МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра (наименование)	«Транспортные машины» (наименование)
Направление подготовки	23.03.01 «Технология транспортных процессов» (код и наименование)
Профиль	«Организация и безопасность движения» (наименование)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на тему

Совершенствование организации дорожного движения на перекрёстке улиц Терновского и Петровская г. Пензы

Студент _____ 22.01.2020, (подпись, дата) Подрезов Денис Геннадьевич (фио полностью)

Руководитель работы:
к.т.н., доцент _____ 23.01.2020, (подпись, дата) Лебединский К.В. (фамилия, инициалы)

Нормоконтролер: к.т.н., доцент _____ 23.01.2020. (подпись, дата) Каледа В.Н. (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 24.01.20 № 5)
Заведующий кафедрой: д.т.н.,
профессор _____ 24.01.20 (подпись, дата) Салмин В.В. (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой Хорошо (протокол заседания ГЭК от 31.01.20 № 9)

Секретарь ГЭК: к.т.н., доцент _____ 31.01.20 (подпись, дата) Жук А.П. (фамилия, инициалы)

Пенза 2020

ФГБОУ ВО «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»

«Утверждаю»
Заведующий кафедрой ТМ
д.т.н., проф. _____ В.В. Салмин
подпись
«5» 07 2019 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту гр. 163МГ31 Политехнического института, заочной формы обучения по направлению 23.03.01 Технология транспортных процессов

Подрезову Денису Геннадьевичу

Научный руководитель работы: *к.т.н., доцент кафедры «ТМ» К.В. Лебединский*
Время выполнения выпускной квалификационной работы: *с 23.12.2019 г. по 01.02.2020 г.*
Место преддипломной практики: *МКУ «Департамент ЖКХ г. Пензы»*
Тема работы: *«Совершенствование организации дорожного движения на перекрёстке улиц Терновского и Петровская г. Пензы»*
Тема утверждена приказом ректора ПГУ *№ 809/о от 02 июля 2019 г.*

Техническое задание на работу (назначение устройства, условия применения, внешние воздействия, специальные требования и т. п.): *разработать проект организации движения на данном перекрестке с разработкой необходимых мероприятий.*

Объём и содержание основной части работы
Пояснительная записка (перечень вопросов, подлежащих разработке, расчетов, обоснований, описаний):
– введение с обоснованием актуальности темы исследования, постановкой цели и задач исследования – 1 – 2 страницы;
– анализ состояния вопроса, характеристика района проектирования, примеры ДТП, произошедшие на перекрестке, исследование и анализ интенсивности транспортных и пешеходных потоков, расчет задержки транспортных средств, сравнение количества ДТП по причинам его возникновения – 10 – 20 страниц;
– организационно-управленческий раздел: анализ конфликтных точек, условия применения светофорной сигнализации, режимы светофорной сигнализации, организация движения пешеходов, дорожные знаки, дорожная разметка – 10 – 20 страниц;

– экономический раздел – инвестиционная характеристика проектных мероприятий, социально-экономическая оценка реализации мероприятий 10 – 20 страниц;
– заключение – выводы и обоснования по реализации разработанного комплекса мероприятий – 1-2 страницы.

Графическая часть (перечень и содержание чертежей, плакатов)

- цели и задачи выпускной работы 1л А1;
- актуальность темы выпускной квалификационной работы 1л А1;
- существующая схема организации движения на перекрестке 1л А1;
- условная картограмма интенсивности транспортного потока на перекрестке 1л А1;
- схема конфликтных точек на перекрестке 1л А1;
- новая схема организации движения на перекрестке 1л А1;
- экономическое обоснование предложенных мероприятий 1л А1;
- основные выводы и рекомендации 1л А1.

Рекомендуемая литература:

1. *ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Текст]. – Введ. 2006–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 95 с.*
2. *Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: уч. для вузов/ Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б, Афанасьев.- М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279с.*
3. *Организация и безопасность движения: метод. Указания по преддипломной практике и дипломному проектированию. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. – 40 с.*

Дата выдачи задания: 05.07.2019 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы:

к.т.н, доцент каф. «ТМ» _____К.В. Лебединский

Задание к исполнению принял студент

гр. 163МГ31_____Д.Г. Подрезов

05 июля 2019 г.

ФГБОУ ВО «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»

«Утверждаю»
Руководитель ВКР
к.т.н., доцент_____К.В. Лебединский
подпись
«5» 07 2019 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы
«Совершенствование организации дорожного движения на перекрёстке улиц Терновского и Петровская г. Пензы»
студенту учебной группы 163МГ31 Подрезову Денису Геннадьевичу
(направление 23.03.01 Технология транспортных процессов)

Наименование выполняемой работы	Срок исполнения		Отметка о выполнении
	начало	окончание	
1	2	3	4
1 Получение задания, его уяснение, беседа с руководителем. Подготовка к выполнению ВКР.	05.07.19	07.07.19	
2 Подбор и изучение рекомендованной литературы.	08.07.19	11.09.19	
3 Изучение объекта исследования, постановка цели и задачи работы. Написание введения.	12.09.19	29.10.19	
4 Анализ существующей схемы движения. Выявление проблемных моментов в организации дорожного движения. Написание первого раздела работы.	30.10.19	15.11.19	
5 Разработка и расчет компонентов модернизируемой системы ТСОД.	16.11.19	29.11.19	
6 Написание второй главы работы.	30.11.19	13.12.19	
7 Экономическое обоснование предлагаемых мероприятий. Написание третьей главы.	14.12.19	29.12.19	
8 Оформление пояснительной записки, схем и рисунков.	29.12.19	08.01.20	
9 Представление пояснительной записки и графической части руководителю на просмотр и подготовка к предварительной защите.	08.01.20	09.01.20	
10 Предварительная защита ВКР	09.01.20	10.01.20	

1	2	3	4
11 Представление ВКР нормоконтролёру	10.01.20	11.01.20	
12 Представление пояснительной записки и графической части руководителю на просмотр и подпись.	11.01.20	12.01.20	
13 Полное завершение всех работ и представление зав. кафедрой на подпись пояснительной записки (совместно с графической частью и отзывом руководителя).	12.01.20	22.01.20	
14 Защита выпускной квалификационной работы		01.02.20	

Студент учебной группы 163МГ31 _____ Д.Г. Подрезов

05 июля 2019 г.

УДК 656.051

ББК: 39.3

РЕФЕРАТ

Подрезов, Д.Г. Совершенствование организации дорожного движения на перекрёстке улиц Терновского и Петровская г. Пензы [текст]. / Денис Геннадьевич Подрезов. – Пенза: ПГУ, 2019. – 84 с., 23 ил., 16 табл., 33 источника, приложение 1.

ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ДОРОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ, КАРТОГРАММА ИНТЕНСИВНОСТИ, ДОРОЖНЫЕ ЗНАКИ, ДОРОЖНАЯ РАЗМЕТКА, СВЕТОФОР, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

Объект – перекресток дорог.

Предмет – организационные мероприятия, способствующие увеличению пропускной способности указанного перекрестка.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трёх разделов, заключения, списка литературы и приложения.

Первый раздел посвящен изучению существующей схемы движения и её недостатков. Во втором разделе вводится новая схема движения и проводится её подробный расчёт. Полученные результаты сравниваются с существующей схемой. В третьем разделе рассчитываются стоимость мероприятий по усовершенствованию существующей схемы и её эффективность

Цель – разработка мероприятий по повышению безопасности движения на данном перекрестке.

Для достижения поставленной цели в работе были решены следующие задачи:

– проведена оценка интенсивности движения на данном пересечении;

– проведена оценка условий организации движения на данном пересечении;

– предложены мероприятия по улучшению организации дорожного движения на данном участке;

– выполнена экономическая оценка предлагаемых мероприятий.

UDC 656.051

BBK: 39.3

ESSEY

Podrezov, D.G. Improving the organization of traffic at the intersection of Ternovsky and Petrovskaya streets. Penza [text]. Denis Gennadievich Podrezov. – Penza: PSU, 2019 . – 84 p., 23 ill., 16 tablets, 33 sources, appendix 1.

TRANSPORT FLOW, ROAD TRAFFIC, INTENSITY MAP, ROAD SIGNS, ROAD MARKING, TRAFFIC, ECONOMIC RATIONALE.

The object is a crossroads.

Subject – organizational activities that contribute to the throughput of the indicated intersection.

Final qualification work consists of three sections, conclusion, list of references and applications.

The first section is devoted to the study of existing traffic patterns and its shortcomings. The second section introduces new patterns of movement. The results are compared with the existing scheme. The third part provides calculations of the cost of measures to improve existing schemes and its effectiveness.

The goal – the development of measures to improve traffic safety at this intersection.

The following tasks:

– an assessment of the intensity of movement at the specified intersection;

– an assessment of the conditions of the organization of movement;

– proposed measures to improve the organization of traffic in this section;

– An economic assessment of the proposed activities has been completed.

Содержание

Введение 7
1 Анализ состояния вопроса 9
1.1 Характеристика района проектирования 9
1.2 Примеры ДТП, произошедшие на перекрестке 14
1.3 Исследование и анализ интенсивности транспортных и пешеходных потоков 14
1.4 Расчет задержки транспортных средств 17
1.5 Анализ аварийности на автомобильном транспорте в Пензенской области 18
1.6 Сравнение количества ДТП по причинам его возникновения 29
1.7 Выводы 30
2 Организационно-управленческий раздел 31
2.1 Анализ конфликтных точек 31
2.2 Условия применения светофорной сигнализации 32
2.3 Режимы светофорной сигнализации 37
2.4 Организация движения пешеходов 49
2.5 Дорожные знаки 56
2.6 Дорожная разметка 59
2.7 Выводы 63
3 Экономический раздел 64
3.1 Инвестиционная характеристика проектных мероприятий 64
3.2 Ресурсообеспечение и финансовые результаты реализации мероприятий по повышению безопасности дорожного движения 67
3.3 Социально-экономическая оценка реализации мероприятий 71
3.4 Оценка общественной эффективности организации дорожного движения . 75
3.5 Выводы 78
Заключение 81
Список использованных источников 82

Введение

В настоящее время планомерно увеличивается число зарегистрированных автомобилей, что сказывается на загруженности существующих, темпах строительствах новых и реконструируемых дорог.

В связи с увеличением количества транспорта меняется и характер дорожной обстановки на перекрестках. Увеличение пропускной способности и транспортной нагрузки приводит к невозможности использования нерегулируемых перекрестков. Ситуация на них складывается следующим образом: транспортные средства, находящиеся на главной дороге в добровольном порядке пропускают транспорт, выезжающий со второстепенного направления. Недопонимание водителей, а также несоблюдение дистанции между транспортными средствами приводит к большому количеству мелких и крупных ДТП.

Решением данной проблемы становится строительство многоуровневых развязок, дополнительных полос движения, круговых разъездов и превращение нерегулируемых перекрестков в регулируемые. Последний способ является наименее затратным с экономической точки зрения и наиболее быстрым способом решения транспортных проблем конкретного района.

На рассматриваемом перекрестке складывается сложная дорожная ситуация по причине прохождением потоков транспорта в большой жилой район «город Спутник». В связи с этим увеличивается затор на подходе к перекрестку по улице Терновского со стороны центра.

Цель работы – совершенствование организации дорожного движения, обеспечивающее увеличение пропускной способности перекрестка при движение в сторону города Спутник.

Для достижения цели поставлены и решены следующие взаимосвязанные задачи:

– проведён анализ существующей дорожной обстановки на данном перекрестке;

– разработать схему дорожного движения данного перекрестка и систематизировать фазы работы светофора;

– дать экономическую оценку проводимых мероприятий.

Задачами проектирования являются: экспериментальное исследование транспортных и пешеходных потоков, анализ существующей организации дорожного движения (далее по тексту ОДД), разработка предложений по совершенствованию ОДД.

Объект исследования – пересечение улиц Терновского и Петровская, регулируемый наземный пешеходный переход, транспортные и пешеходные потоки.

1 Анализ состояния вопроса

1.1 Характеристика района проектирования

Рассматриваемый перекрёсток улиц Терновского и Петровская (рисунок 1.1 и рисунок 1.2) находится в густонаселенном районе города.

Относительно недавно на перекрестке проводились работы по расширению проезжей части. Из 4-х полосной улица Терновского превратилась в 6-ти полосную, с нанесенной разметкой, установленными дорожными знаками.

Однако в настоящее время через этот перекресток проходит движение в новый и быстроразвивающийся микрорайон «город Спутник». В связи с этим возникают многочисленные заторы на въезде и выезде из него.

Решением данной проблемы видится расширение проезжей части по улице Петровская, изменение количества полос для поворота налево с улицы Терновского и ряд других мероприятий.

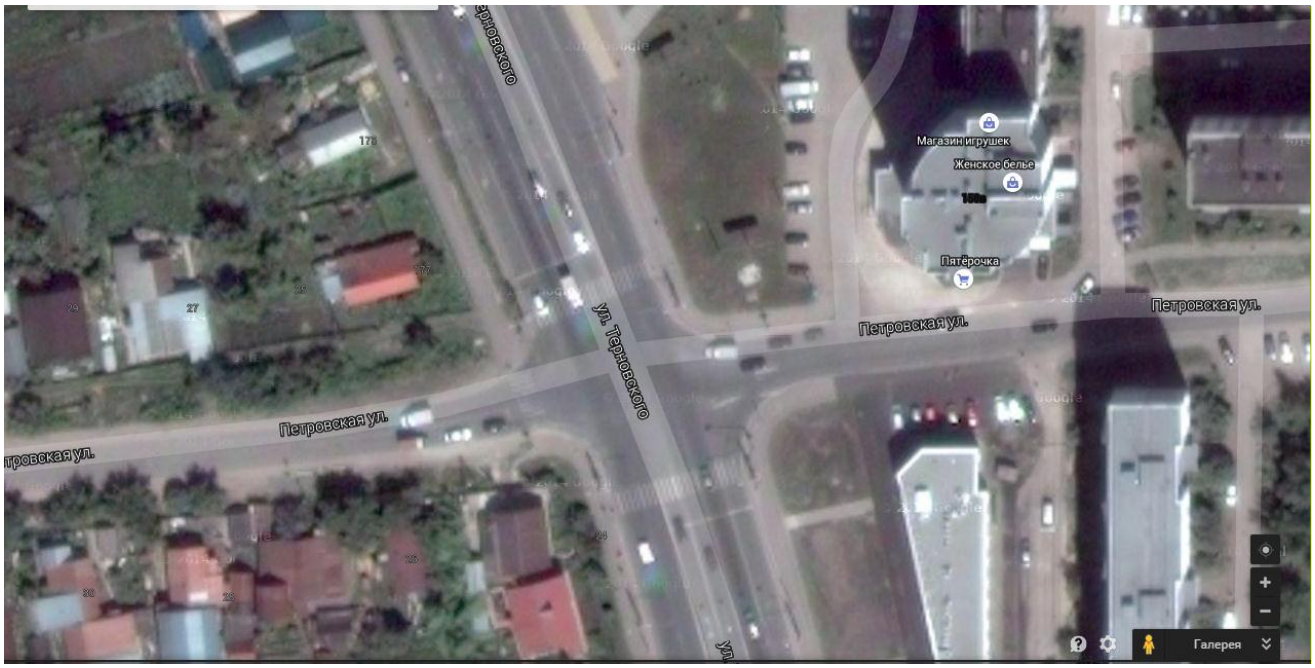


Рисунок 1.1 – Проектируемый перекресток с карты Google

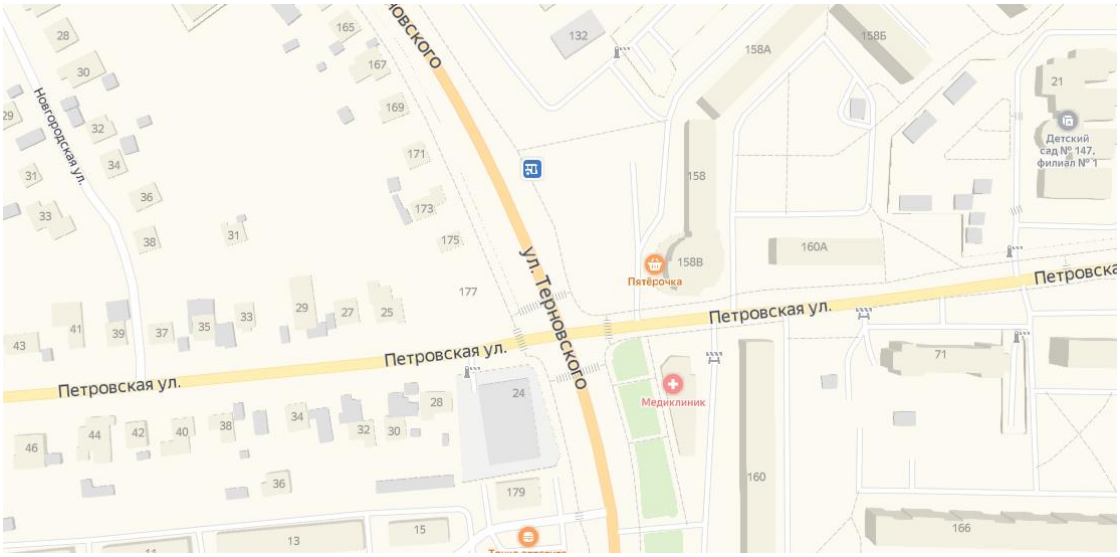


Рисунок 1.2 – Привязка района проектирования к улично-дорожной сети г. Пензы

Существующая схема организации движения показана на рисунке 1.3.

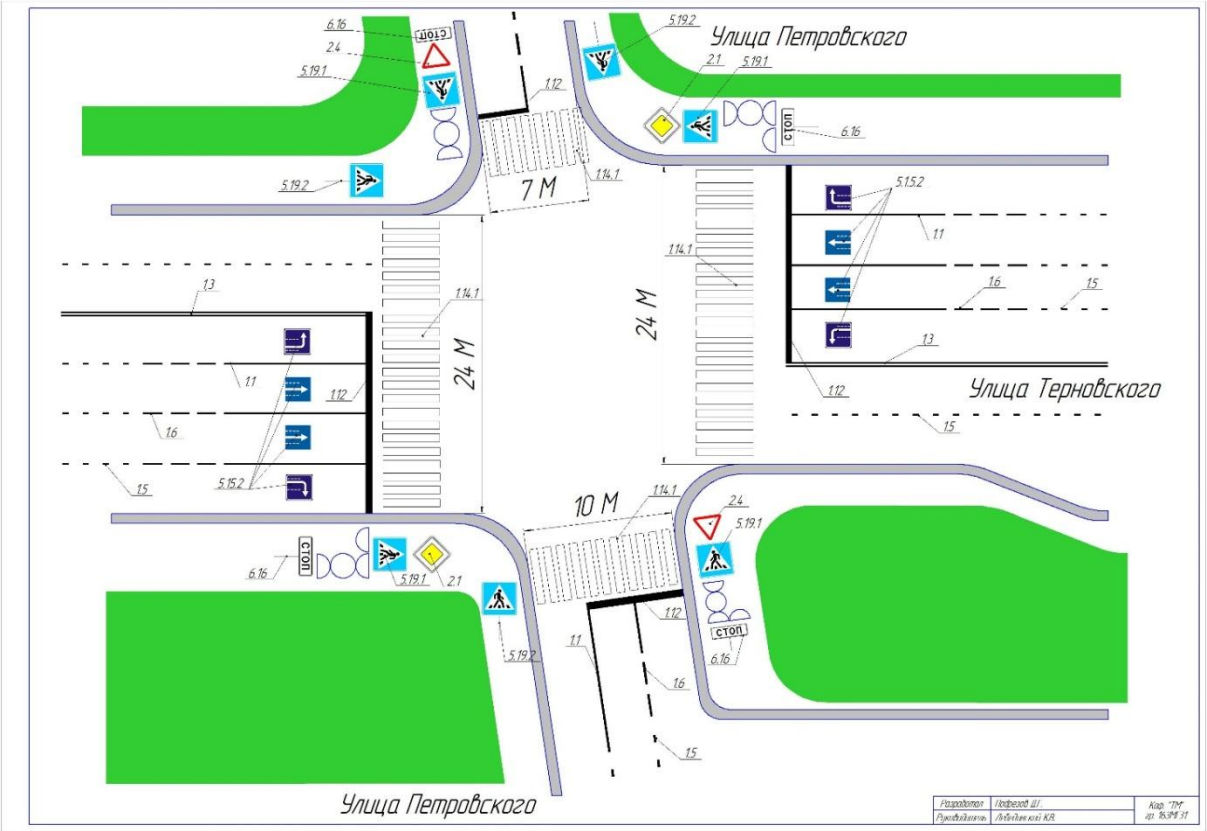


Рисунок 1.3 – Существующая схема организации движения

Объект проектирования представляет собой четырехстороннее регулируемое пересечение с главной дорогой по улице Терновского (рисунок 1.3).

Ширина проезжей части улицы Терновского (рисунок 1.3) составляет 24 м, дорожная разметка разделяет транспортные потоки на полосы попутного и встречного направления.

На рисунке 1.4 показан подход к пересечению со стороны улицы Терновского. На подходе к пересечению установлен знак приоритета 2.1 «Главная дорога». Пропуск пешеходов осуществляется по неразмеченному пешеходному переходу, обозначенному знаками 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход». Движение регулируется светофорной сигнализацией.

Рисунок 1.4 – Вид на улицу Терновского от дома № 181

На подходе к пересечению по ул. Петровская со стороны дома № 160 а (рисунок 1.5) проезжая часть имеет ширину 10 м. На подходе к пересечению установлен знак 2.4 «Уступите дорогу». Пропуск пешеходов осуществляется по неразмеченному пешеходному переходу, обозначенному знаками 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход». Регулирование осуществляется светофорным объектом с дополнительной секцией для поворота направо в сторону Терновского.

Рисунок 1.5 – Вид на перекресток со стороны улицы Петровская со стороны дома 160 а

На подходе к пересечению по ул. Петровская со стороны дома № 27 (рисунок 1.6) проезжая часть имеет ширину 7 м.

На подходе к пересечению установлен знак 2.4 «Уступите дорогу». Пропуск пешеходов осуществляется по неразмеченному пешеходному переходу, обозначенному знаками 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход». Движение регулируется светофором.

Рисунок 1.6 – Вид на перекресток со стороны улицы Петровская от дома № 27

Качество дорожного полотна удовлетворительное (рисунок 1.7).

Рисунок 1.7 – Качество дорожного полотна

1.2 Примеры ДТП, произошедшие на перекрестке

Инцидент произошел в 15:50 на перекрестке улиц Терновского и Петровской. 18-летний водитель мотоцикла «Ирбис» произвел столкновение с машиной ВАЗ-2170, за рулем которой находился мужчина 1978 года рождения.

В результате мотоциклист был госпитализирован с диагнозом: Закрытый перелом большеберцовой кости со смещением (рисунок 1.8).

Рисунок 1.8 – ДТП между автомобилем ВАЗ Приора и мотоциклом

1.3 Исследование и анализ интенсивности транспортных и пешеходных потоков

На основании имеющихся протоколов хронометражных наблюдений интенсивности движения определятся приведенная интенсивность движения транспортных средств по формуле [10]:

$$N_{пр} = N_{л}К_{л} + N_{гр}К_{гр} + N_{авт}К_{авт} + N_{ап}К_{ап}, \quad (1.1)$$

где $N_{л,\ гр,\ авт,\ ап}$ – интенсивность движения соответственно легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов в данном направлении за час в физических единицах, авт/ч;

$К_{л,\ гр,\ авт,\ ап}$ – коэффициенты приведения соответственно легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов к легковым автомобилям. Принимаются равными соответственно 1; 2; 2,5; 3.

Направления движения транспортных и пешеходных потоков представлены на рисунке 1.9. Результаты измерений интенсивности и состава транспортного потока на перекрестке ул. Терновского и Петровская сведены в таблицы 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Интенсивность по направлениям в зависимости от времени суток

Время подсчёта	Интенсивность по направлениям движения, авт/ч												Всего, авт/ч
	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	N_7	N_8	N_9	N_{10}	N_{11}	N_{12}	
7-8	378	972	26	30	187	113	45	921	56	215	163	352	3458
8 – 9	343	883	23	27	170	102	40	837	50	195	148	320	3138
9 – 10	210	540	14	16	103	62	25	511	31	119	90	195	1916
13 – 14	360	925	24	28	178	107	42	877	53	204	155	335	3288
17 – 18	222	571	15	17	110	66	26	541	32	126	95	207	2028
18 - 19	378	972	26	30	187	113	45	921	56	215	163	352	3458
19-20	343	883	23	27	170	102	40	837	50	195	148	320	3138

Определим часовую приведенную интенсивность по главной и второстепенной дорогам путем суммирования значений приведенной интенсивности направлений движения, входящих соответственно в главное и второстепенное направление.

На рисунке 1.10 показан график интенсивности движения в зависимости от времени суток.

Рисунок 1.10 – График интенсивности движения в зависимости от времени суток

Таблица 1.2 – Приведенная интенсивность

Направление	Легковые, авт/час	Грузовые, авт/час	Автобусы, троллейбусы авт/час	Автопоезда, авт/час	Суммарнаяинтен-сивность, ед/час	Суммарная интенсивность, ед/сут	Приведенная интесивность авт/час	Приведенная интесивность авт/сут
№ 1	340	25	5	8	378	4984,62	419,1	5167,50
№ 2	700	210	37	25	972	12817,58	1238	15264,54
№ 3	21	3	0	2	26	342,86	31,8	392,09
№ 4	27	2	0	1	30	395,60	33,3	410,59
№ 5	180	5	0	2	187	2465,93	194,4	2396,95
№ 6	110	3	0	0	113	1490,11	115,4	1422,88
№ 7	42	3	0	0	45	593,41	47,4	584,44
№ 8	690	170	35	26	921	12145,05	1153,7	14225,12
№ 9	37	17	0	2	56	738,46	73	900,09
№ 10	200	8	2	5	215	2835,16	232,9	2871,66
№ 11	160	3	0	0	163	2149,45	165,4	2039,38
№ 12	320	27	3	2	352	4641,76	381,5	4703,90

Рассчитываем суточную приведенную интенсивность движения по главной и второстепенной дорогам для каждого перекрестка по формуле:

$$N_{\text{сут}} = \frac{N_{\text{чп}}}{K_{П}}, \qquad (1.2)$$

где $N_{\text{чп}}$ – приведенная интенсивность движения в час «пик», ед/ч;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент приведения интенсивности к суткам; принимается равным 0,1.

Для нашего примера суточная интенсивность движения по главной и второстепенной дорогам будет соответственно равна:

$N_{\text{сут.гл}}$ = (378+972+26+45+921+56) / 0,1 = 2398/ 0,1 = 23980 ед/сут.;

$N_{\text{сут.вт}}$ = (30+187+113+215+163+352) / 0,1 = 1060/0,1= 10600 ед/сут.

Из анализа обследования видно, что транспортный поток является преимущественно легковым, т.к. доля легковых автомобилей составляет 82%, грузовых – 14% и автобусов – 2%.

1.4 Расчет задержки транспортных средств

Средняя задержка одного автомобиля на данном второстепенном направлении [13]:

$$t\Delta_{\text{н}i} = t\Delta_{\text{н}1i} + t\Delta_{\text{н}2i}, \tag{1.3}$$

где $t\Delta_{\text{н}1i}$ – среднее время ожидания приемлемого интервала на i-том направлении:

$$t\Delta_{\text{н}1i} = \frac{e^{a\lambda t_{\text{гр}}} - \sum_{k=0}^{a} \frac{\left(a\lambda t_{\text{гр}}\right)^k}{k!}}{\lambda \sum_{k=0}^{a-1} \frac{\left(a\lambda t_{\text{гр}}\right)^k}{k!}}, \tag{1.4}$$

где a – параметр распределения интервалов, характеризующий степень взаимодействия автомобилей в транспортном потоке: a=1, при $\lambda \le 0{,}139$ авт/с; a=2, при $0{,}139 < \lambda \le 0{,}222$ авт/с; a=3, при $\lambda > 0{,}222$авт/с;

$t_{\text{гр}}$ – граничный интервал с обеспеченностью 85%;

$t\Delta_{\text{н}2i}$ – средняя задержка, связанная с пребыванием автомобилей в очереди, образующейся перед светофором, с:

$$t\Delta_{\text{н}2i} = t\Delta_{\text{н}1i} n_0, \tag{1.5}$$

где n_0 – среднее число автомобилей в очереди перед светофором, авт.:

$$n_0 = \frac{\lambda_{\text{вт}i}}{1/t\Delta_{\text{н}1i} - \lambda_{\text{вт}i}}, \tag{1.6}$$

где $\lambda_{\text{вт}i}$ – интенсивность потока перед светофором, авт/с.

Средняя задержка одного автомобиля на данном направлении:

$$t\Delta_{\text{н}i} = t\Delta_{\text{н}1i} + t\Delta_{\text{н}2i}, \tag{1.7}$$

Например, для направления 2 (i = 1) главным направлениями (т.е. направления на которых транспортные средства имеют приоритет) в соответствии с правилами проезда нерегулируемого перекрестка будет 6 и 1.

$q_{гл1} = q_6+q_4 = 544 + 146 = 690$ авт/час.,

$\lambda_1 = 690/3600 = 0{,}19$; $a = 2$.

Так как в данном направлении автомобили едут с левым поворотом, то $t_{гр1}$ равно 10 с.

Среднее время ожидания приемлемого интервала [19]:

$$t\Delta_{н1i} = \frac{e^{a\lambda t_{гр}} - \sum_{k=0}^{a} \frac{(a\lambda t_{гр})^k}{k!}}{\lambda \sum_{k=0}^{a-1} \frac{(a\lambda t_{гр})^k}{k!}} = \frac{e^{a\lambda t_{гр}} - (1 + a\lambda t_{гр} + \frac{a\lambda t_{гр}^{\,2}}{2} + \frac{a\lambda t_{гр}^{\,3}}{3})}{\lambda(1 + a\lambda t_{гр} + \frac{a\lambda t_{гр}^{\,2}}{2})}, \quad (1.8)$$

Для направления 2 получим:

$2{,}72^{2\cdot 0{,}275\cdot 10} - (1+2\cdot 0{,}275\cdot 10+(2\cdot 0{,}275\cdot 10)^2/2+(2\cdot 0{,}275\cdot 10)^3/3)$.

$t\Delta_{Hl1} = 0{,}275(1+2\cdot 0{,}275\cdot 10+(2\cdot 0{,}275\cdot 10)^2/2) = 118$ с.

Среднее количество автомобилей в очереди на данном второстепенном направлении:

$n_0 = 600\cdot\lambda_1 = 600\cdot 0{,}10 = 60$ авт.

Средняя задержка, связанная с пребыванием автомобилей в очереди, образующейся на второстепенной дороге:

$t\Delta_{H2i} = t\Delta_{Hli}\cdot n_0 = 232{,}4\cdot 165 = 3832$ с.

Средняя задержка одного автомобиля на данном второстепенном направлении:

$t\Delta_{Hl} = t\Delta_{H1l} + t\Delta_{H2l} = 232{,}4+38346 = 3857{,}2$ с.

1.5 Анализ аварийности на автомобильном транспорте в Пензенской области

Процесс повсеместного увеличения количества автомобилей у населения страны имеет свои плюсы и минусы. Полюсами является обеспечения повышенного комфорта для населения. Но наряду с этими возникают огромные минусы: последствия ДТП в виде материального ущерба, человеческих жертв и ранений. Также велико влияние на экологию: шум от автотранспорта, повышенное содержание вредных веществ выхлопа в воздухе, проблема стоянок в городе для такого количества транспорта. А также снижение средней скорости движения и возникновение заторов.

Строгий учет причин и последствий дорожно-транспортных происшествий является важной составной частью в процессе обеспечения безопасности дорожного движения. Наряду с учетом причин и последствий необходимо проводить тщательный анализ причин и их последствий.

Существенным недостатком определения опасных мест в дорожной сети является возможность сделать выводы из уже встречающихся дорожно-транспортных происшествий, в то время как основной задачей организации движения (ОДД) является их предупреждение.

Многие исследования показали, что события происходят чаще в так называемых «конфликтных точках», то есть в местах, где существует определенное влияние между участниками дорожного движения.

Особенно типичными в этом отношении являются пересечение дорог (мембран), где потоки транспортных средств и пешеходов встречаются и пересекаются. Поэтому, улучшая организацию движения, особое внимание следует уделять пересечениям. Перекрестки – это места, где чаще всего встречаются дорожно-транспортные происшествия и дорожно-транспортные происшествия.

Как было отмечено, целью ОРВ является обеспечение его безопасности и эффективность. При осуществлении мер по совершенствованию организации движения необходимо обеспечить элементарные условия безопасности дорожного движения. Нарушение этого принципа приводит к дискредитации

методов организации движения, поскольку невозможно обеспечить достаточную скорость и безопасность движения, например, из-за плохой видимости или неудовлетворительного состояния покрытия можно объяснить неэффективность методов организации движения,

Особенность движения – это решение важности водителя, а также роль других участников движения. Самой распространенной причиной дорожно-транспортных происшествий является именно неправильное действие людей. В этой связи меры по ОПР направлены на то, чтобы предотвратить такие действия со стороны людей или уменьшить серьезность последствий.

Статистика аварийности по Пензенской области за 2018 г. представлена в таблице 1.3 [36].

Таблица 1.3 – Статистика аварийности по Пензенской области в 2018 гг.

Общее количество ДТП, число погибших и раненых					
1	2	3	4	5	6
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
2269	-6,7	255	-8,3	3037	-2,5
ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
2129	-5,9	233	-6,8	2914	-1,7
ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД водителями в состоянии опьянения					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
322	-6,9	66	8,2	490	2,5
ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД пешеходами					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
209	-1,9	37	-2,6	180	-4,3
Количество ДТП с участием детей, число погибших и раненых детей в возрасте до 16 лет					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
227	-12	11	37,5	234	-14,3

Продолжение таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
ДТП и пострадавшие из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
60	76,5	27	50	75	19
ДТП и пострадавшие с участием неустановленных транспортных средств					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
104	-27,8	5	-44,4	101	-27,9
ДТП и пострадавшие из-за неудовлетворительного состояния улиц и дорог					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
554	-9,8	49	8,9	728	-4,3
ДТП с особо тяжкими последствиями и пострадавшие					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
4	33,3	18	-10	53	307,7
ДТП и пострадавшие из-за столкновения					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
981	0,9	117	-18,8	1584	8,7
ДТП и пострадавшие из-за опрокидывания					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
285	-21,1	42	35,5	388	-19,5
ДТП и пострадавшие из-за наезда на стоящее ТС					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
90	15,4	4	-50	119	9,2
ДТП и пострадавшие из-за наезда на препятствие					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
179	-5,8	20	17,6	236	-7,5
ДТП и пострадавшие из-за наезда на пешехода					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ

Окончание таблицы 1.3

1	2	3	4	5	6
579	-14,3	63	-11,3	546	-15,7
ДТП и пострадавшие из-за прочих видов происшествий					
ДТП		Погибло		Ранено	
Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ	Абс.	± %к АППГ
155	0,6	9	28,6	164	0,6

Сравнение количества ДТП по категориям в Пензенской области за 2017 - 2018 гг. представлено на рисунке 1.11 [36].

По результатам анализа статистики видно уменьшение числа ДТП практически по всем категориям. Рост наблюдается в категории «ДТП из-за неудовлетворительного технического состояния ТС» на 76,5% процентов.

Максимальное снижение наблюдается в категории ДТП с участием детей (-12%) [36].

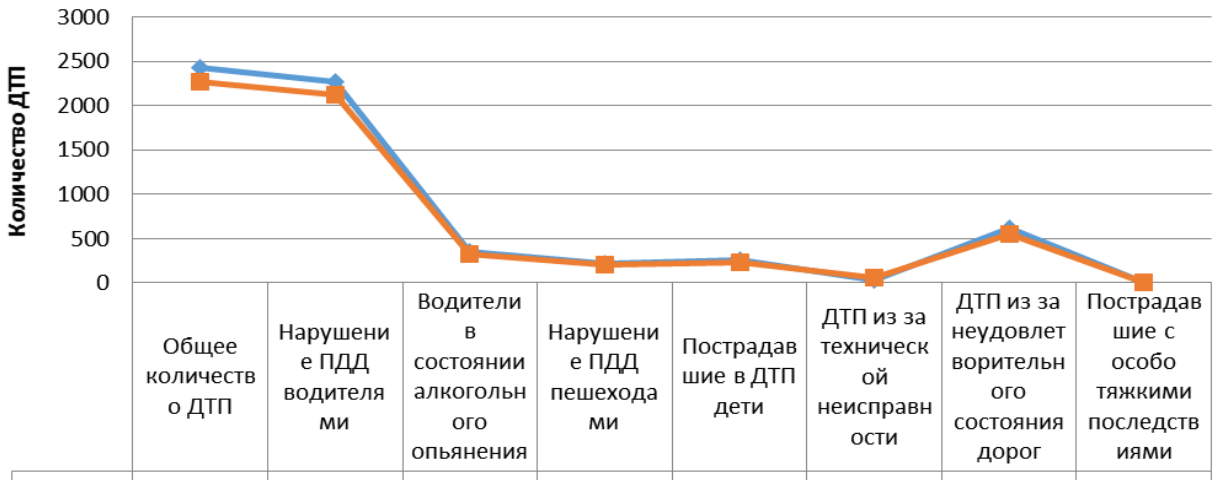


Рисунок 1.11 – Сравнение количества ДТП по категориям в Пензенской области за 2017-2018 гг.

Распределение ДТП по категориям в Пензенской области в 2017 г. представлено на рисунке 1.12, а в 2018 году на рисунке 1.13 [36].

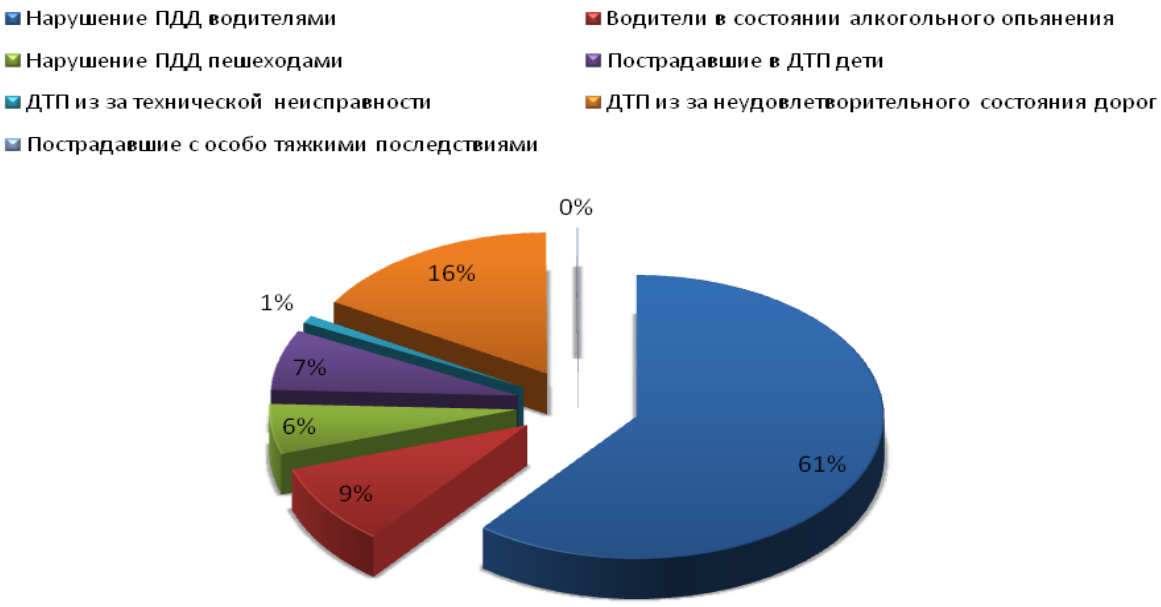


Рисунок 1.12 – Распределение ДТП по категориям в Пензенской области в 2017 г.

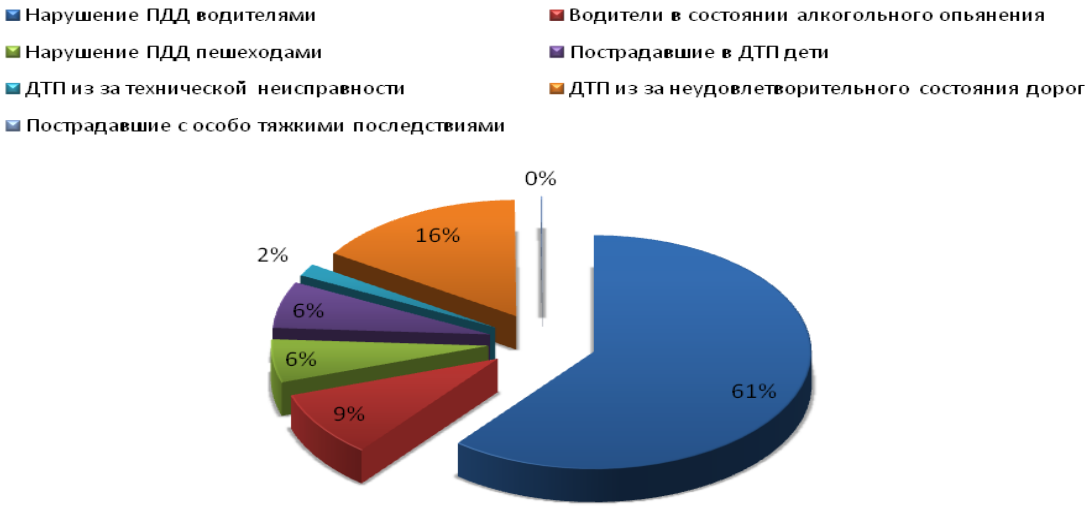


Рисунок 1.13 – Распределение ДТП по категориям в Пензенской области в 2018 г.

Максимальное количество ДТП в Пензенской области за 2017 год произошло из-за нарушения водителями транспортных средств ПДД (61%). 6% всех ДТП произошли по вине пешеходов. ДТП с участием детей в возрасте до 16 лет составили 9%, а ДТП из-за нарушения правил дорожного движения

водителями транспортных средств в состоянии алкогольного опьянения 7%. 16% ДТП произошли из-за неудовлетворительного состояния дорожного покрытия. 1% приходятся на ДТП, произошедшие в результате эксплуатации технически неисправных транспортных средств. Также зафиксировано три ДТП с особо тяжкими последствиями [36].

В 2018 году 61% ДТП произошел из-за нарушения водителями транспортных средств ПДД. 6% всех ДТП произошли по вине пешеходов. ДТП с участием детей в возрасте до 16 лет составили 9%, а ДТП из-за нарушения правил дорожного движения водителями транспортных средств в состоянии алкогольного опьянения 6%. 16% ДТП произошли из-за неудовлетворительного состояния дорожного покрытия. 2% приходятся на ДТП, произошедшие в результате эксплуатации технически неисправных транспортных средств. Также зафиксировано четыре ДТП с особо тяжкими последствиями.

Сравнение количества погибших в ДТП по категориям в Пензенской области за 2017 - 2018 гг. представлено на рисунке 1.14.

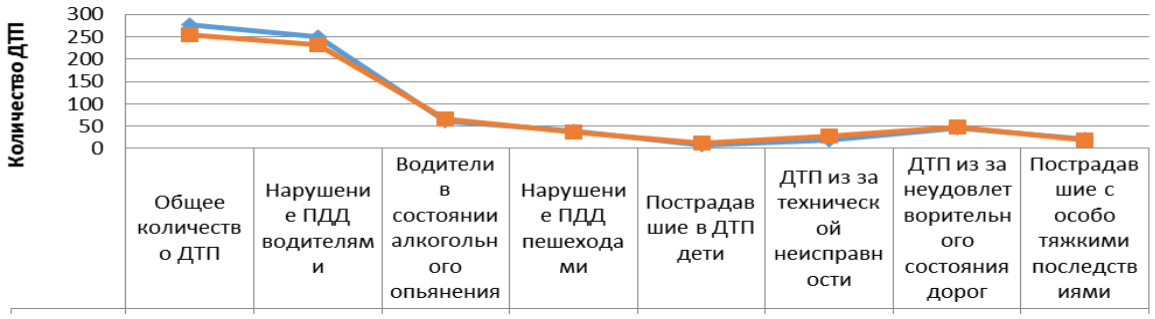


Рисунок 1.14 – Сравнение количества погибших в ДТП по категориям в Пензенской области за 2017 - 2018 гг.

Сравнение количества погибших в разных категориях ДТП в Пензенской области за 2017 гг. представлено на рисунке 1.15, а за 2018 гг. представлено на рисунке 1.16.

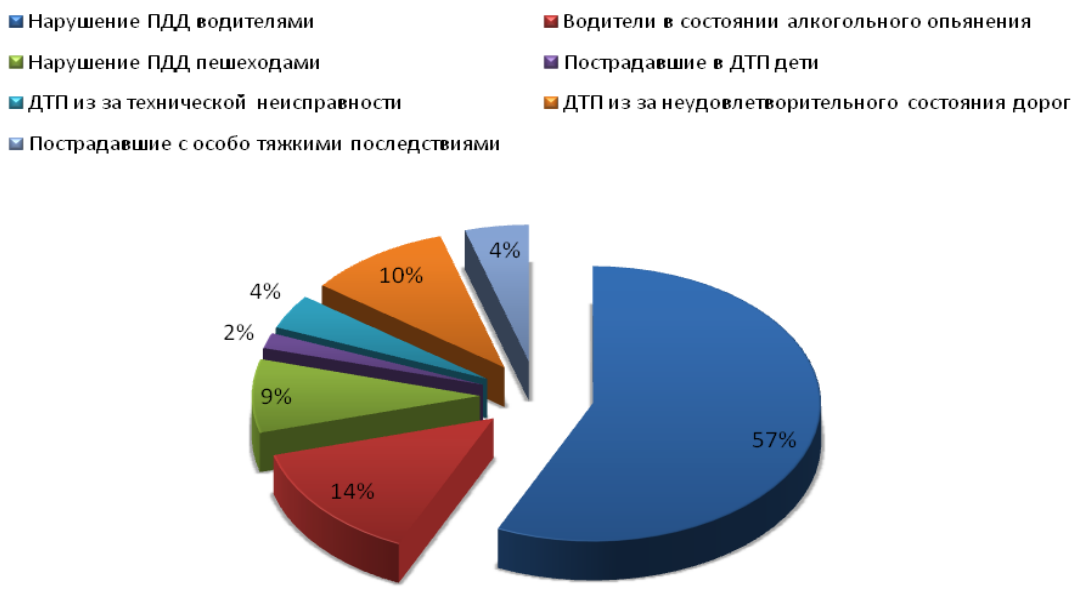


Рисунок 1.15 – Сравнение количества погибших в разных категориях ДТП в Пензенской области за 2017 г.

Рисунок 1.16 – Сравнение количества погибших в разных категориях ДТП в Пензенской области за 2018 г.

Сравнивая данные 2017 и 2018 года, можно сделать вывод, что количество погибших в ДТП по Пензенской области в 2018 году уменьшилось.

Уменьшение общего числа погибших в ДТП произошло на 8,1%. Максимальное увеличение количества погибших наблюдается в категории ДТП, в которых пострадали дети до 16 лет (36,9%), а также в категории ДТП из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств (51%).

Максимальное количество ДТП с погибшими в Пензенской области за 2017 год произошло из-за нарушения водителями транспортных средств ПДД (59%). 10% всех ДТП произошли по вине пешеходов. ДТП с участием детей в возрасте до 16 лет составили 2,2%, а ДТП из-за нарушения правил дорожного движения водителями транспортных средств в состоянии алкогольного опьянения 17%. 9% ДТП произошли из-за неудовлетворительного состояния дорожного покрытия. 4% приходятся на ДТП, произошедшие в результате эксплуатации технически неисправных транспортных средств. 4 % ДТП с особо тяжкими последствиями.

В 2018 году 53% ДТП произошел из-за нарушения водителями транспортных средств ПДД. 8% всех ДТП произошли по вине пешеходов. ДТП с участием детей в возрасте до 16 лет составили 3%, а ДТП из-за нарушения правил дорожного движения водителями транспортных средств в состоянии алкогольного опьянения 15%. 11% ДТП произошли из-за неудовлетворительного состояния дорожного покрытия. 6% приходятся на ДТП, произошедшие в результате эксплуатации технически неисправных транспортных средств. 4 % ДТП с особо тяжкими последствиями.

Сравнивая данные 2017 и 2018 года, можно сделать вывод, что количество раненых в ДТП по Пензенской области в 2018 году уменьшилось на 2,5 %.

Сократилось на 14,3 % число раненых при ДТП детей младше 16 лет.

Сравнение количества раненых в разных категориях ДТП в Пензенской области за 2017-2018 гг. представлено на рисунке 1.17.

Распределение раненых в различных категориях ДТП в Пензенской области в 2017 г. представлено на рисунке 1.18, а в 2018 году на рисунке 1.19.

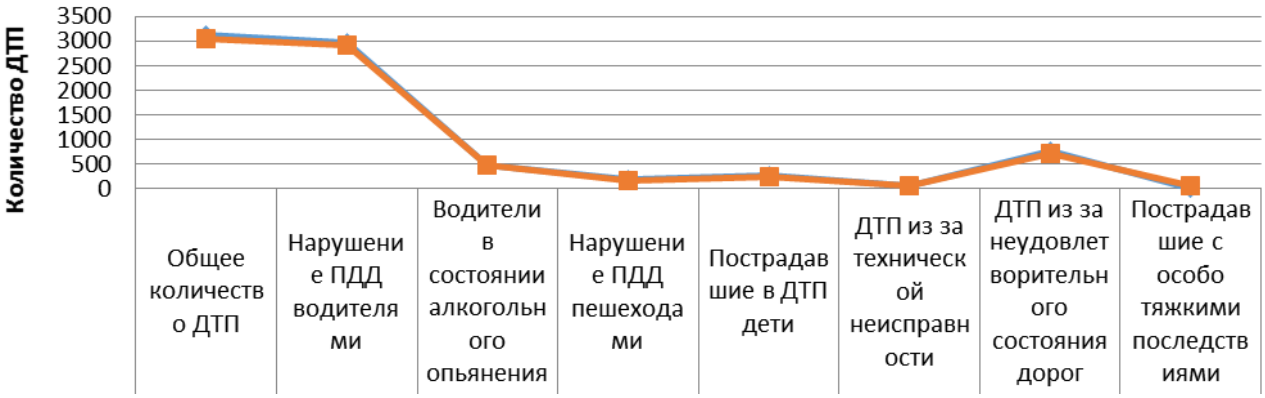


Рисунок 1.17 – Сравнение количества раненых в разных категориях ДТП в Пензенской области за 2017-2018 гг.

Рисунок 1.18 – Распределение раненых в различных категориях ДТП в Пензенской области в 2017 г.

Рисунок 1.19 – Распределение раненых в различных категориях ДТП в Пензенской области в 2018 г.

Анализируя процентное распределение количества раненых в ДТП по Пензенской области в 2017 году, можно сделать вывод, что максимальное число раненых приходится на ДТП, произошедшие из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств (63%). 4% ранено вследствие ДТП, произошедших из-за нарушения правил дорожного движения пешеходами. Из-за водителей, управляющих транспортным средством в состоянии алкогольного опьянения, получили ранения 10%. 6% раненых зафиксирован в ДТП с участием детей в возрасте до 16 лет. А число погибших в ДТП из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств составляет 1%, а из-за неудовлетворительного состояния дорог 16%.

Максимальное число раненых в 2018 году приходится на ДТП, произошедшие из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств (62%). 4% ранено вследствие ДТП, произошедших из-за нарушения правил дорожного движения пешеходами. Из-за водителей, управляющих транспортным средством в состоянии алкогольного опьянения, получили ранения 10%. 5% раненых зафиксирован в ДТП с участием детей в возрасте до 16 лет. А число

погибших в ДТП из-за эксплуатации технически неисправных транспортных средств составляет 2%, а из-за неудовлетворительного состояния дорог 16%. 1% ДТП в которых есть пострадавшие с особо тяжкими последствиями.

1.6 Сравнение количества ДТП по причинам его возникновения

Распределение причин ДТП по Российской Федерации в 2018 г. представлено на рисунке 1.20 [36].

Распределение причин ДТП по Пензенской области в 2018 г. представлено на рисунке 1.21.

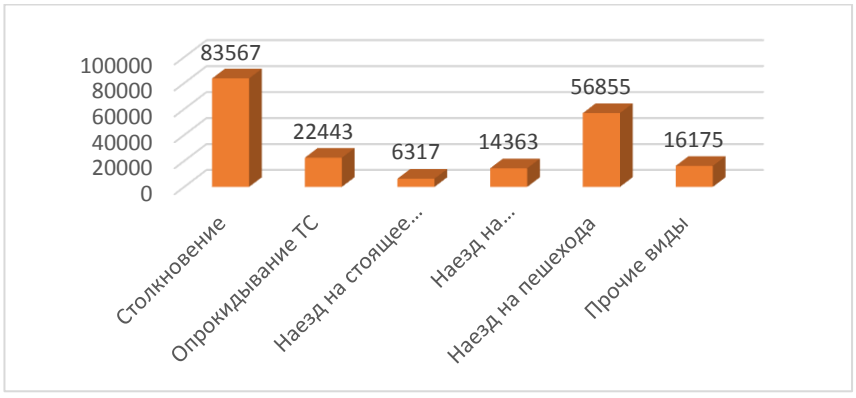


Рисунок 1.20 – Распределение причин ДТП по Российской Федерации в 2018 г.

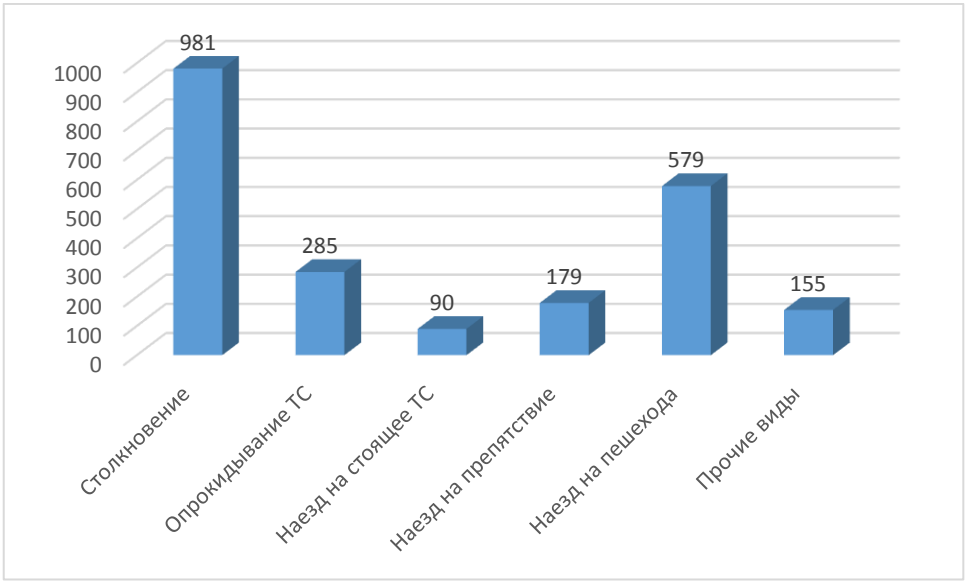


Рисунок 1.21 – Распределение причин ДТП по Пензенской области в 2018 г.

1.7 Выводы

С ростом интенсивности транспортного потока на главной дороге возможности проезда перекрестка с второстепенных направлений ухудшаются. В ожидании приемлемого интервала водители вынуждены простаивать значительное время и нередко принимать интервалы меньшие, чем необходимо по условиям безопасности движения. Поэтому на перекрестке наряду с ростом транспортных задержек увеличивается количество ДТП.

Введение светофорного регулирования ликвидирует наиболее опасные конфликтные точки, что способствует повышению безопасности движения. Вместе с тем появление светофора на перекрестке вызывает транспортные задержки и на главной дороге, порой весьма значительные, учитывая характерную для этой дороги высокую интенсивность движения и господствующее в настоящее время жесткое программное регулирование. Таким образом, введение светофорного регулирования является не всегда оправданным и зависит, прежде всего, от интенсивности движения конфликтующих потоков и от числа и тяжести ДТП.

Был проведен анализ существующей дорожной ситуации в районе проектирования. Были выявлены большие заторы в направлении движения как из города Спутник, так и в его сторону.

Были приведены примеры ДТП на данном перекрестке.

Проведен анализ и расчет интенсивности движения на перекрестке по направлениям, расчет задержек транспортных средств на перекрестке.

2 Организационно-управленческий раздел

2.1 Анализ конфликтных точек

Показатель сложности пересечения m рассчитывается по Формуле:

$$m = n_0 + 3n_c + 5n_П \text{ ,} \quad (2.1)$$

где n_0, n_c и $n_П$ – число точек соответственно отклонения, слияния и пересечения.

Принято считать узел (перекресток) малой сложности (простым) при m < 40, средней сложности при m = 40-80, сложным при m = 80-150 и очень сложным при m > 150. Значения для расчета по формуле 2.3 берутся с рисунка 2.11.

$m = 4 + 3 \cdot 4 + 5 \cdot 24 = 136$.

Таким образом, данный перекресток является сложным.

Расположение конфликтных точек на перекрестке представлено на рисунке 2.1.

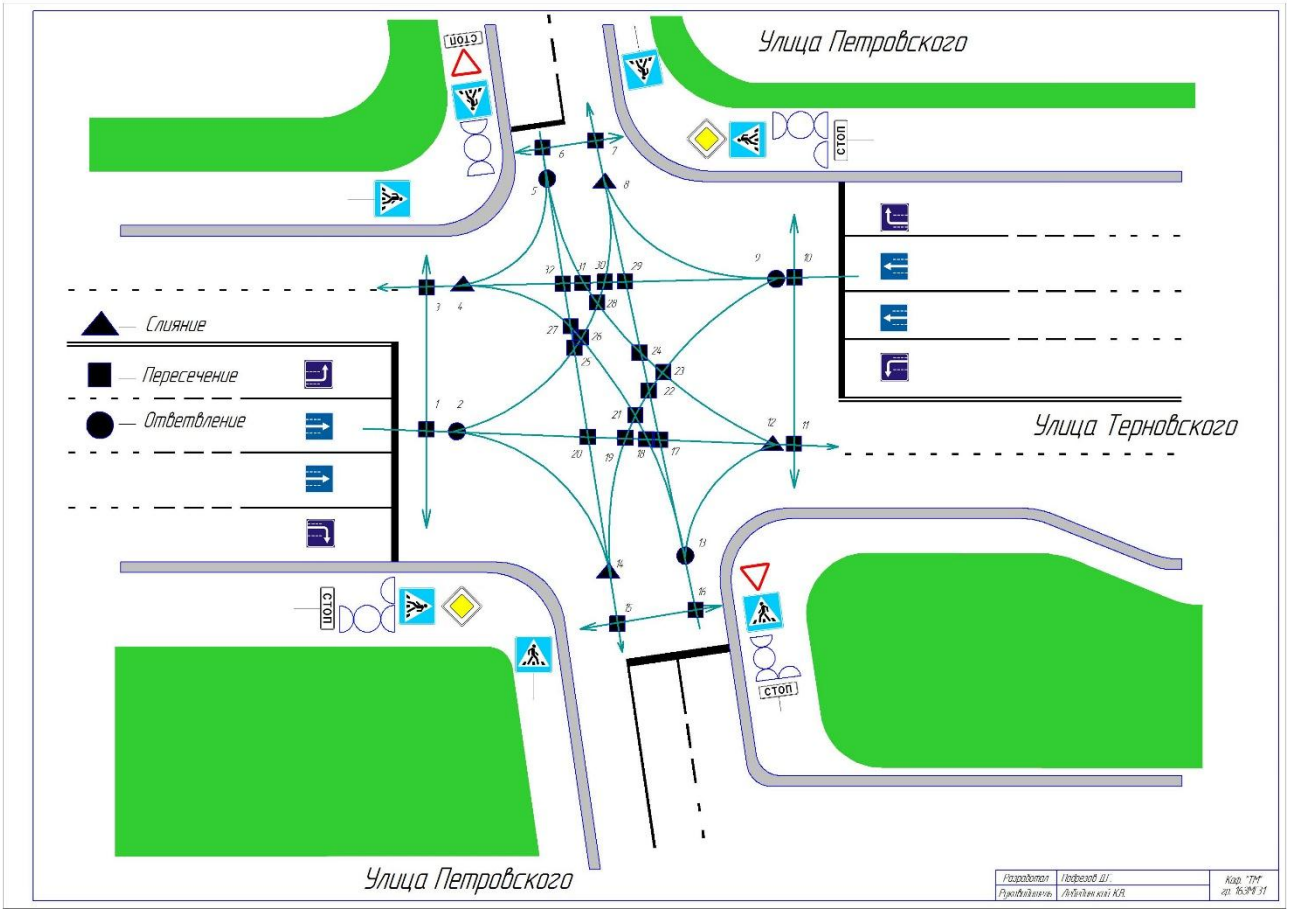


Рисунок 2.1 – Конфликтные точки перекрестка

2.2 Условия применения светофорной сигнализации

В результате исследования интенсивности движения установлено, что размер движения по главной дороге в приведенных единицах составляет 2398 ед/час, а по второстепенной дороге в одном наиболее загруженном направлении – 1060 ед/час.

Целесообразность введения светофорной сигнализации на перекрестке.

Установка транспортных светофоров типов 1 и 2 и пешеходных светофоров регламентируется ГОСТ Р 52289–2004. Согласно указанному ГОСТу светофоры должны устанавливаться при наличии хотя бы одного из следующих четырех условий.

Условие 1. Интенсивность движения транспортных средств пересекающихся направлений в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели не менее значений, указанных в таблице 2.4.

Условие 2. Интенсивность движения транспортных средств по дороге составляет не менее 600 ед./ч (для дорог с разделительной полосой – 1000 ед./ч) в обоих направлениях в течение каждого из любых 8 ч рабочего дня недели. Интенсивность движения пешеходов, пересекающих проезжую часть этой дороги в одном, наиболее загруженном, направлении в то же время составляет не менее 150 пеш./ч.

В населенных пунктах с числом жителей менее 10000 человек значения интенсивности движения транспортных средств и пешеходов по условиям 1 и 2 составляют 70% от указанных.

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

Условие 4. На перекрестке совершено не менее трёх дорожно-транспортных происшествий за последние 12 месяцев, которые могли бы быть предотвращены при наличии светофорной сигнализации. При этом условия 1

или 2 должны выполняться на 80% или более.

Таблица 2.1 - Интенсивность движения транспортных потоков пересекающихся направлений

Число полос движения в одном направлении		Интенсивность движения транспортных средств, ед./ч	
Главная дорога	Второстепенная дорога	по главной дороге в двух направлениях	по второстепенной дороге в одном, наиболее загруженном, направлении
1	2	3	4
1	1	750 670 580 500 410 380	75 100 125 150 175 190
2 и более	1	900 800 700 600	75 100 125 150
		500	175
		400	200
2 или более	2 или более	900 825 750 675 600 525 480	100 125 150 175 200 225 240

Третью фазу рекомендуется применять для пропуска левоповоротнего потока если его интенсивность более 120 авт/ч. Для рассматриваемого пересечения интенсивность левоповоротного потока более 120 авт./ч, поэтому на данном перекрестке необходимо введение трех фаз регулирования.

На рассматриваемом перекрестке выполняются все 4 условия, таким образом, установка светофора целесообразна.

Предлагаемая схема организации движения представлена на рисунке 2.2.

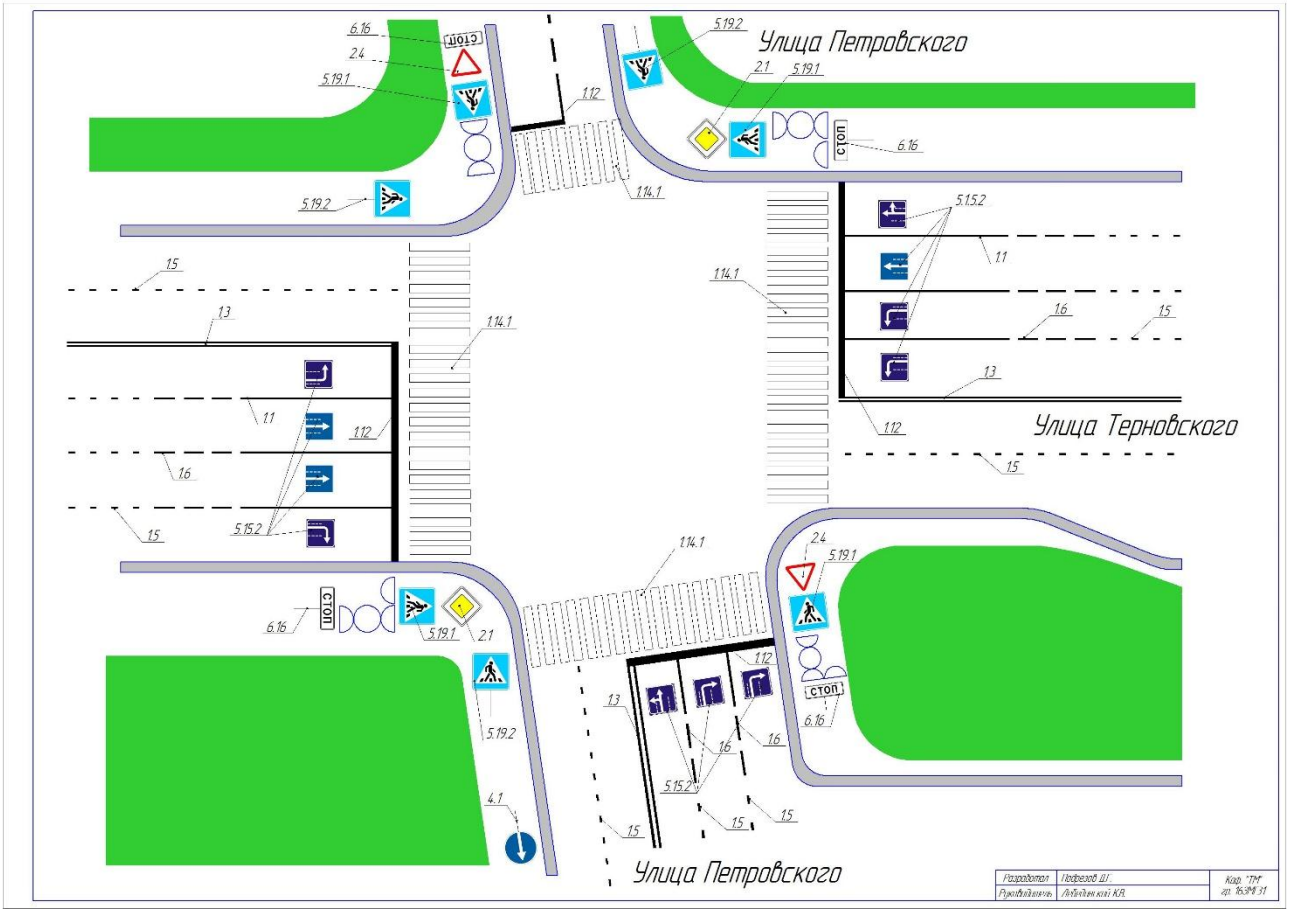


Рисунок 2.2 – Новая схема организации движения

2.2.1 Определение числа программ регулирования

Для определения числа программ регулирования проведём группировку полученных значений суммарной интенсивности (таблица 2.2) в группы таким образом, чтобы разброс суммарной интенсивности в группе не превышал 20-25% (рисунок 2.3).

Таблица 2.2 – Интервалы работы программ регулирования

Интервал интенсивности движения, авт/ч	Период времени
2000-3300	7.30-18.30
1000-2000	18.30-20.00
Менее 1000	20.00-7.00

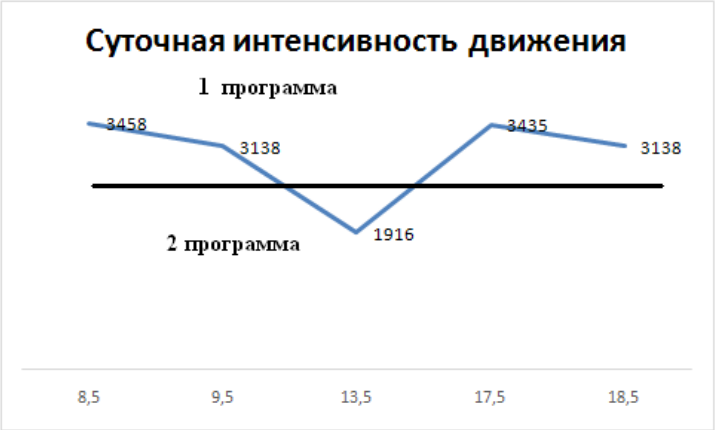


Рисунок 2.3 – Определение числа программ регулирования

Таким образом, целесообразно применить две программы регулирования.

2.2.2 Разработка схемы пофазного разъезда

Для данного перекрестка предложено использование трех фаз светофорного регулирования для пропуска транспорта и одной – для пешеходов. Они представлены на рисунках 2.4, 2.5, 2.6 и 2.7.

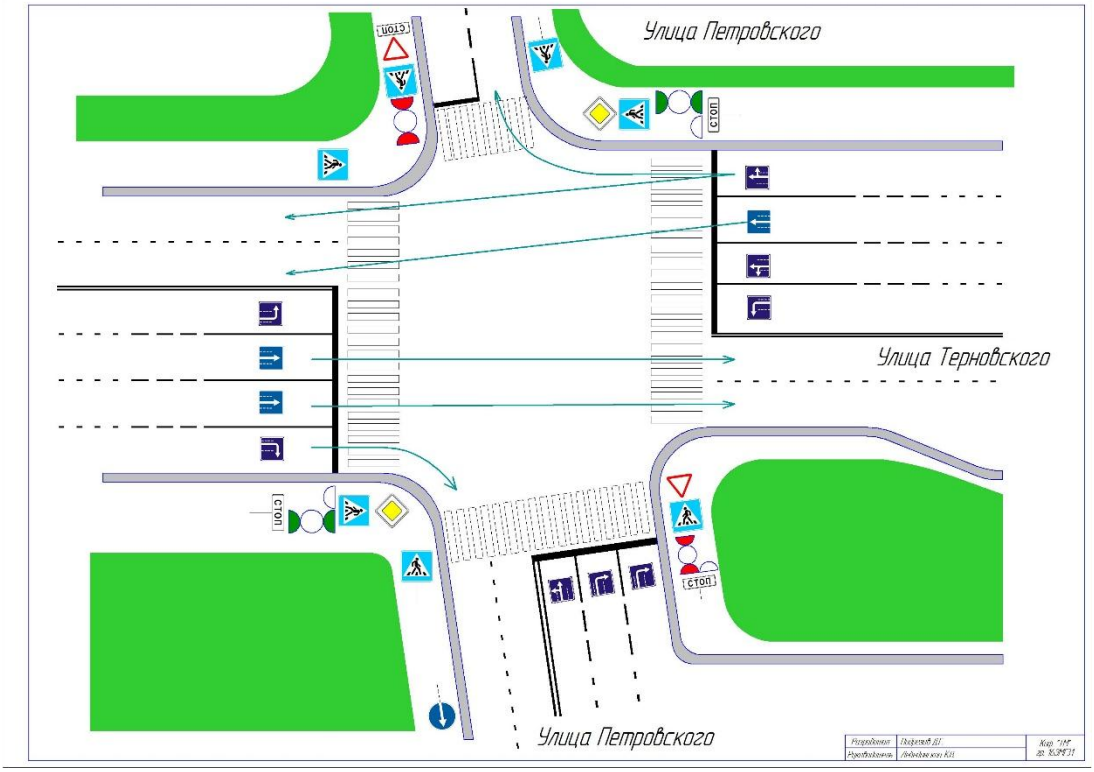


Рисунок 2.4 – Первая фаза светофорного регулирования

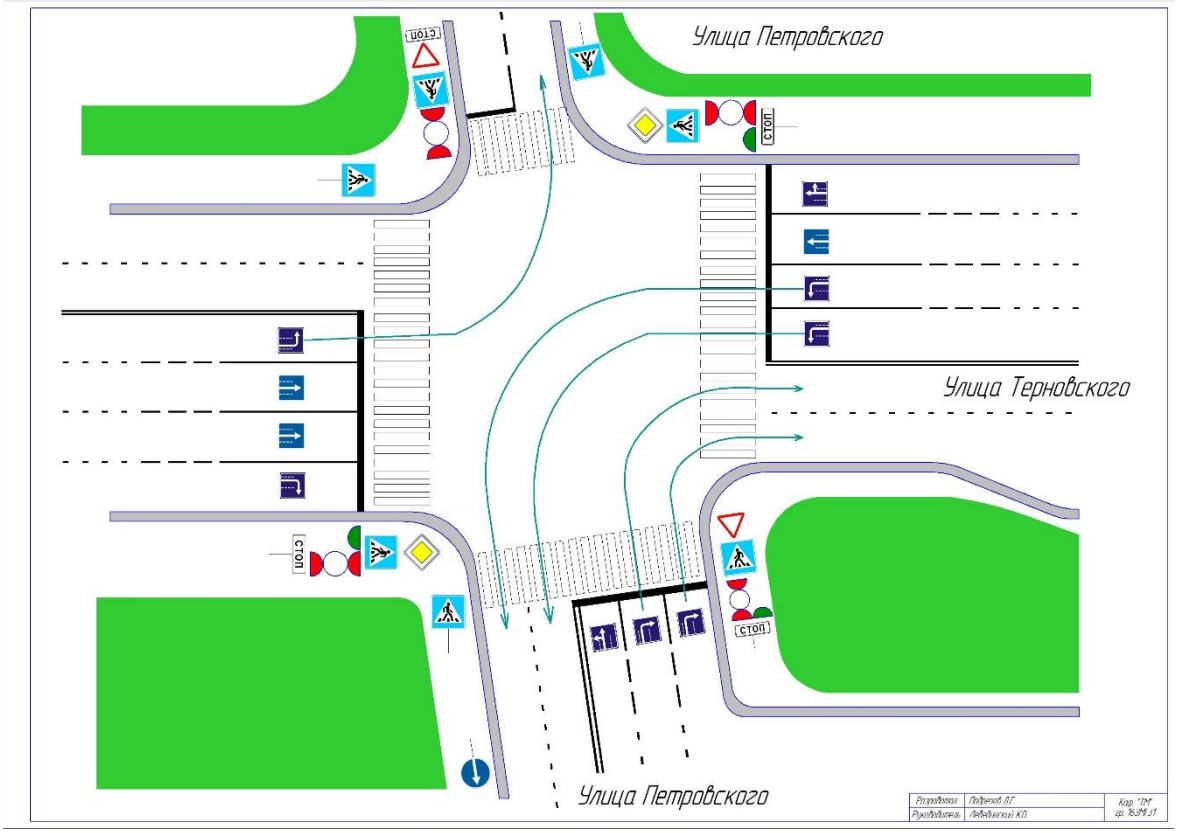


Рисунок 2.5 – Вторая фаза светофорного регулирования

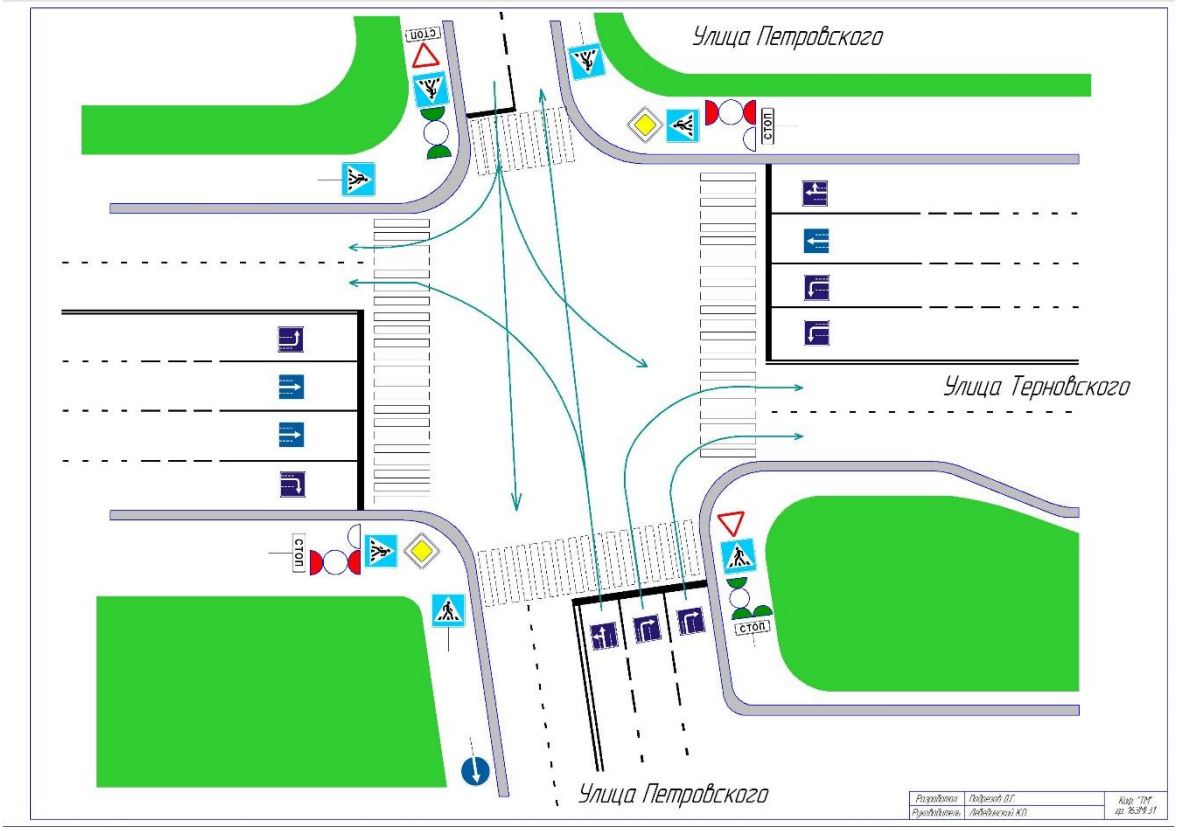


Рисунок 2.6 – Третья фаза светофорного регулирования

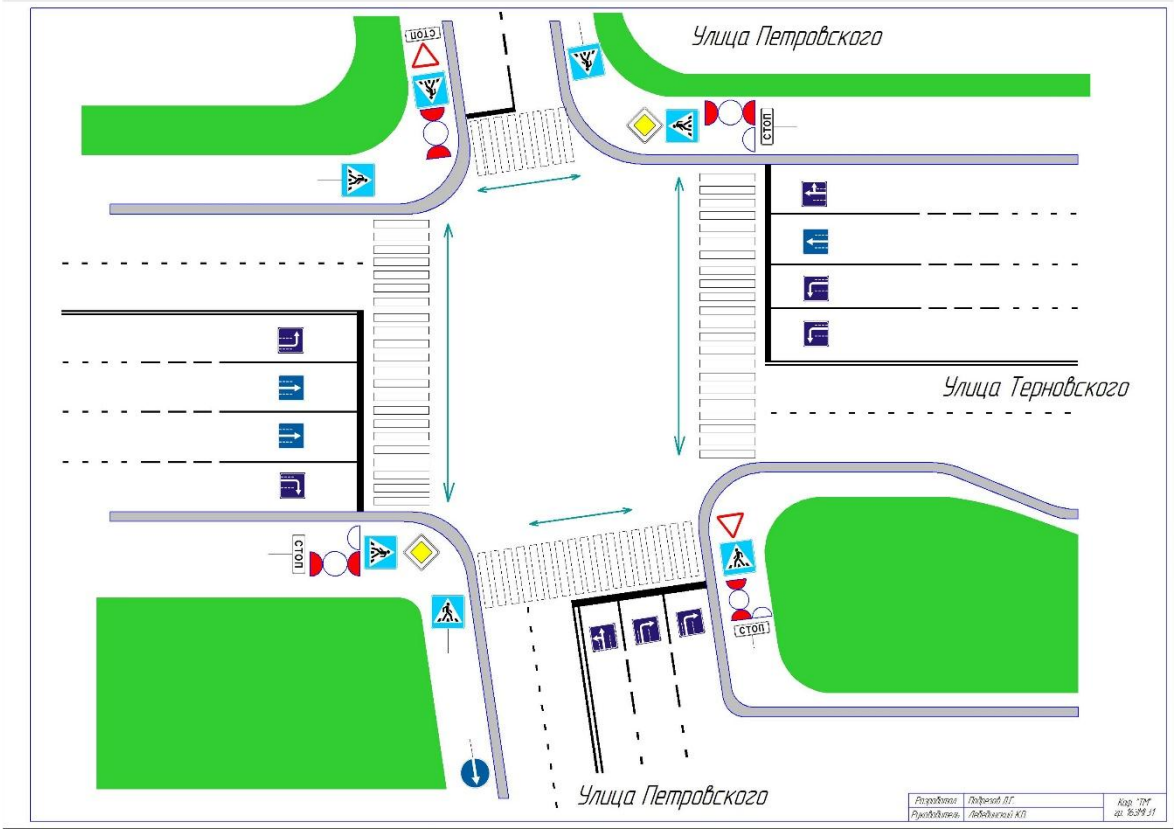


Рисунок 2.7 – Четвертая фаза светофорного регулирования

2.3 Режимы светофорной сигнализации

В случае неравномерного прибытия транспортных средств к перекрестку длительность цикла можно определить по формуле, предложенной английским исследователем Ф. Вебстером [24]:

$$T_{ц} = \frac{1{,}5T_{п} + 5}{1 - Y}, \tag{2.2}$$

где $T_{п}$ – суммарная длительность промежуточных тактов, с.;

Y – сумма всех фазовых коэффициентов.

Суммарная длительность промежуточных тактов:

$$T_{п} = \sum_{1}^{n} t_{пi}, \tag{2.3}$$

где n – число фаз;

t_{m} – время фазы.

При высокой интенсивности движения и недостаточной пропускной способности перекрестка сумма расчетных фазовых коэффициентов Y стремится к единице, а длительность цикла к бесконечности.

По соображениям безопасности движения длительность цикла больше 120 секунд считается недопустимой. Если расчетное значение $T_{ц}$ превышает 120 секунд, необходимо добиться снижения длительности цикла путем увеличения числа полос движения на подходе к перекрестку, запрещения отдельных маневров, снижения числа фаз регулирования, организации пропуска интенсивных потоков в течение двух и более фаз. Также нецелесообразно принимать длительность цикла менее 25 секунд.

Длительность основного такта t_{oi} в i-й фазе регулирования пропорциональна расчетному фазовому коэффициенту этой фазы. Поэтому, если сумма основных тактов равна $T_{ц} - T_{п}$, то:

$$t_{oi} = \frac{(T_{ц} - T_{п})\, y_{i}}{Y}. \qquad (2.4)$$

По соображениям безопасности движения t_{oi} обычно принимают не менее 7 секунд. В противном случае повышается вероятность цепных ДТП при разъезде очереди на разрешающий сигнал светофора. Расчетную длительность основных тактов необходимо проверить на обеспечение ими пропуска в соответствующих направлениях пешеходов.

Время, необходимое для пропуска пешеходов по какому-то определенному направлению $t_{пш}$, рассчитывается по эмпирической формуле, учитывающей суммарные затраты времени на пропуск пешеходов:

$$t_{пш} = \frac{5 + B_{пш}}{v_{пш}}. \qquad (2.5)$$

где $B_{пш}$ – ширина, проезжей части, пересекаемой пешеходами, м;

$v_{пш}$ – скорость

Интенсивность убытия автомобилей из очереди в условиях максимально возможной загрузки характеризуется потоком насыщения, который является одним из самых значимых параметров движения при светофорном

регулировании. Величина потока насыщения определяется множеством факторов: геометрическими параметрами пересечения, составом транспортного потока, коэффициентом сцепления, взаимодействием с другими транспортными и пешеходными потоками, наличием помех на проезжей части, и др.

2.3.1 Определение длительности промежуточных тактов

Длительность промежуточных тактов определяется по формуле [10]:

$$t_{ni} = \frac{V}{7{,}2 \cdot a_m} + \frac{3{,}6 \cdot (l_i + l_a)}{V}, \qquad (2.6)$$

где V – скорость движения автомобилей через перекресток (для движения прямо принимается V=50 км/ч, для поворотного движения V=25 км/ч), км/ч;

$a_т$ – замедление автомобиля при торможении на запрещающий сигнал (можно принять $a_т$=4 м/с^2), м/с^2;

l_a – средняя длина автомобиля (принимается равной 5 м), м;

l_i– расстояние до дальней конфликтной точки пересечения, м.

Расстояние до дальней конфликтной точки (ДКТ) определяется для каждой фазы по плану перекрестка и схемы пофазного разъезда.

Расстояние до ДКТ при переходе с 1 на 2 фазу регулирования определим со схемы пересечения (рисунок 2.8).

Длительность промежуточного такта составит:

$$t_{n1-2} = \frac{25}{7{,}2 \cdot 4} + \frac{3{,}6 \cdot (21+5)}{25} = 4{,}6 (\text{с}).$$

Длительность переходного интервала принимаем с учетом возможностей дорожного контроллера равным 5 с.

Расстояние до ДКТ при переходе со 2 на 3 фазу регулирования определим со схемы пересечения (рисунок 2.19).

Длительность промежуточных такта составит:

$$t_{n1-2} = \frac{50}{7{,}2 \cdot 4} + \frac{3{,}6 \cdot (35+5)}{50} = 4{,}62 \text{ (с)}.$$

Длительность переходного интервала принимаем равным 5 с.

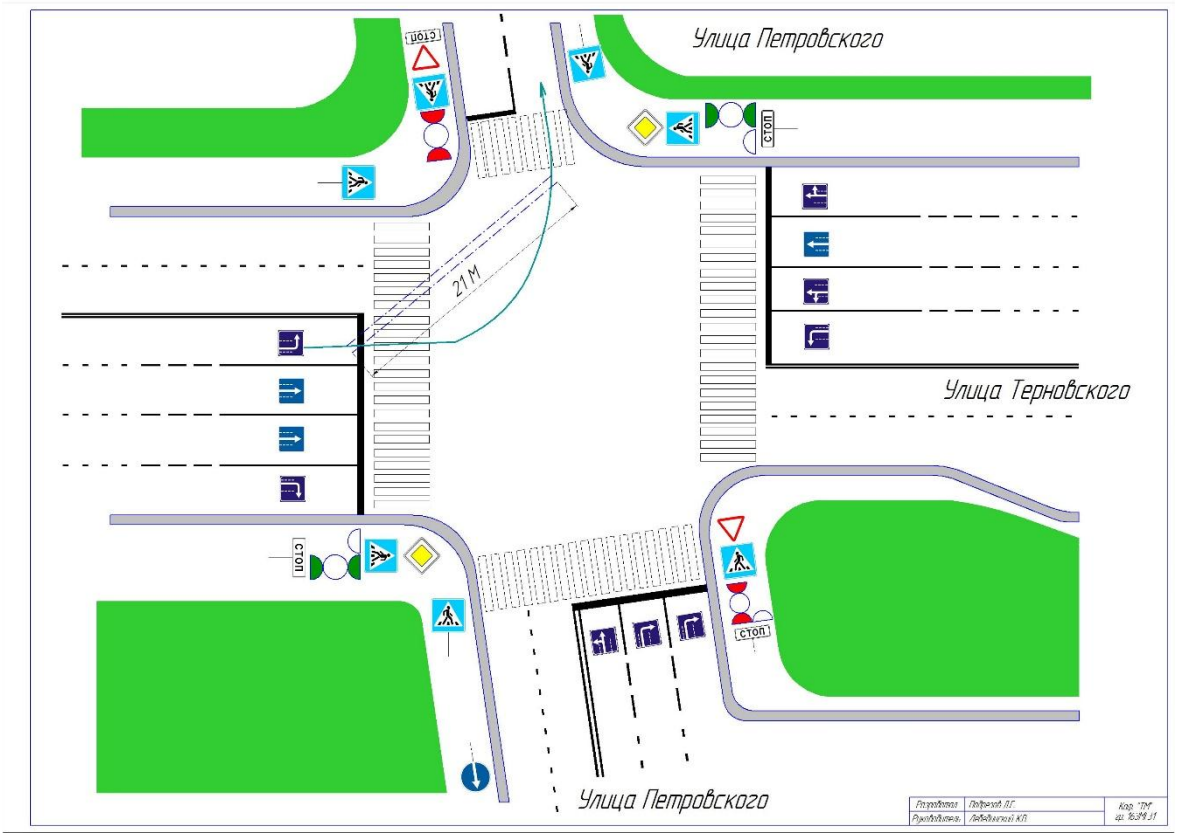


Рисунок 2.8 – ДКТ при переходе с 1 на 2 фазу регулирования

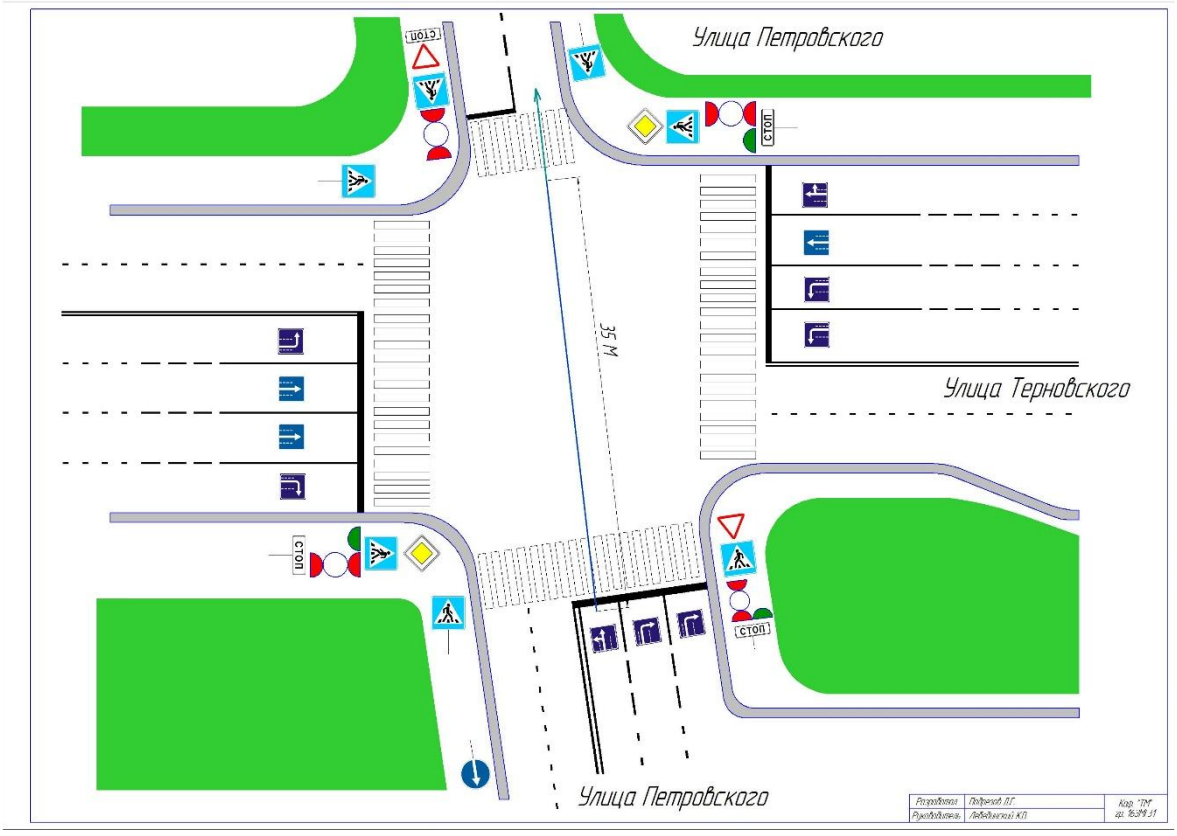


Рисунок 2.9 – ДКТ при переходе со 2 на 3 фазу регулирования

Расстояние до ДКТ при переходе со 3 на 4 фазу регулирования определим со схемы пересечения (рисунок 2.10).

Длительность промежуточных такта составит:

$$t_{п1-2} = \frac{25}{7{,}2 \cdot 4} + \frac{3{,}6 \cdot (29+5)}{25} = 5{,}76 \text{ (с)}.$$

Длительность переходного интервала принимаем равным 6 с.

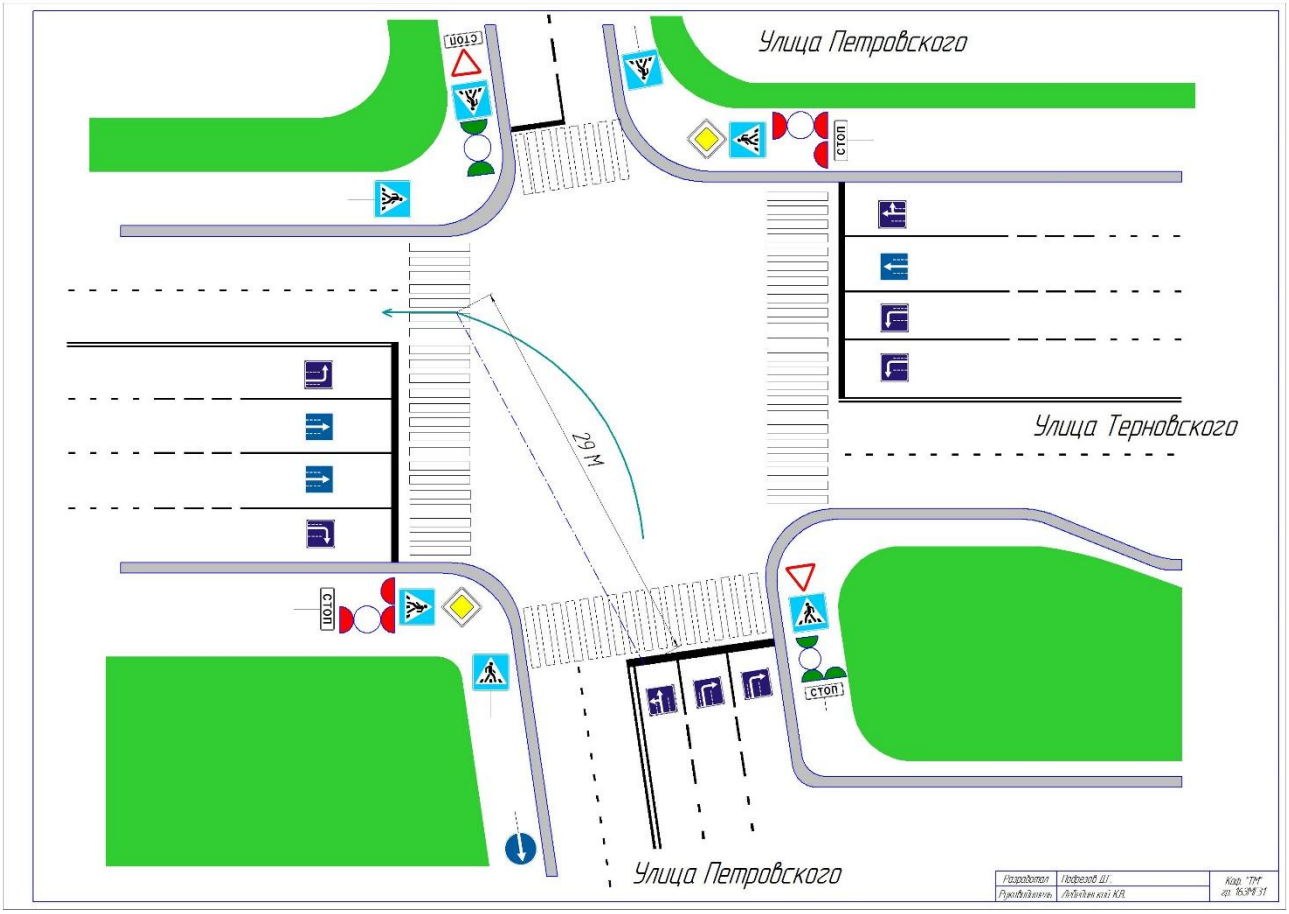


Рисунок 2.10 – ДКТ при переходе со 3 на 4 фазу регулирования

2.3.2 Методика расчета режимов светофорной сигнализации

Определение потоков насыщения.

Для ориентировочных расчетов поток насыщения можно приближенно определить по эмпирическим формулам [10]:

– для случая движения в прямом направлении:

$$M_{нпрямо} = 525 \cdot B, \tag{2.7}$$

где B – ширина проезжей части на подходе к перекрестку в рассматриваемом направлении движения фазе регулирования.

При движении ТС прямо и налево (направо) по одним и тем же полосам движения, если интенсивность поворотных потоков составляет более 10% общей интенсивности движения в рассматриваемом направления данной фазы, поток насыщения равен:

$$M_{нс} = \frac{100 \cdot M_{нпрямо}}{a + 1{,}75 \cdot b + 1{,}25 \cdot c}, \tag{2.8}$$

где a, b и c – соответственно интенсивность движения ТС прямо, налево и направо в процентах от общей интенсивности движения по данной полосе.

Для право- и левоповоротных ТП, движущихся по специально выделенным полосам, поток насыщения М определяется в зависимости от радиуса поворота:

– для однорядного движения:

$$M_{нпов} = 1800 \Big/ \left(1 + \frac{1{,}525}{R}\right), \tag{2.9}$$

– для двухрядного движения:

$$M_{нпов} = 3000 \Big/ \left(1 + \frac{1{,}525}{R}\right), \tag{2.10}$$

где R – радиус поворота (может быть определен по плану перекрестка, вычерченному в масштабе), м. При двухрядном движении в формулу подставляют среднее значение радиуса.

Определение фазовых коэффициентов:

Фазовые коэффициенты y_j для каждого направления определяются как [10]:

$$y_j = \frac{N_j}{Мн_j}. \tag{2.11}$$

В качестве расчетного коэффициента для фазы принимают наибольшее значение $y_{i\,max}$ из коэффициентов y_j направлений этой фазы.

Если поток осуществляет движение в 2-х фазах ($y_{j(1,2)}$), фазовый коэффициент этого направления независимо от его величины не принимается в качестве расчетного. При этом должно соблюдать условие [10]:

$$y_{1\max} + y_{2\max} \geq y_{j(1,2)}\,. \qquad (2.12)$$

При несоблюдении этого условия искусственно увеличиваются $y_{1\ max}$ и $y_{2\ max}$.

Расчет длительности основных сигналов.

Длительность цикла светофорного регулирования [10]:

$$T_{ц} = \frac{1{,}5 \cdot T_{п} + 5}{1 - Y}\ \text{с}, \qquad (2.13)$$

где $T_{\text{п}}$ – потерянное время в цикле регулирования (для практических расчетов может быть определено как сумма переходных интервалов в цикле), с;

Y – сумма расчетных фазовых коэффициентов.

Исходя из безопасности движения, длительность цикла не должна быть меньше 25 с и больше 120 с.

Если по расчету $T_{ц} < 25$ с, то необходимо увеличить длительность цикла до 25 с. Если по расчету $T_{ц} \geq 120$ с, необходимо добиться снижения длительности цикла. Для этого следует увеличить число полос на подходе к перекрестку, запретить отдельные маневры, уменьшив число фаз регулирования, организовав пропуск интенсивных ТП в течение двух и более фаз регулирования.

Длительность основных тактов [10]:

$$t_{oi} = \frac{\left(T_{ц} - T_{п}\right) \cdot y_{i}}{Y}\ \text{с}, \qquad (2.14)$$

где i – номер фазы регулирования;

y – расчетный фазовый коэффициент фазы.

Расчет длительности пешеходной фазы и корректировка длительности цикла по условиям пешеходного движения.

Длительность пешеходной фазы определяется по следующей формуле [10]:

$$t_{пш} = \frac{B_{пш}}{v_{пш}} + 5 \quad , \tag{2.15}$$

Длительность переходного интервала для пешеходной фазы определяется по формуле [10]:

$$t_{п.пш} = \frac{B_{пш}}{4 \cdot v_{пш}} \text{, с.} \tag{2.16}$$

При значительном отличие рассчитанной длительности фазы, используемой для пропуска пешеходов от принятой производится его корректировка. Корректировка восстанавливает оптимальное соотношение фаз в цикле. Уточненная длительность цикла в секундах равна [10]:

$$T_ц^* = \frac{B}{2 \cdot A} + \sqrt{\frac{B^2}{4A^2} - \frac{C}{A}} \quad , \tag{2.17}$$

где $B = 2{,}5\ T_п - T_п Y_н + T_о^* + 5$; $A = 1 - Y_н$; $C = (T_п + T_о^*)(1{,}5T_п + 5)$.

Новая длительность основных тактов определится по формуле [10]:

$$t_{oi}^* = y_i k T_ц^* \text{, где } k = \frac{T_ц^* - T_n}{T_ц^* - 1{,}5 \cdot T_n - 5}. \tag{2.18}$$

Определение загруженности направлений:

Качество схемы организации движения на перекрестке можно оценить величиной задержки ТС и связанным с ней показателем – степенью насыщения направления движения *x*. Ее величина определяется по формуле [10]:

$$x = \frac{N_i T_ц}{M_{нi} t_{oi}}. \tag{2.19}$$

Длительность горения зеленого сигнала берется с графика работы светофорной сигнализации. Заторовое состояние в рассматриваемом направлении возникает при $x>1$. Для обеспечения некоторого резерва пропускной способности следует выполнять условие $x<0{,}85 \div 0{,}9$.

Определение задержек транспортных средств.

Задержки транспортных средств на пересечении определяются, как правило, двумя способами – расчетным и экспериментальным. Последний способ следует использовать при проведении обследований существующей схемы организации движения в случае образования на перекрестке заторов.

Величину задержки оценивается средневзвешенной задержкой на перекрестке [10]:

$$t_{\Delta} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_{\Delta i} N_i}{\sum_{i=1}^{n} N_i}, \qquad (2.20)$$

где t_{Δ} – средневзвешенная задержка на перекрестке $i^{\text{-го}}$ направления, с/ед; i – номер направления; n – число рассматриваемых направлений.

На регулируемых перекрестках задержка возникает как на главной, так и на второстепенной дорогах и зависит в основном от параметров светофорного регулирования. для рассматриваемого направления средняя задержка одного автомобиля в секундах в данном направлении может быть приближенно определена по формуле:

$$t_{\Delta p} = 0{,}9 \cdot \left[\frac{T_{ц} \cdot (1-\lambda)^2}{2 \cdot (1-\lambda \cdot x)} + \frac{x^2}{2 \cdot N(1-x)} \right], \qquad (2.21)$$

где $T_{\text{ц}}$ – цикл регулирования, с, λ – отношение основного такта, обслуживающего данное направление, к циклу; x – степень насыщения направления; N – интенсивность движения в данном направления движения, ед./с.

2.3.3 Результаты расчета программ регулирования

Расчет потоков насыщения проводим исходя из данных таблицы 1.3.

Таблица 1.3 – Величина потоков насыщения при ширине проезжей части менее 5,4 м

B, м	3,0	3,5	3,75	4,2	4,8	5,1
$M_н$ прямо	1850	1920	1970	2075	2415	2700

На рисунке 2.11 обозначены рассматриваемые потоки.

Поток насыщения для направления 1.

Ширина проезжей части 16 метров, значит:

$$M_{нпрямо} = 525 \cdot B_{пч} = 525 \cdot 16 = 8400 \text{ м.}$$

Прямое направление: N_8=921;

Левый поворот: N_{12}=352;

Правый поворот: N_6=113.

Суммарный поток: 921+352+113=1386 ед/час.

a = (921/1386)100=66;

b = (352/1386)100=25;

c = (113/1386)100=9.

$$M_{нс} = \frac{100 \cdot M_{нпрямо}}{a + 1{,}75 \cdot b + 1{,}25 \cdot c} = \frac{100 \cdot 8400}{66 + 1{,}75 \cdot 25 + 1{,}25 \cdot 9} = 6942 \text{ ед/час.}$$

Поток насыщения для направления 2.

Ширина проезжей части 16 метров, значит:

$$M_{нпрямо} = 525 \cdot B_{пч} = 525 \cdot 16 = 8400 \text{ м.}$$

Прямое направление: N_2=972;

Левый поворот: N_4=30;

Правый поворот: N_{10}=215.

Суммарный поток: 972+30+215=1217 ед/час.

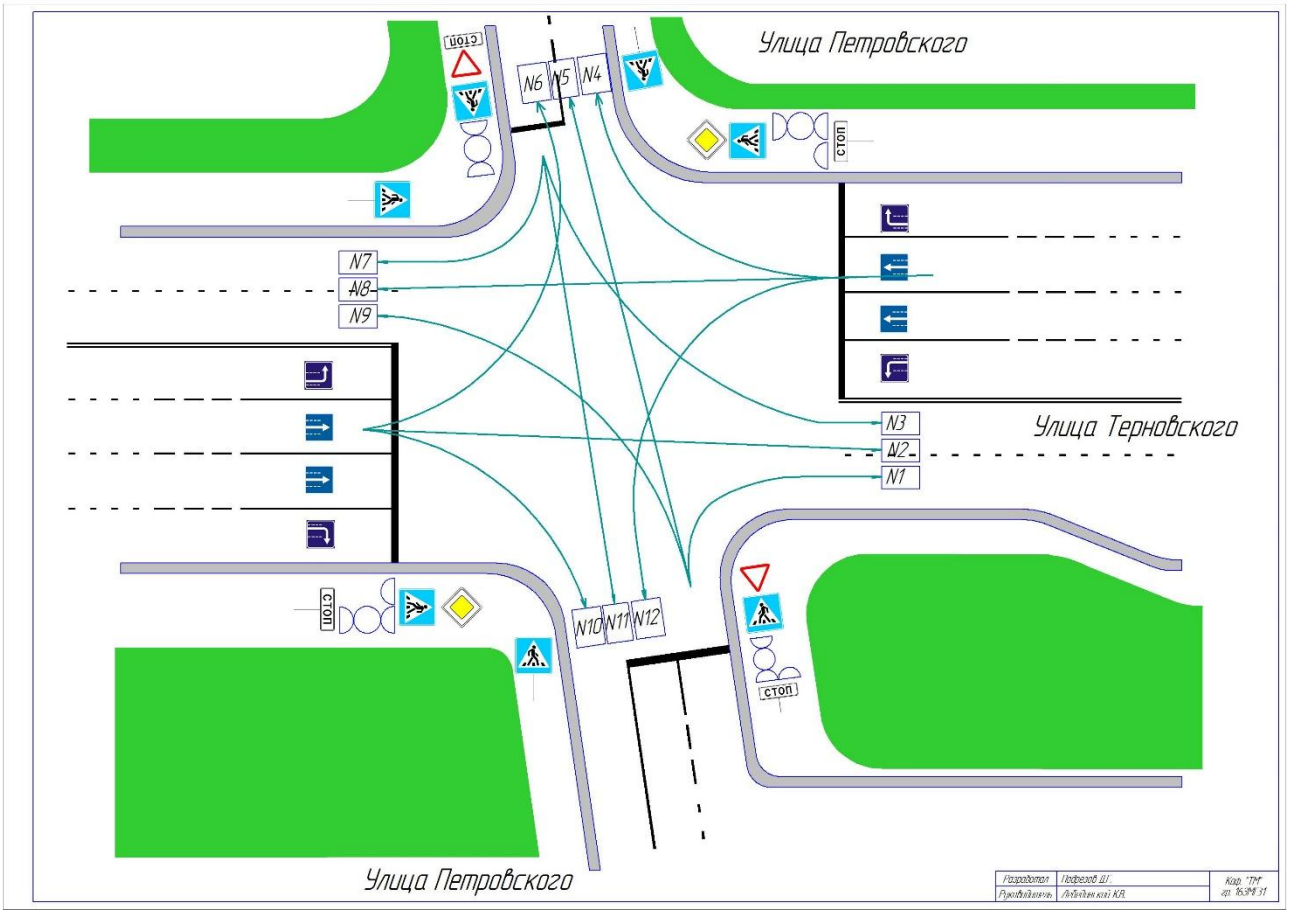


Рисунок 2.11 – Рассчитываемые потоки

a = (972/1217)100=80;

b = (30/1217)100=2;

c = (215/1217)100=18.

$$M_{нс} = \frac{100 \cdot M_{нпрямо}}{a + 1{,}75 \cdot b + 1{,}25 \cdot c} = \frac{100 \cdot 8400}{80 + 1{,}75 \cdot 2 + 1{,}25 \cdot 18} = 7924 \text{ ед/час.}$$

Поток насыщения для направления 3.

Ширина проезжей части после расширения 12 метров:

$$M_{нпрямо} = 525 \cdot B_{пч} = 525 \cdot 12 = 6300 \text{ м.}$$

Прямое направление: N_5=187;

Левый поворот: N_9=56;

Правый поворот: N_1=378.

Суммарный поток: 187+56+378=621 ед/час.

a = (187/621)100=30;

b= (56/621)100=9;

c = (378/621)100=61.

$$M_{нс} = \frac{100 \cdot M_{нпрямо}}{a + 1{,}75 \cdot b + 1{,}25 \cdot c} = \frac{100 \cdot 6300}{30 + 1{,}75 \cdot 9 + 1{,}25 \cdot 61} = 5164 \text{ ед/час.}$$

Поток насыщения для направления 4.

Ширина проезжей части 7 метров, значит делим ее на 2 и по таблице 2.6 определяем:

$$M_{нпрямо} = 1920 \text{ м.}$$

Прямое направление: N_{11}=163;

Левый поворот: N_3=26;

Правый поворот: N_7=45.

Суммарный поток: 163+26+45=234 ед/час.

a = (163/234)100=70;

b = (26/234)100=11;

c = (45/234)100=19.

$$M_{нс} = \frac{100 \cdot M_{нпрямо}}{a + 1{,}75 \cdot b + 1{,}25 \cdot c} = \frac{100 \cdot 1920}{70 + 1{,}75 \cdot 11 + 1{,}25 \cdot 19} = 1699 \text{ ед/час.}$$

2.3.4 Расчёт программ регулирования

Фазовые коэффициенты y_j для каждого направления определяются по формуле 2.20.

В качестве расчетного коэффициента для фазы принимают наибольшее значение y_j max из коэффициентов y_j направлений этой фазы.

Если поток осуществляет движение в 2-х фазах (y_j (1,2)), фазовый коэффициент этого направления независимо от его величины не принимается в качестве расчетного. При этом должно соблюдать условие:

$$y_{1\max} + y_{2\max} \geq y_{j(1,2)}.$$

При несоблюдении этого условия искусственно увеличиваются y_1 max и y_2 max.

Поскольку движение 1,2 и 3 потока проходит за две фазы, фазовые коэффициенты их в качестве расчетных не принимаем. За одну фазу проходит только поток № 4. Следовательно

Фазовый коэффициент в четвертом направлении:

$$y_{(4)} = \frac{234}{1699} = 0{,}14 .$$

Основным направлением модернизации схемы ОБД данного перекрестка является увеличение пропускной способности его за счет организации поворота налево с двух полос и расширение улицы Петровская на 2 полосы.

Существующее время цикла: 85 с.

Время, необходимое пешеходам для перехода проезжей части определяется по следующей формуле [10]:

$$t_{пш} = \frac{B_{пш}}{v_{пш}} + 5 ,$$

где $B_{пш}$ – ширина, проезжей части, пересекаемой пешеходами, $B_{пш}$=24 м.

$t_{пш} = \frac{24}{1{,}3} + 5 = 23{,}46$ с. Принимаем $t_{пш}$ = 24 с.

Структура цикла принимает окончательный вид:

$T_ц$ = 35+5+10+5+10+6+25 = 96 с.

Второй программой в данном случае в период с 21.00 до 6.00 будет переход в режим желтого моргающего сигнала и перекресток будет являться нерегулируемым.

2.4 Организация движения пешеходов

Обеспечение удобства и безопасности движения пешеходов является одним из наиболее ответственных и вместе с тем до сих пор недостаточно разработанных разделов организации движения. Сложность этой задачи, в

частности, обусловлена тем, что поведение пешеходов труднее поддается регламентации, чем поведение водителей, а в расчетах режимов регулирования трудно учесть психофизиологические факторы со всеми отклонениями, присущими отдельным группам пешеходов.

На практике часто не уделяется достаточного внимания условиям пешеходного движения. Усилия организаторов движения направляются главным образом на обеспечение движения транспортных средств. Такое положение в значительной мере объясняется тем, что при анализе ДТП в качестве основных причин наездов на пешеходов, как правило, выделяют нарушения правил со стороны пешеходов и водителей, а влияние, которое оказывают недостатки в организации движения, остается недостаточно изученным и учтенным.

Рациональная организация движения пешеходов является вместе с тем решающим фактором повышения пропускной способности улиц и дорог и обеспечения более дисциплинированного поведения людей в дорожном движении.

Можно выделить следующие типичные задачи организации движения пешеходов: обеспечение самостоятельных путей для передвижения людей вдоль улиц и дорог; оборудование пешеходных переходов; создание пешеходных (бестранспортных) зон; выделение жилых зон; комплексная организация движения на специфических постоянных пешеходных маршрутах. Необходимость большего внимания к обеспечению условий для пешеходов подтверждается тем, что в СНиП 2.07.01–89 впервые в классификацию улиц включены такие понятия, как «пешеходно-транспортные», «транспортно-пешеходные» и «пешеходные» улицы и дороги. Таким образом, подчеркивается, что пешеходы являются равноправными участниками дорожного движения и требуют такого же внимания проектировщиков и организаторов движения, как и транспортный поток. Расчетная ширина полосы

пешеходного движения на основных пешеходных улицах рекомендуется 1 м в отличие от 0,75 м, принятых для тротуаров.

Особенности пешеходного движения. Важным условием оптимальной организации пешеходного движения является учет психофизиологических особенностей и физических возможностей людей при разработке соответствующих технических решений. Только при этом условии можно достичь согласия с тем или иным решением основной массы людей и подчинения их предусмотренным схемам движения и режимам регулирования.

К психофизиологическим факторам следует прежде всего отнести естественное стремление людей экономить усилия и время, двигаясь по кратчайшему пути между намеченными пунктами. При разработке схем организации движения это положение требует тщательного учета. Важнейшее значение имеют особенности зрения пешеходов, так как именно зрительный фактор во многом определяет поведение человека на дороге. Поэтому конструкцию, окраску и размещение технических средств организации пешеходного движения необходимо разрабатывать с учетом их четкого и быстрого зрительного восприятия людьми. Наконец, исключительно важным является учет особенностей человеческого зрения в темноте, резко теряющего свою эффективность по сравнению со светлым периодом. В связи с этим устройство наружного освещения и применение хорошо видимых ночью указателей и знаков являются эффективными средствами для обеспечения ориентировки пешеходов и воздействия на их поведение (например, привлечение на оборудованный пешеходный переход).

Организация движения пешеходов по тротуарам. Основной задачей обеспечения пешеходного движения вдоль магистралей является отделение его от транспортных потоков. Необходимыми мерами для этого являются:

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

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

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

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

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

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

Ширина тротуаров и пешеходных дорожек должна определяться из расчета их пропускной способности. СНиП 2.07.01–89 рекомендует, чтобы эффективная ширина тротуара (пешеходная часть) (рисунок 2.12) составляла, м, не менее:

Магистральные улицы общегородского значения:

Непрерывного движения 4,5;

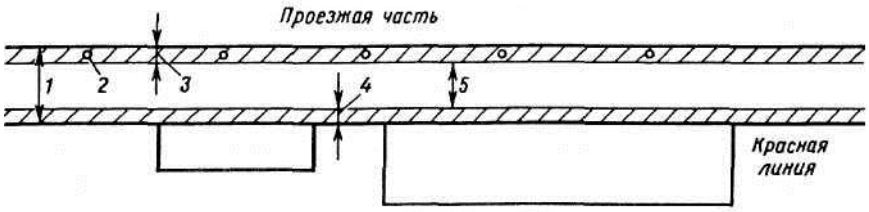
Регулируемого 3,0;

Магистральные улицы районного значения:

Транспортно-пешеходные 2,25;

Пешеходно-транспортные 3,0.

Для улиц местного значения, а также других второстепенных по значению улиц, если расчетная интенсивность пешеходного потока в обоих направлениях менее 50 чел/ч, допускается устройство пешеходных дорожек или тротуаров шириной 1 м.



1 – общая ширина тротуара; 2 – мачта освещения; 3 – неиспользуемая для движения часть тротуара; 4 – неиспользуемая часть тротуара у фасадов зданий; 5 – эффективная ширина тротуара (пешеходная часть)

Рисунок 2.12 – Схема определения эффективной ширины тротуара

Пешеходные переходы. По принципу размещения через проезжие части улиц и дорог их разделяют на расположенные в одном уровне (наземные) и в разных уровнях (подземные или надземные). Полную безопасность и возможность для пешехода пересечь проезжую часть без задержек гарантируют только переходы второго типа. Однако при устройстве надземных или подземных переходов путь перехода несколько увеличивается, а подъем и спуск требуют от пешеходов дополнительных затрат энергии. Особенные затруднения при пользовании такими переходами испытывают инвалиды и престарелые люди, а также везущие детские коляски, идущие с багажом. Поэтому для гарантии пользования сооружением всеми пешеходами в перспективе необходимо оборудовать их эскалаторами

По характеру регулирования движения людей наземные пешеходные переходы могут быть классифицированы по следующим группам:

– нерегулируемые;

– с неполным регулированием– с полным регулированием (оборудованные транспортными и пешеходными светофорами);

– с ручным регулированием.

Нерегулируемые переходы являются наиболее распространенными. Смысл их организации заключается в обозначении мест, где пешеходам рекомендуется пересекать проезжую часть, и состоит в том, чтобы исключить хаотическое движение пешеходов через проезжую часть и направить их на

места с удовлетворительными условиями видимости. Поэтому важнейшими условиями организации переходов 1-й группы являются правильный выбор мест перехода и их четкое обозначение. Ко 2-й группе относят все переходы на регулируемых перекрестках, где при сигнале транспортного светофора, разрешающем движение пешеходов, разрешен также правый или левый поворот транспортныхсредств, пересекающих пешеходный поток. На переходах 3-й группы для пешеходов выделена специальная фаза, в течение которой движение транспортных средств через переход полностью прекращается. К 4-й группе относят переходы, где в течение относительно коротких периодов времени возникают интенсивные потоки пешеходов.

Конкретные указания по применению технических средств для пешеходных переходов приведены в ГОСТ 23457 – 86 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения».

При организации любого пешеходного перехода прежде всего возникает задача определить место его расположения и необходимую ширину. При выборе места перехода исходят из двух основных предпосылок: обеспечение наибольших удобств для направлений наиболее интенсивного и постоянного пешеходного потока; обеспечение безопасности пешеходов на переходе. Как правило, пешеходные переходы должны быть приближены или совмещаться с остановочными пунктами автобусов, троллейбусов, трамваев. В соответствии с рекомендациями нормативных документов на улицах с непрерывной застройкой пешеходные переходы должны располагаться на расстоянии 200–400 м друг от друга.

Однако пешеходные переходы вызывают значительные задержки транспортного потока, поэтому на магистральных улицах с интенсивным движением автомобилей желательно располагать переходы не ближе чем через 350 – 400 м.

Можно назвать три основных условия обеспечения безопасности на наземном нерегулируемом переходе: хорошая видимость переходов

водителями, приближающимися со всех разрешенных направлений; видимость пешеходами приближающихся автомобилей; наименьшая протяженность перехода для сокращения времени нахождения людей на проезжей части.

Видимость пешеходного перехода и обозначающего его дорожного знака водителями приближающихся автомобилей должна быть обеспечена на расстоянии, м, не менее:

– магистральные улицы общегородского значения 140;

– магистральные улицы районного значения 100;

– улицы местного значения 75.

Следует помнить, что даже самые совершенные, четко обоснованные решения по организации пешеходных потоков не могут дать должного эффекта, если не будут обеспечены строгая дисциплина поведения пешеходов и добровольное желание их пользоваться соответствующими путями и устройствами для движения. Эта цель может быть достигнута только при выполнении по крайней мере двух условий: постоянная активная воспитательная работа, которая должна быть особенно эффективной среди детей; обеспечение четкой информации пешеходов на всех участках пешеходных путей с помощью указателей, знаков и разметки о рекомендуемых организаторами направлении и порядке движения. Наглядным примером невнимания организаторов движения к информации является отсутствие ориентиров или недостаточная четкость указателей возле подземных пешеходных переходов. В результате многие пешеходы, впервые попадающие на магистраль, оборудованную такими переходами, из-за отсутствия ориентиров (особенно в темное время суток) переходят улицы по проезжей части, создавая тем самым большую опасность возникновения ДТП.

Необходимой для всех городов и населенных пунктов является проработка организаторами движения школьных маршрутов, по которым дети идут в школу и домой. Для этого прежде всего должна быть изучена схема микрорайона вокруг школы и выявлены направления наиболее массового

движения школьников. К этой работе следует привлечь родительский актив. На схему наносят данные топографического анализа ДТП с детьми, если таковые были. На основе натурного исследования наиболее типичных маршрутов проверяют соответствующие средства регулирования и условия видимости на переходах. Должны быть разработаны предложения по установке необходимых предупреждающих дорожных знаков и введению регулирования там, где это требуется. Необходимо воздержаться от внедрения таких средств регулирования, которые ограничивают транспортные потоки, когда движения школьников нет.

2.5 Дорожные знаки

Наиболее простыми, распространенными и достаточно эффективными средствами организации движения являются дорожные знаки. Правильное их применение во многих случаях исключает необходимость использования более сложных и дорогостоящих устройств. Разумное сочетание дорожных знаков с другими сравнительно простыми техническими средствами, в частности разметкой проезжей части, позволяет успешно решать вопросы организации движения на самых сложных участках и лишь в местах наибольшего движения автомобилей требуется активное регулирование движения, осуществляемое светофором или милиционером-регулировщиком.

Дорожные знаки разделяются на восемь групп: предупреждающие, знаки приоритета, запрещающие, предписывающие, знаки особых предписаний, информационные знаки, знаки сервиса, знаки дополнительной информации.

Предупреждающие знаки в форме треугольника с красным окаймлением информируют водителей о характере предстоящей опасности и необходимости принять меры, соответствующие обстановке. В группе предупреждающих знаков символами конкретизируется характер дорожной обстановки.

Запрещающие знаки имеют форму круга с красным окаймлением.

Предписывающие знаки имеют форму круга голубого цвета, разрешают движение только в определенных направлениях с определенной скоростью и определенным участникам движения.

Знаки особых предписаний имеют форму прямоугольника, сообщают об особенностях дорожной обстановки или информируют о расположении на пути следования обозначенных на этих знаках объектов.

Дополнительными средствами информации служат различного рода информационные знаки, поясняющие, уточняющие или усиливающие действия знаков [24].

При установке дорожных знаков следует руководствоваться следующими нормативами:

– действие знака распространяется на проезжую часть, у которой или над которой он установлен;

– знаки должны устанавливаться с правой стороны дороги вне проезжей части;

– высота установки знаков, расположенных сбоку от дороги, определяется от поверхности дорожного покрытия на краю проезжей части, а при расположении знаков друг под другом высота установки определяется по нижнему знаку;

– на протяжении одной дороги высота установки знаков должна быть по возможности одинаковой;

– знаки не должны устанавливаться на расстоянии менее 1м от проводов сети высокого напряжения.

В населенных пунктах знак 2.1 «Главная дорога» должен повторяться перед каждым перекрестком, на которых главная дорога проходит в прямом направлении. Знак 2.4 «Уступите дорогу» должен устанавливаться непосредственно перед выездом на дорогу, по которой знаком 2.1 «Главная дорога» предоставлено преимущественное право проезда. Знак 3.27 «Остановка запрещена» должен применяться для запрещения остановки и стоянки

транспортных средств и устанавливаться на той стороне дороги, на которой вводится запрещение. Информационно-указательные знаки применяют для информирования участников движения об особенностях режима движения или о расположении на пути следования населенных пунктов и других объектов.

Знак 5.16 «Место остановки автобуса и (или) троллейбуса» устанавливают в начале посадочной площадки. При наличии на остановочном пункте павильона допускается устанавливать знаки на павильоне (вне населенных пунктов на высоте до 3,0 м) над его краем, обращенным в сторону приближающихся к остановочному пункту маршрутных транспортных средств, или на самостоятельной опоре на уровне этого края. При необходимости указания протяженности остановочной площадки, не имеющей ярко выраженных признаков, или обозначения нескольких расположенных друг за другом остановочных пунктов, допускается применять знак 5.16 с табличкой 8.2.1 «Зона действия», на которой указывают соответственно длину остановочной площадки или суммарную длину всех остановочных площадок. Для этого допускается использовать нижнюю часть поля знака. Знак при этом устанавливают в начале остановочной площадки. Знак 5.16 должен быть двусторонним. Односторонние знаки допускается применять вне населенных пунктов на участках дорог с разделительной полосой, на которых отсутствует движение пешеходов вдоль дорог.

Знак 6.4 «Место стоянки» должен применяться для обозначения площадок, специально отведенных для стоянки транспортных средств; может применяться с одной из табличек 8.6.1 – 8.6.9 «Способы постановки транспортных средств» для обозначения околотротуарной стоянки. Знак 5.19.1 «Пешеходный переход» должен устанавливаться слева от дороги, знак 5.19.2 – справа. При отсутствии на переходе разметки 1.14.1 «Зебра» знаки 5.19.1 и 5.19.2 должны быть установлены так, чтобы знак 5.19.2 относительно приближающихся к переходу транспортных средств находился на ближней границе перехода, а знак 5.19.1 – на дальней [24].

2.6 Дорожная разметка

Важную роль в организации дорожного движения занимает дорожная разметка. Разметкой называют линии, надписи, и другие обозначения на проезжей части и элементы дорожных сооружений, устанавливающие порядок движения или информирующие водителей и пешеходов об условии движения. Разметка является составной частью общей схемы организации движения транспортных средств и пешеходов, поэтому при проектировании разметки следует соблюдать ее соответствие устанавливаемым на дороге знакам, светофорам и другим техническим средствам управления движением.

Горизонтальная разметка, как правило, применяется на дорогах с усовершенствованным покрытием, имеющих проезжую часть шириной 6 м и более при интенсивности движения 1000 транспортных средств в сутки и более. В населенных пунктах горизонтальная разметка применяется на скоростных дорогах, магистральных улицах, а также и других улицах, где осуществляется движение общественного пассажирского транспорта. Дорожная разметка является одним из простых действенных средств управления движением. Ее применение способствует повышению пропускной способности дороги и улучшению видимости проезжей части и придорожной обстановки, особенно в темное время суток.

Наличие разметки на проезжей части отражается на эмоциональной напряженности водителя, что позволяет влиять на выбираемую скорость и траекторию движения. Это связано со стремлением водителя поддерживать информационную нагрузку на уровне, близком к оптимальному. Отклонение от этого уровня, вызванное, в частности, появлением на дороге разметки, заставляет водителя изменить скорость или положение автомобиля на проезжей части. Это свойство разметки используют при нанесении прерывистых продольных линий, получивших широкое распространение в практике организации движения. Наибольшее влияние на режим движения оказывает разметка с соотношением 1:1 и наибольшее 1:3. Уменьшение общей длины

штриха и разрыва ведет к снижению скорости. Сплошную осевую линию наносят на участках, на которых запрещается выезд на полосу встречного движения (например, в случаях ограниченной видимости). Это повышает безопасность движения, однако вызывает снижение скорости и пропускной способности дороги [8].

Для горизонтальной разметки в нашей стране принят белый цвет, что обеспечивает ее наилучшую видимость в различных дорожных условиях. Исключение составляет линии, связанные с ограничением остановки и стоянки транспортных средств, для которых применяют краску желтого цвета. Каждому виду разметки в соответствии со стандартом присвоен номер. Первая цифра обозначает группу, к которой принадлежит разметка (1 – горизонтальная, 2 – вертикальная), вторая цифра (или число) – порядковый номер разметки в группе, третья – разновидность разметки [26].

На проектируемом участке запланировано нанесение следующих элементов горизонтальной разметки. Её вид и характеристика представлены в таблице 2.4.

При проектировании дорожной разметки следует руководствоваться следующими данными:

– разметка может применяться как самостоятельно, так и в сочетании с дорожными знаками и светофорами;

– в горизонтальную разметку входят линии, надписи, стрелы и другие обозначения, наносимые на усовершенствованное дорожное покрытие;

– допускается нанесение разметки на других участках дорог, когда это необходимо для обеспечения безопасности дорожного движения;

– дорожная разметка в процессе эксплуатации должна быть хорошо различима в любое время суток (при условии отсутствия снега на покрытии).

Таблица 2.4 – Горизонтальная разметка, используемая для проектного участка

Номер	Название	Изображение
1.14.1	(«зебра») – обозначает нерегулируемый пешеходный переход;	

Для нанесения дорожной разметки используется краска «Перекресток», которая применяется для нанесения линий на автомобильных дорогах с асфальтобетонным и цементобетонным покрытиями, аэропортах, на автомобильных стоянках и заправочных станциях.

Таблица 2.5 – Технические характеристики краски «Перекресток»

Внешний вид	Однородная масса без посторонних включений
Цвет пленки	Белый (желтый)
Массовая доля нелетучих веществ, %, не менее	70
Условная вязкость по ВЗ-246 при Т=20°С, +0,5с	40-120
Время высыхания покрытия до степени 3 при Т = (20±2)°С, не более, мин	15
Стойкость покрытия к статическому воздействию воды и 3% раствора хлористого натрия при Т = (20±0,5)°С, мин, не менее	24 часа
Адгезия пленки, условные единицы, не более	1
Плотность, г/см, не менее	1,5

Технология проведения работ по разметке.

1 Допускается увеличение условной вязкости краски, образование осадка при хранении. Перед использованием краску тщательно перемешать. Контроль перемешивания проверяют по показателю вязкость. Вязкость краски

«Перекресток» должна соответствовать показателям технических условий. При соответствии этих показателей показателям ТУ краска готова к нанесению.

2 Перед заправкой ёмкостей маркировочной машины краску при необходимости профильтровать через сетку 0,1-0,2 мм.

3 Работы по разметке должны проводиться на открытом воздухе в сухую погоду при температуре от -15° до +15°С и относительной влажности воздуха не выше 70%. При использовании краски «Перекресток» в условиях повышенной влажности воздуха и пониженной температуры время высыхания линий разметки увеличивается до 30 мин. Не следует вести работы по разметке, если покрытие дороги после промерзания имеет низкую температуру Нанесение состава на мокрую или пропитанную влагой проезжую часть не допускается.

4 Для промывки форсунок могут использоваться сольвент, нефрас, ксилол и смеси этих растворителей.

5 Перед проведением работ по разметке покрытие очищают от пыли и грязи механической щёткой поливомоечной машины. При необходимости покрытие дополнительно промывают водой и просушивают.

6 Нанесение краски «Перекресток» с помощью валика или кисти производят на предварительно очищенную от пыли и грязи и просушенную поверхность с использованием трафаретов. Через 10-30 минут осматривают разметку и проверяют высыхание краски по отсутствию отлипа.

7 Необходимо следить за расходом краски. Увеличение расхода ведёт к увеличению времени высыхания. Нормальный расход составляет 300-600 г/м2 (40-42 кг на км). Отклонение от нормального расхода не должно быть более 10% [9].

2.7 Выводы

Проведен анализ и расчет интенсивности движения на перекрестке по направлениям, расчет задержек транспортных средств на перекрестке.

Даны следующие рекомендации: увеличить с трех до 5 количество полос по улице Петровская при подъезде к данному перекрестку. Увеличить до двух количество полос для поворота налево в сторону города Спутник.

Изменить время работы дополнительной секции поворота направо со стороны города Спутник с 10 до 20 секунд.

3 Экономический раздел

Экономическая оценка ущерба от ДТП необходима для принятия управленческих решений в сфере безопасности дорожного движения. Знание размеров ущерба дает возможность объективно оценивать масштабы и значимость проблемы дорожно-транспортной аварийности, определять объемы финансовых, материальных ресурсов, которые необходимо и целесообразно направлять на ее решение.

Основными видами дорожно-транспортных происшествий в России являются: наезд на пешехода, препятствие и на стоящее транспортное средство, столкновение и опрокидывание автомобиля.

Расчет экономической эффективности мероприятий по снижению числа ДТП проводился для перекрестка на пересечении улиц Петровская – Терновского. Перекресток является нерегулируемым, но в связи с большой интенсивностью движения на перекрестке образуются задержки ТС, уменьшается пропускная способность, а также увеличивается количество ДТП, в том числе с участием пешеходов. В проектируемом варианте предусматривается установка транспортного и пешеходного светофоров. Данное мероприятие обеспечит безопасность движения пешеходов, а также улучшит регулирование этого пересечения.

Проект совершенствования дорожного движения на перекрестке ул. Петровская – Терновского рассматривается как инвестиционный проект, поэтому используется соответствующая методика характерная для инвестиционных проектов.

3.1 Инвестиционная характеристика проектных мероприятий

Инвестиционный проект (ИП) определяется согласно Закону «Об инвестиционной деятельности», и под ним понимается обоснование

экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, в том числе необходимая проектно-сметная документация, разработанная в соответствии с законодательством Российской Федерации и утвержденными в установленном порядке стандартами (нормами и правилами), а также описание практических действий по осуществлению инвестиций (бизнес план) [2]. Иными словами, согласно данному определению, инвестиционный проект – это, прежде всего, комплексный план мероприятий, включающий проектирование, строительство, приобретение технологий и оборудования, подготовку кадров и т.п., направленных на создание нового или модернизацию действующего производства товаров (работ, услуг) с целью получения экономической выгоды.

Капитальные вложения (инвестиции) *I* в мероприятия по совершенствованию организации движения на участке УДС в общем виде рассчитываются следующим образом [22]:

$$I = \text{УК}_{\text{дор}} \cdot S \cdot k_1 + \text{УК}_{\text{свет}} \cdot n \cdot k_2 + \text{З}_{\text{раст}} \cdot m + \text{З}_{\text{реж}} + \text{З}_{\text{ст}} \cdot \text{р} + \text{УК}_{\text{раз}} \cdot S_{\text{раз}} \quad (3.1)$$

где $\text{УК}_{\text{дор}}$– удельные капитальные вложения в улучшение параметров проезжей части, руб/кв.м;

S – площадь строительства (реконструкции) проезжей части, кв.м;

k1 – коэффициент, учитывающий демонтаж и реконструкцию существующего дорожного покрытия, k1 =1,5;

$\text{УК}_{\text{свет}}$ – удельные капитальные вложения в строительство светофорного объекта, руб;

n – количество светофоров, ед;

k_2 – коэффициент увеличения затрат на дополнительные светофорные секции, k_2= *1,1*;

$\text{З}_{\text{раст}}$и $\text{З}_{\text{ст}}$ – стоимость установки 1 дорожного знака на растяжке и стойке соответственно, руб;

m, p – количество знаков на растяжке и стойке, ед;

$\text{З}_{\text{реж}}$– затраты на установку режимов светофорного регулирования, руб;

$УК_{раз}$ – удельные капитальные вложения на нанесение дорожной разметки, руб/м^2;

$S_{раз}$ – общая площадь разметки, м^2.

При реконструкции рассматриваемого перекрестка не требуется реконструкция проезжей части, поэтому $УК_{дор} \cdot S \cdot k_1 = 0$.

Удельные капитальные вложения в строительство светофорного объекта будут складываться из стоимости работ и материалов.

Таблица 3.1 – Затраты на монтажные работы

Вид работ	Трудоемкость (часы)	Оплата одного часа, руб.	Сумма, руб.
Земляные работы	200	140	28000
Работа по подвешиванию и подключению	40	180	7200
Программирование контроллеров	60	250	15000
Подключение к сети электроснабжения	70	180	12600
Итого			62800
Премиальные (65%)			40820
Основная заработная плата			103620

Материальные затраты представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Затраты на материалы

Вид комплектующих	Количество	Стоимость одной единицы, руб.	Сумма, руб.
Стойки	4	10000	40000
Светофоры	4	30000	120 000
Провода	400	80	32000
Крепеж	150	100	15000
Контроллеры	4	8000	32000
Итого			239000
Транспортно-заготовительные расходы (4 %)			9560
Всего			248560

Дополнительная заработная плата производственных рабочих рассчитывается исходя из соотношения 10% к $З_О$,

$З_Д = 0{,}2 \cdot З_О = 103620 \cdot 0{,}1 = 10362$ руб.

Вознаграждения за выслугу лет для производственных рабочих составляют 10% от их основной заработной платы, таким образом:

$З_{ВЛ} = З_О \cdot 0{,}1 = 103620 \cdot 0{,}1 = 10362$ руб.

Отчисления от фонда заработной платы на прямые обязательные выплаты равны 30% таким образом:

$З = (103620+10362+10362) \cdot 0{,}3 = 37303$ руб.

Накладные расходы равны 115% от основной заработной платы.

$Р_{нр} = 103620 \cdot 1{,}15 = 119163$ руб.

Полная стоимость установки светофора равна:

248560+103620+10362 +10362+37303+119163 =529370 руб.

$З_{раст}$ = 0, поскольку знаки на растяжки не устанавливаются.

Стоимость установки одного знака на стойке – 6300 руб.

Стоимость нанесения одного квадратного метра разметки: 1200 руб. Необходимо нанесение 4 квадратных метров.

При расширении данного перекрестка необходимо заасфальтировать 100 квадратных метров дорожного полотна.

$И = 2500 \cdot 100 \cdot 1{,}5+529370+2000 \cdot 6+4000+ 2000 \cdot 4 + 1200 \cdot 4 = 933170$ руб.

3.2 Ресурсообеспечение и финансовые результаты реализации мероприятий по повышению безопасности дорожного движения

Мероприятия по повышению эффективности и безопасности дорожного движения, внося конкретные изменения либо в состояние и протяжённость улично-дорожной сети, либо в условия движения транспортных средств, пассажиров и пешеходов на уже имеющейся сети, требуют как капитальных

вложений (инвестиций), так и ежегодных эксплуатационных расходов на реализацию мероприятия. Текущие производственные затраты, как правило, определяют в расчёте на 1 год эксплуатации новшества. Следует иметь в виду, что если при внедрении оборудования и технических средств регулирования ДД выполняются строительно-монтажные работы по реконструкции отдельных участков автодороги, то в состав основных текущих производственных расходов необходимо включать затраты на текущее содержание и эксплуатацию данного участка улично-дорожной сети. Текущие производственные затраты на эксплуатацию технических средств регулирования дорожного движения представляют сумму следующих затрат [22]:

$$C_э = C_{зп} + C_{свф} + C_{тр} + C_{эл} + C_{ад} + C_{пост}, \quad (3.2)$$

где $C_{зп}$ – заработная плата обслуживающего персонала, руб;

$C_{свф}$ – страховые взносы в государственные внебюджетные фонды, руб;

$C_{тр}$– затраты на текущий и профилактический ремонты, руб;

$C_{эл}$– затраты на электроэнергию, руб;

$C_{ад}$– затраты на эксплуатацию автомобильной дороги, руб;

$C_{пост}$ – постоянные расходы, руб.

$$C_{зп} = 12 \cdot Ч_i \cdot З_i , \quad (3.3)$$

где $Ч_i$ – численность персонала i-ой категории;

$З_i$ – средняя заработная плата одного работника i-ой категории, руб.

$C_{зп} = 12 \cdot 2 \cdot 18000 = 432000$ руб.

Данные отчисления составляют 30% от фонда оплаты труда работников и рассчитываются по формуле:

$$C_{свф} = 0{,}3 \cdot C_{зп}, \quad (3.4)$$

$C_{свф} = 0{,}3 \cdot 432000 = 129600$ руб .

Величину затрат на текущий и профилактический ремонты технических средств регулирования дорожного движения принимаются в процентах от балансовой стоимости оборудования:

$$С_{тр} = \frac{С_б \cdot n_{тр}}{100}, \quad (3.5)$$

где $С_б$– балансовая стоимость оборудования руб.

$n_{тр}$ – норма отчислений на техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования (5% – для технических средств регулирования дорожного движения).

$$С_{тр} = \frac{447800 \cdot 5}{100} = 22390 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию определяются по следующей формуле:

$$С_{эл} = Ц_{эл} \cdot Р \cdot n \cdot Т_{раб}, \quad (3.6)$$

где $Ц_{эл}$– стоимость 1 кВт/ч. электроэнергии руб.;

$Р$– установленная мощность токоприемника технического средства кВт/ч;

n– число установленных светофоров, ед;

$Т_{раб}$– количество часов работы оборудования в год, ч;

$$С_{эл} = 3{,}9 \cdot 2{,}5 \cdot 4 \cdot 8760 = 341640 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию автомобильной дороги включает в себя затраты на текущий и средний ремонты расширяемых участков дороги и определяются по формуле:

$$С_{ад} = С_{тр} + С_{ср}, \quad (3.7)$$

Затраты на текущий ремонт полотна дороги:

$С_{ср} = 2700 \cdot 100 = 270000$ руб.

$С_{тр} = 450 \cdot 100 = 45000$ руб.

$С_{ад} = 270000+45000 = 315000$ руб.

Постоянные затраты составляют 4% от величины прямых эксплуатационных затрат и находятся по формуле:

$$C_{пост} = 0{,}04(C_{зп} + C_{отч} + C_{тр} + C_{эл} + C_{ад}) \quad (3.8)$$

$C_{пост}$ = 0,04 (432000+129600+22390+341640+315000) = 49625 руб.

Текущие эксплуатационные (производственные) затраты на эксплуатацию технических средств регулирования дорожного движения представляют сумму следующих затрат:

$C_{пост}$ = 432000+129600+22390+341640+315000+49625 = 1240630 руб.

Результаты произведенных расчетов представлены в таблице 3.1 и на диаграмме рисунок 3.3.

Таблица 3.3 – Текущие эксплуатационные затраты проектируемого варианта

Статьи затрат	Сумма затрат руб.
1 Фонд оплаты труда работников, обслуживающих оборудование	432000
2 Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды	129600
3 Затраты на техническое обслуживание и ремонт технических средств регулирования	22390
4 Затраты на электроэнергию	341640
5 Затраты на эксплуатацию и содержание дорог	315000
6 Постоянные расходы	49625
Общая сумма текущих расходов	1240630

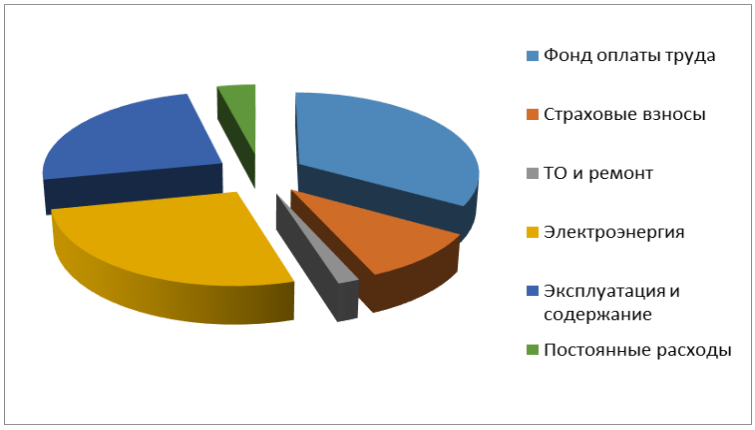


Рисунок 3.1 – Текущие эксплуатационные затраты

3.3 Социально-экономическая оценка реализации мероприятий

Косвенный экономический эффект определяется как сумма эффектов от сокращения потерь и ущербов, возникающих во внешней среде при внедрении мероприятий и определяется по формуле [23]:

$$Э_{косв} = Э_{тс} + Э_{пасс} + Э_{пеш} + Э_{дтп} + Э_{ог} + Э_{вод}\,, \qquad (3.10)$$

где $Э_{тс}$ – эффект от сокращения потерь времени транспортными средствами, руб.;

$Э_{пасс}$ – эффект от сокращения потерь времени пассажирами, руб;

$Э_{пеш}$ – эффект от сокращения потерь времени пешеходов, руб;

$Э_{дтп}$ – эффект от сокращения ущерба от ДТП, руб;

$Э_{ог}$ – эффект от снижения ущерба от загрязнения воздуха, руб;

$Э_{вод}$– эффект от улучшения психофизиологических условий работы водителей, руб.

Эффект от сокращения потерь времени транспортными средствами определяется следующим образом:

$$Э_{тс} = \sum(Т^{б}_{mci} - Т^{пр}_{mci})\, ф_{mci}\,, \qquad (3.11)$$

где $Т^{б}_{mci}, Т^{пр}_{mci}$– годовые потери времени транспортными средствами *i*-го вида соответственно в базовом и проектируемом вариантах, ч; берутся из расчета параметров перекрестка;

$ф_{mci}$ – стоимость одного автомобиля-часа определенного вида транспортного средства, руб.

$$Э_{тс} = (8700 - 7000)100 + (3000 - 2500)\,150 + (6500 - 5200)\,190 =$$

$$= 492000 \text{ руб.}$$

Эффект от сокращения потерь времени пассажиров определяется по формуле:

$$Э_{пасс} = \left(Т^{б}_{пасс} - Т^{пр}_{пасс}\right)ф_{пасс}, \quad (3.12)$$

где $Т^{б}_{пасс}, Т^{пр}_{пасс}$– годовые потери времени пассажиров соответственно в базовом и проектируемом вариантах, ч;

$ф_{пасс}$– стоимость одного пассажира – часа, руб.

$Т^{б}_{пасс} = 100000 \cdot 50 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}005 = 17500$ руб.

$Т^{пр}_{пасс} = 90000 \cdot 50 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}004 = 12600$ руб.

$Э_{пасс} = (17500 - 12600)22 = 107800$ руб.

$$Т_{пасс} = N_{авт} \cdot q_{авт} \cdot г_{авт} \cdot Z_{авт}\ , \quad (3.13)$$

Эффект от сокращения потерь времени пешеходов:

$$Э_{пеш} = \left(Т^{б}_{пеш} - Т^{пр}_{пеш}\right)ф_{пеш}\ , \quad (3.14)$$

где $Т^{б}_{пеш}, Т^{пр}_{пеш}$– годовые потери времени пешеходов в базовом и проектируемом вариантах, ч;

$ф_{пеш}$– стоимость одного пешехода-часа, руб.

$Э_{пеш} = (200000 - 150000)22 = 1100000$ руб.

Эффект от сокращения числа ДТП определяется по формуле:

$$Э_{дтп} = \left(N^{б}_{дтп} - N^{пр}_{дтп}\right)ф_{дтп}, \quad (3.15)$$

где $N^{б}_{дтп}, N^{пр}_{дтп}$– годовое число ДТП в проектируемом и базовом вариантах соответственно;

$ф_{дтп}$– стоимостная оценка потерь от одного ДТП, руб.

$Э_{дтп} = (8 - 2)\ 2510380\ = 15062295$ руб.

$$\text{ф}_{\text{дтп}} = \frac{\text{у}^{\text{б}}_{\text{дтп}}}{N^{\text{б}}_{\text{дтп}}}, \quad (3.16)$$

$$\text{ф}_{\text{дтп}} = \frac{195290 + 60418 \cdot 8 + 2779 \cdot 4 + 5960 \cdot 10}{8} = 93668{,}75 \text{ руб.}$$

Ущерб от ДТП, совершенного в *t*–м году, рассчитывается по формуле:

$$\text{У}^t_{\text{л}} = \text{П}^t_{\text{г}} \cdot n_1 + \text{П}^t_{\text{тр}} \cdot n_2 + \text{П}^t_{\text{лр}} \cdot n_3, \quad (3.17)$$

$$\text{У}^t_{\text{л}} = 6358000 \cdot 3 + 250000 \cdot 4 + 14000 \cdot 7 = 20172000.$$

Число дорожно-транспортных происшествий, которые могут быть предотвращены в результате внедрения мероприятий, повышающих безопасность дорожного движения, можно определить, умножая среднее число ДТП за прошедший год на показатель уменьшения этого числа ДТП:

$$ДN_{\text{дтп}} = \frac{Дk \cdot N^{\text{б}}_{\text{дтп}} \cdot 365}{\text{Т}}, \quad (3.18)$$

$$ДN_{\text{дтп}} = \frac{0{,}95 \cdot 18 \cdot 365}{365} = 7{,}6 \text{ ДТП.}$$

$$Дk = 1 - (1 - Дk1)(1 - Дk2)(1 - Дkn), \quad (3.19)$$

$$Дk = 1 - (1 - 0{,}62)(1 - 0{,}67)(1 - 0{,}62)(1 - 0{,}497) = 0{,}95.$$

Эффект от снижения ущерба от загрязнения воздуха:

$$\text{Э}_{\text{ог}} = \sum(\text{С}^{\text{б}}_{\text{ог}i} - \text{С}^{\text{пр}}_{\text{ог}i})\, \text{ф}_i, \quad (3.20)$$

где $\text{С}^{\text{б}}_{\text{ог}i}, \text{С}^{\text{пр}}_{\text{ог}i}$– годовые выбросы вредных веществ транспортными средствами *i*-го вида, кг;

ф_i– стоимостная оценка ущерба от загрязнения воздуха отработавшими газами.

Годовые выбросы вредных веществ транспортными средствами *i*-го вида:

$$\text{С}_{\text{ог}i} = \text{Т}_{mci} \cdot \text{С}_{\text{ог}}, \quad (3.21)$$

$$\text{С}^{\text{б}}_{\text{ог}1} = 9000 \cdot 0{,}3 = \ 2700 \text{ (кг).}$$

$$С^{пр}_{ог1} = 6000 \cdot 0,3 = 1800\ (кг).$$

$$С^{б}_{ог2} = 3000 \cdot 0,8 = 2400 (кг).$$

$$С^{пр}_{ог2} = 1500 \cdot 0,8 = 1200\ (кг).$$

$$С^{б}_{ог3} = 6000 \cdot 0,8 = 4800 (кг).$$

$$С^{пр}_{ог2} = 4000 \cdot 0,8 = 3200 (кг).$$

$$Э_{ог} = (2700 - 1800)\ 10 + (2400 - 1200)\ 10 + (4800 - 3200)\ 10 = 37000$$ руб.

Эффект от улучшения психофизиологических условий работы водителей составляет примерно 10% от сокращения ущерба, связанного с дорожно-транспортными происшествиями, и рассчитывается по формуле [9]:

$$Э_{вод} = 0,1 \cdot Э_{дтп},\qquad (3.22)$$

$$Э_{вод} = 0,1 \cdot 8925804 = 892580 \text{ руб.}$$

$$Э_{косв} = 492000 + 107800 + 1100000 + 562012 + 37000 + 56201 =$$
$$= 2355014 \text{ руб.}$$

Результаты произведенных расчетов представлены в виде таблицы (таблица 3.4) и наглядно отражены на диаграмме (рисунок 3.2).

Таблица 3.4 – Косвенный экономический эффект от реализации мероприятий

Наименование показателя	Результат, руб.	Структура эффекта, %
1 Эффект от сокращения потерь времени транспортными средствами ($Э_{тс}$)	492000	20,89
2 Эффект от сокращения потерь времени пассажиров ($Э_{пасс}$)	107800	4,58
3 Эффект от сокращения потерь времени пешеходов ($Э_{пеш}$)	1100000	46,71
4 Эффект от сокращения ущерба от ДТП	562012	24
Косвенный экономический эффект ($Э_{косв}$)	2355014	100

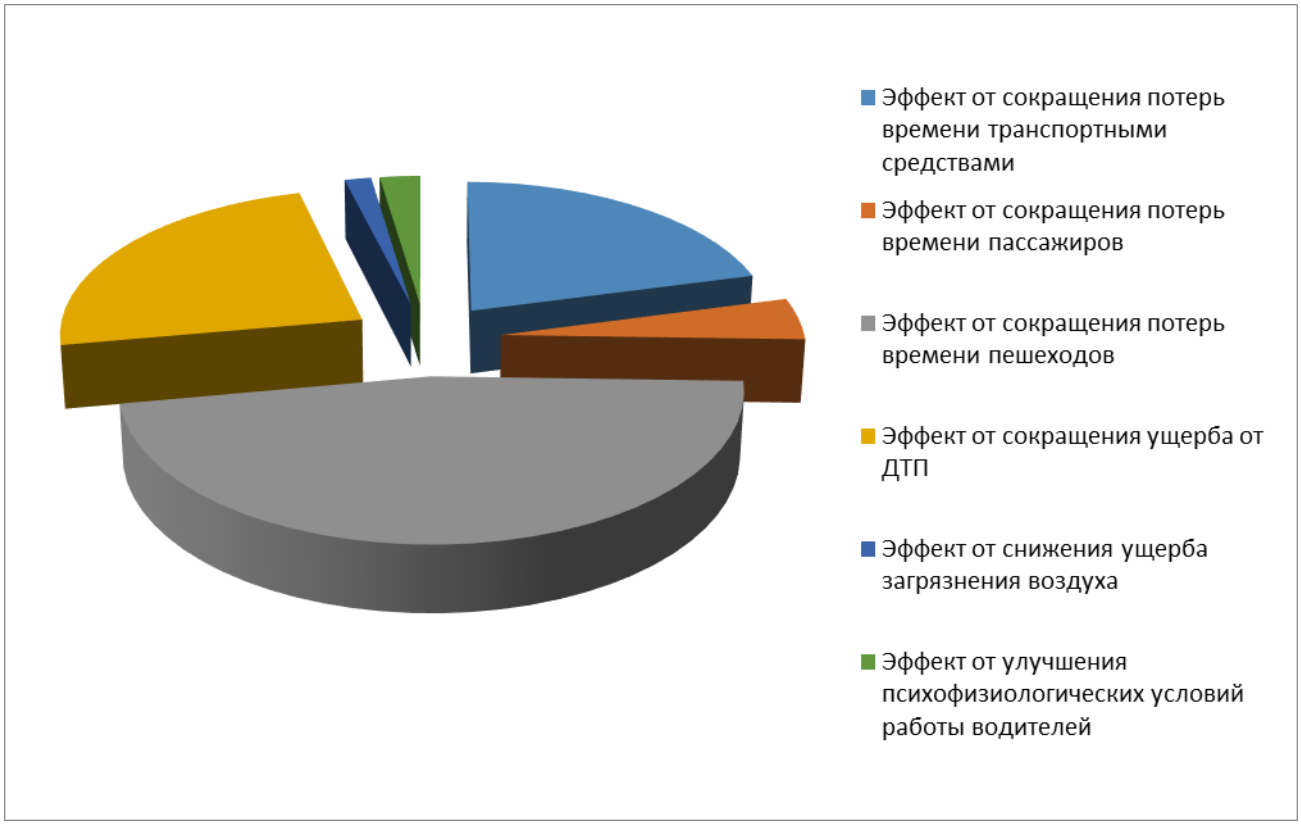


Рисунок 3.2 – Косвенный экономический эффект

3.4 Оценка общественной эффективности организации дорожного движения

Эффективность проекта в целом оценивается с целью определения потенциальной привлекательности проекта для возможных участников и поисков источников финансирования. Она включает в себя:

1) общественную (социально-экономическую) эффективность проекта;

2) коммерческую эффективность проекта.

Показатели общественной эффективности учитывают социально-экономические последствия осуществления инвестиционного проекта для общества в целом, в том числе как непосредственные результаты и затраты проекта, так и «внешние»: затраты и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные и иные внеэкономические эффекты.

«Внешние» эффекты рекомендуется учитывать в количественной форме при наличии соответствующих нормативных и методических материалов.

Дисконтирование – это приведение всех денежных потоков (потоков платежей) к единому моменту времени. Дисконтирование является базой для расчетов стоимости денег с учетом фактора времени. При этом будущие денежные потоки приводятся к текущему периоду с учетом изменения стоимости денег с течением времени.

Коэффициент дисконтирования за весь расчетный период рассчитывается по формуле [21]:

$$б_t = \frac{1}{(1+r)^t}, \quad (3.23)$$

где $б_t$ – коэффициент дисконтирования вычисляется для каждого периода (таблица4.3);

r – ставка дисконта; r =10 лет

t – годы расчетного периода. t = 5лет.

$$б_t = \frac{1}{(1+0,1)^1} = 0,9, \quad (3.24)$$

Таблица 3.5 – Коэффициент дисконтирования за расчетный период

T	1	2	3	4	5
$б_t$	0,9	0,8	0,75	0,68	0,62

Таблица 3.6 – Ожидаемые денежные потоки от реализации мероприятий

Показатели	Проектируемый вариант (годы инвестиционного периода)					
	0	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6	7
1 Выручка от продажи активов, руб.	0	0	0	0	0	0
2 Инвестиции в основной капитал (I_o), руб.	933170					

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4	5	6	7
3 Сальдо денежного потока от инвестиционной деятельности (I_t), руб.	-933170					
4 Доходы от целеевого использования новшества, руб.	0	0	0	0	0	0
5 Текущие эксплуатационные затраты, руб.	0	1240630	1240630	1240630	1240630	1240630
6 Косвенный экономический эффект, руб.	0	2355013,8	2355014	2355014	2355014	2355014
7 Сальдо денежного потока от текущей еятельности (P_t), руб.	0	1114383,8	1114384	1114384	1114384	1114384
8 Чистый денежный поток (NP_t), руб.	-933170	1002945,4	891507	835787,8	757781	690917,9

Интегральный экономический эффект (*NetPresentValue* – *NPV*, чистая текущая стоимость) определяется как разность денежных потоков поступлений и платежей за весь расчетный период с учетом фактора времени. Данный инвестиционный проект предусматривает сравнение альтернативных вариантов, следовательно, формула имеет вид [22]:

$$NPV = \sum_i^t P_t б_t - I_o, \quad (3.25)$$

где P_t – Сальдо денежных потоков от текущей деятельности в году t;

$б_t$ – коэффициент дисконтирования;

I_o – инвестиции в основной капитал.

NPV =(2355013·0,9)+(2355013·0,8)+(2355013·0,75)+(2355013·0,68)+
+ (2355013·0,62) = 3245769 руб.

Правило NPV: Принимаются к внедрению инвестиционные проекты, у которых *NPV* больше нуля или из предложенных вариантов проекта к внедрению рекомендуется тот, у которого *NPV* максимальна.

Индекс рентабельности инвестиций (*Profitabilityindex – PI*) показывает уровень доходов на единицу капитальных вложений. Рассчитывается по формуле [27]:

$$PI = \frac{\sum_i^t P_t б_t}{I_o}, \quad (3.26)$$

$$PI = \frac{3245769}{933170} = 3.$$

Правило PI: К внедрению рекомендуются проекты, у которых $PI > 1$.

Срок окупаемости инвестиций (*DiscountedPaybackPeriod – DPP*) – это количество лет, в течение которых доход от продаж (достигаемый эффект) за вычетом издержек и налогов возмещает первоначальные инвестиции (таблица 4.6). DPP равен минимальному времени, при котором:

$$\sum_i^t P_t б_t = I_o, \quad (3.27)$$

$$DPP = a + {}^{b}/_{c}, \quad (3.28)$$

$$DPP = 0 + {}^{933170}/_{69775} = 3{,}04 \text{ года.}$$

Коэффициент эффективности инвестиций (*Accounting Rate of Return – ARR*). Коэффициент показывает доходность инвестиционного проекта и определяется следующим образом:

$$ARR = \frac{\frac{\sum_i^t P_t}{T}}{0{,}5 \cdot I_o}, \quad (3.29)$$

$$ARR = \frac{\frac{1114384}{5}}{0{,}5 \cdot 933170} = 2{,}38.$$

Инвестиционный проект предусматривает сравнение двух вариантов мероприятия (базовый и проектируемый) на одном участке УДС, показатели

общественной эффективности проекта представлены в таблице 3.8, следовательно, для расчета годового экономического эффекта используют следующую формулу:

$$Э_{год} = P_t - r \cdot I_o, \quad (3.30)$$

$$Э_{год} = 17984695 - 0{,}1 \cdot 933170 = 17891378 \text{ руб.}$$

Таблица 3.7 – Срок окупаемости проекта с учетом дисконтированных денежных потоков

Годы расчетного периода	Дисконтированный чистый денежный поток, руб.	Накопленный дисконтированный денежный поток,руб
0	-933170	-933170
1	1002945	69775,38
2	891507	961282,4
3	835787,8	1797070
4	757781	2554851
5	690917,9	3245769

Таблица 3.8 – Показатели общественной эффективности проекта

Наименование	Результаты инвестиционного проекта
1 Ставка дисконта (r)	10
2 Расчетный период (T)	5
3 Инвестиции (I)	933170
4 Косвенный экономический эффект ($Э_{косв}$)	2355014
5 Интегральный экономический эффект (NPV)	3245769
6 Индекс рентабельности (PI)	3
7 Срок окупаемости инвестиций (DPP)	3,04
8 Коэффициент эффективности инвестиций (ARR)	2,38
9 Годовой экономический эффект ($Э_{год}$)	1021067

3.5 Выводы

Данный проект по внедрению мероприятий на нерегулируемом пересечении является экономически эффективным, т.к. необходимые инвестиции для осуществления проекта окупаются за 3 года.

Индекс доходности составит 3,04 при первоначальных инвестициях в 933170 руб.

После того как данный перекресток станет регулируемым, повыситься пропускная способность, заметно уменьшилась длина очереди и задержка транспортных средств. А также после проведения мероприятий увеличиться безопасность движения на данном перекрестке, и возрастет уровень обслуживания движения на нерегулируемом пересечении.

Заключение

Результаты наблюдений и расчетов интенсивности направлений показали, что на данном перекрестке затруднен левый поворот в направлении с улицы Терновского на улицу Петровская.

Результаты наблюдений и расчетов показали, что необходимо увеличить поток насыщения в данном направлении.

Были предложены следующие мероприятия:

– расширение проезжей части улицы Петровская с 3-х до 5 полос движения;

– увеличение с одной до двух количества полос для поворота налево в сторону улицы Петровская;

– изменение фаз работы светофора.

В разделе БЖД рассмотрены психофизиологические особенности управления автомобилем в сложных дорожных условиях.

Управление автомобилем в сложных ситуациях требует от водителя повышенной концентрации и внимания. Наиболее опасными факторами при управлении автомобилем ночью является снижение остроты зрения, повышение опасности наезда на пешеходов и столкновения с другими транспортными средствами. При управлении автомобилем на высокой скорости снижается угол зрения. Снижается восприимчивость к внешним раздражениям.

Данный проект по внедрению мероприятий на нерегулируемом пересечении является экономически эффективным, т.к. необходимые инвестиции для осуществления проекта окупаются за 3 года.

Положительные показатели сальдо накопленных денежных потоков в каждый год реализации проекта свидетельствуют о том, что проект является финансово реализуемым.

Список использованных источников

1 Аксёнов, И. Я. Транспорт и охрана окружающей среды [Текст] / И. Я. Аксёнов, В. И. Аксёнов. – М. : Транспорт, 1998. – 176 с.

2 Артёмов, И. И. Курсовое и дипломное проектирование [Текст] : методика и общие требования / И. И. Артемов, А. Б. Балакшин, А. А. Грабовский. – Пенза: Информационно–издательский центр ПГУ, 2004. – 226 с.

3 Бабков, В. Ф. Проектирование автомобильных дорог [Текст] / В.Ф. Бабков. – М. : Транспорт, 2000. – 368 с.

4 Болдакова, Е. В. Технико – экономическое обоснование при проектировании автомобильных дорог. [Текст] / Е.В. Болдакова. – М. : Транспорт, 2001. – 207 с.

5 Власов, А.А. Проектирование светофорных объектов [Текст] : методические рекомендации к выполнению курсовой работы по дисциплине «Технические средства организации движения» для специальности 190702 «Организация и безопасность движения» / А.А. Власов. – Пенза : ПГУАС, 2006. – 157 с.

6 Громаковский, А.А. Правила дорожного движения на 2017 год с примерами и комментариями. Новая таблица штрафов [Текст] – М. : Транспорт, 2017. – 38 с.

7 Голованенко, С. А. Экономика автомобильного транспорта [Текст] : Учебник для вузов. /– М. : Высш. Шк., 2001. – 352 с.

8 Гуревич, П. В. Управление движением на улицах и дорогах [Текст] / П. В.Гуревич, П. В. Рушевский. – М. : Транспорт, 1998. – 198 с.

9 Живоглядов, В. Г. Теория движения транспортных и пешеходных потоков [Текст] / В.Г. Живоглядов. – Ростов–на–Дону : Издательство журн. «Изв. вузов. Сев.–Кавк. регион», 2005. – 1082 с.

10 Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения [Текст]: Учеб. для вузов. / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. – М. : Транспорт, 2001. – 247 с.

11 Коноплянко, В. И. Организация и безопасность дорожного движения. [Текст] : Учебник для вузов. / В.И. Коноплянко. – М. : Высш. шк., 2007. – 383 с.

12 Кременец, Ю. А. Технические средства организации дорожного движения [Текст] : Учебник для вузов /Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.

13 Левашев, А. Г. Проектирование регулируемых пересечений [Текст]: Учеб. пособие. / А. Г. Левашев, А. Ю. Михайлов, И. М. Головных. – Иркутск : Изд–во ИрГТУ, 2007. – 208 с.

14 Малышев, А. И. Экономика автомобильного транспорта [Текст] / А.И. Малышев – М. : Транспорт, 2000. – 335 с.

15 Пеньшин, Н. В. Организация и безопасность движения [Текст] : Учебное пособие. / Н. В. Пеньшин, А.Н. Пудовкин, А.Н. Колдашов и др.– Тамбов : Изд–во гос. техн. ун–та, 2006. – 96 с.

16 Петров, В.В. Разработка и построение графиков координированного управления дорожным движением на городских магистралях [Текст] : методические указания к курсовой работе по дисциплине «Управление в сфере обеспечения безопасности дорожного движения» для студентов специальности 190702 «Организация и безопасность движения». / В.В. Петров, В.М. Власов. – Омск : СибАДИ, 2011. – 18 с.

17 Позняков, М. Н. Организация движения на участках дорожных работ [Текст] : Учебное пособие. / М.Н. Позняков. – Ростов–на–Дону : Рост. гос. строит. ун–т, 2007. – 106 с.

18 Полукаров, В. М. Организация транспортных потоков [Текст] / В.М. Полукаров – М. : ВНИИ безопасности дорожного движения, 1998. – 78 с.

19 Пугачёв, И.Н. Организация и безопасность дорожного движения [Текст] : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. И.Н. Пугачев, А.Э. Горев, Е.М. Олещенко. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – 272 с.

20 Самойлов, Д. С. Организация и безопасность городского движения [Текст] / Д. С. Самойлов, В. А. Юдин. – М. : Высш. шк., 2002. – 256 с.

21 Сардаров, А. С. Архитектура автомобильных дорог [Текст] / А.С. Сардаров. – М. : Транспорт, 2003. – 254 с.

22 Трофимова, Л. С. Методические указания для расчёта экономической оценки проектных решений в дипломных проектах для студентов специальности 190702 «Организация дорожного движения» дневной и заочной форм обучения [Текст] / Л.С. Трофимова. – Омск : Изд–во СибАДИ, 2007. – 28 с.

23 Хван, Т. А. Безопасность жизнедеятельности [Текст] : Учебное пособие для студентов вузов. / Т.А. Хван, П. А. Хван. – Ростов на Дону : Феникс, 2007. – 416 с.

24 ГОСТ 51256 – 99 Разметка дорожная. – М. :, 2000. – 27 с.

25 ГОСТ Р 52289 – 2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – М.: Изд–во стандартов, 2004. – 95 с.

26 Организация и безопасность движения: методические указания по преддипломной практике и дипломному проектированию [Текст] / – Пенза: Изд–во ПГУ, 2012. – 40 с.

27 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [Текст] / – М.: Минтранс РФ, 2002. – 157 с.

28 Руководство по регулированию дорожного движения в городах [Текст] / – М.: Стройиздат, 1998. – 35 с.

29 Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – М.: Минтранс РФ, 2001. – 88 с.

30 [Электронный ресурс] www.penza-gorod.ru/news/nagrazhdenie_za_bkd.

31 Getting the message across//Highway S. Austral. – 1987. – № 2. – P. 4 -5.

32 Good traffic control cases highway jobs // Eng. and Control Rec. – 1981. – № 12. – P. 30-31.

33 Harlow W.A. Safety at road works // Traffic Engineering and control. – 1983. – № 4. – P. 207 – 212.

Цель и задачи выпускной работы

Совершенствование организации дорожного движения, обеспечивающее увеличение пропускной способности перекрестка при движение в сторону города Спутник.

Для достижения цели поставлены и решены следующие взаимосвязанные задачи:

– провести анализ существующей дорожной обстановки на данном перекрестке;

– разработать схему дорожного движения данного перекрестка и систематизировать фазы работы светофора;

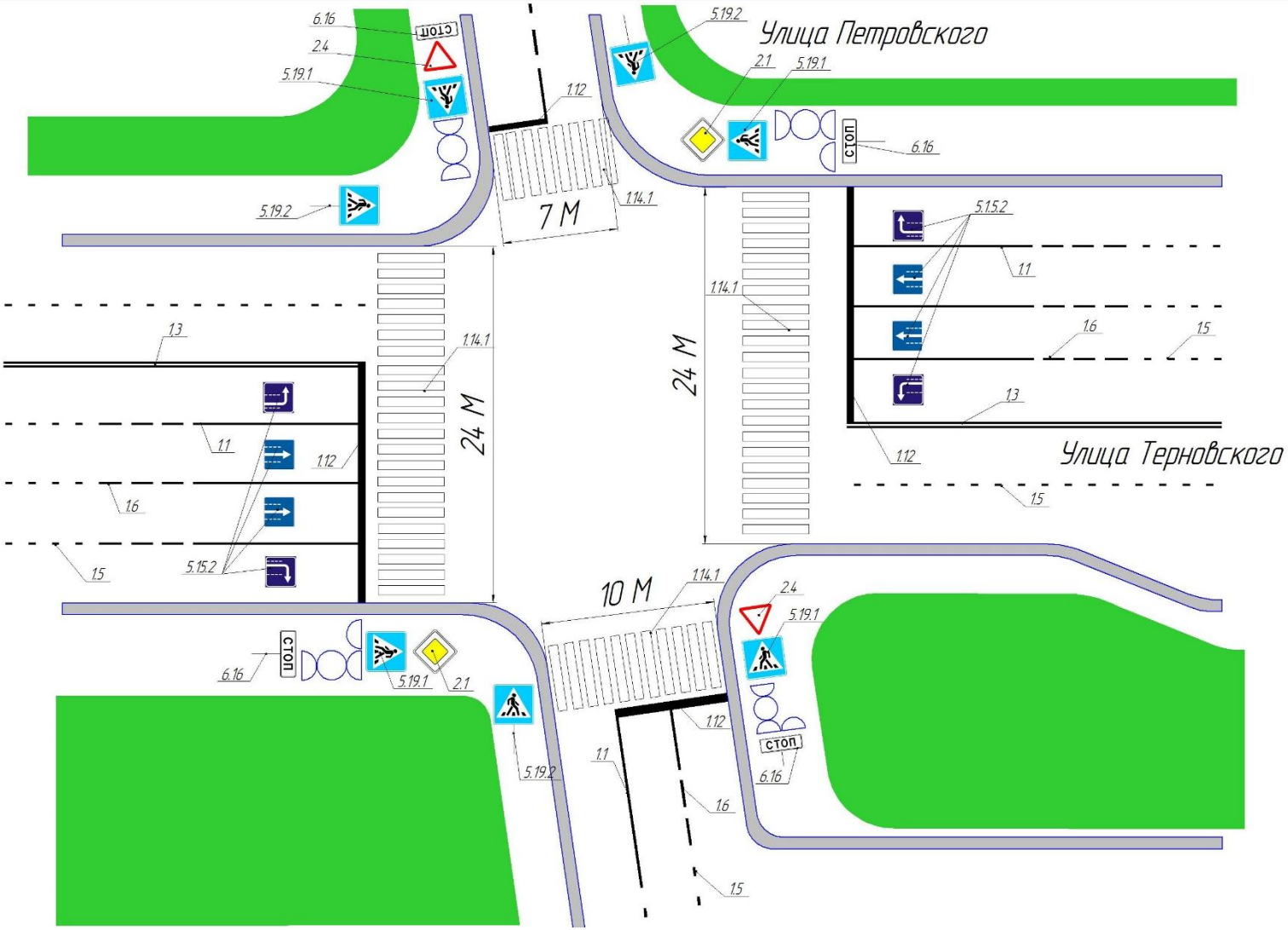
– дать экономическую оценку проводимых мероприятий.

Разработал	Подрезов	Каф. «ТМ»
Руководитель	Лебединский	гр163МГ31

Актуальность темы выпускной квалификационной работы

Время	Будние дни	Выходные дни
8:00-9:00	2434	876
9:00-10:00	2333	873
10:00-11:00	1979	1433
11:00-12:00	1711	1642
12:00-13:00	1636	1439
13:00-14:00	1587	1424
14:00-15:00	1636	1440
15:00-16:00	1969	1455
16:00-17:00	2433	1648
17:00-18:00	2218	1929
18:00-19:00	1722	2173

Существующая схема организации движения на перекрестке

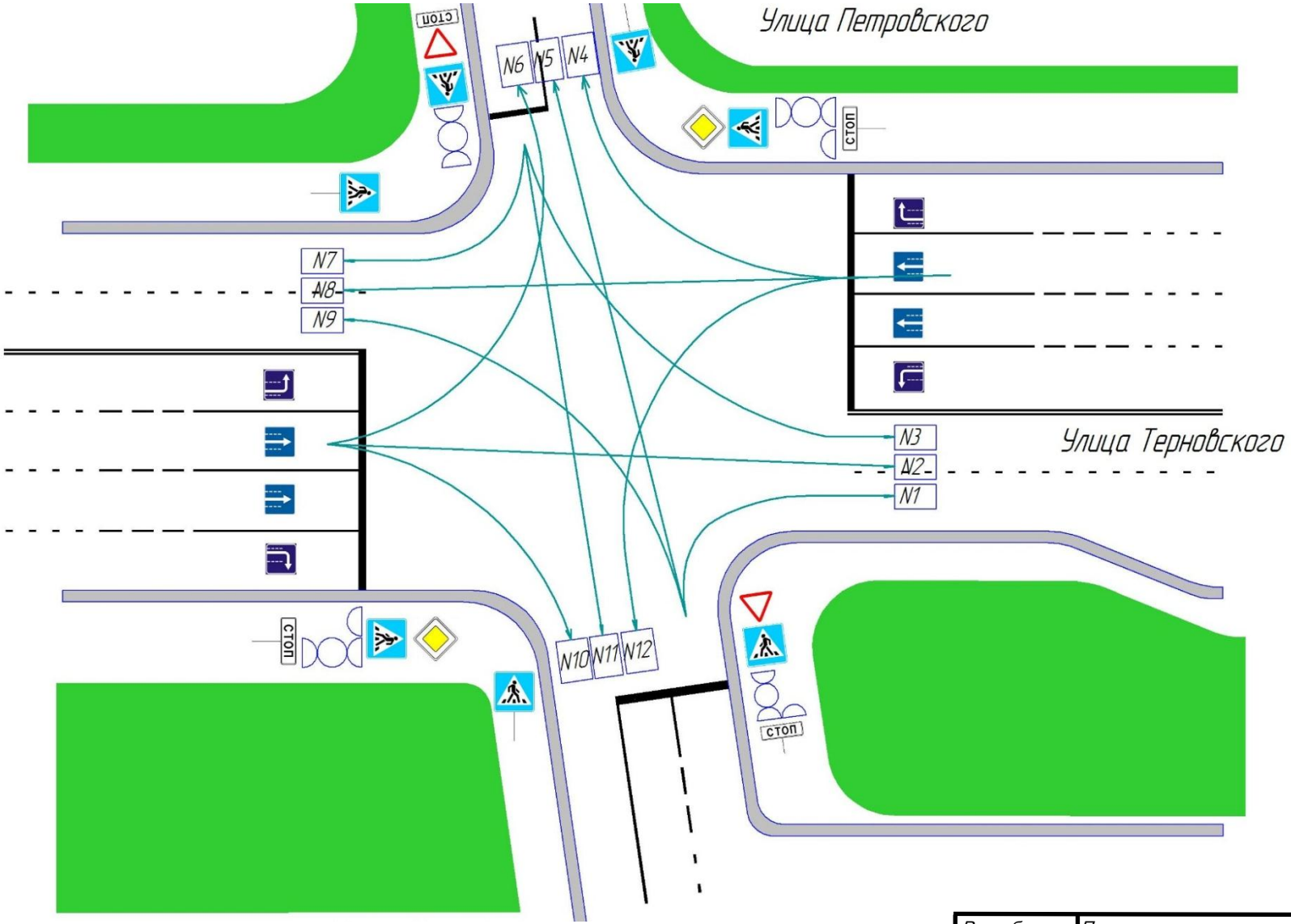


Разработал	Подрезов	Каф. «ТМ»
Руководитель	Лебединский	гр163МГ31

Новая схема организации движения на перекрестке

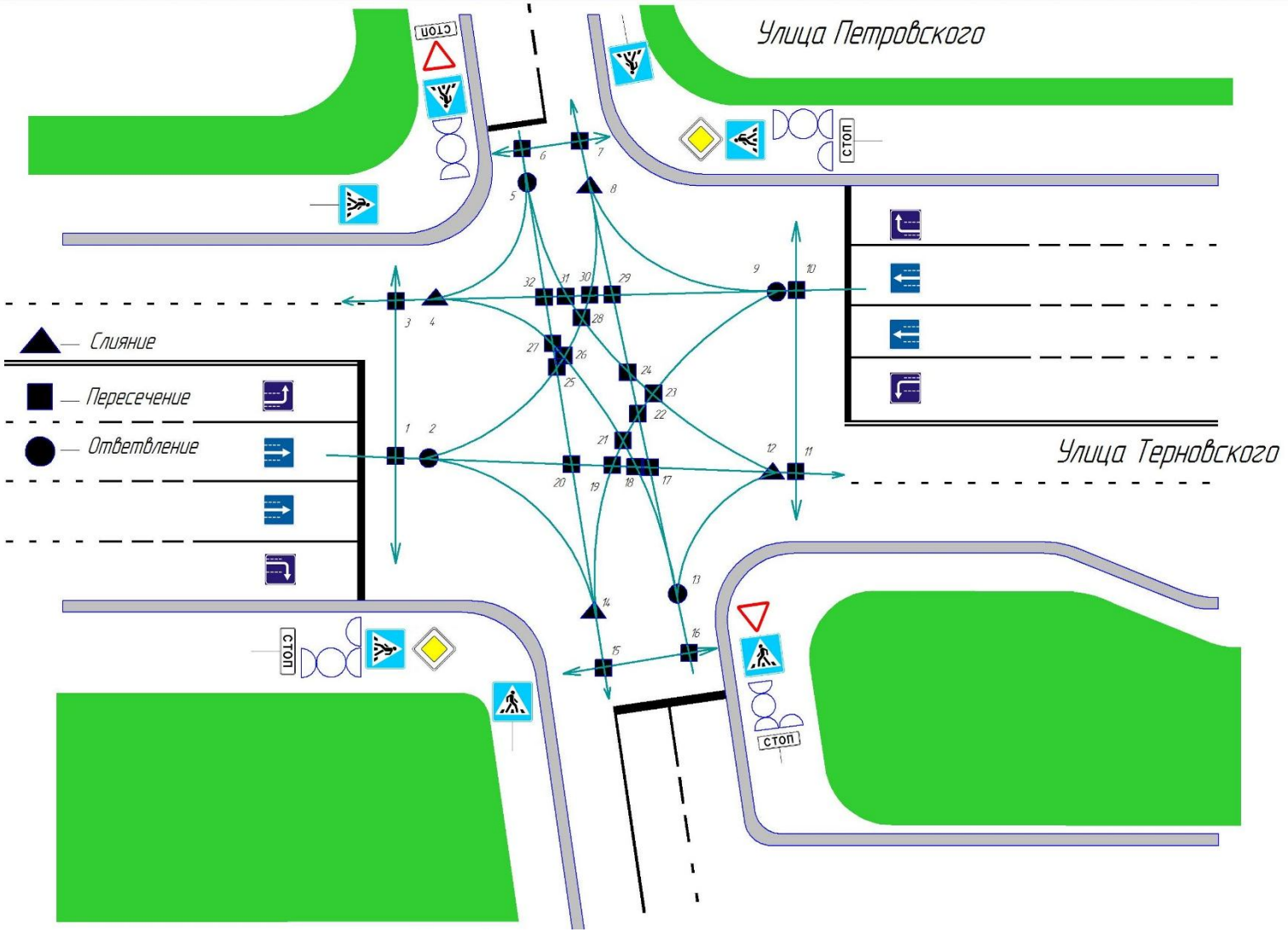
Разработал	Подрезов	Каф. «ТМ» гр163МГ31
Руководитель	Лебединский	

Условная картограмма интенсивности транспортного потока на перекрестке



Разработал	Подрезов	Каф. «ТМ» гр163МГ31
Руководитель	Лебединский	

Схема конфликтных точек на перекрестке



Разработал	Подрезов	Каф. «ТМ» гр163МГ31
Руководитель	Лебединский	

Экономическое обоснование предложенных мероприятий

Наименование	Результаты инвестиционного проекта
1 Ставка дисконта	10
2 Расчетный период	5
3 Инвестиции	933170
4 Косвенный экономический эффект	2355014
5 Интегральный экономический эффект	
6 Индекс рентабельности	3245769
7 Срок окупаемости инвестиций	3
8 Коэффициент эффективности инвестиций	3,04
9 Годовой экономический эффект	2,38 1021067

Разработал	Подрезов	Каф. «ТМ» гр163МГ31
Руководитель	Лебединский	

Основные выводы и рекомендации

- При анализе района проектирования и ДТП на данном перекрёстке было выявлено ,что затруднён левый поворот в направлении с улицы Терновского на улицу Петровская, который приводит к снижению пропускной способности.

- Были разработаны мероприятия, которые позволили на основе анализа конфликтных точек упорядочить работу светофорного объекта, что снизило аварийность на 10% и увеличило пропускную способность.

– Данный проект по внедрению мероприятий на нерегулируемом пересечении является экономически эффективным, т.к. необходимые инвестиции в объеме 933.170 руб. для осуществления проекта окупаются за 3 года.

Разработал	Подрезов	Каф. «ТМ» гр163МГ31
Руководитель	Лебединский	

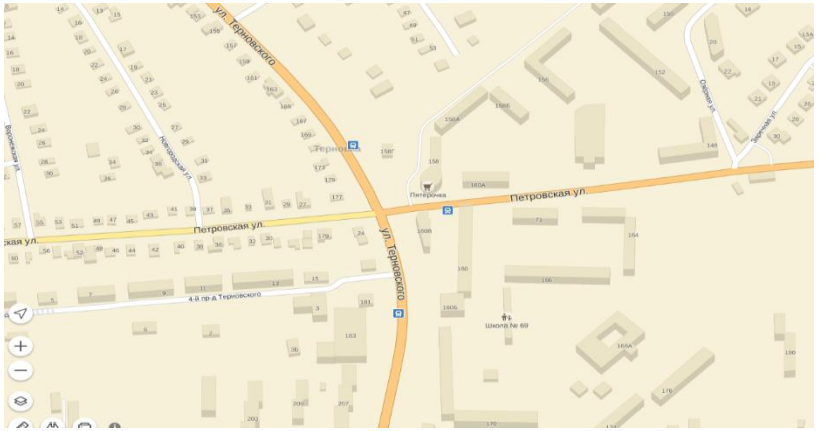
Пензенский государственный университет
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Транспортные машины»

Совершенствование организации дорожного движения на перекрёстке улиц Терновского и Петровская г. Пензы

Выполнил студент гр. 163МГ31
Подрезов Д.Г.
Руководитель: к.т.н.,
доцент Лебединский К.В.

Пенза 2020

Актуальность темы квалификационной работы



- Рассматриваемый перекрёсток улиц Терновского и Петровская расположен в густонаселенной и развивающейся части города. Интенсивность движения на данном перекрестке обусловлена прохождением потоков транспорта в большой жилой район «город Спутник».

В связи с этим на перекрестке складывается сложная дорожная ситуация по причине прохождением потоков транспорта в «город Спутник». Увеличивается затор на подходе к перекрестку по улице Терновского со стороны центра.

Цель и задачи квалификационной работы

Совершенствование организации дорожного движения, обеспечивающее увеличение пропускной способности перекрестка при движение в сторону города Спутник.

Для достижения цели поставлены следующие взаимосвязанные задачи:

– провести анализ существующей дорожной обстановки на данном перекрестке;

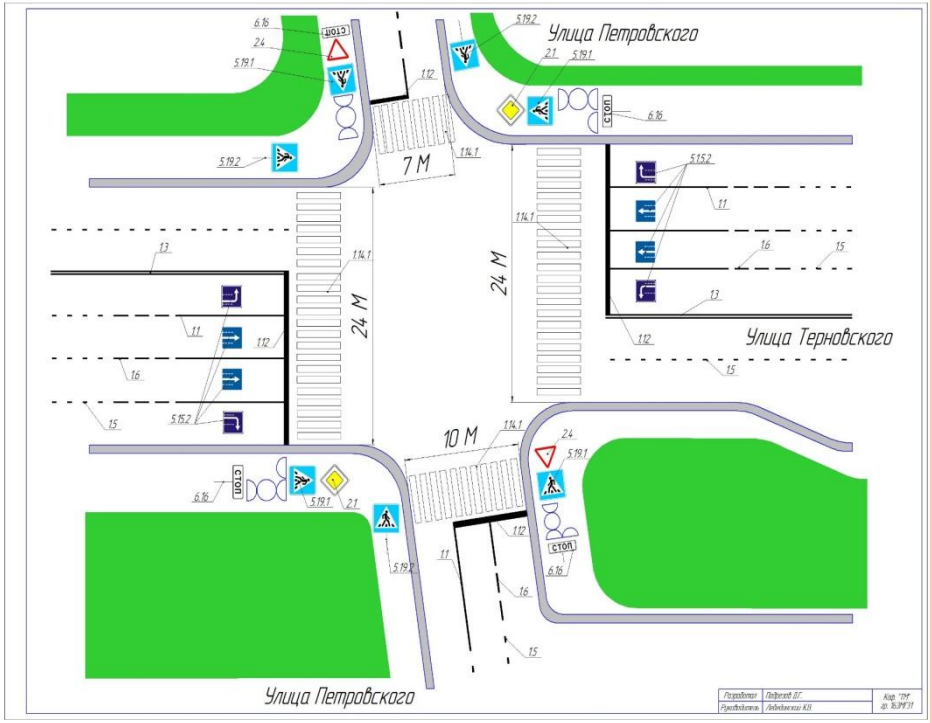
– разработать схему дорожного движения данного перекрестка и систематизировать фазы работы светофора;

– дать экономическую оценку проводимых мероприятий.

Существующая схема организации движения на перекрёстке

- Пересечение улиц Терновского и Петровская не является прямым. Главной дорогой является улица Терновского. Ширина проезжей части по направлению ул. Терновского составляет 24 метр, то есть имеет 6 полос движения по 3,5 метра и по направлению улицы Петровская составляет 10 метров – 3 полосы движения по 3,5 метра.

- Регулирование на рассматриваемом перекрёстке обеспечивается знаками дорожного движения и светофорными объектами.

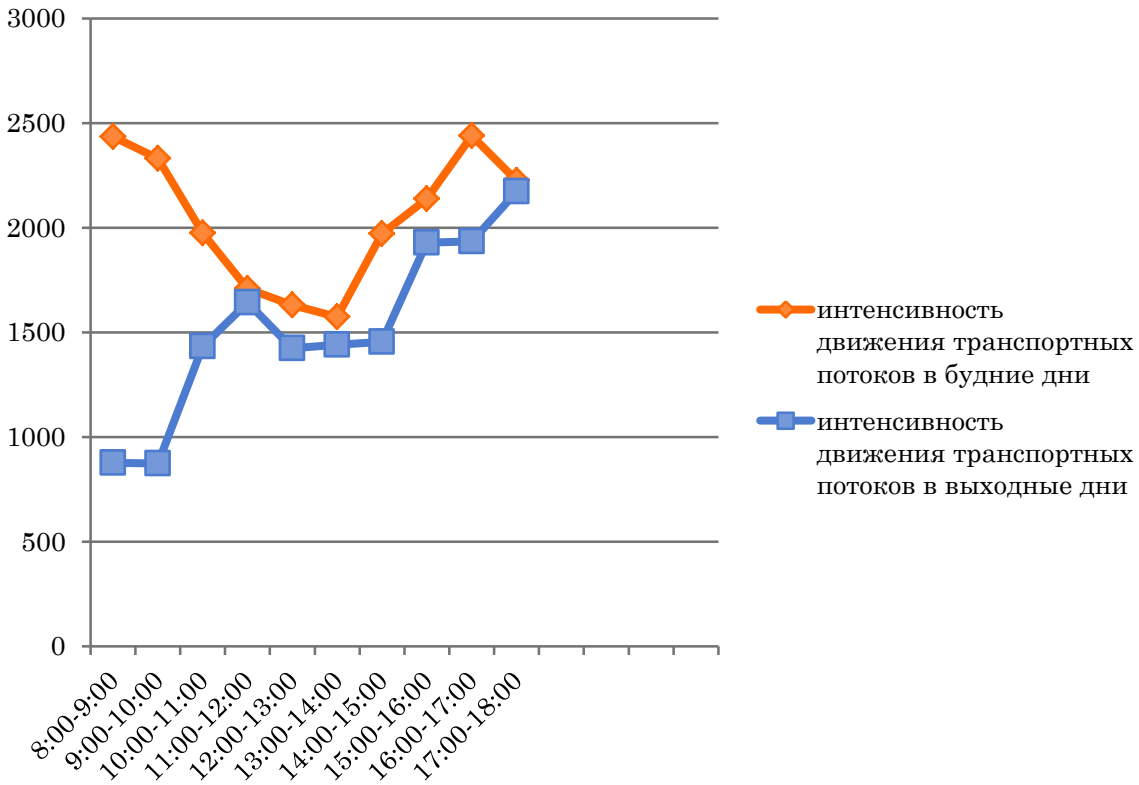


Анализ интенсивности транспортных потоков в будние и выходные дни

Время	Будние дни	Выходные дни
8:00-9:00	2434	876
9:00-10:00	2333	873
10:00-11:00	1979	1433
11:00-12:00	1711	1642
12:00-13:00	1636	1439
13:00-14:00	1587	1424
14:00-15:00	1636	1440
15:00-16:00	1969	1455
16:00-17:00	2433	1648
17:00-18:00	2218	1929
18:00-19:00	1722	2173

Фиксация интенсивности транспортных потоков проводилось мною на перекрестке в будний и выходной день несколько раз в течении суток.

График анализа интенсивности транспортных потоков в будние и выходные дни

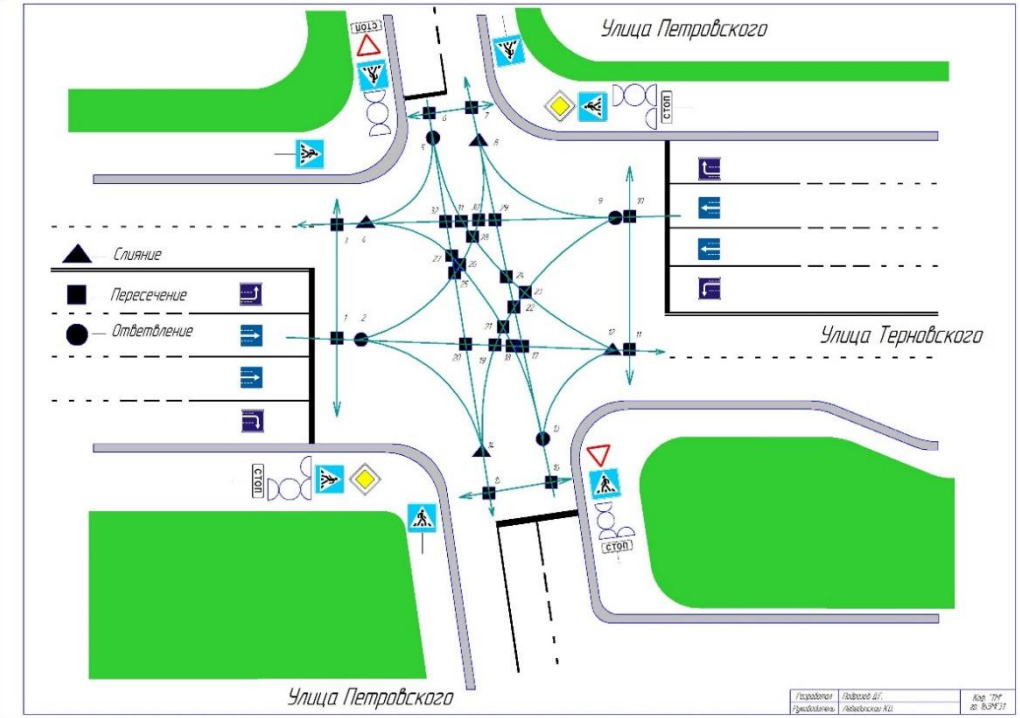


На диаграмме интенсивности видно, что наибольшая интенсивность будет наблюдаться в утренние и вечерние часы пик.

Исходя из этого на данном перекрестке происходит большое количество мелких и крупных ДТП.

Анализ ДТП в районе перекрёстка ул. Терновского - ул. Петровская

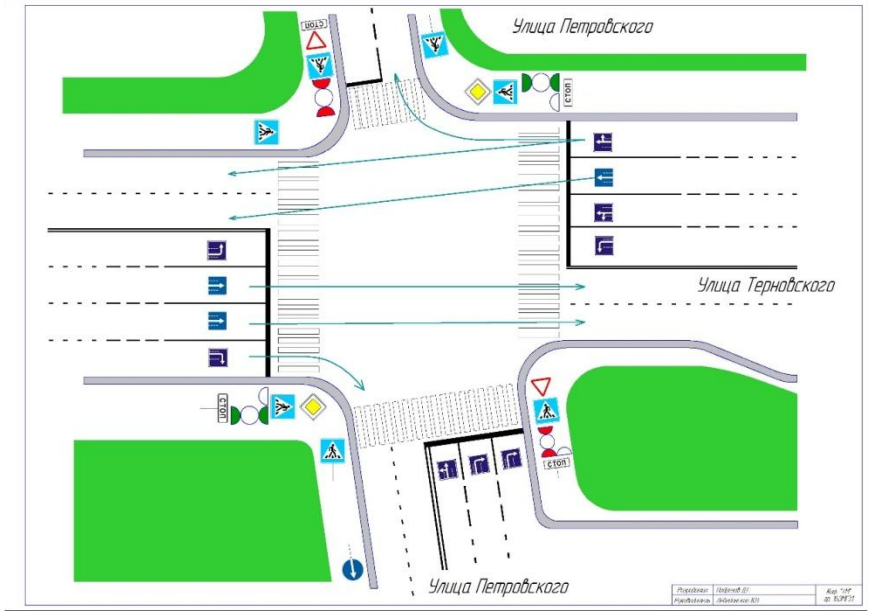
Годы	Наезд на стоящее ТС	Наезд на препятствие	Наезд на пешеходов	Столкновение ТС
2016	2	1	2	8
2017	2	–	2	8
2018	3	2	4	10



Предлагаемая схема организации движения

- За счет расширения проезжей части со стороны улицы Петровская с трех до пяти полос увеличивается пропускная способность данного направления.
- Таким образом, поворот налево будет осуществляться с двух полос на две, без образования заторов.
- Логическим продолжением данных мероприятий будет расширение улицы Петровская на участке от улицы Терновского до города Спутник.

Фазы работы светофора

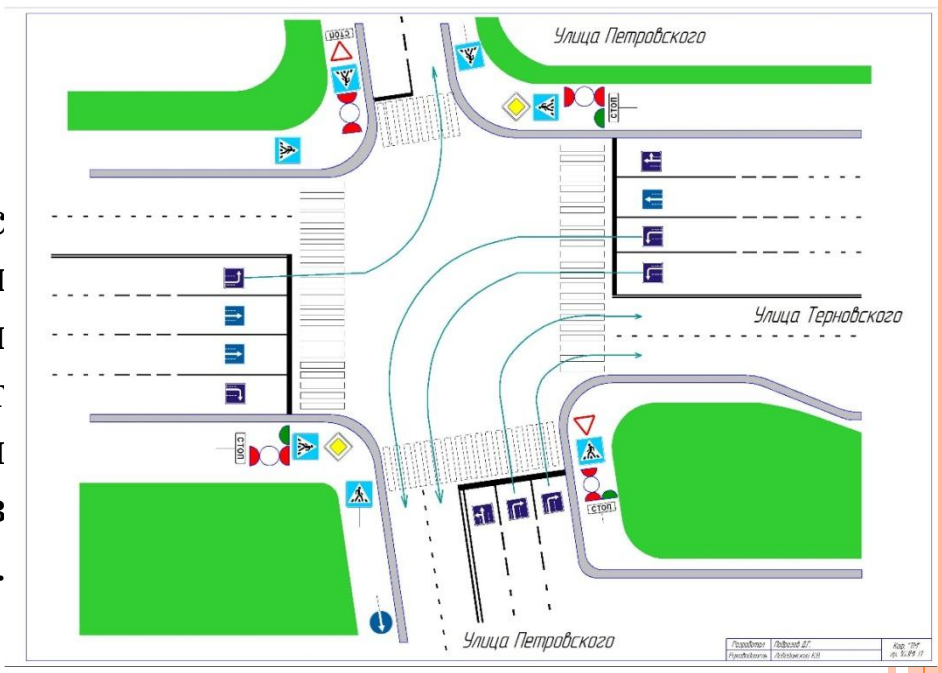


Первая фаза

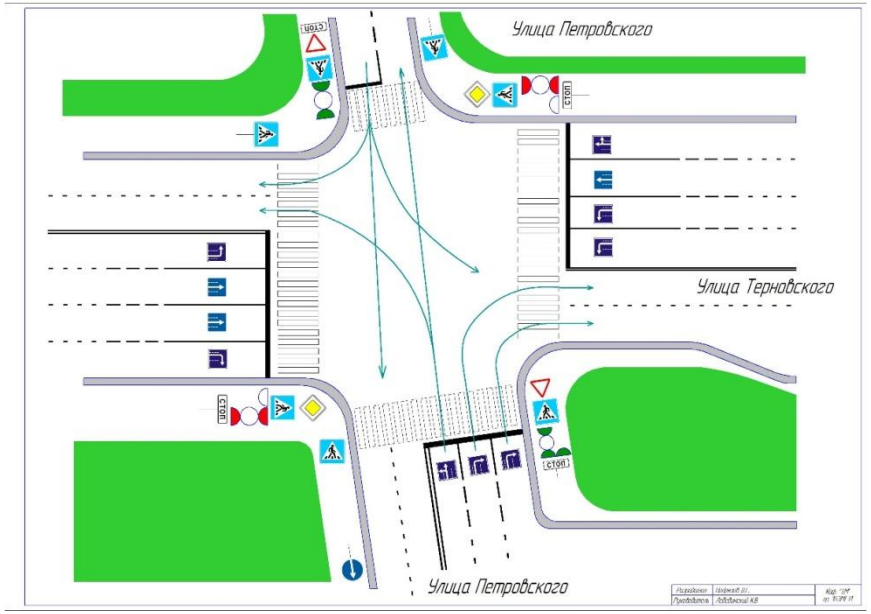
В первой фазе в течении 35 секунд происходит движение по улице Терновского прямо и направо.

Вторая фаза

Во второй фазе совместно с левоповоротными потоками с улицы Терновского происходит движение ТС с улицы Петровская направо в течении 10 секунд.



Фазы работы светофора

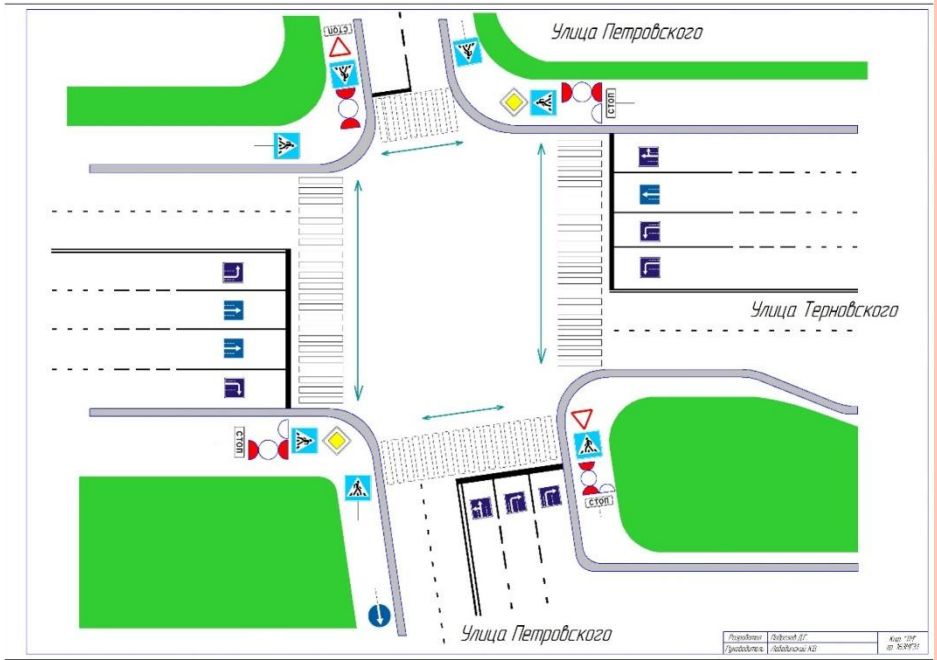


Третья фаза

В третьей фазе происходит движение ТС по улице Петровская в течении 10 секунд.

Четвертая фаза

Четвертая фаза продолжительностью 21 секунда предназначена для пропуска пешеходов. Длительность рассчитана на условия перехода пешеходами улицы Терновского.



Экономическое обоснование проекта

Наименование	Результаты инвестиционного проекта
1 Ставка дисконта, %	10
2 Расчетный период, лет	5
3 Инвестиции , руб	933170
4 Косвенный экономический эффект,руб	2355014
5 Интегральный экономический эффект,руб	3245769
6 Индекс рентабельности	3,04
7 Срок окупаемости инвестиций, лет	3,04
8 Коэффициент эффективности инвестиций	3,04
9 Годовой экономический эффект, руб	2,38
	1021067

Необходимые инвестиции для осуществления проекта окупятся за 3 года. Индекс доходности составит 3,04 при первоначальных инвестициях в 933.170 руб.

Основные выводы и рекомендации

- При анализе района проектирования и ДТП на данном перекрёстке было выявлено ,что затруднён левый поворот в направлении с улицы Терновского на улицу Петровская, который приводит к снижению пропускной способности в большой жилой район «город Спутник».

- Была разработана схема дорожного движения данного перекрестка и систематизированы фазы работы светофора, которые позволили на основе анализа конфликтных точек упорядочить работу светофорного объекта, что снизило аварийность на 10% и увеличило пропускную способность.

- Данный проект по внедрению мероприятий на нерегулируемом пересечении является экономически эффективным, т.к. необходимые инвестиции в объеме 933.170 руб. для осуществления проекта окупаются за 3 года.

Спасибо
за внимание!

ФГБОУ ВО «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»

ОТЗЫВ

на выпускную квалификационную работу

Студента *Подрезова Дениса Геннадьевича*

Направление *23.03.01 Технология транспортных процессов*

Тема проекта: *Совершенствование организации дорожного движения на перекрёстке улиц Терновского и Петровская г. Пензы.*

Целью выпускной квалификационной работы студента Подрезова Д.Г. является анализ существующей дорожной обстановки на данном сложном перекрестке и разработка мероприятий по ее улучшению.

Первый раздел посвящен изучению существующей схемы движения и её недостатков. Во втором разделе вводится новая схема движения и проводится её подробный расчёт. Полученные результаты сравниваются с существующей схемой. В третьем разделе рассчитываются стоимость мероприятий по усовершенствованию существующей схемы и её эффективность.

Особо стоит отметить качество анализа существующей дорожной обстановки и качество выполнения графической части работы.

Считаю, что квалификационная работа студента гр. 16ЗМГ31 Подрезова Дениса Геннадьевича является достаточно подробной и содержательной, отвечающий требованиям направления 23.03.01 и заслуживает оценки **отлично**, а его автор – присвоения квалификации бакалавра по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов».

Руководитель проекта
к.т.н., доцент
«17 » января 2020 г.

К.В. Лебединский

АНТИПЛАГИАТ
ТВОРИТЕ СОБСТВЕННЫМ УМОМ

Пензенский государственный университет

СПРАВКА
о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований

Проверка выполнена в системе Антиплагиат.ВУЗ

Автор работы	**Подрезов Д.Г.**
Подразделение	Каф. ТМ ПГУ
Тип работы	Выпускная квалификационная работа
Название работы	ВКР Подрезов_01_Титульный лист (2)-1-объединены (pdf.io)
Название файла	ВКР Подрезов_01_Титульный лист (2)-1-объединены (pdf.io).docx
Процент заимствования	**12.18 %**
Процент самоцитирования	**0.00 %**
Процент цитирования	**9.03 %**
Процент оригинальности	**78.78 %**
Дата проверки	**13:24:13 23 января 2020г.**
Модули поиска	Модуль поиска ИПС "Адилет"; Модуль выделения библиографических записей; Сводная коллекция ЭБС; Коллекция РГБ; Цитирование; Модуль поиска переводных заимствований; Модуль поиска переводных заимствований по elibrary (EnRu); Модуль поиска переводных заимствований по интернет (EnRu); Модуль поиска переводных заимствований по Wiley (RuEn); Коллекция eLIBRARY.RU; Коллекция ГАРАНТ; Модуль поиска Интернет; Коллекция Медицина; Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU; Модуль поиска перефразирований Интернет; Коллекция Патенты; Модуль поиска "ПГУ"; Модуль поиска общеупотребительных выражений; Кольцо вузов; Коллекция Wiley
Работу проверил	Лебединский Константин Валерьевич ФИО проверяющего
Дата подписи	23.01.20

Подпись проверяющего

Чтобы убедиться в подлинности справки, используйте QR-код, который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего. Предоставленная информация не подлежит использованию в коммерческих целях.