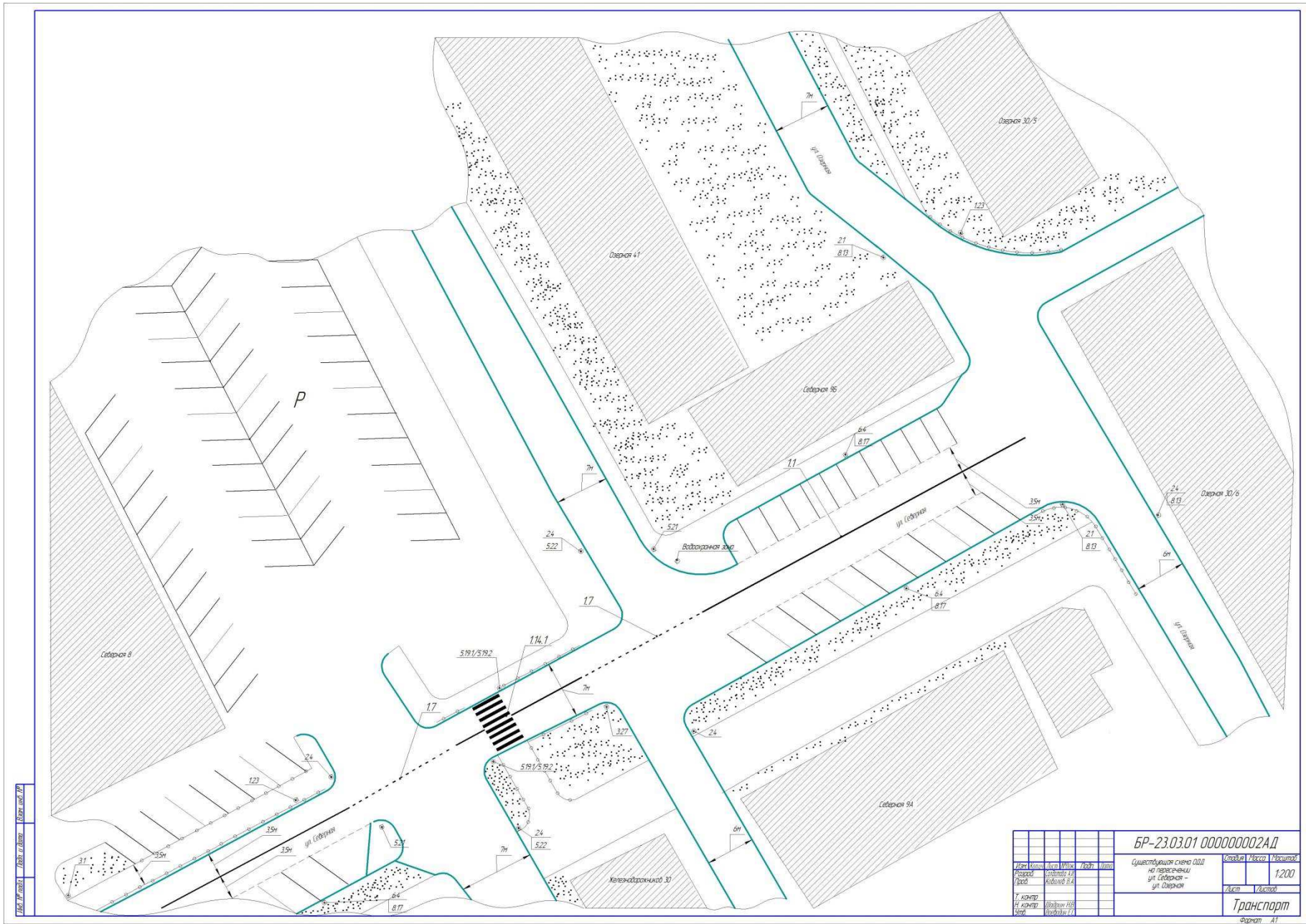
1. ГОСТ Р 52290 – 2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования». Введ. 30.03.1999. – Москва: Госстандарт, 1979. – 24 с.;
2. ОДМ 218.2.020-2012 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог» / ФГУП "РОСДОРНИИ" – Росавтодор Москва 2012 – 143 с.;
3. ГИБДД [Электронный ресурс]: Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru>;
4. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов: учебник для студентов вузов/ Е.М. Лобанов. – Москва : Транспорт, 1990. – 240 с.;
5. 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.;
6. ГОСТ 33152-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Классификация тоннелей. Введ. 12.01.2015. – Москва: Госстандарт, 2014. – 34 с.
7. Краткое руководство по выполнению проектов [Электронный ресурс]: «PTV Vissim 6» 2014. – 75 с – Режим доступа: https://bespalovdotme.files.wordpress.com/2017/03/quickstart_vissim_6-0.pdf.
8. Ильина, Н. В. Расчет инвестиций в мероприятия по повышению безопасности дорожного движения: Метод. указание/ Н.В. Ильина. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. - 40 с.;
9. Ильина, Н. В. Экономическое обоснование мероприятий по повышению безопасности движения: Метод. указание/ Н.В. Ильина. - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. - 27 с.;
10. СТО 4.2–07–2014. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Введ. 30.12.2013. – Красноярск: ИПК СФУ, 2013. – 60 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Листы графической части



МЭТ, Т. 10.001.01 / 10.001.01 / 10.001.01 / 10.001.01

				БР-23.03.01 000000001АД			
Т. 10.001.01	Т. 10.001.01	Т. 10.001.01	Т. 10.001.01	Сүхбаатарын Сүхбаатар		Т. 10.001.01	Т. 10.001.01
Т. 10.001.01	Т. 10.001.01	Т. 10.001.01	Т. 10.001.01	Ул. Седерон -		Т. 10.001.01	Т. 10.001.01
Т. 10.001.01	Т. 10.001.01	Т. 10.001.01	Т. 10.001.01	Ул. Мелендэргэнийн		Т. 10.001.01	Т. 10.001.01
				Транспорт			
				Формат А1			



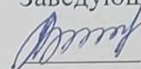
					БР-23.03.01 000000002АД	
Исполн.	Конт.	Масштаб	Дата	Лист	Масштаб	Масштаб
Проект	Конт.	Масштаб	Дата	Лист	Масштаб	1:200
Т. катер	Масштаб	Масштаб	Дата	Лист	Масштаб	Транспорт
М. катер	Масштаб	Масштаб	Дата	Лист	Масштаб	Формат А1

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Презентационный материал

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


 Е.С. Воеводин

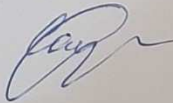
«__» _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01 – Технология транспортных процессов

«СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ НА УЧАСТКЕ
УДС УЛ. БРЯНСКАЯ – УЛ. СЕВЕРНАЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО РАЙОНА
Г. КРАСНОЯРСКА»

Руководитель  доцент, канд. техн. наук В.А. Ковалев

Выпускник  20.06.2020 г. А.И. Солдатова

Консультант  ст. преподаватель Н.В. Шадрин

Красноярск 2020