

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

И.М. Блянкинштейн

« 22 » 06 20 16 г.

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.01 – Технология транспортных процессов

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ  
ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА УЧАСТКЕ УДС  
г. КРАСНОЯРСКА (пр. МЕТАЛЛУРГОВ – ул. ЯСТЫНСКАЯ –  
ул. ПОГРАНИЧНИКОВ)

Пояснительная записка

Руководитель  17.06.16 ст. преподаватель Н.В. Шадрин

Выпускник  16.06.16 А.А. Кохно

Консультант  16.06.16 К.А. Мухина

Нормоконтролер  16.06.16 Н.В. Шадрин

Красноярск 2016

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС г. Красноярска (пр. Metallургов – ул. Ястынская – ул. Пограничников)» содержит \_\_ страниц текстового документа, 2 приложения, 15 использованных источников, \_\_ листов графического материала.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, СРЕДСТВА ОДД, ДОРОЖНО ТРАНСПОРТНОЕ ПРОИСШЕСТВИЕ, ОТНЕСЕННОЕ ЛЕВОПОВОРОТНОЕ ДВИЖЕНИЕ, ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ, ИНТЕНСИВНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ.

Объект: участок УДС г. Красноярска (пр. Metallургов – ул. Ястынская – ул. Пограничников)

Цели:

- провести анализ аварийности по рассматриваемому участку УДС г. Красноярска, а также привести характеристику рассматриваемого участка улично–дорожной сети,
- предложить мероприятия по совершенствованию ОДД на рассматриваемом участке УДС г. Красноярска;
- исследовать интенсивность движения транспортных потоков; рассчитать пропускную способность проектируемого участка;
- провести экономическую оценку и экономическую эффективность предлагаемых мероприятий.

В результате проведения аудита разработаны мероприятия, которые приведут к снижению транспортной нагрузки в Советском районе г. Красноярска, что в свою очередь приведет: к увеличению скорости и пропускной способности; уменьшению плотности и интенсивности на УДС города; снижению вероятности возникновения заторовых ситуаций и ДТП.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	6
1 Технико–экономическое обоснование.....	8
1.1 Анализ существующей схемы, организации и безопасности движения на транспортном узле в районе пересечения ул. Пограничников – пр. Metallургов и ул. Ястынская УДС Советского района г. Красноярск.....	8
1.1.1 Характеристика существующей схемы и организации движения на рассматриваемом участке УДС Советского района.....	8
1.2 Анализ интенсивности движения транспортных потоков.....	12
1.3 Динамика дорожно–транспортных происшествий по г. Красноярск.....	16
2 Технико–организационная часть.....	21
2.1 Разработка мероприятий по совершенствованию ОДД Советского района г. Красноярск.....	22
2.1.1 Расчет ожидаемых транспортных потоков.....	23
2.1.2 Анализ возможных мероприятий обеспечивающих соответствие пропускной способности (методы) разделение в пространстве.....	26
2.1.3 Определения пропускной способности пересечений в разных уровнях.....	32
2.2 Расчет геометрических параметров транспортной развязки в двух уровнях.....	38
2.2.1 Расчет поперечного профиля проектируемой транспортной развязки в двух уровнях.....	38
2.2.2 Методы исключения пересечений транспортных потоков.....	43
2.2.2.1 Основные нормы для проектирования пересечений в разных уровнях.....	44
2.2.3 Расчет геометрических элементов транспортных развязок.....	45
2.2.4 Проектирование транспортной развязки в двух уровнях.....	52

2.3 Технические средства организации движения для проектируемых вариантов транспортных развязок.....	52
2.3.1 Установка дорожных знаков на проектируемых транспортных развязках.....	52
2.3.2 Дислокация дорожных знаков на проектируемых транспортных развязках.....	53
2.3.3 Нанесение дорожной разметки проезжей части на проектируемых транспортных развязках.....	56
2.3.4 Уличное освещение на проектируемых транспортных развязках.....	59
2.3.5 Ограждения и направляющие устройства для проектируемых транспортных развязок.....	61
2.3.6 Расчет цикла светофорного регулирования при ромбовидной развязке с изменением сторонности в месте пересечения пр. Metallургов –ул. Пограничников – ул. Ястынская.....	63
3 Экономическая часть.....	78
3.1 Определение стоимости комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД.....	78
3.1.1 Порядок составления сводной сметы.....	78
3.1.2 Расчет капитальных затрат на организацию двухуровневой развязки перекрестке пр. Metallургов–ул. Пограничников–ул. Ястынская.....	80
3.1.3 Стоимость строительства искусственных сооружений при организации двухуровневой транспортной развязки.....	82
3.1.4 Расчет капитальных затрат на обустройство техническими средствами и нанесение дорожной.....	86
3.2 Определение экономической эффективности комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД.....	89
3.2.1 Расчёт экономии от снижения времени простоя транспорта на пересечениях.....	90
3.2.2 Определение экономии от сокращения времени пребывания в	

пути пассажиров.....	93
3.2.3 Определение экономии от снижения народно–хозяйственных потерь, связанных с дорожно–транспортными происшествиями.....	94
3.3 Расчет срока окупаемости инвестиций в мероприятия по повышению безопасности дорожного движения .....	97
Заключение.....	99
Список использованных источников.....	100
Приложение А (обязательное) Листы графической части.....	102
Приложение Б (обязательное) Презентационный материал.....	109

## ВВЕДЕНИЕ

Улично–дорожная сеть (УДС) города создается десятилетиями и для ее изменения необходимо время и значительные инвестиции. Структура и протяженность УДС города создаются на основе генеральных планов развития, ориентированных на определенный уровень автомобилизации. В течение длительного времени в нашей стране приоритет в развитии транспортного обслуживания отдавался общественному пассажирскому транспорту и в качестве расчетного уровня автомобилизации принимался 600 авт/1000 жителей. Именно на этот уровень автомобилизации и была создана вся транспортная инфраструктура и система управления дорожным движением современных российских городов. Основными ее недостатками являются:

- малая удельная плотность магистральных улиц и неразвитость сети местных улиц;
- низкая пропускная способность улиц и пересечений;
- совмещенное движение общественного пассажирского транспорта, легкового и грузового движения;
- применение для регулирования движения устаревших методов и технических средств, ориентированных на движение транспортных потоков малой плотности;
- отсутствие системы информационного обеспечения городского движения;
- практическое отсутствие системы обеспечения парковок в городе;
- отсутствие специализированных дорог и маршрутов в УДС для движения грузовых автомобилей;

К настоящему времени транспортный процесс и, в частности, дорожное движение являются функцией процесса обслуживания производственных и социальных циклов в обществе, а поэтому приобретают роль и свойства самостоятельной отрасли в народном хозяйстве страны по мере своего

количественного роста и связанного с этим увеличения части непроизводственной сферы в обществе, обслуживающей непосредственно транспортный процесс. В этой связи критерием функционирования дорожного движения является обеспечение максимального объема движения при наибольшей безопасности.

Анализ отечественных и зарубежных исследований безопасности движения на дорогах, проходящих в застроенной территории, показывает, что к числу основных факторов, определяющих уровень риска дорожно – транспортных происшествий (ДТП) на таких участках дорог относятся:

- тип дорог и уровень загрузки;
- характер совмещения местного и транзитного движения;
- протяженность участков дорог в пределах населенных пунктов и расстояние до застройки;
- уровень благоустройства населенных пунктов и объектов дорожного сервиса.

Актуальность исследования и повышение безопасности автомобилей обусловлена еще и тем, что количество ДТП на автомобильном транспорте пока не уменьшается.

Исследование статистических данных о ДТП позволяет предвидеть дальнейшее течение событий, выявить некоторые общие закономерности. Все это необходимо для разработки эффективных мероприятий по снижению аварийности и увеличению пропускной способности на автомобильных дорогах. Обобщение и анализ данных о совершенных ДТП – необходимый материал для дальнейшего исследования в области безопасности дорожного движения.

## **1 Технико–экономическое обоснование**

### **1.1 Анализ существующей схемы организации и безопасности движения на транспортном узле в районе пересечения ул. Пограничников – пр. Metallургов и ул. Ястынская УДС Советского района г. Красноярска**

В данном дипломном проекте в соответствии с заданием МКУ "Управления дорог инфраструктуры и благоустройства" г. Красноярска, необходимо рассмотреть варианты совершенствования организации движения на участке УДС Советского района г. Красноярска пересечения ул. Пограничников – пр. Metallургов и ул. Ястынская. Необходимость рассмотрения данного участка УДС связана с имеющимися в настоящее время сложностями с транспортным движением на нем.

#### **1.1.1 Характеристика существующей схемы и организации движения на рассматриваемом участке УДС Советского района**

Для обоснования методов и разработки мероприятий по совершенствованию ОДД (ОДД) на данном участке УДС проведем анализ состояния дорожного движения на нем.

На рисунке 1 представлен ситуационный план рассматриваемого участка УДС г. Красноярска

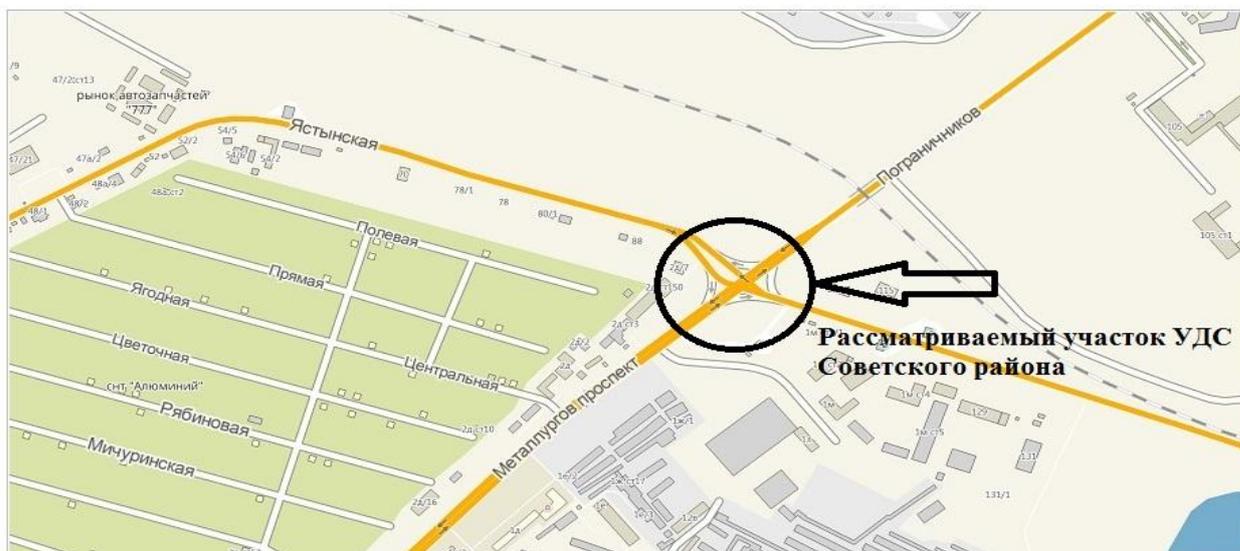


Рисунок 1 – Ситуационный план рассматриваемого участка УДС  
г. Красноярка

1. На данном участке улично–дорожной сети проспект Metallургов – это дорога общегородского значения регулируемого движения, которая имеет по три полосы движения в каждом направлении, встречные потоки разделены конструктивно выделенной разделительной полосой, с шириной проезжей части в каждом направлении 10,5 метров.

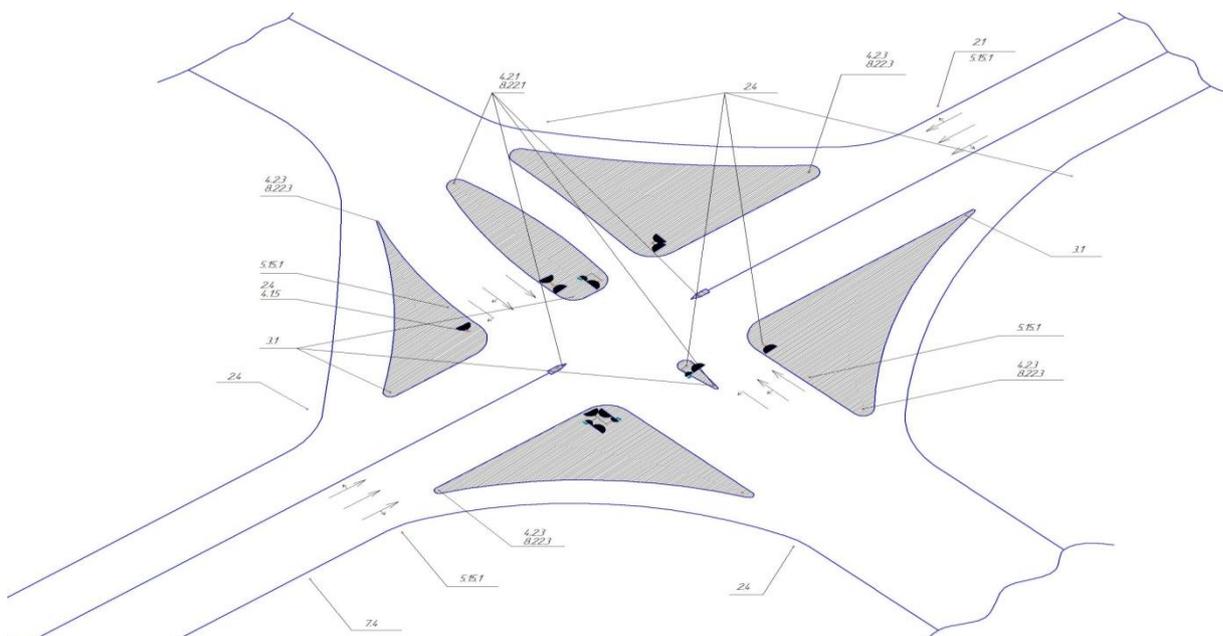


Рисунок 2 – Схема существующей ОДД на пересечении пр. Metallургов  
(ул. Пограничников) – ул. Ястынская

Дорожная разметка на этом участке плохо просматривается, дорожное полотно находится в, хорошем состоянии. Край проезжей отделен обочиной, имеются дождеприемники, места парковок для автомобилей расположены на территории магазинов, осуществляется искусственное освещение проезжей части в темное время суток. Отсутствуют ограждения в местах соприкосновения проезжей части с пешеходными путями (тротуарами). Расстояние от бордюрного камня до домов различно и составляет от 7 метров и более.

2. На данном участке улично–дорожной сети улица Пограничников – это дорога общегородского значения регулируемого движения, которая имеет по три полосы движения в каждом направлении, встречные потоки разделены конструктивно выделенной разделительной полосой, а так же транспортными ограждениями барьерного типа, с шириной проезжей части в каждом направлении 10,5 метров.

Край проезжей отделен обочиной, имеются дождеприемники, места парковок для автомобилей расположены на территории магазинов, осуществляется искусственное освещение проезжей части в темное время суток. Дорожная разметка на этом участке плохо просматривается, дорожное полотно находится в, хорошем состоянии. Отсутствуют ограждения в местах соприкосновения проезжей части с пешеходными путями (тротуарами).

В месте пересечения с улицей Ястынская организовано светофорное регулирование, движение транспорта также осуществляется через правоповоротные шлюзы, при этом цикл светофорного регулирования достаточно сложен, ввиду того что при интенсивном левоповоротном движении на пересечении необходимо организовать отдельную фазу левого поворота при движениях в обоих направлениях.

3. На данном участке улично–дорожной сети улица Ястынская – это дорога районного значения регулируемого движения, которая имеет две полосы движения с шириной проезжей части в каждом направлении 7,8 метров.

Вдоль ул. Ястынская от перекрестка пешеходные пути (тротуары) отсутствуют, так как это преимущественно складская зона. Обустроены дождеприемники, места парковок для автомобилей около магазинов, осуществляется искусственное освещение проезжей части в темное время суток. Дорожная разметка на этом участке плохо просматривается, дорожное полотно находится в удовлетворительном состоянии. Отсутствуют ограждения в местах соприкосновения проезжей части с пешеходными путями (тротуарами). Расстояние от бордюрного камня до домов различно и составляет от 6 метров и более.

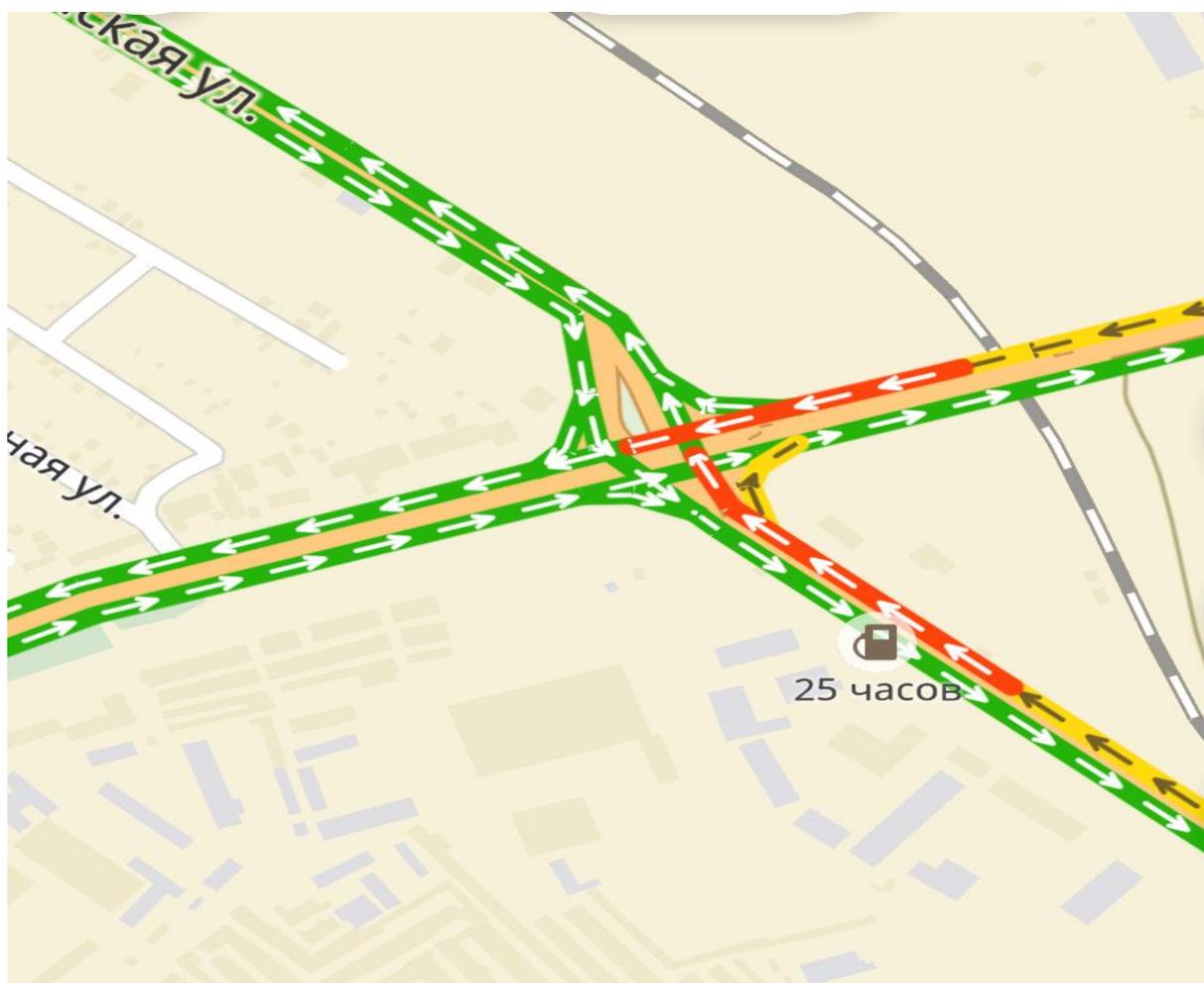


Рисунок 3 – Существующая транспортная ситуация на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская



Рисунок 4 – Общий вид транспортной ситуации на пересечении пр. Металлургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская

Основной причиной заторовых ситуаций на пересечении пр. Металлургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская является низкая пропускная способность организованного светофорного регулирования, хотя движение транспорта также осуществляется через правоповоротные шлюзы, цикл светофорного регулирования достаточно сложен, ввиду того что при интенсивном левоповоротном движении на пересечении необходимо организовать отдельную фазу левого поворота при движениях в обоих направлениях.

## **1.2 Анализ интенсивности движения транспортных потоков**

В данной главе представлены интенсивность движения автомобилей по улицам на рассматриваемом участке улично–дорожной сети. Замеры проводились в период с 03 по 27 марта 2016 года в часы "пик" (в утренний период с 08:00 до 09:00 – и с 18:00 до 19:00 в вечерний).

Полученные результаты приводятся к часовой интенсивности путем умножения на четыре, после чего из реальной интенсивности получают интенсивность, приведенную к легковым автомобилям умножая реальную на соответствующий коэффициент приведения [1].

$$N_{i\partial} = \sum_1^n (N_i \cdot K_{i\partial i}), \quad (1)$$

где  $N_i$  – интенсивность движения автомобилей данного типа;

$K_{i\partial i}$  – соответствующие коэффициенты приведения для данной группы автомобилей;

$n$  – число типов автомобилей, на которые разделены данные наблюдения.

Результаты расчетов интенсивности движения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Часовая интенсивность движения транспорта по направлениям на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская

Направление	Интенсивность движения авт/час				Всего
	легковые	автобусы	троллейбусы	грузовые	
1–1	66	0	0	0	66
1–2	416	0	0	246	909
1–3	1702	31	7	178	2155
1–4	916	15	0	385	1725
2–1	316	0	0	0	316
2–2	72	0	0	90	252
2–3	1201	0	0	370	1940
2–4	1702	0	0	365	2432
3–1	1810	29	10	0	1911
3–2	209	0	0	149	506
3–3	44	0	0	0	44

Окончание таблицы 1

Направление	Интенсивность движения авт/час				Всего
	легковые	автобусы	троллейбусы	грузовые	
3–4	308	0	0	223	755
4–1	1802	0	0	0	1802
4–2	901	0	0	554	2010
4–3	193	0	0	285	762
4–4	22	0	0	187	396

Основными критериями оценки эффективности ОДД является интенсивность движения вместе с показателями скорости и аварийности. При обследованиях транспортных потоков большой интенсивности определенную трудность представляет задача точного определения грузоподъемности каждого грузового автомобиля. Поэтому можно прибегнуть к упрощенному методу учета этой категории транспортных средств и принять для всех грузовых автомобилей грузоподъемностью 2 – 8 т обобщенный коэффициент 2.

При описании характеристик транспортного потока, как в письменной форме, так и в виде графиков, следует обратить внимание на необходимость указывать соответствующую размерность в физических единицах (авт/ч) или в приведенных (ед/ч).

Расчет интенсивности движения в приведенных единицах производится по формуле[2]:

$$q_{np} = \sum_1^n (q_i \cdot K_{npi}) \quad (2)$$

где  $q_{np}$  – интенсивность движения в приведенных единицах;

$q_i$  – интенсивность движения автомобилей  $i$ -го типа;

$K_{np}$  – коэффициент приведения автомобилей  $i$ -го типа.

Для решения практических задач ОДД могут быть использованы рекомендации по выбору значений  $K_{пр}$ , содержащиеся в отечественных нормативных документах.

Таблица 2 – Коэффициент приведения к легковому автомобилю

Наименование единицы	Коэффициент
Легковые	1,0
Грузовые	2
Автобусы	2,5
Троллейбусы	3

На рисунке 6 представлена картограмма интенсивности транспортных потоков на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

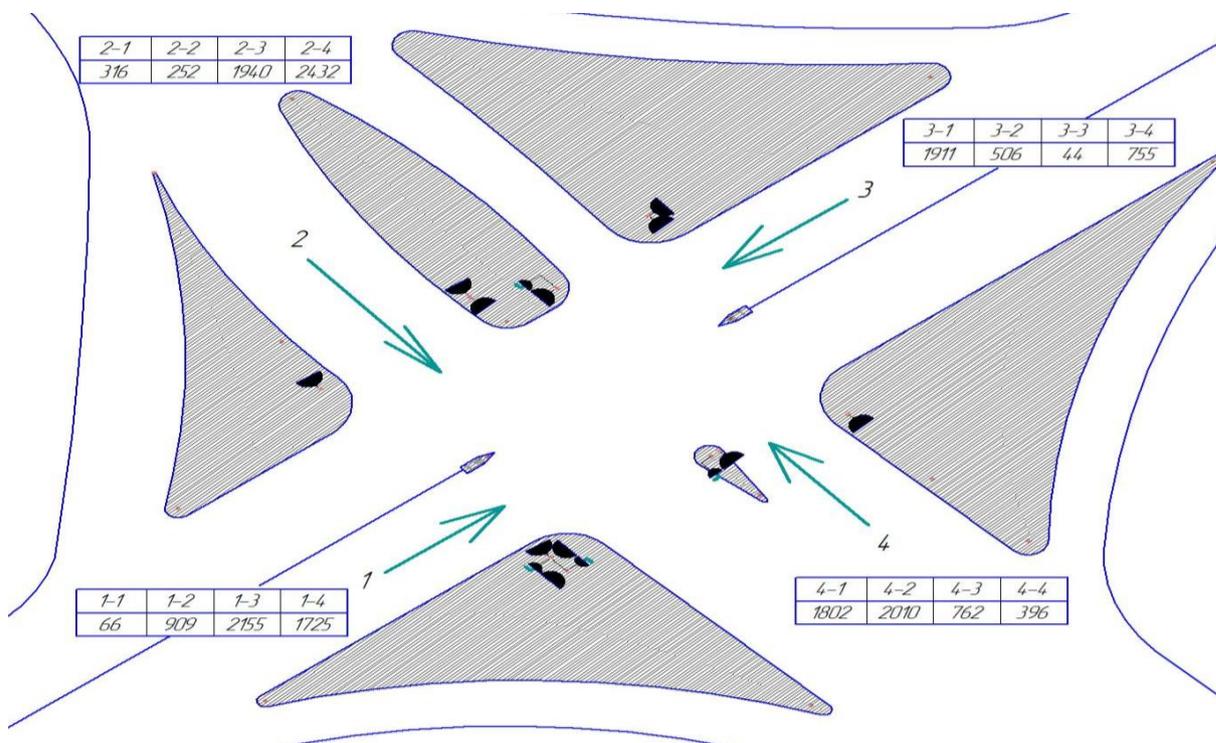


Рисунок 5 – Картограмма интенсивности транспортных потоков на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

На рисунке 6 показано распределение интенсивности движения транспорта на рассматриваемом участке УДС по дням недели.



Рисунок 6 – Распределение интенсивности движения транспорта на рассматриваемом участке УДС по дням недели.

Существующие основные улицы в Красноярске были построены с расчетом на гораздо меньшие величины интенсивности движения, чем те, которые наблюдаются в настоящее время. Сложившаяся ситуация приводит к смешиванию местного и транзитного транспортных потоков, ухудшению условий движения и увеличению количества дорожно–транспортных происшествий (ДТП). В связи с этим возникает необходимость совершенствовать данный участок УДС для повышения безопасности дорожного движения.

### **1.3 Динамика дорожно–транспортных происшествий по г. Красноярск**

Одной из наиболее важных проблем на автомобильном транспорте является безопасность дорожного движения. От правильного и

своевременного ее решения зависят жизнь и здоровье участников дорожного движения, сохранность материальных ценностей.

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

Полный и всесторонний анализ данных о ДТП имеет большое значение, являясь основой для выработки решений в области обеспечения безопасности дорожного движения и для совершенствования его организации. Среди наиболее важных задач, которые решаются на основе анализа данных об аварийности, кроме задач улучшения ОДД (ОДД), можно назвать следующее:

- обоснование комплекса мер по совершенствованию дорожных условий, технического состояния эксплуатируемых автомобилей и конструкции новых моделей, транспортных средств, подготовке водителей, а также оценка эффективности этих мер;
- прогнозирование аварийности;
- создание методов обработки информации для сопоставления состояния аварийности и деятельности по безопасности движения по различным направлениям проблемы;
- изучение причин единичных ДТП.

Цель исследований статистических данных о ДТП – познать и выявить некоторые общие закономерности движения, позволяющие предвидеть дальнейшее течение событий, принять радикальные меры и разработать эффективные мероприятия по снижению аварийности на автомобильном транспорте.

Одной из самых острых социально–экономических проблем является высокая аварийность на дорогах и УДС города. В таблице 2 указаны основные сведения о состоянии аварийности по г.Красноярску за период с 2011 по 2015 гг.

Таблица 3 – Сведения о состоянии аварийности по г.Красноярска за 2011–2015гг

Год	2011	2012	2013	2014	2015
ДТП	1834	1922	2143	1931	1217
Погибло	113	87	102	80	46
Ранено	2088	2298	2528	2195	1407

На рисунке 7 представлена динамика ДТП по г.Красноярска, из которой можно сделать вывод, что несмотря на снижение общего количества ДТП, тяжесть их последствий снижается незначительно.

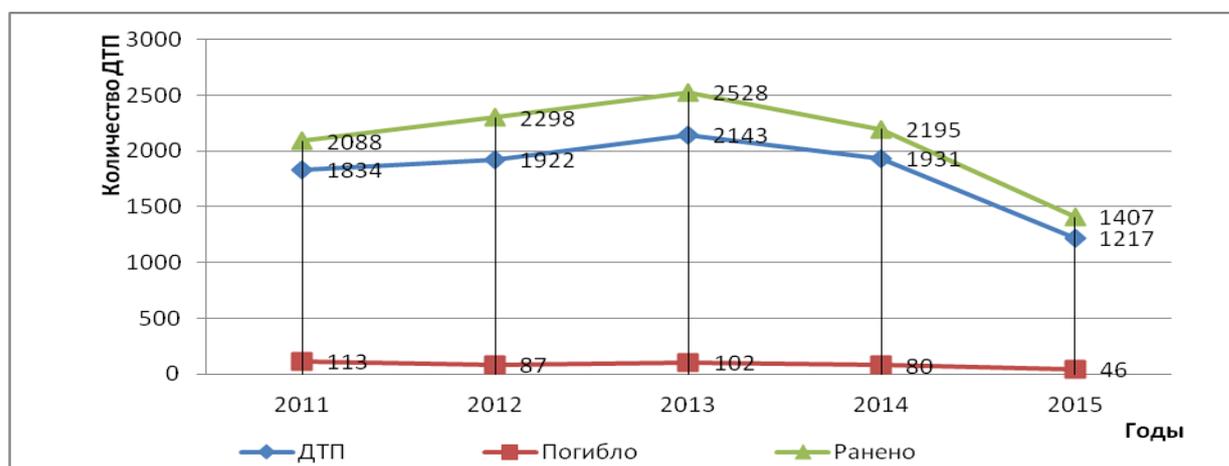


Рисунок 7 – Динамика ДТП по г.Красноярск за период с 2011 по 2015 гг.

В таблице 3 указаны основные сведения о состоянии аварийности по г. Красноярску за период с 2011 по 2015 гг по видам ДТП.

Таблица 4 – основные сведения о состоянии аварийности по г. Красноярску за период с 2011 по 2015 гг по видам ДТП.

Год	2011	2012	2013	2014	2015
Количество столкновений	656	729	870	763	403
Количество опрокидываний	21	32	15	23	13
Количество наездов на стоящее ТС	33	53	59	46	30

Окончание таблицы 4

Год	2011	2012	2013	2014	2015
Количество наездов на препятствие	110	111	137	131	72
Количество наездов на пешехода	851	824	821	708	438
Количество прочих происшествий	163	173	241	260	261
Общее количество ДТП	1834	1922	2143	1931	1217

Динамику всех видов ДТП представим на рисунке 8.

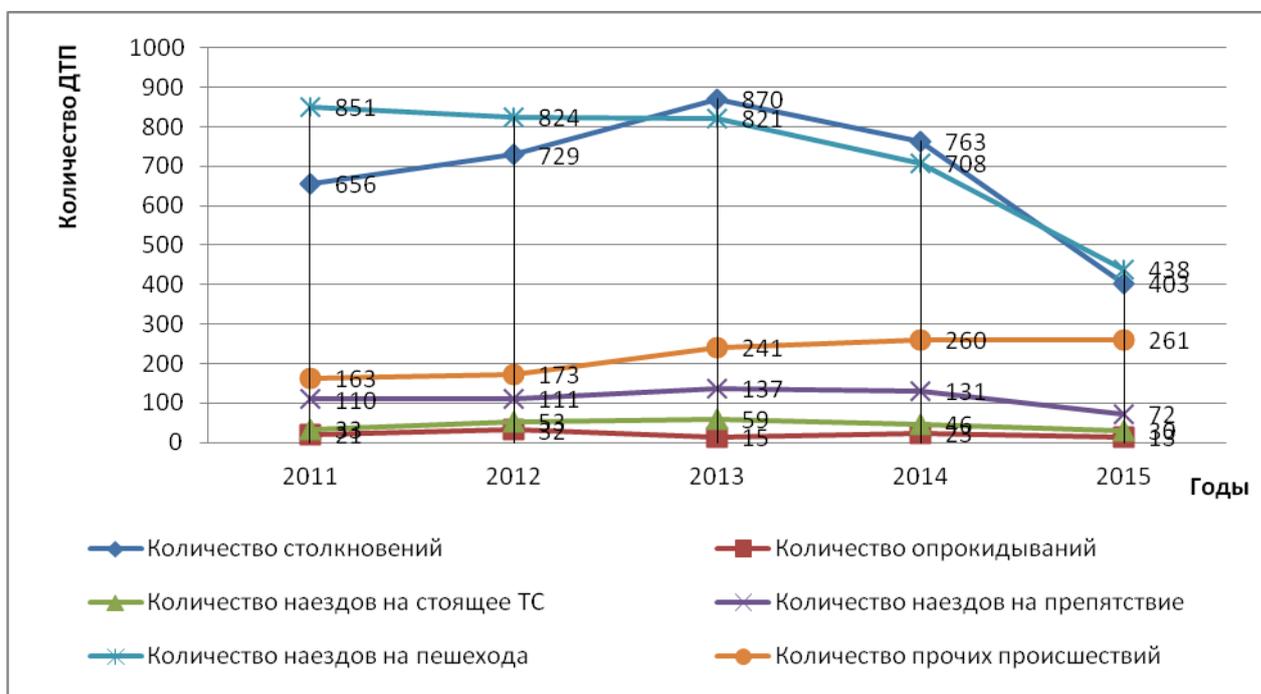


Рисунок 8 –Динамика происшествий в г.Красноярска за период с 2011 по 2015 гг.

Анализ ДТП по видам происшествий показывает, что преобладающими видами ДТП являются наезд на пешехода и столкновения транспортных средств. На ДТП с наездами на пешеходов в 2011 году пришлось 56 % от общего количества происшествий в 2015 году 35 % от общего количества ДТП. На долю столкновений пришлось 26 % от общего числа ДТП в 2011 году и 32% в 2015 году соответственно.

Данные виды ДТП наиболее характерны для пересечений проезжих частей, ввиду чего на пересечениях дорог в одном уровне необходимо применять методы разделения транспортных потоков во времени в случае невозможности, или отсутствия экономического обоснования разделения в пространстве.

Основными факторами обоснования реконструкции транспортной развязки является снижение транспортной нагрузки и уменьшение числа конфликтных точек на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская что в свою очередь приведет к увеличению скорости и пропускной способности, уменьшению плотности и интенсивности движения, снижению вероятности возникновения ДТП.

Основной причиной заторовых ситуаций на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская является низкая пропускная способность организованного светофорного регулирования, хотя движение транспорта также осуществляется через правоповоротные шлюзы, цикл светофорного регулирования достаточно сложен, ввиду того что при интенсивном левоповоротном движении на пересечении необходимо организовать отдельную фазу левого поворота при движениях в обоих направлениях.

Для решения данных проблем на рассматриваемом участке УДС г. Красноярска ставятся следующие задачи:

- проанализировать, а так же выбрать метод наиболее эффективного метода ОДД на рассматриваемом участке;
- спроектировать схему организации движения с вариантом двухуровневой развязки на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

## **2 Технико – организационная часть**

В бакалаврской работе варианты совершенствования ОДД на участке УДС Советского района г. Красноярска пересечения ул. Пограничников – пр. Metallургов и ул. Ястынская. Разработан проект совершенствование ОДД, включающий комплекс инженерных решений по проектированию нескольких вариантов двухуровневых развязок на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская с организацией движения транспортных потоков.

Для решения поставленных задач необходимо произвести исследование и анализ существующей организации и безопасности дорожного движения на рассматриваемом участке УДС Советского района, а так же:

- обосновать необходимости и целесообразности проектирования транспортной развязки в двух уровнях и транспортных развязок в местах съезда с нее на рассматриваемом участке;
- определить геометрические параметры проектируемой транспортной развязки в двух уровнях;
- исследовать возможность обеспечения пропускной способности предлагаемых транспортных развязок и обеспечение безопасности движения;
- определить места и способы вывода транспортных потоков на проектируемые транспортные развязки;
- разработать проект схемы и организации движения транспортных потоков по предлагаемому варианту дипломного проекта;
- рассчитать уровень загрязнения окружающей среды вредными выбросами автотранспорта ;
- рассчитать эффективность предлагаемых мероприятий.

## 2.1 Разработка мероприятий по совершенствованию ОДД в Советского района г. Красноярск

В данной бакалаврской работе рассматриваются варианты применения пересечения автомобильных дорог и городских улиц в разных уровнях. Предлагается совершенствование схемы проезда автомобильного транспорта на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская путем строительства транспортной развязки в двух уровнях (рисунок 9).

Основными факторами обоснования строительства является снижение транспортной нагрузки Советского района г. Красноярск, что в свою очередь приведет к увеличению скорости и пропускной способности, уменьшению плотности и интенсивности на УДС города, снижению вероятности возникновения заторовых ситуаций, и улучшит экологическую обстановку.

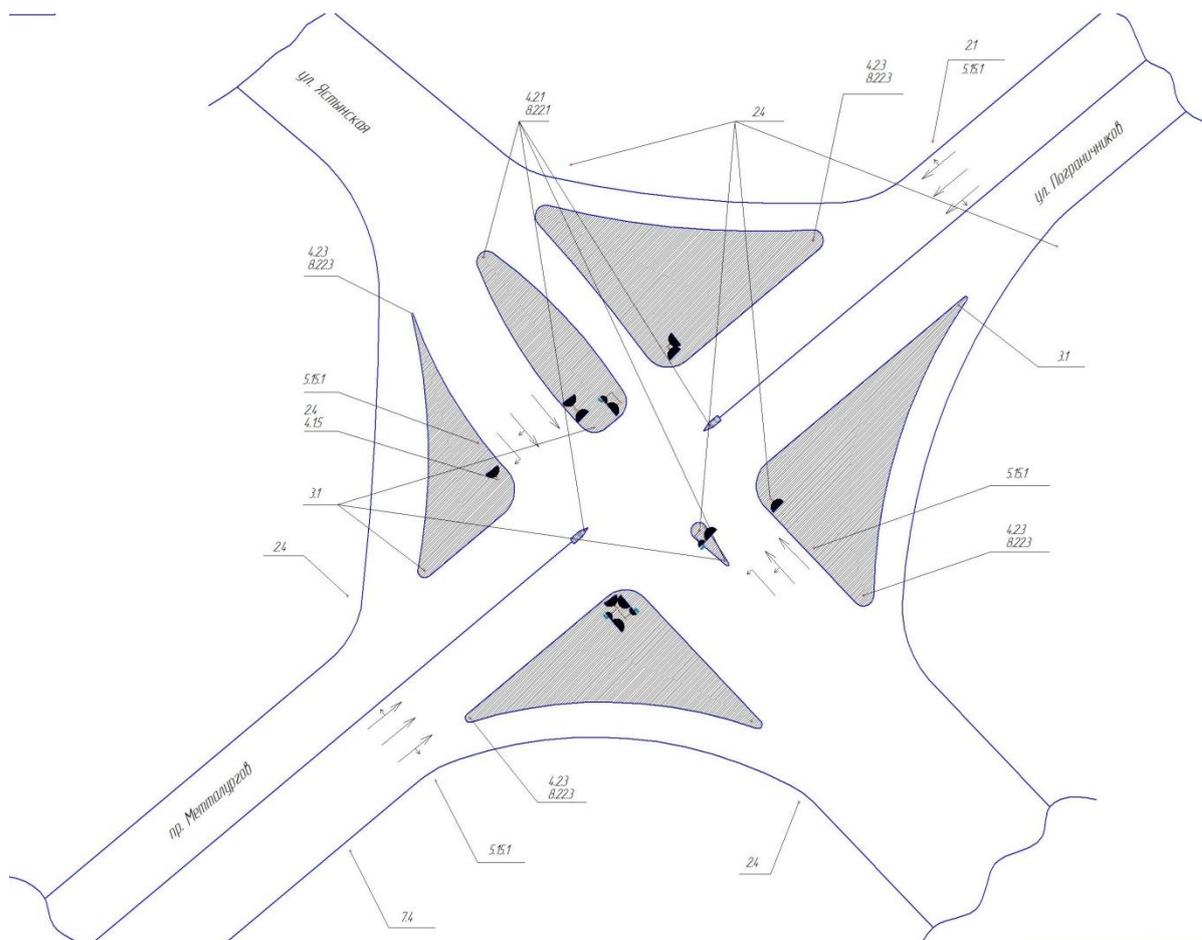


Рисунок 9 – Существующая схема рассматриваемого участка УДС г. Красноярск на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская

В местах съезда с транспортной развязки в двух уровнях предлагается строительство пересечения автомобильных дорог между собой в разных уровнях с устройством съездов с одной дороги на другую.

При устройстве пересечений в разных уровнях достигаются следующие преимущества:

- обеспечивается более четкая организация движения пересекающихся транспортных потоков по сравнению с пересечениями в одном уровне;
- более высокая по сравнению с пересечениями в одном уровне безопасность движения обеспечивается за счет исключения по наиболее загруженным направлениям самых опасных конфликтных точек пересечения.
- устройство путепровода через одну из пересекающихся дорог позволяет легко пропустить потоки движения по обеим дорогам в прямом направлении без снижения скорости из-за помех от поворачивающих автомобилей;
- повышается безопасность движения, особенно при осуществлении левых поворотов;

### 2.1.1 Расчет ожидаемых транспортных потоков

Для того чтобы правильно выбрать тип транспортной развязки для въезда (съезда) с пр. Metallургов (ул. Пограничников) на предполагаемое сооружение эстакада, а также произвести дальнейшие расчеты необходимо определить количество автомобилей, которые пойдут по предлагаемому сооружению транспортной развязки в двух уровнях. Строительство сооружения транспортной развязки в двух уровнях позволит разгрузить улицы района, снизить перепробег и увеличить безопасность движения на пересечениях, путем разнесения потоков в разные уровни.

Обследование производилось в периоды наибольшей загрузки пересечений движением транспорта – с 08:00 до 09:00, а также с 18:00 до 19:00

в рабочие дни (кроме субботы, воскресенья и праздничных дней). Были выбраны максимальные значения интенсивности.

На основании существующей интенсивности на рассматриваемом участке УДС г. Красноярска пр. Metallургов (ул. Пограничников), ул. Ястынская по основным направлениям необходимо определить предполагаемую интенсивность.

Согласно «Руководства по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах» (Росавтодор 2003) при разработке технико – экономических обоснований реконструкции отдельных автомобильных дорог или сооружений на них можно использовать метод прогнозирования интенсивности движения – метод экстраполяции. При повышении технической категории существующей дороги необходимо учитывать отмеченные отечественным и зарубежным опытом более высокий темп роста интенсивности движения в первые 6 лет эксплуатации.

В этом случае прогнозирование интенсивности движения следует выполнять по формулам:

при прогнозировании интенсивности движения в первые 6 лет эксплуатации:

$$N_t = N_o \cdot (1+B_k)^{(t)} , \quad (3)$$

при прогнозировании интенсивности движения после 6 лет эксплуатации:

$$N_t = (N_o \cdot (1+B_k)^{(6)} ) \cdot (1+B_k)^{(t-6)} , \quad (4)$$

где  $N_t$  – прогнозируемая интенсивность движения в  $t$  – год, авт./час;

$N_o$  – исходная интенсивность движения, авт./час;

$B$  – среднегодовой прирост интенсивности движения.

Причем, показатель  $V_k = 1,0747$  (т.е прирост на 7,4% ежегодно) принимаем исходя из среднестатистического прироста количества автотранспорта в г.Красноярске за период 6 лет.

Показатель  $V = 1,0200$  ( т.е прирост на 2% ежегодно ) принимаем исходя из среднестатистического роста населения г. Красноярска.

Таким образом , можно представить прогнозируемую интенсивность движения на транспортной развязке ( в приведенных единицах) в виде следующей таблицы 5.

Таблица 5 – Предполагаемая расчетная интенсивность на транспортной развязке

Период	Год	Ежегодный процент прироста транспорта	Суммарная расчетная интенсивность движения, прив.ед/час	
			поворот с пр. Metallургов на ул. Ястынская	поворот с ул. Пограничнико в на мост "777"
1	2017	7,47	977	811
2	2018	7,47	1050	872
3	2019	7,47	1128	937
4	2020	7,47	1213	1007
5	2021	7,47	1303	1082
6	2022	7,47	1401	1163
7	2023	2,00	1420	1180
8	2024	2,00	1443	1199
9	2025	2,00	1469	1220
10	2026	2,00	1499	1245
11	2027	2,00	1532	1273
12	2028	2,00	1569	1304
13	2029	2,00	1611	1338
14	2030	2,00	1656	1376
15	2031	2,00	1707	1418
16	2032	2,00	1762	1464

Окончание таблицы 5

Период	Год	Ежегодный процент прироста транспорта	Суммарная расчетная интенсивность движения, прив.ед/час	
			поворот с пр. Metallургов на ул. Ястынская	поворот с ул. Пограничником на мост "777"
17	2033	2,00	1823	1514
18	2034	2,00	1890	1570
19	2035	2,00	1963	1630
20	2036	2,00	2043	1697
21	2037	2,00	2131	1770

На основе сделанных расчетов можно сделать вывод о суммарной перспективной интенсивности движения на рассматриваемой транспортной развязке по годам:

- предполагаемое существующая интенсивность – 1788 прив.ед/час;
- перспектива пятилетняя – 2385 прив.ед/час;
- перспектива десятилетняя – 2744 прив.ед/час;
- перспектива 20– ти летняя – 3901 прив.ед/час;

### 2.1.2 Анализ возможных мероприятий обеспечивающих соответствие пропускной способности (методы) разделение в пространстве

В ходе проектирования транспортной развязки в двух уровнях для проезда транспортных средств, необходимо организовать съезды (въезды) с нее на пр. Metallургов (ул. Пограничников). Для этого необходимо выбрать типы транспортных развязок.

Ввиду высокой интенсивности движения, пересечения в одном уровне не удовлетворяют требованиям движения, имея недостаточную пропускную способность независимо от типа такого пересечения. Из-за этого возникают очереди и заторы движения, имеет место высокая плотность движения, необходимость маневрирования создает непредвиденные и опасные ситуации.

Все это ведет к увеличению количества ДТП, особенно числа происшествий с материальным ущербом.

С целью улучшения условий дорожного движения и снижения числа конфликтных точек на пересечении строятся транспортные развязки в двух уровнях.

Выбирая тип транспортной развязки в разных уровнях необходимо опираться на технико–экономические показатели развязки:

- пропускные способности основных и поворачивающих направлений движения;
- возможность и удобство организации движения общественного транспорта, пешеходного движения;
- стоимость строительства, полноту развязки движения;
- скорость движения по основным и поворачивающим направлениям и съездам, транспортные потери, вызванные снижением скоростей движения и образованием очередей на второстепенных направлениях, возможную аварийность на развязке;
- обеспечение высоких эстетических качеств сооружения;
- оценку планировочного решения с позиции охраны окружающей среды (снижение уровня транспортного шума, загазованности атмосферы, сохранение и улучшение окружающего ландшафта, а в городе архитектурной среды).

Транспортные пересечения в разных уровнях по начертанию их в плане подразделяются на следующие группы:

- линейные, ромбовидные и комбинированные пересечения в разных уровнях с сочетанием элементов различных видов пересечений, преимущественно таких, как клеверные листья, левоповоротные обособленные съезды, петли и участки перестроений.
- клеверообразные;
- петлеобразные;
- сложные пересечения с обособленными левоповоротными съездами;

- кольцевые.

В плане и по схеме организации движения подразделяются на неполные и полные транспортные развязки.

Неполные транспортные развязки в двух уровнях располагают по главному направлению, так как это сооружение обеспечивает более удобное движение транспортных потоков. Кроме этого, такая планировка позволяет на главном направлении исключить конфликтные точки пересечения и расположить их на второстепенном направлении. Такие развязки наиболее часто применяют в городских условиях.

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.

Транспортные развязки в городе существенно отличаются от развязок на автомобильных дорогах вне населенных пунктов.ю размерами геометрических элементов и площадью занимаемой территории. Несмотря на это для всех полных транспортных развязок характерны одинаковые принципы организации движения. На полных транспортных развязках точки пересечения потоков устранены, но имеются конфликтные точки, возникающие при маневрировании поворачивающих потоков. Эти точки разветвления, возникающие перед началом съезда слияния потоков после выхода со съезда и переплетения потоков на участке, который расположен между двумя съездами. Разветвление транспортных потоков связано с необходимостью выхода автомобилей из основного потока на съезд. Скорость движения по съезду ниже, чем скорость основного потока, В этой разнице скоростей заключается опасность такого маневра. Опасность конфликтных точек разветвления может быть снижена за счет уменьшения разницы скоростей.

Ввиду значительной площади размещения при ограниченных условиях городской застройки, транспортные развязки на автомобильных дорогах и

городских магистральных являются самыми дорогостоящими сооружениями, уступающими по стоимости только большим мостовым переходам. Поэтому при разработке схемы транспортной развязки необходимо стремиться не только к уменьшению числа путепроводов и тоннелей, на которые приходится основная доля стоимости развязки, но и к сокращению их длины. Следует иметь в виду, что любой прямой или полупрямой левоповоротный съезд потребует строительства дополнительно не менее двух косых путепроводов. Это может быть оправдано лишь недостатком площадей или невозможностью из-за ограниченной пропускной способности организовать движение на развязке с помощью петлевых левоповоротных съездов.

Проанализировав виды транспортных развязок, в данной бакалаврской работе предлагается рассмотреть несколько вариантов транспортных развязок.

Ромбовидная развязка с изменением сторонности.

На главной дороге для движения прямо строится туннель (или эстакада), для второй сохраняется светофорное движение. Причем на второстепенной дороге меняется сторонность движения в пределах развязки.

Преимущества ромбовидной развязки с изменением сторонности:

1. позволяет выделить преобладающий поток без ущерба для второстепенной дороги;
2. две фазы для светофоров вместо трех в классической ромбовидной развязке;
3. по сравнению с классическим вариантом ромбовидной развязки большая пропускная способность;
4. увеличена безопасность движения за счет снижения скорости движения по второстепенной дороге и меньшему количеству конфликтных точек;
5. есть возможность разворота для главной дороги.

Недостатки ромбовидной развязки с изменением сторонности:

1. непривычная организация дорожного движения может сильно путать водителей;

2. необходима хорошо видная разметка;
3. не может работать без светофорного регулирования.

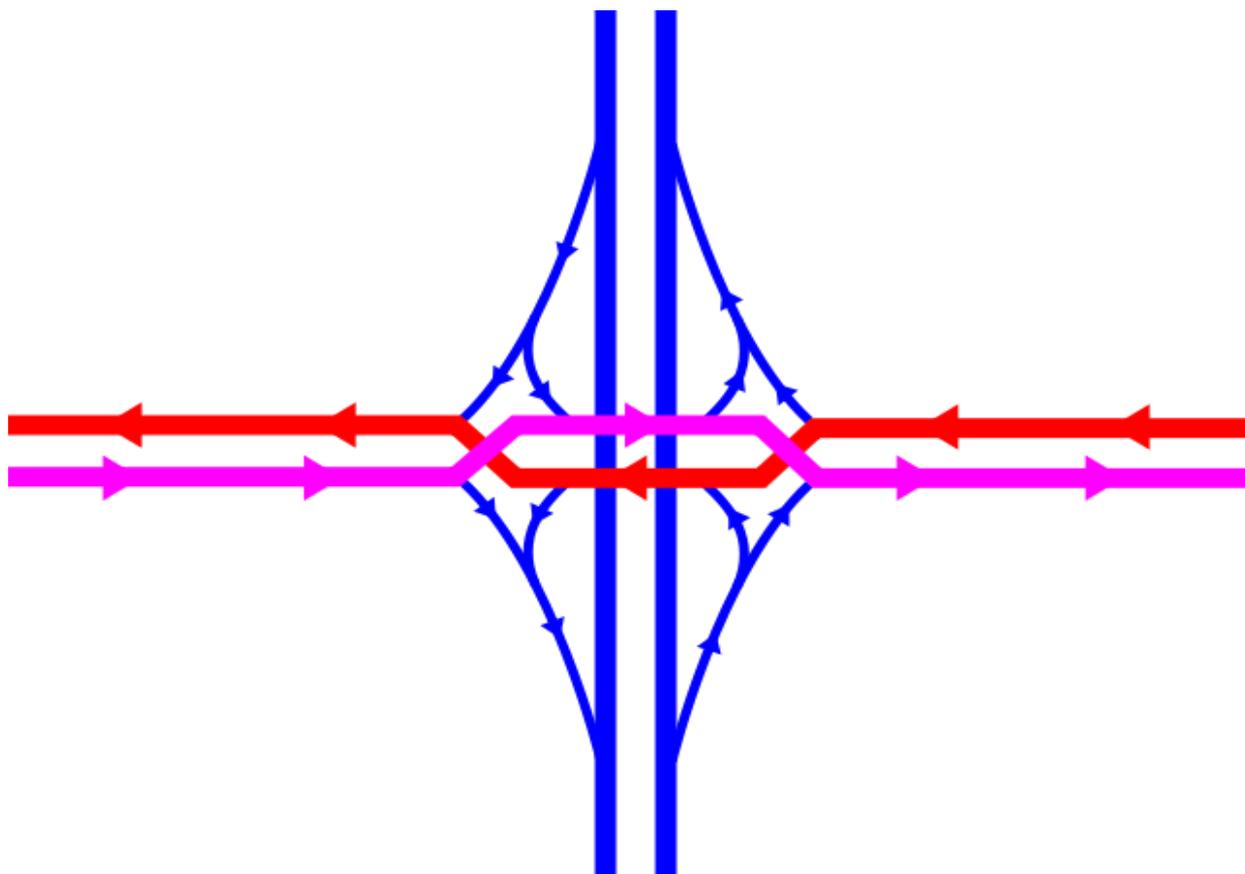


Рисунок 10 – Схема ромбовидной развязки с изменением сторонности

Клеверообразная транспортная развязка.

Наиболее простым и распространенным типом пересечения в разных уровнях является "клеверный лист". В этом типе пересечения одна из дорог проходит на другой по путепроводу; недостатком его является удлинение пути автомобилей, поворачивающих налево; площадь для устройства такого –типа пересечения значительна. Кроме того, они имеют ограниченную пропускную способность из–за переплетения потоков движения автомобилей на путепроводе и под ним на участках примыкания левоповоротных петель.

При возрастании потоков грузовых автомобилей с прицепами возникают трудности вписывания их в кривые. Расчет таких кривых может быть сделан графическим методом. В основу графического метода положена теорема о перемещении плоской фигуры, согласно которой всякое абсолютно жесткое

плоское тело может быть перемещено из одного положения в любое другое в той же плоскости двумя движениями: поступательным и вращательным.

Преимущества клеверообразной транспортной развязки:

1. требуется не так много места (по сравнению с другими видами многоуровневых развязок);
2. возможен разворот в базовой конфигурации, хотя и затруднителен;
3. строительство с минимальными проблемами: сначала строятся дороги для правого поворота, затем прямое пересечение закрывается на период строительства моста, после чего достраивается «клевер». Требуется сооружение только одного моста.



Рисунок 11 – Схема клеверообразной транспортная развязка

Анализируя существующие схемы ОДД с применением транспортных развязок в разных уровнях наиболее целесообразно на рассматриваемом участке УДС г. Красноярска применить указанные транспортные развязки по следующим причинам:

1. данная конфигурация транспортной развязки на рассматриваемом участке УДС Советского района имеет меньшую протяженность, что уменьшает перепробег транспортных средств, вследствие чего снижаются транспортные издержки;

2. указанное планировочное решение возможно без сноса капитальных построек, что несомненно положительно сказывается на стоимости строительства транспортной развязки. Так же стоит иметь ввиду, что устройства транспортной развязки данного типа значительно уменьшит транспортную нагрузку на магистральные улицу Пограничников и проспект Metallургов, и позволит исключить наиболее опасные конфликтные точки – пересечения;

3. целью устройства транспортной развязки в двух уровнях на рассматриваемом участке УДС Советского района г. Красноярск пересечение пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская является совершенствованием ОДД на данном пересечении для снижения общей транспортной нагрузки на магистральные улицы Центрального и Советского районов;

4. ввиду того что рассматриваемый участок УДС Советского района г. Красноярск расположен в незаселенной, промышленной части города, имеются значительные площади для организации транспортной развязки в разных уровнях типа полный клеверный лист без осуществления значительных затрат на снос капитальных построек.

Далее необходимо определить пропускную способность предлагаемых транспортных развязок.

### 2.1.3 Определения пропускной способности пересечений в разных уровнях

В бакалаврской работе предполагается проектирование нескольких транспортных развязок в двух уровнях на пересечении пр. Metallургов

(ул. Пограничников). Для предлагаемых мероприятий необходимо определить пропускную способность.

Пропускные способности съездов и прямых направлений оценивают обычно отдельно. Это объясняется тем следующим:

1. закономерностью формирования и движения прямых и поворачивающих потоков неодинаковые;

2. пропускная способность съездов во многом определяет интенсивностью и режимом движения основного направления, а пропускная способность прямого направления – дорожными условиями, существующими на пересекающихся дорогах.

Недостаточная пропускная способность транспортной развязки образуется в случае, если по одному из любых направлений движения образуются кратковременные заторы или очереди автомобилей. Чаще всего это бывает на съездах развязок. Повышение пропускной способности транспортной развязки всегда связано с изменением ее планировочного решения:

- строительством переходно–скоростных полос;
- увеличением числа полос движения;
- изменение очертаний съездов.

На полных транспортных развязках пропускная способность прямого направления рассчитывается с учетом состава потока и многополосности движения. Пропускная способность прямых направлений на транспортных развязках зависит от числа полос движения проезжей части и планировочного решения развязки. Расчет пропускной способности может быть выполнен по формуле:

$$N = N_0 \cdot K_n \cdot K_{гр} \cdot K_\phi \cdot K_{ин} \cdot K_{шп}, \quad (5)$$

где  $N_0$  – расчетная пропускная способность одной полосы движения;

$K_{п}, K_{гр}, K_{ф}, K_{ип}, K_{шп}$  – значения коэффициентов выбирают в соответствии с дорожными условиями из таблицы 6.

Таблица 6 – Значения коэффициентов

Число полос движения	2	3	4	5	6	–
$K_{п}$	1,8	2,4	2,9	3,4	3,9	–
Доля грузовых автомобилей, ‰	0	10	20	30	50	70
$K_{гр}$	1,00	0,95	0,90	0,85	0,78	0,72
Тип покрытия проезжей части	А/б	Сборно–бетонное		Булыжник		Грунтовое
$K_{ф}$	1,00	0,88		0,72		0,30
Продольный профиль, ‰	20	30	40	50	60	70
$K_{ип}$ при длине подъема, м:						
200–300	1,00	1,00	0,95	0,90	0,80	0,75
300–500	1,00	0,95	0,90	0,85	0,75	0,65
более 500	0,95	0,93	0,88	0,82	0,70	0,60
Ширина полосы движения, м	2,5–0,75		3,0		3,5 и более	
$K_{шп}$	0,90		0,98		1,00	

Пропускная способность одной полосы проезжей части принимается с учетом скорости движения по таблице 7.

Таблица 7 – Значения пропускной способности одной полосы движения с учетом скорости движения

Транспортные средства	Наибольшее число однородных фактических единиц транспортных средств в 1 ч.		
	пересечения в разных уровнях		пересечение в одном уровне
	скоростная дорога	магистральная улица непрерывного движения	
Легковые	1300	1200	600
Грузовые	600–800	500–650	300–400
Автобусы	200–300	150–250	100–150
Троллейбусы	–	110–130	70–90

Для транспортных развязок съезда с транспортной развязки в двух уровнях на пр. Metallургов принимает пропускную способность одной полосы с учетом того, что она является магистральной улицей непрерывного движения: легковые 1200 авт/ч, грузовые 500 авт/ч.

Исключение составляет правая крайняя полоса, с которой сопрягаются съезды развязки. Условия движения на этой полосе более сложные, чем на других полосах. На подходе к развязке на нее переходят поворачивающие потоки, снижающие скорости движения перед входом на съезд или переходно–скоростную полосу. На межпетленных участках правая полоса главной дороги вместе с переходно–скоростной полосы образует зону переплетения, в которой переплетающиеся потоки движутся со скоростями меньшими, чем основной поток. В зоне примыкания съезда к правой полосе за счет автомобилей, выходящих со съезда, транспортный поток на правой

полосе уплотняется и скорость и скорость его снижается. Возникающая при этом волна плотности движется навстречу потоку со скоростью тем большей, чем выше плотность основного потока. Влияние этой волны плотности на режим движения по правой полосе главной дороги может распространяться на достаточно большие расстояния и при работе в режиме пропускной способности может достигать 1,0 – 1,5 км. Все это сказывается на пропускной способности правой полосы, которая от пропускной способности при свободном движении составляет в зависимости от интенсивности движения на съездах 60 – 80%.

На рассматриваемых транспортных развязках крайняя правая полоса в расчет пропускной способности прямого направления не принимается. Эта полоса используется для организации движения поворачивающих потоков.

Пропускную способность проектируемой транспортной развязки в двух уровнях можно рассчитать по формуле 5, где пропускную способность одной полосы принимаем равной  $N_0=(1200+500)=1700$  ед/ч. Значения коэффициентов выбирает в соответствии с таблицей 5.

$$N = 1700 \cdot 3,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 5967 \text{ ед/ч}$$

Сравнивая значения таблицы 4 с пропускной способностью проектируемой транспортной развязки в двух уровнях можно сделать вывод, что эстакада справиться с предполагаемой интенсивностью на пересечениях пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

Пропускная способность съезда. Определяется пропускной способностью трех участков – входа; полосы движения на съезде; выхода на главную дорогу – и равна меньшему из этих трех значений.

На рассматриваемых транспортных развязках пропускная способность съезда составляет 600 авт/ч при скорости движения 35 – 40 км/ч. Увеличение числа полос движения на съезде не дает увеличения его пропускной способности, если выход со съезда организован по одной полосе.

Пропускная способность зоны слияния потоков на главной дороге и потоков, выходящих со съезда, зависит от угла их встречи, относительной скорости движения, планировочного решения зоны слияния и граничного промежутка времени. Временные интервалы в основном потоке, используемые поворачивающим потоком в зоне слияния на транспортной развязке, могут различаться довольно значительно в зависимости от того, сходу или после предварительной остановки выполняется это слияние. Большое значение при этом имеет и интенсивность движения основного потока.

Транспортные потоки на развязке сливаются на правой полосе основного направления и для оценки пропускной способности зоны слияния необходимо определять распределение интенсивности прямого направления по полосам проезжей части. Это распределение зависит от интенсивности и состава движения. На городских магистралях с более высокой, чем на автомобильных дорогах, транспортной загрузкой распределение движения по полосам проезжей части имеет более стабильный характер.

На граничный интервал времени в зоне слияния интенсивность основного направления оказывает такое же влияние, как и в любой конфликтной точке: при средних плотностях основного потока увеличение интенсивности движения по правой полосе вызывает уменьшение граничного интервала, а при малой и высокой плотности интервал остается практически постоянным.

Граничный интервал может быть уменьшен за счет сокращения границы скоростей движения основного и вливающегося потока. Наиболее неблагоприятный случай, соответствующий наименьшей пропускной способности зоны слияния, – предварительная остановка автомобиля перед выходом со съезда. Такая ситуация может быть устранена за счет устройства переходно–скоростных полос. Однако трудность выхода со съезда может быть полностью устранена при отсутствии движения по переходно–скоростной

полосе. В противном случае условия выхода со съезда будет определять именно эта интенсивность движения.

При повышении пропускной способности съездов, переходно–скоростные полосы становятся эффективными при интенсивности движения по правой полосе главного направления более 400 авт./ч в городских условиях и более 300 авт./ч на автомобильных дорогах. При меньших интенсивностях движения основное назначение переходно–скоростных полос – снижение опасности конфликтной зоны.

На рассматриваемых транспортных развязках предполагаемая интенсивность по правой полосе главного направления более 300 авт/ч, то необходимо назначение переходно–скоростных полос.

## **2.2 Расчет геометрических параметров транспортной развязки в двух уровнях**

### **2.2.1 Расчет поперечного профиля проектируемой транспортной развязки в двух уровнях**

Параметры поперечного профиля проезжей части и земляного полотна автомобильных дорог в зависимости от их категории следует принимать в соответствии со СП 34.13330.2012. "Автомобильные дороги.", основные параметры указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Основные параметры поперечного профиля дороги

Параметры элементов дорог	Категории дорог					
	I–а	I–б	II	III	IV	V
Число полос движения	4; 6; 8	4; 6; 8	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3	–

Окончание таблицы 8

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

Поперечный профиль проезжей части, для предлагаемого комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД строительство транспортной развязки в двух уровнях на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская, принимаем как для I категории дороги.

Покрытия на обочинах и укрепленных полосах разделительных полос должны отличаться по цвету и внешнему виду от покрытий проезжей части или отделяться разметкой. Обочины по своей прочности должны допускать выезд на них транспортных средств.

Так как проектируемая дорога I категории, то число полос следует устанавливать в зависимости от интенсивности движения и рельефа местности по таблице 9.

Таблица 9 – Зависимость числа полос от интенсивности движения и рельефа местности

Рельеф местности	Интенсивность движения, прив. ед/сут	Число полос движения
Равнинный и пересеченный	от 14 000 до 40 000	4
	от 40 000 до 80 000	6
	свыше 80 000	8
Горный	от 14 000 до 34 000	4
	от 34 000 до 70 000	6
	свыше 70 000	8

По значению перспективной интенсивности движения на проектируемой транспортной развязке число полос движения принимаем равное четырем.

При определении ширины насыпей автомобильных дорог следует помнить, что поверху на длине не менее 10 м от начала и конца мостов, путепроводов она должна превышать расстояние между перилами моста, путепровода на 0,5 м в каждую сторону. При необходимости следует производить соответствующее уширение земляного полотна; переход от уширенного земляного полотна к нормативному надлежит выполнять на длине 15 – 25 м.

Поперечный профиль проезжей части проектируемой дороги следует предусматривать двускатным на прямолинейных участках дорог всех категорий и, как правило, на кривых в плане радиусом 3000 м и более для дорог I категории и радиусом 2000 м и более для дорог других категорий.

Поперечные уклоны проезжей части (кроме участков кривых в плане, на которых предусматривается устройство виражей) следует назначать в зависимости от числа полос движения и климатических условий по таблице 10.

Таблица 10 – Поперечные уклоны проезжей части в зависимости от числа полос движения и климатических условий

Категория дороги	Поперечный уклон, ‰			
	дорожно–климатические зоны			
	I	II, III	IV	V
I–а и I–б: а) при двускатном поперечном профиле каждой проезжей части	15	20	25	15
б) при односкатном профиле:				
первая и вторая полосы от разделительной полосы	15	20	20	15
третья и последующие полосы	20	25	25	20
II – IV	15	20	20	15

Поперечные уклоны проезжей части на виражах следует назначать в зависимости от радиусов кривых в плане по таблице 11.

Таблица 11 – поперечные уклоны проезжей части на виражах в зависимости от радиусов кривых в плане

Радиусы кривых в плане, м	Поперечный уклон проезжей части на виражах, ‰		
	основной, наиболее распространенный		в районах с частым гололедом
	на дорогах I–V категорий	на подъездных дорогах к промышленным предприятиям	
От 3000 до 1000 для дорог I категории	20–30	–	20–30
От 2000 до 1000 для дорог II–V категорий	20–30	–	20–30

Окончание таблицы 11

Радиусы кривых в плане, м	Поперечный уклон проезжей части на виражах, ‰		
	основной, наиболее распространенный		в районах с частым гололедом
	на дорогах I–V категорий	на подъездных дорогах к промышленным предприятиям	
От 1000 до 800	30–40	–	30–40
От 800 до 700	30–40	20	30–40
От 700 до 650	40–50	20	40
От 650 до 600	50–60	20	40
От 600 до 500	60	20–30	40
От 500 до 450	60	30–40	40
От 450 до 400	60	40–60	40
От 400 и менее	60	60	40

На рисунке 12 представлена схема поперечного профиля проектируемой транспортной развязки в двух уровнях.

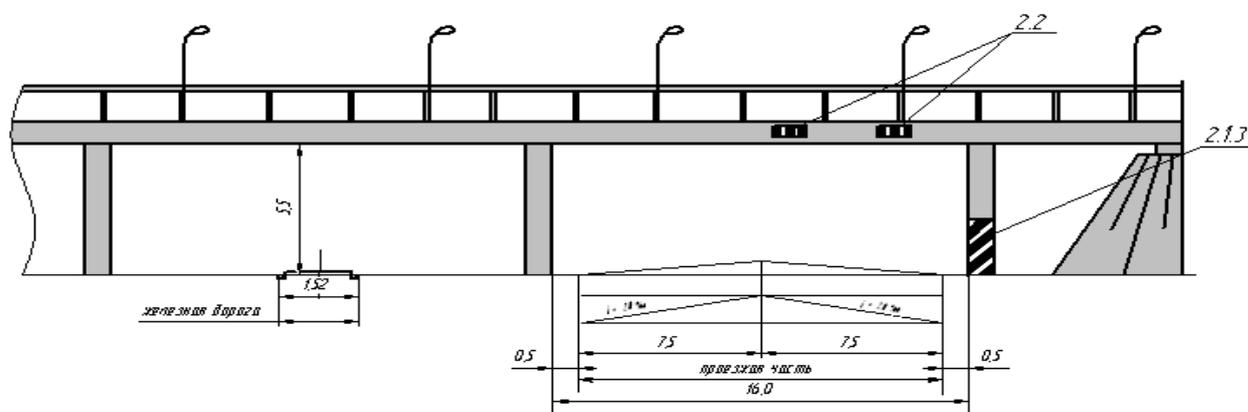


Рисунок 12 – Схема транспортной развязки в двух уровнях и поперечный профиль дороги в месте съезда на пр. Metallургов (ул. Пограничников)

Поперечные уклоны проезжей части проектируемой дороги принимаем равным 15%. Поперечные уклоны обочин при двускатном поперечном профиле следует принимать на 10 – 30% больше поперечных уклонов проезжей части.

### 2.2.2 Методы исключения пересечений транспортных потоков

В бакалаврской работе рассматривается строительство транспортной развязки в двух уровнях на пересечениях пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская, предложено несколько вариантов развязок в разных уровнях на указанных пересечениях.

Исключение пересечений транспортных потоков в узле может быть достигнуто следующими способами:

- заменой пересечения слиянием и ответвлением (саморегулирующие узлы);
- изоляцией взаимно пересекающихся потоков во времени (светофорное регулирование);
- изоляцией взаимно пересекающихся потоков в пространстве (пересечения в разных уровнях).

Способ пересечения в разных уровнях является наиболее выгодным, так как обеспечивает непрерывное движение транспорта без задержек в условиях высокой безопасности при высокой пропускной способности.

При этом пересечения в разных уровнях требуют устройства дорогостоящих инженерных сооружений (тоннелей, путепроводов, эстакад и т.д.). Подобные капиталовложения должны быть экономически оправданы сокращением ДТП, ликвидацией задержек транспорта, оздоровлением условий проживания населения, обусловленным тем, что устраняется работа двигателей на холостом ходу и массовые пуски автомобилей с места, при которых угарного газа выделяется в разы раз больше, чем при непрерывном движении.

### 2.2.2.1 Основные нормы для проектирования пересечений в разных уровнях

При проектировании транспортных развязок в разных уровнях, ввиду пропуска одной проезжей части над другой необходимо принять основные нормы – это высотный габарит, скорость на рассматриваемом участке и длина пандуса транспортной развязки в двух уровнях.

Высотный габарит:

- на скоростной дороге рекомендуется принять 5 м;
- на общегородской магистрали и железной дороге рекомендуется принимать 5,5 м.

Расчетные скорости для проектирования элементов пересечений в разных уровнях принимаются равными:

- при движении в прямом направлении по эстакаде 60 км/ч;
- на съездах с транспортных развязок 35 км/ч;
- на въездах на транспортные развязки 30 км/ч.

С учетом строительной высоты конструкций разница высотных отметок между проезжими частями разных уровней должна приниматься 5–5,5 м.

Радиусы вогнутых кривых на пересечениях в условиях реконструкции города должны быть 1000–1500 м, а выпуклых не менее 2000 м.

Для расчета длины пандусов на подходах к сооружению необходимо определить высоту сооружения и максимально допустимый продольный уклон, который для городских дорог и магистральных улиц составляет 40–60%. Высота сооружения и крутизна откоса определяет ширину пандуса у путепровода понизу.

### 2.2.3 Расчет геометрических элементов транспортных развязок

В бакалаврской работе представлены две транспортные развязки: ромбовидная транспортная развязка с переменной сторонности и полный клеверный лист, для них необходимо рассчитать геометрические параметры.

При выборе схемы и планировочного решения неполной транспортной развязки транспортный путепровод располагают по второстепенному направлению, для обеспечения беспрепятственного движения транспорта по главному направлению.

При проектировании левоповоротных съездов принимается расчетная скорость равная 35 км/ч. Предполагается, что автомобили транспортного потока уже в начале съезда будут иметь скорость не выше 30 км/ч, а торможение перед съездом и разгон будут осуществляться на переходных скоростных полосах. [ 8 ]

Радиус круговой кривой съезда:

$$R = \frac{V^2}{127(\mu + i_B)}, \quad (6)$$

где  $R$  – радиус круговой кривой съезда, м;

$V$  – скорость на съезде, км/ч;

$\mu$  – коэффициент поперечной силы;

$i_B$  – уклон виража, %.

Длина переходной кривой [4, с 30]:

$$L = \frac{V^3}{47 * R * I}, \quad (7)$$

где  $L$  – длина переходной кривой, м;

$R$  – радиус круговой кривой съезда, м;

$I$  – нарастание центробежного ускорения, принятое равным  $0,5, \text{м/с}^2$ .

Расчеты для правоповоротного съезда аналогичны.

С целью обеспечения безопасности, удобства и экономичности движения с расчетными скоростями следует спроектировать такие радиусы кривых в плане на дорогах, при которых возможно движение транспортных средств с заданной скоростью.

Радиусы кривых при проектировании дорог устанавливают в зависимости от скорости движения по дороге (таблица 12).

Таблица 12 – Радиусы кривых в плане от скорости движения

Расчетная скорость движения, км/ч	150	120	100	80	60	50	40	30
Категория дорог	I	II	III	IV	V	–	–	–
Радиусы:								
равнинная местность	1200	800	600	300	125	100	60	30
горная местность	1000	600	400	250	125	100	60	30

Для рассматриваемых транспортных развязок при принятой скорости 35–30 км/ч радиусы кривых в плане принимаем равными 45 м.

При проектировании съездов возникают противоречивые задачи, связанные, с одной стороны, со стремлением создать наилучшие условия осуществления поворотов на достаточно высокой скорости, а с другой – с необходимостью до минимума сократить площадь, занимаемую узлом, что особенно важно в городских условиях.

Ввиду недопустимости обгона на съездах, ширину проезжей части на съездах предусматриваем в полосу движения, делая его более широкой с учетом более сложных условий движения и управления автомобилем.

Пропускная способность однополосного съезда в условиях непрерывного движения обеспечивает пропуск поворотных потоков, но также и тем, что наличие горизонтальных кривых и уклонов ограничивает возможность обгона, кроме того, при однорядном движении можно

обеспечить необходимую простоту и безопасность маневров на концевых участках съездов. Учитывая вынос кузова транспортного средства при вписывании в кривую, ширина полосы проезжей части на кривой должна быть больше, чем на прямом участке и должна допускать возможность объезда стоящих автомобилей (таблица 13).

Таблица 13 – Ширина проезжей части для боковых и круговых съездов в зависимости от радиуса поворота и условий движения

Радиус закругления по внутренней кромке проезжей части, м	Ширина проезжей части съезда, м		
	однополосное одностороннее движение; обгон и объезд не разрешен	однополосное одностороннее движение с объездом стоящих экипажей	двухполосное движение в одну или обе стороны
15	6,0	8,1	11,4
22,5	5,4	7,5	11,1
30	5,1	7,2	10,2
45	4,8	6,9	9,3
60	4,8	6,6	8,7
90	4,5	5,7	8,4
120	4,5	5,7	8,4
150	4,5	5,7	8,1

На левоповоротных съездах предусматриваем ширину проезжей части 5 м при укрепленных внешних обочинах шириной 3 м. Для уменьшения объема земляных работ внутренние обочины в обоих случаях принимаем по 1,5 м, поскольку отсутствует необходимость обеспечивать остановки автомобилей с обеих сторон поворотных полос.

На правоповоротных съездах с учетом уширения проезжей части и большей трудности вождения автобусов, автопоездов, и трейлерных прицепов по одной полосе принимаем ширину проезжей части 4 м, при укрепленных внешних обочинах – 3 м, допускающих вынужденную остановку автомобилей в ожидании технической помощи.

С целью улучшения режима движения на основных полосах предлагаемых транспортных развязок, их необходимо оборудовать переходно–скоростными полоса.

Переходно–скоростные полосы – это дополнительные полосы проезжей части, на которых происходит снижение скорости движения автомобилей перед съездом направо – или левоповоротные съезды, рассчитанные на скорость, меньшую скорости на основных полосах движения; увеличение скорости перед въездом автомобилей на основные полосы движения, рассчитанные на большую скорость, чем скорость на съездах.

При отсутствии таких полос сворачивающие или въезжающие автомобили снижают скорость на основных полосах движения и тем самым нарушают нормальный режим движения основных транспортных потоков. Переходно–скоростные полосы улучшают режим движения на основных полосах, на которых в этом случаи все автомобили могут двигаться с постоянной скоростью.

Если расчетная скорость на съездах и основных полосах одинакова, надобность в устройстве переходно–скоростных полос отпадает.

В зависимости от категории дороги и продольных уклонов, которые влияют на длину путей разгона и торможения определяют длину переходно–скоростных полос (таблица 14).

Таблица 14 – Параметры переходно–скоростных полос

Категории дорог	Предельный угол, %		Длина полос полной ширины, м, для		Длина отгона полос разгона и торможения, м
	спуск	подъем	разгона	торможения	
I–б и II	40	–	140	110	80
	20	–	160	105	80
	0	0	180	100	80
	–	20	200	95	80
	–	40	230	90	80
III	40	–	110	85	60
	20	–	120	80	60
	0	0	130	75	60
	–	20	150	70	60
	–	40	170	65	60

Окончание таблицы 14

Категории дорог	Предельный угол, %		Длина полос полной ширины, м, для		Длина отгона полос разгона и торможения, м
	спуск	подъем	разгона	торможения	
IV	40	–	30	50	30
	20	–	35	45	30
	0	0	40	40	30
	–	20	45	30	30

Отгон полос торможения следует начинать с уступа величиной 0,5 м. При выходе со съезда должна быть обеспечена видимость конца переходной–скоростной полосы.

Ширину переходной–скоростных полос следует принимать равной ширине основных полос проезжей части.

Переходно–скоростные полосы для левоповоротных съездов дорог I и II категорий транспортных развязок следует проектировать в виде единых по длине полос для смежных съездов, включая участок путепровода.

Ширину проезжей части на переходной–скоростных полосах принимаем, как и на основной дороге, 3,75 м, учитывая, что на ее концевых участках скорость та же, что и на основной дороге. Крайнюю полосу предусматриваем из сборных бетонных плит шириной 0,75 м при укрепленных обочинах.

Полосы торможения для левых поворотов на пересечениях и примыканиях в одном уровне дорог II и III категорий рекомендуется предусматривать с устройством направляющих островков, располагаемых в одном уровне с прилегающими полосами и выделяемых разметкой.

На основании вышеизложенного, назначим основные геометрические параметра съездов (въездов) на проектируемые транспортные развязки в разных уровнях (таблица 15).

Таблица 15 – Расчетные значения для съездов

Тип виража	Расчетная скорость, км/ч	Радиус кривой, м	Ширина проезжей части, м	Уклон виража, ‰	Переходно– скоростные полосы, м
Съезд	45	40	5,1	40	45
Подъем	40	40	5,1	20	40

#### 2.2.4 Проектирование транспортной развязки в двух уровнях

Для обеспечения наименьшего пробега транспортных средств расположение транспортной развязки в двух уровнях должно быть удобным для транспортного сообщения.

Вне зависимости от схемы пересечение в разных уровнях состоит из следующих элементов: а) путепровода; б) подходных рамп; в) боковых съездов; г) круговых съездов; д) разворотов.

Путепровод необходимо проектировать с такой шириной проезжей части которая бы обеспечивала свободный и безопасный пропуск ожидаемых транспортных потоков в час максимум и должна соответствовать ширине проезжей части основного магистрального подхода.

Ширина проезжей части в месте пересечениях дорог в разных уровнях на эстакаде устанавливается соответственно размерам движения транспорта и пропускной способности при установленной скорости, без устройства ленты для временной стоянки автомобилей.

Ширину одной полосы движения устанавливается для прямого транзитного движения на эстакадах 3,75 м. На криволинейных участках предусматривается соответствующее уширение проезжей части.

Наименьший радиус поворота по линии борта в местах разворота устанавливаем – 14 м для грузового автотранспорта и 8 м для легкового.

Ширину служебных тротуаров на пандусах, эстакадах, путепроводах и в тоннелях принимаем не менее 1,5 м.

Геометрические параметры транспортной развязки в двух уровнях, как по высоте, так и по ширине должны соответствовать требованиям пропуска транспортного потока и не снижать пропускную способность магистрали в месте пресечения. Исходя из этого ширина проезжей части под путепроводом должна быть не менее, чем на соответствующем магистральном подходе. Геометрические параметры транспортной развязки в двух уровнях должны составлять не менее:

- проезжей части –  $4 \cdot 3,75$  м в каждом направлении;
- подмостовые габариты при автомобильном и автобусном движении – 5,0 м;
- ширина служебных тротуаров –  $2 \cdot 1,5 = 3$  м.

На основе вышеизложенного определим основные геометрические параметры проектируемых транспортных развязок в разных уровнях (таблица 16).

Таблица 16 – Геометрические параметры транспортной развязки в двух уровнях

Вариант пересечения	Высота путепровода, м	Продольный уклон, ‰	Ширина заложения откоса, м	Ширина проезжей части, м	Расчетная скорость, км/ч
пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская	5,5	60	37,0	30	60

Указанные геометрические параметры в полной мере отвечают требованиям нормативных документов, а так же обеспечат беспрепятственное движение транспортных потоков заданной интенсивности.

## **2.3 Технические средства организации движения для проектируемых вариантов транспортных развязок**

Организация дорожного движения – комплекс организационно–правовых, организационно–технических мероприятий и распорядительных действий по управлению движением на дорогах, направленный на обеспечение безопасности дорожного движения.

Регулирование дорожного движения осуществляется при помощи дорожных знаков, дорожной разметки, дорожного оборудования, светофоров и заключается в поддержании на определенном уровне показателей транспортных и пешеходных потоков, обеспечивающих эффективность и безопасность дорожного движения.

На проектируемых транспортных развязках необходимо установить дорожные знаки, мачты освещения, транспортные светофоры, барьерные ограждения, а также нанести дорожную разметку.

### **2.3.1 Установка дорожных знаков на проектируемых транспортных развязках**

На предлагаемых транспортных развязках пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская, для организации движения транспорта необходимо установить дорожные знаки. Устанавливать дорожные знаки необходимо с помощью подвешивания на тросах над проезжей частью улицы или крепить на кронштейнах к опорам светофорных объектов, столбов уличного освещения, или на специальных стойках.

Установка дорожных знаков на предлагаемых вариантах транспортных развязок производилась в соответствии ГОСТ Р 52290 – 2004 «Технические средства ОДД. Знаки дорожные. Общие технические требования».

### 2.3.2 Дислокация дорожных знаков на проектируемых транспортных развязках

Перечень знаков располагающихся на проектируемых транспортных развязках приведена в таблице 17

Таблица 17 – Дислокация дорожных знаков на проектируемых транспортных развязках

Вид	Название знака	Место установки	Количество необходимых знаков, шт.	
			вариант ромбовидной развязки с переменной сторонности	вариант "клеверообразной" транспортной развязки
	2.1 – Главная дорога	1. Расположен главной дороге при пересечении со второстепенной, на расстоянии 1 м. от края проезжей части	5	–
	2.4 – Уступите дорогу	1. Расположен на въездах и выездах на проектируемую эстакаду на , на расстоянии 1.5 м. от края проезжей части 1. Расположен за 2 м. до выезда на полосу разгона, на расстоянии 1,5 м.от края проезжей части	9	4
	3.1 – Движение запрещено	1. Расположен на выездах с проектируемую эстакады (в местах одностороннего движения)	7	–

Продолжение таблицы 17

Вид	Название знака	Место установки	Количество необходимых знаков, шт.	
			вариант ромбовидной развязки с переменной сторонности	вариант "клеверообразной" транспортной развязки
	4.1.2 – Движение направо	1 Установлен совместно со знаком 2.4 при выезде с переходно – скоростной полосы	–	4
	4.2.3 – Объезд препятствия справа или слева	1. Расположен на островке безопасности на расстоянии 1 м. от края проезжей части	5	8
	5.15.2 – Направления движения по полосе	1. Установлены над проезжей частью на подъездах к транспортной развязке, на растяжке, по одному знаку над каждой полосой на расстоянии 50 м. от входного сечения съезда на автодорогу с полосы торможения 2. Расположен на подъездах к транспортной развязке, на расстоянии 50 м. от входного сечения съезда на автодорогу с полосы торможения	13	12
	5.15.5 – Конец полосы	1. Установлен на расстоянии 50 м. от начала полосы разгона по ходу движения справа, на расстоянии 1.5 м. от края проезжей части	2	4
	5.15.3 – Начало полосы	1. Установлен у начала отгона полосы, на расстоянии 1.5 м. от края проезжей части	2	4

Окончание таблицы 17

Вид	Название знака	Место установки	Количество необходимых знаков, шт.	
			вариант ромбовидной развязки с переменной сторонности	вариант "клеверообразной" транспортной развязки
	6.9.1. – Предварительный указатель направления	1. Установлены над проезжей частью на подъездах к транспортной развязке, на растяжке на расстоянии 50 м. от входного сечения съезда на автодорогу с полосы торможения	2	–
	8.22.3 – Препятствие	1. Расположен на островке безопасности на линии северного сечения выезда с кольца, на расстоянии 1 м. от края проезжей части	5	8

### 2.3.3 Нанесение дорожной разметки проезжей части на проектируемых транспортных развязках

С целью повышения пропускной способности проектируемой дороги и улучшения видимости проезжей части и придорожной обстановки, особенно в ночное время суток необходимо на всем протяжении проектируемого участка нанести дорожную разметку.

При нанесении постоянной дорожной разметки используется белая краска. Способ является менее затратным для городского бюджета, однако срок его службы составляет не более 3–5 месяцев. По этой причине, дорожным службам приходится наносить разметку ежегодно.

Участки и места нанесения дорожной разметки представлен на листах графической части.

В настоящее время существует три современных способа нанесения дорожной разметки: полимерной лентой, спрей–пластиком и термопластиком. Полимерная лента отличается высокой стойкостью к стиранию и хорошей светоотражающей способностью в темное время суток. Но этот способ возможен при наличии горячего асфальта, на который наносится полимерная лента

Отличительной особенностью термопластика является высокой стойкость к истиранию и высокая, до 2–3 лет, износостойкость. Перед нанесением термопластичные массы разогревают до температуры 220 градусов. Затем перегружается в разметочную машину и наносится на асфальтобетонное покрытие дороги. Одной заправки термопластика достаточно для нанесения 350 м сплошной линии шириной 15 см. Однако этот способ отличается дороговизной, к тому же требует больших трудозатрат.

Нанесение дорожной разметки методом спрей–пластиком имеет свои преимущества. Способ отличается более высокой производительностью, но

срок службы дорожной разметки составляет не более года. На асфальте данная разметка держится чуть дольше обычной краски.

Для разделения транспортных потоков в попутных и противоположных направлениях на предлагаемых транспортных развязках, съездах с транспортной развязки в двух уровнях на пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская, предлагается применить дорожную разметку из термопластика, а остальную разметку выполнить краской НЦ–132 в соответствии с [ГОСТ Р 51256–2011](#).

При проектировании ромбовидной транспортной развязки с переменной сторонности без хорошо различимой все зависимости от погодных условий дорожной разметки разъезд транспортных потоков встречных направлений будет весьма затруднителен и даже невозможен.

Дислокация дорожной разметки проектируемых транспортных развязок приведена в таблице 18

Таблица 18 – Дислокация дорожной разметки на проектируемых транспортных развязках

Условные обозначения	Номер Разметки	Тип разметки	Ширина, м	Соотношение штр/пром	Виды транспортной развязки			
					вариант ромбовидной развязки с переменной сторонности		вариант "клеверообразной" транспортной развязки	
					Длина, м	Единиц (штучные формы)	Длина, м	Единиц (штучные формы)
	1.1	Сплошная	0.1		1200		150	
	1.3	Сплошная двойная	0.1/0.1		2140		3400	
	1.5	Прерывистая	0.1	1/3	8170		9100	
	1.7	Прерывистая	0.1	1/1	230		–	
	1.8	Прерывистая	0,4	1/3	160		270	
	1.18	Направление движения по полосам				41		46
	1.19	Конец полосы				2		10

Дорожная разметка выполняется из полимерной световозвращающей ленты 3М Stamark, продольную, поперечную и вертикальную разметку выполнить краской “Тамбур”, нанесенную безвоздушным способом с применением стеклянных микросфер Potters Europe для световозвращения, в соответствии с ГОСТ Р 51256–2011 "Технические средства ОДД. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования"

#### 2.3.4 Уличное освещение на проектируемых транспортных развязках

Для обеспечения безопасности дорожного движения в условиях резкого роста количества автотранспорта и интенсивности движения требует значительного увеличения объема реконструкции автомобильных дорог регионального и федерального значения. Снижение аварийных ситуаций на трассах и создание комфортных условий невозможно без существенного улучшения качества освещения дорог.

Так как проектируемый комплекс инженерных мероприятий на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская является сложным пересечением дорог в разных уровнях необходима обязательная установка освещения конфликтных зон.

Стационарные осветительные установки предназначены для обеспечения безопасности движения транспортных средств и пешеходов, а также повышение пропускной способности дорог в темное время суток.

В соответствии с СП 34.13330.2012 "Автомобильные дороги" требуется устраивать стационарное электрическое освещение на участках автомобильных дорогах в пределах населенных пунктов, а также на других участках при наличии возможности использования существующих электрических распределительных сетей: на больших мостах; на пересечениях дорог I и II категорий между собой и с железными дорогами; на всех соединительных ответвлениях узлов пересечений и на подходах к ним

на расстоянии не менее 250 м; на кольцевых пересечениях и подъездных дорогах к промышленным предприятиям или на их участках.

Для освещения автомобильных дорог следует руководствоваться следующими нормами. Вне населенных пунктов средняя яркость проезжей части дорог и путепроводов должна составлять: 0,8 кд/м<sup>2</sup> на дорогах I категории; 0,6 кд/м<sup>2</sup> на дорогах II категории; 0,4 кд/м<sup>2</sup> на соединительных ответвлениях пересечений в разных уровнях и подходах к пересечениям. Опоры светильников устанавливают, как правило, за бровкой земляного полотна на расстоянии не менее 0,5 м. на насыпях высотой до 3 м для установки опор устраивают присыпные бермы с размерами 2×2 м. При большой высоте насыпи и наличия устойчивых откосов опоры устанавливают на сваях длиной 5–6 м с оголовком. При большой высоте насыпи и наличия устойчивых откосов опоры устанавливают на сваях.

Опоры размещают с одной стороны дороги (односторонняя схема), если ширина проезжей части не превышает 12 м. При большей ее ширине опоры устанавливают с двух сторон дороги в прямоугольном или шахматном порядке. В зависимости от нормируемых значений яркости и освещенности опоры располагают через 25–40 м, а светильники подвешиваются на высоте 6–12 м.

Расчет освещения современных автомагистралей, включающих в себя транспортные развязки, безусловно, требует применения компьютерных программ (Light-in-Night (Road)), позволяющих эффективно использовать световой поток ламп, определить минимально достаточное количество светильников, выбрать оптимальное расположение опор и их высоту и в итоге получить необходимый экономический эффект.

На протяжении проектируемого участка УДС предлагается установить современный уличный светильник типа I-street предназначен для освещения автомагистралей, коммуникационных артерий площадей и т.д.

Достоинства светильника:

- степень защиты IP66;

- высокая прочность и виброустойчивость;
- не требует сервисного обслуживания;
- гарантия 5 лет;
- световой поток 25272 лм;
- высокая прочность и виброустойчивость;
- отличный пуск при минусовой температуре ( $-63^{\circ}\text{C}$ );
- время непрерывной работы — не ограничено;
- отличный пуск при минусовой температуре ( $-63^{\circ}\text{C}$ );
- отсутствие пусковых токов и мгновенное зажигание .

Установка освещения на проектируемой транспортной развязке и съездах с нее на пр. Metallургов (ул. Пограничников), обеспечит более безопасное движение ночью, при котором водитель сможет легко различать дорогу и ее направление, а также своевременно обнаруживать появляющиеся в поле зрения препятствия.

### 2.3.5 Ограждения и направляющие устройства для проектируемых транспортных развязок

С целью недопущения съездов автомобилей с откосов насыпей, падения с транспортной развязки в двух уровнях, переездов разделительной полосы на проектируемой эстакаде и съездах с нее на пр. Metallургов (ул. Пограничников) необходимо установить дорожные ограждения.

Установка ограждений и направляющих устройств регламентируется ГОСТ Р 52607–2006 «Технические средства ОДД. Ограждения дорожные удерживающие боковые для автомобилей. Общие технические требования» и нормами проектирования автомобильных дорог СП 34.13330.2012 "Автомобильные дороги".

В бакалаврской работе предлагается строительство транспортной развязки в двух уровнях ввиду чего следует предусматривать ограждение опор транспортной развязки в двух уровнях, консольных и рамных опор

информационно–указательных дорожных знаков, опор освещения, расположенных на расстоянии менее 4 м от кромки проезжей части.

На обочинах проектируемой дороги ограждения первой группы должны быть расположены на расстоянии не менее 0,5 м и не более 0,85 м от бровки земляного полотна.

На проектируемых транспортных развязках и съездах с неё, не допускается устройство ограждений парапетного типа в виде отдельно стоящих блоков.

Ввиду чего на проектируемом комплексе инженерных сооружений на пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская, предлагается установить дорожные ограждения 11ДО. Двусторонние дорожные ограждения устанавливаются по оси разделительной полосы при четырехполосном движении. Они монтируются с шагом 2 м (начальный и конечный участки) и 4 метра (рабочий участок). Для сложных участков дорог шаг стоек может быть уменьшен до 1 метра.

Данное дорожное ограждение барьерного типа используется для предотвращения выхода автомобиля за пределы дорожного полотна и для гашения энергии удара при столкновении с ним. Также необходимо нанести световозвращающий материал на ограждения – это обеспечение безопасности на дорогах, привлечение внимания участников дорожного движения к источникам повышенной опасности и работающим на дорогах людям.

Так же обязательна установка дорожных буферов, так как на проектируемом участке УДС наблюдается большое количество мест раздвоения проезжей части. Так как дорожный буфер ярко желтого цвета, он будет служить визуальным ориентиром обозначающим места объезда препятствий.

На рисунке 13 представлена предлагаемая схема ромбовидной развязки с изменением сторонности в месте пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская, спроектированная на основании

проведенных расчета, применив описанные технические средства организации движения, дорожную разметку, а так же дорожные ограждения.

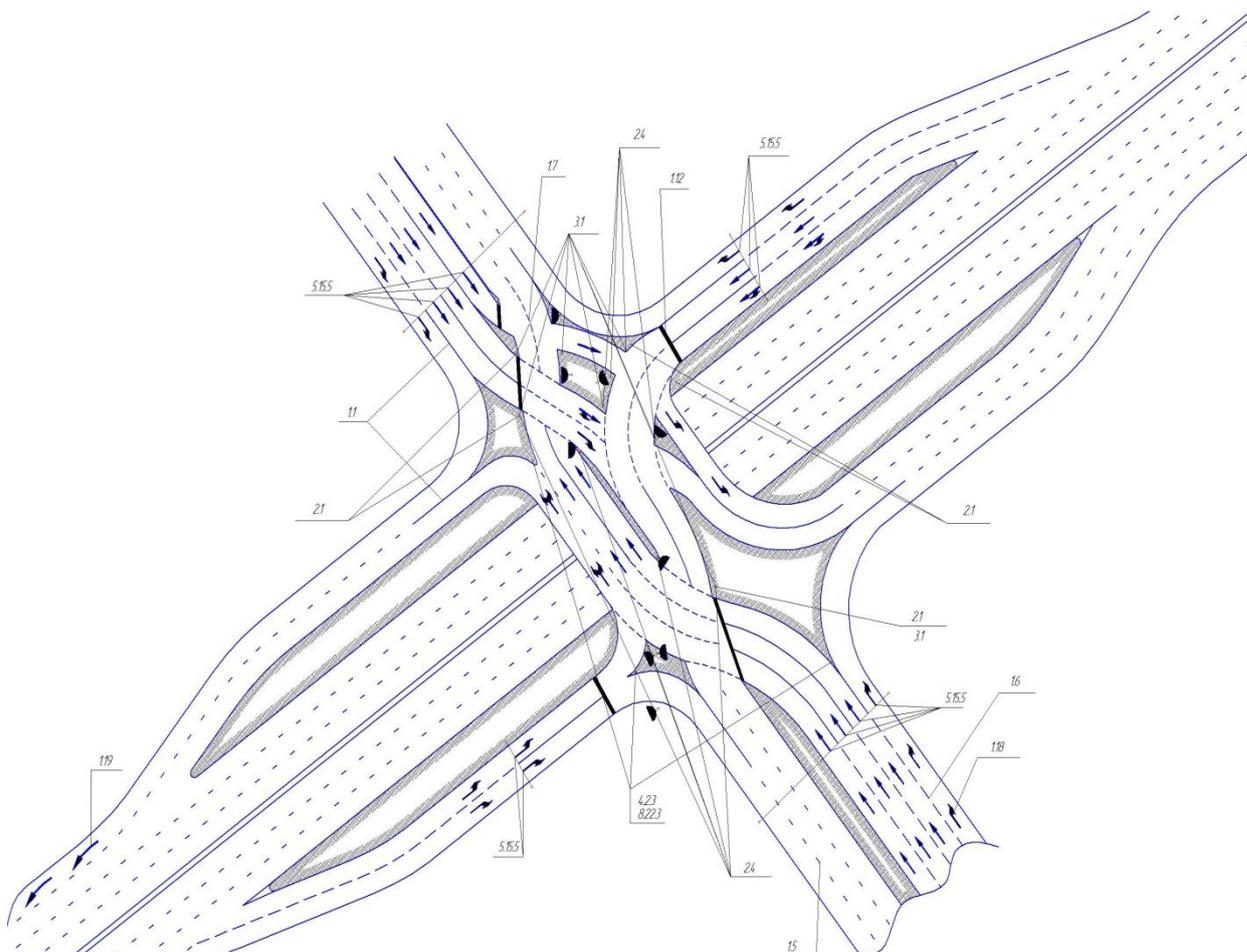


Рисунок 13 – Схема ромбовидной развязки с изменением сторонности в месте пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская

### 2.3.6 Расчет цикла светофорного регулирования при ромбовидной развязке с изменением сторонности в месте пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская

На проектируемом участке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская предусмотрена организация регулируемого движения транспорта. Требуется монтаж светофорного объекта в месте пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

Определение длительности цикла и основных тактов регулирования основано на сопоставлении фактической интенсивности движения на

подходах к перекрестку и пропускной способности (потоками насыщения) этих подходов. Поэтому эти параметры следует рассматривать в качестве основных исходных данных расчета.

Как интенсивность, так и потоки насыщения рассматриваются для каждого направления движения данной фазы. Расчету режима регулирования должно предшествовать формирование схемы организации движения на перекрестке.

Потоки насыщения.

Для определения потока насыщения на проектируемом перекрестке применяется приближенный эмпирический метод. Для случая движения в прямом направлении по улице или дороге без продольных уклонов и разметки поток насыщения можно определить по формуле [8] :

$$M_n = 525 * B, \quad (8)$$

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

$B$  – ширина проезжей части дороги в данном направлении движения, м;

Формула справедлива при ширине проезжей части от 5,4 до 18 м. Если ширина проезжей части меньше 5,4 м, то для расчета можно принять данные таблицы 19.

Таблица 19 – Поток насыщения в зависимости от ширины проезжей части

Ширина проезжей части, м	5,1	4,8	4,2	3,6	3,3	3,0
Поток насыщения, ед/ч	2700	2475	2075	1956	1875	1850

Эти данные используются для определения потока насыщения, если перед перекрестком полосы обозначены дорожной разметкой.

При изменении уклона проезжей части на перекрестке на каждый 1% на подъеме снижают расчетную величину  $M_n$ , а на спуске увеличивают на 3%. Под расчетной величиной уклона следует понимать средний уклон проезжей части на участке дороги в 60 м от стоп–линии.

Если поток насыщения на перекрестке определяется для выделенного поворотного маневра (налево или направо) то для однопольного поворотного движения[9,10]:

$$M_H = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{R}}, \quad (9)$$

для двухрядного:

$$M_H = \frac{3000}{1 + \frac{1,525}{R}}, \quad (10)$$

где  $R$  – радиус поворота, м.

Если для выполнения поворотных маневров на перекрестке нельзя выделить отдельную полосу, то поток насыщения уменьшается, так как поворачивающие автомобили задерживают основной поток, движущийся в прямом направлении. Приближенная оценка потока насыщения в данном случае осуществляется в предположении, что каждый автомобиль, поворачивающий налево с общей полосы движения, эквивалентен – 1,75 автомобиля движущегося в прямом направлении, а поворачивающий направо – 1,25 автомобиля прямого направления. В этом случае поток насыщения определяется по формуле: [11]

$$M_H = M_{\text{Прямо}} \times \frac{100}{a + 1,75b + 1,25c}, \quad (11)$$

где  $a, b, c$  – соответственно доли автомобилей, движущихся по данной полосе прямо, налево, направо, %.

Перекресток пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская и съезды (въезды) с путепровода на пр. Metallургов (ул. Пограничников), поток насыщения по улице Ястынская:

$$M_H = 525 \cdot 11,25 = 5906;$$

$$M_{H2} = 525 \cdot 11,25 = 5906.$$

По пр. Metallургов (ул. Пограничников) съезды (въезды) с путепровода:

$$M_{H1} = 525 \cdot 7,5 = 3937$$

Фазовые коэффициенты.

Фазовые коэффициенты определяют для каждого из направлений движения на перекрестке в данной фазе регулирования [12]:

$$Y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{ij}}, \quad (12)$$

где  $N_{ij}$  – фактическая интенсивность движения на перекрестке в приведенных единицах в заданном направлении, ед/ч;

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

Перекресток пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская и съезды (въезды) с путепровода на пр. Metallургов (ул. Пограничников), фазовый коэффициент по интенсивности на ул. Ястынская:

$$Y_1 = \frac{2010}{5906} = 0,34;$$

$$Y_2 = \frac{2432}{5906} = 0,41.$$

На пр. Metallургов (ул. Пограничников) съезды (въезды) с  
путепровода:

$$Y_1 = \frac{755}{3937} = 0,19,$$

Промежуточные такты.

Длительность промежуточного такта определяется из условия безопасного и полного освобождения перекрестка автомобилями, заканчивающими движение через перекресток по разрешающему сигналу светофора в конце основного такта (зеленый сигнал).

Минимальная длительность промежуточного такта определяется по выражению [13]:

$$t_{\text{ПЕР}} = \delta_1 + \frac{v}{2 \times a_1} + \frac{B+l}{v}, \quad (13)$$

где  $\delta_1$ —время реакции водителя при замедлении, 0,8–1,2 с;

$v$ —скорость движения автомобиля, м/с;

$a_1$ —замедление автомобиля,  $\text{м}/\text{с}^2$ , 2,5–3,0  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$B$  – ширина перекрестка, м;

$l$ —длина автомобиля, м.

или

$$t_{ni} = \frac{V_a}{7,2 \cdot a_m} + \frac{3,6 \cdot (l_i + l_a)}{V_a}, \quad (14)$$

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

$V_a$  – средняя скорость движения автомобилей на перегоне и через перекресток,  $V_a = 50$  км/ч;

$a_m$  – среднее замедление при включении запрещающего сигнала,  $a_m = 3$  м/с;

$l_i$  – расстояние от стоп-линии до самой ДТК,  $l_i = 10$  м;

$l_a$  – длина транспортного средства,  $l_a = 4$  м.

откуда.

$$t_{ni} = \frac{50}{7,2 \cdot 3} + \frac{3,6 \cdot (10 + 4)}{50} = 3,25,$$

Длительность промежуточного такта из соображений безопасности не следует выбирать менее 3 с. Длительность горения желтого сигнала не должна быть менее 3 с и более 4 с. Допустимая длительность одновременного горения красного и желтого сигналов 2 – 4 с.

Откуда длительность желтого сигнала примем равным  $t_n = 3$  с.

Цикл регулирования.

Оптимальная длительность цикла регулирования, обеспечивающая минимум средней задержки автомобиля у перекрестка определяется по формуле [14]:

$$T_{ц} = \frac{1,5 \cdot T_n + 5}{1 - Y}; \quad (15)$$

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

$T_n$  – суммарное потерянное время на перекрестке, с;

$Y$  – суммарный фазовый коэффициент, характеризующий загрузку перекрестка.

$$T_n = \sum t_{пеш i};$$

откуда [16]:

$$t_{пеш} = \frac{B_{пч}}{4 \cdot V_{пеш}}, \quad (16)$$

где  $V_{пеш}$  – скорость движения пешеходов,  $V_{пеш} = 1,3$  км/ч.

Перекресток пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская и съезды (въезды) с путепровода на пр. Metallургов (ул. Пограничников), на ул. Ястынская:

$$t_{пеш Б} = \frac{7,5}{4 \cdot 1,3} = 1,44.$$

По пр. Metallургов (ул. Пограничников) съезды (въезды) с путепровода:

$$t_{пеш Б} = \frac{11,25}{4 \cdot 1,3} = 2,16.$$

Суммарное потерянное время на перекрестке

$$T_{n1} = 2,16 + 2,16 + 1,44 = 6.$$

Суммарный фазовый коэффициент определяется следующим образом [17]:

$$Y = \sum Y_{ij}; \quad (17)$$

$$Y = 0,34 + 0,41 + 0,19 = 0,94.$$

Цикл регулирования для перекрестка пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская и съезды (въезды) с путепровода на пр. Metallургов (ул. Пограничников) на ул. Ястынская:

$$T_{ц} = \frac{1,5 \cdot 6 + 5}{1 - 0,94} = 243.$$

Основные такты.

Длительность основного такта в фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту этой фазы.

Длительность всех основных тактов всех фаз цикла определяется по формуле [18]:

$$t_{oi} = \frac{(T_{ц} - T_n) \cdot y_i}{Y}, \quad (18)$$

где  $t_{oi}$  – длительность всех основных тактов всех фаз цикла, с;

$y_i$  – фазовый коэффициент на каждом перекрестке по каждому направлению.

Перекресток пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская и съезды (въезды) с путепровода на пр. Metallургов (ул. Пограничников) на ул. Ястынская:

$$t_{o1} = \frac{(243 - 6) \cdot 0,34}{0,94} = 85;$$

$$t_{o2} = \frac{(243 - 6) \cdot 0,41}{0,94} = 103.$$

На пр. Metallургов (ул. Пограничников) съезды (въезды) с путепровода:

$$t_{o1} = \frac{(243 - 6) \cdot 0,19}{0,94} = 48.$$

Длительность основных тактов необходимо проверить на обеспечение пропусков в соответствующих направлениях пешеходов [19]:

$$t_{п} = 5 + \frac{B}{v_{п}}, \quad (19)$$

где  $t_{п}$  – время, необходимое для безопасного перехода улицы пешеходами, с;

$B$  – ширина проезжей части, м;

$v_{п}$  – скорость движения пешеходов, 1,3 м/с.

Если какие-либо значения  $t_{п}$  оказались больше рассчитанной ранее длительности соответствующих основных тактов, то окончательно принимают новую, уточненную длительность этих тактов, равную

наибольшим значениям  $t_{п}$ . Для восстановления оптимального соотношения фаз в цикле регулирования корректируют длительность цикла по формуле [20]:

$$T'_{цО} = \frac{B}{2 \times A} + \sqrt{\frac{B^2}{4 \times A^2} - \frac{C}{A}}, \quad (20)$$

где  $B = 2,5 \times T_{п} - T_{п} \times Y_{н} + T'_{о} + 5$ ;

$A = 1 - Y_{н}$ ;  $C = (T_{п} + T'_{о}) \times (1,5 \times T_{п} + 5)$ ;

$T_{п}$  – суммарная длительность всех переходных интервалов в цикле, с;

$Y_{н}$  – сумма расчетных фазовых коэффициентов для фаз, основные такты которых не уточнялись по условиям пешеходного и трамвайного движения;

$T'_{о}$  – суммарная длительность основных тактов, уточненных по пешеходному и трамвайному движению, с.

Новая длительность основных тактов  $t'_{о}$  в секундах, не уточнявшихся по пешеходному и трамвайному движению [21]:

$$t'_{oi} = Y_i \times K \times T'_{цО}, \quad (21)$$

Перекресток пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская и съезды (въезды) с путепровода на пр. Metallургов (ул. Пограничников) на ул. Ястынская:

$$t'_{пшБ} = \frac{5 + 11,25}{1,3} = 14.$$

По пр. Metallургов (ул. Пограничников) съезды (въезды) с путепровода:

$$t_{nu_{III}} = \frac{5 + 7,5}{1,3} = 10.$$

Если какие-либо значения  $t_{nu}$  оказались больше рассчитанной ранее длительности соответствующих основных тактов, то окончательно принимают новую уточненную длительность этих тактов равную наибольшим значениям  $t_{nu}$ .

При существенном отличии  $t_{nu_i}$  от  $t_{oi}$  требуется восстановить оптимальное соотношение длительности фаз в цикле. Для этого необходимо изменить также и длительность основных тактов, не уточнявшихся по условиям пешеходного движения, т.е. скорректировав структуру цикла. [22]

$$T_{ц}^* = \frac{B}{2A} + \sqrt{\frac{B^2}{4A^2} - \frac{C}{A}}, \quad (22)$$

где  $T_{ц}^*$  – новая скорректированная длительность цикла регулирования, с;

значения  $A$ ,  $B$ ,  $C$  рассчитываются только для тех перекрестков, на которых  $t_{nu_i} > t_{oi}$ , в данном случае это подходит для рассматриваемого перекрестка.

$$A = 1 - Y;$$

$$B = 2,5 \cdot T_n - T_n \cdot Y + t_o^* + 5;$$

$$C = (T_n + t_o^*) \cdot (1,5 \cdot T_n + 5),$$

где  $t_o^*$  – суммарная длительность пешеходного движения, с.

На пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская и съезды (въезды) с путепровода на пр. Metallургов (ул. Пограничников)

для перехода проезжей части пешеходами достаточно (вместе с тем движения пешеходов на данном участке УДС не запланировано).

Таблица 20 – Длительность цикла светофорного регулирования

Наименование перекрестка	Цикл регулирования, $T_{ц}$ , с	Время, сек			
		фаза 1	фаза 2	фаза 3	желтый
пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская и съезды (въезды) с путепровода на пр. Metallургов (ул. Пограничников)	243	85	103	48	3

Вывод: в результате проведенных расчетов на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская и съезды (въезды) с путепровода на пр. Metallургов (ул. Пограничников) установлен цикл светофорного регулирования, который в полной мере отвечает пропуску транспортных потоков заданной интенсивности.

На рисунке 14 представлена предлагаемая схема "клеверообразной" транспортной развязки в месте пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская, спроектированная на основании проведенных расчета, применив описанные технические средства организации движения, дорожную разметку, а так же дорожные ограждения.

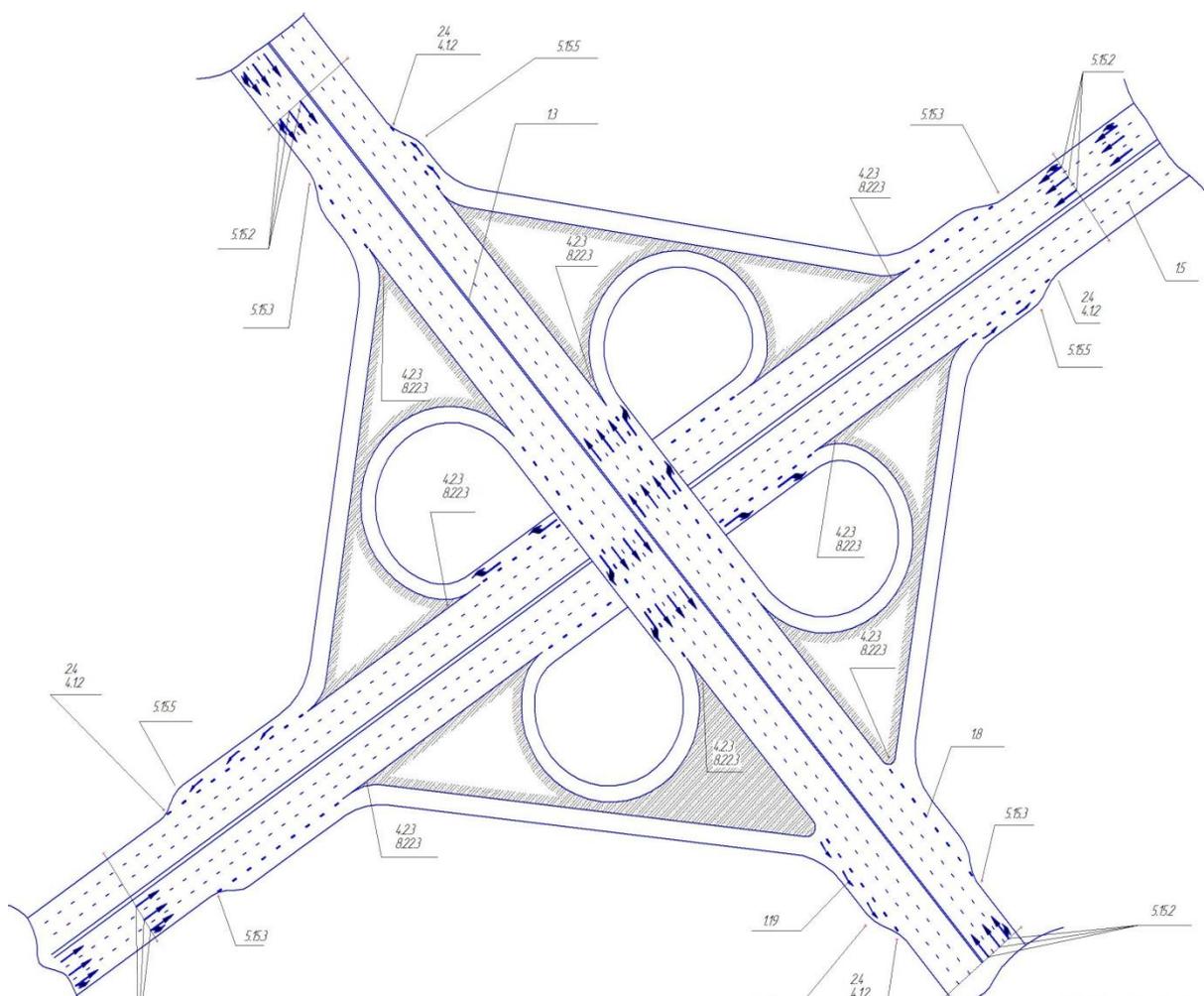


Рисунок 14 – Схема "клеверообразной" транспортной развязки в месте пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская

Из предложенных вариантов двухуровневых транспортных развязок, вариант "клеверообразной" более прост и понятен отечественному водителю и принимая во внимания климатическую зону в которой расположен г. Красноярск более легкорезализуемая с точки зрения отсутствия острой необходимости хорошей различимости дорожной разметки, а так же непрерывно функционирования светофорных объектов. Однако весьма весомым фактором применения ромбовидной развязки с переменной сторонности, является тот факт, что обустройство "клеверообразной" транспортной развязки требует значительно большей площади размещения, а так же сооружения дополнительно четырех виражей по сравнению с ромбовидной.

С целью решения поставленных задач по совершенствованию организации и безопасности дорожного движения на участке УДС г. Красноярска пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская предложены следующие мероприятия, которые в полной мере обеспечат движение транспортных средств с заданной интенсивностью, а так же при обеспечении должного уровня безопасности дорожного движения:

- вариант организации " клеверообразной" транспортной развязки в месте пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская;
- вариант организации ромбовидной развязки с изменением сторонности в месте пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская;

Данные мероприятия приведут:

- к снижению транспортной нагрузки в Советском районе г. Красноярска;
- снижению времени простоя транспорта на пересечениях;
- снижению вероятности возникновения заторовых ситуаций и ДТП;
- сокращению времени пребывания в пути пассажиров.
- увеличению скорости и пропускной способности;
- рациональному распределения транспортных потоков;

### **3 Экономическая часть**

#### **3.1 Определение стоимости комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД на пресечении пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская и Советского района г. Красноярска**

Для решения поставленных задач по совершенствованию ОДД на рассматриваемом участке Советского района г. Красноярска в дипломном проекте были предложены следующие мероприятия:

- спроектировать схему организации движения с вариантом двухуровневой ромбовидной развязки с изменением сторонности на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская;

- спроектировать схему организации движения с вариантом двухуровневой клеверообразной транспортной развязки на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

Данные мероприятия приведут к рациональному распределению транспортной нагрузки Советском районе г. Красноярска, что в свою очередь приведет: к увеличению скорости и пропускной способности; уменьшению плотности и интенсивности на УДС города; снижению вероятности возникновения заторовых ситуаций и ДТП. Это, в свою очередь, приведет к снижению временных, транспортных и экономических затрат.

##### **3.1.1 Порядок составления сводной сметы**

Полная стоимость мероприятий определяется путем составления сводной сметы.

Сводная смета состоит из 13 глав, в которую затраты сгруппированы по их назначению, и резерва на непредвиденные расходы.

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).

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

Глава «Временные (разбираемые) здания и сооружения» содержит затраты, которые связаны с использованием в строительстве инвентарных деталей временных зданий и сооружений, предназначенных для обслуживания рабочих на строительстве. Для городских дорог этот норматив составляет соответственно 1,5 и 2,5 %.

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

1. 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.

2. 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.

3. Затраты на очистку территории строительства от мусора принимают в размере 0,15% от стоимости всех предыдущих глав.

4. Дополнительные расходы, связанные с применением сдельно–премиальной системы оплаты труда, можно принять в размере 1% от суммарной стоимости предыдущих глав.

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

Глава «Содержание дирекции строящегося предприятия и технадзор заказчика» предусматривает затраты на содержание управленческого аппарата в период строительства.

В главе «Проектные и изыскательные работы» предусматривается стоимость проектных и изыскательных работ. Величина проектно–изыскательных затрат принимается в размере 1,5% от суммарной стоимости всех предшествующих глав.

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 (СНиП 1У – 7):

- 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%.

Сметная стоимость за вычетом возвратных сумм представляет величину капитальных вложений, которые выделяются на строительство дороги.

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, установленные по ведомственному признаку, принимаем 17,5%.

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

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 строительной–дорожной 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). Количество единиц измерения является числовое значение расчета необходимого объема работ. Умножая стоимость одной единицы работы на объем необходимой работы, получаем общую стоимость работы.

Полная 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.

3.1.2 Расчет капитальных затрат на организацию двухуровневой развязки перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

Рассматриваемый участок располагается в складском районе г. Красноярска расстояние от края проезжей части до ближайшей жилой застройки весьма значительно. Ввиду того что данный дипломный проект

носит учебный характер, в экономической части расчеты затраты связанные со сносом капитальных строений не учитываются [12].

Расчет сметной стоимости на земляные работы представлен в таблице 21.

Таблица 21 – Смета на земляные работы при организации двухуровневой ромбовидной развязки с изменением сторонности на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

№ п/п	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Стоимость, руб.	
				единицы	общая
1	Услуги экскаватора для выемки и погрузки грунта	м <sup>3</sup>	48000	740	35520000
2	Услуги автомобилей типа самосвал, для завоза и транспортировки грунта	20м <sup>3</sup>	2400	4200	10080000
3	Завоз грунта в разработанные выемки	м <sup>3</sup>	48000	970	46560000
4	Разравнивание грунта грейдерами и уплотнение виброкатками	м <sup>2</sup>	48000	830	39840000
Итого прямых затрат					132000000
Накладные расходы (17,5%)					23100000
Сметная стоимость					155100000
Плановые накопления (6%)					9306000
Всего сметная стоимость					164406000

Таблица 22 – Смета на земляные работы при организации двухуровневой клеверообразной транспортной развязки на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

№ п/п	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Стоимость, руб.	
				единицы	общая
1	Услуги экскаватора для выемки и погрузки грунта	м <sup>3</sup>	121275	740	89743500
2	Услуги автомобилей типа самосвал, для завоза и транспортировки грунта	20м <sup>3</sup>	6063,75	4200	25467750
3	Завоз грунта в разработанные выемки	м <sup>3</sup>	121275	970	117636750
4	Разравнивание грунта грейдерами и уплотнение виброкатками	м <sup>2</sup>	121275	830	100658250
Итого прямых затрат				333506250	
Накладные расходы (17,5%)				58363593,75	
Сметная стоимость				391869843,8	
Плановые накопления (6%)				23512190,63	
Всего сметная стоимость				415382034,4	

3.1.2 Стоимость строительства искусственных сооружений при организации двухуровневой транспортной развязки на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

При строительстве клеверообразной транспортной развязки в двух уровнях на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская предусматривается устройство путепроводов на общую длину 0,4 км, отсюда примерная сметная стоимость, тыс. руб.:

$$\text{См. ст-ть} = 0,4 * 237\,942,3 = 95\,176,92$$

А также устройство транспортных эстакад на общую 1,33 км, отсюда сметная стоимость, тыс. руб.:

$$\text{См. ст-ть}=1,33 * 950,5=1264,165$$

Суммарная стоимость искусственных сооружений при строительстве клеверообразной транспортной развязки в двух уровнях на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская:

$$\text{Ссум.} = 95176,92+1264,165= 96441,085$$

При строительстве двухуровневой ромбовидной развязки с изменением сторонности на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская предусматривается устройство путепроводов на общую длину 0,22 км, отсюда примерная сметная стоимость, тыс. руб.:

$$\text{См. ст-ть}=0,22 * 237\,942,3=52347,306$$

А также устройство транспортных эстакад на общую 0,39 км, отсюда сметная стоимость, тыс. руб.:

$$\text{См. ст-ть}=0,39 * 950,5=370,695$$

Суммарная стоимость искусственных сооружений при строительстве двухуровневой ромбовидной развязки с изменением сторонности на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская:

$$\text{Ссум.} = 52347,306 + 370,695= 52718001$$

Таблица 23 – Смета на устройство дорожной одежды при строительстве двухуровневой клеверообразной транспортной развязки на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

№ п/п	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Стоимость, руб.	
				единицы	общая
1	Разборка бортовых камней на бетонном основании	100м	16,5	1064	17556
2	Перевозка железобетонного лома автомобилями самосвалами на расстояние 5 км	Т	16,5	216	3564
3	Устройство оснований толщиной 15см из щебня фракция 40–70мм	1000м2	29,388	41191,4	1210532,8
4	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из песка	м2	29388	280	8228640
5	Устройство покрытия толщиной 4см из горячих асфальтобетонных смесей пористых крупнозернистых плотность каменных материалов 3т/м3 и более	1000м2	29,388	55202,3	1622285,1
6	Устройство покрытия толщиной 4см из горячих асфальтобетонных смесей плотных мелкозернистых типа АБВ	1000м2	29,388	62222,9	1828606,5
7	Монтаж бордюрного камня со стоимостью материала	1п.м	2088	740	1545120
Итого прямых затрат					14456304
Накладные расходы (17,5%)					2529853,3
Сметная стоимость					16986157
Плановые накопления					1019169,4
Всего сметная стоимость					18005327

Таблица 24 – Смета на устройство дорожной одежды при строительстве двухуровневой ромбовидной развязки с изменением сторонности на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

№ п/п	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Стоимость, руб.	
				единицы	общая
1	Разборка бортовых камней на бетонном основании	100м	16,5	1064	17556
2	Перевозка железобетонного лома автомобилями самосвалами на расстояние 5 км	Т	16,5	216	3564
3	Устройство оснований толщиной 15см из щебня фракция 40–70мм	1000м2	13,455	41191,4	554230,28
4	Устройство подстилающих и выравнивающих слоев оснований из песка	м2	13455	280	3767400
5	Устройство покрытия толщиной 4см из горячих асфальтобетонных смесей пористых крупнозернистых плотность каменных материалов 3т/м3 и более	1000м2	13,455	55202,3	742746,94
6	Устройство покрытия толщиной 4см из горячих асфальтобетонных смесей плотных мелкозернистых типа АБВ	1000м2	13,455	62222,9	837209,11
7	Монтаж бордюрного камня со стоимостью материала	1п.м	552	740	408480
Итого прямых затрат					6331186,3
Накладные расходы (17,5%)					1107957,6
Сметная стоимость					7439143,9
Плановые накопления					446348,63
Всего сметная стоимость					7885492,6

3.1.4 Расчет капитальных затрат на обустройство техническими средствами и нанесение дорожной рассматриваемом участке УДС Советского района г. Красноярск

Таблица 25 – Смета на оборудование (ТСОДД) для управления дорожным движением на участке УДС Советского района г. Красноярск перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

№ п/п	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Количество о единиц измерения	Стоимость, руб.	
				единицы	общая
При строительстве двухуровневой клеверообразной транспортной развязки					
1	Монтаж дорожных знаков на стойке (со стоимостью знака)	шт	44	4329,8	190511,2
2	Разметка сплошная	1км	3,55	4880	17324
3	Разметка пунктирная	1км	9,4	2823,9	26544,66
4	Разметка фигурная	м <sup>2</sup>	56	54,15	3032,4
5	Устройство транспортных ограждений барьерного типа ограждений	100м	23,72	51350,5	1218033
6	Обустройство освещения	шт	96	97000	9312000
Итого				10767446,12	
При строительстве ромбовидной развязки с изменением сторонности					
1	Монтаж дорожных знаков на стойке (со стоимостью знака)	шт	50	4329,8	216490
2	Разметка сплошная	1км	3,24	4880	15811,2
3	Разметка пунктирная	1км	8,56	2823,9	24172,58
4	Разметка фигурная	м <sup>2</sup>	43	54,15	2328,45

Окончание таблицы 25

№ п/п	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Количество единиц измерения	Стоимость, руб.	
				единицы	Общая
5	Устройство транспортных ограждений барьерного типа ограждений	100м	17,16	51350,5	881174,5
6	Обустройство освещения	шт	40	97000	3880000
Итого				5019976,814	

На рисунке 15 представлена гистограмма стоимости строительства предлагаемых транспортных развязок в двух уровнях.

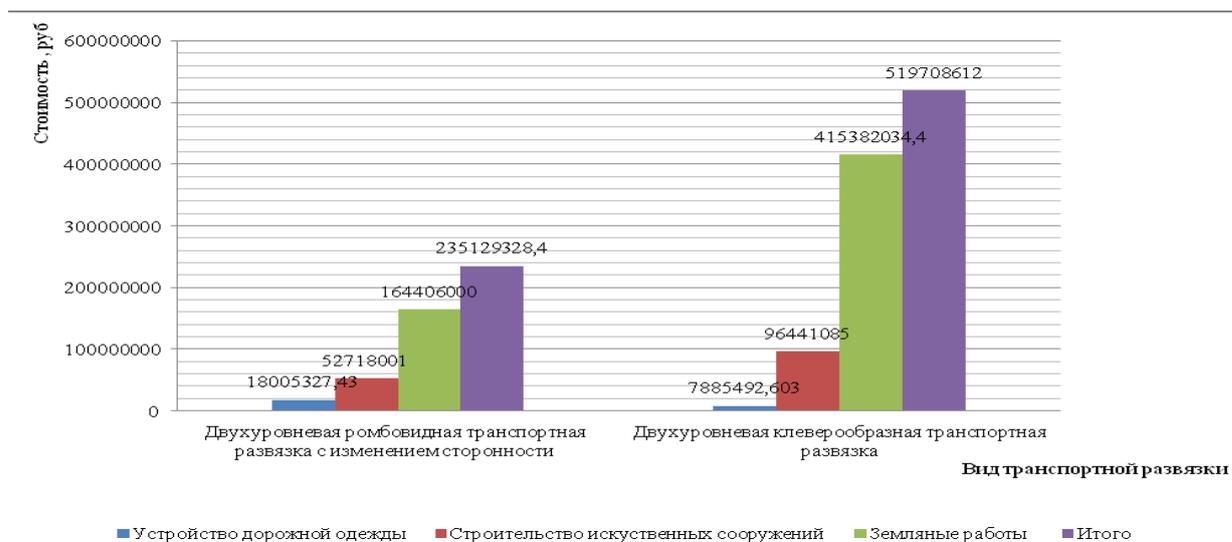


Рисунок 15 – Гистограмма стоимости строительства предлагаемых транспортных развязок в двух уровнях на рассматриваемом участке УДС г. Красноярск

Как видно из расчетов, строительство двухуровневой транспортной развязки по типу клеверообразной транспортной развязки на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская выше (на 230%) по сравнению с ромбовидной транспортной развязкой с изменением сторонности ввиду больших затрат на строительство искусственных

сооружений, а так же значительно большей площади земляных работ при подготовке с строительству. Однако строительство ромбовидной транспортной развязкой с изменением сторонности не позволит в полной мере решить проблему интенсивного левоповоротного движения на пересечения и принимая во внимание увеличивающийся транспортный поток в перспективе ближайших 10 лет пропускная способность ромбовидной транспортной развязкой с изменением сторонности полностью будет исчерпана, ввиду чего расчет сводной сметы будет осуществлен для строительства клеверообразной транспортной развязки на пересечении пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская.

Таблица 26 – Сводная смета по мероприятиям проекта

Наименование глав, объектов, работ и затрат	Общая сметная стоимость, руб.
Глава 1	
Строительство искусственных дорожных сооружений	96441085
Глава 2	
Земляное полотно	415382034
Глава 3	
Дорожная одежда	18005327,4
Глава 4	
Обстановка и принадлежность дороги	5019976,81
Итого с 1 по 4 главу	534848424
Глава 5	
Временные здания и сооружения (1,5%)	22200883,6
Итого с 1 по 5 главу	557049307
Глава 6	
Прочие работы и затраты	26522091,3
Очистка территории строительства (0,15%)	835573,961
Доплаты работникам за передвижной характер работы (3%)	16711479,2

Окончание таблицы 26

Наименование глав, объектов, работ и затрат	Общая сметная стоимость, руб.
Доплаты по сдельно–премиальной системе оплаты труда (1%)	5570493,07
Итого по главе 6	49639637,5
Итого с 1 по 6 главу	606688945
Глава 7	
Содержание дирекции строящейся дороги	15167223,6
Итого с 1 по 7 главу	621856168
Глава 8	
Проектные и изыскательские работы	9327842,53
Итого с 1 по 8 главу	631184011
Непредвиденные работы и затраты	31559200,5
Всего по смете	662743211
Возвратные суммы	2220088,36
Капиталовложения	660523123

Согласно проведенных расчетов капиталовложения при строительстве двухуровневой клеверообразной транспортной развязки на перекрестке пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская составляют 660523123 рублей, далее определим экономической эффективности комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД на рассматриваемом участке УДС Советского района г. Красноярск.

### **3.2 Определение экономической эффективности комплекса мероприятий по совершенствованию ОДД**

Эффективность капитальных вложений в мероприятия, повышающие безопасность движения, определяется сопоставлением экономии народнохозяйственных средств, которую дает внедрение мероприятий с капитальными затратами, необходимыми для осуществления этих мероприятий.

Экономия общественно–необходимых затрат, которую дает внедрение мероприятий, складывается из:

- экономии от снижения общественно–необходимых затрат, связанных с потерями времени пассажирами в пути следования ( $\mathcal{E}_п$ );
- экономии от снижения народно–хозяйственных потерь, связанных с дорожно–транспортными происшествиями ( $\mathcal{E}_{ДТП}$ );
- экономии от снижения затрат времени транспорта на пересечении ( $\mathcal{E}_{тр}$ ).

### 3.2.1 Расчёт экономии от снижения времени простоя транспорта на пересечениях

Вначале определяем величину затрат времени ( $T$ ), которую затем умножаем на среднюю стоимость 1 автомобиле–часа ( $S_{А-ч}$ ), учитывая состав потока. Экономия от снижения затрат времени транспорта определяется как разница между стоимостью времени ( $C_{mp}$ ), теряемого на каждом пересечений в существующих и проектируемых условиях [23]:

$$\mathcal{E}_{тр} = C_{тр}^{сущ} - C_{тр}^{пр}, \quad (23)$$

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

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

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

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

Стоимость 1 автомобиле – часа по типам автомобилей принимаем:

грузовой автомобиль – 300 рублей;

легковой автомобиль – 180 рублей;

автобус – 500 рублей.

Средняя стоимость 1 автомобиле–часа с учетом состава потока определится, рублей [24]:

$$S_{a-ч} = 300D_{gp} + 180D_l + 500D_a, \quad (24)$$

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

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

$D_l$  – удельный вес легковых автомобилей;

$D_a$  – удельный вес автобусов.

$$S_{A-ч} = 300 \cdot 0,05 + 180 \cdot 0,5 + 500 \cdot 0,15 = 214.$$

Величина затрат времени за год определяется совместно для главной и второстепенной дороги по формуле, авт·час [25]:

$$T_{mp} = \frac{365}{3600} * \frac{(N_{гл} + N_{вт}) * t_{cp}}{K_H}, \quad (25)$$

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

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

$$T_{mp.сущ} = \frac{365}{3600} * \frac{(9843) * 84}{0,1} = 838295,5;$$

$$T_{mp.пр} = \frac{365}{3600} * \frac{(9843) * 23}{0,1} = 229533,29.$$

Рассчитав величину  $T_{mp}$ , умножим на среднюю стоимость 1 автомобиля–часа. Так получим затраты времени транспорта в существующих и проектируемых условиях [26].

$$Стр = T_{mp} * Sa - ч \tag{26}$$

Стоимость времени простоя транспорта на пересечениях ул. Ленина и Королева составят, рублей:

$$Стр.сущ = 838295,5 * 214 = 179395237;$$

$$Стр.пр = 229533,29 * 214 = 49120124,42.$$

Экономия от снижения затрат времени транспорта составит, рублей:

$$\mathcal{E}_{mp} = 179395237 - 49120124,42 = 130275112,6.$$

### 3.2.2 Определение экономии от сокращения времени пребывания в пути пассажиров

Эта экономия определяется как разница между величиной общественно необходимых затрат, связанных с нахождением в пути пассажиров в существующих и проектируемых условиях.

Потери общественно необходимых затрат, связанные с нахождением в пути пассажиров, определяются для каждого из пересечений отдельно для существующих и проектируемых условий по формуле [27]:

$$C_{нас} = \frac{T_{mp} \times S_{ч-ч}}{N_{общ}} \times (N_a \times B_a \times K_a + N_l \times B_l \times K_l), \quad (27)$$

где  $N_l, N_a$  – интенсивность движения легковых автомобилей и автобусов на пересечении в час «пик» ( в сумме по обеим пересекающимся дорогам), единиц;

$B_l, B_a$  – номинальная вместимость легковых автомобилей и автобусов, чел;

$K_l, K_a$  – средний коэффициент наполнения легковых автомобилей и автобусов;

$S_{ч-ч}$  – средняя величина потерь, приходящаяся на 1 час пребывания в пути пассажиров и пешеходов (в сумме по обеим пересекающимся дорогам), единиц;

$T_{mp}$  – время, теряемое всеми видами транспорта на пересечении, час;

Потери общественно необходимых затрат, связанные с нахождением в пути пассажиров, для пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская, рублей:

$$C_{сущ} = \frac{84 \times 180}{9843} \times (370 \times 110 \times 0,05 + 9600 \times 5 \times 0,95) = 71490,88.$$

$$C_{\text{проект}} = \frac{23 \times 180}{9843} \times (370 \times 110 \times 0,05 + 9600 \times 5 \times 0,95) = 19574,88.$$

Таким образом, экономия от сокращения потерь, связанных с нахождением в пути пассажиров транспортных средств составит, рублей:

$$\mathcal{E}_{\text{нас(общ)}} = 71490,88 - 19574,88 = 51916.$$

### 3.2.3 Определение экономии от снижения народно–хозяйственных потерь, связанных с дорожно–транспортными происшествиями

Выделяют две формы общественных потерь от ДТП: прямые и косвенные.

Прямые (непосредственные) потери – это затраты владельцев транспортных средств, служб эксплуатации дорог и грузоотправителей, органов ГИБДД и юридических органов на расследование ДТП, медицинских учреждений на лечение потерпевших, предприятий и их сотрудников, которые стали жертвами происшествий (оплата бюллетеней, выдача пособий), государственных органов социального обеспечения (пенсии) и затраты связанные с компенсацией по страхованию.

К косвенным относят потери общества в результате временного или полного отключения члена общества из сферы материального производства, нарушение производственных связей и социально–моральные потери.

Согласно государственной отчётности погибшим при ДТП считается любое лицо, скончавшееся на месте происшествия или от полученных ранений в течение 7 суток с момента происшествия.

Раненым при ДТП считается любое лицо, получившее телесные повреждения, вызвавшие необходимость госпитализации или назначения после оказания первой медицинской помощи амбулаторного лечения.

Величина ущерба от ДТП в существующих условиях определяется по формуле:

$$C_{ДТП}^{сущ} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot P_i + \sum_{i=1}^n K_i \cdot M_i, \quad (28)$$

где  $n_i$  – количество пострадавших людей;

$P_i$  – потери от вовлечения одного члена общества в ДТП в зависимости от вида травмы;

$k_i$  – количество поврежденных автомобилей;

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

Потери на одного человека, вовлеченного в ДТП в рублях, приводятся в таблице 27.

Таблица 27 – Ущерб народному хозяйству от вовлечения в ДТП людей в зависимости от травмы

Наименование	Степень травматизма			
	легкое ранение	тяжелое ранение	ранение, приведшее к инвалидности	летальный исход
Стоимость ущерба по видам травм, рублей	55850	282000	1804800	9258000
Количество вовлеченных в ДТП людей, человек	24	3	0	0
Общая стоимость ущерба, рублей	1340400	846000	0	0

Просуммируем полученный ущерб

$$C_{ДТП}^{сущ} = 1340400 + 846000 = 2186400.$$

Определим величину ущерба от ДТП при проектируемой организации движения на УДС по формуле:

$$C_{\text{дтп}}^{\text{пр}} = C_{\text{дтп}}^{\text{сущ}} \cdot K_{\text{п1}} \cdot K_{\text{п2}} \cdot \dots \cdot K_{\text{пn}}, \quad (29)$$

где  $K_{\text{пi}}$  – коэффициент, характеризующий величину оставшегося ущерба после проведения мероприятий (таблица 28).

Таблица 28 – Коэффициенты, характеризующие величину оставшегося ущерба после проведения соответствующих мероприятий

Предлагаемые мероприятия	Коэффициент снижения
Установка разметки типа «зебра» на пешеходных переходах	0,35
Освещение проезжей части	0,42–0,51
Светофорное регулирование	0,4–0,52
Установка дорожных знаков, нанесение разметки	0,34
Установка пешеходных ограждений	0,81
Строительство пешеходных переходов	0,73

Тогда величина ущерба от ДТП при проектируемой организации движения на УДС:

$$C_{\text{дтп}}^{\text{пр}} = 2186400 \cdot 0,35 \cdot 0,52 \cdot 0,34 \cdot 0,81 \cdot 0,73 = 247057 \text{ руб.}$$

Экономия от снижения количества ДТП составит разницу ущерба при существующей и проектируемой организации движения соответственно на рассматриваемом участке УДС

$$\mathcal{E}_{\text{дтп}} = 2186400 - 247057 = 1939342,419$$

### 3.3 Расчет срока окупаемости инвестиций в мероприятия по повышению безопасности дорожного движения

Срок окупаемости ( $T_{ок}$ ) – минимальный временной период от начала осуществления инвестиционного проекта до момента, когда первоначальные капитальные вложения покрываются суммарными результатами от его осуществления. Суммарные результаты – это суммарная экономия от внедряемых мероприятий.

Таблица 29 – Ожидаемые экономии от внедряемых мероприятий

Наименование показателей	Экономии общественно–необходимых затрат, руб
Экономия от снижения затрат времени транспорта на пересечении	130275112,6
Экономия от снижения потерь, связанных с дорожно–транспортными происшествиями	1939342,419
Экономия от сокращения времени пребывания в пути пассажиров	51916
Итого	132266370

Дисконтный множитель для первого и последующих годов рассчитывается по формуле [30]:

$$\alpha = \frac{1}{(1+S)^N}, \quad (30)$$

где  $S$  – ставка Центробанка 11 %,

$N$  – год работы проекта.

Таблица 30 – Расчет срока окупаемости инвестиций в мероприятия по повышению безопасности дорожного движения

Год	Инвестиции в проект, тыс. руб	Экономия на эксплуатационных затратах, тыс. руб.	Дисконтный множитель	Возвратные суммы на первоначальный капитал, тыс.руб.
0	660523	–	–	660523

## Окончание таблицы 33

Год	Инвестиции в проект, тыс. руб	Экономия на эксплуатационных затратах, тыс. руб.	Дисконтный множитель	Возвратные суммы на первоначальный капитал, тыс.руб.
1	–	132266,37	0,90	541364,23
2	–	132266,37	0,81	434013,88
3	–	132266,37	0,73	337301,85
4	–	132266,37	0,66	250173,89
5	–	132266,37	0,59	171680,24
6	–	132266,37	0,53	100965,23
7	–	132266,37	0,48	37258,02
8	–	132266,37	0,54	–34201,38

Вывод: расчеты в экономической части проекта показали, что мероприятия по совершенствованию ОДД на рассматриваемых участке УДС Советского района г. Красноярска имеют срок окупаемости 7 лет.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе был рассмотрен комплекс мероприятий по совершенствованию ОДД на участке УДС Советского района г. Красноярска (пр. Metallургов – ул. Ястынская – ул. Пограничников).

На основе проведенного исследования аварийности, интенсивности движения, пропускной способности и характеристики рассматриваемого участка УДС Советского района г. Красноярска были предложены следующие мероприятия, совершенствующие организацию дорожного движения:

- разработана схема организации "клеверообразной" транспортной развязки в месте пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская;

- разработана схема организации ромбовидной развязки с изменением сторонности в месте пересечения пр. Metallургов – ул. Пограничников – ул. Ястынская;

На основании проведенного анализа экономической эффективности предлагаемых мероприятий, а также ввиду организационных особенностей предлагаемых планировочных решений на рассматриваемом пересечении предлагается организовать клеверообразную транспортную развязку в двух уровнях.

Перечисленные мероприятия улучшат дорожные условия, увеличат пропускную способность, снизят вероятность возникновения ДТП, а, следовательно, и экономические потери от них. Создадут более безопасные условия для движения, как водителей, так и пешеходов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ВСН 25–76 Минавтодора РСФСР Расчет мгновенных скоростей. Общие требования. – Введ. впервые; дата введ. 01.07.2006. – М.: Стандартиформ, 2006. – 15 с.

2 Бельский, А.Е. Расчеты скоростей движения на автомобильных дорогах / А. Е. Бельский – М.: Транспорт, 1966. – 118 с.

3 Черепанов, В. А. Транспорт в планировке городов [Текст]: учеб. / В. А. Черепанов. – М.: Стройиздат, 1981. – 216 с.

4 СНиП II–60–75 Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. Общие требования. – Введ. впервые; дата введ. 11.09.1975. – М.: Стандартиформ, 2006. – 67 с.

5 Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – Введ. впервые; дата введ. 01.01.1982. – М.: Транспорт, 2006. – 175 с.

6 Хомяк Я. В. Организация дорожного движения [Текст]: учеб. / Я. В. Хомяк. – Киев: Вища школа, 1986. – 271 с.

7 МОДН 2–2001 Межгосударственные отраслевые дорожные нормы. – Введ. впервые; дата введ. 01.07.2001. – М.: Стандартиформ, 2005. – 45 с.

8 Кременец Ю. А. Технические средства ОДД / Ю. А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.

9 ВСН 25–86 Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. Введ. впервые; дата введ. 29.01.1986. – М.: Транспорт, 1988. – 92 с.

10 Рекомендации по учету требований по охране окружающей среды при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов. – Введ. впервые; дата введ. 26.06.1995. – М.: Федеральный дорожный департамент Минтранса РФ, 1995. – 64 с.

11 ГОСТ 20444–85 Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. Общие требования. – Введ. впервые; дата введ. 25.10.1985. – М.: Стандартинформ, 2006. – 45 с.

12 Расчет инвестиций в мероприятия по повышению безопасности дорожного движения [Текст] : метод. указания / Н. В. Ильина. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 40 с.

13 Экономической обоснование мероприятий по повышению безопасности движения [Текст] : учеб. пособие / Н. В. Ильина. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2003. – 27 с.

14. ГОСТ Р 52289–2004 Технические средства ОДД. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Введ. впервые; дата введ. 01.01.2006. – М.: Стандартинформ, 2005. – 100 с.

15. ГОСТ Р 51256–2011 Технические средства ОДД. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования. – Введ. взамен ГОСТ Р 51266–99; дата введ. 01.09.2012. – М.: Стандартинформ, 2012. – 45 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

Листы графической части

(5 листов)

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

Презентационный материал

(17 листов)