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. Максима Горького г. Пензы
(наименование темы)

Автор ВКР _____(Нашивочников В.В.)
(подпись, инициалы, фамилия)
Обозначение ВКР-2069059-23.03.01-130629-17 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__Нашивочников Виталий Викторович_____
_____
Группа_ТТП-41_____
Тема Совершенствование схемы организации движения по ул. Максима Горького г. Пензы_____

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

Срок представления ВКР к защите_____2017 г.
число месяц год

I. Исходные данные для ВКР
1. Характеристики улично-дорожной_____
2 Результаты обследований условий движения
3.Нормативная и техническая литература по проектированию светофорных объектов_____

II. Содержание пояснительной записки
1. Анализ существующей схемы организации дорожного движения_____
2. Разработка проектных решений_____
3. Обустройство светофорного объекта средствами адаптивного регулирования_____

III. Перечень графического материала

1. Привязка района проектирования к улично-дорожной сети
2. Существующий режим работы светофорных объектов
3. Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий
4. Результаты исследований интенсивности движения
5. Результаты моделирования
6. Предлагаемая схема движения

IV. График выполнения ВКР

№п/п	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения этапа
1	Обследование условий движения	16.04.2017
2	Разработка проектных решений	12.05.2017
3	Оформление выпускной квалификационной работы	12.06.2017

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 (В.В. Нашивочников)

подпись, дата инициалы, фамилия

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на тему «Совершенствование схемы организации движения по ул. Максима Горького г. Пензы» и состоит из 62 листов пояснительной записки и 6 листов графической части.

В первой главе проведен анализ существующей схемы организации дорожного движения по ул. Максима Горького. Приведены результаты обследования интенсивности дорожного движения и анализа статистики дорожно-транспортных происшествий.

Во второй главе проведена разработка проектных решений. Сделан акцент на мероприятия организационного характера, такие как расширение проезжей части, введение адаптивного управления и оптимизация режимов работы светофорных объектов и т.д.

В третьей главе приведен выбор оборудования для обустройства светофорного объекта средствами адаптивного регулирования. Разработаны мероприятия по оснащению дорожными контроллерами с адаптивным регулированием и детекторами транспорта.

Оглавление

Введение 6

1. Анализ существующей схемы организации дорожного движения 8

1.1 Существующая схема движения 8

1.2 Режимы работы светофорных объектов 13

1.3 Интенсивность движения 18

1.4 Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий 22

2 Разработка проектных решений 24

2.1 Анализ вариантов организации движения 24

2.2 Разработка схемы организации движения на пересечении ул. Максима Горького – ул. Кирова 36

2.3 Совершенствование режима работы светофорного объекта на пересечении ул. Максима Горького - ул. Урицкого 37

3 Обустройство светофорного объекта средствами адаптивного регулирования 38

3.1 Алгоритм работы адаптивного регулирования 39

3.2 Дорожный контроллер с адаптивным регулированием 48

3.3 Детектор транспорта 52

Заключение 61

ЛИТЕРАТУРА 62

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы, связанные с автомобилизацией и дорожным движением, имеют глобальный характер, затрагивают интересы большинства стран мира.

20 лет назад в РФ на 1000 жителей страны приходилось 40 автомобилей. Сегодня – свыше 200 автомобилей, а в крупных городах – 300-400. Сегодня ежегодно на российских дорогах прибавляется по 2 млн. автомобилей в год (8-10%). При этом усиливается вредное воздействие автомобилей на окружающую среду, усложняются вопросы безопасности дорожного движения, снижается пропускная способность дорог, увеличивается потребление топлива и т. д.

В настоящее время в крупных российских городах участники дорожного движения теряют в течение суток от 30 до 60 минут своего времени из-за низких скоростей движения и простоев в транспортных заторах. Из-за высокой загруженности улично-дорожной сети скорости общественного пассажирского транспорта сегодня на 15-20% ниже нормативных. В итоге автомобильные пробки приобрели статус одной из наиболее острых проблем крупных российских городов.

Проблема автомобилизации – это, конечно, не только проблема автомобиля. Это и развитие дорог, и повышение качества топлива, и переход на альтернативные энергоносители, и опережающее развитие общественного транспорта.

Еще одна, остро стоящая на автотранспорте проблема – это транспортная безопасность.

Безопасность дорожного движения – это комплексный вопрос, и его успешное решение во многом зависит от скоординированности действий федеральных и территориальных органов исполнительной власти, подразделений Госавтоинспекций (РТИ), предприятий транспортно-дорожного комплекса, образовательных, медицинских учреждений, общественных образований.

Основные проблемы функционирования транспортных систем городов едины для всех. Их можно систематизировать и разделить на объективные и субъективные проблемы. Основные проблемы функционирования транспортных систем городов.

Объективные проблемы:

-Рост уровня автомобилизации населения.

-Увеличение интенсивности использования индивидуально транспорта.

-Снижение эффективности городского пассажирского транспорта.

-Увеличение потребности жителей города в перемещениях.

-Диспропорция между уровнем автомобилизации и темпами дорожного строительства.

-Градостроительно-планировочные проблемы развития городской территории.

Субъективные проблемы:

-Несовершенство системы организации и управления развитием дорожно-транспортного комплекса.

-Недостаточная законодательная база на местном и региональном уровне в области управления транспортной системой города, региона.

-Недостаточная информационная составляющая при принятии управленческих решений.

-Недостатки финансирования развития дорожных сетей и транспортной инфраструктуры.

-Нерешенность имущественных вопросов и вопросов разграничения прав собственности и управления объектами транспортной инфраструктуры.

-Негативное влияние человеческого фактора.

1. Анализ существующей схемы организации дорожного движения

Улица Максима Горького расположена в Ленинском районе г. Пензы. Она проходит от улицы Урицкого до улицы Кураева и является магистральной улицей районного значения.

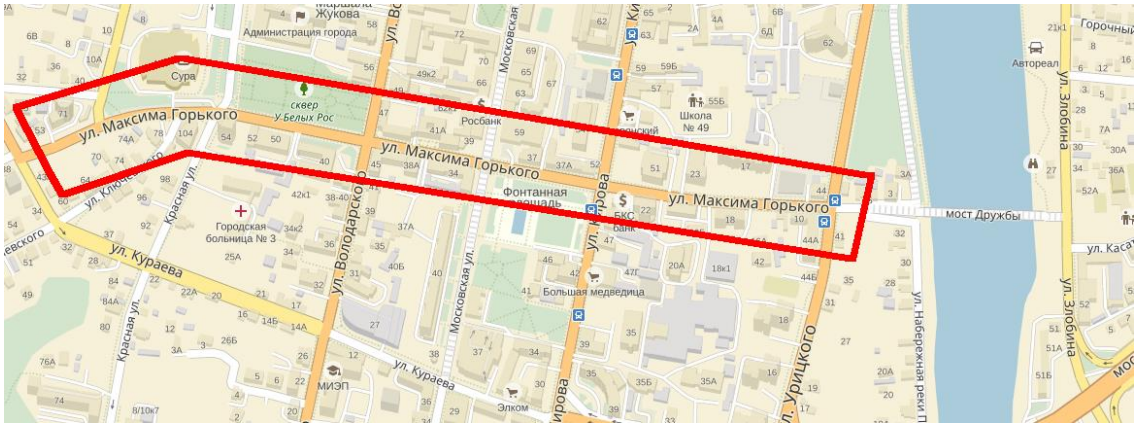


Рисунок 1.1 – План месторасположения ул. Максима Горького

Вблизи находятся школа №49,Городская больница №3,Городская поликлиника №3,Пензенский областной суд, Ленинский районный суд. По улице Максима Горького осуществляется движение ТС к улицам Урицкого, Кирова , Володарского.

1.1 Существующая схема движения

Проезжая часть от улицы Урицкого до улицы Кирова имеет ширину 7м и размечена на две полосы движения-по одной для каждого направления движения. От улицы Кирова до улицы Володарского ширина дороги составляет 10,5м и размечена на три полосы движения. Движение пешеходов вдоль проезжей части осуществляется по тротуару.

Пересечение ул. Максима Горького-ул. Урицкого является регулируемым четырехсторонним пересечением. Пропуск пешеходов через проезжую часть осуществляется по пешеходному переходу, обустроенному с помощью знаков 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход» и дорожной разметки 1.14 (рисунок 1.2).

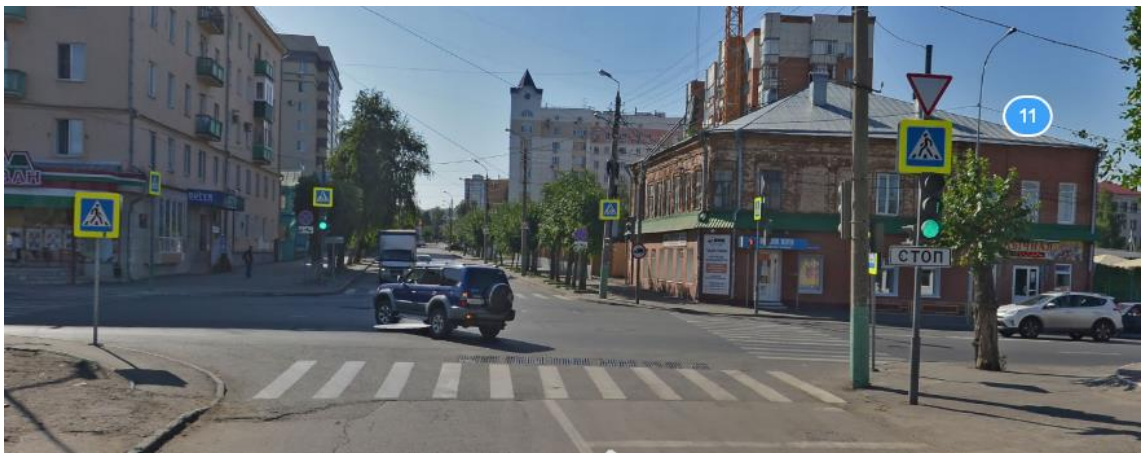


Рисунок 1.2 – Вид пересечения ул. Максима Горького – ул. Урицкого

За пересечением установлены знаки 3.27 «Остановка запрещена», 8.24 «Работает эвакуатор», 3.4 «Движение грузовых автомобилей запрещено» (рисунок 1.3) .

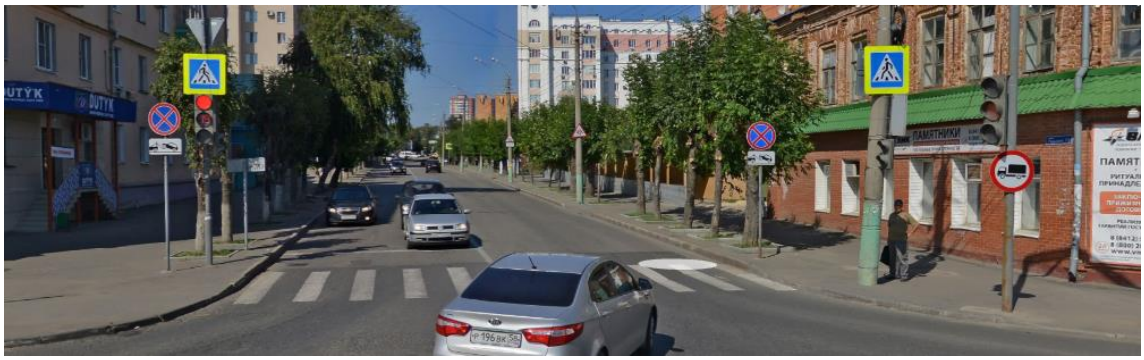


Рисунок 1.3 – Пересечение ул. Максима Горького – ул. Урицкого.

Вид со стороны ул. Максима Горького.

Напротив дома № 10 установлен знак 1.23 «Дети». В зоне дома № 12- знаки 1.23 «Дети» и 8.2.1 «Зона действия» (рисунок 1.4).

Рисунок 1.4 – Участок дороги

У дома № 18 расположен нерегулируемый пешеходный переход, обусловленный с помощью знаков 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход» и дорожной разметки 1.14 (рисунок 1.5).

Рисунок 1.5 – Нерегулируемый пешеходный переход

Пересечение ул. Максима Горького-ул. Кирова является регулируемым четырехсторонним пересечением. Пропуск пешеходов через проезжую часть осуществляется по пешеходному переходу, обустроенному с помощью знаков 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход» и дорожной разметки 1.14 (рисунок 1.6).

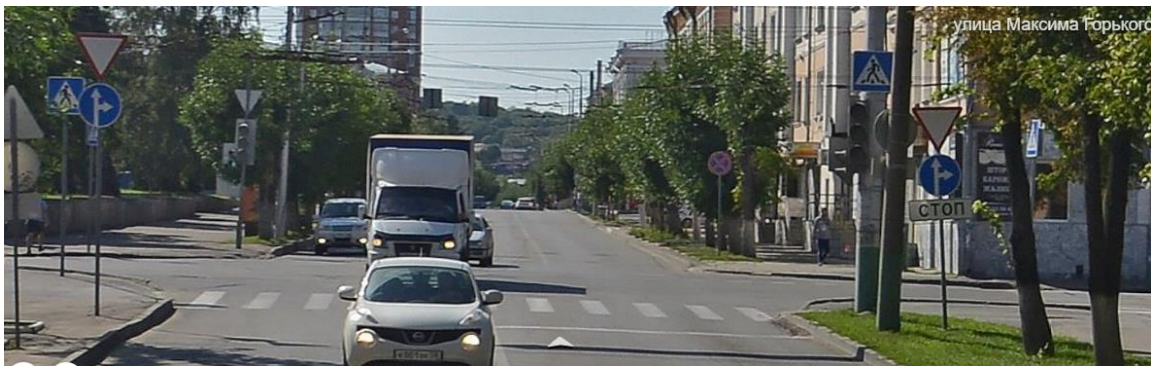


Рисунок 1.6 – Вид пересечения ул. Максима Горького – ул. Кирова

За перекрестком установлены знаки 3.27 «Остановка запрещена» и 5.15.7 «Направление движения по полосам» (рисунок 1.7).

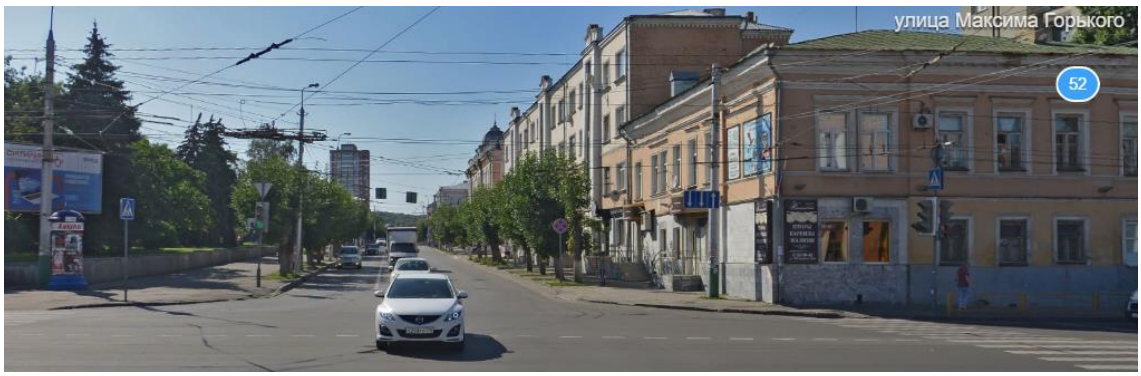


Рисунок 1.7 – Пересечение ул. Максима Горького – ул. Кирова.
Вид со стороны улицы Максима Горького

На пересечении ул. Максима Горького-ул. Московской расположен регулируемый пешеходный переход, обусловленный с помощью светофоров, знаков 5.19.1 ,5.19.2 «Пешеходный переход» и дорожной разметки 1.14(рисунок 1.8). Так же, на пересечении с улицей Московской, установлены знаки 4.1.1 «Движение прямо»,3.27 « Остановка запрещена» и 6.9.1 « Предварительный указатель направления» (рисунок 1.9).

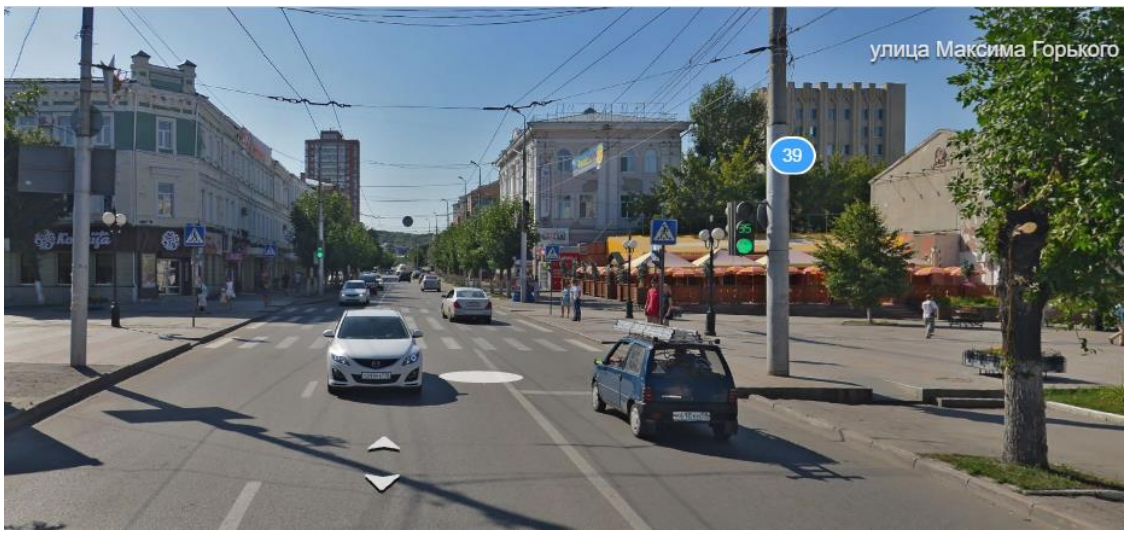


Рисунок 1.8 – Регулируемый пешеходный переход на пересечении ул. Максима Горького – ул. Московская

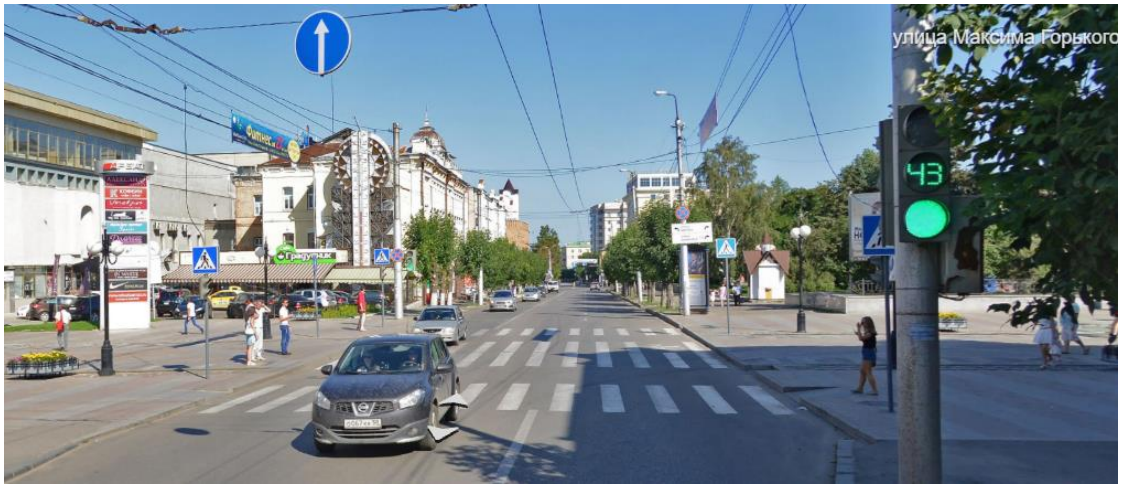


Рисунок 1.9 –Пересечение ул. Максима Горького – ул. Московская

Пересечение ул. Максима Горького-ул. Володарского является регулируемым четырехсторонним пересечением. Пропуск пешеходов через проезжую часть осуществляется по пешеходному переходу, обустроенному с помощью знаков 5.19.1 и 5.19.2 «Пешеходный переход» и дорожной разметки 1.14 (рисунок 1.9).

Рисунок 1.10 –Пересечение ул. Максима Горького – ул. Володарского

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 пешеходных 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 компромисным. 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:

- 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;

На перекрестках улиц Максима Горького-Урицкого, Максима Горького-Кирова и Максима Горького – Володарского движение осуществляется по схемам пофазного разъезда, представленным на рисунках 1.11-1.13.

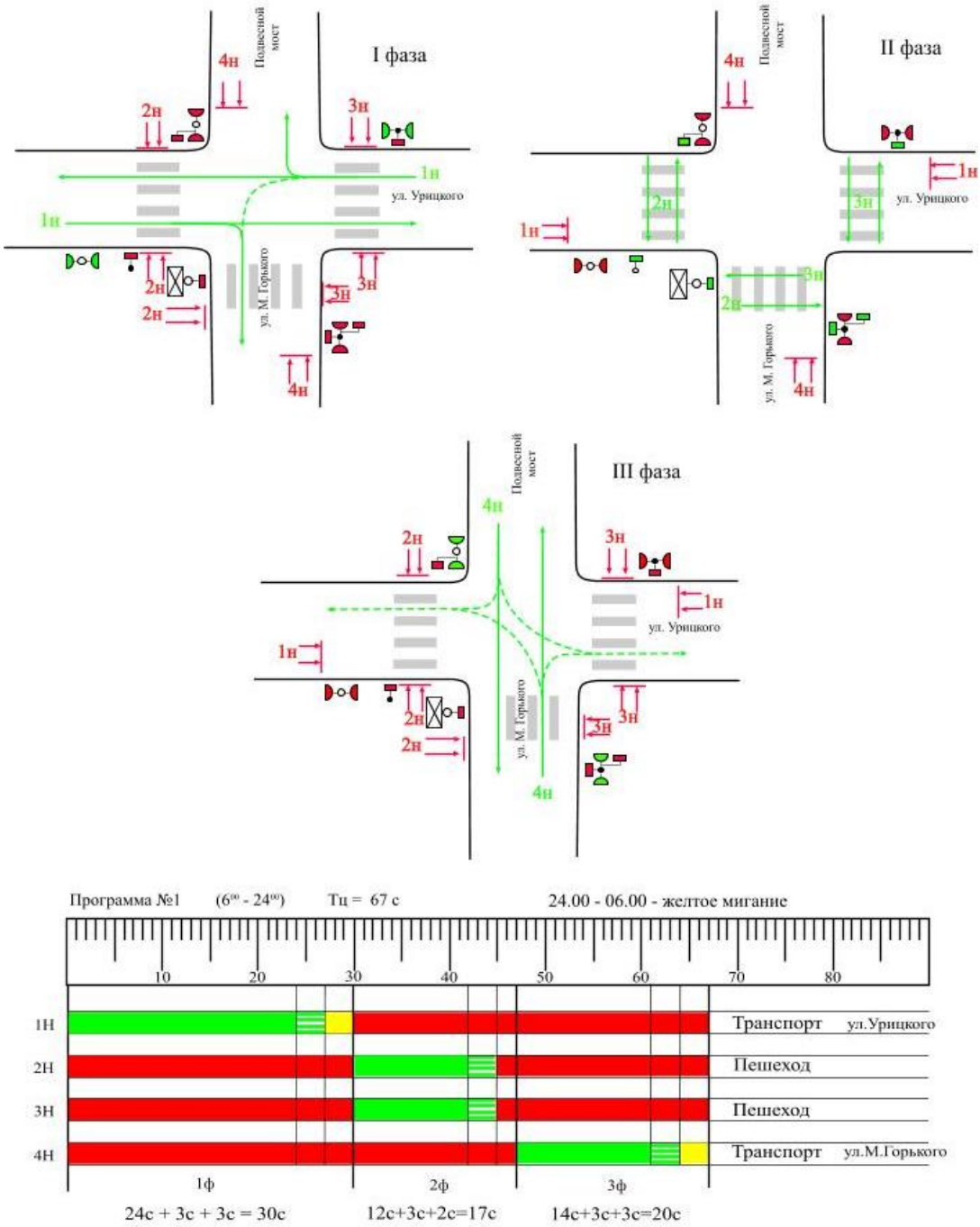


Рисунок 1.11-Схема пофазного регулирования движения и временная диаграмма переключения светофорных сигналов на перекрестке ул. Максима Горького-ул. Урицкого

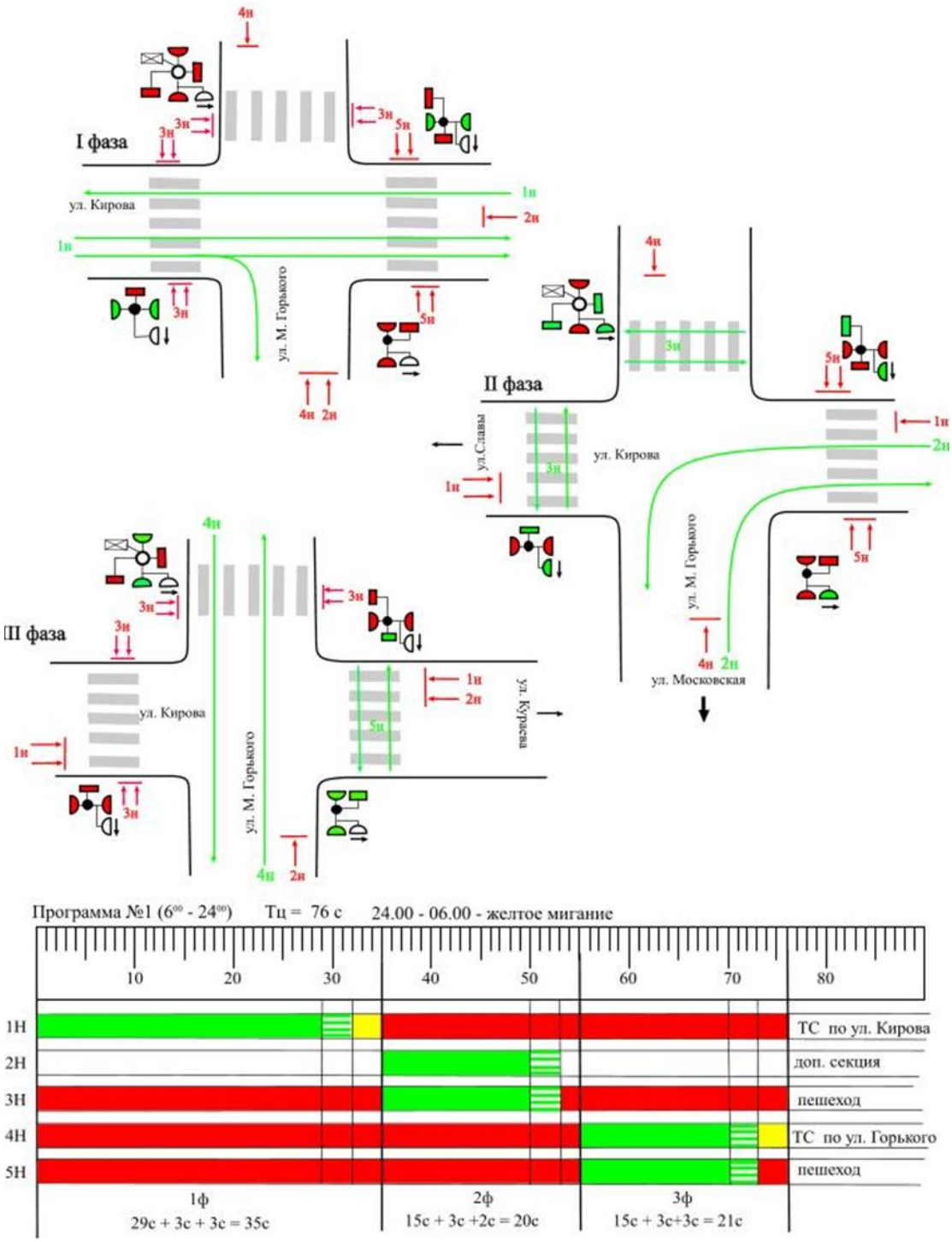


Рисунок 1.12-Схема пофазного регулирования движения и временная диаграмма переключения светофорных сигналов на перекрестке ул. Максима Горького-ул. Кирова

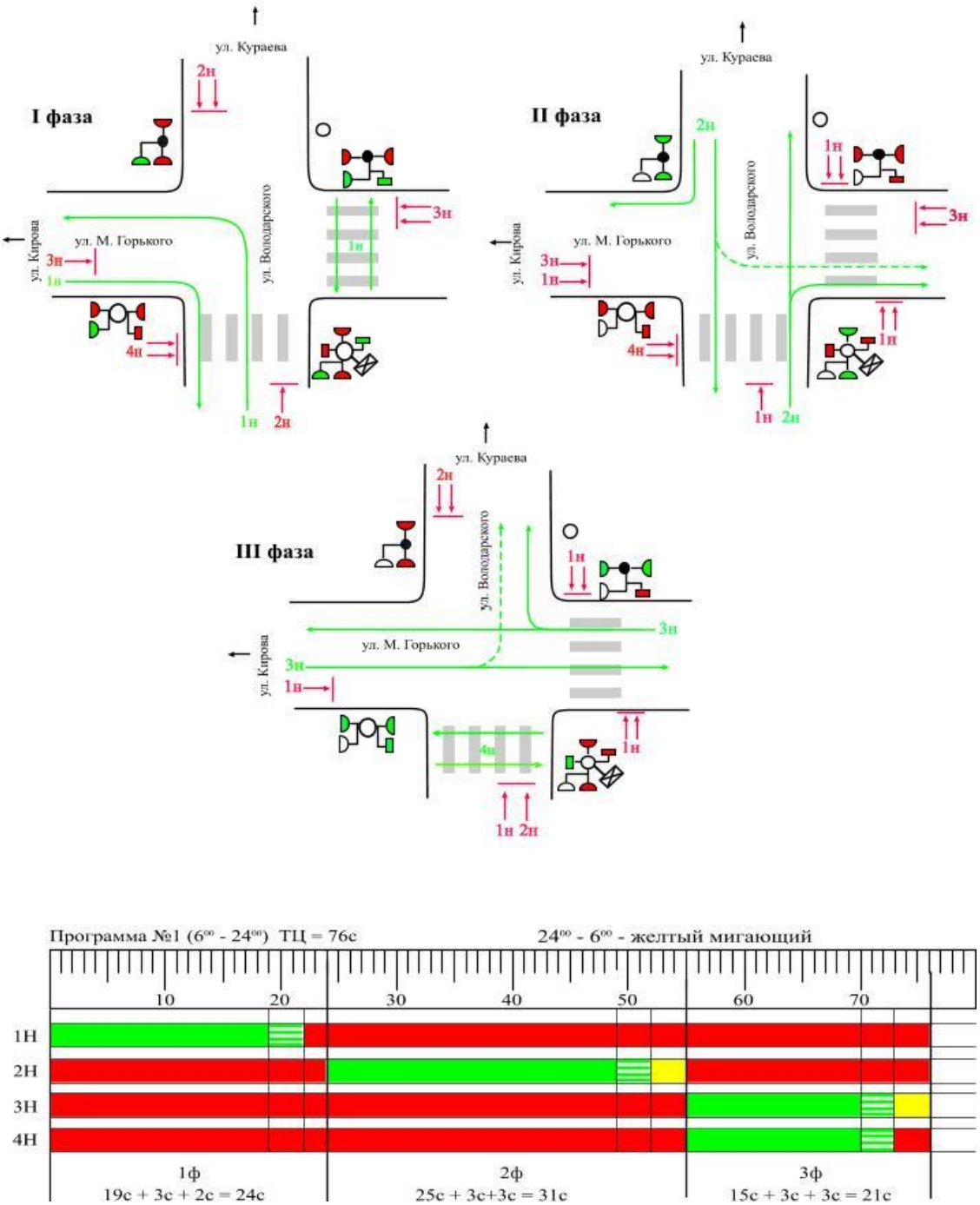


Рисунок 1.13-Схема пофазного регулирования движения и временная диаграмма переключения светофорных сигналов на перекрестке ул. Максима Горького-ул. Володарского

1.3 Интенсивность движения

Интенсивность транспортного потока – это число транспортных средств, проходящих через сечение дороги за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для определения интенсивности движения принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени (минуты, секунды) в зависимости от поставленной задачи наблюдения и средств измерения.

Интенсивность и состав транспортных и пешеходных потоков удобно анализировать в камеральных условиях при просмотре видеозаписи, выполненной в необходимых местах УДС. Изучать движение можно сплошным или выборочным наблюдением. При сплошном наблюдении фиксируют каждое транспортное средство, проходящее через контролируемое сечение в течение изучаемого периода времени. Данное наблюдение требует большого количества исполнителей. При выборочном исследовании интенсивности движения транспортные средства регистрируют не непрерывно, а в отдельные периоды времени.

С учетом характера расположения объекта проектирования исследование интенсивности движения транспортных средств проводилось в будние дни в периоды с 08:00 до 09:00, с 13:00 до 14:00,с 17:00 до 18:00 на пересечениях ул. Максима Горького, Урицкого, Кирова, Володарского. Условные картограммы интенсивности движения приведены на рисунках 1.15,1.16,1.17.

Подсчет транспортных средств производился по типам – легковые автомобили, грузовые автомобили грузоподъемностью до 1,5 тонн и маршрутные такси, автобусы, грузовые автомобили грузоподъемностью свыше 1,5 тонн. Полученные результаты подсчетов приводились к 1 условному автомобилю с использованием следующих коэффициентов приведения:

– для легковых автомобилей – 1;

– для грузовых автомобилей грузоподъемностью до 1,5 тонн и маршрутные такси – 1,5;

– автобусов – 2;

– грузовых автомобилей грузоподъемностью свыше 1,5 тонн – 2,5;

Анализ состава транспортного потока на рассматриваемом участке показал преобладание в потоке легкового автотранспорта.

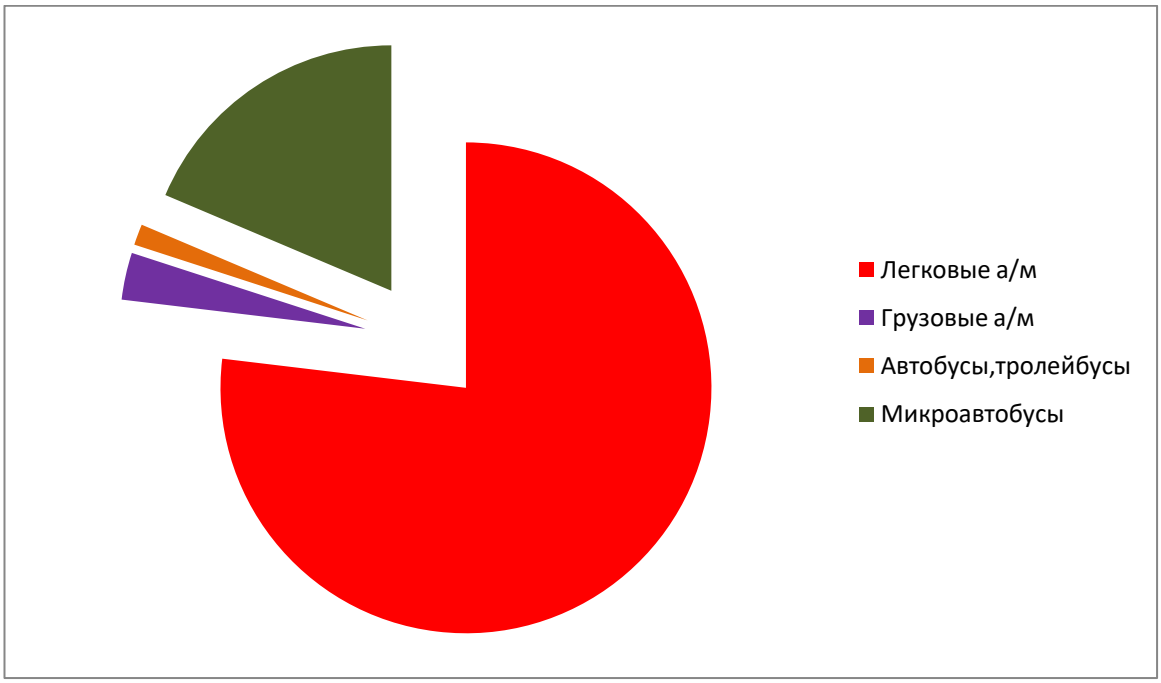


Рисунок 1.14 – Диаграмма состава транспортного потока

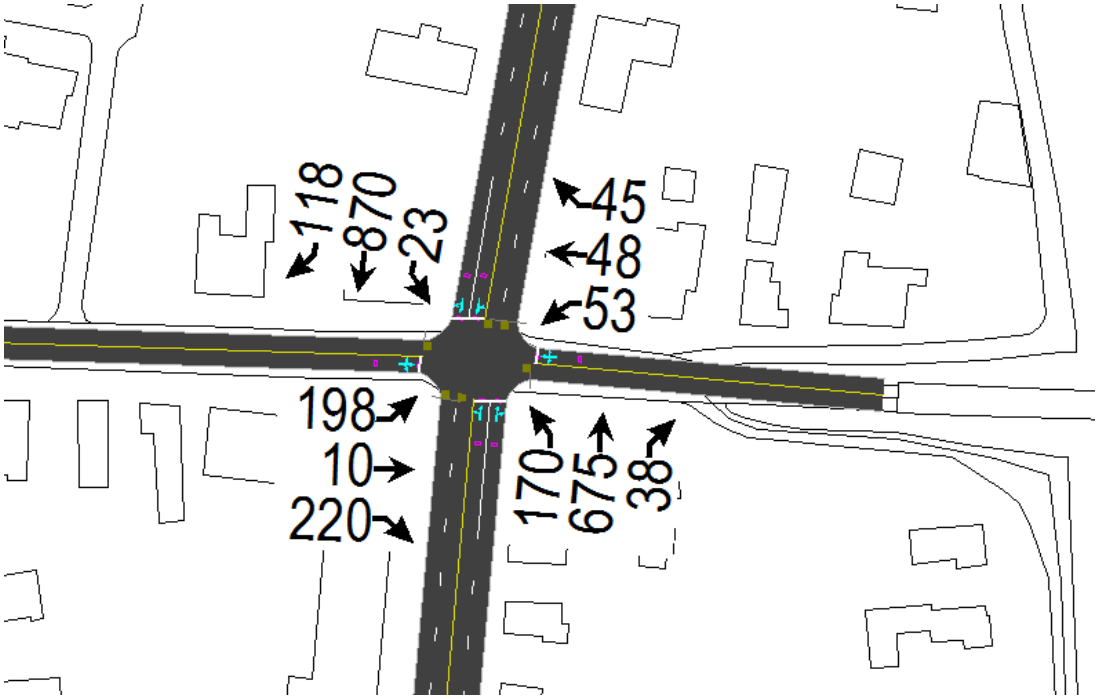


Рисунок 1.15 – Картограмма интенсивности на пересечении ул. Максима Горького – ул. Урицкого

Рисунок 1.16 – Картограмма интенсивности на пересечении ул. Максима Горького – ул. Кирова

Рисунок 1.17 – Картограмма интенсивности на пересечении ул. Максима Горького – 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 государственную статистическую отчётность включают лишь те ДТП, при которых были погибшие или раненые. Сведения о других происшествиях в государственную отчетность не включают. 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;
- изучение причин единичных ДТП (экспертиза ДТП) и т. д.

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 УДС на котором происходит три и более дорожно-транспортных происшествий в год.

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

Таблица 1.1

Статистика дорожно-транспортных происшествий

Дата	Время	Улица	Дом №	Вид ДТП
18.07.2016	11:15	Максима Горького	24	Наезд на велосипедиста
23.10.2016	04:10	Максима Горького	41	Наезд на пешехода
03.10.2016	19:10	Максима Горького	54	Наезд на пешехода
28.11.2016	07:55	Максима Горького	21	Столкновение
25.11.2016	02:15	Максима Горького	38	Столкновение
01.11.2016	21:00	Максима Горького	40	Столкновение

2 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Существующая система не предусматривает адаптивного режима работы. Первым мероприятием будет являться пересчет сигнальных планов в соответствии с интенсивностью движения.

В том случае если пересчет режимов работы светофорных объектов не позволяет ликвидировать заторы, следует рассмотреть возможность введения адаптивного управления. Рассмотрение вариантов с расширением проезжей части только в том случае, если первыми двумя способами решить проблему не удается.

2.1 Анализ вариантов организации движения

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

Длительность цикла регулирования рассчитывают по формуле:

$$T = \frac{1{,}5 * T_{п} + 5}{1 - \left(y_1 + y_2 + \ldots + y_n \right)}, \quad (1)$$

где Т - длительность цикла, с;

$T_{п}$ - сумма всех промежуточных тактов, с;

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

$y_1, y_2, \ldots, y_n$ - 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;

$M_{Н}$ - поток насыщения для этих же направлений (направления), ед/ч.

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

$$M_{Н} = 1250\,\gamma_n, \quad (2)$$

где $M_{Н}$ - 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

" двух полос "..... 1,85

" трех полос "..... 2,55

" четырех полос " 3,05

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

$$t_{0i} = \frac{(T - T_n) y_i}{Y} \quad ; (3)$$

где T - длительность светофорного цикла, с;

$T_п$ - сумма промежуточных тактов, с;

$y_1, y_2, \ldots, y_n$ - 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 $t_п$ определяется по формуле:

$$t_{пш} = \frac{B_{пш}}{V_{пш}} + 5 \quad ; (4)$$

где B - ширина пешеходного перехода, м;

V - скорость движения пешеходов, м/с.

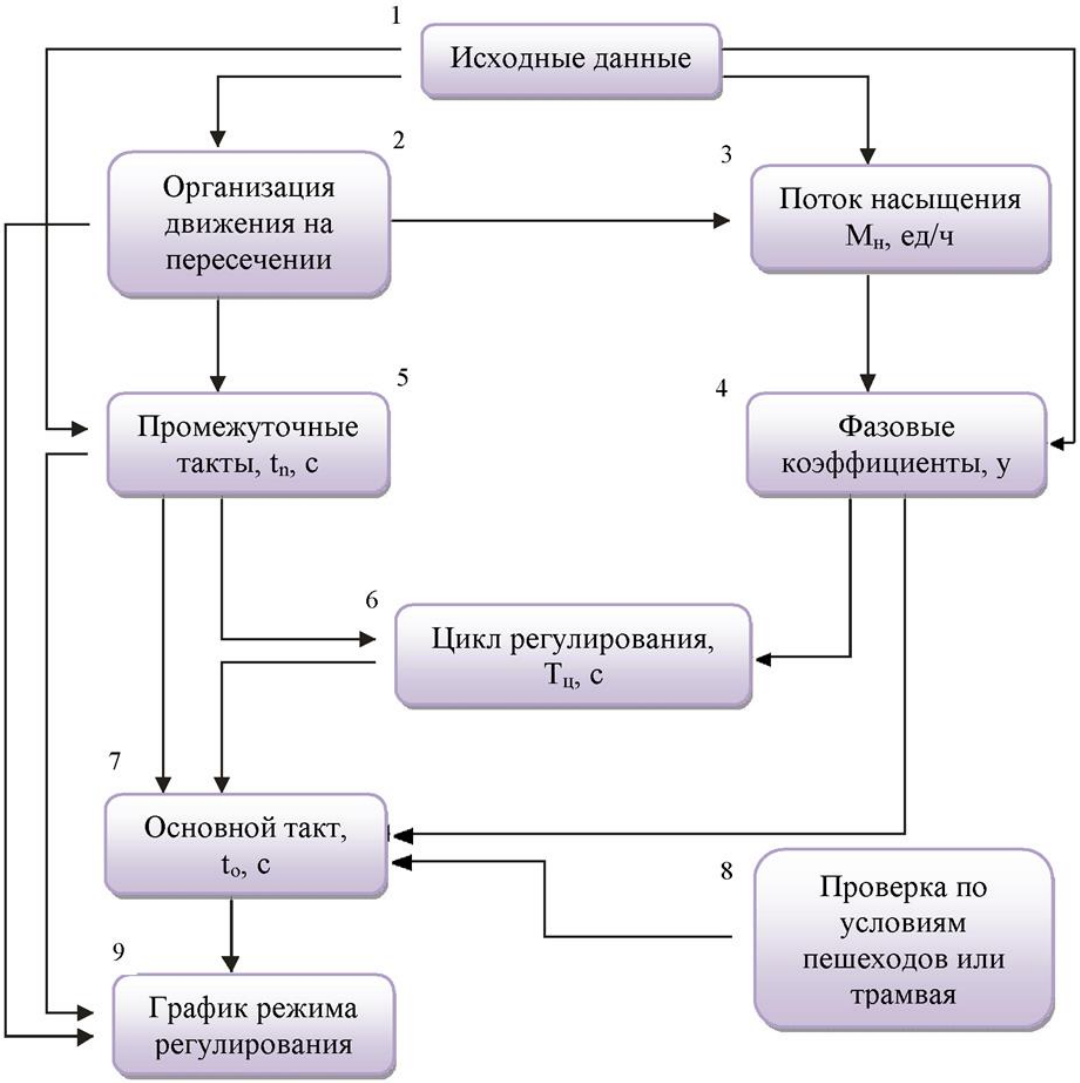


Рисунок 2.1 – Последовательность расчета длительности цикла и элементов светофорной сигнализации

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

Для случая пропуска одного поезда за один цикл:

$$t_T = \frac{3{,}6\left(S_T + l_T\right)}{V_T} \quad ; (5)$$

Для случая пропуска двух поездов за один цикл:

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

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:

$$T^* = \frac{A}{2B} + \sqrt{\frac{A^2}{4B^2} - \frac{\left(T_n + \sum t_k^*\right)\left(1{,}5 * T_n + 5\right)}{B}}, \quad (7)$$

где $A = 2{,}5\,T_n - T_n * \sum y_i + \sum t_k^* + 5$; $B = 1 - \sum y_i$

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:

$$t_i^* = y_i K^* T^* \text{; (8)}$$

$$K^* = \frac{T^* - T_n}{T^* - 1{,}5 * T_n - 5} \quad (9)$$

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

Программа Synchro 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.

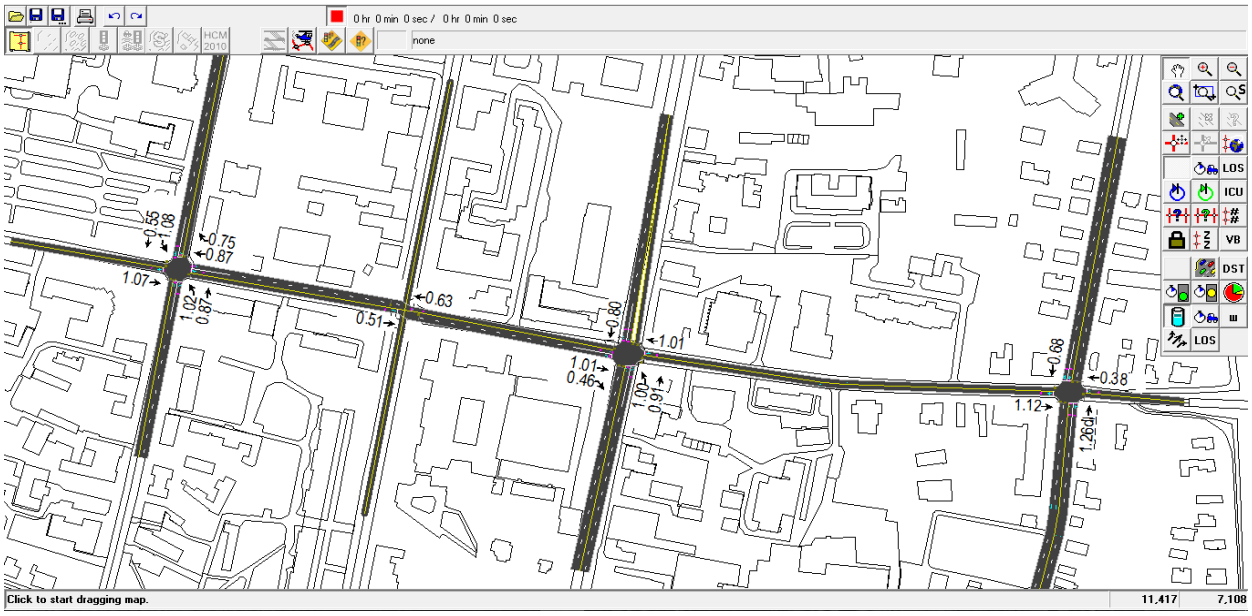


Рисунок 2.2 – Внешний вид транспортной сети в программе Synchro

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

Рисунок 2.3 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Максима Горького - ул. Урицкого в утренний период

Рисунок 2.4 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Максима Горького - ул. Кирова в утренний период

Рисунок 2.5 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Максима Горького - ул. Володарского в утренний период

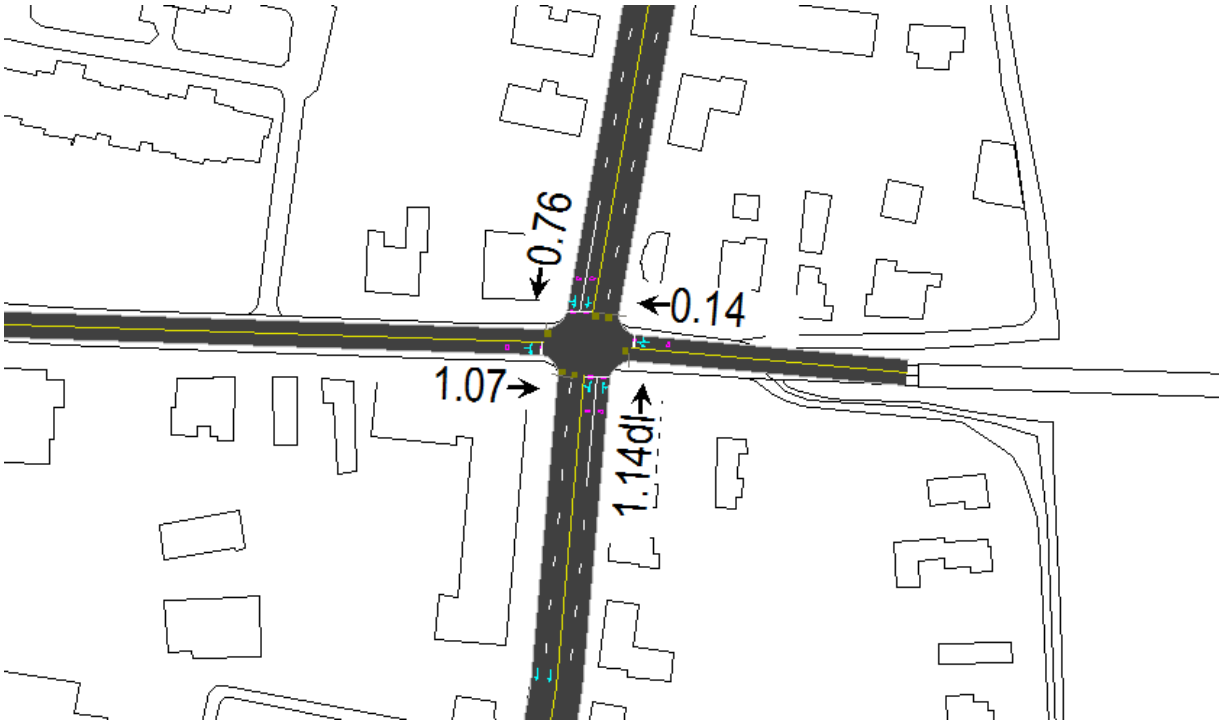


Рисунок 2.6 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Максима Горького - ул. Урицкого в дневной период

Рисунок 2.7 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Максима Горького - ул. Кирова в дневной период

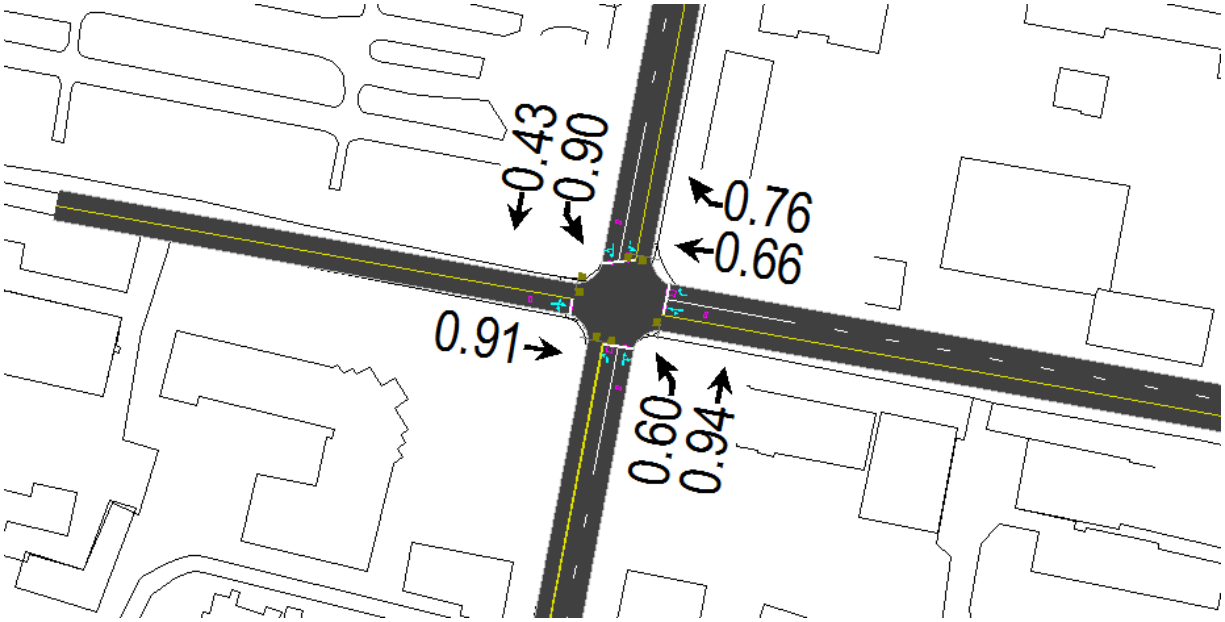


Рисунок 2.8 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Максима Горького - ул. Володарского в дневной период

Рисунок 2.9 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Максима Горького - ул. Урицкого в вечерний период

Рисунок 2.10 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Максима Горького - ул. Кирова в вечерний период

Рисунок 2.11 – Загруженность направлений движения на пересечении ул. Максима Горького - ул. Володарского в вечерний период

Критическим коэффициентом загрузки является 0,95.Превышение данного коэффициента наблюдается на пересечении ул. Максима Горького – ул. Урицкого в утренний, дневной и вечерний периоды (рисунок 2.2,2.5 и 2.8), а так же на пересечениях улиц Максима Горького-Кирова и Максима Горького-Володарского в утренний период (рисунок 2.3,2.4).

В процессе расчета оптимизировалась последовательность фаз, длительность светофорного цикла, длительность отдельных фаз. Так же имеется возможность проведение анализа возможности использования адаптивного регулирования.

2.2 Разработка схемы организации движения на пересечении ул. Максима Горького – ул. Кирова

Расчеты показали, что длина очереди со стороны предполагаемого расширения составляет 60 м., при реализации предложения по совершенствованию схемы движения возникает необходимость расширения проезжей части на протяженности 80 – 100 м. для обустройства выделенных полос для поворотного движения (рисунок 2.12).

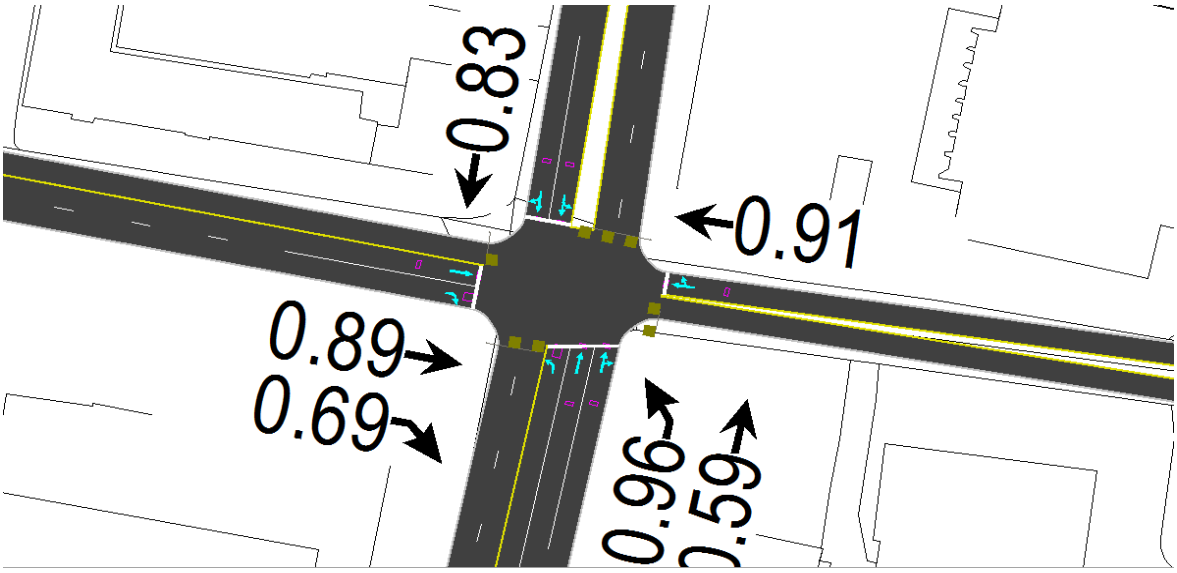


Рисунок 2.12- Расширение проезжей части по ул. Кирова на участке от ул. Максима Горького до ул. Кураева

С учетом плотности застройки возможность расширения проезжей части ограничена. На рисунке 2.13 приведено изображение подхода со стороны ул. Кураева. Уширение проезжей части на рассматриваемом пересечении возможно за счет тротуара со стороны четных номеров домов по ул. Кирова.

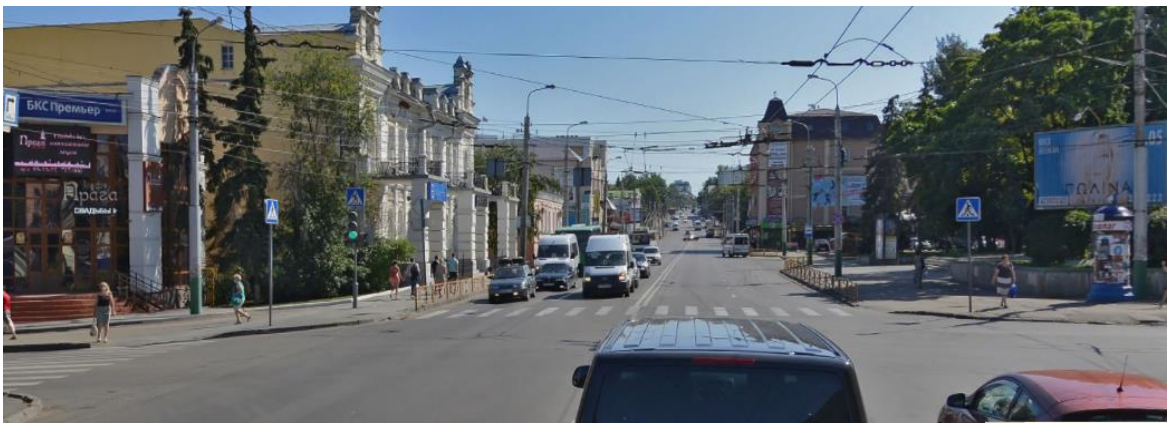


Рисунок 2.13-Вид пересечения ул. Кирова-ул. Максима Горького

2.3 Совершенствование режима работы светофорного объекта на пересечении ул. Максима Горького - ул. Урицкого

На пересечении ул. Максима Горького - ул. Урицкого в утренние и вечерние часы наблюдается образование систематических заторов. Рассмотрим вариант введения адаптивного регулирования на данном пересечении.

Адаптивным называется такой способ управления светофорным объектом, при котором параметры светофорного цикла изменяются в зависимости от величин транспортных запросов по конфликтным направлениям.

Внедрение адаптивного управления позволяет существенно улучшить транспортную ситуацию, приблизив реальную пропускную способность дорог к ее теоретическому максимуму, и получить значительный экономический, социальный и экологический эффект.

3 ОБУСТРОЙСТВО СВЕТОФОРНОГО ОБЪЕКТА СРЕДСТВАМИ АДАПТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Адаптивное управление базируется на сборе данных о транспортных потоках, который может осуществляться как в режиме реального времени, так и заранее.

Задачи и алгоритмы адаптивного управления меняются в зависимости от совокупной характеристики транспортных запросов на контролируемом пересечении, называемой показателем насыщенности. Показатель насыщенности характеризует теоретическую возможность безостановочного пропуска транспортных средств через рассматриваемый перекресток и численно равен сумме отношений интенсивностей движения к потокам насыщения на конфликтных направлениях.

В настоящее время существует очень много различных адаптированных систем управления светофорным объектом, но наиболее гибкими являются локальные адаптированные системы управления (ЛАСУ).

Цель локальных адаптивных систем управления состоит в том, чтобы обеспечить оптимальное решение для управляющего сигнала в указанный периода времени управления на изолированном пересечении. Эти системы не стремятся получать оптимальную длину цикла, но пытаются определить оптимальное управление сигналом светофора.

Можно выделить два подхода: (1) бинарный подход и (2) метод катящийся горизонта. В бинарном подходе оптимальное решение принято на основе анализа обмена, который рассматривает преимущества продления текущего зеленого сигнала против потерь при его завершении. В методе катящегося горизонта управление сигналами оптимизировано в пределах последовательной структуры горизонта, используя метод последовательного поиска или динамическое программирование.

3.1 Алгоритм работы адаптивного регулирования

Алгоритм Миллера (Miller, 1963) является предшественником бинарной группы алгоритмов (рис 2.14), в которой нахождение параметров сигнала основано на выборе между продлением разрешающего сигнала и его

завершением. Алгоритм модифицирует рассчитываемые сигнал планы в малых временных шагах (порядка 2 секунд). В каждом временном шаге используется функция оптимизации, основанная на задержке транспортных средств, для оценки преимуществ сети при продлении разрешающего сигнала на 2, 4, 6, 8 и 10 секунд, в сравнении с немедленным завершением сигнала. Если преимущества положительны, текущий зеленый цвет продляется в течение еще двух секунд, и функция управления вычисляется снова, чтобы принять решение в течение следующих двух секунд. Однако, в этом алгоритме, длина следующей красной фазы, как предполагается, равна длине последней красной фазы. Это предположение не корректно, так как оно не принимает во внимание число автомобиля, стоящего в очереди на запрещающей фазе.

В Traffic Optimization Logic (TOL), предложенный Bang (1976), найденное оптимальное управление продлевает разрешающий сигнал на h секунд или немедленно завершает, выполняется путем вычисления значений от целевой функции системы. В отличие от алгоритма Миллера, TOL назначает продолжительность следующей красной фазы как продолжительность необходимой разрешающей фазы для обеспечения разгрузку очереди автомобилей. Кроме того, TOL рассматривает только два варианта настройки текущего разрешающего сигнала - завершение зеленого цвета немедленно или продление на h секунд.

Microprocessor Optimized Vehicle Actuation (MOVA), предложенный Vincent и Peirce (1988), принимает решение относительно длительности разрешающего сигнала основываясь на величине транспортного потока и информации о длине очереди, полученной от датчиков.

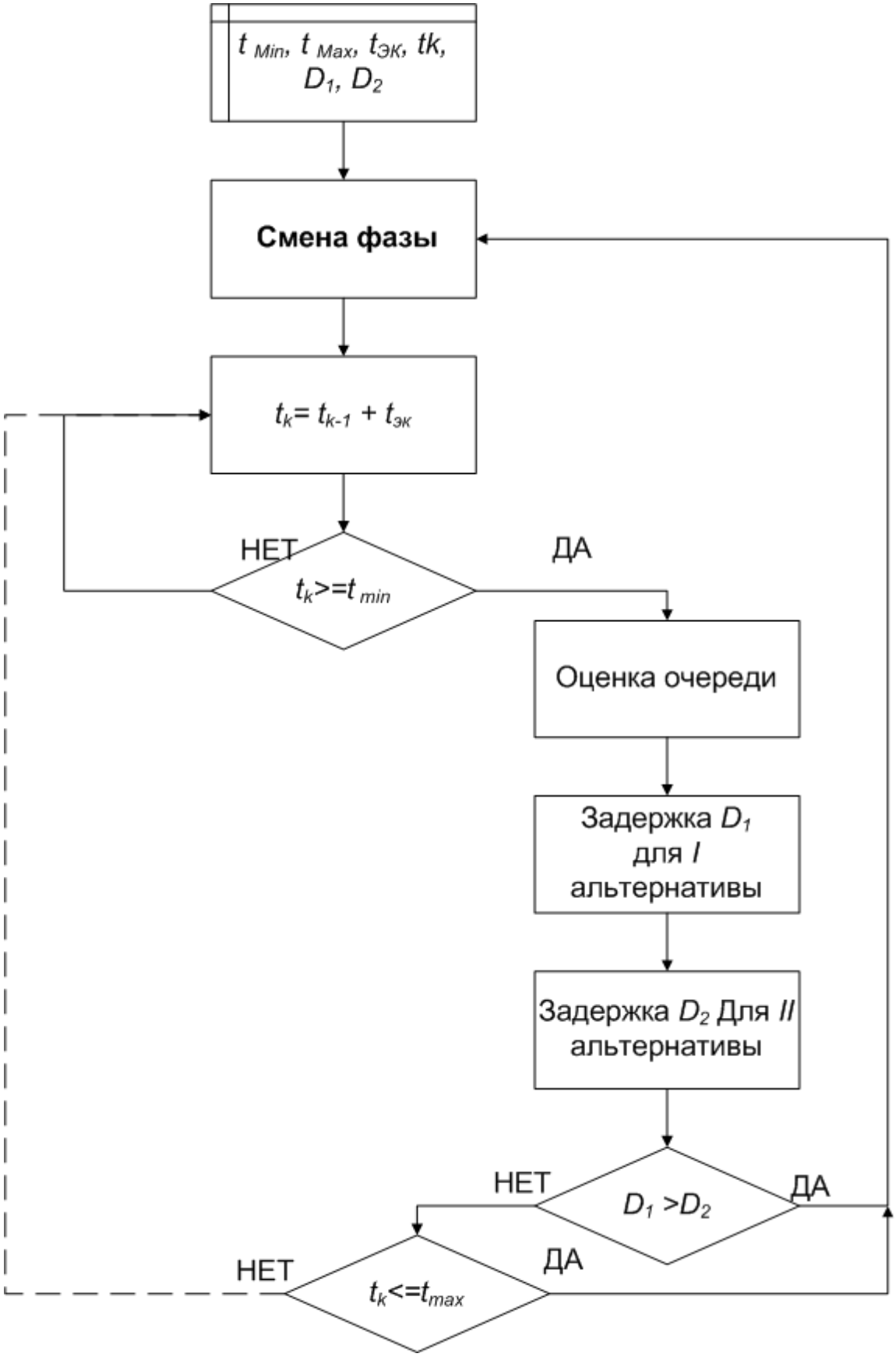


Рисунок 2.14 Алгоритм Миллера

В MOVA каждому подходу предоставляют достаточно разрешающего сигнала для разъезда очереди между стоп - линией и датчиком, расположенным вверх по ходу движения в 40 метрах. После завершения минимального времени, разрешающий сигнал продляется пока, по крайней мере, одна полоса движения подхода не разгрузится ниже нормы насыщенности.

При окончании потока насыщенности, продление и окончание разрешающего сигнала выполняется на основе индекса работы, который является комбинацией задержки и остановок транспортных средств.

Бинарный подход рассматривает только очень короткий горизонт проектирования и следовательно, не гарантируйте глобальное оптимальное управление. Следовательно, их работа в свободных условиях движения хуже, чем транспортно-зависимые системы управления.

Метод катящегося горизонта был вначале предложен Gartner (1983), чтобы решить проблему оптимизации сигнальных планов. Optimization Policies for Adaptive Control (OPAC; Gartner, 1983), алгоритм оптимизации сигнальных планов разработан для оптимизации работу изолированных пересечений в реальном времени. Он использует метод последовательного поиска, чтобы определить оптимальный сигнальный план. При этом подходе оптимальный сигнал, определен для будущего периода времени, известного как стадия оптимизации или горизонт, который разделен на многие временные интервалы. Реализуемые последовательности сигналов определены для всех временных интервалов и последовательность переключений, минимизирует индекс работы, выбирается как оптимальный план.

Индекс работы - взвешенная сумма задержек и остановок. Оптимальный план переключения реализуется только для первых нескольких временных интервалов, для которых данные потока трафика непосредственно доступны от датчиков. Однако, эта версия OPAC, известного как ROPAC, может обеспечить обработку только двух фаз для

каждого пересечения. ROPAC обеспечивает, по крайней мере, одно изменение фазы в протяжении горизонта. Это требование некорректно так как, даже если не будет никаких запросов с подхода, то ROPAC обслужит подход в горизонт и вызовет необоснованные задержки на магистральном направлении.

OPAC был модифицирован, чтобы обрабатывать схемы движения «двойное кольцо» с восемью режимами фазы (Gartner и др., 1991). Обе версии OPAC были широко протестированы. Полевые исследования показывают, что система OPAC является наиболее эффективной при высоком объеме движения.

Было разработано расширение для оптимизации сигнальных планов для координированной системы пересечений (Pooran и др., 1999). Модели OPAC используют метод ограниченного поиска оптимальной последовательный, который не гарантирует глобальный оптимум.

Controlled Optimization of Phases (COP; Senetal., 1997), оптимизирует управление сигналами светофоров в пересечении, используя динамическое программирование, минимизируя индекс работы, который является комбинацией задержек, остановок, и длин очереди, с ограничениями на минимальный зеленый цвет и переходный интервал для обеспечения безопасности. Модель также позволяет определить порядок и пропуск фаз. Исследование указывает, что алгоритм COP очень чувствителен к прибытию транспортного средства. Это ожидаемо, так как три составляющих индекса работы являются функции прибытия транспортного средства. Следовательно, если предсказание транспортного средства будет неверным, то сигнальный план будет неверным. Однако, алгоритм COP использует упрощенную, краткосрочную модель предсказания потока движения, чтобы предсказать прибытие транспортного средства, используя данные датчика, план сигнала и длины очереди от расположенного вверх по ходу движения пересечения. Кроме того, модель предсказания использует постоянные скорости

свободного потока, чтобы оценить время прибытия автомобиля в пересечение.

Выше изложенные локальные адаптированные системы управления дорожным движением имеют большую популярность в зарубежных странах.

На территории РФ все алгоритмы адаптивного управления светофорными объектами, по способу переработки информации, делят на три группы.

Алгоритмы, предусматривающие переключение сигналов светофора по информации о состоянии перекрестка в данном цикле регулирования.

Алгоритмы статистической оптимизации, позволяющие по информации о состоянии перекрестка в данный момент определить параметры управления на следующий момент времени на основе вероятностного прогнозирования этого состояния.

Алгоритмы случайного поиска. Параметры управления изменяются случайно с одновременным анализом критерия эффективности (например, задержки). Управление считается оптимальным при достижении максимума или минимума критерия эффективности (минимума задержки).

Для локального управления получили распространение алгоритмы 1-й группы, которые отличаются сравнительной простотой. Проще и их техническая реализация. К ним относятся следующие алгоритмы.

Алгоритм поиска разрыва в транспортном потоке в направлении действия разрешающего сигнала при фиксированных значениях управляющих параметров (время, определяющее разрыв в потоке, минимальная и максимальная длительность разрешающего сигнала). Сигнал переключается с разрешающего на запрещающий при обнаружении временного интервала между прибывающими к перекрестку автомобилями, большего или рваного заданному. В противном случае длительность заданного интервала.

Алгоритм поиска разрыва при переменных управляющих параметрах, зависящих от условий движения (рисунок 2.15).

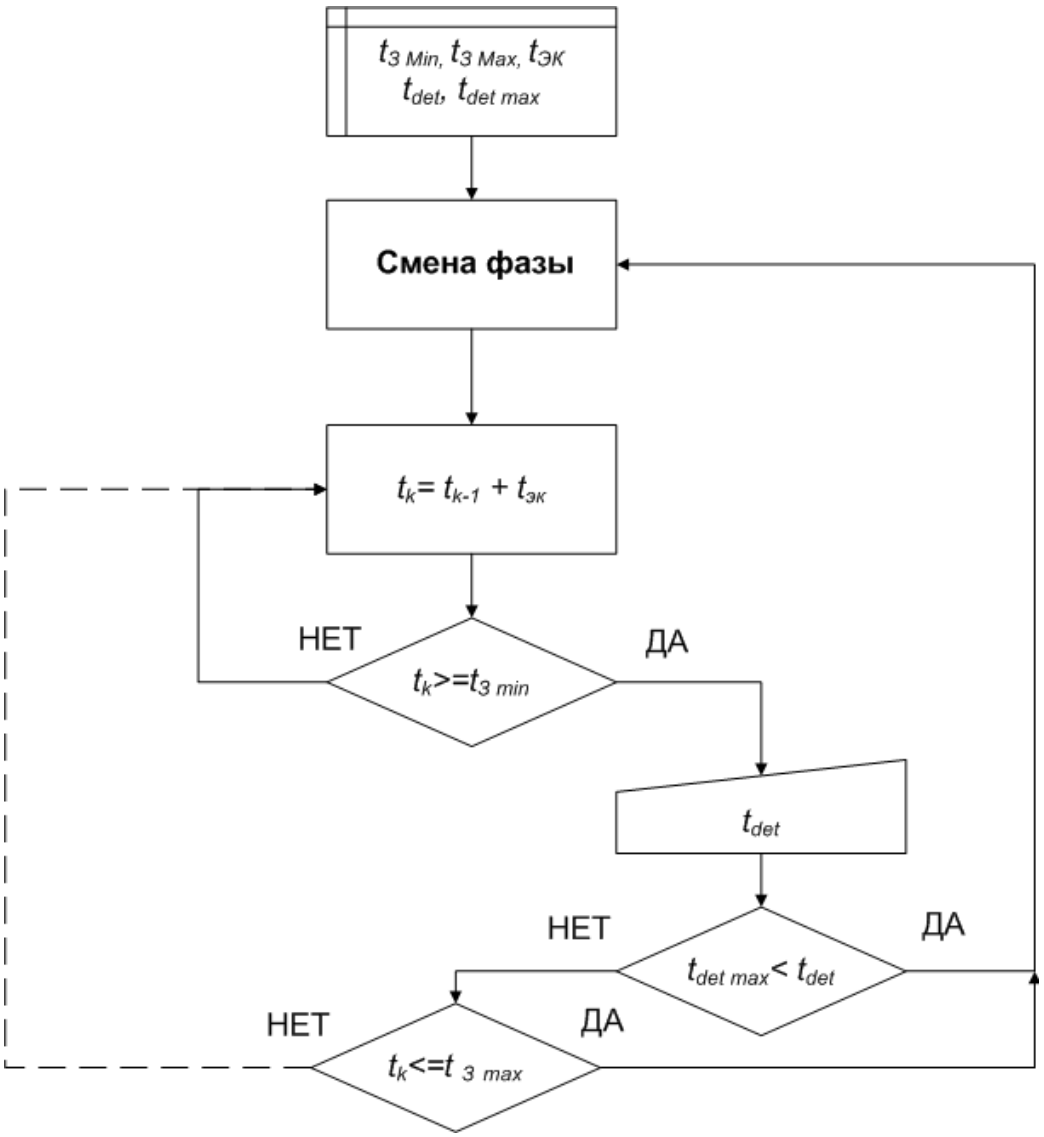


Рисунок 2.15 Алгоритм поиска разрыва в транспортном потоке

Такой способ управления является более гибким, так как при этом используется большая информация о параметрах потока. В частности, интервал времени, определяющий разрыв в потоке, задается в зависимости от скорости прибывающих к перекрестку автомобилей, минимальная и максимальная длительности разрешающего сигнала зависят от очереди автомобилей соответственно в рассматриваемом и конфликтующем направлениях.

Алгоритмы сравнения транспортной задержки на подходе к перекрестку в направлении разрешающего сигнала с транспортной задержкой в конфликтующем направлении. Разрешающие сигналы пропорциональны задержкам в прямом и конфликтующем направлениях.

Фактически подобный метод управления преследует цель минимизации общей задержкам в прямом и конфликтующем направлениях. Фактически подобный метод управления преследует цель минимизации общей задержки на перекрестке.

Алгоритм, предусматривающий лишь пропуск очередей, образовавшихся в период действия запрещающего сигнала. Сигналы переключаются сразу после проезда стоп-линии последним автомобилем очереди. Реализация алгоритма основана на информации о потоках насыщения на всех подходах к перекрестку. По потоку насыщения определяют временной интервал между автомобилями очереди, покидающей перекресток. Превышение этого интервала означает, что интенсивность движения стала меньше потока насыщения, следовательно, наступил момент смены сигналов.

Алгоритм, предусматривающий перераспределение длительности фаз внутри цикла на основе анализа текущий фазовых коэффициентов в конфликтующих направлениях. Длительность разрешающих сигналов про этом способе управления соответствует фактической загрузке направлений движения. Возможно применение этого алгоритма как с постоянным циклом регулирования, так и с переменным, рассчитываемым заново на каждом шаге управления.

На практике широкое применение получил алгоритм поиска разрыва в потоке при фиксированных значениях управляющих параметров. Это объясняется простотой алгоритма, для отработки которого требуется минимум информации о параметрах потока. В любой момент времени важен лишь факт наличия или отсутствия транспортных средств на подходе к перекрестку. При этом информация накапливается: с прибытием к перекрестку очередного автомобиля информация о предыдущем автомобиле не требуется. В силу этого работа по указанному алгоритму меньше подвержена влиянию погрешности детекторов транспорта (нет накопления ошибок). Один детектор может быть использован для нескольких полос

обслуживаемого направления движения. К достоинствам алгоритма относится также обеспечение необходимого уровня безопасности движения, ибо при появлении разрыва в потоке в момент выключения разрешающего сигнала есть гарантия отсутствия автомобиля в зоне перекрестка.

Учитывая широкое применение на практике алгоритма поиска разрывов, опишем его более подробно.

Основными параметрами управления, используемыми в рамках данного алгоритма, являются: минимальная длительность основного такта $t_{з\ min}$; максимальная длительность основного такта $t_{з\ max}$; экипажное время (интервал, определяющий разрыв в потоке) $t_{эк}$. Эти параметры заранее определяют расчетом. На всех подходах к перекрестку устанавливают детекторы транспорта. Расстояние от места их установки до стоп-линий в зависимости от скорости автомобилей находится в пределах 30-50 м.

При включении разрешающего сигнала вначале отрабатывается длительность $t_{з\ min}$. Это время необходимо для пропуска транспортных средств, ожидавших между стоп-линией и ДТ. Кроме того, $t_{з\ min}$ должно обеспечить пешеходам возможность перехода проезжей части (минимкм до осевой линии).

Если до истечения времени $t_{з\ min}$ в зоне детектора не появится ни одного автомобиля, сигналы переключаются с разрешающего на запрещающий, т.е. происходит переход к следующей фазе регулирования. Если до истечения времени $t_{з\ min}$ в зоне детектора появится автомобиль, разрешающий сигнал продлевается на время $t_{эк}$, которое позволит этому автомобилю пройти расстояние от детектора до стоп-линии. Если до истечения экипажного времени в зоне детектора появится еще один автомобиль (отсутствие разрыва в потоке), то начинается отсчет нового $t_{эк}$ и т.д. Таким образом, каждый последующий автомобиль, проезжающий в зоне детектора до истечения предыдущего времени $t_{эк}$, продлевает действие разрешающего сигнала. Переключение сигналов с разрешающего на запрещающий произойдет в том

случае, если временной интервал между двумя следующими друг за другом автомобилями окажется больше экипажного времени.

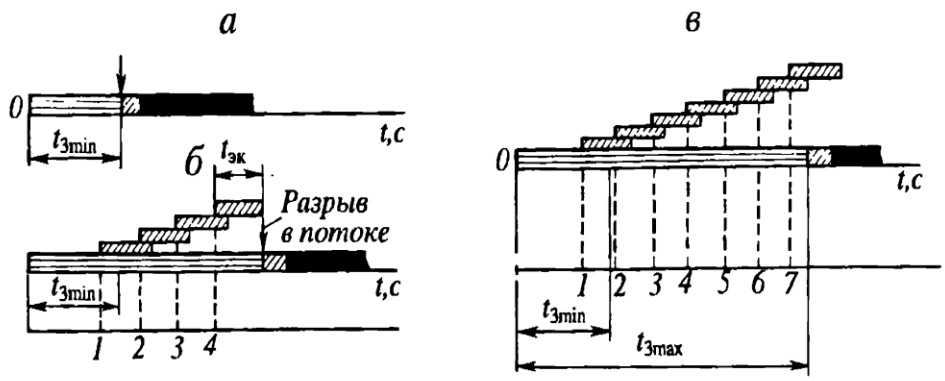


Рисунок 2.16 Случаи реализации поиска разрывов:

а - отсутствие автомобилей в течение $t_{з\ min}$; ***б*** – наличие разрыва в потоке до истечения $t_{з\ max}$; ***в*** – отсутствие разрыва в потоке; **1, 2, …, 7** – моменты проезда автомобилями зоны детектора

При высокой интенсивности прибывающего к перекрестку потока временные интервалы между автомобилями могут быть меньше экипажного в течение достаточно большого периода. Это вызовет неоправданное по отношению к конфликтующему направлению увеличение разрешающего сигнала. Поэтому его длительность должна быть ограничена разумными пределами – не превышать $t_{з\ max}$. Таким образом, если в направлении действия разрешающего сигнала в течении $t_{з\ max}$ не будет обнаружен разрыв в потоке, сигналы переключаются.

Очевидно, что при высокой интенсивности движения на всех подходах к перекрестку (отсутствие разрывов в потоках) на перекрестке автоматически произойдет переход к жесткому регулированию с основными тактами, равными соответствующим длительностям $t_{з\ max}$.

Данный алгоритм реализуется как при пофазном управлении, так и при управлении движением по отдельным направлениям независимо от числа полос, предназначенных для движения в определенном направлении. При

пофазном управлении, когда длительность основного такта t_o является одинаковой для всех направлений этой фазы, он проделывается или ограничивается до $t_{з\ max}$, если даже в каком-то одном из направлений этой фазы не обнаружен разрыв в потоке.

3.2 Дорожный контроллер с адаптивным регулированием

Для реализации на алгоритмов минимизации задержки предлагается произвести замену установленных дорожных контроллеров на контроллеры СПЕКТР – КДСФ (рисунок 2.17).

Рисунок 2.17 – 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;

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 30Ом.

Контроллер осуществляет формирование и передачу на ТВП сигнала «ЖДИТЕ» 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 х 720 х 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 2.18)

Рисунок 2.18 – Инфракрасный детектор транспорта ИК-Д

Инфракрасные детекторы транспорта устанавливаются сбоку от проезжей части, как правило, на опоре освещения (рисунок 2.19).. При проезде крупногабаритного грузового автотранспорта возможно перекрытие им соседних полос движения. Учитывая высокую долю грузового транспорта, следует использовать индуктивные петли.

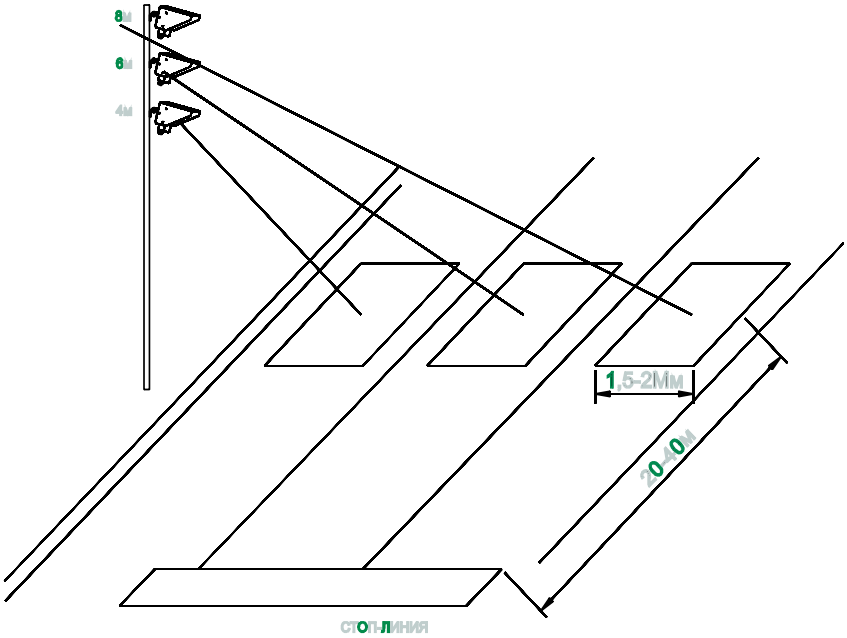


Рисунок 2.19 – Установка инфракрасного детектора транспорта

3.3 Детектор транспорта

При выборе детекторов транспорта следует руководствоваться техническими решениями, обеспечивающими оптимальный выбор систем для наблюдения за транспортным потоком с точки зрения экономической эффективности и технической надежности. Анализ результатов испытаний детекторов транспорта различного типа показывает, что на сегодняшний день ни одна из технологий не может быть признана наилучшей для всех типов сведений, получаемых от детекторов транспорта, а именно,

плотность потока

скорость транспортных средств

тип транспортных средств

наличие транспортных средств на определенной позиции

аппаратная надежность.

Поэтому, для достижения наилучших результатов при выборе детекторных систем в соответствии с принципом специализированности оборудования предлагается применение систем различного типа. При этом в качестве наиболее важных критериев оценки рассматриваются следующие:

Разрешающая способность, а том числе количество зон детектирования для одного детектора;

Измеряемые параметры транспортного потока (объем движения, средняя скорость, процент времени занятости зоны, состав потока по категориям, средний интервал времени между транспортными средствами в зоне);

Точность измерения;

Установка и настройка (установка без проведения строительно-монтажных работ в дорожном полотне проезжей части, возможность установки поперек и вдоль транспортного потока, а также под углом к потоку, дистанционная настройка с помощью PC, подключаемого через порт RS232.

Дорожные датчики постоянно совершенствуются, производители разрабатывают новые технологии, устаревшие модели выводятся из эксплуатации.

Таблица 2.1

Характеристики технологий детектирования

Производитель, Детектор	Технология	Измеряемые параметры	Установка	Интерфейс
ASIM, IR254	пассивный инфракрасн	Подсчет, объем, скорость,классификация по длине, присутствие (вкл.неподвижны)	Над полосой движения, сбоку от дорожного полотна	RS485
SEO , Autosense II	активный инфракрасн	Скорость, классификация, направление движения, позиция на полосе, длина и высота ТС	над полосой движения	RS422, RS232, fiber-optic
ITS,3M microloop	магнитный	Присутствие, подсчет, объем, скорость, длина ТС, занятость	под дорожным полотном	RS232
EIS , RTMS	радар	Присутствие, вкл. неподвижные ТС объем, скорость, классификация, занятость, направление движения	над полосой движения, сбоку от дорожного полотна	RS232
Wavetronix, SS105	радар	Объем, занятость, скорость, присутствие ТС, классификация	над полосой движения, сбоку от дорожного полотна	RS232, RS485
SmarTek, SAS-1	Пассивный акустическ пассивныйакустическ.	Присутствие, подсчет, скорость, занятость	сбоку от дорожного полотна	RS232
ASIM,DT 272	PIR/ ультразв.	Подсчет,объем, классификация по высоте, занятость, присутствие, вкл. неподвижные ТС	над полосой движения, сбоку от дорожного полотна	RS232
ASIM,TT262	PIR/ультразв./ допплер радар	Подсчет, объем, скорость, классификация по типу ТС, занятость, присутствие, вкл.неподвижные ТС, интервал движения	под полосой движения	RS485
Traficon, VIP	Видео	Скорость, объем, классификация, занятость, плотность потока, интервал	над полосой движения, сбоку от	RS232, RS485

		движения	дорожного полотна	
IterisInc., Iteris Vantage	Видео	Подсчет, скорость, направление движения, классификация по длине (3 типа), занятость, наличие неподвижных ТС	над полосой движения, сбоку от дорожного полотна	BNC video input&outpit, NTCS, PAL. RS232. RJ-45
ISS, Autoscope Solo	Видео	Объем, занятость, скорость, направление движения, классификация (3 класса)	над полосой движения, сбоку от дорожного полотна	RS232
Peek Traffic Inc, ADR6000	Индуктивн.(базовый)	Подсчет, классификация	Под дорожным полотном	Нет данных
Зао «Ольвия», Спектр1	Радар	Интенсивность движения, занятость, скорость, количество длинномерного транспорта	сбоку от дорожного полотна	Нет данных
Traficon, TrafiCam	Видео	Наличие ТС, позиционирование ТС, направление движения	сбоку от дорожного полотна	RS485

Таблица 2.2.

Сводная таблица результатов испытаний детекторов различного типа

Детектор	Технология	Установка	Полоса движения	Погрешность при определении скорости1		Погрешность при определении произво-объема потока	
				Результаты испытаний	Данные произво-дителей	Результаты испытаний	Данные произво-дителей
ASIM, IR 254	Пассивный инфракрасный (PIR)	сверху	1	10.8%	10	10.0%	3
ASIM, DT 272	PIR/ ультразв.	сверху	1	-	Нет данных	8.7%	Нет данных
		сбоку	1	-		0.8%	
ASIM, TT 262	PIR/ультразв./ радарный	сверху	1	4.4%	3	2.8%	2,8
ISS, Autoscope Solo	Видеодетектор	сбоку	1	5.7%	0,8-3,1%	2.3%	2,1-3,5%
			2	6.0%		2.7%	
			3	7.4%		2.0%	
		сверху	1	7.0%		2.2%	
			2	3.1%		1.5%	
			3	2.5%		1.6%	
SEO, Autosense II	Активный инфракрасный	сверху	1	5.8%	5,8%	0.7%	0,7%
SmarTek, SAS-1	Акустический	сбоку	1	5.4%	3,4-4,8%	12.0%	4-6,8%

			2	6.3%		6.7%	
			3	4.8%		7.3%	
Traficon NV, VIP	Видеосистема	сбоку	1	7.7%	2-5%	3.4%	3-7%
			2	4.4%		1.9%	
			3	2.3%		3.7%	
		сверху	1	3.3%		4.4%	
			2	5.8%		2.7%	
			3	7.2%		4.8%	
ITS, 3M Microloop	Магнитный	под дорожным полотном	1	4.9%	1,4-4,8%	2.4%	2,5-5%
			2	2.2%		2.5%	
			3	1.4%		2.3%	
		под мостом	1	1.8%		1.2%	
Iteris Inc, Iteris Vantage	Видеосистема		1	5.4%	2-5%	12.5%	5-12%
			2	2.6%		5.1%	
			3	1.2%		7.3%	
EIS, RTMS	Радар	сбоку	8	4,4%-9,0%	+/-2%	2,4%-8,6%	5%
Wavetronix, SS105	Радар	сбоку	8	3,0%-9,7%	15%	1,4%-4,9%	0,2%
ADT6000	Индуктивный(базовый детектор)	Под дорожным полотном	8	1.2-5%		2-3%	

Таблица 2.3.

Влияние окружающей среды и плотности движения на работу детекторов различных технологий

Тип детектора		Влияние окружающей среды				движение	
		Устойчивость к повреждениям при внешних воздействиях (дождь, снег, пр.)	Ветер	Температура	Свет фар	Высокая плотность потока	Низкая плотность потока
Стационарный	Индуктивный	√ (1)	√	x	√	√	√
	Магнитный	√ (1)	√	√	√	√	√
Мобильный	Активный инфракрасный	x	√	√	√	√	√
	Пассивный инфракрасный	√	√	√	√	√	√
	Радарный	√	√	√	√	x	√
	Ультразвуковой	√	√	√	√	√	√
	Пассивный акустический	x	√	x	√	x	√
	Видеосистемы	x	x	x	x	√	√

√ - влияет x- не влияет (1) Возможны механические повреждения.

Таблица 2.4.

Преимущества и недостатки некоторых технологий измерения

Технология	Преимущества	Недостатки
Пассивная / активная инфракрасная	Простота установки Надежность Устойчивость к воздействию окружающей среды	Покрывает 1-2 полосы движения Ограничение погодных условий для активных инфракрасных датчиков обычно подобно человеческому глазу Классификация базируется на исследовании высоты объекта, а не длины Работа пассивных датчиком ухудшается при дожде и снегопаде.
Радар	Тяжелые климатические условия не влияют на работу детектора Прямое измерение скорости Одновременно обслуживает несколько полос движения	Плохо работает на перекрестках при подсчете объема транспортного потока
Ультразвуковая	Простота установки Одновременно обслуживает несколько полос движения	Работа ухудшается при сильных колебаниях температуры и турбулентности потока воздуха Измерение занятости полос на трассах при высоких скоростях может ухудшаться
Пассивная акустическая	Пассивное детектирование Одновременно обслуживает несколько полос движения Нечувствительность к осадкам	Уменьшение точности показаний при работе при низких температурах Ряд моделей этой технологии не рекомендован к применению в условиях движения «останов-трогание» Ухудшается работа в условиях посторонних звуковых помех
Видео	Одновременно обслуживает несколько зон и несколько полос движения. Простота	Воздействие тяжелых климатических условий, тени, резкие перемещения ТС из одной полосы в другую,

	установки и перенастройки детектируемых зон Возможность сбора больших массивов данных. Широкая зона детектирования	обледенение, смена дня и ночи могут влиять на работу камер Некоторые модели камер восприимчивы к сильному ветру Большие объекты наблюдения могут загораживать маленькие

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обследование существующих условий движения по ул. Максима Горького установило, что совокупность геометрических параметров и режимов работы светофорных объектов не соответствует интенсивности движения.

На пересечения с ул. Кирова, интенсивность движения транспорта и пешеходов свидетельствует о необходимости расширения проезжей части. Так же на пересечениях ул. Максима Горького - ул. Урицкого , ул. Максима Горького – ул. Володарского расчет режимов работы светофорного объекта показал необходимость применение адаптивного регулирования и оптимизации режимов работы светофорных объектов. Определена максимальная длительность фаз.

Разработана схема организации движения в соответствии с разработанной схемой пофазного разъезда и требований нормативных документов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила установки дорожных знаков на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 2008. – 125 с.

2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учеб. для вузов.–М.: Транспорт,1993.–271 с.

3. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов: Учеб. для вузов. – М.:Транспорт, 1990.–240 с..

4. Организация дорожного движения в городах: Метод, пособие / Под ред. Ю.Д. Шелкова / НИЦ МВД России.– М.: 2005. – 143 с.

5. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения Учеб. для вузов 5-е изд., переработано и дополнено. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.

6. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. Учеб. для ВУЗов. – М.: Транспорт, 1990. – 255 с.

7. Лукьянов Е.В. Безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 2008.

8.Правила дорожного движения. – М.: Транспорт, 2014. – 125 с.

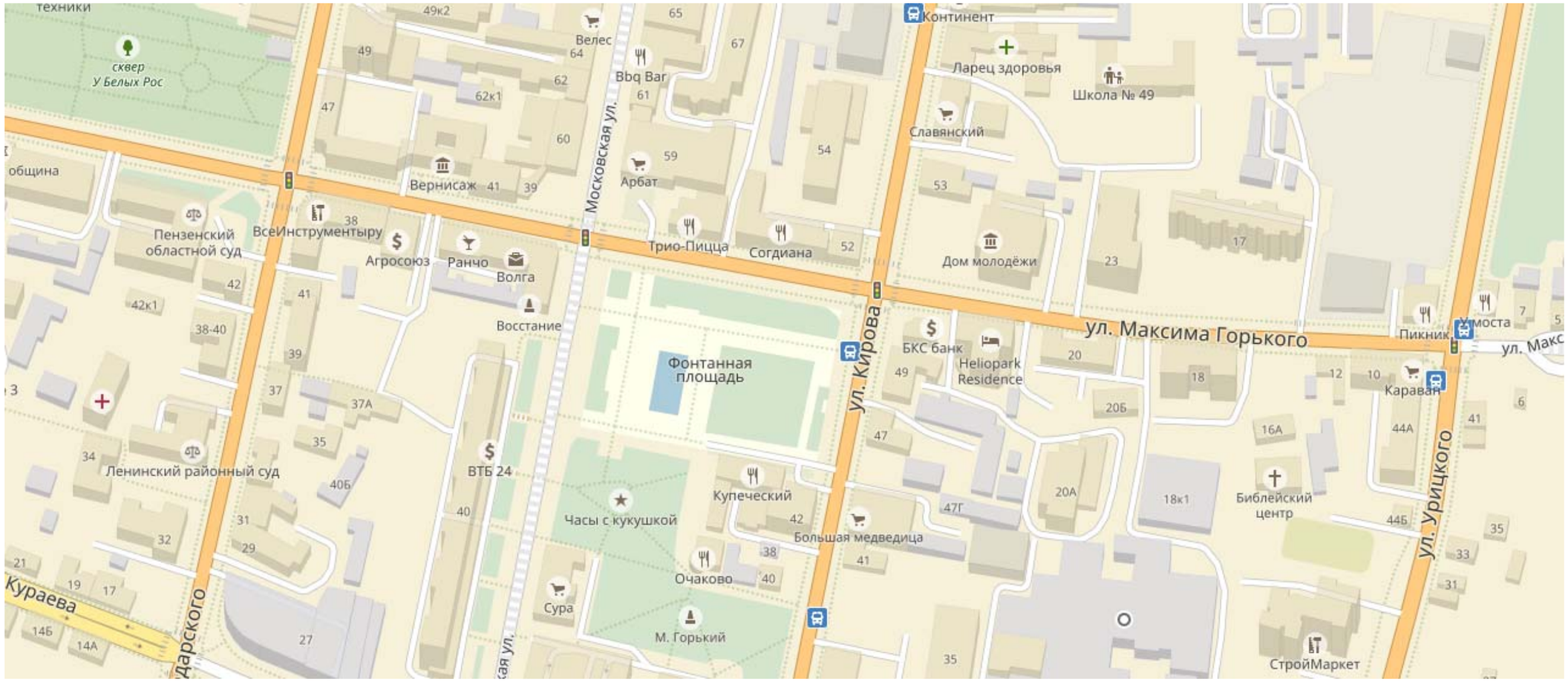
9. Васильев А. П., Фримштейн М.И. Управление движением на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 2009. – 175 с.

10. Шевяков А.П. Организация движения на автомобильных магистралях. – М.: Транспорт, 2005. – 95 с.

11. ГОСТ 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств»

12. ГОСТ 8.513-84 «Проверка средств измерения. Государственная система обеспечения единства измерений»

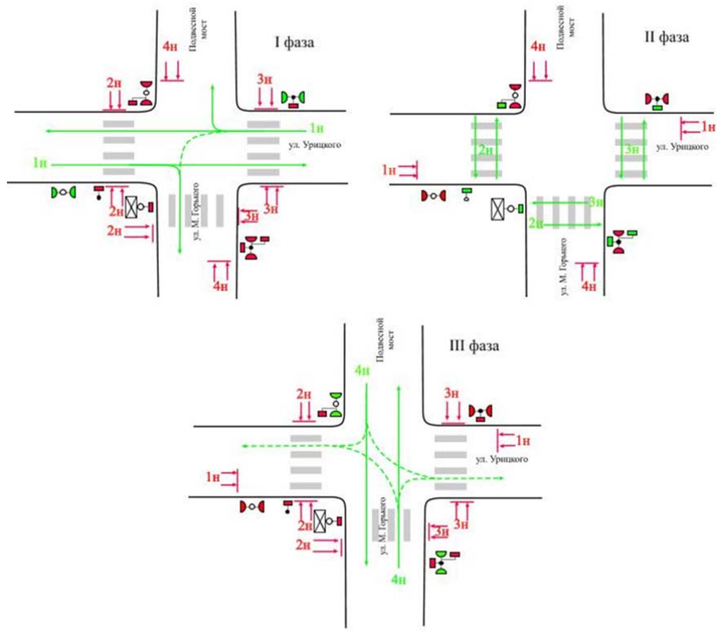
ПРИВЯЗКА РАЙОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ К УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

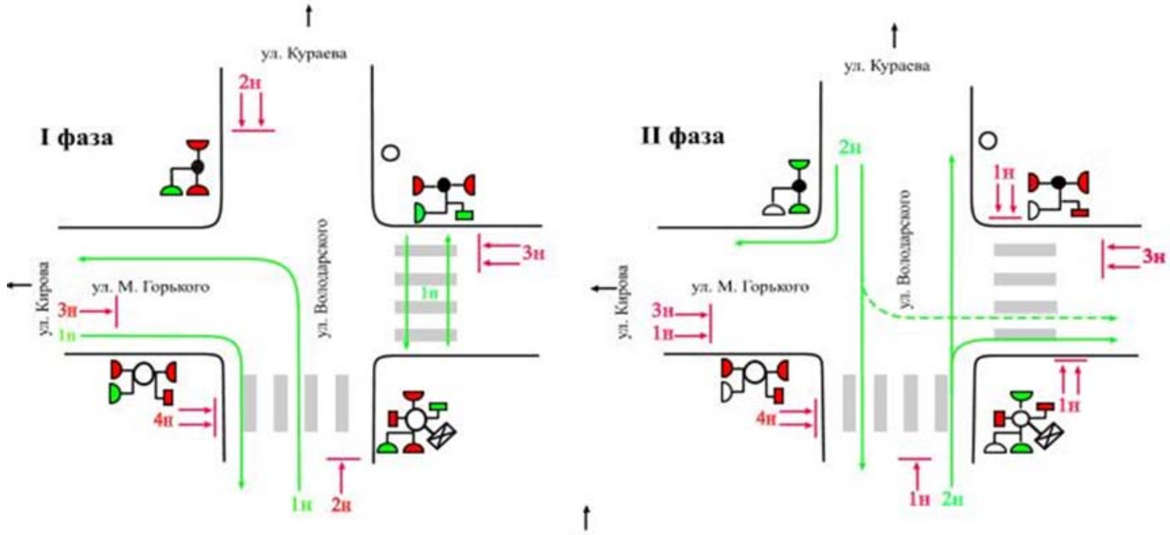


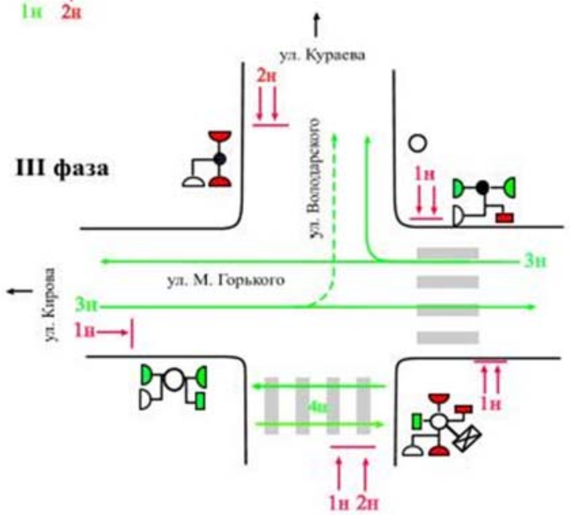
					ВКР-2069059-23.03.01-130629-17			
					Совершенствование схемы организации движения по ул. Максима Горького г. Пензы			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав.Каф.		Ильина И.Е			Привязка района проектирования к улично-дорожной сети	Литер	Лист	Листов
Руковод.		Власов А.А.				В К Р	1	6
						ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41		
Н.контр.		Ильина И.Е.						
Студент		Нашивочников						

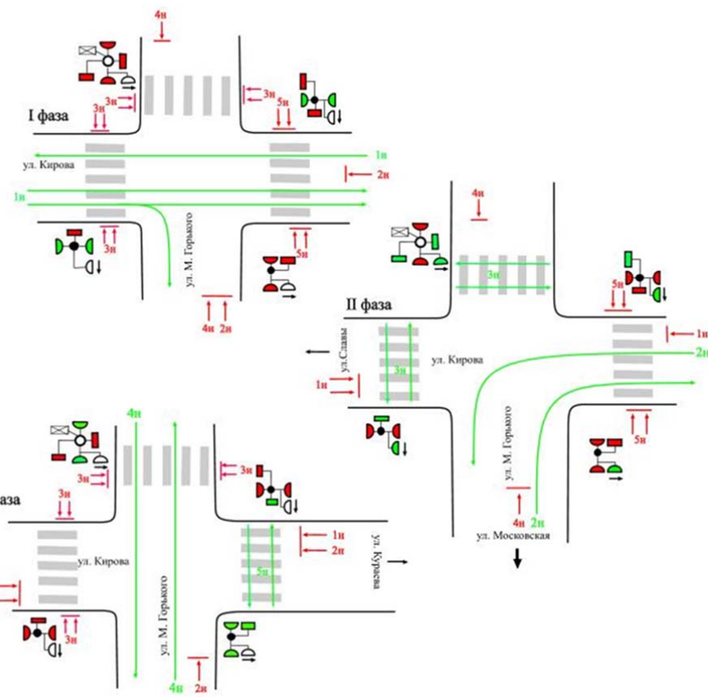
СУЩЕСТВУЮЩИЙ РЕЖИМ РАБОТЫ СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Схема пофазного разъезда





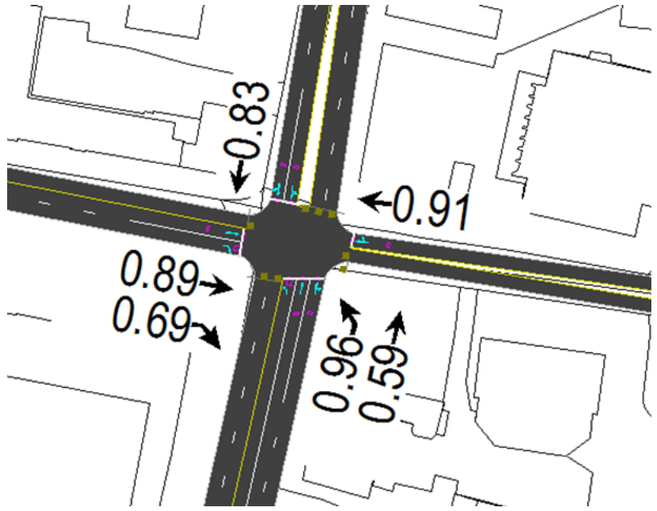


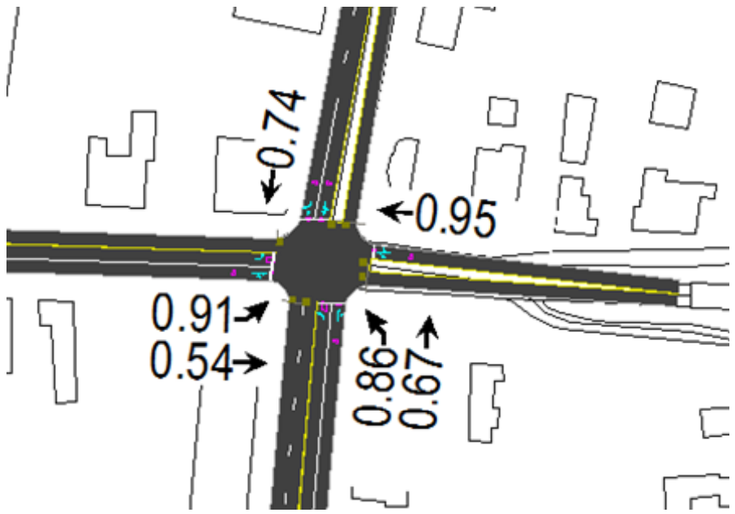


					ВКР-2069059-23.03.01-130629-17			
					Совершенствование схемы организации движения по ул. Максима Горького г. Пензы			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав.Каф.		Ильина И.Е			Существующий режим работы светофорных объектов	Литер	Лист	Листов
Руковод.		Власов А.А.				В К Р	2	6
Н.контр.		Ильина И.Е.				ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41		
Студент		Нашивочников						

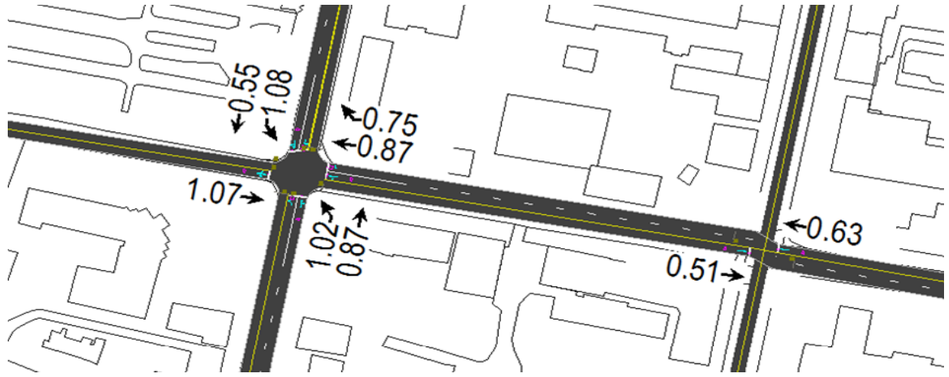
РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

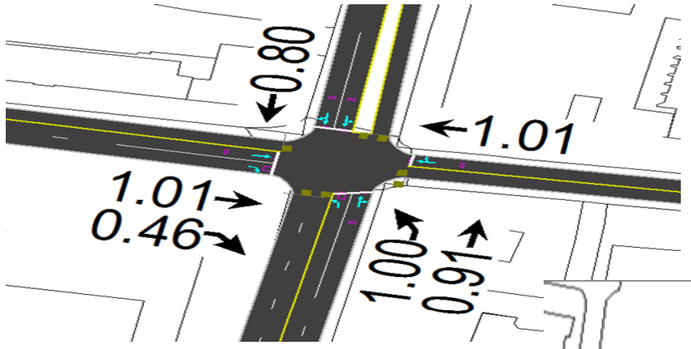
Результаты моделирования
предлагаемой схемы организации движения





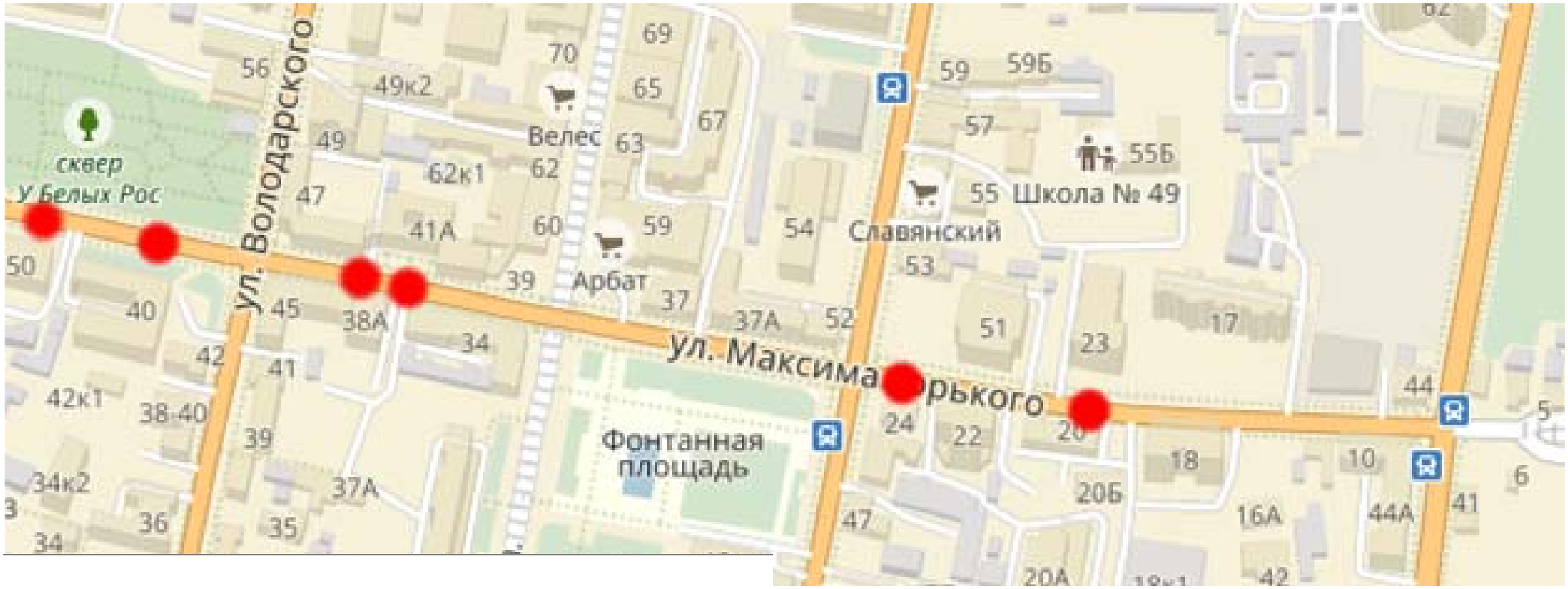
Результаты моделирования для варианта
оптимизации длительности фаз при существующей схеме движения

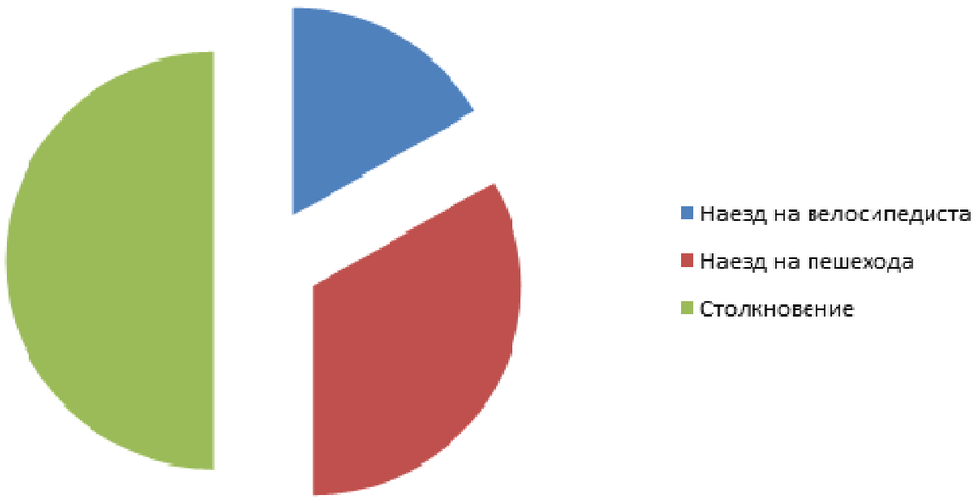




					ВКР-2069059-23.03.01-130629-17			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Совершенствование схемы организации движения по ул. Максима Горького г. Пензы			
Зав.Каф.		Ильина И.Е			Результаты моделирования	Литер	Лист	Листов
Руковод.		Власов А.А.				В К Р	5	6
Н.контр.		Ильина И.Е.				ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41		
Студент		Нашивочников						

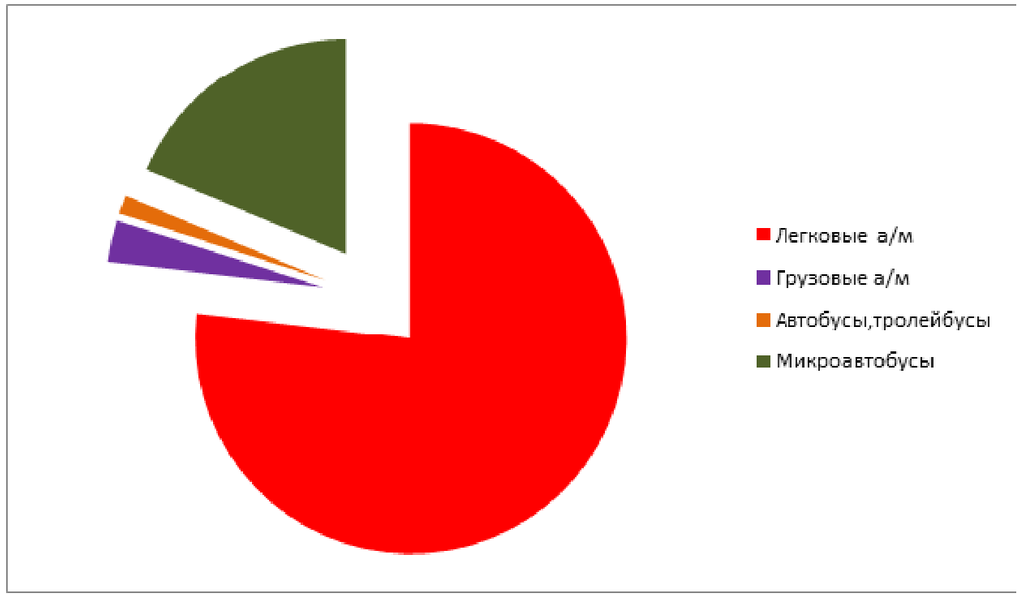
АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ



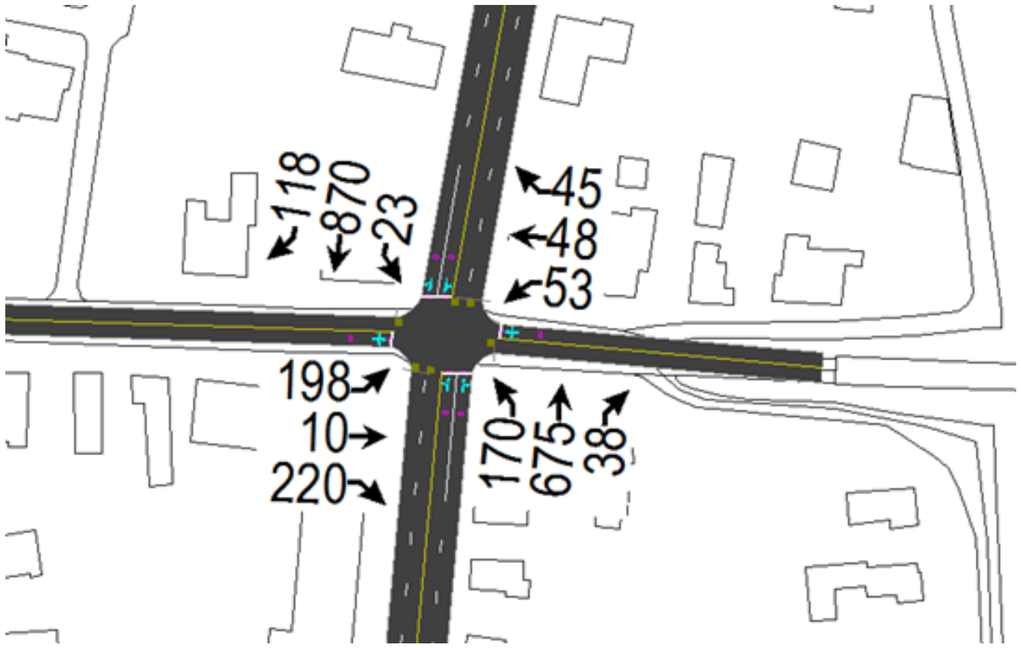


					ВКР-2069059-23.03.01-130629-17			
					Совершенствование схемы организации движения по ул. Максима Горького г. Пензы			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав.Каф.		Ильина И.Е			Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий	Литер	Лист	Листов
Руковод.		Власов А.А.				В К Р	3	6
						ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41		
Н.контр.		Ильина И.Е.						
Студент		Нашивочников						

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ



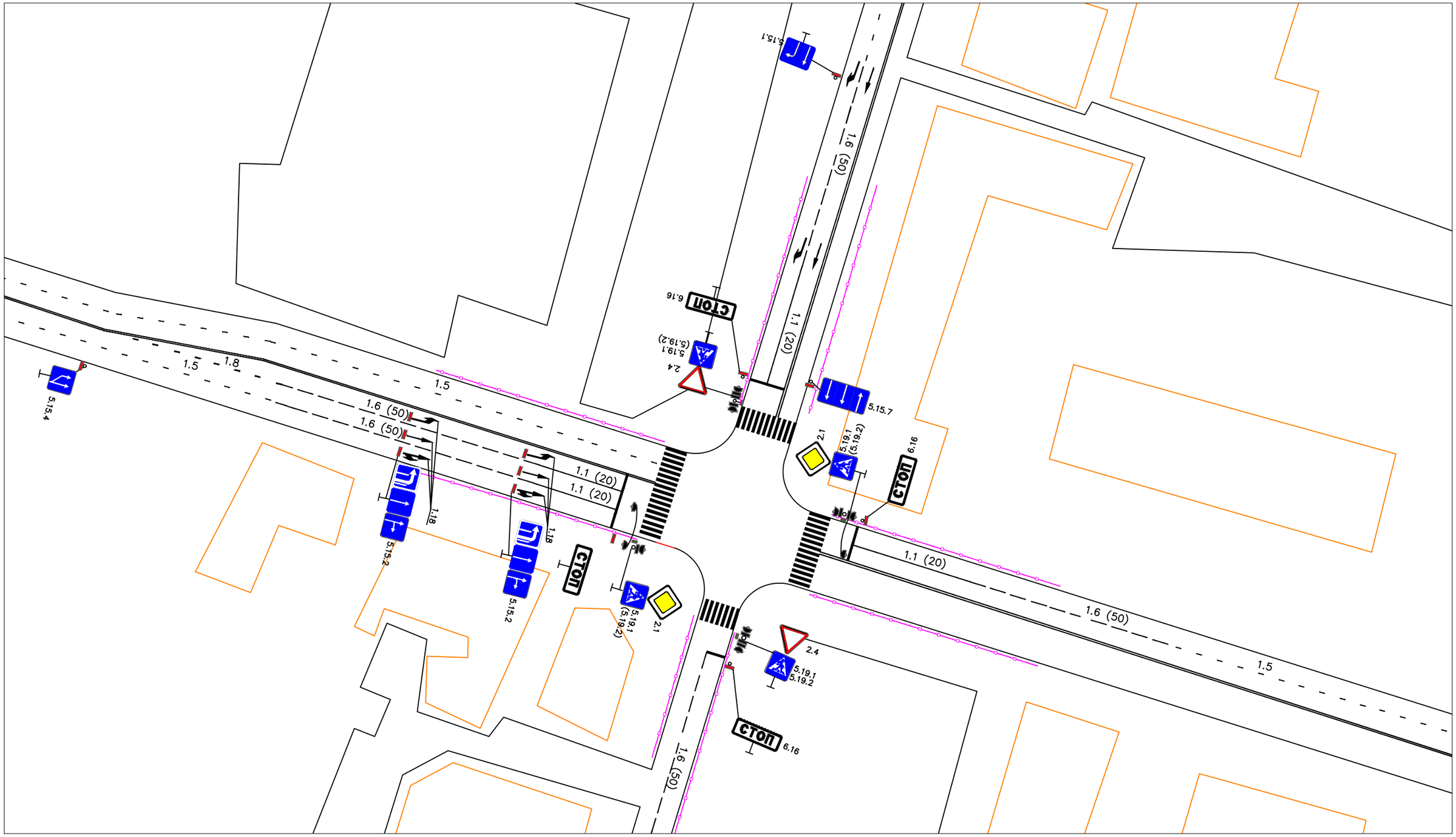
Картограмма интенсивности на пересечении
ул. Максима Горького - ул. Кирова



Картограмма интенсивности на пересечении
ул. Максима Горького - ул. Урицкого

Картограмма интенсивности на пересечении
ул. Максима Горького - ул. Володарского

					ВКР-2069059-23.03.01-130629-17			
					Совершенствование схемы организации движения по ул. Максима Горького г. Пензы			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав.Каф.		Ильина И.Е			Результаты исследований интенсивности движения	Литер	Лист	Листов
Руковод.		Власов А.А.				В К Р	4	6
						ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41		
Н.контр.		Ильина И.Е.						
Студент		Нашивочников						



						ВКР-2069059-23.03.01-130629-17
						Совершенствование схемы организации движения по ул. Максима Горького г.Пензы
Изм.	Кол.уч.	Лист	N док	Подп.	Дата	
Зав. Каф.		Ильина И.Е.				Предлагаемая схема организации движения
Руковод.		Власов А.А.				
Н.контр.		Ильина И.Е.				
Студент		Нашивочников				

Стадия	Лист	Листов
ВКР	6	6

ПГУАС
каф. ОБД
группа ТТП-41