

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Пензенский государственный университет архитектуры и строительства"
Автомобильно-дорожный институт

Кафедра "Организация и безопасность движения"

Утверждаю:
Зав. кафедрой

_____ И.Е. Ильина
(подпись, инициалы, фамилия)
" ____ " _____ 2017 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к выпускной квалификационной работе на тему

Совершенствование схемы организации движения по ул. Чехова г.Пензы

(наименование темы)

Автор ВКР _____ (Макаров И.В.)
(подпись, инициалы, фамилия)

Обозначение ВКР-2069059-23.03.01-130626-17 Группа ТТП-41

Направление 23.03.01 "Технология транспортных процессов"

Руководитель ВКР _____ (Власов А.А.)
(подпись, дата, инициалы, фамилия)

Нормоконтроль _____ (Ильина И.Е.)
(подпись, дата, инициалы, фамилия)

Пенза 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
"Пензенский государственный университет архитектуры и строительства"
Автомобильно-дорожный институт

Кафедра "Организация и безопасность движения"

Утверждаю:
Зав. кафедрой

И.Е. Ильина
(подпись, инициалы, фамилия)

число

месяц

год

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ
КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студент Макаров Илья Владимирович

Группа ТТП-41

Тема Совершенствование схемы организации движения по ул. Чехова г.Пензы

утверждена приказом по Пензенскому ГУАС № 06-09-332 от 01.12.2016 г
число месяц год

Срок представления ВКР к защите 2017 г.
число месяц год

I. Исходные данные для ВКР

1. Результаты исследований условий движения
2. Характеристики улично-дорожной сети г. Пензы
3. Нормативная литература по обеспечению безопасности дорожного движения

II. Содержание пояснительной записки

1. Существующая схема организации движения
2. Разработка проектных решений
3. Обустройство пересечения средствами регулирования

III. Перечень графического материала

1. Привязка района проектирования к улично-дорожной сети

2. Существующая схема движения

3. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий

4. Исследование интенсивности движения

5. Результаты моделирования

6 Предлагаемая схема организации движения

IV. График выполнения ВКР

№п/п	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения этапа
1	Анализ условий движения	1.05.2017
2	Разработка проектных решений	10.06.2017
4	Оформление выпускной квалификационной работы	23.06.2017

Дата выдачи задания 10.01.2017

Научный руководитель проекта 10.01.2017 (А.А Власов)
подпись, дата, инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению 10.01.2017 (И.В Макаров)
подпись, дата инициалы, фамилия

Аннотация

Выпускная квалификационная работа выполнена на тему «Совершенствование схемы организации движения по ул. Чехова г.Пензы» и состоит из 64 листов пояснительной записки и 6 листов графической части.

В первой главе проведён анализ условий движения. Выявлены используемые технические средства организации движения, параметры улично-дорожной сети, проведено исследование интенсивности движения, проведен анализ статистики дорожно-транспортных происшествий.

Во второй на основе оптимизационных расчетов и имитационного моделирования выполнена разработка предлагаемой схемы организации движения, позволяющей ликвидировать имеющиеся проблемы на ул. Чехова.

В третьей главе выполнен выбор технических средств организации движения и приведены требования по его установке и проведению монтажных работ.

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Зав.каф..		Ильина И.Е.			Совершенствование схемы организации движе- ния по ул. Чехова г. Пензы	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Власов А.А.							
Консульт.						ПГУАС, каф. ОБД, гр. ТТП-41			
Н. Контр.		Ильина И.Е.							
Студент		Макаров И.В.							

Содержание

Введение	6
1 Существующая схема организации движения.....	8
1.1 Существующая схема движения	8
1.2 Режимы работы светофорных объектов.....	15
1.3 Исследование интенсивности движения	20
1.4 Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий.....	27
2 Разработка проектных решений	32
2.1 Методика расчета режимов работы светофорной сигнализации	32
2.2 Анализ вариантов организации движения	37
3 Обустройство пересечения средствами регулирования	48
3.1 Выбор дорожного контроллера	48
3.2 Обустройство светофорного объекта	52
3.3 Обустройство искусственного освещения	57
Заключение	62
Литература.....	63

Введение

В условиях социально-экономических преобразований значимость автомобильного транспорта в транспортной системе страны постоянно возрастает. Быстрыми темпами растет его вклад в обеспечение мобильности населения. Повседневное массовое использование личных автомобилей является одним из главных факторов формирования нового образа жизни. Развитие рынков товаров и услуг, малого и среднего бизнеса объективно расширяет сферу применения грузового автомобильного транспорта, что обусловлено его высокой адаптированностью к рыночным условиям. Темпы наращивания парка личных и коммерческих автомобилей позволяют говорить о массовой автомобилизации страны, которая носит необратимый характер.

Процесс автомобилизации противоречив. Обеспечивая новое качество жизни людей и способствуя развитию рыночной экономики, автомобилизация сопровождается и негативными последствиями, связанными с ущербом от ДТП, загрязнением окружающей среды, перегрузкой дорог и городских улиц, проблемами развития городской среды, дестабилизацией работы наземного пассажирского общественного транспорта, проблемой утилизации автотранспортных средств и рядом других факторов.

Автомобильный транспорт прочно вошел в современную жизнь, обеспечивая большой объем перевозок во всех сферах человеческой деятельности.

Условия дорожного движения на городских территориях постоянно усложняются. Ежегодно прирост интенсивности движения составляет 10 - 20%, а увеличение пропускной способности улично-дорожной сети за этот период не превышает 5%.

Улично-дорожная сеть многих крупных и средних городов уже исчерпала резервы пропускной способности и находится в условиях постоянного образования заторов, создания аварийных ситуаций при пропуске транспортных и пешеходных потоков.

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Низкий технический уровень дорог обуславливает высокий размер транспортной составляющей в себестоимости продукции. Себестоимость перевозок по российским дорогам в 1,5 раза, а расход горючего на 30 % превышают аналогичные показатели развитых зарубежных стран. Ежегодно в ДТП, при совершении которых сопутствующим фактором были неудовлетворительные дорожные условия, погибает более 7 тыс. и около 40 тыс. человек получают ранения. Уровень оснащённости городов техническими средствами организации движения и автоматизированными системами управления остается низким.

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Существующая схема организации движения

Улица Чехова расположена в Железнодорожном районе г. Пензы. Она проходит от улицы Бакунина до улицы Железнодорожная (параллельно улице Урицкого) и является магистральной улицей общегородского значения с регулируемым движением транспорта.

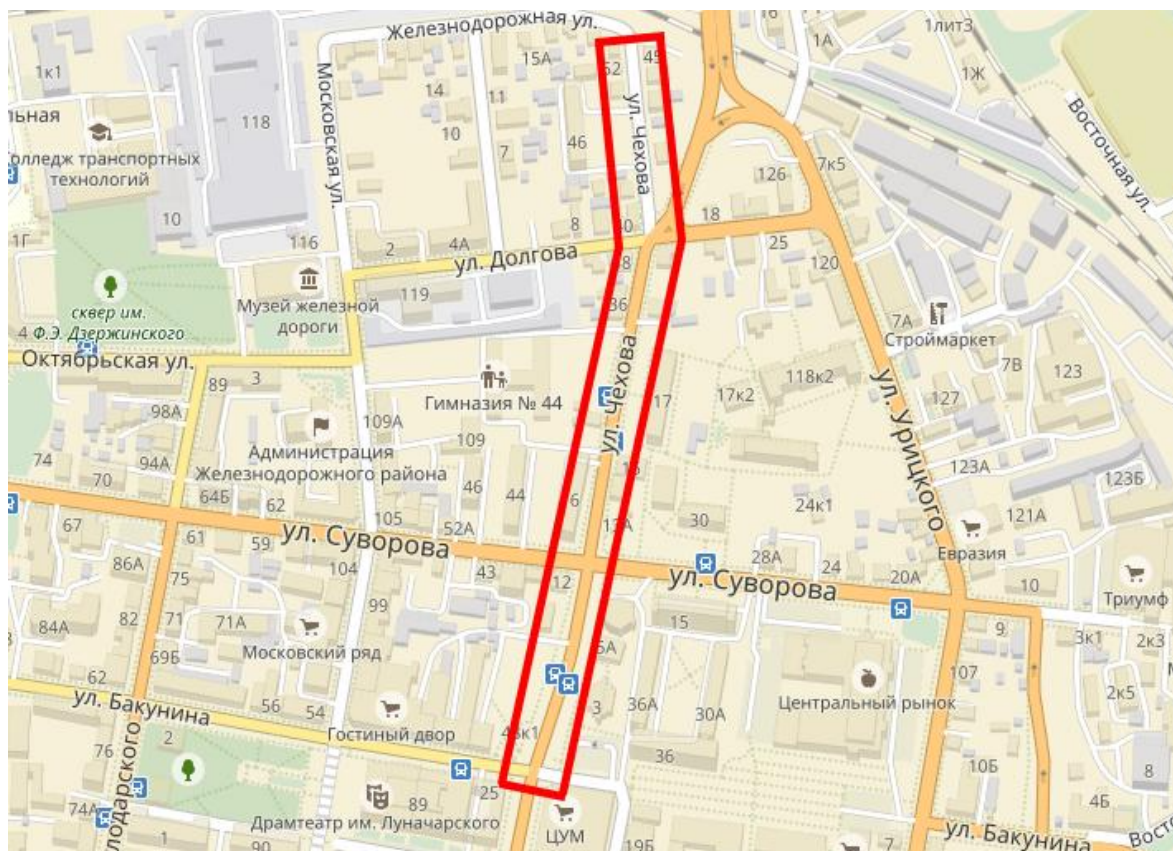


Рисунок 1.1 – План месторасположения ул. Чехова

Вблизи находятся гимназия №44, отделенческая клиническая больница на станции Пенза, УМВД России по городу Пензе, музей железной дороги, администрация Железнодорожного района, Пензенский областной драматический театр им. Луначарского. По улице Чехова осуществляется движение ТС к улицам Долгова, Суворова, Бакунина.

1.1 Существующая схема движения

Общегородская улица предназначена, прежде всего, для пешеходов и их обслуживания обычными видами транспорта, а также движение легковых автомобилей. Главной целью функционирования улицы является удобство

пешеходов и доступность объектов, расположенных вдоль нее. Общегородская улица всегда должна быть многофункциональна, по ней, как правило, проходят все виды общественного транспорта и запрещен проезд грузового и крупногабаритного транспорта.

Исходя из функциональных задач общегородской улицы, скорость движения транспорта здесь не является значимой целью, а наоборот, как правило, ограничивается, чтобы обезопасить движение большого потока пешеходов и общественного транспорта.

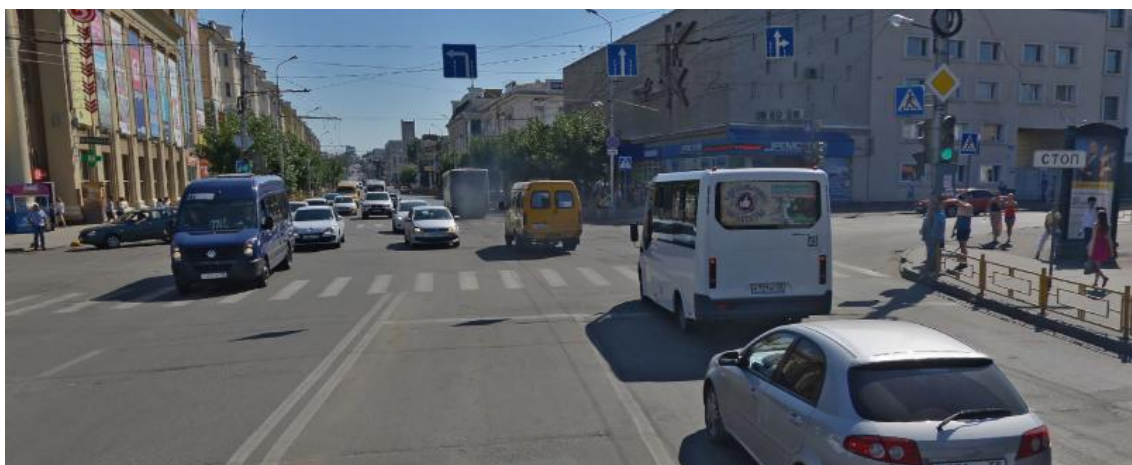
Дорожное движение по улице Чехова осуществляется при помощи технических средств организации дорожного движения, таких как:

- дорожные знаки;
- дорожная разметка;
- светофорное регулирование.

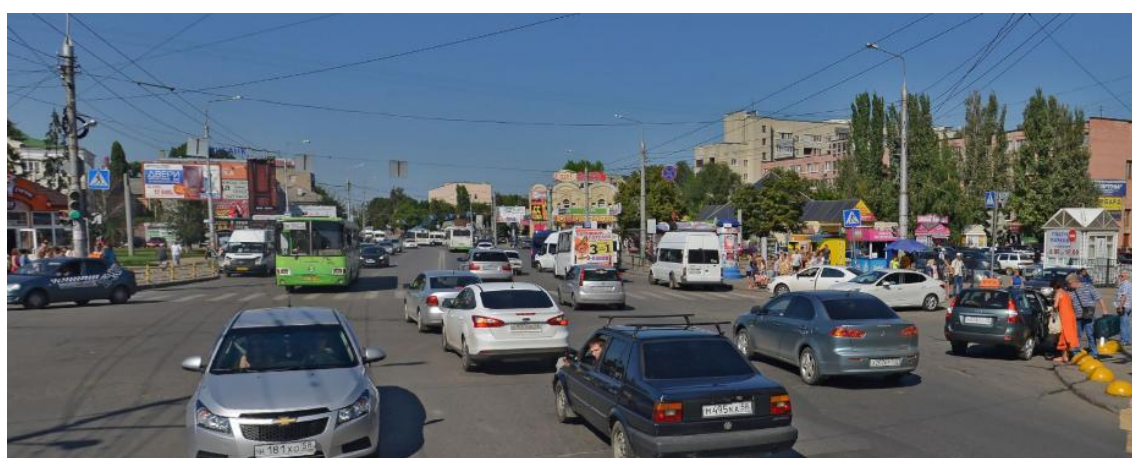
Проезжая часть на участке от пересечения ул. Чехова – ул. Бакунина до ул. Суворова имеет ширину 21м и размечена на шесть полос движения – по три для каждого направления. На участке от улицы Суворова до улицы Долгова проезжая часть имеет ширину 7м и размечена на две полосы движения – по одной для каждого направления. На участке от улицы Долгова до улицы Железнодорожная проезжая часть имеет ширину 7м и размечена на две полосы движения – по одной для каждого направления. Движение пешеходов вдоль проезжей части осуществляется по тротуару.

Пересечение ул. Чехова – ул. Бакунина является регулируемым четырёхсторонним пересечением. Установлен режим главной дороги для ул. Чехова. Пропуск пешеходов через проезжую часть осуществляется по пешеходному переходу, обустроенному с помощью знаков 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход», дорожной разметки 1.14 и пешеходного светофора П.1. Так же, на пересечении с улицей Бакунина установлены знаки: 2.1 «Главная дорога», 5.15.2 «Направления движения по полосе», 6.16 «Стоп-линия», 3.27 «Остановка запрещена» (рисунок 1.2).

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



а



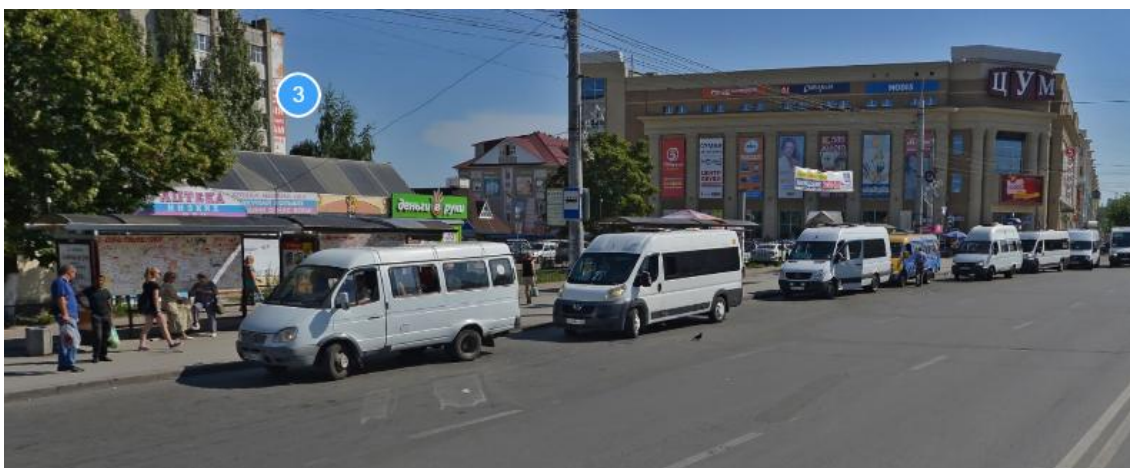
б

Рисунок 1.2 – Вид пересечения ул.Чехова – ул.Бакунина (а – вид со стороны ул.Чехова; б – вид со стороны ул.Кирова)

В зоне дома № 3 по обе стороны проезжей части находятся места остановок общественного транспорта (рисунок 1.3).



а



б

Рисунок 1.3 – Место остановки общественного транспорта (а – в зоне дома №50; б – в зоне дома №3)

Пересечение ул.Чехова – ул.Суворова является регулируемым четырёхсторонним пересечением. Установлен режим главной дороги для ул.Суворова. Пропуск пешеходов через проезжую часть осуществляется по пешеходному переходу, обустроенному с помощью знаков 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход», дорожной разметки 1.14 и пешеходного светофора П.1.Так же, на пересечении с улицей Суворова, установлены знаки: 2.4 «Уступите дорогу», 5.15.2 «Направления движения по полосе», 6.16 «Стоп-линия», 3.27 «Остановка запрещена» (рисунок 1.4).



а



б



в

Рисунок 1.4 – Пересечение ул.Чехова – ул.Суворова (а – вид со стороны ул.Чехова; б – вид со стороны ул.Суворова; в– вид со стороны ул.Кирова)

В зоне дома № 42 установлен знак 3.27 «Остановка запрещена» (рисунок 1.5).

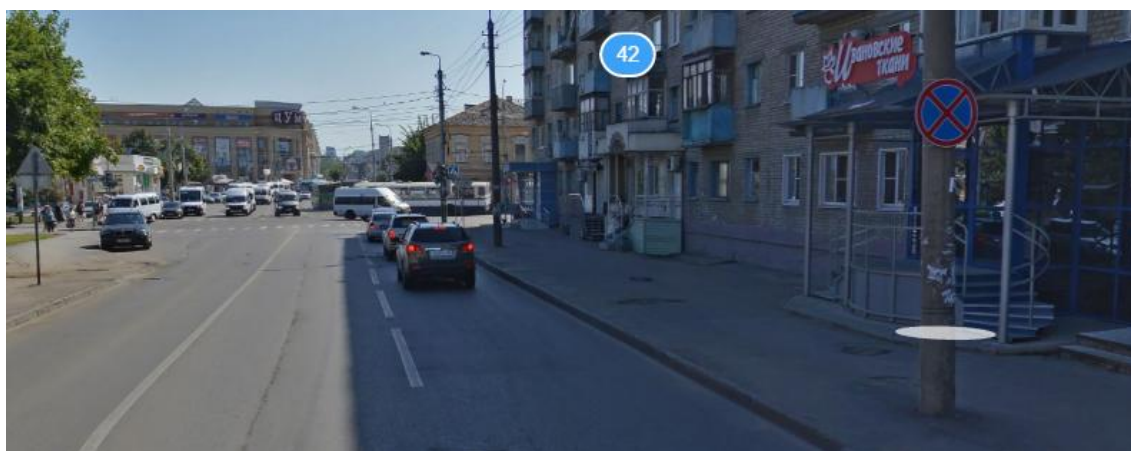
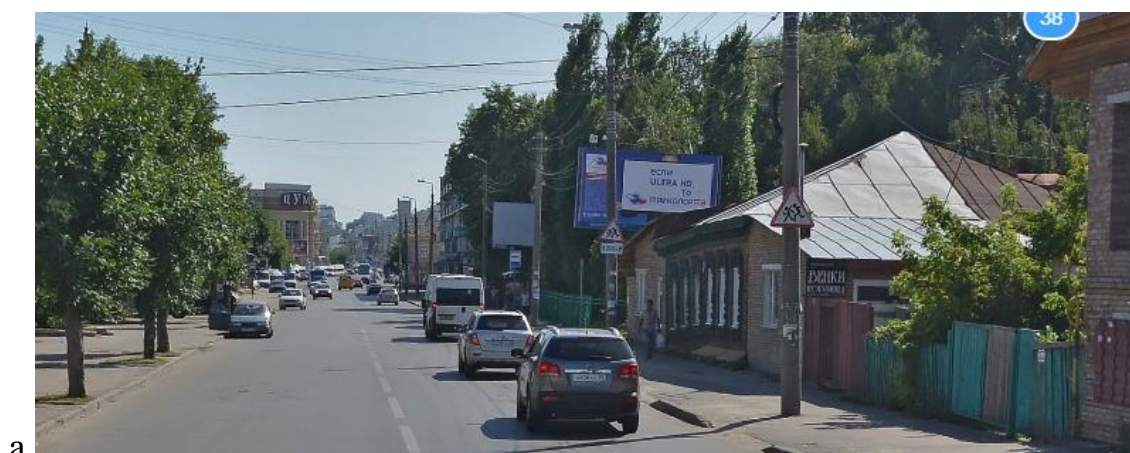


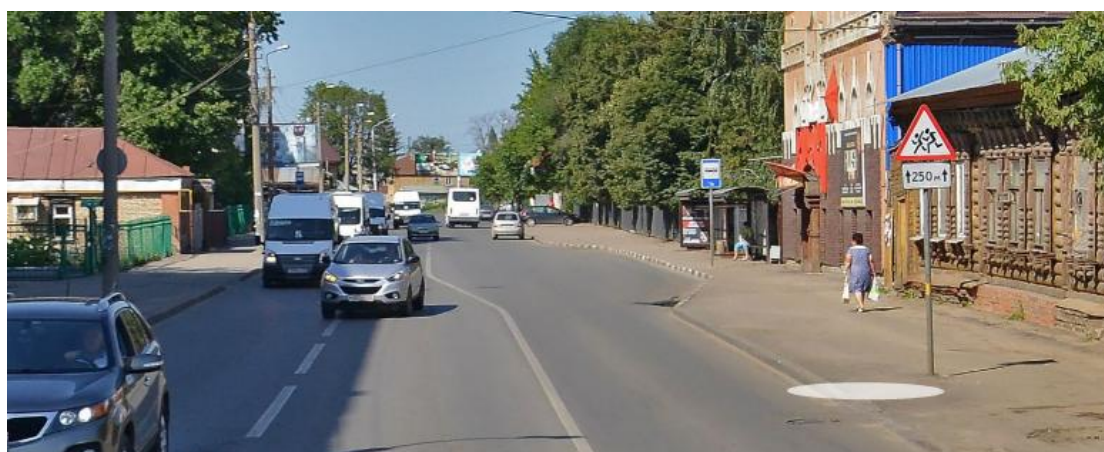
Рисунок 1.5 – Участок дороги на подходе к пересечению с ул.Суворова (в зоне дома №42)

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

На участке дороги в зоне дома №36 установлен основной знак 1.23 «Дети» и повторный дорожный знак 1.23 «Дети» с табличкой 8.2.1 «Зона действия». Для встречного направления отсутствует основной дорожный знак 1.23 (рисунок 1.6).



а



б

Рисунок 1.6 – Участок дороги (а – в зоне дома №36 по ул. Чехова, б – напротив дома №42 по ул. Чехова)

На стороне гимназии №44 (в зоне дома № 26) находится место остановки общественного транспорта (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Место остановки общественного транспорта

На участке дороги в зоне дома №38 установкой знака 3.4 «Движение грузовых автомобилей запрещено» ограничен въезд грузовых ТС на проезжую часть ул. Чехова в направлении ТЦ «ЦУМ» (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Участок дороги в зоне дома № 38 по ул. Чехова

Пересечение ул. Чехова – ул. Долгова входит в транспортный узел образованный улицами Чехова – Долгова – Урицкого – Сурская. Спутниковый снимок пересечения приведен на рисунке 1.9. Установлен режим главной дороги для ул. Сурская. Пропуск пешеходов через проезжую часть осуществляется по пешеходному переходу, обустроенному с помощью знаков 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход», дорожной разметки 1.14 и пешеходного светофора П.1. На пересечении установлены знаки: 2.1 «Главная дорога», 2.4 «Уступите дорогу», 6.16 «Стоп-линия», 4.1.2 «Движение направо», 6.15.1 «Направление движения для грузовых автомобилей» (рисунок 1.10).



Рисунок 1.9 – Спутниковый снимок пересечения ул.Чехова – ул.Долгова – ул. Сурская



Рисунок 1.10 – Пересечение ул.Чехова – ул.Долгова (а – вид со стороны ул.Чехова; б – вид со стороны ул.Сурская)

1.2 Режимы работы светофорных объектов

Светофорное регулирование движения предназначено для попеременного пропуска транспортных и пешеходных потоков по взаимно конфликтующим направлениям. Прежде всего это относится к перекресткам с интенсивным движением, где с помощью только знаков и дорожной разметки нельзя обеспечить безопасность движения. Чем выше интенсивность движения, тем больше вероятность возникновения конфликтов и тем меньше возможность исключить эту опасность, не прибегая к светофорному регулированию.

Пофазный разъезд обеспечивает разделение конфликтующих потоков во времени. Число фаз, а следовательно, и выделенных групп транспортных и пеше-

ходных потоков в соответствующих фазах зависит от характера конфликтных точек на перекрестке и интенсивности движения в каждом направлении. С точки зрения безопасности движения, число фаз должно быть таким, чтобы не было ни одной конфликтной точки. Вместе с тем, увеличение числа фаз ведет к увеличению длительности цикла и, что особенно важно, увеличению его непроизводительных составляющих – числа и суммарной длительности промежуточных тактов.

В процессе пофазного разъезда каждый участок движения получает право на пересечение стоп-линии, как правило, лишь в одной фазе. С ростом их числа время ожидания права проезда каждого участника движения увеличивается, следовательно, увеличивается суммарная задержка на перекрестке. Кроме того, каждой фазе должна соответствовать минимум одна своя полоса движения на подходах к перекрестку. В противном случае реализовать пофазный разъезд не удастся. Выделение для каждой фазы своей полосы (или полос) движения в свою очередь приводит к недоиспользованию пропускной способности полосы. Следствием этого является уменьшение пропускной способности перекрестка с ростом числа фаз.

В простейшем случае, когда преобладает движение в прямых направлениях, разъезд ТС может быть организован по двухфазному циклу.

Применение трех и более фаз связано, как правило, с высокой интенсивностью левоповоротных потоков или пешеходного движения. Появление третьей фазы открывает возможность для различных вариантов организации движения.

Таким образом, определение оптимального числа фаз регулирования является решением компромиссным. В интересах высокой пропускной способности следует всегда стремиться к минимальному числу фаз настолько, насколько позволяют условия безопасности движения.

Основные принципы пофазного разъезда:

- а) стремиться к минимальному числу фаз в цикле регулирования;
- б) учитывать, что допускается совмещать в одной фазе:

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- левоповоротный поток, конфликтующий с определяющим длительность фазы встречным потоком прямого направления, если левоповоротный поток не превышает 120 авт./ч;

- пешеходный и конфликтующие с ним поворотные транспортные потоки, если пешеходный поток не превышает 900 чел/час, а поворотные не превышают 120 авт./ч.

в) не выпускать из одной и той же полосы ТС, движение которых предусмотрено в разных фазах, т. е. полосы движения закрепляют за определенными фазами;

г) стремиться к равномерной загрузке полос. Интенсивность движения, в среднем приходящаяся на одну полосу, не должна превышать диапазон 600-700 ед/час;

д) при широкой проезжей части (3 полосы движения и более в одном направлении) следует рассматривать возможность поэтапного перехода пешеходами улицы в течение двух следующих друг за другом фаз регулирования.

Схемы пофазного регулирования движения и временные диаграммы переключения сигналов на светофорных объектах по улице Чехова приведены на рисунках 1.11, 1.12, 1.13.

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

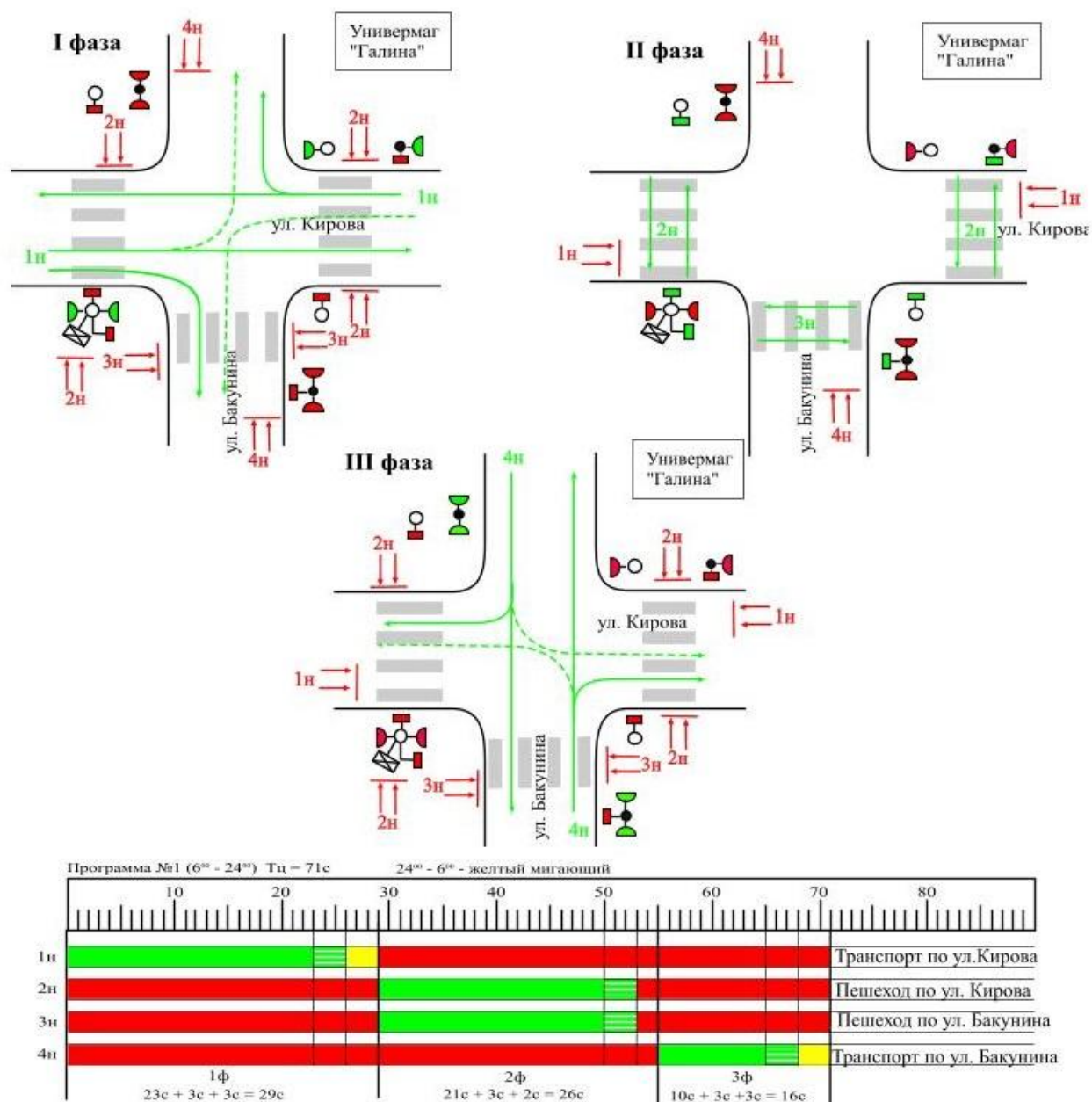


Рисунок 1.11 – Схема пофазного регулирования движения и временная диаграмма переключения светофорных сигналов на пересечении ул.Чехова – ул.Бакунина – ул.Кирова

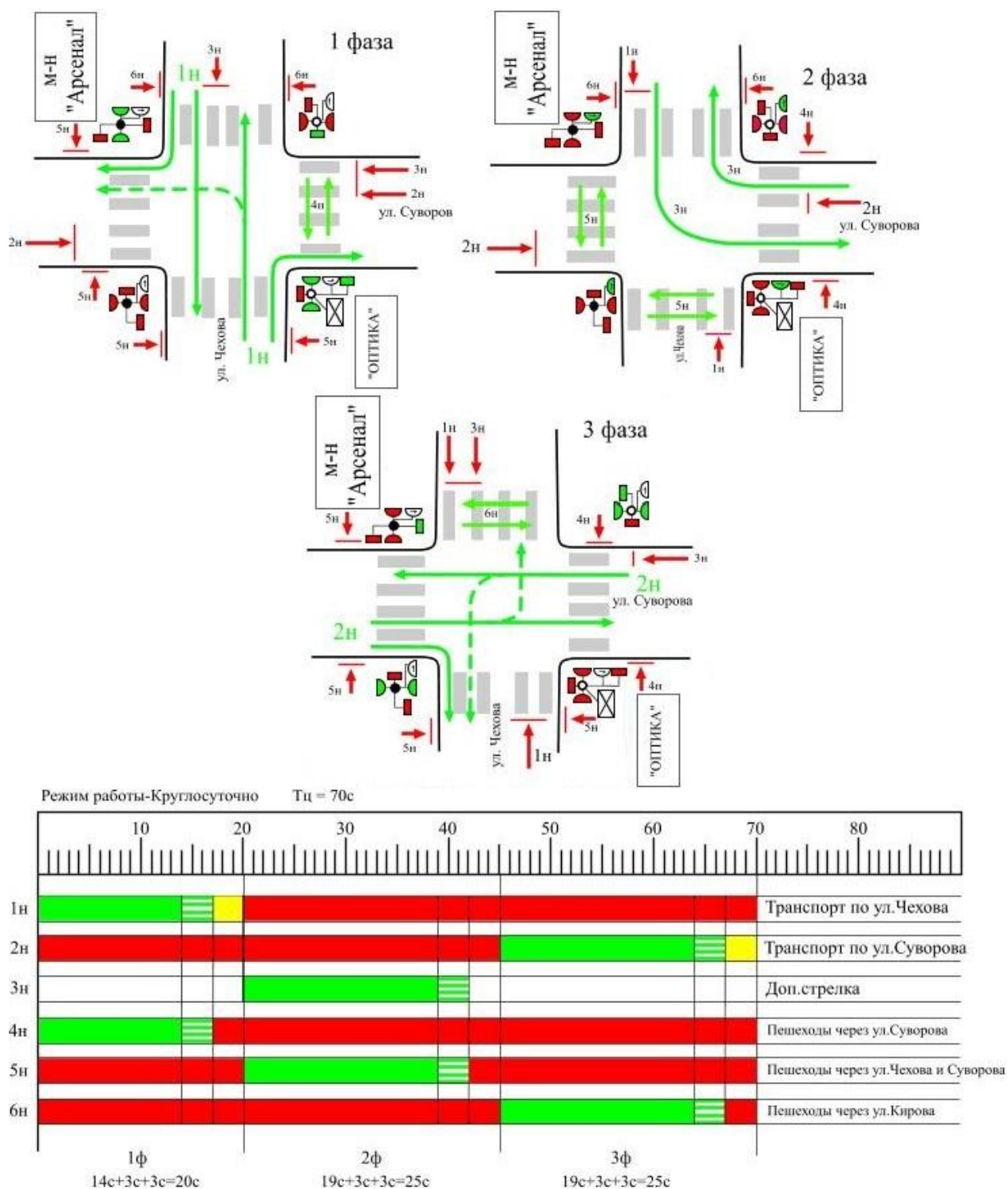


Рисунок 1.12 – Схема пофазного регулирования движения и временная диаграмма переключения светофорных сигналов на пересечении ул.Чехова – ул.Суворова

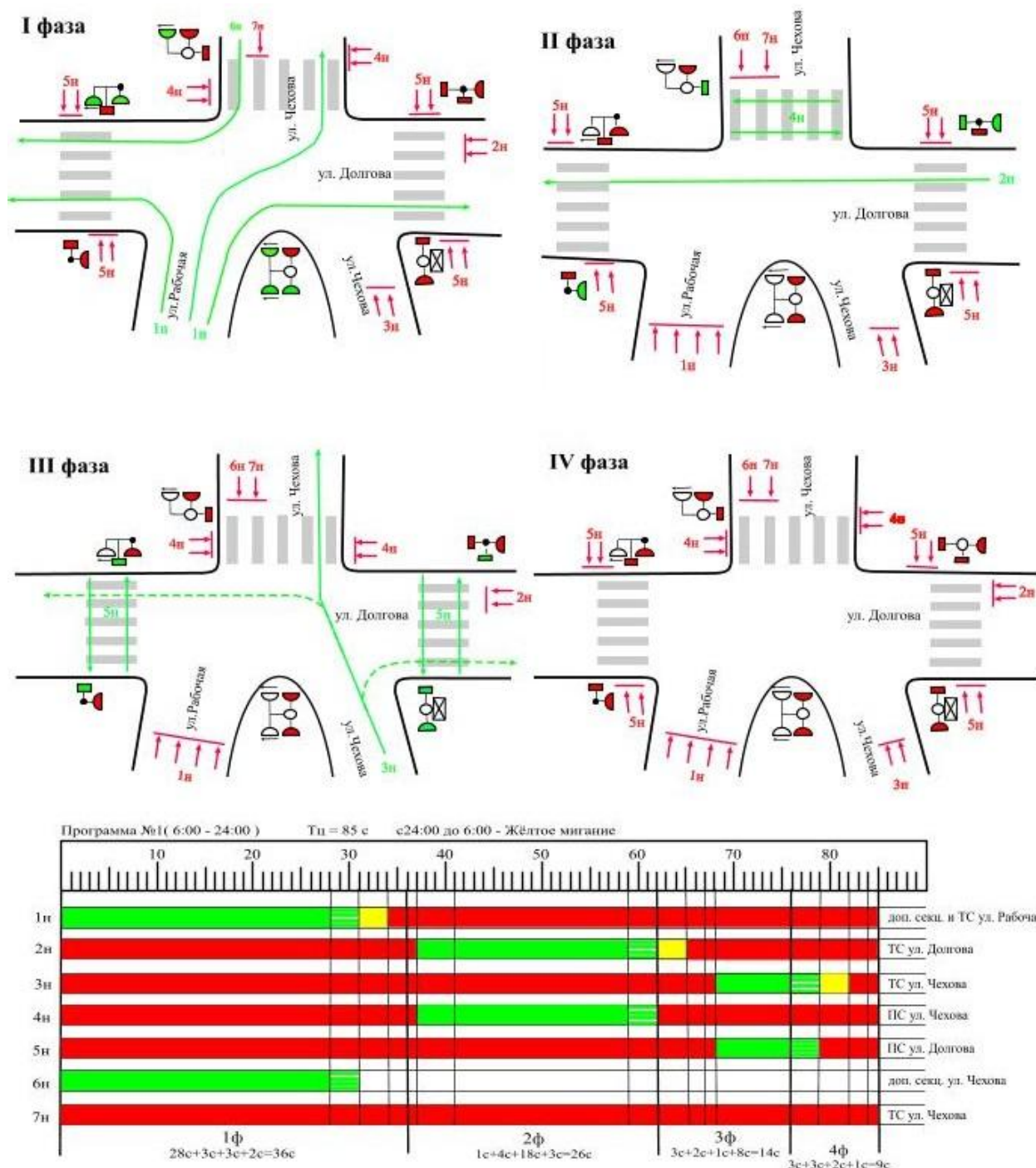


Рисунок 1.13 – Схема пофазного регулирования движения и временная диаграмма переключения светофорных сигналов на пересечении ул.Чехова – ул.Долгова – ул.Сурская

1.3 Исследование интенсивности движения

При формировании информации о состоянии дорожного движения в первую очередь необходимы данные, характеризующие транспортный поток. Опыт научных исследований и практических наблюдений позволил разработать несколько

соответствующих объективных показателей. Наиболее необходимыми и часто применяемыми показателями являются интенсивность транспортного потока, его состав по типам транспортных средств.

Интенсивность транспортного потока – это число транспортных средств, проходящих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности принимают 1 час. Объем выполняемых обследований интенсивности движения транспортных средств должен обеспечивать получение необходимой и достаточно достоверной информации о расчетных интенсивностях движения, к которым относятся следующие:

- интенсивность движения транспортных средств в час максимальной загрузки;
- неравномерность движения транспортных средств в течение суток.

Полные данные о закономерностях дорожного движения получают при специальных исследованиях дорог. Дорожная служба ведет систематический учет интенсивности и состава движения. Данные по интенсивности определялись натурным обследованием при помощи средств видеофиксации в будние дни в периоды с 8.00 до 9.00, с 13.00 до 14.00 и с 17.00 до 18.00 на пересечениях ул. Чехова с ул. Долгова, Суворова и Бакунина. Учитывая, что на работу проектируемого участка оказывают влияние условия движения на смежных пересечениях, дополнительно проведены исследования интенсивности движения на пересечениях ул. Урицкого – ул. Бакунина, ул. Урицкого – ул. Суворова, ул. Суворова – ул. Московская, ул. Суворова – ул. Володарского, ул. Бакунина – ул. Володарского. Условные картограммы интенсивности движения приведены на рисунках 1.15 – 1.22.

Подсчет транспортных средств производился по типам – легковые автомобили, грузовые автомобили, автобусы, троллейбусы и микроавтобусы. Полученные результаты подсчетов приводились к 1 условному автомобилю с использованием коэффициентов приведения (таблица 1.1).

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.1

Коэффициенты приведения к легковому автомобилю

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

Расчет интенсивности движения в приведенных единицах производится по формуле (1.1)

$$N_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n (N_i \cdot K_{\text{пр}i}), (1.1)$$

где N_i — интенсивность движения автомобилей данного типа;

$K_{\text{пр}i}$ — соответствующие коэффициенты приведения для данной группы автомобилей;

n — число типов автомобилей, на которые разделены данные наблюдений.

Анализ состава транспортного потока на рассматриваемом участке показал преобладание в потоке легкового автотранспорта (рисунок 1.14).



Рисунок 1.14 Диаграмма состава транспортного потока

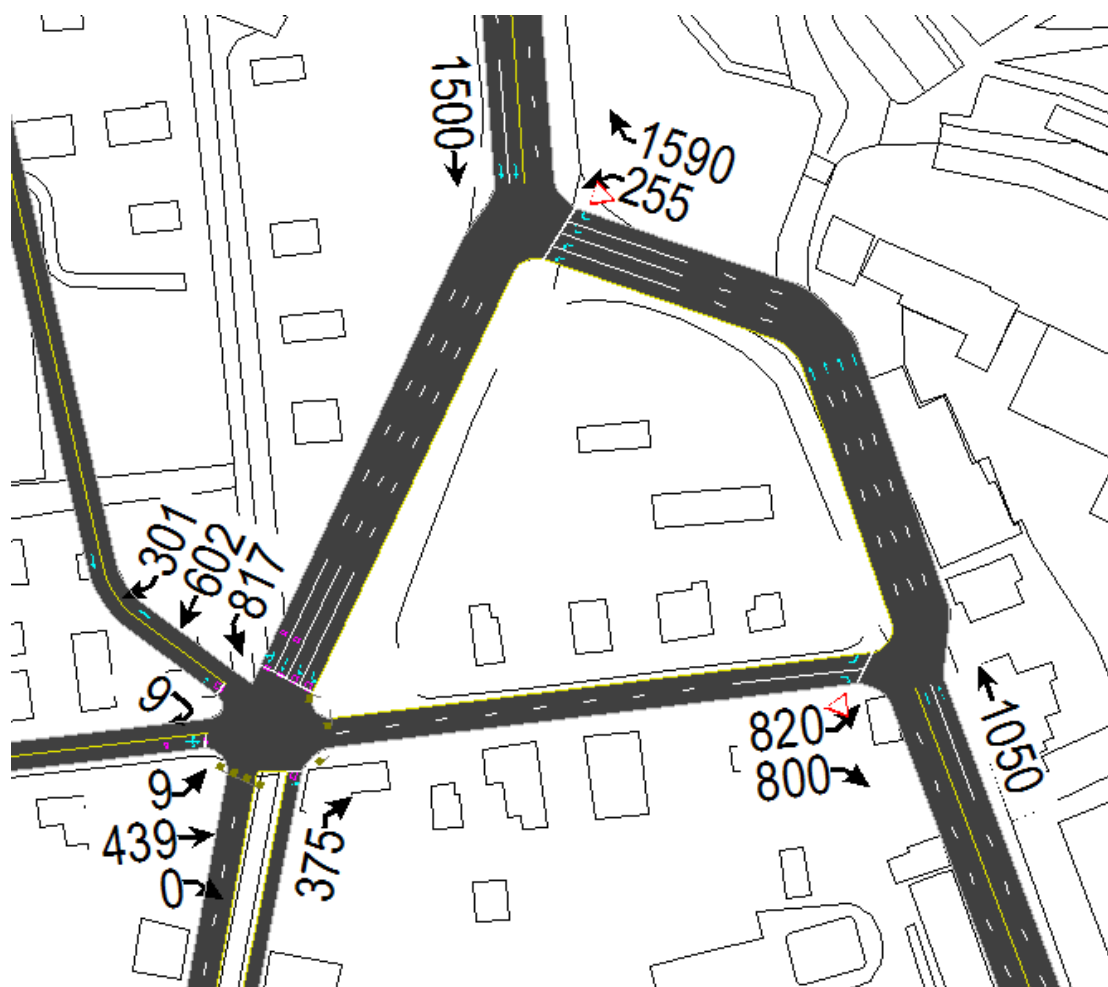


Рисунок 1.15 Картограмма интенсивности на пересечении ул. Чехова – ул. Долгова

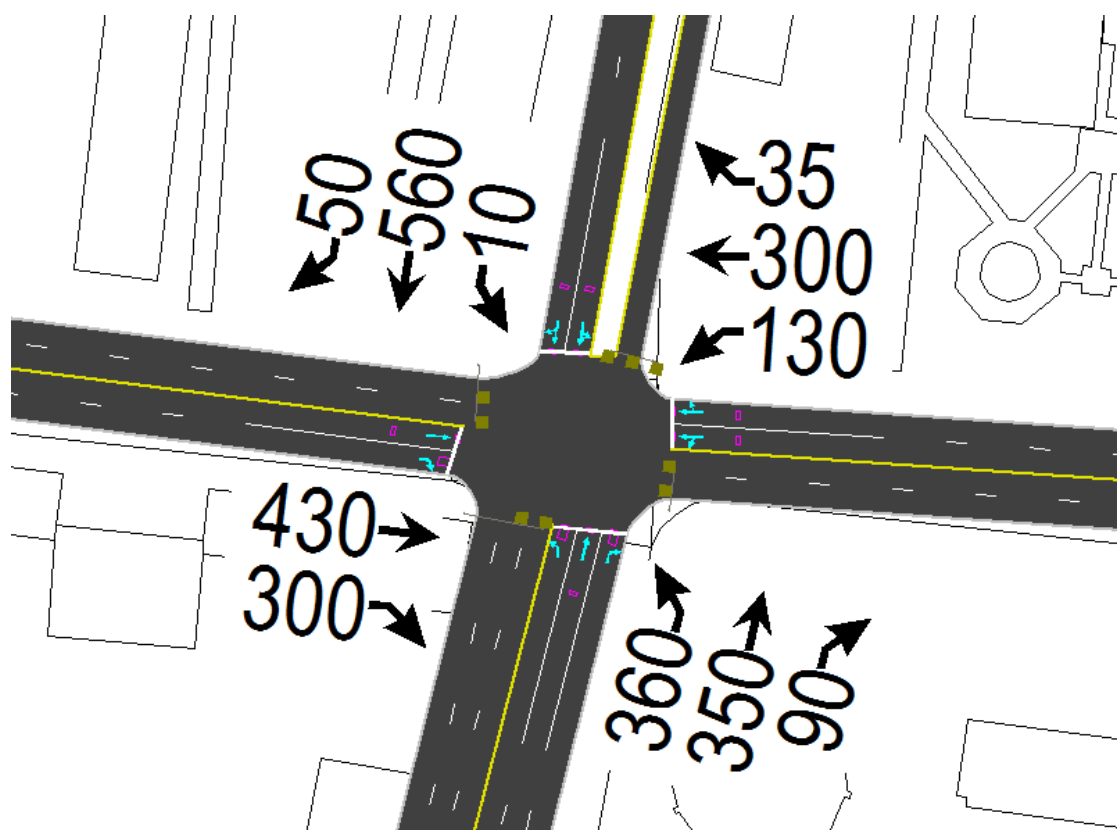


Рисунок 1.16 Картограмма интенсивности на пересечении ул. Чехова – ул. Суворова

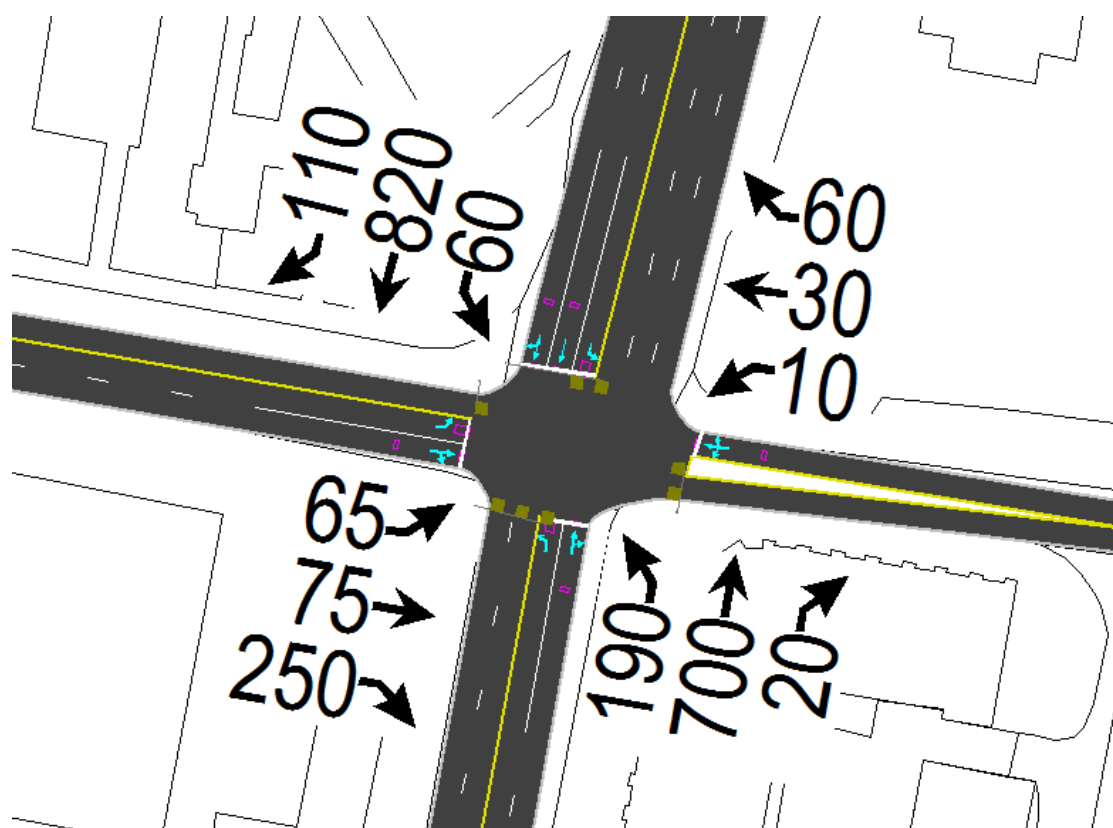


Рисунок 1.17 Картограмма интенсивности на пересечении ул. Чехова – ул. Бакунина

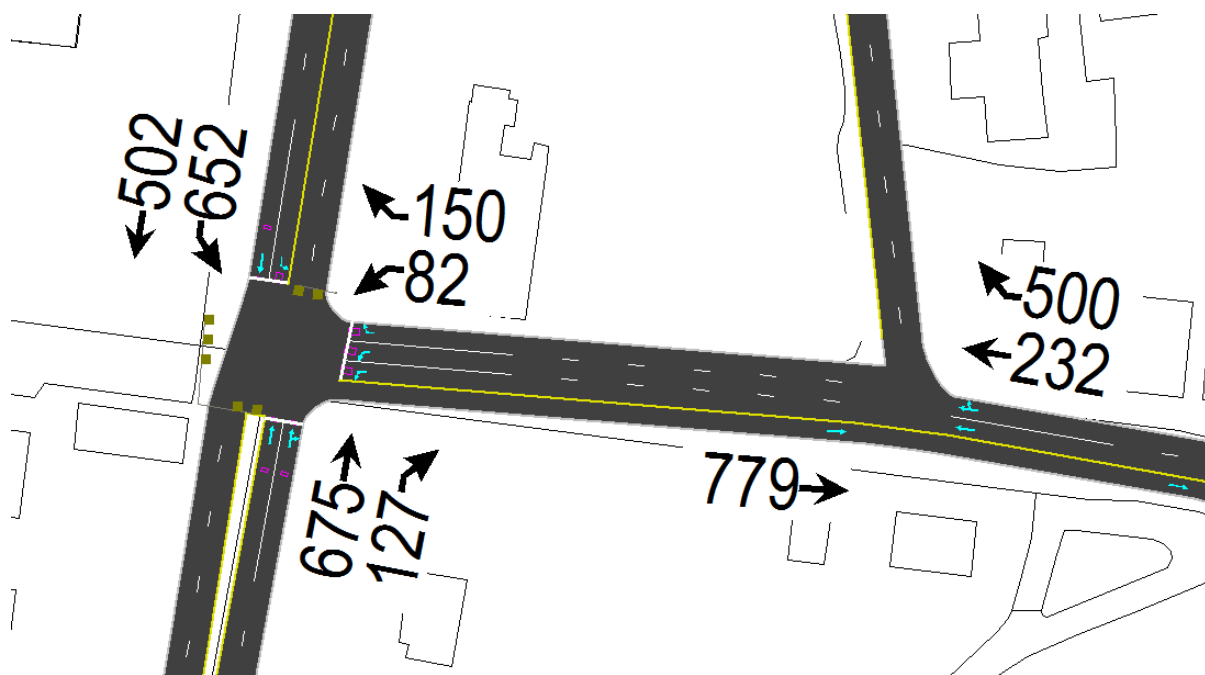


Рисунок 1.18 Картограмма интенсивности на пересечении ул. Урицкого – ул. Бакунина

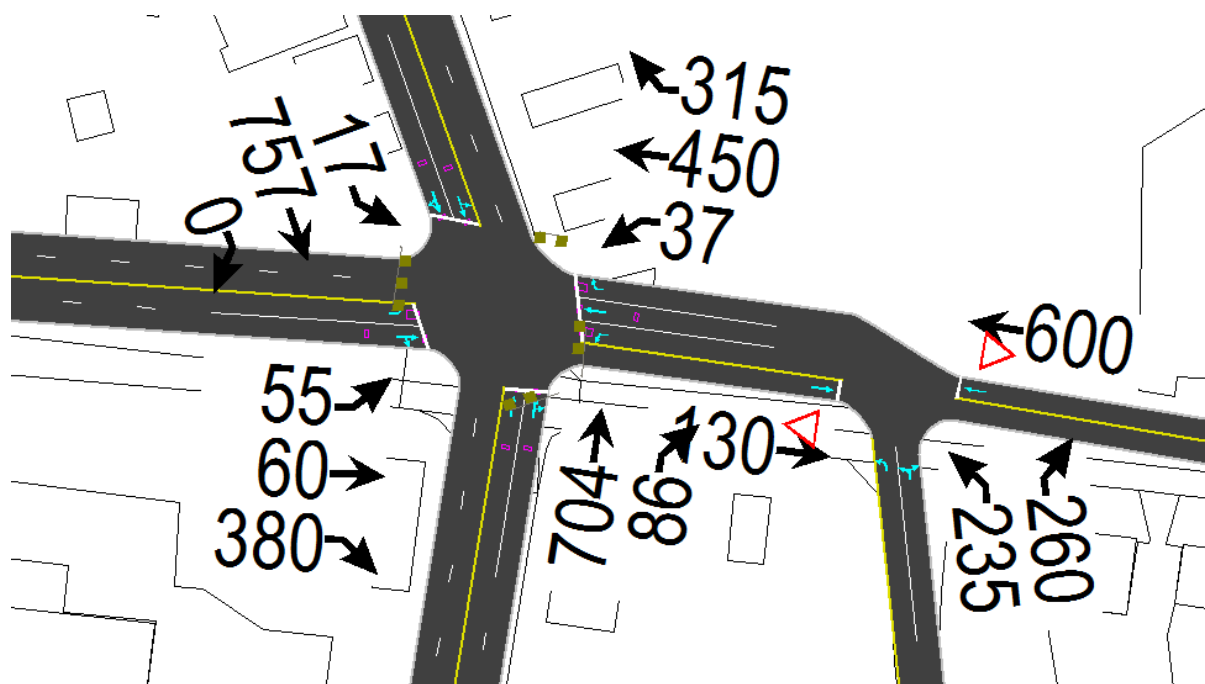


Рисунок 1.19 Картограмма интенсивности на пересечении ул. Урицкого – ул. Суворова

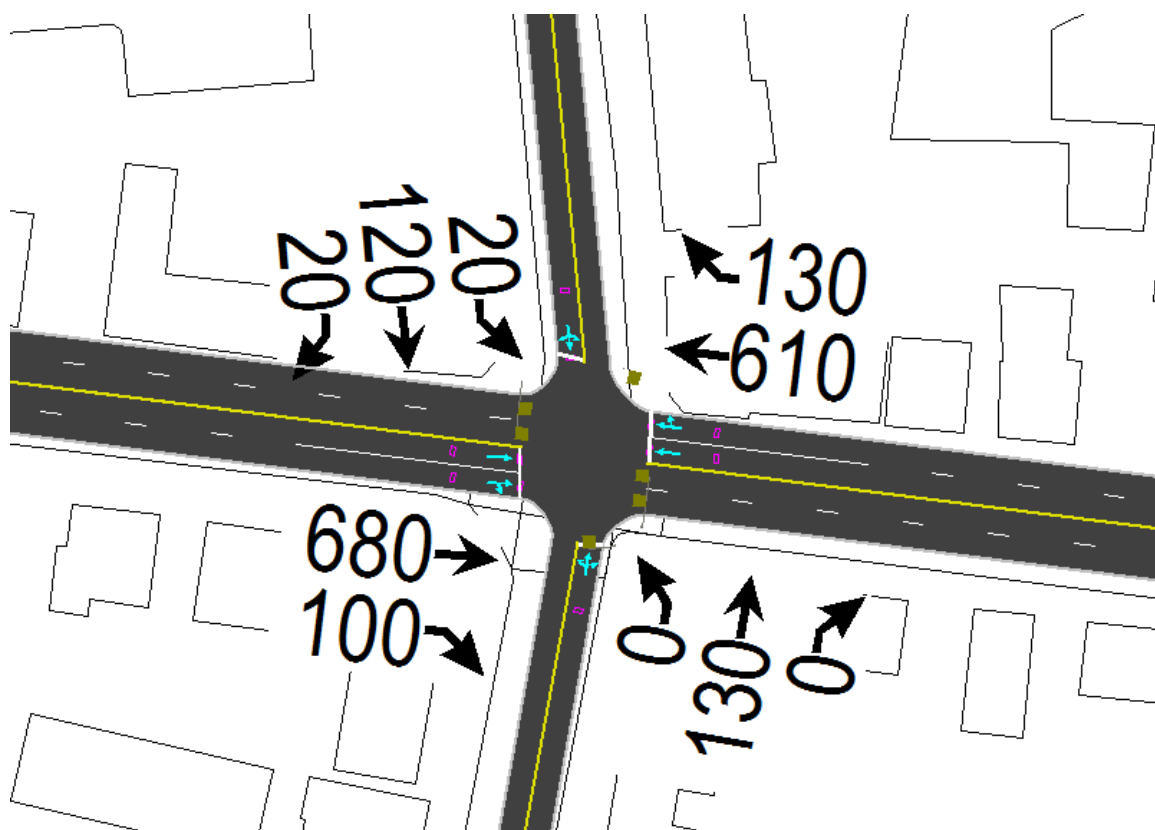


Рисунок 1.20 Картограмма интенсивности на пересечении ул. Суворова – ул. Московская

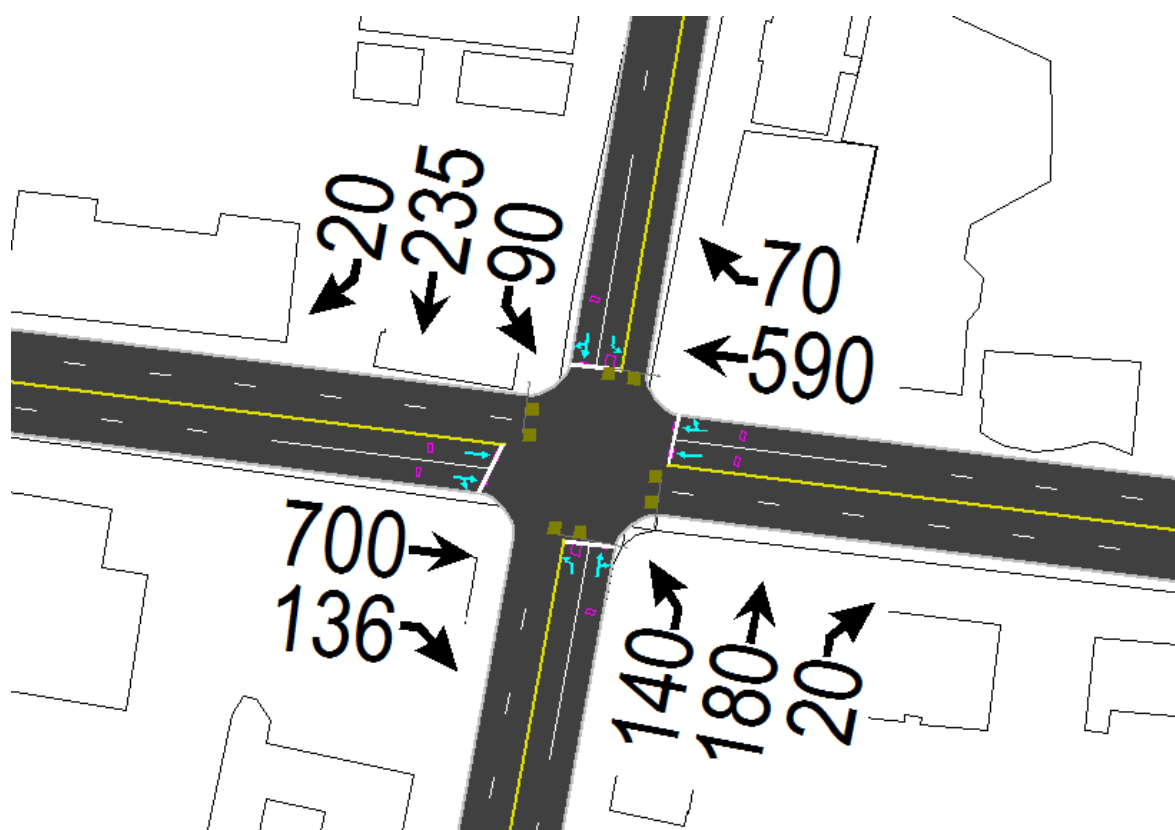


Рисунок 1.21 Картограмма интенсивности на пересечении ул. Суворова – ул. Володарского

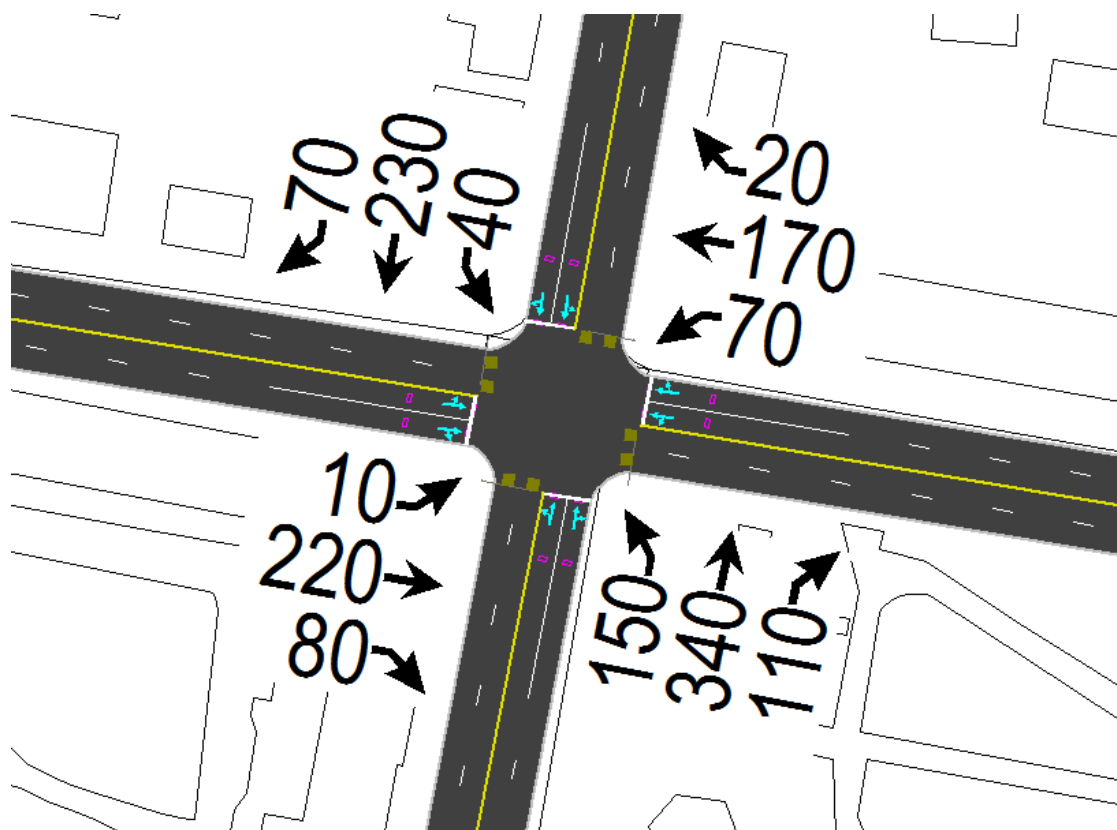


Рисунок 1.22 Картограмма интенсивности на пересечении ул. Бакунина – ул. Володарского

1.4 Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий

Важной основой всей работы по организации и обеспечению безопасности дорожного движения является анализ данных о ДТП.

В России действуют Правила учёта дорожно-транспортных происшествий, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации. Согласно этим правилам к дорожно-транспортному происшествию относится событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, груз, сооружения либо причинен иной материальный ущерб.

В государственную статистическую отчетность включают лишь те ДТП, при которых были погибшие или раненые. Сведения о других происшествиях в государственную отчетность не включают. Их обобщают и анализируют на местном уровне.

На каждое ДТП, подлежащее включению в государственную статистическую отчетность, по месту происшествия заполняют учетную карточку, содержащую необходимые сведения об участниках происшествия, месте и времени ДТП, дорожных условиях и других факторах. Данные, занесенные в карточку, в территориальном органе ГИБДД вводятся в ЭВМ, а также передаются по каналам связи в информационный центр МВД России, где обрабатываются и анализируются.

Важное значение имеет учет и анализ ДТП без пострадавших, информация о которых централизованно не учитывается. Их число значительно больше числа происшествий с гибелью или ранением. Поэтому в местных органах ГИБДД в специальных журналах ведут учет всех происшествий, в том числе без пострадавших. Это особенно важно для выявления мест концентрации ДТП.

Полный и всесторонний анализ данных о ДТП имеет важное значение как основа для выработки решений в области обеспечения безопасности дорожного движения, в том числе по совершенствованию его организации. Среди наиболее важных задач, которые решаются на основе анализа данных об аварийности, кроме задач улучшения организации дорожного движения, можно назвать следующие:

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

Несмотря на то, что каждое конкретное ДТП представляет собой случайное явление, статистический анализ большого объема информации позволяет находить общие закономерности их возникновения. Можно назвать три характерных направления изучения материалов учёта ДТП, которые необходимы для целей организации дорожного движения, и соответствующие им три метода анализа:

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

количественный – оценка состояния аварийности на определённой административной территории или в транспортной организации и выявление тенденций её изменения в связи с проводимыми профилактическими мероприятиями;

качественный – выявление причин и факторов, обуславливающих возникновение ДТП, и разработка мероприятий для их устранения;

топографический – выделение мест и участков дорог в населённых пунктах и городах и на внегородских дорогах с наибольшей концентрацией ДТП («очагов аварийности»).

Количественный анализ аварийности преследует цели выявить тенденции изменения каких-либо показателей, сравнить между собой регионы, отдельные автомобильные предприятия.

Качественный анализ имеет целью выявить причины и факторы ДТП и установить степень влияния каждого из них на аварийность. Так как дорожно-транспортные происшествия распределены неравномерно по территории города или по автомобильной дороге и концентрируются на определенных участках, называемых по-разному: «очагами аварийности», «местами концентрации ДТП», «опасными местами», «чёрными точками».

Очагом аварийности называют участок улично-дорожной сети на котором происходит три и более дорожно-транспортных происшествий в год.

Топографический анализ необходим для выявления очагов аварийности. Он заключается в привязке мест совершения происшествий к карте или схеме изучаемой территории. Практические формы и методы такого анализа могут быть весьма различными и определяются масштабами территории, непосредственными задачами и возможностями исполнителей. Наибольшее распространение получили три вида топографического анализа: карта, линейный график и масштабная схема (ситуационный план) ДТП.

Карта ДТП представляет собой карту местности (города, области, района), в соответствующих точках которой по мере регистрации наносят условное обозначение каждого ДТП. Карта является важным источником наглядной информации, однако при анализе большой по масштабу территории и большой концентра-

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ции происшествий на отдельных участках не даёт возможности достаточно точно пометить места ДТП.

Линейный график ДТП является дальнейшим развитием карты. Его составляют по отдельной магистрали города или участка автомобильной дороги желательно с ориентированием по направлениям движения. Однако ряд ДТП происходит на осевой линии или при выезде транспортного средства на левую сторону, поэтому такая детализация не всегда достигает цели.

Карты и линейные графики ДТП для важнейших магистралей города и области позволяют по истечении определенного календарного срока выявить места концентрации ДТП и, следовательно, участки, которые должны быть подвергнуты детальному изучению.

Масштабную схему (ситуационный план) ДТП выполняют для специфических мест концентрации ДТП, как пересечения крупных магистралей, городские площади и т. п. По существу она является развитием схемы отдельного происшествия, предусмотренной карточкой учета ДТП. Каждое ДТП обозначают символом, который показывает тяжесть последствий, стрелками показывают направления движения участников происшествия. Обозначения могут дополняться датой и временем суток, а также номером учетной карточки или записи в журнале, что позволяет при анализе схем быстро найти необходимые дополнительные данные.

Линейные графики и масштабные схемы являются необходимыми материалами при натурных обследованиях дорог, а также при разработке решений по совершенствованию организации движения.

По данным УГИБДД УВД по Пензенской области в 2016 году по ул. Чехова зарегистрировано 6 ДТП, подлежащих учету в государственной статистике (таблица 1.1).

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1.2

Статистика дорожно-транспортных происшествий

Дата	Время	Улица	Дом №	Вид ДТП
19/01/2016	08:30	Чехова	76а	Падение пассажира
26/01/2016	00:45	Чехова	76а	Наезд на препятствие
19/04/2016	19:00	Чехова	10	Падение пассажира
24/05/2016	10:45	Чехова	43	Наезд на препятствие
02/06/2016	13:30	Чехова	10	Падение пассажира
03/06/2016	15:30	Чехова	53	Столкновение

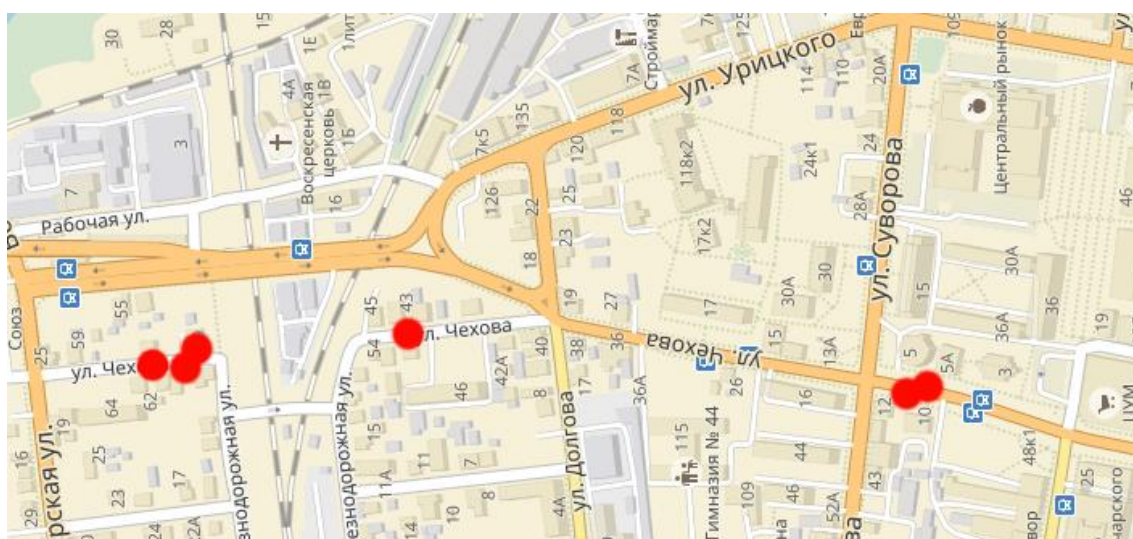


Рисунок 1.23 Дислокация мест дорожно-транспортных происшествий по ул.Чехова

2 Разработка проектных решений

В результате исследований условий движения выявлено несоответствие схемы организации движения интенсивности движения. В качестве мер по улучшению условий движения следует рассмотреть следующие варианты организации движения:

- оптимизация существующих схем пофазного разъезда и приведение длительности фаз в соответствие с интенсивностью движения;
- использование адаптивного регулирования с целью эффективного использования длительности фаз и оперативной компенсации изменений в условиях движения;
- локального расширения проезжей частей в зоне перекрестка при невозможности повысить пропускную способность иными способами.

2.1 Методика расчета режимов работы светофорной сигнализации

Проектирование режима работы светофорной сигнализации включает определение количества фаз и разработку схем пофазного разъезда, а так же расчет длительности тактов и цикла регулирования.

При проектировании светофорного объекта рекомендуется придерживаться следующих этапов:

- обследование пешеходных и транспортных потоков на пересечении для последующей разработки схемы организации дорожного движения и расчета режима работы светофорной сигнализации;
- разработка пофазных схем движения пешеходов и транспортных средств;
- расчет режима работы светофорной сигнализации;
- разработка дислокации технических средств организации дорожного движения.

Для расчета режима светофорной сигнализации необходимо знать:

- геометрические и транспортные характеристики пересечения автомобильных дорог (геометрические - ширина проезжей части, число полос движения, разница закруглений тротуаров, наличие разделительных полос и их ширина; транс-

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

портные - картограмма транспортных и пешеходных потоков, скорость движения через пересечение, состав потока, длина автомобиля);

- организацию движения на пересечении автомобильных дорог;
- потоки насыщения.

При разработке схемы движения рекомендуется первоначально определить все направления, в которых должно быть разрешено движение через пересечение транспортных средств и пешеходов. Первоначальная схема разрешенных направлений движения является базисной и используется для анализа содержащихся в ней конфликтных точек. Рекомендованная последовательность расчета длительности цикла и элементов светофорной сигнализации приведена на рисунке 2.1.

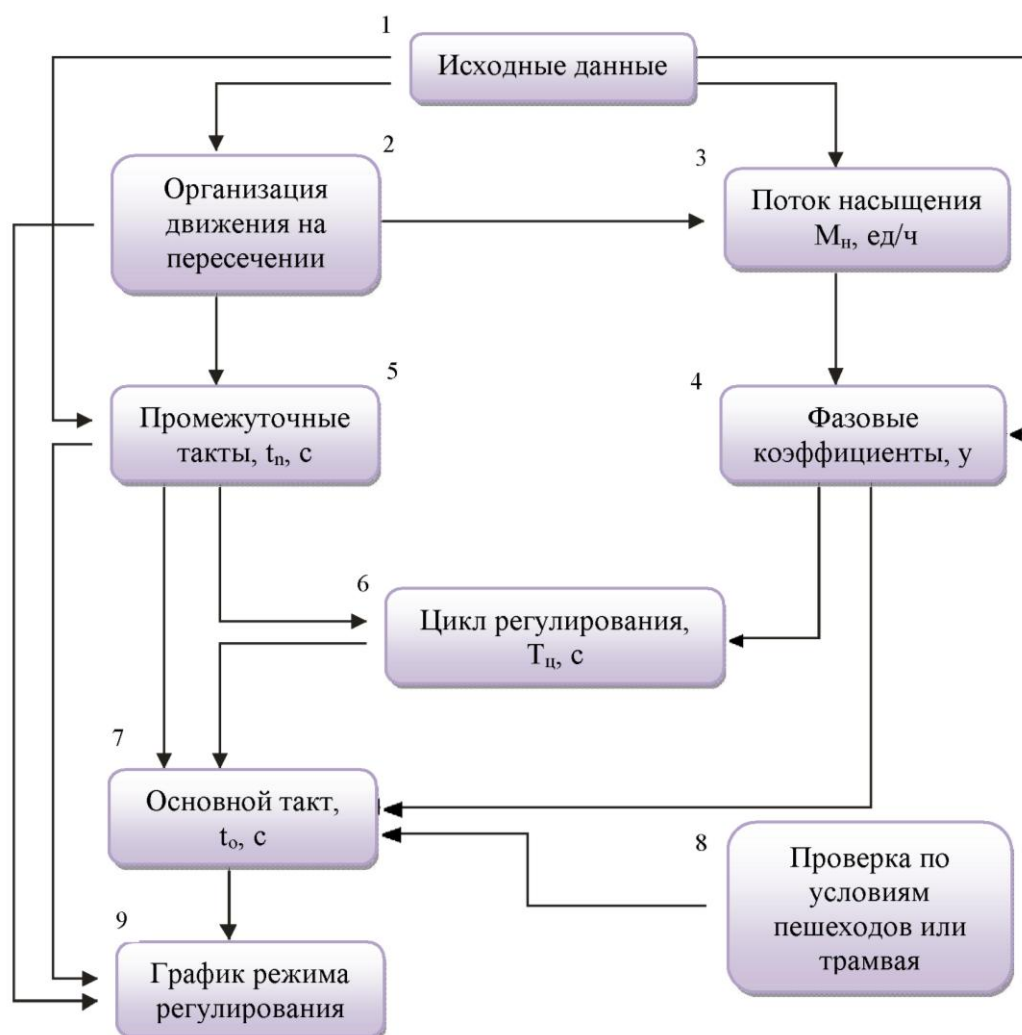


Рисунок 2.1 – Последовательность расчета длительности цикла и элементов светофорной сигнализации

Длительность цикла регулирования рассчитывают по формуле:

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

где T - длительность цикла, с;

T_n - сумма всех промежуточных тактов, с;

y - фазовый коэффициент, который равен наибольшему из отношений $\frac{N}{M_H}$, подсчитанных для всех подходов к пересечению, обслуживаемых фазой 1;

$y_1, y_2, \dots, y_n$ - соответствующие фазовые коэффициенты для фаз 1, 2, ..., n, подсчитанные аналогичным образом;

N - интенсивность движения на рассматриваемом подходе к пересечению в направлениях (направлении), обслуживаемых данной фазой, ед/ч;

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

Для ориентировочных расчетов до проведения натурных наблюдений поток насыщения может быть приближенно определен:

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

где M_H - поток насыщения;

γ_n - коэффициент многополосности.

При наличии нескольких полос движения в каждом направлении рекомендуется принимать в расчетах коэффициент многополосности γ_n , учитывающий взаимные помехи транспортных средств в смежных полосах. Коэффициент полосности принимается равным:

для одной полосы движения – 1;

для двух полос движения – 1,85;

для трех полос движения – 2,55;

для четырех полос движения – 3,05.

Длительность основных тактов (зеленых сигналов) всех фаз определяется по формулам:

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{oi} = \frac{(T - T_n) \cdot y_i}{Y}, (2.3)$$

где T - длительность светофорного цикла, с;

T_n - сумма промежуточных тактов, с;

$y_1, y_2 \dots, y_n$ - фазовые коэффициенты;

Y - сумма фазовых коэффициентов.

Длительность основных тактов проверяется на обеспечение пропуска в соответствующих направлениях пешеходов и трамвайных поездов.

1) Для пешеходов длительность разрешающего сигнала t_n определяется по формуле:

$$t_{nш} = \frac{B_{nш}}{V_{nш}} + 5, (2.4)$$

где $B_{nш}$ - ширина пешеходного перехода, м;

$V_{nш}$ - скорость движения пешеходов, м/с.

2) При движении трамвая длительность разрешающего сигнала t_T определяется по следующим формулам:

Для случая пропуска одного поезда за один цикл:

$$t_T = \frac{3,6(S_T + l_T)}{V_T}, (2.5)$$

Для случая пропуска двух поездов за один цикл:

$$t_T = \frac{3,6(S_T + 2l_T + \Delta l)}{V_T}, (2.6)$$

где S_T - путь движения трамвая от стоп-линии до самой дальней конфликтной точки с транспортными средствами или пешеходами, начинающими движение в следующей фазе, в м;

l_T - длина трамвайного поезда, в м;

Δl - дистанция между поездами (не менее 60 м при 20 км/ч);

V_T - скорость движения трамвая в пределах пересечения в км/ч.

При проектировании светофорных объектов рекомендуется использовать среднюю скорость движения транспортного потока на дороге. Для левоповоротного движения скорость рекомендуется принимать равной 25 км/ч.

Для восстановления оптимального соотношения фаз в цикле его длительность рекомендуется корректировать, применяя формулу:

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

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

$B = 1 - \sum y_i$;

T^* - скорректированная длительность цикла, с;

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

$\sum t_k^*$ - суммарная длительность тактов k , уточненных по трамвайному и пешеходному движению, с;

T_n - суммарная длительность всех промежуточных тактов, с.

Новую длительность основных тактов t_i^* фаз, не уточнявшихся по трамвайному и пешеходному движению, рекомендуется вычислять по формулам:

$$t_i^* = y_i \cdot K^*; \quad (2.8)$$

$$K^* = \frac{T^* - T_n}{T^* - 1,5 \cdot T_n - 5}. \quad (2.9)$$

2.2 Анализ вариантов организации движения

Существующая система предусматривает использование временно зависимо-го управления светофорным объектом. Первым мероприятием будет являться пересчет сигнальных планов в соответствии с интенсивностью движения.

Трудоемкость выполнения процедуры расчета сигнальных планов для сети диктует использование специализированных программных средств для выполнения оптимизационных расчётов и моделирования движения используется программа Synchron 8 (demo).

Программа Synchron позволяет создавать макроскопическое описание графа транспортной сети. Алгоритм создания транспортного графа включает следующие действия:

- установку векторной (чертеж в формате *.dxf или база геоданных в формате *.shp) или растровой (спутниковый снимок) подосновы транспортной сети;
- прорисовку улиц, при этом узлы графа создаются автоматически в точках пересечения улиц;
- установку количества полос движения и их специализацию;
- установку схемы движения на регулируемых перекрестках;
- задание интенсивности движения.

При создании полос движения создаются и соответствующие транспортные потоки. По умолчанию они имеют нулевые значения. Для изменения значений достаточно выполнить щелчок на соответствующем направлении. После создания транспортной сети, установки транспортного спроса и схем движения возможно выполнение оптимизационных расчетов.



Рисунок 2.2 – Внешний вид транспортной сети в программе Synchro

Эффективность расчета сигнальных планов проводилось по коэффициентам загрузки направлений. Результаты расчетов представлены на рисунках 2.3 – 2.11.

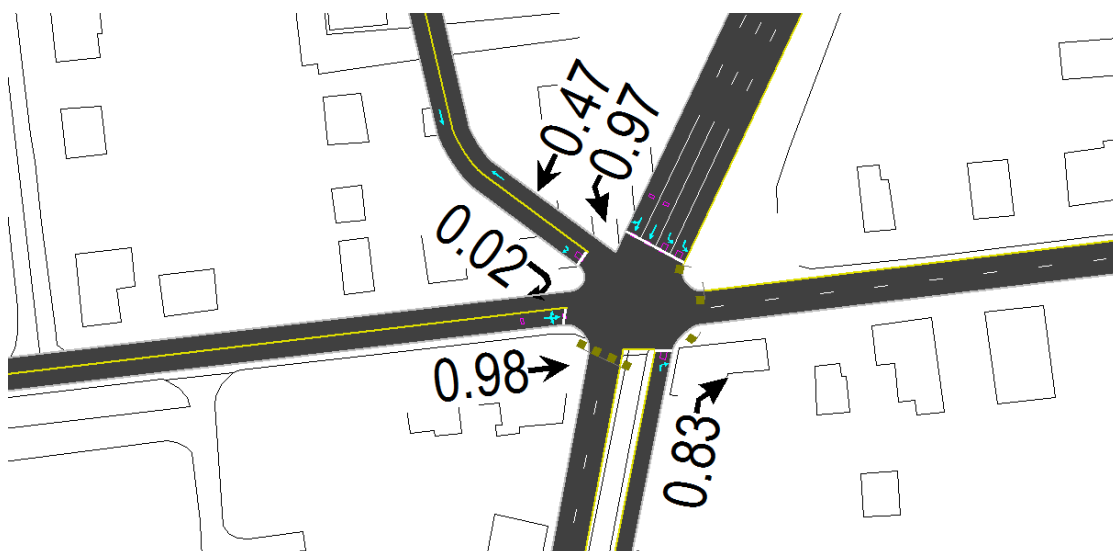


Рисунок 2.3 – Загруженность направлений движения на пересечении
ул. Чехова – ул. Долгова в утренний период

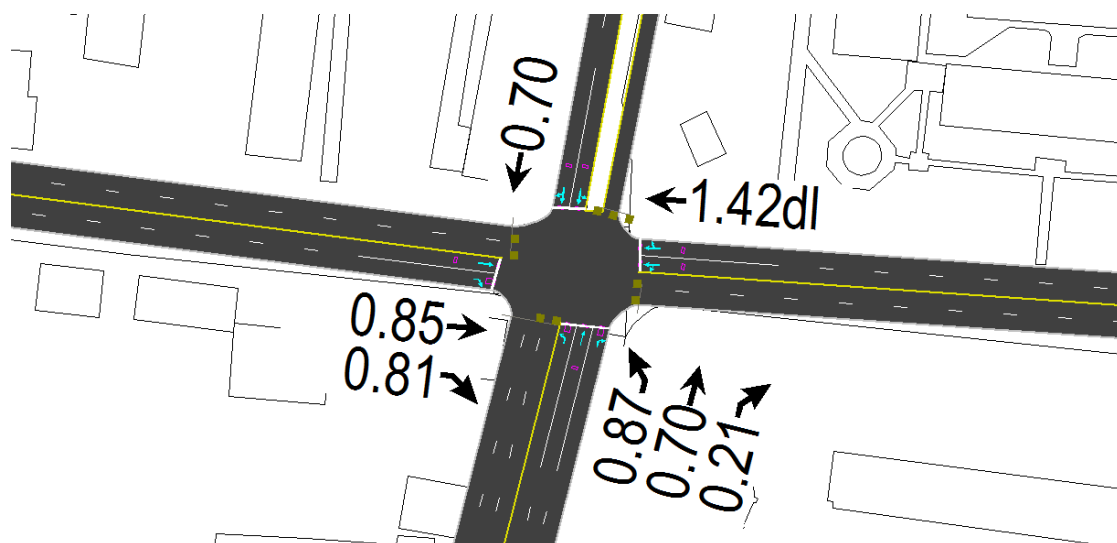


Рисунок 2.4 – Загруженность направлений движения на пересечении
ул. Чехова – ул. Суворова в утренний период

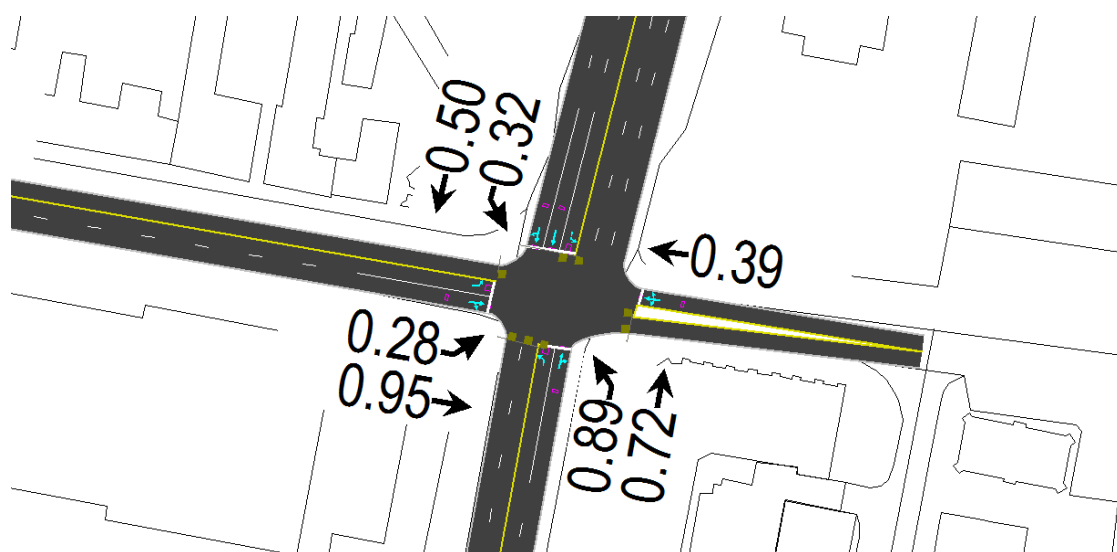


Рисунок 2.5 – Загруженность направлений движения на пересечении
ул. Чехова – ул. Бакунина в утренний период

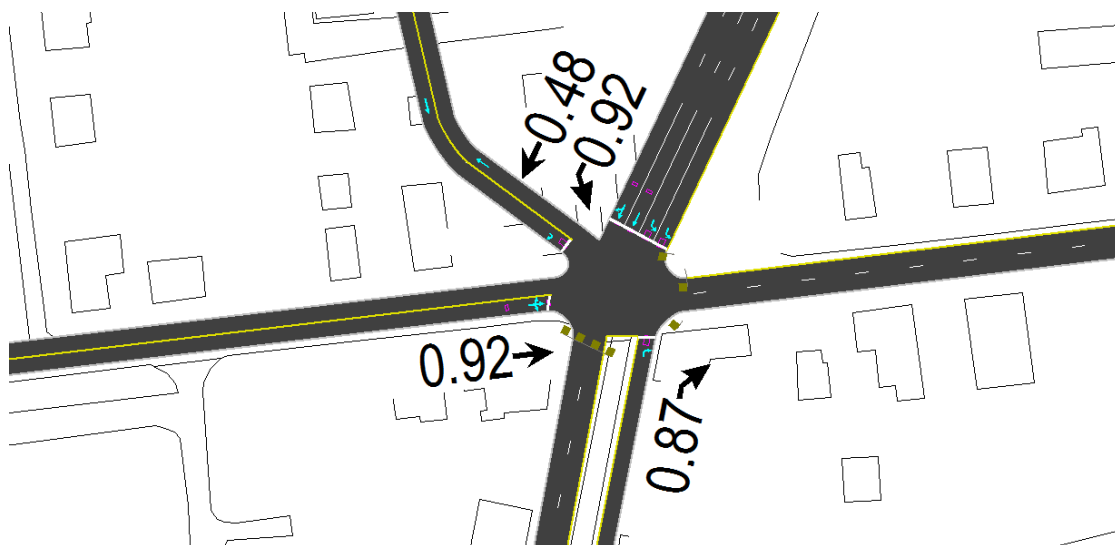


Рисунок 2.6 – Загруженность направлений движения на пересечении
ул. Чехова – ул. Долгова в дневной период

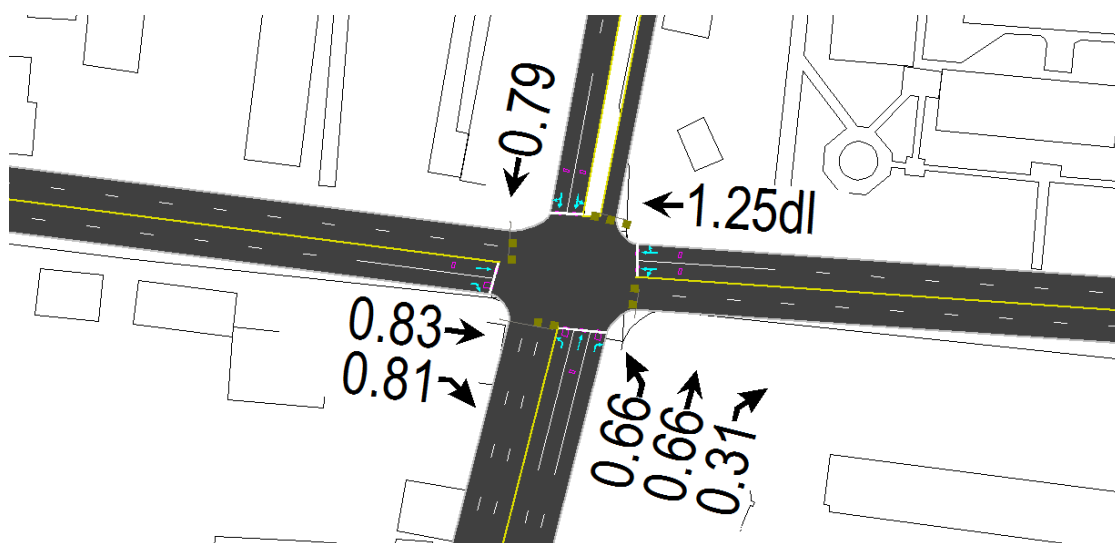


Рисунок 2.7 – Загруженность направлений движения на пересечении
ул. Чехова – ул. Суворова в дневной период

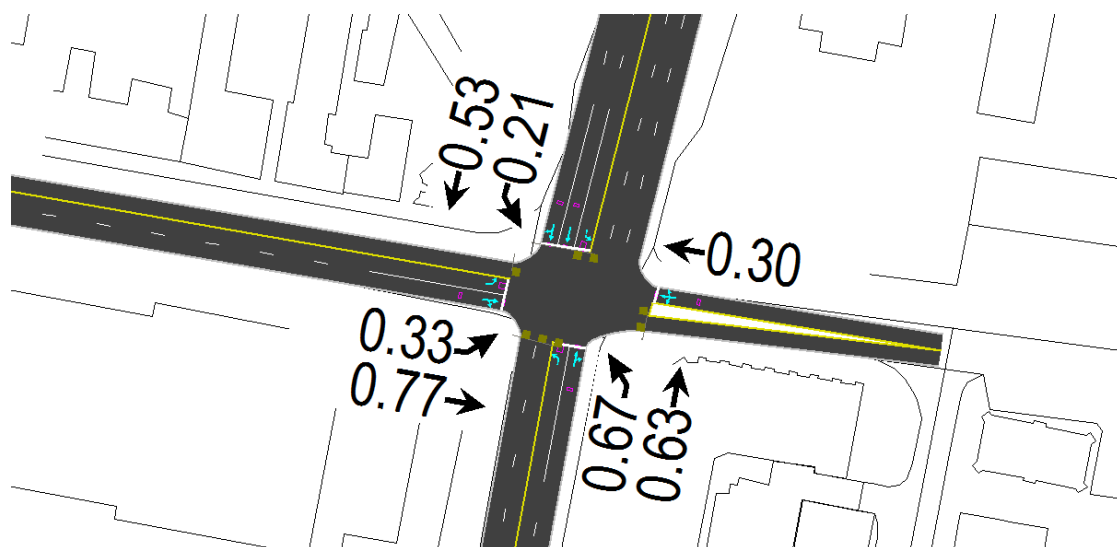


Рисунок 2.8 – Загруженность направлений движения на пересечении
ул. Чехова – ул. Бакунина в дневной период

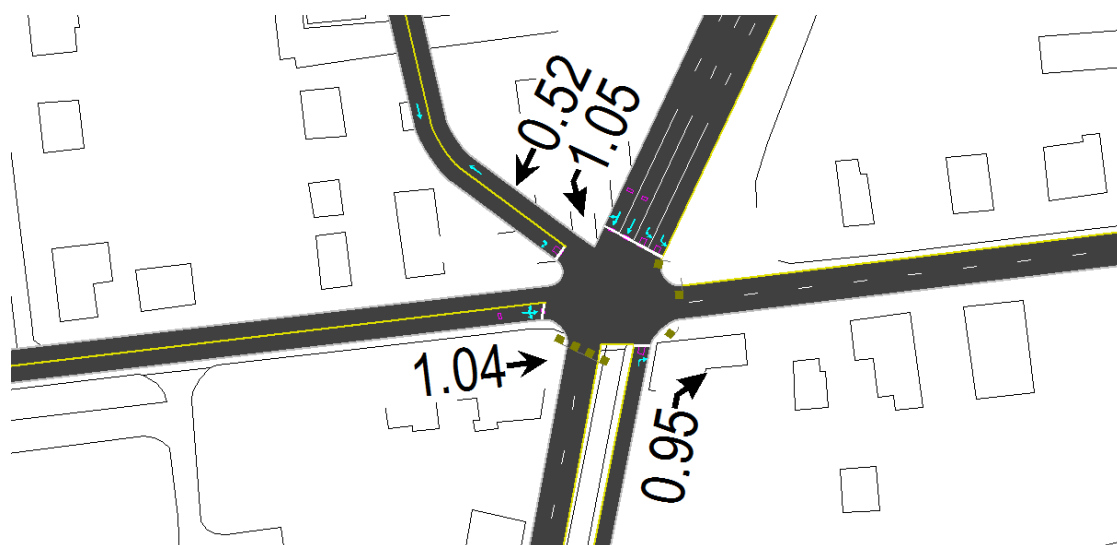


Рисунок 2.9 – Загруженность направлений движения на пересечении
ул. Чехова – ул. Долгова в вечерний период

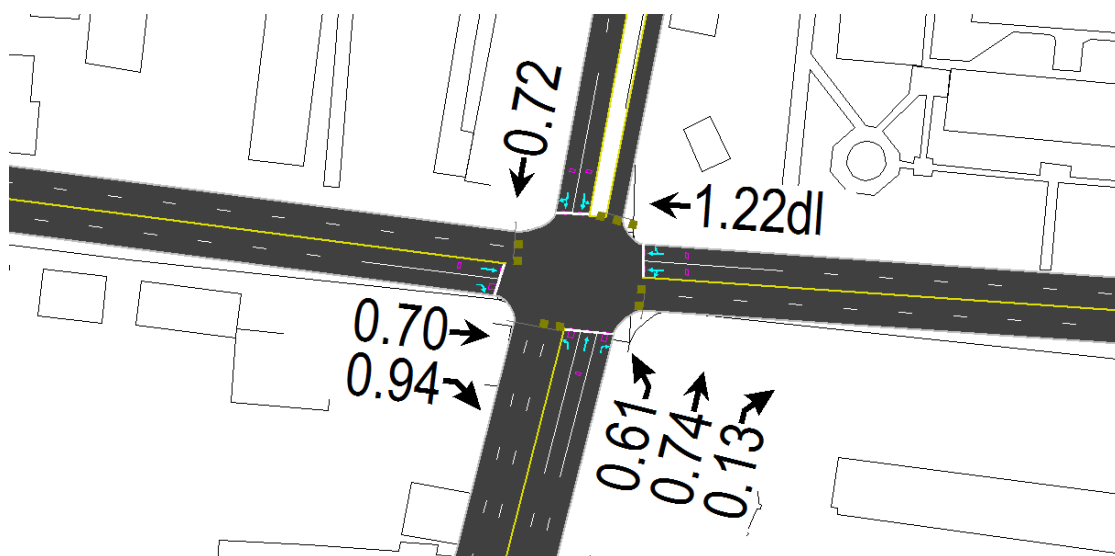


Рисунок 2.10 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Чехова – ул. Суворова в вечерний период

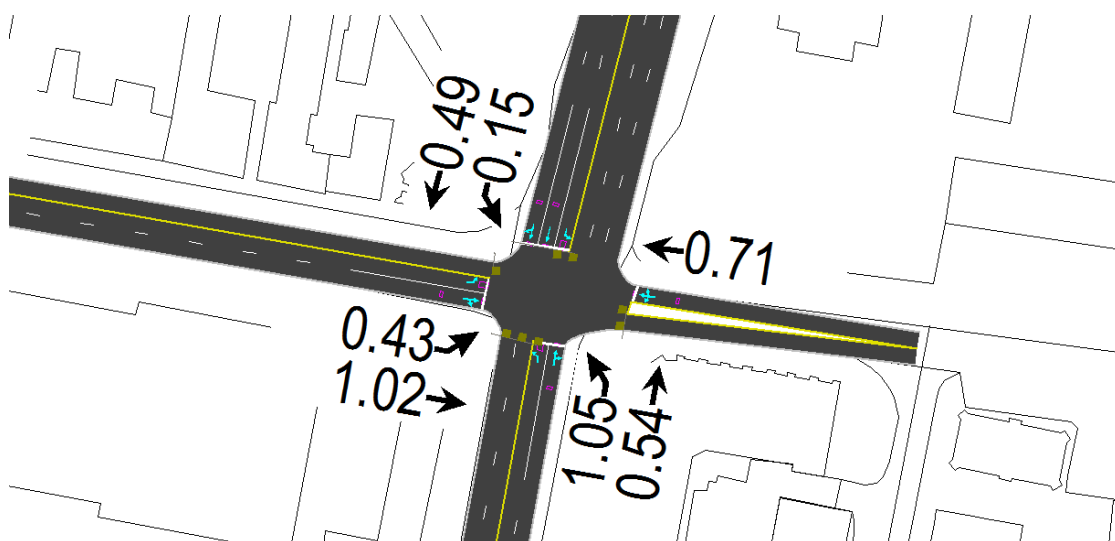


Рисунок 2.11 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Чехова – ул. Бакунина в вечерний период

Критическим коэффициентом загрузки является 0,95. Превышение данного коэффициента наблюдается на пересечениях ул.Чехова – ул. Долгова в утренний и вечерний периоды (рисунок 2.3 и 2.9) , ул. Чехова – ул. Суворова в утренний, дневной и вечерний периоды (рисунок 2.4, 2.7, 2.10), а так же на пересечении ул.Чехова – ул. Бакунина в вечерний период (рисунок 2.11).

В процессе расчета оптимизировалась последовательность фаз, длительность светофорного цикла, длительность отдельных фаз. Так же имеется возмож-

ность проведение анализа возможности использования адаптивного регулирования.

Анализ варианта организации движения предусматривающий расширение проезжей части по ул.Суворова со стороны ул.Московской показал существенное улучшение условий движения (рисунок 2.12 и 2.13).

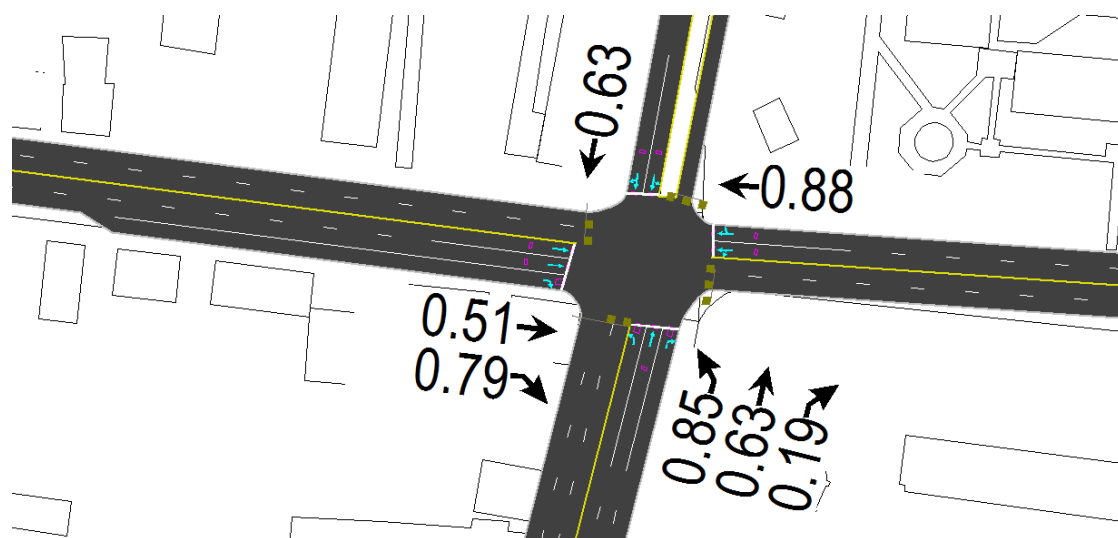


Рисунок 2.12 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Чехова – ул. Суворова после расширения проезжей части по ул. Суворова

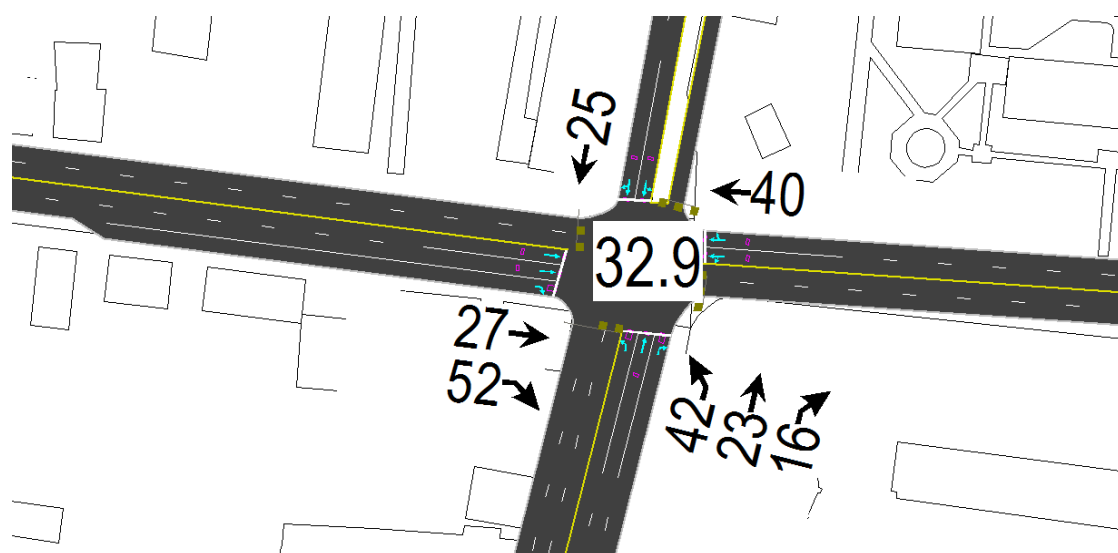


Рисунок 2.13 – Задержка транспортного потока на пересечении ул. Чехова – ул. Суворова после расширения проезжей части по ул. Суворова

Расчеты показали, что длина очереди со стороны предполагаемого расширения составляет 80 м. при реализации предложения по совершенствованию схе-

мы движения возникает необходимость расширения проезжей части на протяженности 80 – 100 м (рисунок 2.14).

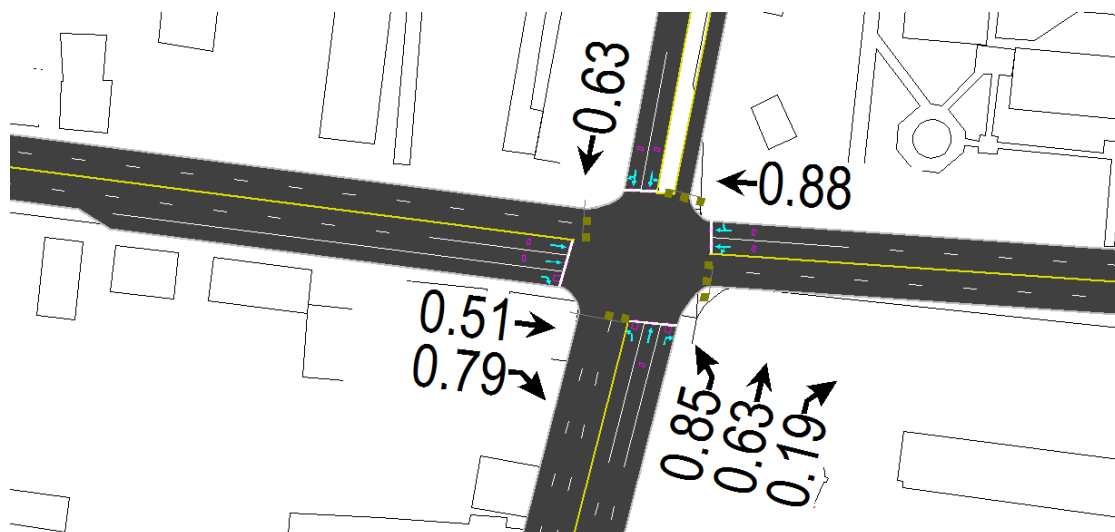


Рисунок 2.14 – Расширение проезжей части по ул.Суворова со стороны ул.Московской

С учетом плотности застройки возможность расширения проезжей части ограничена. На рисунке 2.15 приведено изображение подхода со стороны ул.Московской. Уширение проезжей части на рассматриваемом пересечении возможно за счет газона со стороны четных номеров домов по ул. Суворова.

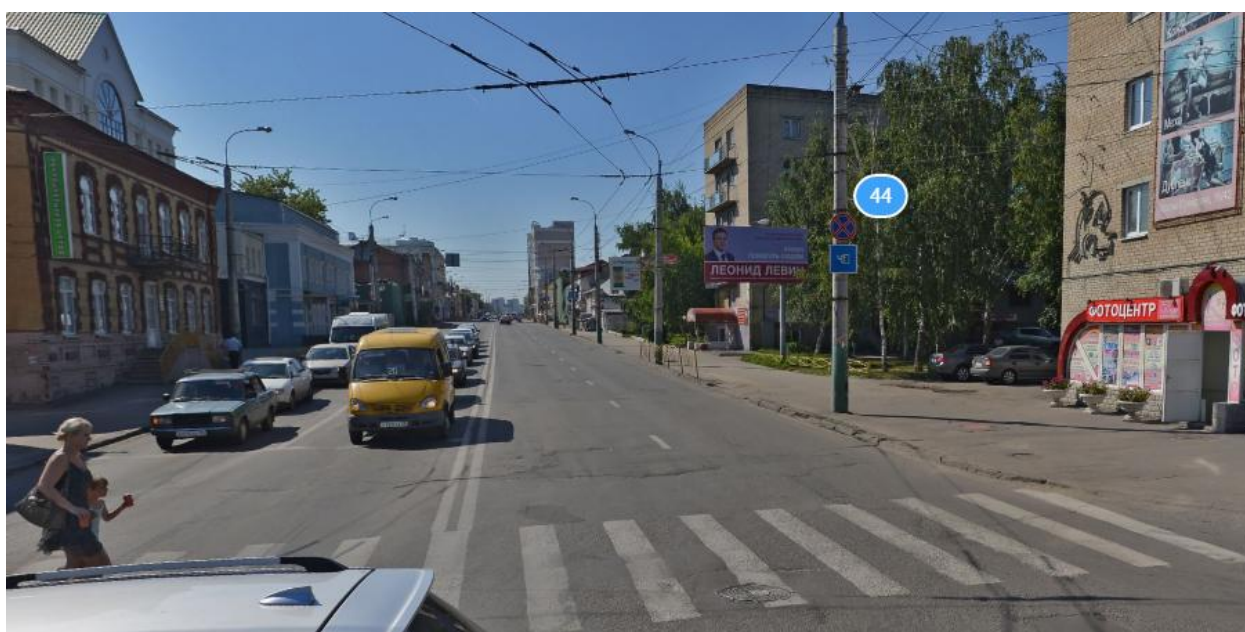


Рисунок 2.15 – Вид пересечения ул.Чехова – ул.Суворова

Проведенное оптимизационное и имитационное моделирование свидетельствует о необходимости применения на пересечениях ул. Чехова – ул. Долгова и ул. Чехова – ул. Бакунина светофорного объекта с адаптивным управлением по поиску разрыва в транспортном потоке.

Принцип действия адаптивного управления светофорными объектами заключается в следующем: выбирается несколько регулируемых перекрестков, находящихся рядом и имеющих «влияние» друг на друга посредством транспортного потока. На улично-дорожной сети в непосредственной близости от перекрестка устанавливаются детекторы транспорта. Детекторы собирают информацию о характеристиках транспортного потока – его интенсивности и скорости – и передают в промышленный компьютер, располагающийся в одном из контроллеров выбранных светофорных объектов. Количество датчиков определяется исходя из сложности и геометрии пересечений. Компьютер посредством специального программного обеспечения определяет необходимую длительность разрешающего сигнала светофора для всех направлений на каждом из светофорных объектов и координирует их работу. Таким образом, адаптивное регулирование позволяет равномерно разгружать все направления на перекрестках, пропуская только то количество транспортных средств, которое сможет пропустить соседний перекресток. Светофор не будет «вхолостую» гореть зеленым светом для направлений, где нет автомобилей, передавая это время более загруженному направлению. Результаты применения адаптивного управления светофорными объектами на пересечениях ул. Чехова – ул. Долгова и ул. Чехова – ул. Бакунина представлены на рисунках 2.16 – 2.19.

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

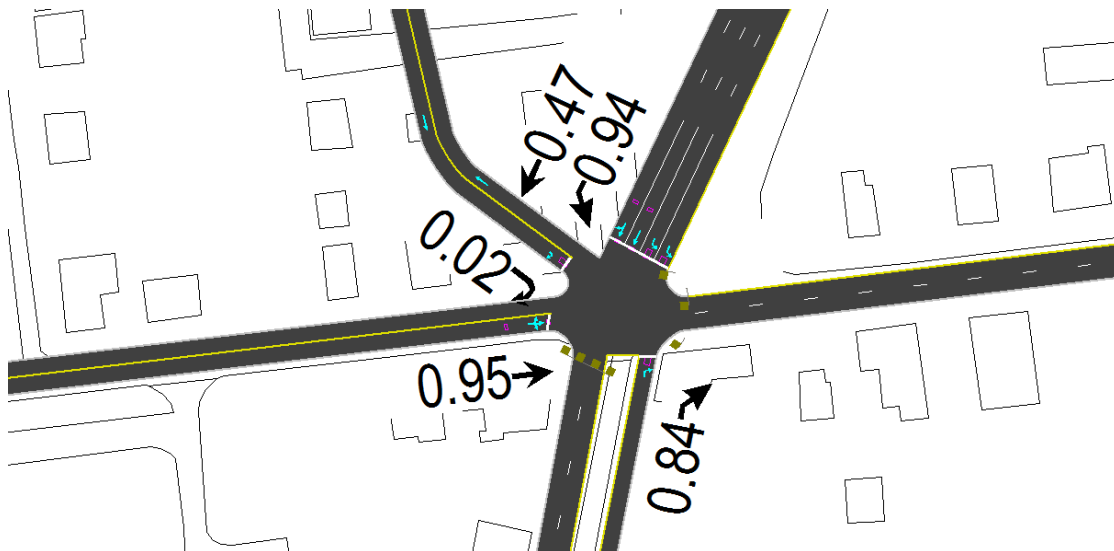


Рисунок 2.16 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Чехова – ул. Долгова после введения адаптивного управления

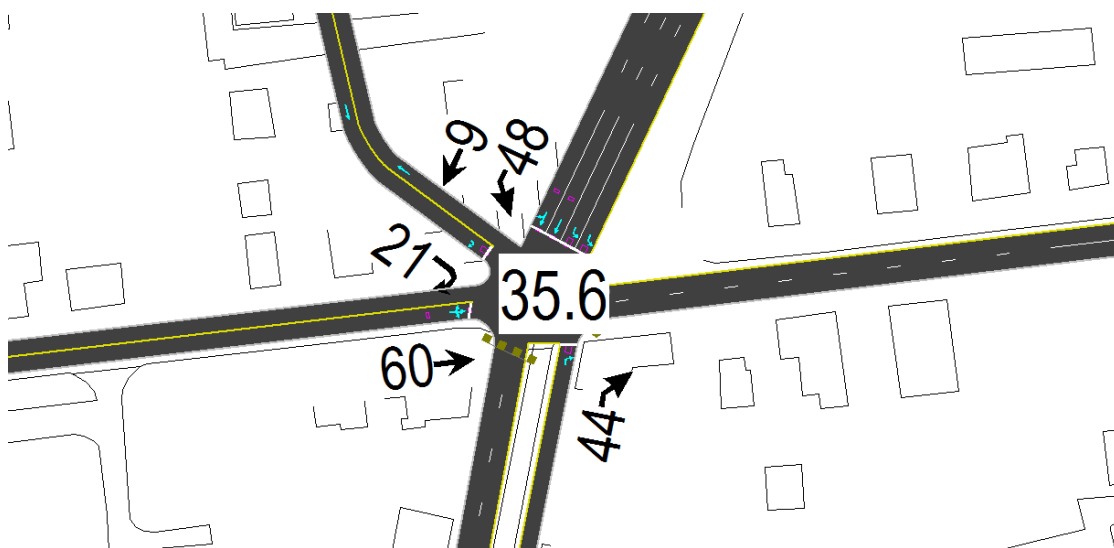


Рисунок 2.17 – Задержка транспортного потока на пересечении ул. Чехова – ул. Долгова после введения адаптивного управления

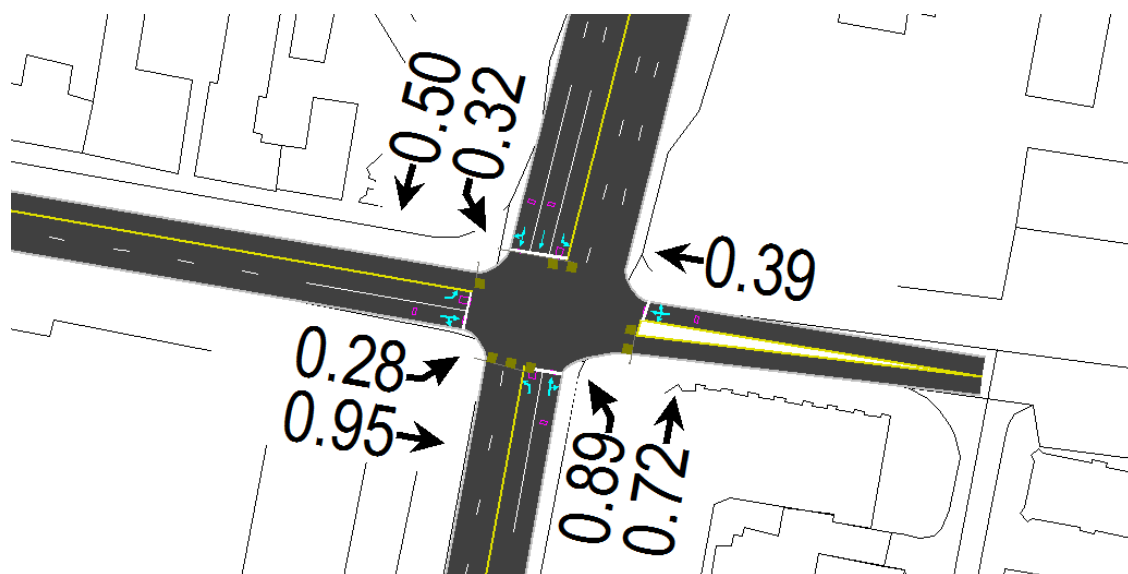


Рисунок 2.18 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Чехова – ул. Бакунина – ул. Кирова после введения адаптивного управления

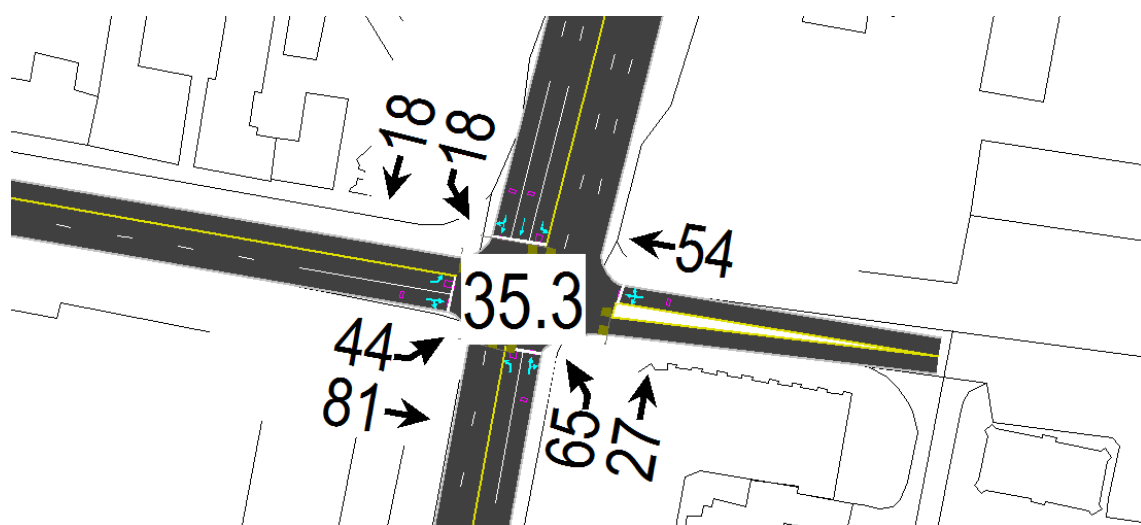


Рисунок 2.19 – Задержка транспортного потока на пересечении ул. Чехова – ул. Бакунина – ул. Кирова после введения адаптивного управления

3 Обустройство пересечения средствами регулирования

3.1 Выбор дорожного контроллера

Для реализации на пересечении алгоритмов минимизации задержки предлагается произвести замену установленных дорожных контроллеров на контроллеры СПЕКТР – КДСФ (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Внешний вид дорожного контроллера СПЕКТР - КДСФ
Контроллер обеспечивает в цикле:

- число фаз движения –16;
- число направлений движения – 16;
- число фиксированных программ – 16.

В состав контроллера входит блок детекторов транспорта (ДТ), который позволяет подключать до 32 петлевых датчиков транспорта или адаптеров детекторов транспорта (АДТ) в зависимости от исполнения. АДТ позволяет подключать к контроллеру детекторы транспорта любого типа.

Контроллер обеспечивает при работе с ДТ или АДТ реализацию адаптивных алгоритмов управления транспортными потоками. В настоящее время реализованы следующие алгоритмы адаптивного регулирования:

- поиск разрыва в транспортном потоке;
- вызов фазы;
- оптимизация по методике Вебстера.

Контроллер, в соответствующей комплектации, обеспечивает приоритетный пропуск общественного или спецтранспорта.

Контроллер обеспечивает переход в режим аварийного отключения светофоров (ОС) при появлении зеленых сигналов на конфликтных направлениях, контроль красных сигналов светофоров с автоматическим переходом в режим аварийного желтого мигания (ЖМ) при перегорании выбранного числа ламп красных сигналов одного направления.

Контроллер обеспечивает возможность вызова фазы от табло вызывного пешеходного (ТВП), переход в режим РУ с помощью органов управления выносного пульта управления (ВПУ).

Контроллер обеспечивает коррекцию хода часов по радиосигналам точного времени в зоне уверенного приема.

Контроллер обеспечивает ведение архива, в котором регистрируются все изменения штатных режимов работы, а также аварийные или нештатные ситуации, обнаруженные системой диагностики контроллера, с указанием времени и даты их возникновения.

Контроллер обеспечивает работу в составе АСУДД «Сигнал» или АСУДД «ТСКУ», в зависимости от исполнения, в соответствии с требованиями и протоколами соответствующих систем. При нарушении связи с верхним уровнем управления контроллер переходит в автономный режим по управлению светофорным объектом.

Дорожный контроллер выполняет следующие функции:

- Локальное адаптивное управление;
- Совместимость с сетями на базе технологии G.SHDSL;

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Регенерация сетевых пакетов;
- Совместимость со специализированными сетями управления дорожным движением (по протоколу АСУДД «Сигнал»);
- Адаптивное управление в рамках, определяемых Центром управления;
- Управление фазовыми переходами светофорных сигналов, а также непосредственное управление сигнальными группами (направлениями движения) от Центра управления;
- Передача Центру управления данных от детекторов транспорта;
- Передача Центру управления содержимого системного журнала контроллера;
- Работа контроллера по сигнальным программам, переданным из Центра управления;
- Работа контроллера с использованием матрицы минимальных времен промтакта;
- Синхронизация часов по сигналам точного времени;
- Контроллер обеспечивает в цикле до 8 фаз регулирования движения из набора в 15 фаз, сохраняемых в энергонезависимой памяти;
- Интервал изменения длительности основных тактов от 1 до 90 с.
- Интервал изменения длительности промежуточных тактов от 1 до 90 с.
- Интервал изменения длительности минимального времени зеленого сигнала светофора от 1 до 90 с.
- Интервал изменения длительности максимального времени красного сигнала светофора от 1 до 90 с.
- Длительность включенного состояния ламп светофоров в течение одного цикла мигания 0,5 с.
- Число миганий сигналов светофоров в режиме мигания от 55 до 65 миганий в минуту.
- Контроллер обеспечивает возможность вызова фазы от табло вызывного пешеходного (ТВП). Количество кнопок, подключаемых к каналу ТВП не более 2 при длине линии связи не более 150 м и сопротивлении кабеля не более 300 Ом.

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– Контроллер осуществляет формирование и передачу на ТВП сигнала «ЖДИ-ТЕ» с момента поступления вызова до включения запрашиваемого направления.

– Средняя наработка на отказ не менее 20 000ч. По каждой функции и каналу.

Габаритные размеры контроллера 560 x 720 x 380 мм.

Масса контроллера не более 70 кг.

Средний срок службы контроллера не менее 8 лет.

Гарантийное обслуживание 12 месяцев со дня ввода контроллера в эксплуатацию.

В базовой комплектации дорожный контроллер оснащается 1 блоком детекторов транспорта, обеспечивающий подключение до 8 индуктивных петель. Кроме того, контроллер может быть укомплектован инфракрасными пассивными детекторами транспорта (рисунок 3.2)



Рисунок 3.2 – Инфракрасный детектор транспорта ИК-Д

Инфракрасные детекторы транспорта устанавливаются сбоку от проезжей части, как правило, на опоре освещения (рисунок 3.3).. При проезде крупногабаритного грузового автотранспорта возможно перекрытие им соседних полос движения. Учитывая высокую долю грузового транспорта, следует использовать индуктивные петли.

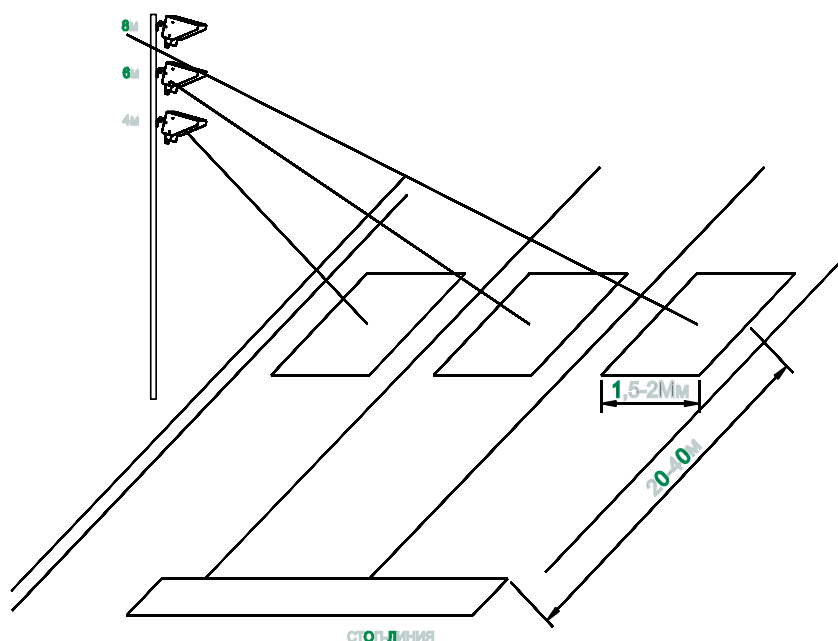


Рисунок 3.3 – Установка инфракрасного детектора транспорта

3.2 Обустройство светофорного объекта

Размещение дорожных светофоров (кроме транспортных типа 3 и пешеходных) должно обеспечивать видимость их сигналов с расстояния не менее 100 м с любой полосы движения, на которую распространяется их действие. В противном случае должны предварительно устанавливаться дорожные знаки 1.8 «Светофорное регулирование».

Размещение транспортных светофоров типа 3 должно обеспечивать видимость их сигналов водителем первого транспортного средства, остановившегося перед дорожным знаком 5.33 «Стоп-линия» или дорожной разметкой 1.12 «Стоп-линия» на крайней полосе, ближайшей к этому светофору.

Размещение пешеходных светофоров должно обеспечивать видимость их сигналов пешеходами с противоположной стороны пересекаемой проезжей части дороги.

Светофоры должны устанавливаться на специальных колонках, кронштейнах, прикрепляемых к существующим опорам или стенам зданий, на консольных или рамных опорах, а также подвешиваться на тросах-растяжках.

Специальные колонки и опорные элементы консольных или рамных опор должны располагаться вне проезжей части дороги или быть ограждены от возможного наезда на них транспортных средств.

Высота установки светофоров от нижней точки корпуса до поверхности проезжей части должна составлять для транспортных светофоров (кроме типа 3):

- при расположении над проезжей частью — от 5,0 до 6,0м;
- при расположении сбоку от проезжей части — от 2,0 до 3,0м;
- для транспортных светофоров типа 3 — от 1,5 до 2,0 м;
- для пешеходных светофоров — от 2,0 до 2,5 м.

При установке на одной опоре с транспортными светофорами типов 1, 2 пешеходные светофоры не должны располагаться выше них.

На протяжении одной дороги высота установки светофоров и их удаление от проезжей части должны быть по возможности одинаковы.

Расстояние от края проезжей части до светофора, установленного сбоку от проезжей части, должно составлять от 0,5 до 2,0 м. При обеспечении видимости сигналов пешеходного светофора допускается его удаление от края проезжей части до 5,0 м.

Расположение светофоров относительно стоп-линий должно обеспечивать распознаваемость их сигналов водителями первых, стоящих у нее, транспортных средств. Расстояние в горизонтальной плоскости от транспортных светофоров до стоп-линий па подходе к регулируемому участку должно быть не менее 10,0 м при установке их над проезжей частью и не менее 3,0 м при установке сбоку от проезжей части. Допускается уменьшать указанные расстояния соответственно до 5,0 и 1,0 м при использовании светофоров типа 3.

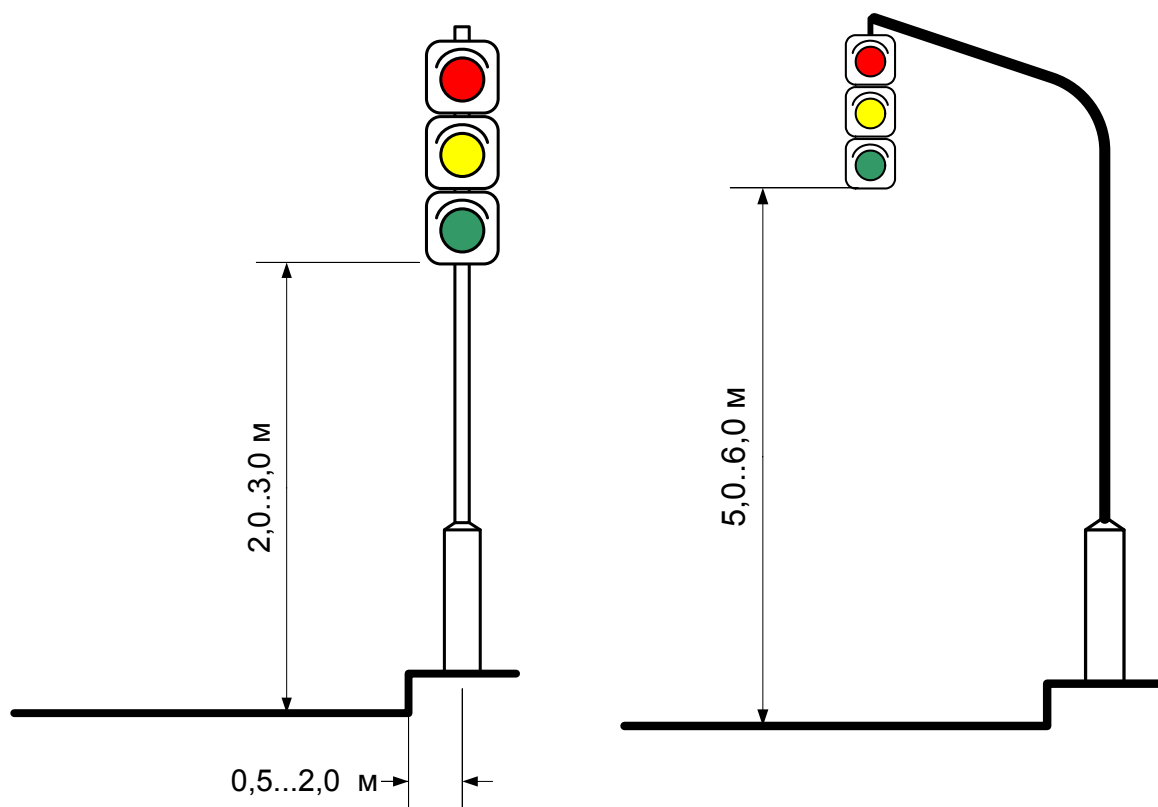


Рисунок 3.4 – Установка транспортных светофоров

Расстояние в горизонтальной плоскости от пешеходных светофоров до ближайшей границы пешеходного перехода должно быть не более 1,0 м.

Светофоры не должны устанавливаться на расстоянии менее 1,0 м от контактных проводов трамвая или троллейбуса до любой точки корпуса светофора.

Тип применяемого кабеля зависит от его назначения. Контроллеры подключают к источникам электропитания с помощью силового кабеля, как правило, с алюминиевыми жилами сечением 6 мм, знаки с внутренним освещением – с помощью кабеля с жилами 2,5 мм. При этом число жил в кабеле не превышает 4.

Светофоры соединяются с контроллером с помощью контрольного кабеля (или сигнальным кабелем). Контрольный кабель должен быть многожильным. Число жил выбирают по следующему принципу: для каждой лампы светофора предназначена отдельная питающая жила, одна обратная общая жила, одна заземляющая жила и 10% запаса.

При выборе числа жил учитывается и возможность в будущем изменения схемы организации движения: добавления поворотных секций или светофоров.

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для повышения надежности и снижения толщины в контрольном кабеле обычно применяют медные жилы сечением 1,5 мм.

Прокладка кабельной сети составляет основной объем строительно-монтажных работ при создании светофорного объекта. При этом выполняются следующие работы: предварительные электрические измерения и испытания кабелей; разбивка трассы прокладки; подготовка и рытье траншей; прокладка кабелей в земле; выполнение прочих работ по прокладке кабеля (воздушные линии, прокладка по стенам зданий и т. д.).

Кабель подвергают испытаниям перед укладкой и после монтажа. К этим испытаниям относятся измерение сопротивления изоляции между жилами и оболочкой и активного сопротивления жил, проверка отсутствия сообщения между жилами, испытание жил и оболочки на целостность.

Кабели прокладывают согласно требованиям инструкции по укладке кабелей напряжением до 110 кВ, правил устройства электроустановки, а также строительных норм и правил на электротехнические устройства и сооружения и устройства телефонной и телеграфной связи.

Земляные работы ведут под непосредственным надзором организаций, указанных в адресе, или по их предписаниям. В месте пересечений кабельной трассы с подземными сооружениями работы ведут только вручную, лопатой, с большой осторожностью. В местах, свободных от подземных сооружений, траншеи роют механизированным способом.

Глубина траншеи на проезжей части должна составлять не менее 1,1 м, а на тротуарах, газонах – 0,8 м. Ширина траншеи, разрабатываемой механизированным способом, зависит от размеров рабочего органа машины, а при разработке вручную составляет при числе кабелей до 5 внизу 0,3 м,верху 0,4 м. На каждый последующий кабель эти размеры увеличиваются на 0,05 м.

Непосредственно в земле прокладывают в основном бронированные кабели. Небронированные кабели, прокладываемые в земле, защищают металлическими или асбоцементными трубами. Под проезжей частью все кабели прокладывают в

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

трубах. Это позволяет не вскрывать дорожное покрытие при ремонте или замене кабеля.

Длину кабелей, подлежащих укладке, определяют на основании натуральных промеров траншей.

Учитывая высокую интенсивность движения и сложившуюся инфраструктуру в месте установки проектируемого светофорного объекта целесообразно произвести прокладку контрольных кабелей по воздушной линии.

Для прокладки воздушных линий применяют небронированный контрольный кабель. При прокладке его крепят к несущему тросу металлическими скобами через 0,5 м. При переходе воздушной линии в кабельную устанавливают распределительную коробку. Высота подвеса кабеля над тротуаром должна быть не ниже 4 м, а над проезжей частью — не ниже 5 м.

Технические средства устанавливают в произвольной последовательности. Как правило, колонки светофоров устанавливают на железобетонных фундаментах или прямо в грунт. В нижней части колонок предусматривают закрываемые дверцами клеммники для разделки кабелей и монтажных проводов. Возможна установка светофоров на опорах наружного освещения и контактной сети.

Все установленные технические средства подлежат окраске. Серийно выпускаемая аппаратура поставляется окрашенной. Изготавливаемые на местах металлические изделия и трубы, прокладываемые по опорам и стенам, окрашивают эмалью серого цвета.

Электромонтажные работы при установке технических средств сводятся к монтажу кабелей и устройству заземлений. Монтаж кабелей разбивается на ряд технологических операций: разделка концов кабелей; устройство концевых заделок; ввод в распределительные коробки, контроллеры, дорожные знаки с внутренним освещением и т. д.; подключение жил кабеля к зажимам клемм.

Корпуса всех технических средств, выполненных из металла, подлежат заземлению. Для заземления контроллера устраивают специальный заземляющий контур, рассчитанный на удельное сопротивление грунта меньше 10 Ом-см. При больших сопротивлениях грунта в каждом конкретном случае необходимо проек-

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тировать заземляющее устройство с сопротивлением растеканию тока не более 10 Ом. Контур соединяют с корпусом контроллера.

Светофорные колонки, распределительные коробки заземляют на контур, устанавливаемый у контроллера, по специально выделенной жиле сигнальных кабелей. При питании от источника с глухозаземленной нейтралью. Связь с нейтралью осуществляется по нулевой жиле питающего кабеля. При длине сигнального кабеля больше 200 м устраивают повторное заземление.

Электропитание технических средств осуществляется, как правило, путем подключения к домовым вводам в соответствии с техническими условиями. Длину питающего кабеля рекомендуется брать не более 500 м.

3.3 Обустройство искусственного освещения

Классификация улично-дорожной сети городских поселений производится в соответствии с приложением В. Значения нормируемых параметров принимаются согласно приложению Г.

Освещение проезжей части участков улиц, дорог и площадей городских поселений со стандартной геометрией с регулярным транспортным движением следует проектировать исходя из норм средней яркости дорожных покрытий L_{cp} , слепящего действия и общей и продольной равномерности распределения яркости дорожного покрытия $L_{мин} / L_{cp}$ и $L_{мин} / L_{макс}$.

Освещение проезжей части участков улиц, дорог и площадей городских поселений с нестандартной геометрией с регулярным транспортным движением следует проектировать исходя из норм средней горизонтальной освещенности дорожных покрытий E_{cp} , слепящего действия и равномерности распределения освещенности $E_{мин} / E_{cp}$.

Освещение проезжей части улиц, дорог и площадей городских поселений, расположенных в северной строительно-климатической зоне азиатской части России и севернее 66° северной широты в европейской части России, следует проектировать исходя из норм средней горизонтальной освещенности E_{cp} , слепящего

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

действия и равномерности распределения освещенности дорожного покрытия $E_{\min} / E_{\text{ср}}$.

Нормы освещения разрешается увеличивать по согласованию с администрацией города на 0,2 кд/м² (или на 5 лк) для осветительных установок улиц, дорог и площадей категорий А (за исключением класса А1) и Б, а также и вне города на подъездах к аэропортам, вокзалам, гипер- и супермаркетам.

Средняя яркость или средняя освещенность покрытия проезжей части в границах транспортного пересечения в двух и более уровнях на всех пересекающихся магистралях должна быть как на основной из них, а на съездах и ответвлениях - не менее 1,2 кд/м², или 15 лк.

На улицах, дорогах и транспортных зонах площадей пороговое приращение яркости Tl не должно превышать значений: 10% при нормируемой яркости дорожного покрытия в диапазоне 1,2-2,0 кд/м² и 15% в диапазоне 0,4-1,0 кд/м² соответственно.

На улицах, дорогах и транспортных зонах площадей, где нормируется освещенность, требуется ограничить предельную силу света светильников в установке в направлении водителей под углами 80° и 90° от вертикали соответственно значениями 30 и 10 кд на 1000 лм суммарного светового потока ламп в светильнике.

Высота размещения световых приборов на улицах, дорогах и площадях с трамвайным и троллейбусным движением должна приниматься согласно СНиП 2.05.09.

При использовании для освещения больших площадей и транспортных развязок, в том числе и в нескольких уровнях, опор высотой 20 м и более устанавливаемые на них световые приборы должны обеспечивать максимум силы света под углом не более 65° от вертикали, при этом сила света под углами 80°, 85°, 90° в рабочем положении не должна превышать соответственно 50, 30 и 10 кд на 1000 лм суммарного светового потока ламп в светильнике. Высота расположения све-

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тильников над дорожным покрытием проезжей части верхнего уровня транспортного пересечения должна быть не менее 10 м.

Норма средней горизонтальной освещенности и равномерности освещенности трамвайных путей, расположенных на проезжей части улиц, должна соответствовать норме освещения улицы согласно таблице 15. Средняя горизонтальная освещенность обособленного трамвайного пути должна быть 10 лк.

Минимальная высота установки светильников в парапетах мостов и путеводов и других объектов не ограничивается при условии обеспечения защитного угла не менее 10° и исключения возможности доступа к лампам и пускорегулирующим аппаратам без применения специального инструмента.

Допускается в ночное время снижать уровень наружного освещения городских улиц, дорог и площадей при нормируемой средней яркости более $0,8 \text{ кд/м}^2$ или средней освещенности более 15 лк: на 30% при уменьшении и интенсивности движения до $1/3$ максимальной величины; на 50% – при уменьшении до $1/5$ максимальной величины.

Не допускается в ночное время частичное отключение светильников при однорядном их расположении и установке по одному светильнику на опоре, а также на пешеходных мостиках, автостоянках, пешеходных аллеях и дорогах, внутренних, служебно-хозяйственных и пожарных проездах, а также на улицах и дорогах сельских поселений.

Для надежной ориентации водителей и пешеходов светильники должны располагаться таким образом, чтобы образуемая ими линия ясно и однозначно указывала на направление дороги.

Среднюю горизонтальную освещенность на уровне покрытия улиц, дорог, проездов и площадей сельских поселений следует принимать по таблице 3.1.

					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.1

Нормируемые показатели для улиц и дорог сельских поселений

Освещаемые объекты	Средняя горизонтальная освещенность, лк
1 Главные улицы, площади общественных и торговых центров	10
2 Улицы в жилой застройке:	
основные	6
второстепенные (переулки)	4
3 Поселковые дороги, проезды на территории садовых товариществ и дачных кооперативов	2

Освещение наземных пешеходных переходов должно обеспечивать людям безопасное пересечение проезжей части и возможность видеть препятствия и дефекты дорожного покрытия. Для предупреждения водителей и пешеходов рекомендуется использовать в зоне перехода освещение другого цвета.

На пешеходных переходах в одном уровне с проезжей частью улиц и дорог категорий А и Б следует предусматривать повышение уровня освещения не менее чем в 1,5 раза по сравнению с нормой освещения пересекаемой проезжей части. Увеличение уровня освещения достигается за счет уменьшения шага опор, установки дополнительных или более мощных осветительных приборов, использования осветленного покрытия на переходе и т.п. Значения средней горизонтальной освещенности E_{cp} для подземных и надземных пешеходных переходов приведены в таблице 3.2.

Равномерность распределения освещенности, определяемая отношением $E_{мин} / E_{cp}$ на уровне покрытия подземных и надземных переходов должна быть не менее 0,3. В подземных и надземных пешеходных переходах должны использоваться светильники с защитным углом не менее 15° или с диффузными и призматическими рассеивателями.

Таблица 3.2

Значения средней горизонтальной освещенности для подземных и надземных пешеходных переходов

Объект	$E_{\text{ср}}$, лк, не менее
Подземные пешеходные тоннели и переходы: проходы	75
лестницы и пандусы	40
Открытые пешеходные мостики	10
Надземные пешеходные переходы с прозрачными стенами и потолком или застекленными стеновыми проемами: проходы	75
лестничные сходы, съезды и смотровые площадки	50

Заключение

Проведённый анализ условий движения выявил не соответствие существующей схемы организации движения интенсивности движения. В качестве мероприятий по повышению пропускной способности ул. Чехова и имеющихся пересечений рассмотрены следующие варианты:

- оптимизация длительности фаз существующей схемы движения;
- введение адаптивного регулирования;
- локальное расширение проезжей части.

В результате оптимизационного и микроскопического имитационного моделирования принято решение о реконструкции пересечения ул. Суворова – ул. Чехова. Предполагается локальное расширение подходов к пересечению по ул. Суворова.

Для повышения эффективности проведения реконструкции предлагается использование адаптивного управления по поиску разрыва в потоке. Данный метод позволяет эффективно реагировать на изменение длительности интенсивности движения при минимальных инвестициях в инфраструктуру. Произведен выбор необходимых для реализации адаптивного регулирования технических средств.

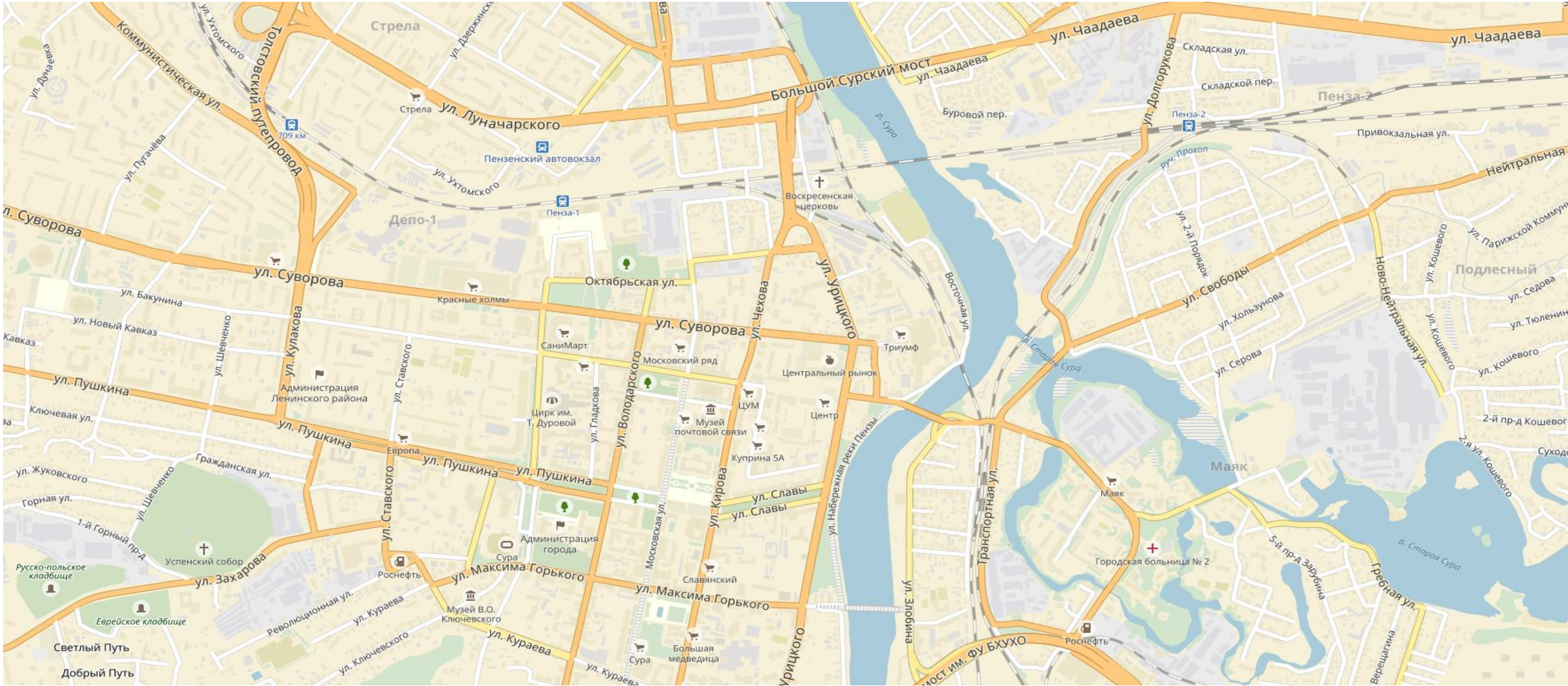
					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Литература

1. ГОСТ Р 52289 – 2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств» / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Издательство стандартов, 2004. – 94 с.
2. ГОСТ Р 52290 – 2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Издательство стандартов, 2004.– 32 с.
3. ГОСТ Р 51256 – 2011 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования». – М.: Стандартинформ, 2012 – 27 с.
4. ОДМ 218.6.003 – 2011 «Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах» Федеральное дорожное агентство (РОСАВТОДОР). – М., 2013 – 69 с.
5. ОДМ 218.2.020 – 2012 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог». – М., 2012 – 135 с.
6. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения Учеб. для вузов 5-е изд., переработано и дополнено. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
7. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. Учеб. для ВУЗов. – М.: Транспорт, 2007. – 255 с.
8. Организация дорожного движения в городах: Метод, пособие / Под ред. Ю.Д. Шелкова / НИЦ МВД России.– М.: 1995. – 143 с.
9. Пржибыл П., Свитек М. Телематика на транспорте, перевод с чешского О. Бузека и В. Бузковой. Под редакцией проф. В.В. Сильянова, М.: МАДИ (ГТУ) – 2003, 540 с.

- 10.Попова Е.П. Луковецкий М.А. Определение экономической эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения. – М.: МАДИ, 1988 – 96 с.
- 11.Лукьянов Е.В. Безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1978.
- 12.Правила дорожного движения. – М.: Транспорт, 1994. – 125 с.
- 13.Васильев А. П., Фримштейн М.И. Управление движением на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1979. – 175 с.
- 14.Шевяков А.П. Организация движения на автомобильных магистралях. – М.: Транспорт, 1985. – 95 с.
- 15.Рекомендации по применению дорожных знаков. – М.: МВД СССР, ВНИИБД, 1982. – 83 с.
- 16.Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учеб. для вузов/ Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 2001.–273 с.
- 17.Луканин В.Н., Буслаев А.П., Яшина М.В. Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Н. Луканина.– М.: ИНФРА–М, 2001.–646 с.
- 18.Справочник по безопасности дорожного движения. Осло–Москва–Хельсинки. 2001 г. – 773 с.
- 19.Сильяное В.В., Тонконоженкое О.И, Браннольте У, Батероу К. –Аудит безопасности дорожного движения в больших городах
- 20.Железное Е. П,Богданова Е. В., Шиндяпина Е. В – О совершенствовании программ подготовки водителей автотранспортных средств.
- 21.Москвич В.К, Бережной С.Б. проф., – Мероприятия по повышению качества подготовки кандидатов в водители автотранспортных средств
- 22.Волков С.А., Авдеева Т.А. – О резервах совершенствования подготовки водителей в автошколах.

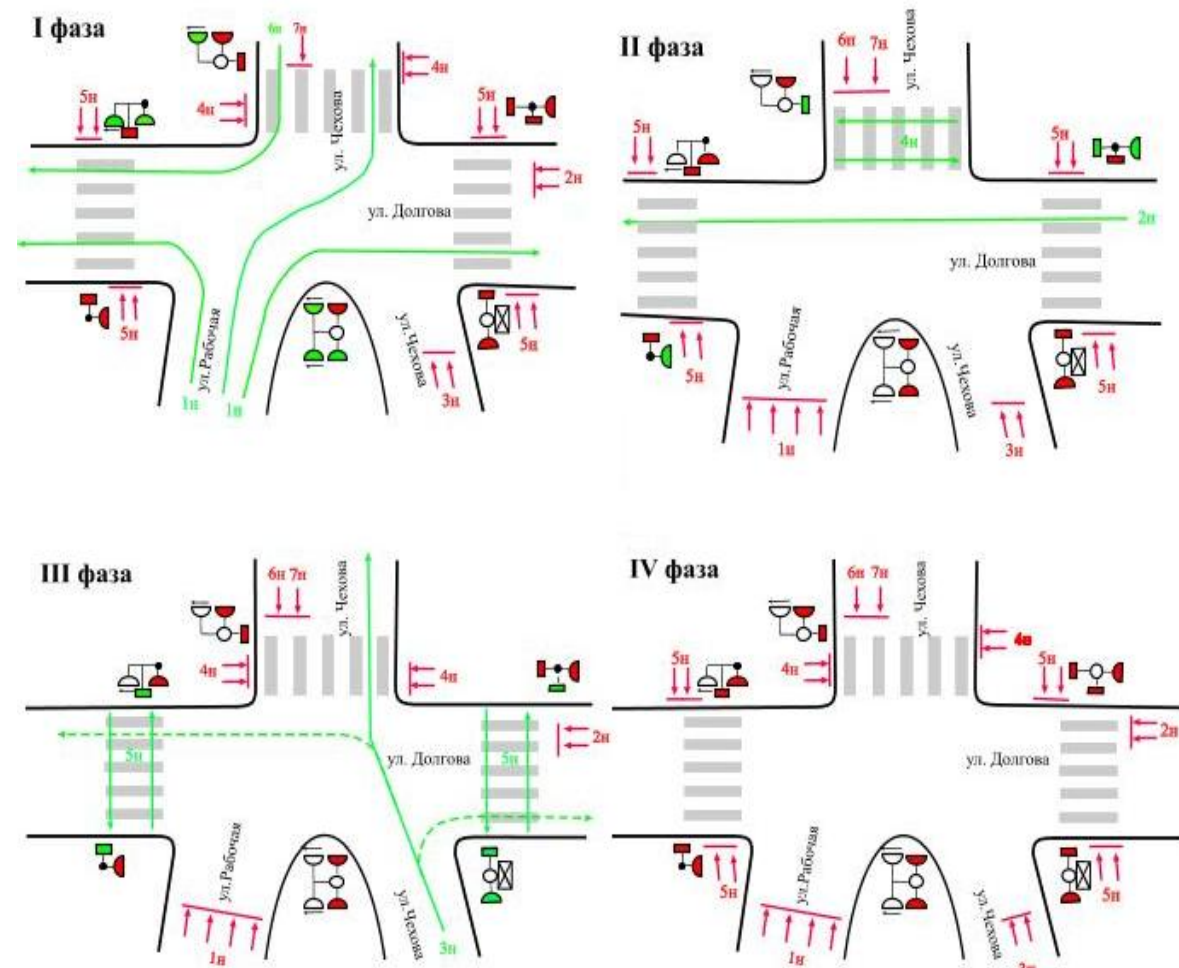
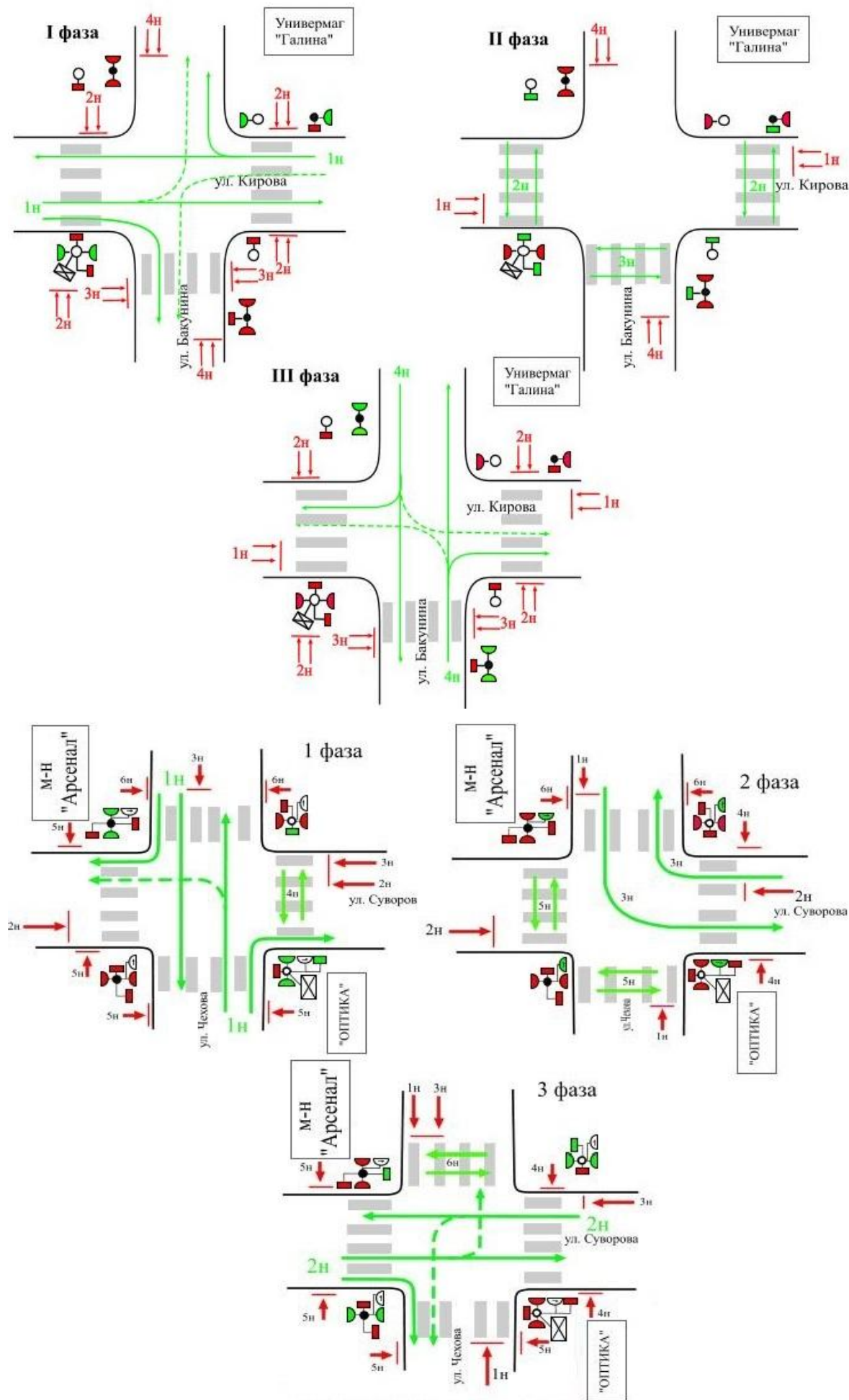
ПРИВЯЗКА РАЙОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ К УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ



					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17			
					Совершенствование схемы организации движения по ул. Чехова г. Пензы			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Привязка района проектирования к улично-дорожной сети	Литер	Лист	Листов
Зав.Каф.	Ильина И.Е					В	К	Р
Руковод.	Власов А.А.						1	6
Н.контр.	Ильина И.Е.				ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41			
Студент	Макаров И.В.							

СУЩЕСТВУЮЩАЯ СХЕМА ДВИЖЕНИЯ

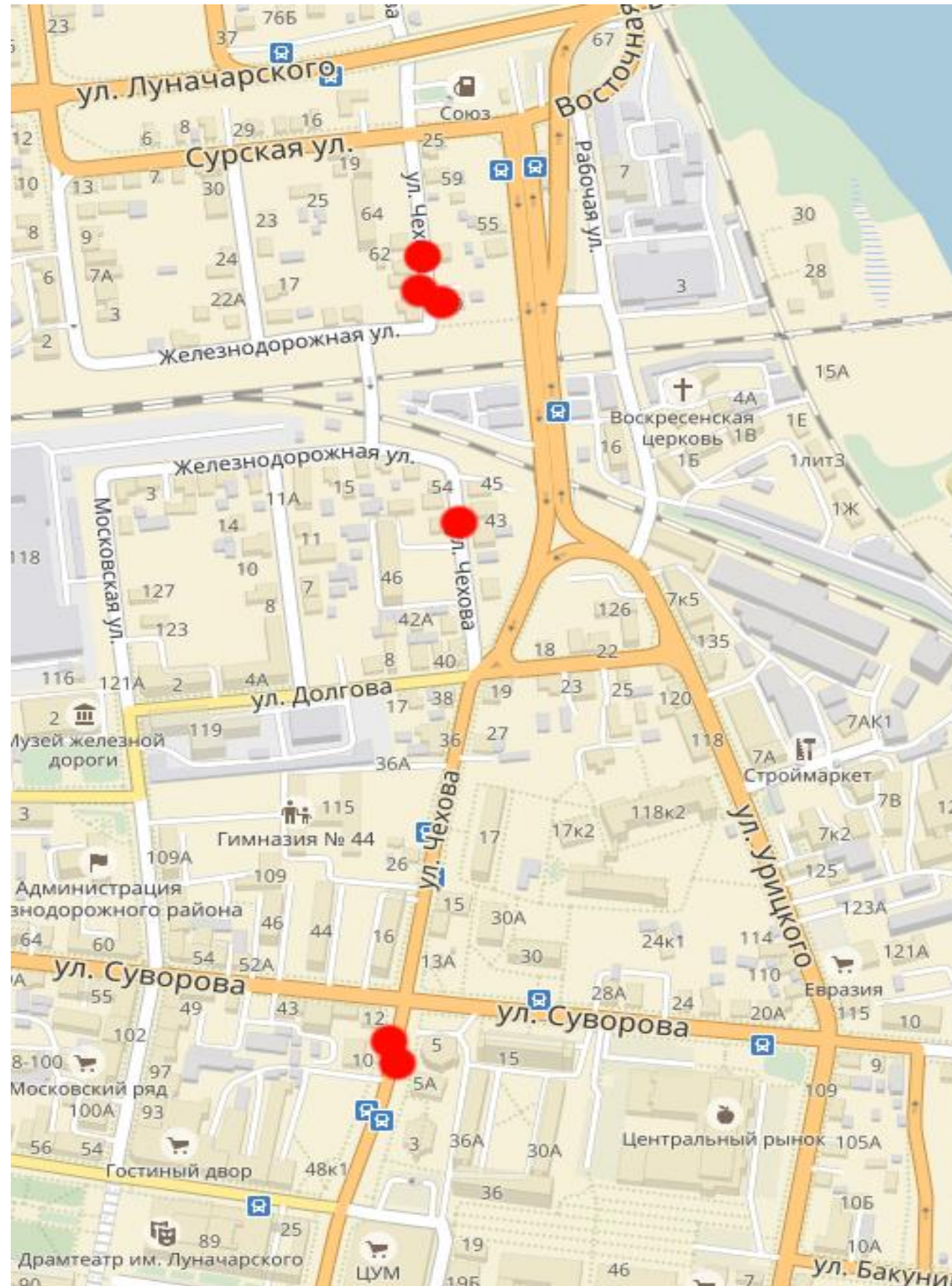
Схема пофазного разъезда



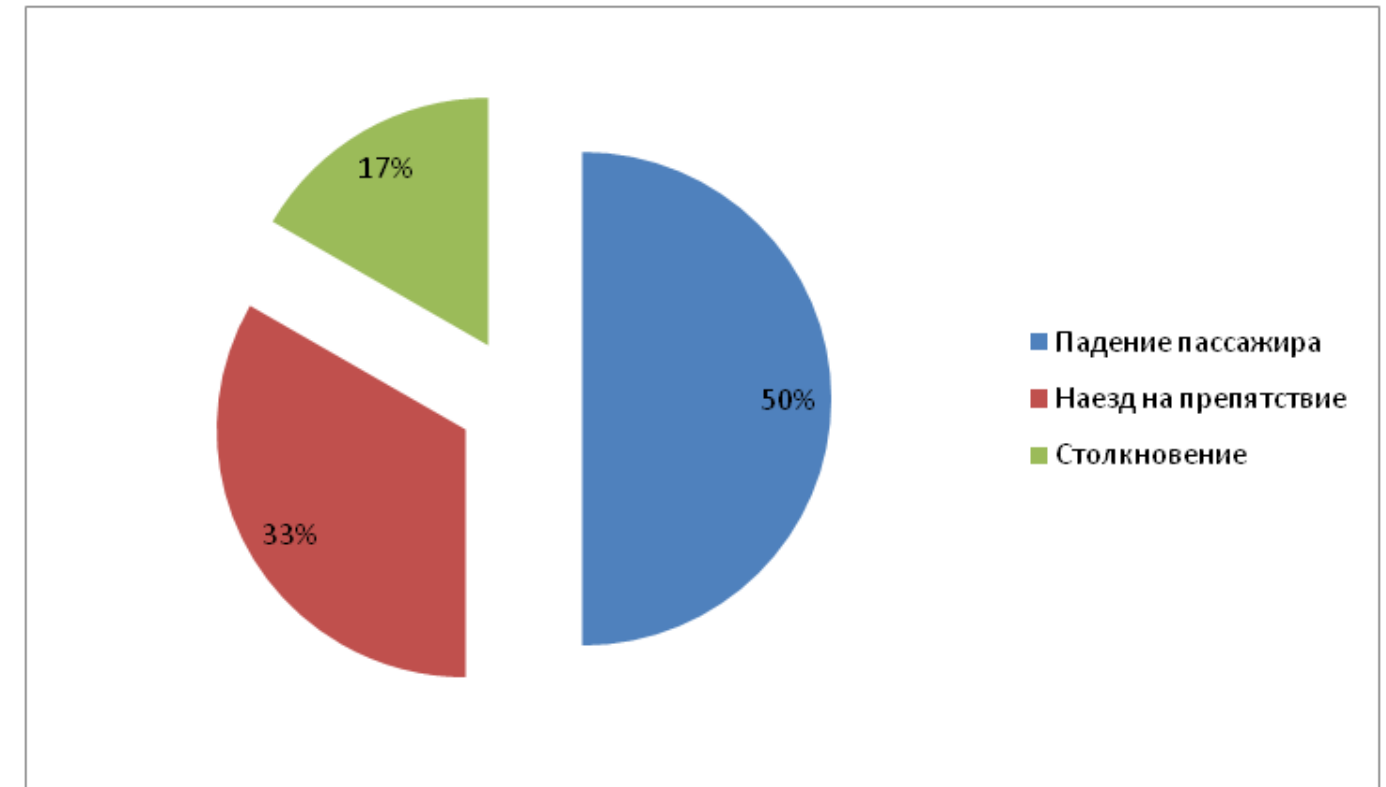
					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17				
					Совершенствование схемы организации движения по ул. Чехова г. Пензы				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Существующая схема движения	Литер	Лист	Листов	
Зав.Каф.	Ильина И.Е					В	К	Р	
Руковод.	Власов А.А.								
Н.контр.	Ильина И.Е.								
Студент	Макаров И.В.								
						ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41			

АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Дислокация мест дорожно-транспортных происшествий



Распределение дорожно-транспортных происшествий по видам



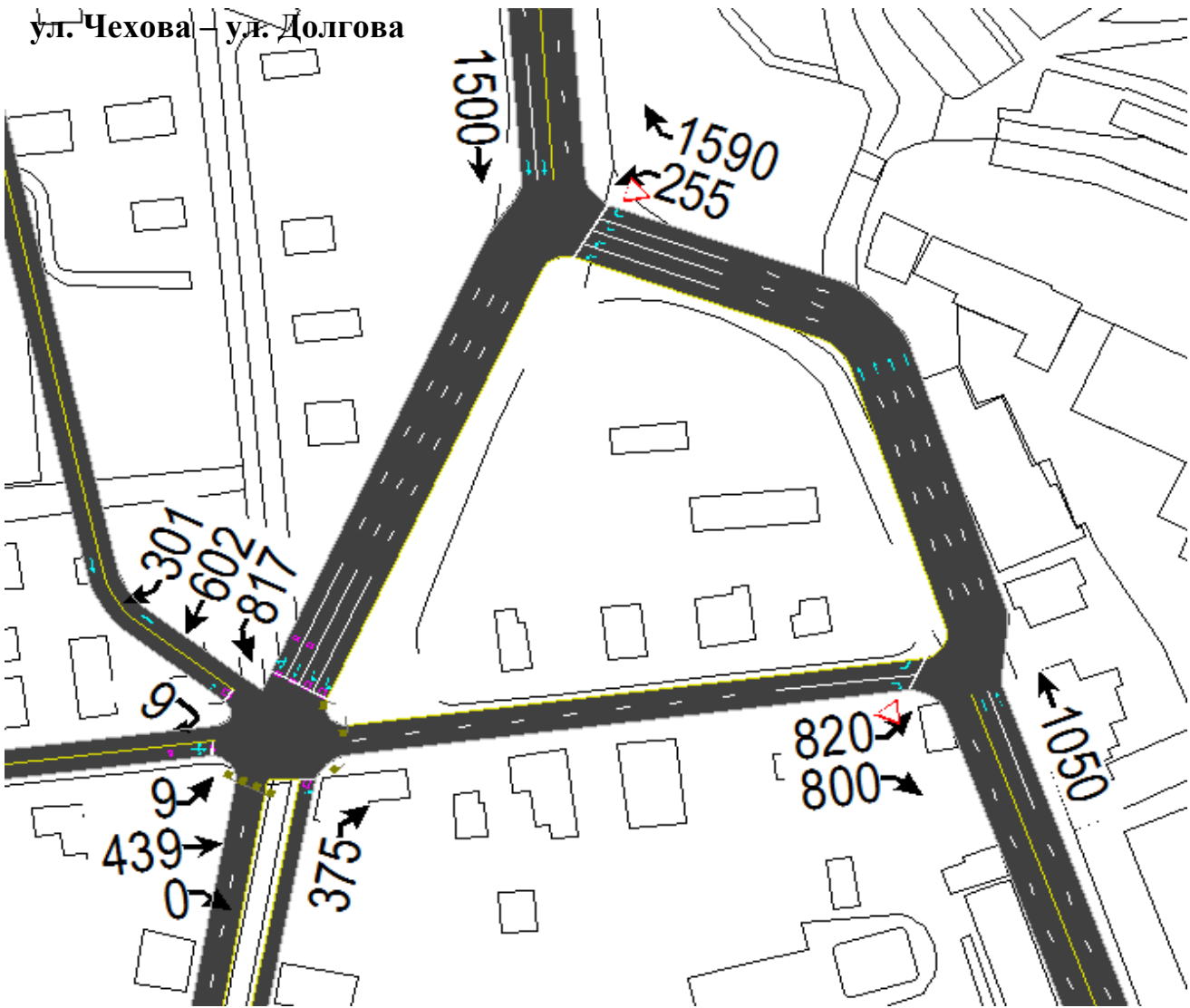
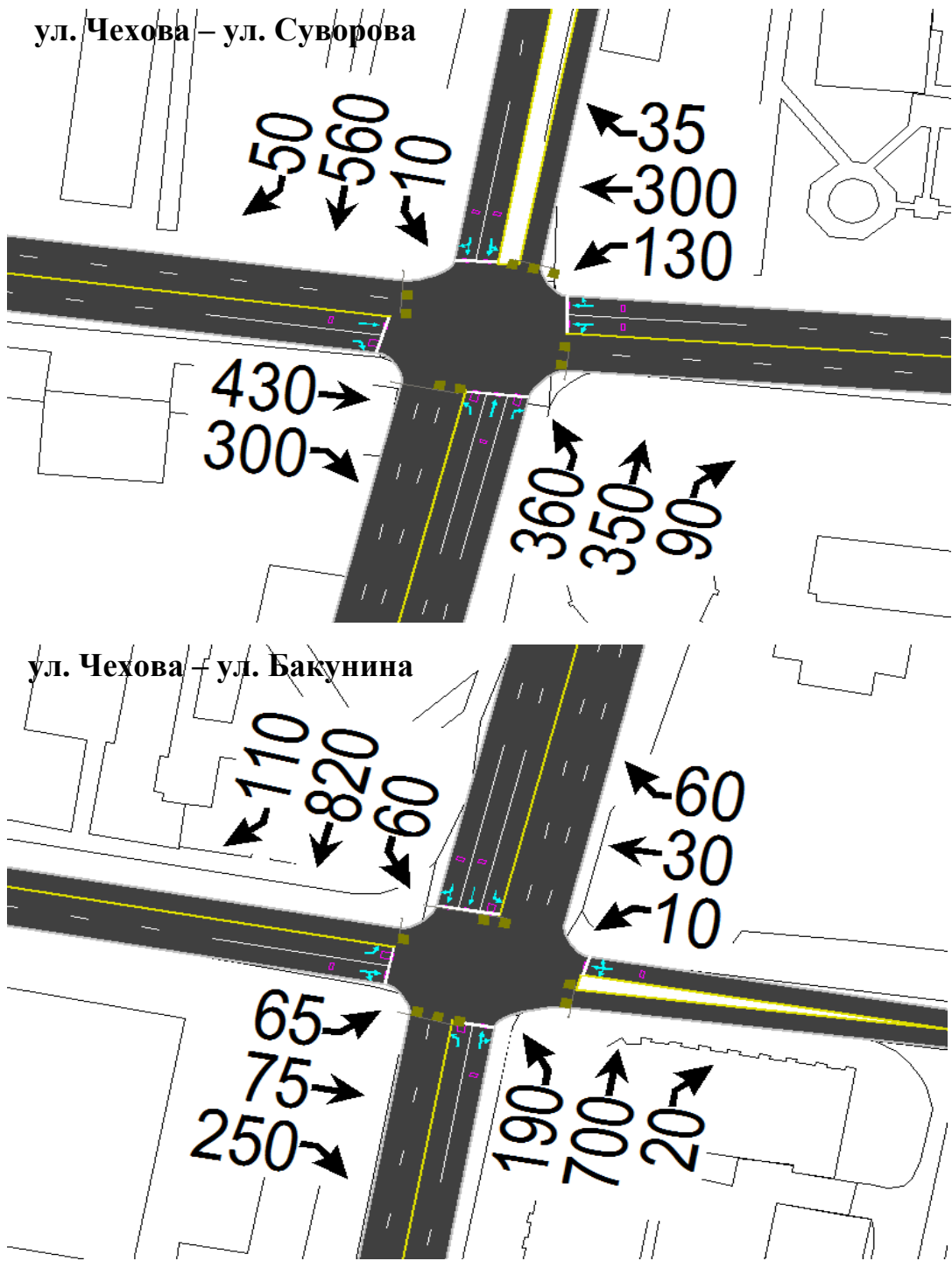
					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17								
					Совершенствование схемы организации движения по ул. Чехова г. Пензы								
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата									
Зав.Каф.	Ильина И.Е				Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий				Литер		Лист	Листов	
Руковод.	Власов А.А.								В	К	Р	3	6
									ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41				
Н.контр.	Ильина И.Е.												
Студент	Макаров И.В.												

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

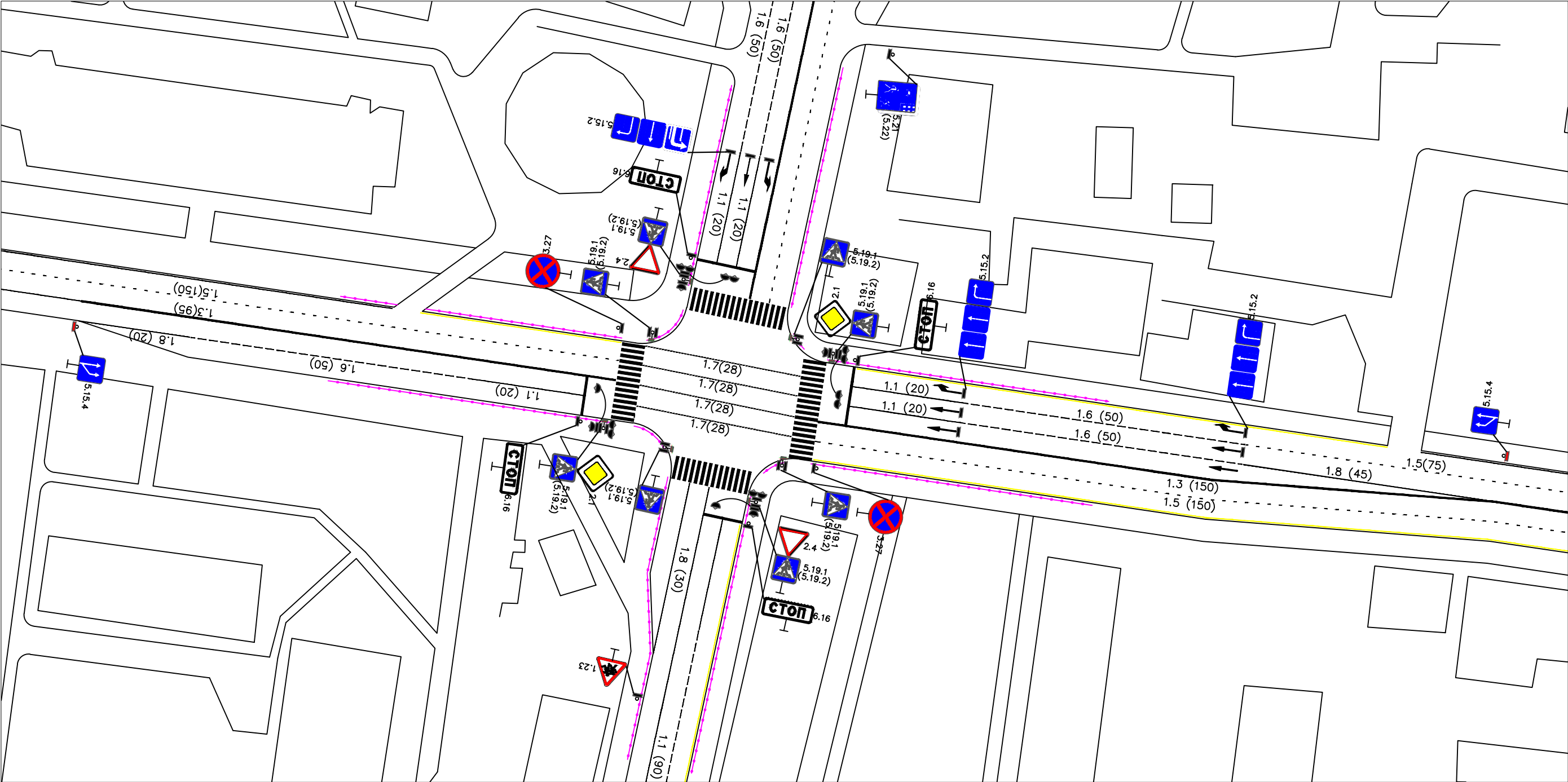
Диаграмма состава транспортного потока



Картограммы интенсивности



					ВКР-2069059-23.03.01-130626-17			
					Совершенствование схемы организации движения по ул. Чехова г. Пензы			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Исследование интенсивности движения	Литер	Лист	Листов
Зав.Каф.	Ильина И.Е					В К Р	4	6
Руковод.	Власов А.А.					ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41		
Н.контр.	Ильина И.Е.							
Студент	Макаров И.В.							



						БКР-2069059-23.03.01-130626-17			
						Совершенствование схемы организации движения по ул. Чехова г.Пензы			
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док.	Подп.	Дата	Предлагаемая схема организации движения	Стадия	Лист	Листов
Зав. Каф.	Ильина И.Е.						БКР	6	6
Руковод.	Власов А.А.								
Н.контр.	Ильина И.Е.					ПГУАС каф. ОБД группа ТТП-41			
Студент	Макаров И.В.								