Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
Учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Политехнический»
Факультет «Автотракторный»
Кафедра «Автомобильный транспорт»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН
Рецензент
_____
«___»_____2017г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____Ю.В. Рождественский
«___»_____2017 г.

Совершенствование движения с целью повышения
безопасности на перекрестке ул. Первой Пятилетки
и ул. Горького г. Челябинск

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОРОВАННОМУ ПРОЕКТУ
ЮУрГУ – 23.03.01. 2107 215 00 ПЗ ВКР

Консультанты (должность)
_____
_____И.О.Ф.
«___»_____2017 г.

_____
_____
_____И.О.Ф.
«___»_____2017 г.

_____
_____
_____И.О,Ф.
«___»_____2017 г.

Руководитель проекта (должность)
_____
_____В.Л. Поляцко_
«___»_____2017 г.

Автор проекта
Студент группы_П-412_____
_____В.Н. Горелов
«___»_____2017 г.

Нормоконтролер (должность)
_____
_____П.Н. Баранов_
«___»_____2017 г.

Челябинск 2017

1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Автомобилизация и аварийность

Автомобилизация – показатель, отражающий насыщенность сообщества автомобилями и измеряемый как количество зарегистрированных автомобилей на 1000 жителей. Число легковых автомобилей на 1000 человек в России в 2003 г. приходилось 130 единиц. Значительно увеличилась доля легковых автомобилей до 70-75 % к 2017 г., уровень автомобилизации составил около 240 транспортных средств на 1000 жителей [1].

Первый автомобиль изобрел французский инженер Н. Ж. Кюньо в 1769 г. Этот автомобиль, фактически, был самоприводимым в действие, трехколесным военным трактором, который был сделан на основе использования парового двигателя. Это первое самодвижущееся устройство могло бежать только на протяжении пятнадцати минут. Кроме того, эти автомобили не были пригодны для дорог, поскольку паровые двигатели сделали их очень тяжелыми и большими, и кроме того, такие автомобили требовали достаточно большого времени, которое тратится на запуск двигателя [2].

В 2015 году в некоторых регионах Российской Федерации существенно снизились случаи аварий на автомобильных трассах, дорогах и магистралях. И, тем не менее, количество подобных происшествий хотелось бы еще больше снизить, прежде всего, ради того, чтобы меньше гибло людей. В сравнении с данными по автодорожным происшествиям, например, за период январь-август 2014 года, за этот же отрезок времени, но уже в 2016 году сокращение аварий с тяжкими последствиями, пострадавшими и погибшими, снизилось на 9,2%, что составляет 115,3 тыс. случаев ДТП. Из них: уменьшились аварии с жертвами и смертельными исходами на 15,3%, что составляет 14,3 тыс. человек; сократились

происшествия с пострадавшими гражданами, как прямыми участниками автокатастрофы, так и косвенными, например, мимо проезжающие автотранспортные средства, которых как-то могло зацепить случившееся, на 9,6%, что является в цифровом показателе – 146,2 тысячи человек; в общей тенденции число наездов на пешеходов в первые два месяца 2016 года упало на 1,5% по сравнению с прошлым 2014 годом, это составило 32,2 тысячи случаев; но потом специалисты стали отмечать некоторое увеличение аварий из-за пешеходов – 7, 1 тысяча аварий за восемь месяцев 2016 г. (+11,9%), из них 440 чел. погибли (+2,3%) и 7,3 тысячи человек были ранены (+11,7%); за январь-август выявлено 5,3 тысячи случаев наездов на детей, что увеличилось по сравнению с 2014 годов на 2,6%; за этот же период из всех аварий на дорогах с участием детей 164 случая оказались смертными (+3,8%), а 53 тысячи детей получили увечья и тяжелые травмы (+3,1%). Регресс отметился также и при наездах на рабочих, которые занимаются строительством придорожных объектов или ремонтом дорог, а также отмечаются участившиеся случаи наездов на сотрудников ГИБДД и других специальных работников. Ухудшение этих показателей отмечается в следующих цифрах: по сравнению с прошлым 2014 годом случаев наездов на работников дорожных служб составило на 38,7% больше; в числовом выражении таких аварий в 2016 году оказалось 4,4 тысячи; погибших из этого числа оказалось 600 человек, что составляет 40,7%; раненных из этого числа – 5,5 тысяч человек, что является в процентном выражении – 36,9%. Вместе с тем отмечается и сокращение финансирования из госбюджета дорожных служб. Финансирование на дорожное строительство по сравнению с 2014 годом в 2016 году снизилось на 25%, в связи, с чем снижаются темпы и объемы строительных работ на автодорогах. Но даже этот фактор никак не повлиял на уменьшение аварийности на дорожном полотне с участием дорожных рабочих и сотрудников дорожной службы. Кроме работников строительных дорожных служб, аварии также участились из-за водителей-перевозчиков, которые водят автобусы. Следует отметить для примера самые крупные аварии с участием этой категории транспорта: всего за 8 месяцев 2016

года по сравнению с прошлым годом произошло более 2000 аварий с участием автобусов и водителей, имеющие лицензию перевозчиков; в процентном соотношении этот фактор составляет на 13,6% больше, чем за прошлый год; общий показатель подобной аварийности составил более 3000 случаев, что на 8,2% больше, чем год назад; общее число погибших из-за автобусов – 223 человека, что на 42% больше по сравнению с прошлым годом; раненных оказалось 4,6 тысяч человек, что на 12,5% увеличено, чем за прошлый годовой период; самые крупные аварии случились в Хабаровском крае, Чечне и Омской области; уже эти три крупнейшие аварии показали внушительную цифру погибших – 128 пассажиров, в том числе и водителей; такая цифра является в процентном показателе на 58% больше, чем за 8 месяцев 2014 года. Помимо всего остального в отдельную категорию статисты выделяют пожилых водителей, из-за невнимательности которых в 2016 г. в период с января по август месяцы уже произошло 5000 случаев с серьезными последствиями. В этих ситуациях оказались лица возрастом 60-70 лет. В прошлом году пожилой контингент аварийности составлял на 10,2% меньше случаев, чем это происходит сегодня. И последней очевидной причиной, активно меняющей статистические данные этого года по сравнению с прошлым – это неисправные автотранспортные средства. Отмечено, что из-за плохого технического состояния автомобилей аварии случались на 12,2% чаще, чем в 2017 г. (это 1,4 тысяч случаев).

1.2 Рост автомобилизации

Автомобильный транспорт прочно вошел в современную жизнь, обеспечивая большой объем перевозок во всех сферах человеческой деятельности. Промышленность, строительная индустрия, сельское хозяйство, торговля не могут нормально функционировать без широкого использования автомобилей. Автомобильные перевозки стали неотъемлемым звеном транспортного процесса практически на всех видах транспорта, так как подвоз грузов и пассажиров к

железнодорожным станциям, водным и воздушным портам обеспечивается главным образом на автомобилях.

Автомобильный транспорт сегодня является наиболее мощной энергетической базой. Суммарная мощность двигателей автомобилей составляет 20 – 25 млрд. кВт, а ежегодно вырабатываемая ими энергия – примерно 30 тыс. млрд. кВт-ч.

Постоянно растет мировой парк автомобилей. Впервые появившись на дорогах планеты в 1886 г., автомобиль стал самым массовым транспортным средством. Если в 1900 г. мировой парк автомобилей насчитывал около 11 тыс. ед., то в 1950 г. он составил 70,4 млн. ед. В 1970 г. во всем мире было 230 млн. автомобилей, в 1990 г. численность парка составила 550 млн. ед., а в 2000 г. достигла 700 млн. ед., к 2009 г. – 980 млн. ед., а вот уже в 2015 г. больше миллиарда автомобилей в мире. Ежегодно мировая автомобильная промышленность выпускает более 50 млн. автомобилей. Статистика продаж и новых регистраций автомобилей по всему миру представлена в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Статистика продаж и новых регистраций автомобилей по всему миру

Год / Страна	2012	2013	2014	2015	2016
Россия	2 107 135	2 901 612	3 141 551	2 950 483	2 500 523
Германия	3 198 416	3 508 454	3 394 002	3 259 963	3 256 326
США	6 369 859	10 382 395	11 259 632	15 530 016	16 523 632
Япония	4 938 692	5 128 659	5 268 367	4 958 365	5 562 236

Показателем автомобилизации является степень насыщения страны автомобилями, определяемая числом всех видов автомобилей, приходящихся на 1000 чел. Если в 1967 г. этот показатель в мире был 46,2 авт./ 1000 чел., а

в 2000 г. – 100, то в 2014 г. он превысил 280 авт./1000 чел. Автомобилизация регионов России представлена в таблице 2 [4].

Таблица 2 − Автомобилизация регионов России (автомобилей/1000 человек) на 2015 – 2016 годы

Регион России	2015 год	2016 год	Изм,%
Приморский край	547	572	4,6
Камчатский край	453	458	1,1
Калужская область	321	344	7,2
Московская область	323	340	5,3
Калининградская область	318	336	5,7
Псковская область	313	334	6,7
Республика Карелия	311	329	5,8
Ханты-Мансийский автономный	299	312	6,8
Тюменская область	299	312	6,8
Москва	297	311	4,7

Рейтинг стран по обеспеченности населения автомобилями представлен в таблице 3 [5].

Таблица 3 – Рейтинг стран по обеспеченности населения автомобилями

Страна	Населе-ние, тыс. чел.	Парк легковых автомобилей, тыс. шт.	Парк коммерческих автомобилей, тыс. шт.	Общий парк автомобилей, тыс. шт.	Обеспе-ченность на тыс. жителей
США	313 874	120 901,6	130 595,5	251 497,1	801
Япония	127 561	59 421,0	16 705,0	76 126,0	597
Россия	143 178	38 748,0	6 637,0	45 385,0	317
Франция	65 677	31 600,0	6 538,0	38 138,0	581
Германия	80 426	43 431	3 107	46 538	579

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, автомобилизация наряду с положительным влиянием на экономику и социальное развитие государств несет в себе и отрицательные последствия, связанные с большим числом дорожно-транспортных происшествий (далее ДТП), погибших и раненых, огромным материальным ущербом, негативным влиянием на экологическое состояние городской среды, загромождением улиц стоящими автомобилями.

1.3 Влияние автомобилизации на аварийность

Мировая история появления и развития автомобиля, а также правил дорожного движения (далее ПДД) обычно старается избегать подобных тем. Однако, вопрос о том, кто был первой в мире жертвой ДТП со смертельным исходом, тем не менее, зафиксирован и оценен историками автомобильного мира.

Известная и успевшая стать крылатой фраза – «ПДД написаны кровью», весьма недалека от истины, а первую кровь на автомобильно-пешеходном фронте пролила ранее никому не известная и ничем не примечательная женщина – Бриджит Дрискол, проживавшая в Лондоне и воспитывавшая двоих несовершеннолетних детей. Дорожно-транспортное происшествие произошло 17 августа 1896 года. Так произошел первый в мире наезд на пешехода автотранспортом, приведший к летальному исходу. До того было несколько мелких столкновений с каретами и пешеходами, но из-за низкой скорости автомобилей того времени все повреждения были минимальны [6].

ДТП случаются по всему миру, и смертельный исход может быть в любой стране независимо от уровня обучения водителей, правил ПДД и других факторов. Человеческий фактор исключить невозможно, поэтому аварии случаются, а иногда заканчиваются летальным исходом. С другой стороны, некоторые страны считаются более безопасными, а другие наоборот.

По данным Мичиганского Университета при сравнении уровня смертности на дорогах разных стран мира, фактически, рядовой американец имеет больше шансов умереть от рака или сердечной болезни, чем погибнуть на дорогах США.

Согласно цифрам мировой статистики, на каждые 100 000 человек приходится 18 фатальных аварий. Намбия – самая небезопасная страна (45 фатальных ДТП на каждые 100 000 населения), а Мальдивы – самая безопасная (всего 2 случая на 100 000 человек). Хотя стоит отметить, что на Мальдивах практически нет инфраструктуры, многие люди ходят пешком или ездят на низкой скорости. Российская Федерация входит в пятерку стран с наиболее высокими абсолютными показателями аварийности, в таблице 4 представлено общее количество ДТП, число погибших и раненых за 2016 год [7].

Таблица 4 – Общее количество ДТП в России, число погибших раненых за 2016 год

Регионы России	ДТП	Погибло	Ранено
	абс.	абс.	абс.
г. Москва	7538	492	8664
Московская обл.	5687	985	6923
Нижегородская обл.	3939	379	5103
Г. Санкт-Петербург	5292	253	6341
Ленинградская обл.	2522	451	3372
Ростовская обл.	3843	501	4868
Волгоградская обл.	1762	248	2136
Республика Коми	805	95	1082
Ханты-Мансийский АО	1395	174	1874
Томская обл.	624	80	763
Красноярский край	3376	422	4293
Иркутская обл.	2399	342	2886
Алтайский край	2573	233	3255
Хабаровский край	1403	156	1788
Амурская обл.	1048	113	1325
Сахалинская обл.	574	68	731
Магаданская обл.	197	25	257
Республика Саха	774	90	986
Челябинская обл.	4121	388	5116

Всего по территории России за 12 месяцев в 2016 году погибло больше 14000 человек. За период 12 прошедших в 2016 году месяцев уже отмечены статистические данные по Российской Федерации, которые составили следующую картину: количество ДТП 133203 случая количество погибших 16638 человек из них смертные случаи среди детей 582 случая раненных всего за 9 месяцев 2016 г. по всем регионам страны 168146 человек раненных среди детей 15860 человек. Количество ДТП – 133203 случая, количество погибших - 16638 человек, из них смертные случаи среди детей – 582 случая, раненных всего за 2016 г. по всем регионам страны – 168146 человек раненных среди детей – 15860 человек.

По данным Всемирной организации здравоохранения в результате ДТП во всем мире за год примерно погибают 1171 тыс. и получают ранения около 10 млн. чел. По числу жертв ДТП Россия занимает одно из первых мест в мире в 2014 г. в России в результате ДТП погибло 24,4 тыс. чел.). Тяжесть последствий ДТП у нас в 7 – 10 раз выше, чем в США и большинстве стран Европы [8].

1.4 Причины дорожно-транспортных происшествий

Главной причиной дорожно-транспортных происшествий, по мнению психологов в стране являются не только пешеходы и их неадекватное поведение, но также и повышенная нервозность водителей из-за мотоциклистов. Зачастую маневренность двухколесного транспорта очень мешает внимательности водительского состава автомобилей. Кроме этого разные данные по наличию аварий на дороге показывают в вечернее и дневное время суток. В обзорном виде можно рассмотреть таблицу 5 следующих данных, которые отражают причины возникновения ДТП по России.

Таблица 5 − причины возникновения ДТП по России

Причины ДТП по мнению экспертов	Цифровые показатели частоты ДТП, возникшего по той или иной причине
Плохое состояние автодорожного полотна	Около 14000 аварий

Продолжение таблицы 5

Причины ДТП по мнению экспертов	Цифровые показатели частоты ДТП, возникшего по той или иной причине
По причине детей, оказавшихся на проезжей части или вблизи дороги	8507 случая
Интенсивность движения в выходные дни	Суббота – 12235 случая Воскресенье – 12 464 случая
Столкновения ТС	32 754 происшествия
Нарушение ПДД самими водителями по различным причинам	68 412 аварий
Наезд на пешехода	23 724 случая
Опрокидывание ТС	7 096 случаев

1.5 Анализ объекта

Объектом анализа организации движения выбран участок дороги пересечение улицы Горького и улицы Первой Пятилетки города Челябинск.

Существующая ширина дороги по улице Первой пятилетки на подходах к перекрестку со стороны улицы Артиллерийская по 6 полосам движения, которая имеет общую ширину 27 метров:

- ширина полос соответственно справа налево 3,5 м, 3,5 м, 3,5 м, 3,5 м, 3 м, 3 м и трамвайные пути, занимающие 7 м.

По улице Первой Пятилетки на подходах к перекрестку со стороны улицы 40 – летия Октября по 6 полосам для движения, которая имеет общую ширину 21метр:

- ширина полос соответственно справа налево 3,5 м, 3,5 м, 3,5 м, 3,5 м, 3,5 м, 3,5 м.

По улице Горького на подходах к перекрестку со стороны улицы Савина по 5 полосам для движения, которая имеет общую ширину 22метра:

- ширина полос соответственно справа налево 3м, 3м, 3м, 3м, 3м и трамвайные пути, занимающие 7м.

По улице Горького на подходах к перекрестку со стороны улицы Салютная по 6 полосам для движения, которая имеет общую ширину 25 метров:

- ширина полос соответственно справа налево 3м, 3м, 3м, 3м, 3м, 3м и трамвайные пути, занимающие 7м [9].

На перекрёстке улиц Горького – Первой Пятилетки используется искусственное освещение по всем направлениям проезжей части, все фонари работают исправно. На протяжении всего участка уложено асфальтобетонное покрытие, состояние покрытия – удовлетворительное, имеется несколько выбоин на проезжей части. Все канализационные люки и ливневые решетки, находятся в одном уровне с дорогой и не мешают движения транспортных потоков. Дорожная разметка местами стерта и требует обновления. Для движения пешеходов имеются тротуары, отделённые от проезжей части зелёными насаждениями.

Улица Горького (на данном участке) имеет пересечения с улицей Первой Пятилетки. Все перекрестки оборудованы необходимыми дорожными знаками, везде установлена светофорная сигнализация. Кривых, подъёмов и спусков не имеется.

В зависимости от наличия и характера управления движением перекрестки разделяют на регулируемые и нерегулируемые. К регулируемым относят такие перекрестки (и пересечения), где предусмотрено светофорное регулирование, разделяющее во времени движение ТС и пешеходов по конфликтующим направлениям. Перекресток улиц Горького и Первой Пятилетки является регулируемым.

По улицам Горького и Первой Пятилетки осуществляется двухстороннее движение. На перекрестке осуществляется трехфазная схема регулирования. Регулируемый пешеходный переход осуществляется через улицы Первой Пятилетки и Горького.

На перекрёстке улиц Горького – Первой Пятилетки не обеспечивается в достаточной мере безопасность дорожного движения.

1.5.1 Распределение дорожно-транспортных происшествий за 2014-2016 год на перекрестке улиц Первой Пятилетки и улицы Горького

По данным статистики, приведенные в таблице 6 можно сделать вывод о том, что за 2015 год количество дорожно-транспортных происшествий снизились почти в два раза. В 2016 году количество дорожно-транспортных происшествий вернулось на показатель 2014 года [10].

Таблица 6 − Статистика дорожно-транспортных происшествий на перекрестке улиц Первой Пятилетки и улицы Горького за период 2014-2016 г.

Годы	ДТП	Погибло	Ранено
2014	5	0	6
2015	2	0	2
2016	5	0	2

Транспортные пешеходные потоки, прибывающие с различных направлений образуют конфликты как между транспортными средствами при пересечении, отклонении или слиянии траекторий их движения, так и между транспортными средствами и пешеходами. Конфликты, в конечном счете, приводят к ДТП. Кроме того, по работе регулируемых пересечений определяется в решающей степени пропускная способность улиц, так как транспортные потоки каждого направления приходится прерывать с помощью светофоров для пропуска потоков других направлений, в том числе пешеходных. В результате, как правило, регулируемые пересечения становятся во многих случаях «узкими» местами, обусловливающими задержки транспортных средств и пешеходов.

По мере постоянного роста автопарка эксплуатируемых транспортных средств и, как правило, недостаточного увеличения протяженности УДС в городах неуклонно растет количество регулируемых пересечений. В целом в России ежегодно вводится или реконструируется около 1000 светофорных объектов.

Сложность проблемы оценки качества организации дорожного движения придает ее низкая нормативная обеспеченность. При измерении интенсивности пешеходных потоков подсчитывалось также количество нарушителей (пренебрегающих запрещающим сигналом светофора). При пересечении улицы Горького нарушители составили 29% от общего потока. Такое высокое процентное содержание нарушителей вызвано двумя факторами:

- долгое время ожидания (до 53 секунд);
- большая дистанция между автомобилями (отсутствие авто в пределах видимости).

Вывод по разделу один

В данном разделе рассмотрена автомобилизация в зарубежных странах, в России, место РФ в ряде других стран. Раскрываются проблемы, связанные с увеличением количества эксплуатируемых транспортных средств, а также рассмотрены уровни аварийности на автомобильном транспорте по различным государствам, Федеральным округам РФ, субъектам Федерации и городам. Были рассмотрены причины возникновения дорожно-транспортных происшествий по России за 2016 год. При анализе на выбранном участке дороги были выявлены недостатки, такие как, нарушение режима цикла светофорной сигнализации, неудовлетворительное состояние проезжей части и дорог в целом. Количество автомобилей, которые эксплуатируются в нашем мире настолько велико, что улично-дорожная сеть не позволяет обеспечить бесперебойного, безопасного движения.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Предлагаемые мероприятия на перекрестке улиц Первой Пятилетки – ул. Горького по организации дорожного движения

Организационные мероприятия способствуют упорядочению движения на уже сложившейся улично-дорожной сети.

Организация движения разрабатывается с использованием светофорного регулирования, дорожных знаков и разметки.

С целью улучшения условий движения транспортных средств и пешеходов на исследуемом перекрестке предлагается проведение следующих мероприятий:

− убрать пешеходный переход по улице Горького со стороны улицы Салютная.

По информации приведенной в первом разделе были рассмотрены причины ДТП, на данном перекрестке практически во всех случаях были наезды на регулируемом пешеходном переходе. Вследствие небольшого потока людей со стороны улицы 40-летия Октября был сделан вывод о том, чтобы убрать пешеходный переход со стороны улицы Салютная для безопасности пешеходов, а также в целях неэффективности данного объекта.

− установка островков безопасности на перекрестке по улицам Первой Пятилетки и Горького.

В связи с тем, что на дорогах с большим числом полос должны устанавливаться островки безопасности для того, чтобы обезопасить пешеходов необходимо установить островки безопасности на всем перекрестке. Для избежания дорожно – транспортных происшествий, чтобы пешеход не переходил дорогу на запрещающий сигнал светофора, а также в целях сохранения жизни населения.

Основная задача островков безопасности – разделение пешеходного перехода на две части, находясь на каждой из которых пешеход может следить за конкретным направлением движения транспортных средств. Гарантом снижения скорости автомобильного потока является поднятие проезжей части напротив островка безопасности.

В сочетании с пешеходным светофором, островок безопасности может повысить пропускную способность улицы или перекрестка. Потоки автомобилей можно разделять на отдельные каналы при помощи островков. На широких перекрестках такая возможность невероятно удобна и позволяет разбить переход через несколько частей и настроить светофор для каждого отрезка отдельно. Островки безопасности должны выполняться в соответствии с определенными требованиями:

1) минимальная ширина – 2метра. Такие параметры устанавливаются специально для родителей с колясками и велосипедистов. Согласно Советским ГОСТам ширина островка должна составлять полтора метра, однако впоследствии ее увеличили до двух.

2) поверхность островка должна быть выполнена из нескользящего материала

3) по краям устанавливаются защитные столбики

4) в непосредственной близости от островка полосы сужаются до 3 – 3.5 метров

5) при наличии светофора на переходе он должен обязательно оснащаться обратным отчетом

Наличие таймера обладает немалым психологическим воздействием на пешехода, поскольку при его отсутствии и малом потоке он может попытаться перейти дорогу на красный свет.

Согласно ГОСТ Р 52766-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования» островки безопасности устраивают на наземных пешеходных переходах при интенсивности движения транспортных средств не менее 400 ед./ч. на одну полосу проезжей части [11].

Ширина островка должна быть не менее ширины пешеходного перехода, а длина – не менее 1,5 м. Границу островка безопасности обозначают при помощи бордюра; высота бордюра должна быть 10 см. Расстояние между краем проезжей части и границей островка для приподнятых островков с бордюрами должно

быть не менее 10,5 м. На площади островка устанавливают дорожные знаки 4.2.1 по ГОСТ Р 52290 и наносят разметку 2.7 по ГОСТ Р 51256 [12]

На перекрестке рекомендуется обустроить четыре островка безопасности по улицам Первой Пятилетки и Горького шириной 6 м и глубиной 1,5 м.

– произвести перенос стоп-линий ближе к перекрестку по улицам Первой Пятилетки и улицы Горького;

Для того чтобы автомобили которые получают право движения на пункт 6.14 при включении желтого сигнала не вынуждены были ехать еще десять метров до пересечения перекрестка, чтобы исключить аварийные ситуации.

– обустройство заездного остановочного кармана для маршрутных транспортных средств на выезде с перекрестка по ул. Первой Пятилетки;

При выезде в сторону улицы 40-летия Октября существует остановка для маршрутных транспортных средств, не обустроенных заездным остановочным карманом. Заездной карман для маршрутных транспортных средств устраивают при размещении остановки в зоне пересечения или примыкания автомобильных дорог. Заездной карман состоит из остановочной площадки и участков въезда и выезда на площадку. Размеры по ширине составляют равной полосе для движения, а по длине равной в соответствии с количеством одновременно останавливаемых маршрутных средств. Дорожная одежда на заездных карманах следует предусматривать равнопрочной с дорожной одеждой основных полос движения. Установка позволит отделить транспортные средства движущиеся попутно в одном направлении с маршрутными транспортными средствами. На перекрестке ул. Горького – ул. Первой Пятилетки рекомендуется обустроить один заездной карман длиной 40 м и глубиной 4,5 м, на выезде по ул. Первой Пятилетки в сторону улицы 40-летия Октября.

Заездной остановочный карман для маршрутных транспортных средств устраивают при размещении остановки в зоне пересечения или примыкания автомобильных дорог, когда переходно-скоростная полоса одновременно используется как автобусами, так и транспортными средствами, въезжающими

на дорогу с автобусным сообщением, и когда стоящие на остановочных пунктах троллейбусы и автобусы создают заторы и помехи для движения.

Заездной карман состоит из остановочной площадки, участков въезда и выезда на площадку. Глубина «карманов» должна быть не менее 3 м. Радиусы закруглений в плане для «карманов» должны быть не менее 10 м.

− обустройство мест для разворота на трамвайных путях по ул. Первой Пятилетки;

Для того, чтобы обеспечить максимальную пропускную способность со стороны Первой Пятилетки, нужно организовать разворот на трамвайных путях предоставив водителям зону для разворота. В связи с создающимися конфликтными ситуациями на перекрестке необходимо усовершенствовать развороты на перекрестке. Для того, чтобы транспортные средства могли попасть с ул. Первой Пятилетки на обратное направление необходимо обустроить разворот, на удалении от перекрестка, через трамвайные пути. Разворот должен быть шириной в одну крайнею левую полосу на пр. Первой Пятилетки.

− установить ограждение со стороны улицы Артиллерийская для пешеходов;

Пешеходные ограждения предназначены для предотвращения выхода пешеходов на проезжую часть и в места опасные для жизни. С одной стороны они способствуют снижению числа ДТП с участием пешеходов, а с другой стороны, их установка защищают людей и тротуары от нерадивых водителей. Снижение количества транспортных происшествий – именно за это нужно благодарить пешеходные ограждения. В связи с тем, что дорожно – транспортные происшествия происходят из – за не защищенности пешеходов, в целях безопасности устанавливаем пешеходные ограждение на всем перекрестке, в том числе со стороны улицы Артиллерийская для. Для предотвращения неконтролируемого выхода пешеходов на проезжую часть улицы в неположенной зоне, необходимо установить направляющие пешеходные ограждения.

Установка пешеходных ограждений позволяет решить следующие задачи:

- отделить движение пешеходов от движения транспортных средств;
- направить движение пешехода к пешеходному переходу;
- на дорогах, оборудованных пешеходными ограждениями, количество ДТП с участием пешеходов с пострадавшими снижается на 24%.

Ограничивающие пешеходные ограждения устанавливают в соответствии с ГОСТ Р 52289 в зоне остановочного пункта трамвая на магистральных улицах, в

границах жилой застройки на участках дорог и улиц с непрерывным движением, на разделительной полосе между проезжими частями встречных направлений в зонах наземных пешеходных переходов и остановок общественного транспорта.

- произвести корректировку режима светофорного обьекта;

Чтобы добиться требуемой пропускной способности нужно пересчитать работу светофорных обьектов, то есть они должны переключаться через небольшие временные промежутки, к примеру, каждые 45 секунд по 10 секунд на переход пешеходов

Целесообразность введения светофорной сигнализации на перекрестке следует рассматривать при нарушении нормальных условий движения транспортных средств и пешеходов.

Применение светофорной сигнализации согласно СТБ 1300-2002 является оправданным, так как выполняется условие 4 (за последние 12 месяцев на перекрестке совершено не менее трех дорожно-транспортных происшествий, которые могли бы быть предотвращены при наличии светофорной сигнализации. При этом условия 1 или 2 должны выполняться на 80 % или более). [13]

- Организовать отдельную полосу для правого поворота со стороны улицы

Салютная на улицу Первой Пятилетки.

Для того, чтобы не образовывались заторы со стороны улицы Салютная в стороны улицы Первой Пятилетки, для того чтобы снизить образование заторов, а также уменьшились конфликтные точки.

− нанесение прогрессивной разметки 1.14.1 на всех пешеходных переходах;

– нанесение дорожной разметки.

Не последнюю роль в обеспечении безопасности на дороге играет дорожная разметка.

Разметкой называются линии, надписи, и другие обозначения на проезжей части и элементах дорожных сооружений, устанавливающие порядок движения или информирующие водителей и пешеходов об условиях движения. Разметка является составной частью общей схемы организации движения транспортных средств и пешеходов, поэтому при проектировании разметки необходимо соблюдать ее соответствие устанавливаемым на дороге знакам, светофорам и другим техническим средствам управления движением.

Дорожная разметка делится на две группы: горизонтальную (наносится на дорожное покрытие) и вертикальную (наносится на сооружения и бордюрные камни). Разметка, наносимая на усовершенствованное покрытие дорог и элементы дорожных сооружений, должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51256 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная» [14].

Необходимая разметка на перекрестке ул.Горького – ул. Первой Пятилетки:

− разметка 1.5 наносится для обозначения границ при наличие двух и более полос, предназначенных для движения в одном направлении;

− разметка 1.7 обозначает полосы движения в пределах перекрестка;

− разметка 1.14.1 наносится для обозначения пешеходного перехода, рекомендуется сменить окрас дорожной разметки из серо-белого в желто-белый, новый окрас «зебр» привлечет внимание водителей и сократит количество ДТП с участием пешеходов;

− разметка 1.16.1 обозначает направляющие островки в местах разделения транспортных потоков, такую разметку рекомендуется нанести на подъезде к перекрестку по ул. Первой Пятилетки и ул. Горького;

− разметка 1.18 указывает разрешенные на перекрестке направления движения

по полосам. Применяется в сочетании со знаками 5.15.2;

− разметка 2.7 наносится для обозначения бордюров на опасных участках и возвышающихся островков безопасности.

Нанесение недостающей дорожной разметки на перекрестке позволит урегулировать режимы и порядок движения транспортных средств, повлияет на выбираемую скорость и траекторию водителей. Дорожная разметка важный элемент безопасности дорожного движения транспортных потоков. Она позволит увеличить пропускную способность и сократить количество ДТП на данном перекрестке

Расширение проезжей части ул. Горького на подъезде к перекрестку со стороны улицы Салютная.

Проезжая часть расширяется для выделения отдельной полосы для поворота направо. Это делается для беспрепятственного движения ТС в правоповоротном направлении, т.к. при движении с полосы направо, правоповоротный поток, пропуская пешеходов, тормозит поток, идущий в прямом направлении. На перекрестке ул. Горького и ул. Первой Пятилетки рекомендуется установить пешеходные ограждения на островках безопасности, отделяющих правоповоротные съезды.

2.2 Расчет цикла работы светофорного объекта на перекрестке ул. Первой Пятилетки и ул. Горького

В данной работе представлен технический вариант подхода к расчету длительности цикла светофорной сигнализации на перекрестке:

Технический подход к определению длительности цикла работы светофорного объекта основан на принципе, согласно которому основными задачами светофорного регулирования являются минимизация и, по возможности, исключение встречи конфликтующих потоков транспортных средств, а также устранение заторной ситуации и обеспечение безопасности всех

участников движения. При этом, длительность основного такта любого направления может быть определена расчетным путем исходя из условия въезда на перекресток всех без исключения транспортных средств, прибывающих к нему за полное время одного цикла работы светофорного объекта, и последующим освобождением перекрестка.

2.2.1 Последовательность расчёта

Вне зависимости от используемого подхода, расчету режима регулирования должно предшествовать формирование схемы организации движения на перекрестке (проект пофазного разъезда транспортных средств).

Число фаз регулирования определяет количество основных и промежуточных тактов. Основной такт является частью цикла регулирования, пропорциональной фазовому коэффициенту, расчетное значение которого соответствует максимальному отношению интенсивности к потоку насыщения для различных подходов к перекрестку в данной фазе. Промежуточный такт мало зависит от интенсивности движения, а определяется планировочной характеристикой перекрестка и скоростью движения транспортных средств в его зоне.

Данные о промежуточных тактах (потерянном времени) и расчетных фазовых коэффициентах лежат в основе расчета длительности цикла регулирования, которая должна быть скорректирована с учетом требований пешеходного или трамвайного движения в случае, если для преодоления ими зоны перекрестка необходим отрезок времени, превышающий продолжительность расчетного времени основного такта для нерельсовых транспортных средств. Завершающим этапом работы является построение графика режима работы светофорной сигнализации, на котором отражаются длительность и порядок чередования сигналов.

2.2.2 Исходные данные

Исходными данными для расчета являются планировочные и транспортные характеристики перекрестка:

- конфигурация и геометрические параметры,
- ширина проезжих частей,
- число и ширина полос в каждом направлении движения,
- ширина разделительных полос,
- ширина тротуаров и радиусы их закругления,
- продольный уклон на подходах к перекрестку,
- состав транспортных потоков,
- картограмма интенсивности транспортных и пешеходных потоков для рассматриваемого периода суток (транспортная интенсивность выражается в приведенных единицах),
- средняя скорость движения транспортных средств на подходе и в зоне перекрестка (без торможения).

2.2.3 Цикл регулирования

В общем случае цикл работы светофорного объекта складывается из продолжительности основных тактов всех направлений разрешенного движения и промежуточных тактов, включаемых между основными, с целью предоставления возможности транспортным средствам, пешеходам и трамваям завершить проезд перекрестка (пересечение проезжей части) до момента начала движения транспортного потока иного направления.

$$\mathrm{T_ц} = \sum \mathrm{T}_{\mathrm{o}i} + \sum \mathrm{T}_{\mathrm{п}i}\,, \qquad (1)$$

где $\sum \mathrm{T}_{\mathrm{o}i}$ – общая продолжительность основных тактов;

$\sum \mathrm{T}_{\mathrm{п}i}$ – общая продолжительность промежуточных тактов.

2.2.4 Основные такты цикла регулирования

Принимая во внимание тот факт, что согласно действующим методическим

рекомендациям, продолжительность полного цикла работы светофорного объекта не должна превышать 120 секунд и, соответственно, зная часовую интенсивность исследуемого направления движения транспортных средств (Na), можно определить количество транспортных средств, прибывающих к перекрестку за указанный отрезок времени (N_a^i).

$$N_a^i = \frac{Na \cdot 120}{3600}. \quad (2)$$

В свою очередь, продолжительность времени единичного основного такта цикла работы светофорного объекта определяется необходимой продолжительностью времени для въезда на пересечение проезжих частей всех транспортных средств, подъехавших к перекрестку в исследуемом направлении за время цикла. Время, необходимое данному транспортному средству для получения права въезда на перекресток, напрямую зависит от расстояния, которое необходимо ему преодолеть с момента возобновления движения на разрешающий сигнал светофора до момента включения запрещающего сигнала. Место расположения последнего в очереди автомобиля от границы пересекаемой проезжей части ($S^i_{\text{въезда}}$) определяется по следующей формуле:

$$S^i_{\text{въезда}} = n_i \cdot (B+l) + m_i\ , \quad (3)$$

где n_i – количество автомобилей на одной полосе движения, подъехавших к перекрестку за время одного цикла работы светофорного объекта.

В – средняя длина легкового автомобиля (в расчетах может быть принята равной 4,5 м).

l – средняя дистанция между автомобилями, стоящими перед перекрестком на запрещающий сигнал светофора (в расчетах может приниматься равной 1 м).

m_i – расстояние от «стоп-линии» (расположение первого автомобиля в очереди) до ближайшей границы пересекаемой проезжей части (в расчетах принимается согласно конкретной конфигурации перекрестка и расположения перед ним или на перекрестке разметки 1.12 «стоп-линия»).

$$n_i = \frac{N_a^i}{c}, \quad (4)$$

где N_a^i – интенсивность транспортного потока исследуемого направления за время цикла.

с – количество полос, предназначенных для движения в данном направлении.

С учетом темпа разгона и задержки перед началом движения, *i*-й в очереди на конкретной полосе автомобиль достигнет места, дающего ему право на продолжение движения, через перекресток через t_i сек. Совпадает с продолжительностью основного такта.

$$t_{oi} = \sqrt{\frac{2\cdot(S^i_{\text{въезда}} - S_{\text{ож}i})}{a}} + t^i_{\text{задерж}}, \quad (5)$$

где $(S^i_{\text{въезда}} - S_{\text{ож}i})$ – расстояние, преодолеваемое автомобилем, находившимся последним в очереди, с момента начала движения на разрешающий сигнал светофора до момента достижения границы, начиная с которой, водитель не будет располагать технической возможностью остановить транспортное средство до места, установленного Правилами дорожного движения («стоп-линия», пешеходный переход, граница пересекаемой проезжей части). В учебном варианте расчета таковым местом следует считать «стоп-линию»).

а – ускорение автомобиля (для практических расчетов принимается 1,5 м/с$^{2)}$;

$t^i_{\text{задерж}}$ – время задержки начала движения последнего в очереди автомобиля.

$$t^i_{\text{задерж}} = n_i \cdot t^{\text{ср}}_{\text{задерж}}, \quad (6)$$

где $t^{\text{ср}}_{\text{задерж}}$ – средняя продолжительность времени задержки начала движения каждого автомобиля, находящегося в очереди (в расчетах может быть принята 1,0 с).

$S_{ожi}$ – место расположения транспортного средства относительно границы, регламентированной ПДД, по достижению которой водитель транспортного средства не располагает технической возможностью остановиться и получает право продолжить движение через перекресток.

$$S_{ожi} = (t_1 + t_2 + 0{,}5t_3)\frac{v_a}{3{,}6} + \frac{V_a^2}{26 \cdot J_ж}, \quad (7)$$

где v_a – средняя скорость транспортного средства, последнего в очереди, достигнутая им к моменту включения запрещающего сигнала светофора (для практических расчетов принимается 36 км/ч);

$J_ж$ – среднее замедление транспортного средства при включении ззапрещающего (желтого) сигнала (для сухого асфальтового покрытия в практических расчетах принимается 4,6 м/с^2);

t_1 – время реакции водителя транспортного средства в сложившейся дорожно-транспортной ситуации, с (для практических расчетов принимается 0,6 с);

t_2 – время запаздывания срабатывания тормозного привода транспортного средства, с (для практических расчетов принимается 0,1 с);

t_3 – время нарастания замедления транспортного средства в данных дорожных условиях, с (для практических расчетов принимается 0,35 с).

Таким образом, продолжительность времени, необходимого для въезда на перекресток последнего в очереди автомобиля, будет определять время основного такта соответствующего направления, позволяющего обеспечить беззаторный проезд через перекресток подъехавших к нему транспортных средств, с учетом его конфигурации и количества полос, предназначенных для движения в данном направлении.

Проверка необходимости корректировки основных тактов фаз работы светофорного объекта.

Во-первых, согласно методическим рекомендациям по организации движения, с точки зрения безопасности движения, время основного такта в любой фазе не должно быть менее 7 секунд. Таким образом, расчетное время основного такта в любой фазе работы светофорного объекта, имеющее время включения менее 7 секунд, должно быть скорректировано до указанного значения.

Во-вторых, необходимо оценить возможность перехода пешеходами проезжей части за время включения для них разрешающего сигнала светофора.

В случае невозможности завершить переход проезжей части пешеходами, начинающими движение с момента включения разрешающего сигнала светофора, продолжительность основного такта также следует увеличить до расчетной величины.

Продолжительность времени, достаточного для перехода пешеходами проезжей части, рассчитывается по формуле:

$$t_{пш} = 5 + \frac{S_{пш}}{V_{пш}}, \quad (8)$$

где $S_{пш}$ – расстояние, преодолеваемое пешеходом при пересечении проезжей части на разрешающий сигнал светофора, м;

$v_{пш}$ – средняя скорость пешеходов при пересечении проезжей части на разрешающий сигнал светофора, м/с (в расчетах принимается равной 1,3 м/с).

Корректировка расчета продолжительности основного такта на возможность трамвая преодолеть перекресток.

$$t_{тр} = \left[3{,}6\left(l_i + l_{тр}\right)\right]/V_{тр}, \quad (9)$$

где l_i – отрезок пути, преодолеваемый трамваем от «стоп-линии» до самой ДКТ с транспортными средствами, начинающими движение в следующей фазе, м; (Принимается в зависимости от размеров и конфигурации перекрестка).

$l_{тр}$ – длина трамвайного поезда (секции), м; Длина вагона КТМ-5 в расчетах может быть принята равной 15 м.

$v_{тр}$ – средняя скорость трамвайного поезда в пределах перекрестка (в расчетах может быть принята равной 20 км/ч).

Общая продолжительность основных тактов составит:

$$\sum T_{oi} = t_{o1} + t_{o2} + \cdots + t_{oi}, \quad (10)$$

где t_1, t_2, t_i – продолжительность основных тактов всех направлений движения в соответствующих фазах работы светофорного объекта.

2.2.5 Промежуточные такты цикла регулирования

Длительность промежуточного такта должна быть таковой, чтобы автомобиль, приближающийся к перекрестку на разрешающий сигнал со скоростью свободного движения, при смене сигнала с зеленого на желтый успевал освободить перекресток (миновать конфликтные точки пересечения с автомобилями, начинающими движения в следующей фазе). Речь в данном случае идет о том транспортном средстве, водитель которого не располагал технической возможностью остановиться в месте, определяемом Правилами дорожного движения, не прибегая при этом к экстренному торможению. Этим местом может быть либо «стоп–линия», либо ближайшая граница пересекаемой проезжей части, либо ближайшая граница пешеходного перехода.

Остановиться у «стоп–линии» (границы пересекаемой проезжей части или перед пешеходным переходом) автомобиль не сможет только в том случае, если расстояние от него до места, регламентированного Правилами дорожного движения, в указанный момент времени будет меньше остановочного пути данного транспортного средства (при снижении скорости в темпе «не прибегая к экстренному торможению»).

С учетом продолжительности времени, необходимого для:

- подготовки транспортного средства к торможению,
- движения в заторможенном состоянии,
- движения до места расположения наиболее удаленной конфликтной точки (в случае невозможности остановиться до места, регламентированного Правилами дорожного движения), в общем случае длительность промежуточного такта определяется по формуле:

$$t_{\text{п}i} = (t_1 + t_2 + 0{,}5t_3) + \frac{v_a}{7{,}2 \cdot J\text{ж}} + 3{,}6\frac{l_{i1}}{v_{\text{а}1}} + 3{,}6\frac{l_{i2}}{v_{\text{а}2}} +$$

$$+3{,}6\frac{l_{i3}+l_a}{v_{\text{а}3}} - t_{\text{разгона}} - t_{\text{задержки}}, \qquad (11)$$

где v_a – средняя скорость транспортных средств при движении на подходе к перекрестку и в зоне перекрестка при прямолинейном движении без торможения (с ходу), (для практических расчетов принимается 50 км/ч;

$v_{a1,2,3,4}$ – средняя скорость транспортных средств при движении на перекрестке без торможения (с ходу), при прямолинейном движении, v_{a1} =50 км/ч, при движении на повороте (для практических расчетов принимается, $v_{a2} = 25$км/ч), при пересечении трамвайных путей $v_{a3} = 20$км/ч), после пересечения трамвайных путей и движения к ДКТ в прямом направлении $v_{a4} = 30$км/ч);

$J_ж$ – среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего (желтого) сигнала (для практических расчетов принимается 4,6 м/с^2);

l_i – расстояние от «стоп – линии» (границы пересекаемой проезжей части или пешеходного перехода) до самой дальней конфликтной точки (ДКТ), м (замеряется по фактическому отрезку пути на масштабной схеме) и включает в себя все преодолеваемые участки пути ($l_{i1,}$; l_{i2}; l_{i3}; l_{i4});

l_a – длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке, м (для практических расчетов принимается равной 4,5 м);

t_1 – время реакции водителя транспортного средства в сложившейся дорожно-транспортной ситуации, с (для практических расчетов принимается 0,6 с);

t_2 – время запаздывания срабатывания тормозного привода транспортного средства, с (для практических расчетов принимается 0,1 с);

t_3 – время нарастания замедления транспортного средства в данных дорожных условиях, с (для практических расчетов принимается 0,35 с);

$t_{задержки}$ – время запаздывания начала движения первого из автомобилей, начинающих движение по конфликтующему направлению, с (для практических расчетов принимается 1,0 с);

$t_{разгона}$ – время необходимое транспортному средству, начинающему движение на разрешающий сигнал светофора, для достижения ДКТ ,

$$t_{\text{разгона}} = \sqrt{\frac{2S_{\text{разг}}}{a}}, \qquad (12)$$

где $S_{разг}$ – расстояние, преодолеваемое транспортным средством конфликтующего направления от места остановки («стоп-линия», граница пересекаемой проезжей части, граница пешеходного перехода) до ДКТ (замеряется по фактическому отрезку пути на масштабной схеме);

а – ускорение, с которым начинает разгон транспортное средство конфликтующего направления (принимается для расчетов 1,5 м/с^2).

При получении расчетного значения времени промежуточного такта в диапазоне до 3-х секунд, его необходимо увеличить до максимума – 3 сек, и в светофорном цикле принять за время включения запрещающего желтого сигнала для направления транспортных средств, завершающих проезд перекрестка, и «красного с желтым» для направления транспортных средств, намеревающихся начинать движение через перекресток. Принимать продолжительность промежуточного такта менее 3-х сек нецелесообразно, с точки зрения безопасности дорожного движения.

В случае получения результата продолжительности промежуточного такта в пределах 3-х – 5-ти секунд, продолжительность промежуточного такта будет формироваться из двух составляющих, первая, равная 3-м сек - запрещающий «желтый» сигнал для направления транспортных средств, завершающих проезд перекрестка, вторая, представляющая из себя запрещающий сигнал «красный с желтым», будет иметь продолжительность 2 – 3 сек. При продолжительности запрещающего сигнала «красный с желтым» 3 секунды и общей продолжительности промежуточного такта 5 секунд, произойдет перекрытие запрещающих сигналов на 1 секунду. При 2 - х секундной продолжительности запрещающего сигнала «красный с желтым» перекрытия сигналов не будет.

При продолжительности промежуточного такта 6 секунд запрещающие сигналы для конфликтующих направлений будут включены последовательно без перерыва, каждый по 3 секунды.

При продолжительности промежуточного такта 7 и более секунд, его структура будет формироваться из трех составляющих. Первая из 3-х секундного запрещающего «желтого» сигнала для направления транспортных средств, завершающих проезд перекрестка, вторая представит из себя включение запрещающего «красного» сигнала для всех конфликтующих направлений, и третья составляющая промежуточного такта будет представлена запрещающим сигналом «красный с желтым», для направления, начинающего движение через перекресток. Продолжительность третьей составит 2 сек.

Стартовая задержка обусловлена частым явлением начала движения водителей транспортных средств не на момент включения разрешающего «зеленого» сигнала светофора, а с некоторым запаздыванием. С точки зрения продолжительности основного такта, данное время стартовой задержки будет «потерянным временем». Уменьшение продолжительности промежуточного такта на величину «стартовой задержки» позволит в некоторой степени компенсировать «потерянное время».

Допустимость сокращения промежуточного такта на время ($t_{разггона}$) объясняется наличием некоторого излишка времени безопасности, полученного при расчете продолжительности промежуточного такта, за основу которого принято условие начала движения конфликтующего направления на разрешающий сигнал светофора в момент, когда транспортные средства расчетного направления, заканчивающие проезд перекрестка, успевают достичь при данном порядке тактов наиболее удаленной «дальней конфликтной точки» (ДКТ) и, таким образом, освободить перекресток.

Наиболее рациональным принято считать продолжительность времени промежуточного такта 3 – 5 сек. Объясняется это тем, что с учетом психологически комфортной продолжительности включения желтого сигнала, составляющего 3 секунды, и психологически достаточных 2-х секунд (красный с желтым) для подготовки водителей к смене запрещающего сигнала на разрешающий, дающих в сумме 5 секунд, более продолжительный период запрещения движения может быть организован только за счет одновременного

запрета движения в обоих конфликтующих направлениях, т. е. включения общего запрещающего красного сигнала. Как указано выше, при времени промежуточного такта, равного 6-ти секундам, время перекрытия запрещающих сигналов для обоих направлений составит 1 секунду. Анализ показывает, что увеличение общего перекрытия движения в обоих конфликтующих направлениях на более длительный отрезок времени (более 1 секунды) ведет к нарушению водителями Правил дорожного движения, что проявляется в начале движения на запрещающий «красный» сигнал светофора.

В период промежуточного такта заканчивают движение и пешеходы, ранее переходившие улицу на разрешающий сигнал светофора. За время $t_{\text{п}i}$ пешеход должен или вернуться на тротуар, откуда он начал движение, или дойти до середины проезжей части (островка безопасности, центральной разделительной полосы, линии, разделяющей потоки встречных направлений). Максимальное время, которое потребуется для этого пешеходу определяется по формуле

$$t_{\text{п}i(\text{пш})} = B_{\text{пш}}/4 \cdot V_{\text{пш}}, \qquad (13)$$

где $B_{\text{пш}}$ – ширина проезжей части, пересекаемой пешеходами в i-ой фазе регулирования, м;

$V_{\text{пш}}$ – расчетная скорость движения пешеходов (обычно принимается 1,3 м/с).

Учитывая, что продолжительность промежуточного такта едина для всех фаз цикла работы светофорного объекта, в качестве промежуточного такта выбирают наибольшее значение из $t_{\text{п}i}$ и $t_{\text{п}i(\text{пш})}$.

2.3 Анализ существующей организации движения и предлагаемая система организации пропуска транспортных средств и пешеходов

Основными недостатками существующей организации движения, представленные на рисунке 1, являются:

– большое количество конфликтных точек;

– отсутствие специализированных поворотных полос для транспортных потоков, что в свою очередь влечет за собой возникновение затора;

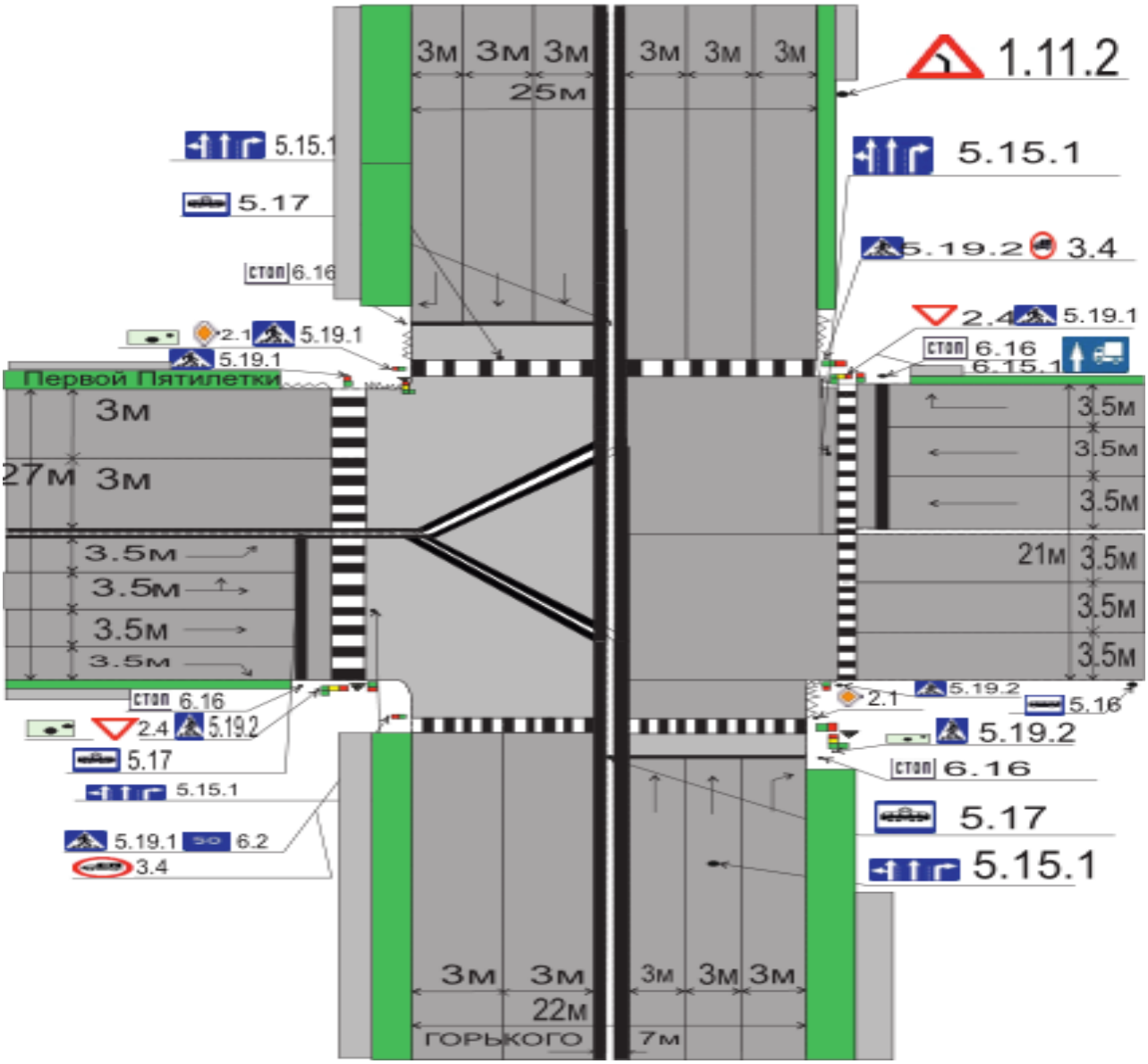

Рисунок 1 – существующая организация дорожного движения на перекрестке ул. Первой Пятилетки и ул. Горького

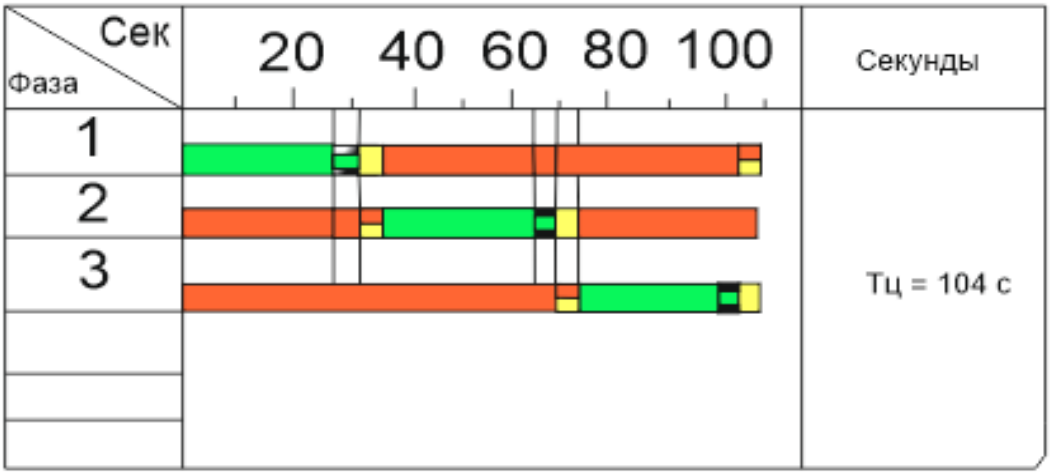

Рисунок 2 – действующая диаграмма работы светофорного объекта

Организация движения на данном перекрестке, разработанная раннее, не обеспечивает условиям оптимальной пропускной, что требует перерасчета не только режима работы светофорной сигнализации, представленный на рисунке 2, но и изменение организации движения в целом, представленная на рисунке 3, включая увеличение количества полос, направляющих островков и островков безопасности пешеходов.

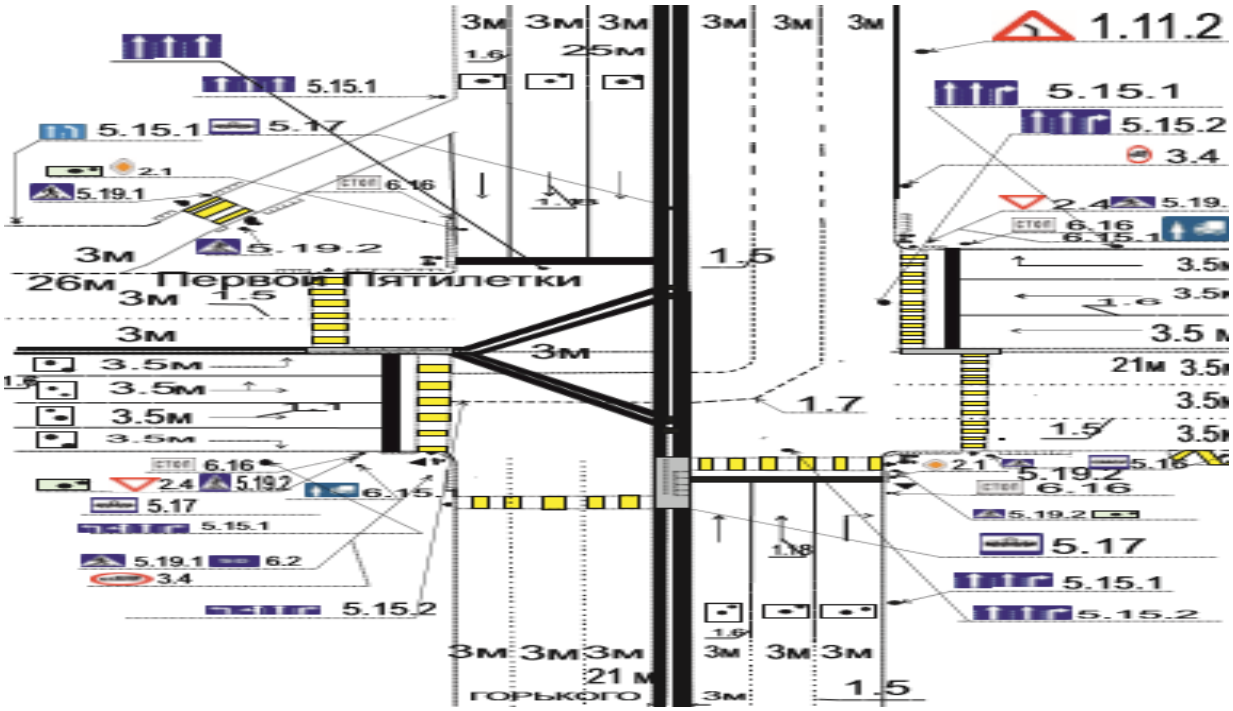

Рисунок 3 − организация дорожного движения на перекрестке ул. Первой Пятилетки и ул. Горького после реконструкции

2.3.1 Расчет времени основного такта

Принимая во внимание тот факт, что часовая интенсивность самого нагруженного направления исследуемого перекрестка составляет 1218 автомобилей при количестве полос, предназначенных для движения в данном направлении – 4, а интенсивность встречного направления при 3-х полосах движения составляет 1332 автомобиля, соответственно, за максимально допустимое время цикла, не превышающее 120 сек, количество прибывающих автомобилей за указанную продолжительность времени по формуле 2, составит 15 автомобилей.

$$N_a^i = \frac{1218 \cdot 120}{3600} = 40{,}6.$$

При этом последний, стоящий в очереди автомобиль на одной из полос данного направления движения, будет располагаться от границы пересекаемой проезжей части на расстоянии около 97,5 метров.

$$S^i_{\text{въезда}} = 40{,}6/3 \cdot (4{,}5+1) + 13 = 87{,}4.$$

Соответственно, задержка начала движения данного автомобиля после момента включения для него разрешающего сигнала светофора, составит около 15 сек.

$$t^i_{\text{задерж}} = \frac{40{,}6}{3} \cdot 1{,}0 = 13{,}5.$$

В свою очередь, с момента включения запрещающего (желтого) сигнала светофора для остановки данного автомобиля, начавшего двигаться на разрешающий сигнал светофора, потребуется 19,6 метров.

$$S_{\text{ож}i} = (0{,}6 + 0{,}1 + 0{,}5 \cdot 0{,}35)\frac{36}{3{,}6} + \frac{36^2}{26 \cdot 4{,}6} = 19{,}6.$$

Таким образом, последнему автомобилю, прибывшему за время полного цикла работы светофорного объекта на одну из полос данного направления движения, с момента включения для него разрешающего сигнала до момента достижения им границы, позволяющей продолжить движение после включения запрещающего сигнала, потребуется, с учетом округления в большую сторону около 18 секунд.

$$t_{oi} = \sqrt{\frac{2\cdot(87{,}4-19{,}6)}{1{,}5}} + 13{,}5 = 23.$$

Учитывая тот факт, что для пропуска всех транспортных средств, прибывающих к перекрестку по исследуемому направлению за время цикла, достаточно 8 сек, определяющих, по сути, время основного такта данного направления, суммарная продолжительность основных тактов всех направлений будет рассчитана исходя из условия пропорциональности времени их включения и интенсивности их транспортных потоков.

Так как общая интенсивность по пересекаемому направлению во второй фазе работы светофорного объекта, представленная на рисунке 5, составляет 438 автомобилей, (см. картограмму интенсивности транспортных потоков рисунке 7), то при наличии трех полос, данное количество транспортных средств составляет около 88 % от количества транспортных средств, движущихся одной полосе в конфликтующем направлении в первой фазе на рисунке 4.

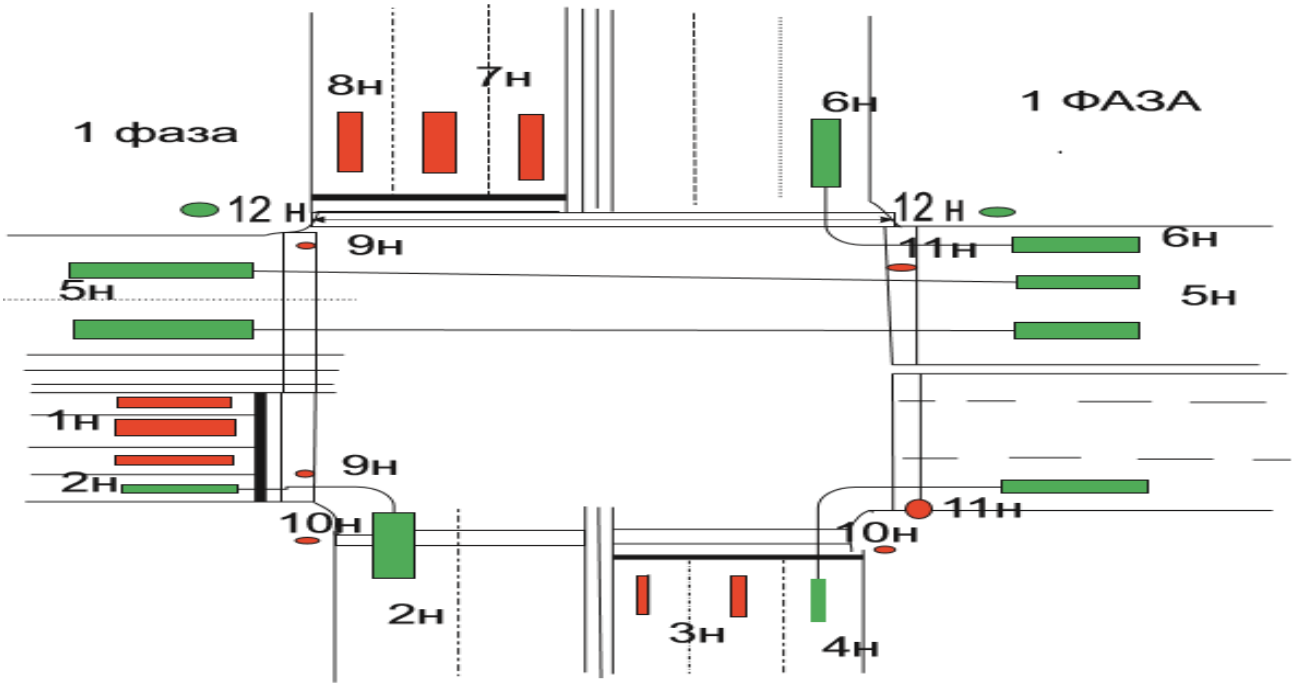

Рисунок 4 – первая фаза работы светофорного объекта

$$Y1 = \frac{N_{a1}\cdot c_2}{N_{a2}\cdot c_1} = \frac{330\cdot 2}{438\cdot 3} = 50\%,$$

$$Y2 = \frac{N_{a3}\cdot c_2}{N_{a2}\cdot c_3} = \frac{294\cdot 2}{438\cdot 3} = 88\%,$$

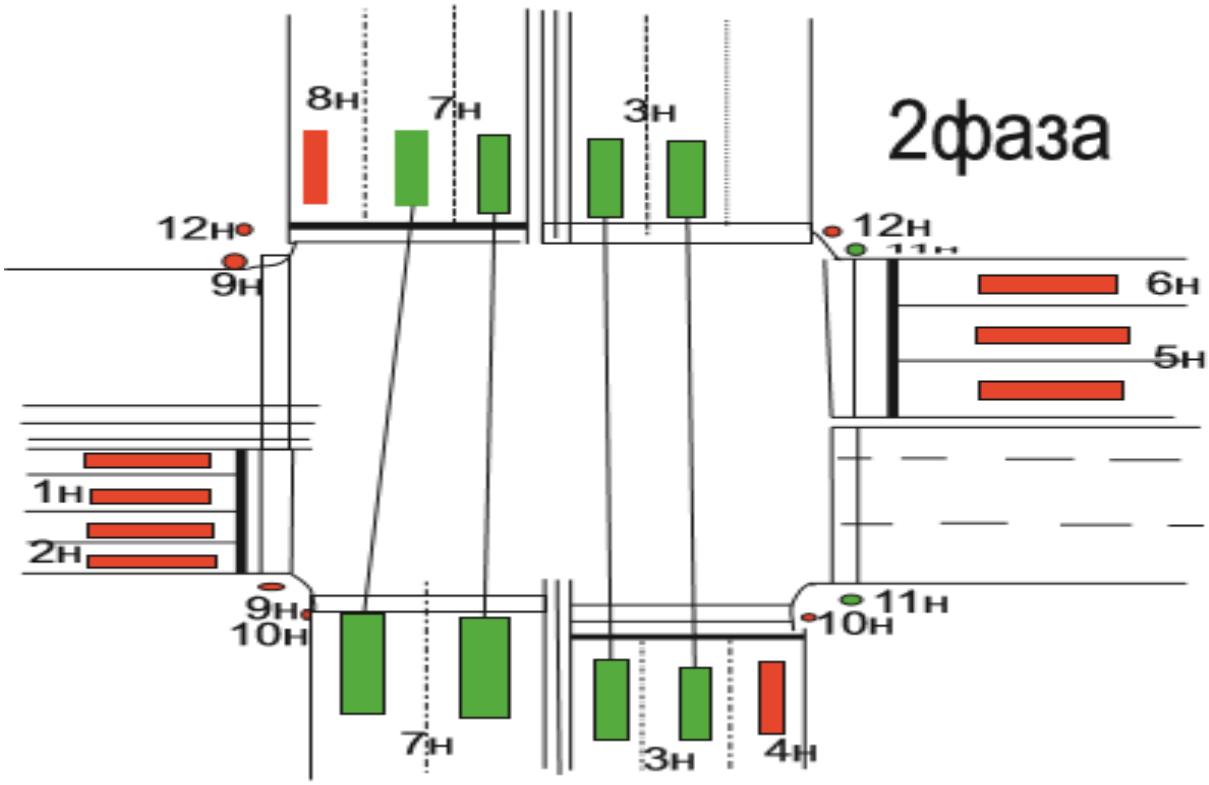

Рисунок 5 − вторая фаза работы светофорного объекта

В свою очередь, в третьей фазе часовая интенсивность данного направления составляет 294 автомобиля. По отношению к самому нагруженному направлению, данное составляет около 77%.

$$Y3 = \frac{N_{a4} \cdot c_3}{N_{a3} \cdot c_4} = \frac{294 \cdot 2}{438 \cdot 3} = 77\%.$$

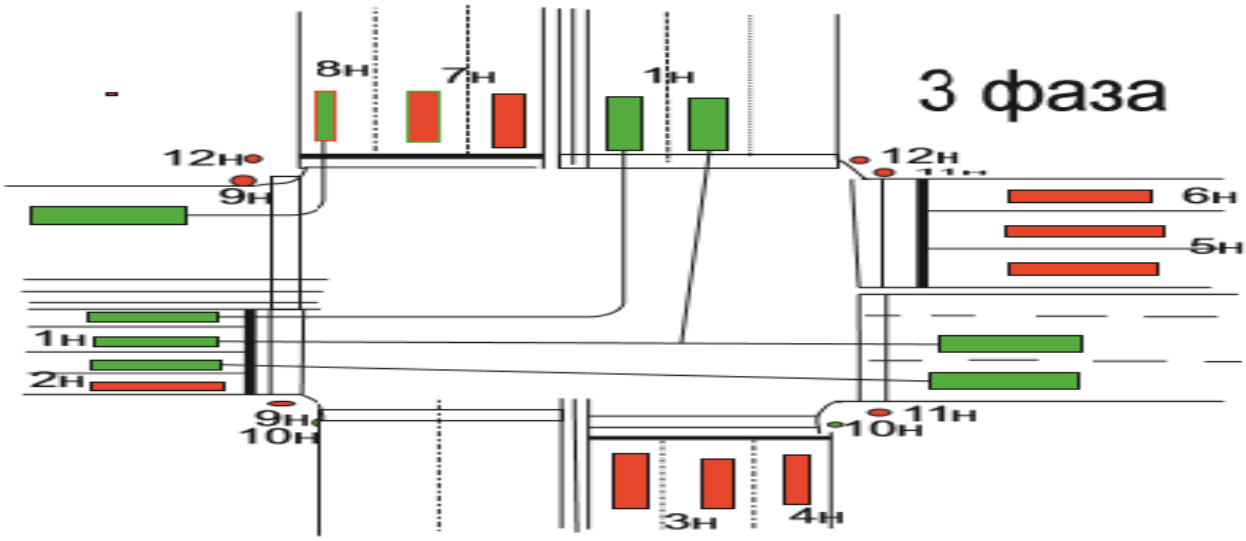

Рисунок 6 – третья фаза работы светофорного объекта

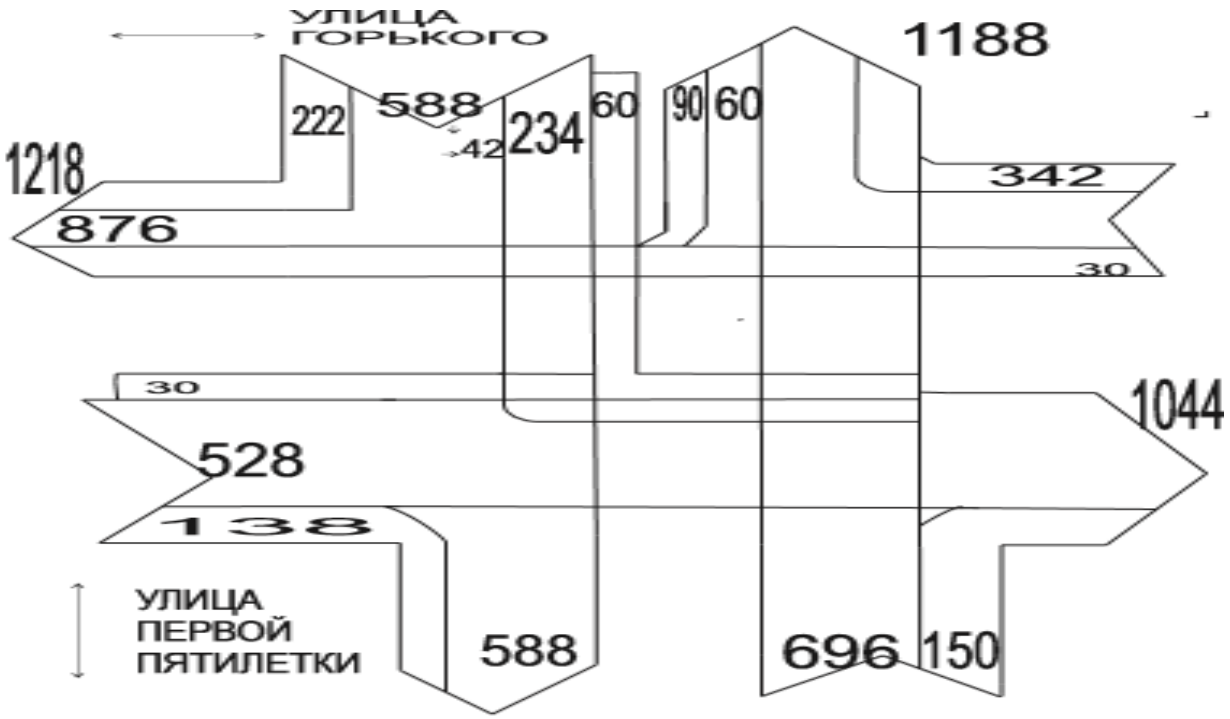

Рисунок 7 – Картограмма интенсивности транспортных потоков

$t_{o1} = 23 \cdot 50\% = 11{,}5;$

Таким образом, продолжительность второго такта пропорциональна интенсивности прибывающих транспортных средств, и должна составлять около 6 секунд.

$t_{o2} = 23 \cdot 88\% = 20{,}24;$

В свою очередь, продолжительность основного такта в третьей фазе составит около 5 секунд.

$t_{o3} = 23 \cdot 77\% = 17{,}7;$

Проверка необходимости корректировки основных тактов фаз работы светофорного объекта.

Во-первых, согласно методическим рекомендациям по организации движения, с точки зрения безопасности движения, время основного такта в любой фазе не должно быть менее 7 секунд. Таким образом, расчетное время основных тактов 2-й и 3-й фаз необходимо скорректировать до 7 сек.

Во-вторых, после оценки возможности перехода пешеходами проезжей части за время включения для них разрешающего сигнала светофора, возникает необходимость корректировки основных тактов первой и второй фазы.

Так, в первой фазе пешеходы переходят проезжую часть шириной 20 м, во второй – 10 м. Соответственно, продолжительность времени, достаточного для перехода проезжей части, составила 20 с для первой фазы, и 13 с для второй.

$t_{пш1}$ =5+21/1,3 = 21 с,

$t_{пш2}$ =5+25/1,3 = 24 с.

Таким образом, суммарная продолжительность всех основных тактов цикла работы светофорного объекта составит 61 секунда.

$$\sum T_{oi} = t_{o1} + t_{o2} + t_{o3} = 21 + 24 + 7 = 52 \text{ с.}$$

2.3.2 Расчет промежуточного такта цикла регулирования

Для расчета принимается условие, при котором наиболее безопасным считается вариант, кода разрешающий сигнал светофора для направлений 6, 7, 8, 9 по ул. Первой Пятилетки должен быть включен только после того, как транспортные средства, заканчивающие на перекрестке левый поворот с ул. Горького по направлениям 12, 13, преодолеют наиболее удаленную по ходу их движения конфликтную точку. С учетом продолжительности времени «стартовой задержки» и времени необходимого транспортным средствам, начинающим движение, также достигнуть ДКТ, расчетное время продолжительности промежуточного такта составит 3 с.

$$t_{пi} = (t_1 + t_2 + 0{,}5t_3) + \frac{v_a}{7{,}2 \cdot Jж} + 3{,}6\frac{l_{i1}}{v_{a1}} + 3{,}6\frac{l_{i2}}{v_{a2}} + 3{,}6\frac{l_{i3} + l_a}{v_{a3}} -$$

$$-t_{разгона} - t_{задержки}. \quad (14)$$

$$t_{п2} = (0{,}6 + 0{,}1 + 0{,}5 \cdot 0{,}35) + \frac{50}{7{,}2 \times 4{,}6} + 3{,}6\frac{20}{50} + 3{,}6\frac{10}{20} + 3{,}6\frac{35+4{,}5}{25} - 7{,}3 - 1 = 3{,}0$$

где $v_a = 50\frac{км}{ч}$ – средняя скорость транспортных средств, при движении на подходе к перекрестку;

$v_{a1} = 50$ км/ч – средняя скорость транспортных средств при прямолинейном движении в зоне перекрестка после преодоления «стоп-линии»;

$v_{a2} = 20$ км/ч – средняя скорость транспортных средств при движении в зоне перекрестка на повороте на трамвайных путях;

$v_{a3} = 25$ км/ч – средняя скорость транспортных средств при движении в зоне перекрестка после проезда трамвайных путей;

$J_ж = 4{,}6$ м/с^2 – среднее замедление транспортного средства при включении запрещающего (желтого) сигнала светофора;

$l_{i1} = 20$ м – расстояние от «стоп – линии» до ближайшего трамвайного рельса;

$l_{i2} = 10$ м – ширина трамвайного полотна;

$l_{i1} = 35$ м – расстояние от трамвайного полотна до ДКТ.

$l_a = 4{,}5$ м – длина транспортного средства, наиболее часто встречающегося в потоке.

t_1 = 0,6 с – время реакции водителя транспортного средства в сложившейся дорожно-транспортной ситуации;

t_2 = 0,1 с – время запаздывания срабатывания тормозного привода транспортного средства;

t_3 = 0,35 с – время нарастания замедления транспортного средства в данных дорожных условиях.

$t_{задержки}$ – время запаздывания начала движения первого из автомобилей, начинающих движение по конфликтующему направлению, с (для практических расчетов принимается 1,0 с).

Время разгона первого автомобиля, стоящего у «стоп-линии» до ДКТ ($t_{разгона}$) определяется по приводимой ниже формуле, и составляет 7,3 с.

$$t_{разгона} = \sqrt{\frac{2S_{разг}}{a}},$$

где $S_{разг}$ = 40 м – расстояние, преодолеваемое транспортным средством конфликтующего направления от места остановки (линия «стоп», граница пересекаемой проезжей части, граница пешеходного перехода) до ДКТ (замеряется по фактическому отрезку пути на масштабной схеме).

а=1,5 м/с^2– ускорение, с которым начинает разгон транспортное средство конфликтующего направления (принимается для расчетов 1,5).

$t_{\text{разгона}} = \sqrt{\frac{2\times40}{1,5}}$ =7,3.

Таким образом, как было рассчитано выше, продолжительность промежуточного такта должна составлять около 3 с. Следуя сложившейся практике данная продолжительность промежуточного такта является достаточной и может быть принята для дальнейших расчетов. Таким образом, с учетом 3-х фазной работы светофорного объекта, общая продолжительность всех промежуточных тактов составит 9 секунд [14].

$$\sum \mathrm{T}_{\text{п}i} = t_{\text{п}1} + t_{\text{п}2} + t_{\text{п}3} \quad (15)$$

где $t_{\text{п}1}$ – время работы 1 фазы светофорного объекта;

$t_{\text{п}2}$ – время работы 2 фазы светофорного объекта;

$t_{\text{п}3}$ – время работы 3 фазы светофорного объекта;

Общее время цикла светофорного объекта определяется по приводимой ниже формуле, и составит 61 секунд.

$\mathrm{T}_{\text{ц}} = 52 + 9 = 61.$

2.3.3 Корректировка времени цикла

Как было указано выше для вычисления времени цикла работы светофорного объекта первоначально интенсивность транспортного потока была принята из расчета максимально допустимой продолжительности цикла, равной 120 сек. Согласно проведенным расчетам, фактическая продолжительность времени цикла будет заметно ниже (61 сек), что скажется на количестве транспортных средств, прибывающих к перекрестку за указанное время.

Так, количество транспортных средств, подъезжающих к перекрестку за установленное время цикла, находящееся в пределах 61 секунды, составит 8 ед.

$\mathrm{N}_{\text{а}}^{\text{i}} = \frac{\mathrm{Na}\cdot61}{3600} = \frac{1218\cdot61}{3600}$ =20,6 ед.

Соответственно, последний, стоящий в очереди автомобиль на одной из полос данного направления движения, будет располагаться от границы пересекаемой проезжей части на расстоянии около 51 метра.

$$S^{i}_{\text{въезда}} = \frac{N^{i}_{a}}{c}\cdot(B+l)+m_{i} = \frac{20,6}{3}\ (4,5+1)+13 = 51.$$

Задержка начала движения данного автомобиля после момента включения для него разрешающего сигнала светофора, составит около 3 сек.

$$t^{i}_{\text{задерж}} = n_{i}\cdot t^{\text{ср}}_{\text{задерж}} = \frac{20,6}{3}\cdot 1,0 = 7\ \text{с}.$$

В свою очередь, для остановки данного автомобиля, начавшего двигаться на разрешающий сигнал светофора, потребуется около 19,6 метров, с момента включения для него запрещающего (желтого) сигнала светофора.

$$S_{\text{ожi}} = (t_1 + t_2 + 0,5t_3)\frac{v_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26\cdot Jж}\ .$$

Тогда, автомобиль, прибывший за время полного цикла работы светофорного объекта на одну из полос данного направления движения, с момента включения для него разрешающего сигнала достигнет границы, позволяющей ему продолжить движение после включения запрещающего сигнала, в течение 6,4 секунд, что с учетом невозможности применения значений в десятых долях, составит 14 с.

$$t_{oi} = \sqrt{\frac{2\cdot(S^{i}_{\text{въезда}} - S_{\text{ож}i})}{a}} + t^{i}_{\text{задерж}} = \sqrt{\frac{2\ (51-19,6)}{1,5}} + 7 = 14.$$

Проверка необходимости корректировки основных тактов фаз работы светофорного объекта.

Как было указано выше, временем, определяющим продолжительность основного такта в первой и второй фазах, является не время, достаточное для проезда через перекресток всех прибывших за время цикла автомобилей, а продолжительность времени, необходимого для пересечения пешеходами проезжей части соответствующего направления.

Таким образом, продолжительность основного такта первой фазы следует принять равной 21 с, второго такта – 24 с, третьей фазы – 14 с.

Суммарная продолжительность всех основных тактов цикла работы светофорного объекта составит 59 секунды.

$$\sum \mathrm{T}_{\mathrm{o}i} = t_{\mathrm{o}1} + t_{\mathrm{o}2} + t_{\mathrm{o}3} = 21 + 24 + 7 = 59.$$

Соответственно, окончательное общее время цикла светофорного объекта будет равно 68 сек.

$$\mathrm{T}_{\mathrm{ц}} = \sum \mathrm{T}_{\mathrm{o}i} + \sum \mathrm{T}_{\mathrm{п}i} = 59 + 9 = 68 \text{ с.}$$

2.3.4 Построение диаграммы работы светофорного объекта

Работа светофорного объекта после корректировки времени цикла представлена на рисунке 8.

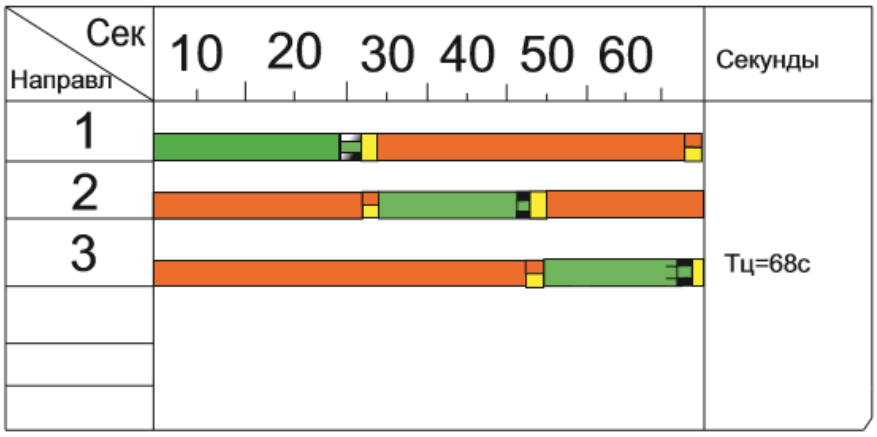

Рисунок 8 – диаграмма работы светофорного объекта

Вывод по разделу три

Исследования дорожного движения позволяют сделать общие выводы о том, что, во-первых, качественная его организация является важнейшим условием эффективного транспортного процесса на УДС в городах и на автомобильных дорогах и, во-вторых, требует комплексного подхода и соответствующего детально разработанного проекта с учетом результатов натурных исследований объекта.

Наблюдения показали, что организация дорожного движения на рассматриваемом пересечении улиц – является неудовлетворительной и требует устранение существующих недостатков. В связи с этим, были предложены мероприятия по ее улучшению, способные повысить безопасность участников движения:

- нанесение дорожной разметки;
- убрать пешеходный переход по улице Горького со стороны улицы Салютная;
- установка островков безопасности на перекрестке по улицам Первой Пятилетки и Горького;
- произвести перенос стоп-линий ближе к перекрестку по улицам Первой Пятилетки и улицы Горького;
- обустройство заездного остановочного кармана для маршрутных транспортных средств на выезде с перекрестка по ул. Первой Пятилетки;
- обустройство мест для разворота на трамвайных путях по ул. Первой Пятилетки;
- установить ограждение со стороны улицы Артиллерийская для пешеходов;
- произвести корректировку режима светофорного объекта;
- установить отдельную полосу для правого поворота со стороны улицы Салютная;
- нанесение прогрессивной разметки 1.14.1 на всех пешеходных переходах;
- обустройство островков безопасности для пешеходов по ул. Горького и ул. Первой Пятилетки.

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Капитальные вложения, необходимые для внедрения организационных мероприятий на перекрестке ул. Горького – ул. Первой Пятилетки

Капитальные вложения, необходимые для внедрения организационных мероприятий по реконструкции перекрестка проспект Горького – ул. Первой Пятилетки, включают в себя затраты на:

– обустройство островков безопасности для пешеходов;

– обустройство «заездных карманов» для маршрутных транспортных средств;

– необходимое уширение проезжей части;

– установку направляющих пешеходных ограждений;

– нанесение дорожной разметки;

– установка новых дорожных знаков;

– демонтаж и монтаж пешеходных светофоров.

Капитальные вложения (К), необходимые для внедрения всех мероприятий по реконструкции перекрестка ул. Горького – ул. Первой Пятилетки определяются по формуле:

$$К = К_{ОБ} + К_{ЗК} + К_{ПЧ} + К_{ПО} + К_{ДР} + К_{ДЗ} + К_{СВ}\ , \qquad (12)$$

где $К_{ОБ}$ – затраты на обустройство островков безопасности для пешеходов, руб.;

$К_{ЗК}$ – затраты на обустройство «заездного кармана» для маршрутных транспортных средств, руб.;

$К_{ПЧ}$ – затраты на необходимое уширение проезжей части, руб.;

$К_{ПО}$ – затраты на установку направляющих пешеходных ограждений, руб.;

$К_{ДР}$ – затраты на нанесение дорожной разметки, руб.;

$К_{ДЗ}$– затраты на установку дорожных знаков, руб.;

$К_{СВ}$ – затраты на монтаж пешеходных светофоров, руб.

3.1.1 Определение затрат на обустройство островков безопасности для пешеходов

На перекрестке ул. Горького – ул. Первой Пятилетки необходимо обустроить 4 островка безопасности для пешеходов.

Затраты на обустройство островка безопасности для пешеходов ($К_{ОБ}$) определяется по формуле:

$$К_{ОБ} = S_{ОБ} \cdot С_{ДП} + L_{БК} \cdot С_{БК} + П_р + ЗП_Р + О_ф + АО, \quad (13)$$

где $S_{ОБ}$ – суммарная площадь островков безопасности, $м^2$, (157 $м^2$);

$С_{ДП}$ – стоимость дорожного покрытия, $руб/м^2$, (3 500 $руб/м^2$);

$L_{БК}$ – суммарная длина бордюрного камня, м, (350 м);

$С_{БК}$ – стоимость бордюрного камня, руб/м, (200 руб/м);

$П_р$ – прочие расходы, руб., (23 800 руб.);

$ЗП_Р$ – заработная плата рабочим, руб., (7 000 руб.);

$О_ф$ – отчисления во внебюджетные фонды, руб., (2 142 руб.);

АО – амортизация оборудования, руб., (13 000 руб.).

По формуле (13) затраты на установку островков безопасности на перекрестке ул.Горького – ул. Первой Пятилетки составят:

$К_{ОБ} = 157 \cdot 3500 + 350 \cdot 200 + 23\,800 + 7000 + 2142 + 13\,000 =$
664 202 руб.

Прогнозируемой экономией после организации островка безопасности является то, что данное мероприятие приведет к сокращению количества ДТП, тяжести последствий в результате ДТП и, как следствие, к снижению социальных расходов государства.

3.1.2 Определение затрат на обустройство «заездного кармана» для маршрутных транспортных средств

На данном перекрестке рекомендуется обустроить «заездной карман» для маршрутных транспортных средств по улице Горького и по ул. Первой Пятилетки с обоих сторон.

Затраты на обустройство «заездного кармана» для маршрутных транспортных средств ($К_{ЗК}$) определяется по формуле:

$$К_{ЗК} = S_{ЗК} \cdot С_{ДП} + П_р + ЗП_Р + О_ф + АО, \quad (14)$$

где $S_{ЗК}$ – суммарная площадь «заездных карманов», $м^2$, (544 $м^2$);

$С_{ДП}$ – стоимость дорожного покрытия, $руб/м^2$, (3500 $руб/м^2$);

По формуле (5.15) стоимость обустройства «заездного кармана» составляет:

$К_{ЗК} = 544 \cdot 3500 + 25\,300 + 7000 + 2142 + 8000 = 1\,946\,442$ руб.

Результатом указанного мероприятия должно стать увеличение пропускной способности, увеличение грузооборота и пассажирооборота, уменьшение расходов населения на горюче-смазочные материалы и обслуживание автомобиля, увеличению налоговых поступлений в бюджет, а также приведет к сокращению количества ДТП и, как следствие, к снижению социальных расходов государства [15].

3.1.3 Определение затрат на уширение проезжей части

Общая площадь необходимого уширения для движения на перекрестке ул.Горького – ул. Первой Пятилетки (по ул Первой Пятилетки со стороны ул. Салютная) составила 600 $м^2$.

Затраты на уширение проезжей части ($К_{ПЧ}$) определяются по формуле:

$$К_{ПЧ} = S_{ПЧ} \cdot С_{ДП} + П_р + ЗП_Р + О_ф + АО, \quad (15)$$

где $S_{ПЧ}$ – площадь уширения, $м^2$;

$С_{ДП}$ – стоимость дорожного покрытия, $руб/м^2$, (3 500 $руб/м^2$).

По формуле (15) затраты, необходимые на уширение составляют:

$К_{ПЧ} = 600 \cdot 3500 + 23\,100 + 7000 + 2142 + 8000 = 2\,140\,242$ руб.

Прогнозируемым результатом является то, что уширение проезжей части на перекрестке ул.Горького – ул. Первой Пятилетки (по улице Первой

Пятилетки со стороны ул. Салютная) приведет к увеличению пропускной способности перекрестка, увеличению грузооборота и пассажирооборота, уменьшению расходов населения и предприятий, увеличению налоговых поступлений в бюджет, а также приведет к сокращению количества ДТП и, как следствие, к снижению социальных расходов государства.

3.1.4 Затраты на обустройство направляющих пешеходных ограждений

На перекрестке ул.Горького – ул. Первой Пятилетки требуется установить 90 м направляющих пешеходных ограждений.

Стоимость изготовления одного звена 2250 руб., стоимость изготовления стойки 360 руб., монтаж пешеходного звена 2350 руб. Длина пешеходного звена составляет 2 м, поэтому на перекрестке необходимо установить 44 звена и 45 стоек.

Затраты на установку направляющих пешеходных ограждений ($К_{ПО}$) определяются по формуле:

$$К_{ПО} = (С_З + С_М) \cdot n_З + С_С \cdot n_С + П_р + ЗП_Р + О_ф + АО, \quad (16)$$

где $С_З$ – стоимость изготовления одного звена, руб.;

$С_М$ – стоимость монтажа звена, руб.;

$n_З$ – количество звеньев;

$С_С$ – стоимость изготовления стойки, руб.;

$n_С$ – количество стоек.

По формуле (16) затраты на установку пешеходных ограждений составляют:

$К_{ПО} = (2250 + 2350) \cdot 44 + 360 \cdot 45 + 18\,800 + 7000 + 2142 + 3000 = 249\,542$ руб.

Прогнозируемым результатом является то, что установка пешеходных ограждений приведет к сокращению количества ДТП, тяжести последствий в

результате ДТП и, как следствие, к снижению социальных расходов государства, также к увеличению доходов населения и предприятий, повышению налоговых платежей в бюджет.

3.1.5 Определение затрат на дорожную разметку

Стоимость нанесения дорожной разметки за $м^2$ составляет 600 руб.

Общая стоимость затрат на нанесение дорожной разметки рассчитывается ($К_{ДР}$) по формуле:

$$К_{ДР} = \sum_{1}^{n} К_{Р}, \quad (17)$$

где $К_р$ – затраты на дорожную разметку, руб.;

n – количество видов дорожной разметки.

Затраты на дорожную разметку ($К_р$) определяются по формуле:

$$К_{Р} = S \cdot C, \quad (18)$$

где C – стоимость разметки, руб/$м^2$, (600 руб/$м^2$).;

S – площадь разметки, $м^2$.

Площадь разметки (S) определяется по формуле:

$$S = B \cdot L, \quad (19)$$

где B – ширина разметки, м;

L – длина разметки, м.

По формулам (18) и (19) затраты на различные виды дорожной разметки составляют:

Разметка 1.1: ширина разметки 0,1 м, длина – 300 м

$К_{р(1.1)} = 300 \cdot 0{,}1 \cdot 600 = 18\,000$ руб.

Разметка 1.5: ширина разметки 0,1 м, длина – 200 м

$К_{р(1.5)} = 200 \cdot 0{,}1 \cdot 600 = 12\,000$ руб.

Разметка 1.6: ширина разметки 0,1 м, длина – 50 м

$К_{р(1.6)} = 50 \cdot 0{,}1 \cdot 600 = 3\ 000$ руб.

Разметка 1.7: ширина разметки 0,1 м, длина – 230 м

$К_{р(1.7)} = 30 \cdot 0{,}1 \cdot 600 = 16\ 800$ руб.

Разметка 1.12: ширина разметки 0,4 м, длина – 70 м

$К_{р(1.12)} = 70 \cdot 0{,}4 \cdot 600 = 16\ 800$ руб.

Разметка 1.14.1: ширина разметки 4 м, длина – 20 м

$К_{р(1.14.1)} = 20 \cdot 4 \cdot 600 = 48\ 000$ руб.

Разметка 1.17: ширина разметки 0,1 м, длина – 70 м

$К_{р(1.17)} = 70 \cdot 0{,}1 \cdot 600 = 4\ 200$ руб.

Разметка 1.18: площадь разметки – 50 $м^2$

$К_{р(1.18)} = 50 \cdot 600 = 30\ 000$ руб.

Разметка 1.16.1: площадь разметки – 30 $м^2$

$К_{р(2.7)} = 30 \cdot 600 = 18\ 000$ руб.

Разметка 2.7: ширина разметки 0,2 м, длина – 70 м

$К_{р(2.7)} = 70 \cdot 0{,}2 \cdot 600 = 8\ 400$ руб.

Общая стоимость затрат на дорожную разметку по формуле (17) составляет:

$К_{ДР} = 18\ 000 + 12\ 000 + 3\ 000 + 16\ 800 + 16\ 800 + 48\ 000 + 4\ 200 +$
$+ 30\ 000 + 18\ 000 + 8\ 400 = 175\ 200$ руб.

Прогнозируемым результатом является то, что нанесение дорожной разметки приведет к увеличению пропускной способности, увеличению грузооборота и пассажирооборота, уменьшению расходов населения и предприятий, увеличению налоговых поступлений в бюджет, а также приведет к сокращению количества ДТП и, как следствие, к снижению социальных расходов государства [16].

3.1.6 Определение затрат на установку дорожных знаков

При изменении схемы организации движения необходимо установить следующие дорожные знаки: 4.2.1, 5.19.1, 8.22.1.

На данном перекрестке устанавливается 5 – квадратных, 2 – круглых, 2 – прямоугольных знаков, 3 растяжки и 4 стойки под дорожные знаки.

Общие затраты на установку дорожных знаков ($К_{ДЗ}$)определяются по формуле:

$$К_{ДЗ} = С \cdot n + Т \cdot q + Р \cdot m + П_р + ЗП_Р + О_ф + АО, \quad (20)$$

где С – стоимость одного дорожного знака, руб. (квадратный – 1 800 руб., круглый – 2 100 руб.);

n – количество дорожных знаков;

Т – стоимость одной стойки и основы под знак, 3050 руб.;

q – количество стоек и основ под знак;

Р – стоимость одной растяжки, 6000 руб.;

m – количество растяжек.

По формуле (20) затраты на установку новых дорожных знаков составляют:

$К_{ДЗ} = 1\,800 \cdot 7 + 2\,100 \cdot 2 + 3\,050 \cdot 4 + 6\,000 \cdot 3 + 5450 + 6500 + 1989 + 3000 = 63\,939$ руб.

Прогнозируемым результатом является то, что установка знаков приведет к сокращению количества ДТП, тяжести последствий в результате ДТП и, как следствие, к снижению социальных расходов государства, также к увеличению доходов населения и предприятий, повышению налоговых платежей в бюджет.

3.1.7 Определение затрат на монтаж пешеходных светофоров

На перекрестке ул.Горького – ул. Первой Пятилетки необходимо установить 6 светофоров для пешеходов.

Затраты на монтаж пешеходных светофоров ($К_{СВ}$) определяется по формуле:

$$К_{СВ} = С_м \cdot n + П_р + ЗП_Р + О_ф + АО, \quad (21)$$

где $С_м$ – стоимость монтажа, руб. (25 000 руб.);

n – количество монтируемых светофоров;

Затраты на монтаж пешеходных светофоров на перекрестке ул.Горького – ул. Первой Пятилетки по формуле (21) составляют:

$К_{СВ}$ = 25 000 · 6 + 11 700 + 9000 + 2754 + 11 000 = 184 454 руб.

Прогнозируемым результатом является то, что монтаж пешеходного светофора приведет к уменьшению тяжести последствий в результате ДТП и, как следствие, к снижению социальных расходов государства, также к увеличению доходов населения и предприятий.

По формуле (12) сумма капитальных вложений, необходимых для внедрения всех мероприятий, составляет:

$К = 664\,202 + 1\,946\,442 + 2\,140\,242 + 249\,542 + 175\,200 + 63\,939 + 184\,454 = 5\,424\,021$ руб.

3.2 Расчет величины ущерба от ДТП в результате гибели и ранения людей

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.

Расчеты экономической эффективности мероприятий оцениваются знаниями теоретических основ экономики дорожного движения и методикой определения общественной эффективности мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения.

Практика оценки мероприятий основывается на соотношении выгоды от реализации мероприятий и затрат на осуществление этих мероприятий.

Для оценки потери от дорожно-транспортных происшествий используется метод общих доходов. Основой этого метода является выражение в денежной форме экономической пользы, которую общество получит благодаря тому, что предотвратит потери от дорожно-транспортных происшествий [17].

Общий ущерб от дорожно-транспортных происшествий с пострадавшими ($П_о$) определяется по формуле:

$$П_о = П_с + П_б + П_{инр} + П_{ир} + П_р + П_д, \quad (22)$$

где $П_с$ – потери, связанные с гибелью людей, имевших семью;

$П_б$ – потери, связанные с гибелью людей, не имевших семью;

$П_{инр}$ – потери, связанные с получением пострадавших инвалидности, лишившей полностью их трудоспособности;

$П_{ир}$ – потери, связанные с получением пострадавших инвалидности, частично лишившей их трудоспособности;

$П_р$ – потери, связанные с временной нетрудоспособностью пострадавших;

$П_д$ – потери, связанные с гибелью детей.

Потери, связанные с гибелью людей, имевших семью ($П_с$), определяются по формуле:

$$П_с = Н1 \cdot К_с, \quad (23)$$

где Н1 – стоимостная оценка ущерба от гибели человека имевшего семью;

$К_с$ – количество людей, погибших в ДТП, имевших семью.

Потери, связанные с гибелью людей, не имевших семью ($П_б$), определяются по формуле:

$$П_б = Н2 \cdot К_б, \quad (24)$$

где Н2 – стоимостная оценка ущерба от гибели человека не имевшего семью;

$К_б$ – количество людей, погибших в ДТП, не имевших семьи.

Потери, связанные с получением инвалидности, в результате которой пострадавшие не работают ($П_{инр}$), определяются по формуле:

$$П_{инр} = Н3 \cdot К_{инр}, \quad (25)$$

где Н3 – стоимостная оценка ущерба от ранения с получением инвалидности без возможности дальнейшей работы;

$К_{инр}$ – количество пострадавших, получивших инвалидность, лишившая их полностью трудоспособности.

Потери, связанные с получением инвалидности, в результате которой пострадавшие работают ($П_{ир}$), определяются по формуле:

$$П_{ир} = Н4 \cdot К_{ир}, \quad (26)$$

где Н4 – стоимостная оценка ущерба от ранения с получением инвалидности и возможностью дальнейшей работы;

$К_{ир}$ – количество пострадавших, получивших инвалидность и работающих одновременно.

Потери от ранения людей, получивших временную нетрудоспособность ($П_р$), определяются по формуле:

$$П_р = Н5 \cdot К_р, \quad (27)$$

где Н5 – стоимостная оценка ущерба от ранения без получения инвалидности;

$К_р$ – количество пострадавших, получивших временную нетрудоспособность.

При проведении практических расчетов используется упрощенный метод для получения нормативов ущерба от гибели или ранения людей в ДТП. Исходной информацией для этих расчетов является норматив ущерба за предыдущий год и величина валового внутреннего продукта (далее ВВП) и численности населения, занятого в экономике [17].

Технология проведения расчета представлена на примере получения норматива за 2015 год из норматива за 2016 год.

Коэффициент (К) определяется как отношение ВВП за 2015 год к ВВП за 2016 год:

$$К = \frac{ВВП_{2016}}{ВВП_{2015}}, \quad (28)$$

где $ВВП_{(2016)}$ – валовой внутренний продукт за 2016 год;

$ВВП_{(2015)}$ – валовой внутренний продукт за 2015 год.

По имеющейся информации Минэкономики России ВВП в 2016 году в России составил 62147,0 млрд. руб., в 2015 г. – 55967,2 млрд. руб. [10]. В таблице 7 представлен ВВП в период 2013 – 2016 гг.

Таблица 7 – Валовой внутренний продукт в текущих ценах

Год	2013	2014	2015	2016
ВВП, млрд. руб.	55 967,2	62 147,0	66 193,7	70 975,8

Коэффициент К за 2014 год по формуле (27) составляет:

$$К(2014) = \frac{62147,0}{55967,2} = 1,11;$$

Коэффициент (К) за 2015 и 2016 годы составляют:

$$К(2015) = \frac{66193,7}{62147,0} = 1,07;$$

$$К(2016) = \frac{70975,8}{66193,7} = 1,07.$$

Коэффициент К1, характеризует прирост за определенный период количества населения, занятого в экономике.

Количество населения, занятого в экономике в РФ, представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Количество населения, занятого в экономике в РФ

Год	2013	2014	2015	2016
Количество, тыс. человек	70 856,6	71 545,4	71 391,5	72 183,3

Коэффициент К1 составляет:

$$К1(2014) = \frac{71545,4}{70856,6} = 1,01;$$

$$К1(2015) = \frac{71391,5}{71545,4} = 0,99;$$

$$К1(2016) = \frac{72183,3}{71391,5} = 1,01.$$

Коэффициент К2 на 2014, 2015, 2016 определяется по формуле:

$$К2 = \frac{К}{К1}, \quad (29)$$

где К – коэффициент за 2013 г.;

К1 – коэффициент, характеризующий прирост за определенный период количества населения, занятого в экономике.

Коэффициент К2 по формуле (29) составляет:

$$К2(2014) = \frac{1,1104222}{1,009721} = 1,1;$$

$$К2(2015) = \frac{1,065115}{0,9978489} = 1,067;$$

$$К2(2016) = \frac{1,07224}{1,011091} = 1,06.$$

Умножая нормативы величин ущерба за 2013 год на коэффициент К2, определяются необходимые значения в текущих ценах 2014 года. Аналогично

– в 2015 и 2016 г.

$Н1_{без\ ущерб.}$ – без морального ущерба, тыс.руб.

$Н2_{с\ ущерб.}$ – с моральным ущербом, тыс.руб.

Ущерб от гибели человека, имевшего семью:

$Н1_{без\ ущерб.}(2014)=7153,23\cdot1,1=7868,55;$

$Н1_{без\ ущерб.}(2015)= 7868,55\cdot1,067=8395,75;$

$Н1_{без\ ущерб.}(2016)= 8395,75\cdot1,06=8899,49;$

$Н2_{с\ ущерб.}(2014)= 10256,36\cdot1,1=11282;$

$Н2_{с\ ущерб.}(2015)= 11282\cdot1,067=12037,89;$

$Н2_{с\ ущерб.}(2016)= 12037,89\cdot1,06=12760,16.$

Ущерб от гибели человека, не имевшего семью:

$H1_{без\ ущерб.}(2014)=6369,25\cdot1,1=7006,18$;

$H1_{без\ ущерб.}(2015)= 7006,18\cdot1,067=7475,59$;

$H1_{без\ ущерб.}(2016)= 7475,59\cdot1,06=7924,12$;

$H2_{с\ ущерб.}(2014)= 8231,14\cdot1,1=9054,25$;

$H2_{с\ ущерб.}(2015)= 9054,25\cdot1,067=9660,89$;

$H2_{с\ ущерб.}(2016)= 9660,89\cdot1,06=10240,54$;

Ущерб от ранения человека, получившего инвалидность и неработающего:

$H1_{без\ ущерб.}(2014)=5123,45\cdot1,1=5635,8$;

$H1_{без\ ущерб.}(2015)= 5635,8\cdot1,067=6013,39$;

$H1_{без\ ущерб.}(2016)= 6013,39\cdot1,06=6374,2$;

$H2_{с\ ущерб.}(2014)= 6450,23\cdot1,1=7095,25$;

$H2_{с\ ущерб.}(2015)= 7095,25\cdot1,067=7570,63$;

$H2_{с\ ущерб.}(2016)= 7570,63\cdot1,06=8024,87$.

Ущерб от ранения человека, получившего инвалидность и работающего:

$H1_{без\ ущерб.}(2014)=3817,18\cdot1,1=4198,9$;

$H1_{без\ ущерб.}(2015)= 4198,90\cdot1,067=4480,22$;

$H1_{без\ ущерб.}(2016)= 4480,22\cdot1,06=4749,04$;

$H2_{с\ ущерб.}(2014)=4925,32\cdot1,1=5417,85$;

$H2_{с\ ущерб.}(2015)= 5417,85\cdot1,067=5780,85$;

$H2_{с\ ущерб.}(2016)= 5780,85\cdot1,06=6127,7$.

Ущерб от ранения в случае временной нетрудоспособности:

$H1_{без\ ущерб.}(2014)=123,74\cdot1,1=136,11$;

$H1_{без\ ущерб.}(2015)= 136,11\cdot1,067=154,23$;

$H1_{без\ ущерб.}(2016)= 154,23\cdot1,06=153,95$;

$H2_{с\ ущерб.}(2014)= 271,49\cdot1,1=298,64$;

$H2_{с\ ущерб.}(2015)= 298,64\cdot1,067=318,65$;

$H2_{с\ ущерб.}(2016)= 318,65\cdot1,06=337,77$.

Средний процент отклонения точных расчетов от расчетов, выполненных упрощенным методом, составляет не более 1,5%.

В таблице 9 представлены нормативы для расчёта величины ущерба от ДТП в результате гибели или ранения человека (с материальном ущербом и без материального ущерба).

Таблица 9 − Нормативы величины ущерба от ДТП по Российской Федерации

Наименование	Стоимостная оценка ущерба, тыс.руб.	
	без материального ущерба	с материальным ущербом
Гибель человека имевшего семью (Н1)	8 899,49	12 760,16
Гибель человека не имевшего семью (Н2)	7 924,12	10 240,54
Ранение с получением инвалидности без возможности дальнейшей работы (Н3)	6 374,2	8 024,87
Ранение с получением инвалидности с возможностью частичной работы (Н4)	4 749,04	6 127,70
Ранение без получения инвалидности (Н5)	153,95	337,77

Ущерб, связанный со смертью и с потерей здоровья людей, вовлеченных в ДТП ($C_{ДТП}^{сущ}$) определяется по формуле:

$$C_{ДТП}^{сущ} = N_П \cdot C_П + N_Р \cdot C_Р, \quad (30)$$

где $N_П$ – число погибших, чел.;

$N_Р$ – число раненых, чел.;

$C_П$ – средняя стоимость потерь от одного ДТП с ранением, руб.;

$C_Р$ – средняя стоимость потерь от одного ДТП со смертельным исходом.

По формуле (31) ущерб, связанный со смертью и с потерей здоровья людей, вовлеченных в ДТП на перекрестке ул.Горького – ул. Первой Пятилетки составляет за 2016 год:

$C_{ДТП}^{сущ} = 2 \cdot 153\,950 + 4 \cdot 8\,024\,870 = 32\,407\,380$ руб.

Ущерб от дорожно-транспортных происшествий после осуществления мероприятий по реконструкции за год $\left(C_{ДТП}^{прог}\right)$ определяется по формуле:

$$C_{ДТП}^{прог} = C_{ДТП}^{сущ} \cdot \Delta k, \qquad (31)$$

где Δk − коэффициент снижения потерь от ДТП после введения мероприятий по реконструкции.

Коэффициент снижения потерь от ДТП после осуществления мероприятий по реконструкции перекрестка ул.Горького – ул. Первой Пятилетки определяется по формуле:

$$\Delta k = 1 - (1 - k_{об}) \cdot (1 - k_{зк}) \cdot (1 - k_{пч}) \cdot (1 - k_{до}) \cdot (1 - k_{др}) \cdot (1 - k_{дз}), \qquad (32)$$

где $k_{об}$ – вероятность снижения ДТП после обустройства островков безопасности для пешеходов, ($k_{об} = 0{,}05$);

$k_{зк}$ – вероятность снижения ДТП после обустройства «заездного кармана» для общественного транспорта, ($k_{зк} = 0{,}03$);

$k_{пч}$ – вероятность снижения ДТП после уширения проезжей части, ($k_{пч} = 0{,}07$);

$k_{до}$ – вероятность снижения ДТП после установки направляющих пешеходных ограждений, ($k_{др} = 0{,}04$);

$k_{др}$ – вероятность снижения ДТП после нанесение дорожной разметки, ($k_{др} = 0{,}09$);

$k_{дз}$ – вероятность снижения ДТП после установки новых дорожных знаков, ($k_{дз} = 0{,}08$).

По формуле (32) коэффициент снижения потерь от ДТП после осуществления мероприятий по реконструкции перекрестка ул.Горького – ул. Первой Пятилетки составляет:

$\Delta k = 1 – (1 – 0{,}05) \cdot (1 – 0{,}03) \cdot (1 –0{,}07) \cdot (1 – 0{,}04) \cdot (1 – 0{,}09) \cdot (1 – 0{,}08) = 0{,}31$

По формуле (31) ущерб от дорожно-транспортных происшествий после осуществления мероприятий по реконструкции перекрестка за год перекрестка ул.Горького – ул. Первой Пятилетки составляет:

$С_{ДТП}^{прог} = 32\ 407\ 480 \cdot 0{,}31 = 10\ 046\ 318{,}8$ руб.

Социально-экономический эффект после осуществления предлагаемых мероприятий за год (Д) определяется по формуле:

$$Д = С_{ДТП}^{сущ} - С_{ДТП}^{прог}, \quad (33)$$

Социально-экономический эффект после осуществления предлагаемых мероприятий по формуле (33) составляет:

$Д = С_{ДТП}^{сущ} - С_{ДТП}^{прог} = 32\ 407\ 480 – 10\ 046\ 318{,}8 = 22\ 361\ 161{,}2$ руб.

3.3 Расчет экономической целесообразности принятия инвестиционного проекта по реконструкции перекрестка ул.Горького – ул. Первой Пятилетки

Эффективность реализации мероприятий по реконструкции перекрестка ул.Горького – ул. Первой Пятилетки заключается в предотвращении социально-экономического и демографического ущерба от дорожно-транспортных происшествий и их последствий.

Срок окупаемости проекта (Т) определяется по формуле:

$$Т = \frac{К}{Д}, \quad (34)$$

где Д − социально-экономический эффект после осуществления предлагаемых мероприятий;

К − вероятность снижения ДТП.

По формуле (34) срок окупаемости составляет:

$$T = \frac{5\,424\,021}{22\,361\,161{,}2} = 0{,}24.$$

Таким образом, предполагаемый срок окупаемости мероприятий составляет около трех месяцев.

Вывод по разделу три

В данном разделе проведена экономическая оценка эффективности мероприятий по реконструкции перекрестка ул. Горького – ул. Первой Пятилетки. Проведены расчеты по определению капитальных вложений по предлагаемым организационным мероприятиям. Мероприятия оказались окупаемы через три месяца.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Распространение и трансформация автомобильных выбросов в атмосфере

На автомобильный транспорт приходится свыше 40% всех вредных выбросов в атмосферу. Наличие токсичных компонентов (окиси азота, окиси углерода, углеводородов и т.д.) в отработавших газах двигателей внутреннего сгорания создает опасность для здоровья населения [18].

К основным токсичным выбросам автомобиля относятся: отработавшие газы (ОГ), картерные газы и топливные испарения. Отработавшие газы, выбрасываемые двигателем, содержат окись углерода (CO), углеводороды (C_xH_y), оксид азота (NO) бенз(а)пирен, альдегиды и сажу. Картерные газы – это смесь части отработавших газов, проникшей через неплотности поршневых колец в картер двигателя, с парами моторного масла. Топливные испарения поступают в окружающую среду из системы питания двигателя: стыков, шлангов и т.д.

Так, твердые частицы размером более 0,1 мм оседают на подстилающих поверхностях в основном из-за действия гравитационных сил. Частицы, размер которых менее 0,1 мм, также газовые примеси в виде CO, C_xH_y,NO, SO_x распространяются в атмосфере под воздействием процессов диффузии. Они вступают в процессы физико-химического взаимодействия между собой и с компонентами атмосферы, и их действие проявляется на локальных территориях в пределах определенных регионов.

Вредные токсичные выбросы можно разделить на регламентированные и нерегламентированные. Они действуют на организм человека по-разному. Вредные токсичные выбросы: CO,NO, C_xH_y, SO_x, сажа, дым.

CO (оксид углерода) – этот газ без цвета и запаха, более легкий, чем воздух.

Образуется на поверхности поршня и на стенке цилиндра, в котором активация не происходит вследствие интенсивного теплоотвода стенки, плохого распыления топлива и диссоциации SO_2 на CO и O_2при высоких температурах.

Во время работы дизеля концентрация CO незначительна (0,1…0,2%). У карбюраторных двигателей при работе на холостом ходу и малых нагрузках содержание CO достигает 5…8% из-за работы на обогащенных смесях. Это достигается для того, чтобы при плохих условиях смесеобразование обеспечить требуемое для воспламенения и сгорания число испарившихся молекул [19].

NO (оксид азота) – самый токсичный газ из ОГ. N – инертный газ при нормальных условиях. Активно реагирует с кислородом при высоких температурах.

Выброс с ОГ зависит от температуры среды. Чем больше нагрузка двигателя, тем выше температура в камере сгорания, и соответственно увеличивается выброс оксидов азота.

Углеводороды (C_xH_y) – этан, метан, бензол, ацетилен и др. токсичные элементы. ОГ содержат около 200 разных гидроводородов. В дизельных двигателях C_xH_y образуются в камере сгорания из-за гетерогенной смеси, то есть пламя гаснет в очень богатой смеси, где не хватает воздуха за счет неправильной турбулентности, низкой температуры, плохого распыления.

ДВС выбрасывает большее количество C_xH_y, когда работает в режиме холостого хода, за счет плохой турбулентности и уменьшения скорости сгорания.

Дым – непрозрачный газ. Дым может быть белым, синим, черным. Цвет зависит от состояния ОГ.

Белый и синий дым – это смесь капли топлива с микроскопическим количеством пара; образуется из-за неполного сгорания и последующей конденсации.

Белый дым образуется, когда двигатель находится в холодном состоянии, а потом исчезает из-за нагрева. Отличие белого дыма от синего определяется размером капли: если диаметр капли больше длины волны синего цвета, то глаз

воспринимает дым как белый или серого цвета с ярким оттенком.

Сажа – представляет собой бесформенное тело без кристаллической решетки,
в ОГ дизельного двигателя сажа состоит из неопределенных частиц с размерами 0,3... 100 мкм.

SO_2 (оксид серы) – образуется во время работы двигателя из топлива, получаемого из сернистой нефти (особенно в дизелях); эти выбросы раздражают глаза, органы дыхания. SO_2, H_2S – очень опасны для растительности.

Вредные вещества при эксплуатации подвижных транспортных средств поступают в воздух с отработавшими газами, испарениями из топливных систем и при заправке, а так же с картерными газами. На выбросы оксида углерода значительное влияние оказывает рельеф дороги и режим движения

автомашины. Так, например, при ускорении и торможении в отработавших газах увеличивается содержание оксида углерода почти в 8 раз. Минимальное количество оксида углерода выделяется при равномерной скорости автомобиля 60 км/ч.

Выбросы оксидов азота максимальны при отношении воздух – топливо 16:1. Таким образом, значения выбросов вредных веществ в отработавших газах автотранспорта зависят от целого ряда факторов: отношения в смеси воздуха и топлива, режимов движения автотранспорта, рельефа и качества дорог, технического состояния автотранспорта и др [20].

Основная причина загрязнения воздуха заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. Из всего расходуемого двигателем топлива только до 20% идет на совершение работы по движению автомобиля. К тому же камера сгорания автомобильного двигателя – это своеобразный химический реактор, синтезирующий ядовитые вещества и выбрасывающий их в атмосферу.

4.2 Шумовое воздействие на автомобильном транспорте

Один из основных источников шума в городе – автомобильный транспорт, интенсивность движения которого постоянно растёт. Наибольшие уровни шума
90-95 дБ отмечаются на магистральных улицах городов со средней

интенсивностью движения 2-3 тыс. и более транспортных единиц в час.

Уровень уличных шумов обуславливается интенсивностью, скоростью и характером транспортного потока. Кроме того, он зависит от планировочных решений (продольный и поперечный профиль улиц, высота и плотность застройки) и таких элементов благоустройства, как покрытие проезжей части и наличие зелёных насаждений. Каждый из этих факторов способен изменить уровень транспортного шума в пределах до 10 дБ.

В промышленном городе обычно высок процент грузового транспорта на магистралях. Увеличение в общем потоке автотранспорта грузовых автомобилей, особенно большегрузных с дизельными двигателями, приводит к повышению уровней шума. В целом грузовые и легковые автомобили создают на территории городов тяжёлый шумовой режим [21].

Шум, возникающий на проезжей части магистрали, распространяется не только на магистральную территорию, но и вглубь жилой застройки. Так, в зоне наиболее сильного воздействия шума находятся части кварталов и микрорайонов, расположенных вдоль магистралей общегородского значения (эквивалентные уровни шума от 67,4 до 76,8 дБ). Уровни шума, замеренные в жилых комнатах при открытых окнах, ориентированных на указанные магистрали, всего на 10-15 дБ ниже.

Акустическая характеристика транспортного потока определяется показателями шумности автомобилей. Шум, производимый отдельными транспортными экипажами, зависит от многих факторов: мощности и режима работы двигателя, технического состояния экипажа, качества дорожного покрытия, скорости движения. Кроме того, уровень шума, как и экономичность эксплуатации автомобиля, зависит от квалификации водителя. Шум от двигателя резко возрастает в момент его запуска и прогревания (до 10 дБ). Движение автомобиля на первой скорости (до 40 км/ч) вызывает излишний расход топлива, при этом шум двигателя в 2 раза превышает шум, создаваемый им на второй

скорости. Значительный шум вызывает резкое торможение автомобиля при движении на большой скорости. Шум заметно снижается, если скорость движения

гасится за счёт торможения двигателем до момента включения ножного тормоза.

За последнее время средний уровень шума, производимый транспортом, увеличился на 12-14 дБ. Вот почему проблема борьбы с шумом в городе приобретает всё большую остроту. Допустимые уровни внутреннего шума автотранспортных средств приведены в таблице 4.1 [22].

Таблица 4.1 – Допустимые уровни внутреннего шума автотранспортных средств

Автотранспортное средство	Допустимые уровни звука, дБ *А*	
	до 01.01.2014	после 01.01.2014
Автомобили и автобусы для перевозки пассажиров		
Категория M_1	78	77
Категория M_1 (вагонная или полукапотная компоновка кузова)	80	79
Категория M_2, M_3:		
на рабочем месте водителя	78	77
в пассажирском помещении автобусов классов B, II и III	80	79
в пассажирском помещении автобусов классов A и I	82	81
Категории M_2, M_3 с расположением двигателя спереди или в зоне рабочего места водителя, в том числе вахтовые и другие специальные автобусы, изготовленные на шасси грузовых автомобилей	80	79
Автомобили для перевозки грузов		
Категория N_1 полной массой до 2 т	80	79
Категория N_1 полной массой от 2 до 3,5 т	82	81
Категории N_2, N_3	82	81
Категории N_2, N_3 (седельные тягачи, грузовые автомобили (при наличии спального места)	80	78
Полуприцепы, предназначенные для перевозки пассажиров	80	79

где категория M1 − транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров и имеющие, помимо места водителя, не более восьми мест для сидения;

категория M2 − транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, технически допустимая максимальная масса которых не превышает 5 тонн;

категория M3 − транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, технически допустимая максимальная масса которых превышает 5 тонн;

категория N1 − транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие технически допустимую максимальную массу не более 3,5 тонн;

категория N2 − транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие технически допустимую максимальную массу свыше 3,5 тонн, но не более 12 тонн;

категория N3 − транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие технически допустимую максимальную массу более 12 тонн.

Снижение городского шума может быть достигнуто в первую очередь за счёт уменьшения шумности транспортных средств.

К градостроительным мероприятиям по защите населения от шума относятся: увеличение расстояния между источником шума и защищаемым объектом; применение акустически непрозрачных экранов (откосов, стен и зданий-экранов), специальных шумозащитных полос озеленения; использование различных приёмов планировки, рационального размещения микрорайонов. Кроме того, градостроительными мероприятиями являются рациональная застройка магистральных улиц, максимальное озеленение территории микрорайонов и разделительных полос, использование рельефа местности и др.

Существенный защитный эффект достигается в том случае, если жилая застройка размещена на расстоянии не менее 25-30 м от автомагистралей и

зоны разрыва озеленены. При замкнутом типе застройки защищёнными оказываются только внутриквартальные пространства, а внешние фасады домов попадают в неблагоприятные условия, поэтому подобная застройка автомагистралей нежелательна. Наиболее целесообразна свободная застройка, защищённая от стороны улицы зелёными насаждениями и экранирующими зданиями временного пребывания людей (магазины, столовые, рестораны, ателье и т.п.). Расположение магистрали в выемке также снижает шум близ расположенной территории [23].

4.3 Обеспечение безопасности движения при производстве дорожных работ

Основными принципами обеспечения безопасности дорожного движения в местах дорожных работ являются:

- создание безопасного режима дорожного движения на участках производства работ;
- предупреждение участников дорожного движения о ведущихся дорожных работах на данном участке;
- обозначение направлений объезда имеющихся на проезжей части препятствий, либо устройство объезда ремонтируемого участка;
- создание безопасных условий для рабочих.

Выполнение указанных задач решается с помощью временных технических средств организации движения и ограждения мест производства работ на проезжей части дороги, вид которых выбирается в соответствии с местом, характером проводимых работ и дорожными условиями. Средствами организации движения в местах производства работ на проезжей части дорог являются [24]:

- временные дорожные знаки;
- временная разметка проезжей части;
- освещение;

− ограждающие и направляющие устройства и другие технические средства;

− регулировщики дорожного движения.

Зона производства работ на проезжей части дорог условно состоит из следующих функциональных частей:

− участок предупреждения водителей транспортных средств о проведении работ на проезжей части дороги и установления безопасного режима движения;

− участок отгона транспортных средств. Обеспечивает плавный перевод транспортных средств с полосы, занятой дорожными работами, на свободную полосу в объезд рабочей зоны путем использования ограждающих устройств, конусов, пластин и т.д. На участке отгона для отклонения транспортного потока могут устанавливаться соответствующие дорожные знаки;

− буферная зона. Обеспечивает безопасность от воздействия транспортных средств, случайно не изменивших траекторию движения;

− рабочая зона. В ней должны находиться материалы, механизмы и рабочие. Ограждается от транспортных средств и пешеходов;

− участок возврата транспортных средств на полосу движения, где снимаются ранее установленные ограничения на движение транспортных средств.

Вывод по разделу четыре

В этом разделе рассмотрены аспекты безопасности жизнедеятельности, связанные с разрабатываемыми в дипломном проекте вопросами. После внедрения мероприятий необходим период адаптации водителей и пешеходов. Данные мероприятия не сразу дадут положительный результат. Совместное действие дорожных знаков и разметки поможет водителям в принятии необходимых решений.