

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

Факультет
машиностроения и транспорта
(наименование)

Кафедра
«Транспортные машины»
(наименование)

Направление подготовки

23.03.01 «Технология транспортных
процессов»
(код и наименование)

Профиль

«Организация и безопасность движения»
(наименование)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему

«Анализ условий движения транспортных средств и формирование
предложений по организации координированного регулирования
по улице Пушкина города Пензы»

Студент

(подпись, дата)

Литвинова Юлия Алексеевна
(фио полностью)

Научный руководитель
к.т.н., доцент

(подпись, дата)

О.К.Метальникова
(фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр
к.т.н., доцент

(подпись, дата)

О.Н.Логинов
(фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № _____)

Заведующий кафедрой

(подпись, дата)

В.В.Салмин
(фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой _____ (протокол заседания ГЭК
от _____ № _____)

Секретарь ГЭК
к.т.н., доцент

(подпись, дата)

О.К.Метальникова
(фамилия, инициалы)

Пенза 2017

ФГБОУ ВО «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»

«Утверждаю»

Заведующий кафедрой ТМ

д.т.н., проф. _____ В.В. Салмин

подпись

«____» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту гр. 13МГ1 Факультета машиностроения и транспорта Политехнического института ПГУ, очной формы обучения по направлению 23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Литвиновой Юлии Алексеевны

Научный руководитель работы: *к.т.н., доцент кафедры «ТМ» О.К. Метальникова*

Время выполнения дипломного проекта: *с 07.12.2016 г. по 16.06.2017 г.*

Место производственной практики: *Управление транспорта и связи г. Пенза.*

Тема работы: *Анализ условий движения транспортных средств и формирование предложений по организации координированного регулирования по улице Пушкина города Пензы*

Тема утверждена приказом ректора ПГУ № 1185/С от 02 декабря 2016 г.

Техническое задание на работу (назначение устройства, условия применения, внешние воздействия, специальные требования и т.п.): *выполнить исследование по возможности совершенствования дорожного движения обеспечивающего беспрепятственный проезд по улице Пушкина в городе Пенза за счет введения координированного регулирования.*

Объем и содержание основной части работы

Пояснительная записка (перечень вопросов, подлежащих разработке, расчетов, обоснований, описаний):

- *введение с обоснованием актуальности темы исследования, постановкой цели и задач исследования;*
- *теоретический анализ проблемы безопасности движения во взаимосвязи с поставленной целью и задачами, обоснование применяемых методов исследования;*
- *организационно-управленческий раздел - разработка мероприятий по совершенствованию разбираемого участка улично-дорожной сети, разработка предлагаемой схемы организации движения;*

- экономический раздел – обоснование реальных затрат на реализацию предложенных мероприятий;
- заключение – выводы и обоснования по реализации разработанного комплекса мероприятий.

Презентация бакалаврской работы (перечень и содержание чертежей, плакатов)

- цели и задачи выпускной работы 1л А4;
- актуальность работы 1л А4;
- рассматриваемый участок улично-дорожной сети 1л А4;
- анализ существующей улично-дорожной сети 5л А4
- определение исходных данных 1л А4;
- расчет длительности цикла регулирования и его элементов 1л А4;
- предлагаемый график работы светофорной сигнализации 1л А4;
- расчет экономической эффективности 1л А4;
- основные выводы 1л А4.

Рекомендуемая литература:

- 1 ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Текст]. – Введ. 2006–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 95 с.
2. Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения: уч.для вузов/ Ю.А.Кременец, М.П. Печерский, М.Б, Афанасьев.- М.: ИКЦ «Академкнига», 2005.- 279с.
3. Капитанов В.Т. Расчет параметров светофорного регулирования: Научно-практическое пособие [текст]. Москва, Издательство ВНИИ БД МВД СССР, 1991. – 96 с.

Дата выдачи задания: 07.12.2016 г.

Руководитель ВКР:

к.т.н, доцент каф. «ТМ»

_____ О.К. Метальникова

Задание к исполнению принял студент

гр. 13МГ1_____ Ю.А.Литвинова

07 февраля 2017 г.

РЕФЕРАТ

Литвинова Ю.А. Анализ условий движения транспортных средств и формирование предложений по организации координированного регулирования по улице Пушкина города Пензы/ Юлия Алексеевна Литвинова – Пенза: ПГУ, 2017. – 57 страниц, 3 части, 18 рисунков, 33 таблиц, 30 источников, 1 приложение.

КООРДИНИРОВАННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ, ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ЦИКЛОВ, ЗАДЕРЖКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ИНТЕНСИВНОСТЬ.

Объект исследования - участок улично-дорожной сети улицы Пушкина города Пензы ограниченный улицами Бекешская и Плеханова.

Предмет – организация дорожного движения на рассматриваемом участке.

Цель работы: проведение анализа условий дорожного движения и совершенствование организации движения по улице Пушкина в городе Пенза за счет введения координированного регулирования.

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

Первый раздел посвящен изучению существующей схемы организации дорожного движения на улице Пушкина города Пензы. На основе анализа интенсивности транспортных средств, схемы работы светофора и пофазной организации движения обосновывается необходимость ее совершенствования.

Во втором разделе с целью повышения пропускной способности улицы и снижением задержек по улице Пушкина разрабатывается схема координированного регулирования движения, что предполагает изменение режимов работы всех светофорных объектов.

В третьем разделе рассчитываются снижение стоимости задержек транспортных средств, и определяется экономическая эффективность предложенных мероприятий.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ существующей улично-дорожной сети на улице Пушкина города Пензы.....	8
1.1 Общая характеристика исследуемого района.....	8
1.2 Обзор состояния организации дорожного движения на улице Пушкина.....	10
1.3 Исследование и анализ интенсивности движения транспортных средств.....	12
1.4 Анализ схемы программы работы светофора и пофазной организации движения.....	20
Выводы.....	23
2 Реализация мероприятий по организации движения путем введения координированного управления на улице Пушкина.....	24
2.1 Методы управления транспортными потоками на городских сетях.....	24
2.2 Координированное управление как способ управления дорожным движением.....	25
2.3 Определение исходных данных.....	26
2.4 Расчет длительности цикла регулирования и его элементов.....	30
2.5 Расчет длительности основных тактов.....	37
2.6 Расчет задержек транспортных средств и пешеходов.....	41
2.7 Построение графика работы светофорной сигнализации.....	45
2.8 Построение графика координированного регулирования	46
Выводы.....	47
3 Экономическое обоснование работы.....	48
3.1 Экономическая эффективность введения координированного регулирования движения на улице Пушкина в городе Пензе.....	48

3.2	Определение экономической эффективности предлагаемых мероприятий.....	52
	Выводы.....	54
	Заключение.....	55
	Список использованных источников.....	56
	Приложение А (обязательное) Презентация выпускной квалификационной работы.....	60

Введение

Все более стремительная оснащённость населения автомобилями увеличивается с каждым годом в разных странах мира, что наряду с безусловно положительным влиянием несёт в себе и отрицательный характер. В последние годы на территории РФ наблюдается быстрое увеличение количества зарегистрированных транспортных средств, только за последнее несколько лет парк автотранспорта увеличился более чем в 2 раза. Условия дорожного движения на городских территориях регулярно усугубляются. Улично-дорожная сеть многочисленных городов уже израсходовала запасы пропускной способности и прибывает в условиях непрерывного образования заторов, созданию аварийных ситуаций при пропуске транспортных и пешеходных потоков. В связи с этим на первом месте стоит вопрос транспорта, важно уметь решать задачи по обеспечению качества автомобильных дорог, а также безопасности передвижения по автомобильным дорогам.

Совершенствование организации дорожного движения является одним из главных направлений в развитии современного общества, так как общество невозможно уже представить без транспорта, без мобилизированной перевозки грузов, а также без перемещения и перевозки пассажиров из одной точки в другую. Качество организации движения транспортных средств на улицах и дорогах позволяет во многих случаях создать необходимые условия для бесперебойной перевозки пассажиров и грузов.

В целом транспорт это основополагающий элемент, способствующий постоянному росту и совершенствованию производства, а также систематическому улучшению народного благосостояния. Он массово воздействует на весь процесс расширения производства и особенно на продолжительность воспроизводственного цикла, на формирование

запасов сырья, топлива и продукции, на емкость складов. Без транспорта современную жизнь невозможно представить и поэтому нужно создавать все условия, отвечающие современным требованиям, для того, что система «Водитель-автомобиль-дорога-среда» работала.

Одной из первостепенных направлений в работе на транспорте является удовлетворение потребностей населения в перевозках, отвечающее полным образом современным требованиям народного хозяйства, а также выполнение перевозки грузоперевозок на транспорте. За счет этого можно достигнуть высокого результата в качестве выполняемой работы.

Так как безопасность дорожного движения – это одна из наиболее важных проблем современного общества, то она должна рассматриваться в сложной единой системе дорожного движения.

«Дорожное движение» - это термин, который вбирает в себя динамическую систему, образующуюся при взаимодействии на дороге нескольких участников дорожного движения: пешеходов, велосипедистов, мотоциклистов, водителей.

Транспортно–эксплуатационные свойства автомобильных дорог определяются безопасностью проезда, скоростью перевозок, по дороге и ее пропускной способностью.

Для того, чтобы оценить уровень опасности участка дороги, необходимо определить коэффициент опасности ДТП, обустройство дороги удобное для водителей и пешеходов, пропускную способность и интенсивность движения. Эти показатели необходимы для экспертного исследования и для принятия решения по проекту, направленному на улучшение современного качества дорог, а также снижение аварийности.

В выпускной квалификационной работе проводится анализ участка дороги по улице Пушкина в городе Пензе. Данный участок улицы Пушкина пересекают улицы Плеханова, Ставского, Кулакова и другие. В настоящее время по улице Пушкина осуществляется двухстороннее движение транспортных средств. Улица Пушкина проходит в центральной

части города и является дублером основной магистрали улицы Суворова города Пензы. В «пиковые» периоды наблюдаются частые заторы, что приводит к задержкам транспортных средств.

Целью выпускной квалификационной работы является проведение анализа условий дорожного движения и совершенствование организации движения по улице Пушкина в городе Пенза за счет введения координированного регулирования.

Объектом исследования является участок улично-дорожная сеть улицы Пушкина города Пензы ограниченным улицами Бекешская и Плеханова.

Предмет исследования - проблема организации и безопасности дорожного движения улице Пушкина.

В связи с этим необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ существующей ситуации в рассматриваемом районе;
- собрать исходные данные для организации координированного регулирования;
- выполнить расчеты: оптимального светофорного регулирования, интенсивности движения, потока насыщения, задержек транспортных средств на подходах к перекресткам по ул. Пушкина в г. Пенза;
- выполнить экономическое обоснование и оценку затрат на реорганизацию движения на рассматриваемом участке дорог.

1 Анализ существующей улично-дорожной сети на улице Пушкина города Пенза

1.1 Общая характеристика исследуемого района

Улица Пушкина располагается в Ленинском районе (рисунок 1.1), который считается исторически сформировавшимся культурным центром Пензы. Тут сконцентрирована основная часть учреждений культуры города и области: драмтеатр, филармония, картинная галерея, цирк, центральный парк культуры и отдыха имени В. Г. Белинского, множество музеев, библиотек, кинотеатров, учебных заведений, спортивных сооружений, где работают колоссальное число людей.

Район был основан 29 апреля 1962 года. В соответствии сведениям Всероссийской переписи населения 2010 года в районе проживало 92986 человек. Территория Ленинского района составляет 2,75 тысячи гектаров. Согласно состоянию на начало 2015 года к территории района причислены часть проспекта Победы, 136 улиц, 79 проездов, 19 переулков, 1 бульвар, 9 площадей, 2 садоводческих товарищества, а также территории 2 Кордона, разъезда Арбеково, станции Арбеково, автодрома «Виразж» и др.

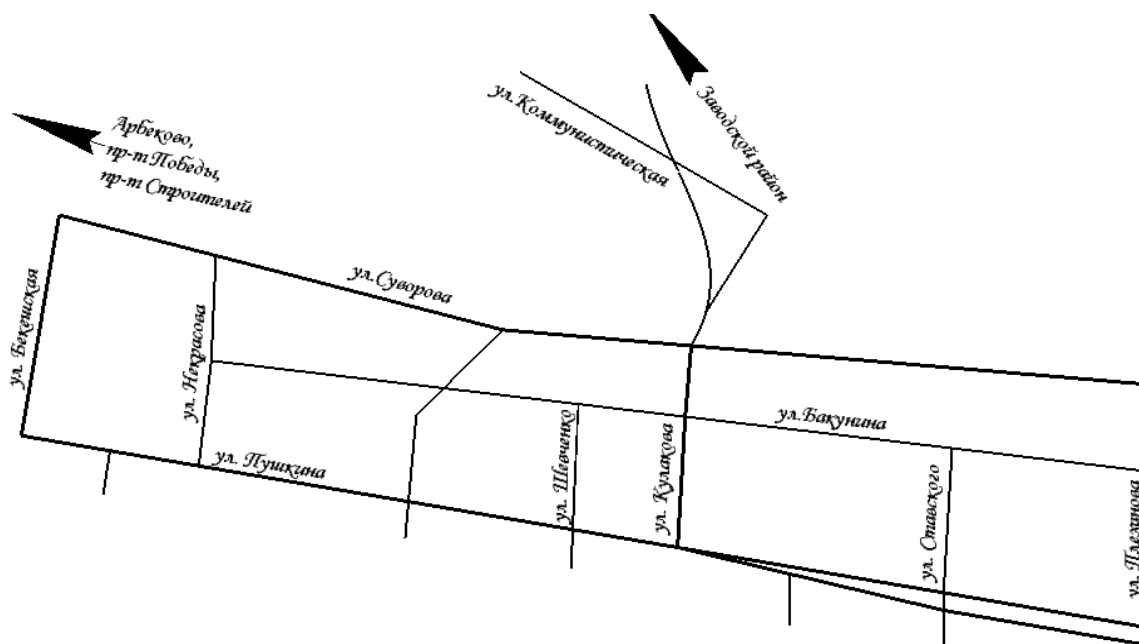


Рисунок 1.1 – Район исследования

С ростом числа городов возрастает интенсивность движения на дорогах, увеличивается пассажирооборот, грузооборот, пробегавтомобилей и число легковых автомобилей на душу населения.

Значительная насыщенность легковых автомобилей на дорогах приводит к необходимости расширения проезжих частей, введения реверсивного движения и распределения автотранспортных и пешеходных потоков.

К сожалению, расширение проезжей части не всегда является решением всех проблем, существующих на дорогах. В связи с этим немаловажное значение имеет разумное и гибкое применение технических средств организации дорожного движения дорожных знаков, разметки, светофоров, включая внедрение координированного управления дорожным движением.

Несоответствиеосновныххарактеристик улично-дорожной сетиусловиям городского движения проявляется в следующем:

- недостаток дифференциации улиц соответственно характеру их применения, при которой учитывались бы потребности движения транспорта и пешеходов, т.е. отсутствует четкая систематизация улиц;
- значительное количество улиц, используемые с целью движения автотранспорта, таким образом и большое количествопересечений, затрудняющих движение транспорта и пешеходов.

Основными факторами, определяющими начертание улично-дорожной сети являются:

- состав транспортного потока и количество легкового транспорта;
- необходимость в точной рациональной организации и безопасности движенияабсолютно всех типов автотранспорта, а также пешеходов [14];
- соблюдение и устремленность к обеспечениюсанитарно-гигиенических норм, а также защита людей, живущих возлеулиц

- и дорог, от шума, отработавших газов и вибраций;
- создание наиболее стремительных и комфортных условий в целях передвижения пассажиров и грузов.

Условия организации движения урегулированы таким образом, для того чтобы планировочная структура улично-дорожной сети была по возможности простой и не создавала сложных автотранспортных узлов, которые усложняют перемещение транспорта и пешеходов.

1.2 Обзор состояния организации дорожного движения на улице Пушкина

Основная часть транспортного и пешеходного потоков следуют по главным улицам района. Это улицы Пушкина, Суворова, Володарского, Кирова.

В настоящее время остается проблемным движение транспортных средств в центральной части города Пенза. Рассматриваемый район проектирования имеет общегородское значение, так как через него проходят межмагистральные маршруты движения:

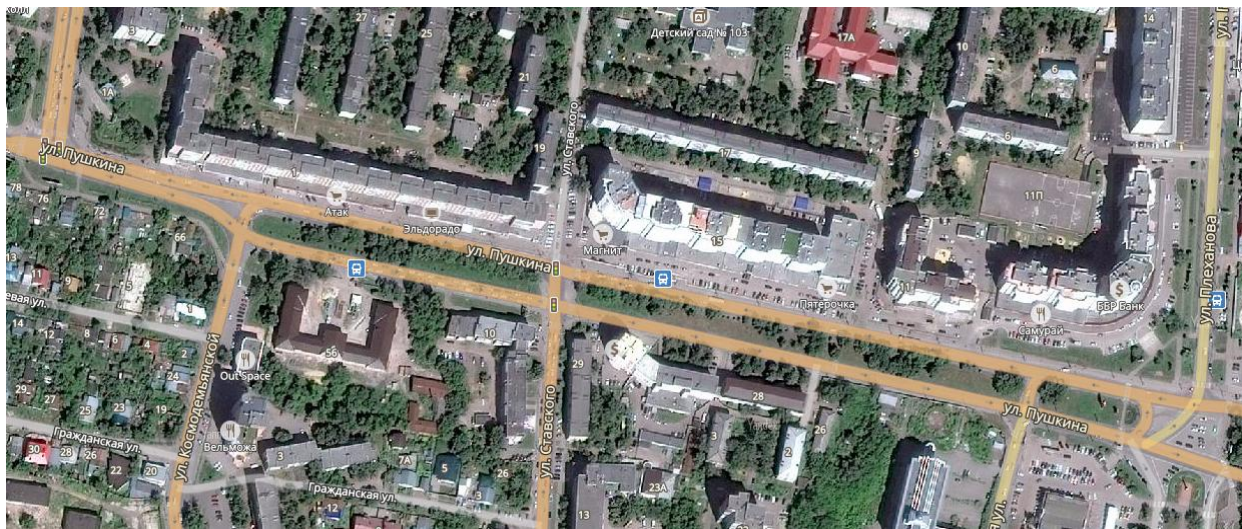
- маршрут движения по улице Суворова позволяет выйти в район проспекта Победы и микрорайон Арбеково;
- по улице Пушкина проходит маршрут движения в микрорайон Арбеково, в район проспекта Строителей;
- по улице Кулакова проходит маршрут движения в Заводской район.

Высокая интенсивность движения транспортных средств и малое число полос по главным улицам приводит к периодическому возникновению заторов на указанных направлениях.

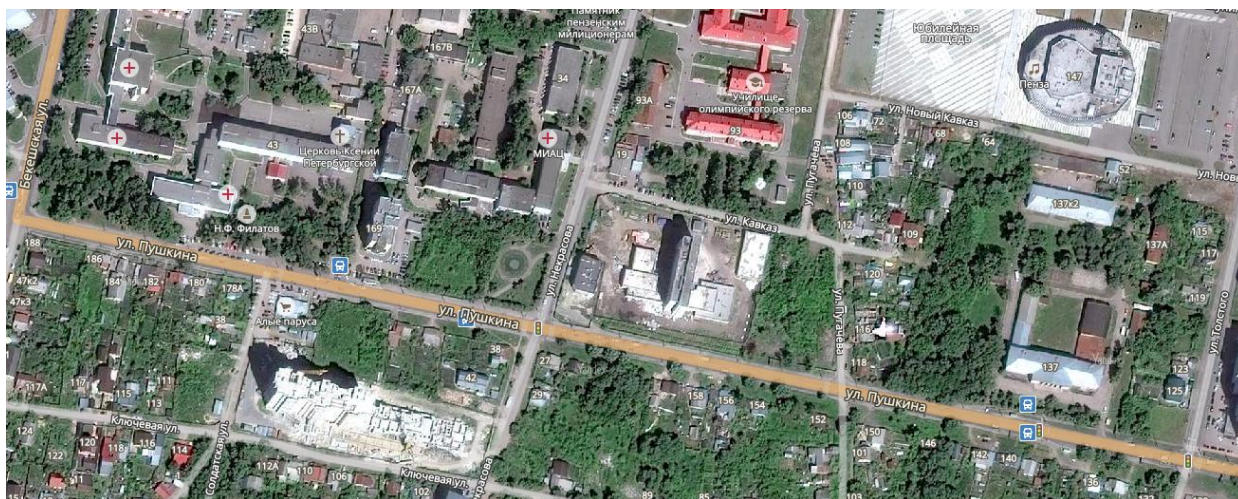
Ширина проезжей части по ул. Пушкина составляет 15 м, движение организовано по 4 полосам движения до пересечения с ул. Кулакова, после перекрестка движение осуществляется по 5 полосам движения (ширина проезжей части составляет 19,5 м) на протяжении всего участка до

пересечения с ул. Плеханова.

Улица Пушкина имеет пересечение в десяти местах с улицами Плеханова, Большая Радищевская, Ставского, Космодемьянского, Кулакова, Шевченко, Толстого, Пугачева, Некрасова, Солдатская. На всей протяженности по ул. Пушкина расположены регулируемые переходы и остановки общественного транспорта Вид ул. Пушкина со спутника представлен на рисунке 1.2.



а)



б)

а – улица Пушкина ограниченная улицей Плеханова

б – улица Пушкина ограниченная улицей Бекешевская

Рисунок 1.2– Вид улицы Пушкина со спутника

Также главная дорога улице Пушкина имеет несколько

нерегулируемых пересечений с улицами местного значения: Солдатская, Пугачева, Шевченко, Космодемьянская, Большая Радищевская, Плеханова. Главными минусами организации движения на этих улицах считаются нехватка дорожной разметки, недостаток светофорной регулировки, а кроме того отсутствие каких-либо дорожных знаков.

1.3 Исследование и анализ интенсивности движения транспортных средств

Свойства улично-дорожной сети и параметры транспортного потока зависят от большого количества обстоятельств, таких как: состояние дорожного покрытия, климатических условий, роль человека в транспортном процессе, конструктивные особенности и эксплуатационное состояние транспортных средств. Вследствие этого разработка мероприятий в области организации безопасного дорожного движения возможна только при тщательном исследовании указанных характеристик объекта регулирования.

Для проведения анализа и оценки проектируемого участка улично-дорожной сети, разбиваем его на отдельные характерные участки.

Участок 1 (рисунок 1.3). Начинается с пересечения улиц Пушкина и Ставского. На данном участке расположены регулируемые пешеходные переходы. Ширина проезжей части с улицы Ставского составляет 11,5 метров и с другой стороны 7 метров.

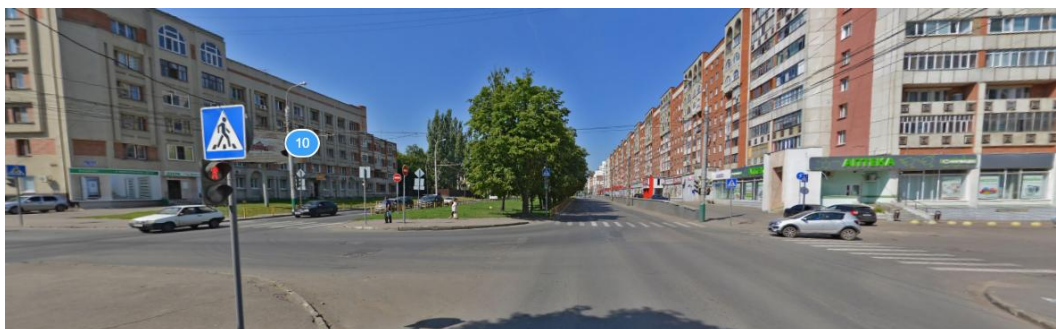


Рисунок 1.3 – Перекресток улицы Пушкина - улицы Ставского

Участок 2 (рисунок 1.4) представляет собой Т-образный перекресток.

Расположен на расстоянии 550 метров от первого. На данном участке расположена остановка общественного транспорта, регулируемый пешеходный переход. Ширина проезжей части улицы Кулакова составляет 22,5 метров, движение организовано по 5-ти полосам. Этот перекресток является ключевым.

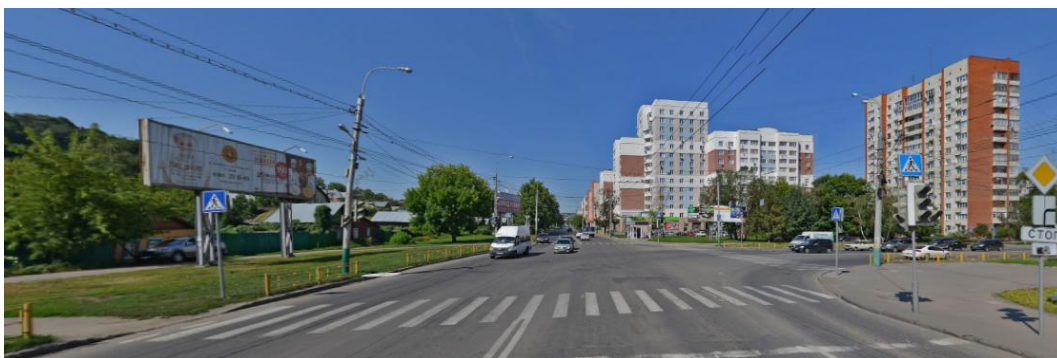


Рисунок 1.4 – Перекресток улицы Пушкина - улицы Кулакова

Участок 3(рисунок 1.5) продолжительностью 600 метров. На данном участке расположен регулируемый пешеходный переход. Ширина проезжей части улицы Толстого по направлению к улице Бакунина составляет 10 метров и движение организовано по 3-м полосам. С противоположной стороны ширина проезжей части составляет 7 метров и отсутствует разметка.

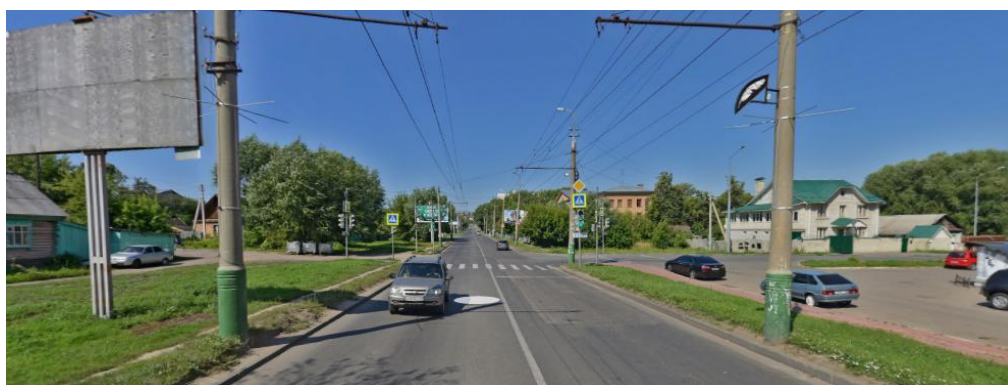


Рисунок 1.5 – Перекресток улицы Пушкина - улицы Толстого

Участок 4 (рисунок 1.6) находится на расстоянии 130 метров от

предыдущего. На рассматриваемом участке расположен остановочный пункт маршрутных транспортных средств и регулируемый пешеходный переход.

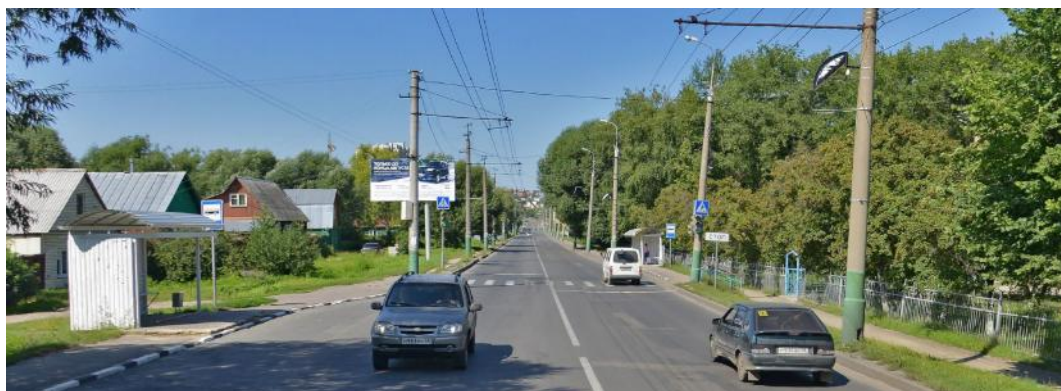


Рисунок 1.6 – улица Пушкина

Участок 5 (рисунок 1.7) находится на расстоянии 370 метров от предыдущего. На участке расположены регулируемые пешеходные переходы.

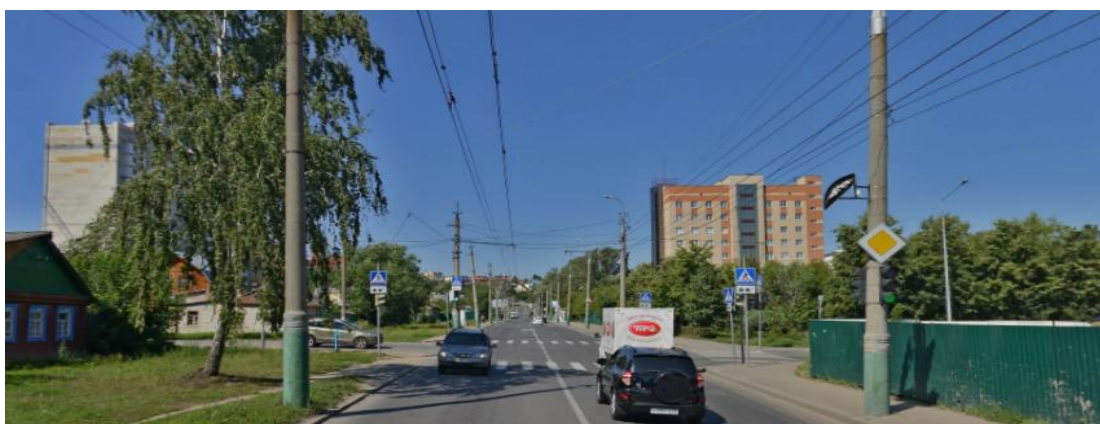


Рисунок 1.7 – перекресток улицы Пушкина – улицы Некрасова

«Натурные исследования заключаются в получении фактических характеристик условий движения и показателей дорожного движения в ходе конкретного этапа времени. Данная категория методов на сегодняшний день в наибольшей степени распространена и выделяется огромным многообразием. Натурные исследования дают возможность получить

максимально точную информацию о состоянии транспортных и пешеходных потоков.

Натурные исследования характеристик дорожного движения могут быть с точки зрения способа получения и характера получаемой информации подразделены на две подгруппы:

- изучение на стационарных постах, позволяющие получить многие характеристики и их изменение во времени, но только лишь в тех сечениях улично-дорожной сети, где они размещены;
- изучение с помощью подвижных средств, позволяющее получить пространственную и пространственно-временную характеристику различных факторов дорожного движения.

Исследования, принадлежащие к 2-й группе, чаще всего реализовывают при помощи автомобиля-лаборатории. Единым условием для абсолютно всех натурных исследований является необходимость наличия наблюдателя (или автоматического датчика) в исследуемой точке улично-дорожной сети. Натурные исследования дорожного движения могут выполняться пассивными или активными методами.

При пассивном методе (элементарном наблюдении) фиксируются только фактически сформировавшиеся режимы движения, и исследователь не вмешивается и не изменяет их, т.е. получает «фотографию» имеющегося положения. Вместе с тем во многих случаях конкретные показатели транспортного и пешеходного потока могут значительно изменяться даже при сравнительно незначительном улучшении организации движения, к примеру, при введении нужной информации для участников движения. Поэтому во многих случаях требуется проведение активного эксперимента, т.е. не только ограничивающегося фиксацией существующего положения, но и обеспечивающего обследование вариантов при частичном изменении условий движения» [5].

Результаты натурных обследований транспортных потоков по улицеПушкина сведены в таблицы 1.1 – 1.5.

Таблица 1.1Результаты натурных исследований транспортных потоков на пересечении улицы Пушкина – улицы Ставского

N_1	1383
N_{11}	63
N_2	1460
N_{21}	96
N_3	232
N_{31}	964
N_{32}	271
N_4	163

Таблица 1.2Результаты натурных исследований транспортных потоков на пересечении улицы Пушкина – улицы Кулакова

N_1	1545
N_{12}	119
N_2	1631
N_{21}	854
N_3	809
N_{31}	113

Таблица 1.3Результаты натурных исследований транспортных потоков на пересечении улицы Пушкина – улицы Толстого

N_1	781
N_{11}	3
N_{12}	7
N_2	824

Продолжение таблицы 1.4

N ₂₁	4
N ₂₂	74
N ₃	43
N ₃₁	5
N ₃₂	4
N ₄	3
N ₄₁	70
N ₄₂	40

Таблица 1.4 Результаты натурных исследований транспортных потоков на улице Пушкина остановка «Приборостроительный колледж»

N ₁	767
N ₂	758

Таблица 1.5 Результаты натурных исследований транспортных потоков на пересечении улицы Пушкина – улицы Некрасова

N ₁	731
N ₁₁	13
N ₁₂	18
N ₂	697
N ₂₁	18
N ₂₂	53
N ₃	11
N ₃₁	19
N ₃₂	17
N ₄	9
N ₄₁	50
N ₄₂	12

На пересечениях исследуемой улицы учеты движения проводились по направлениям. Результаты приведены на рисунках 1.8 – 1.11

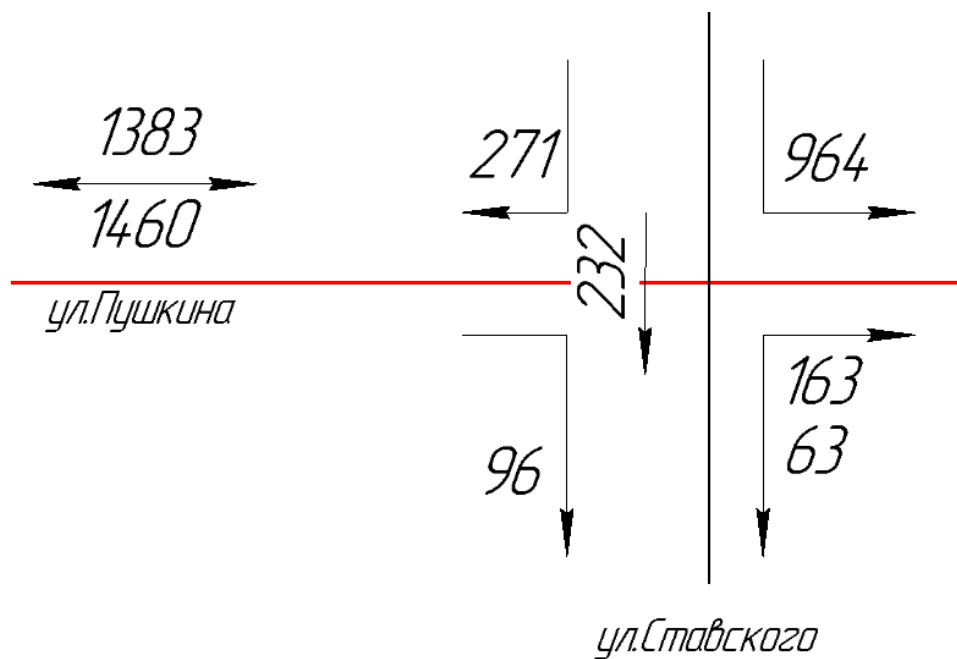


Рисунок 1.8 - Картограмма интенсивностей перекрестка улицы Пушкина – улицы Ставского

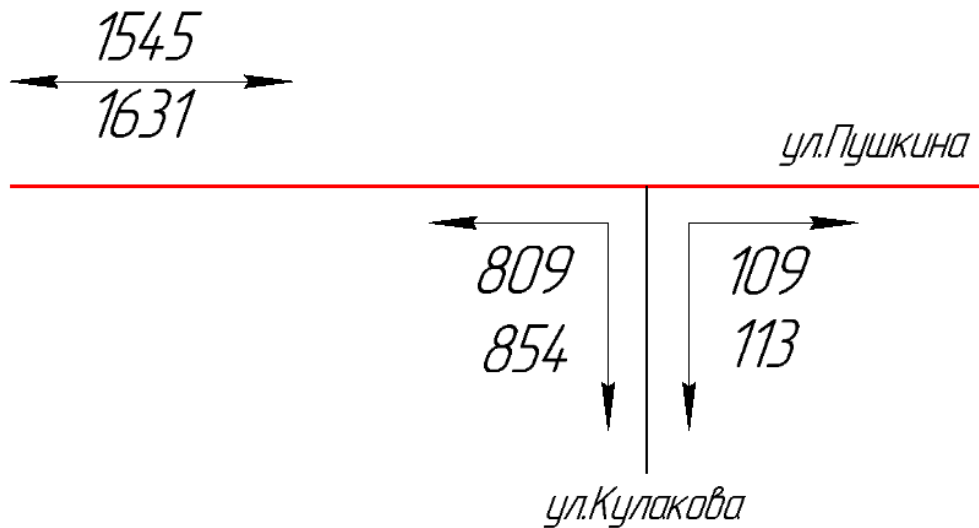


Рисунок 1.9 - Картограмма интенсивностей перекрестка улицы Пушкина – улицы Кулакова

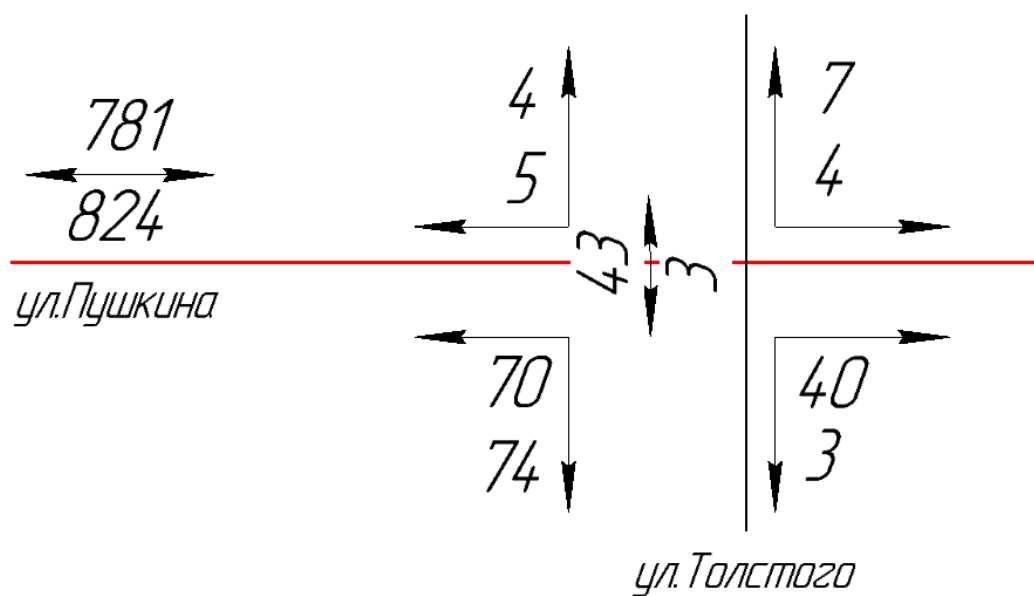


Рисунок 1.10 - Картограмма интенсивностей перекрестка улицы Пушкина – улицы Толстого

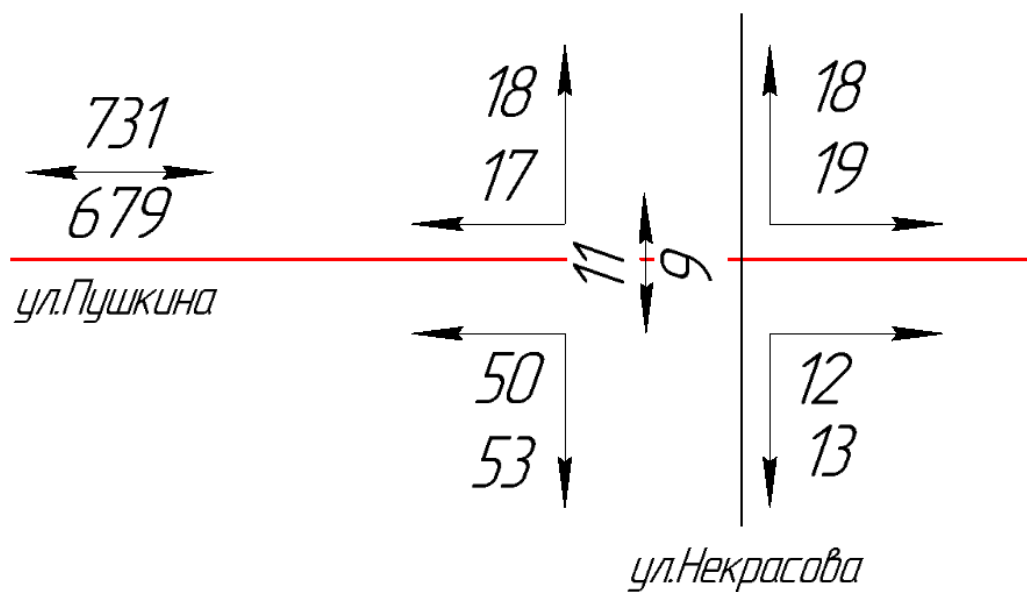


Рисунок 1.11 - Картограмма интенсивностей перекрестка улицы Пушкина – улицы Некрасова

1.4 Изучение схемы работы светофора и пофазной организации движения

Тактом регулирования называется период действия определенной комбинации светофорных сигналов. Такты бывают основные и промежуточные. В период основного такта разрешено движение определенной группы транспортных и пешеходных потоков.

Во время промежуточного такта выезд на перекресток запрещен, за исключением транспортных средств, водители которых не смогли своевременно остановиться у стоп-линий.

Фазой регулирования называется совокупность основного и следующего за ним промежуточного такта.

Циклом регулирования называется периодически повторяющаяся совокупность всех фаз.

График переключения светофора на перекрестке улица Пушкина – улица Ставского по направлениям представлен на рисунке 1.12

1н						ТС ул.Пушкина
2н						ТС ул.Пушкина
3н						ТС ул.Ставского
4н						ТС ул.Ставского
5н						ПС ул.Ставского
6н						ПС ул.Ставского
7н						ПС ул.Пушкина
8н						ПС ул.Пушкина
9н						ПС ул.Пушкина
	1 фаза $24c+3c+3c=30c$		2 фаза $19c+3c+3c=25c$		3 фаза 15 с	

Рисунок 1.12 - Существующий график переключения светофорной сигнализации на пересечении ул. Пушкина – ул. Ставского

Пропуск пешеходных и транспортных потоков организован в 3 фазы. В первой фазе пропускаются транспортные средства по ул. Пушкина, а так же пешеходный поток с улицы Ставского в направлении от улицы Бакунина. Во второй фазе пропускаются транспортные средства по улице Ставского и пешеходные потоки с улицы Пушкина. В третьей фазе пропускаются пешеходные потоки всех направлений. На участке улице Ставского в направлении от улицы Гражданская установлен режим одностороннего движения.

Пропуск пешеходных и транспортных потоков на пересечении улиц Пушкина и Кулакова организован в 3 фазы (рисунок 1.13).

1н								ТС ул.Пушкина
2н								ДС
3н								ТС ул.Кулакова
4н								ПС ул.Пушкина
5н								ПС ул.Кулакова
	1 фаза $27с+3с+3с=33с$			2фаза $39с+3с+3с=45$			3 фаза 22с	

Рисунок 1.13 - Существующий график переключения светофорной сигнализации на пересечении ул. Пушкина – ул.Кулакова

В первой фазе пропускаются транспортные средства по улице Кулакова, а также правоповоротный поток с улицы Пушкина в направлении от улицы Ставского. Во второй фазе пропускаются транспортные средства по улице Пушкина. В третьей фазе пропускаются пешеходные потоки.

Пропуск пешеходных и транспортных потоков организован в 3 фазы. В первой фазе пропускаются транспортные средства по улице Пушкина. Во второй фазе пропускаются пешеходные потоки. В третьей фазе пропускаются транспортные средства по улице Толстого.

График переключения светофорных сигналов на пересечении улиц Пушкина и Толстого представлен на рисунке 1.14.

1н		ТС ул.Пушкина		
2н		ТС ул. Пушкина		
3н		ТС ул.Толстого		
4н		ПС ул.Толстого		
5н		ПС ул.Пушкина		
	1 фаза 40с+3с+3с+3с=49с	2фаза 14с	3 фаза 10с+3с+3с+3с=19с	

Рисунок 1.14 - Существующий график переключения светофорной сигнализации на пересечении ул. Пушкина – ул. Толстого

На улице Пушкина (остановка Приборостроительный техникум) организован регулируемый пешеходный переход (рисунок 1.15).

1н		ТС ул.Пушкина	
2н		ТС ул.Пушкина	
3н		ПС ул.Пушкина	
	1 фаза 78с+3с+3с=84	2 фаза 16с	

Рисунок 1.15- Существующий график переключения светофорной сигнализации на улице Пушкина

Пропуск пешеходных и транспортных потоков организован в 2 фазы. В первой фазе пропускаются транспортные средства по улице Пушкина. Во второй фазе движутся пешеходные потоки.

Пропуск пешеходных и транспортных потоков на пересечении улиц Пушкина и Некрасова организован в 3 фазы. В первой фазе пропускаются транспортные средства по улице Пушкина. Во второй фазе

пропускаются пешеходные потоки. В третьей фазе пропускаются транспортные средства по улице Некрасова.

График переключения светофорных сигналов на пересечении улиц Пушкина и Некрасова представлен на рисунке 1.16.

1н										ТС ул.Пушкина
2н										ТС ул.Пушкина
3н										ТС ул.Некрасова
4н										ТС ул.Некрасова
5н										ПС ул.Пушкина
6н										ПС ул.Некрасова
7н										ПС фаза
	1 фаза $40c+3c+3c+3c=49c$				2 фаза 14 с	3 фаза $10c+3c+3c+3c=19$				

Рисунок 1.16 - Существующий график переключения светофорной сигнализации на пересечении улицы Пушкина – улицы Некрасова

Выводы

По результатам характеристики транспортно-эксплуатационных условий улицы Пушкина было выяснено, что объект исследования находится в центральной части города и является дублером основной магистрали улицы Суворова. По улице Пушкина движется большой поток транспортных средств, поэтому для снижения задержек перед перекрестками необходимо внедрить координированное управление движением. Была изучена существующая работа светофорной сигнализации и рассчитаны интенсивности на всех перекрестках исследуемого объекта.

2 Реализация мероприятий по организации движения путем введения координированного управления на улице Пушкина

2.1 Методы управления транспортными потоками на городских сетях

Объектом управления в системе управления дорожным движением общепринято считать транспортный поток, который состоит из технических средств..В свою очередь управлениепредполагает некое воздействие на тот или инойобъект в целях усовершенствования его функционирования.

Транспортный поток описывается: скоростью, плотностью, интенсивностью и составом потока.

Для управления транспортной сетью в городе используются транспортные устройства управления, как правило, оснащённые датчиками с целью мониторинга наличия транспортных средств или пешеходов, при этом исполнительными элементами считаются сигнальные светофоры, предназначенные для информирования водителей и пешеходов. Устройства управления способны функционировать отдельно без связи с остальными устройствами управления или с центральной станцией, могут быть установлены в координированной линии или могут управляться центром управления.

Основной принцип методов управления всегда базируется:

- на модели транспортного потока, использовании данных за прошедшие годы или существующих;
- на алгоритме оптимизации установленных параметров, которыми считаются длительность зеленого сигнала, длительность цикла, сдвиг (временной сдвиг между соседними светофорными объектами).

2.2 Координированное управление как способ управления дорожным движением

Согласованная работа нескольких светофорных объектов в целях уменьшения задержек транспортных средств, называется координированным управлением движения.

Суть координации заключается в том, что включение зеленого сигнала на последующем перекрестке происходит с некоторым сдвигом по отношению к предыдущим. Длительность этих сдвигов на прямую зависит от времени затраченного на передвижение транспортных средств между этими перекрестками. Таким образом, получается, что транспортные средства движутся по координируемому маршруту как бы по расписанию, подъезжая к какому либо перекрестку в тот момент времени, когда на нем включен зеленый сигнал светофора. Это приводит к уменьшению торможению в потоке, числа задержек и снижению риска ДТП.

Возможность такой координированной работы светофорных объектов дала в свое время название «зеленая волна».

Для организации координированного управления следует выполнять следующие условия:

- наличие не менее двух полос движения для каждого направления;
- одинаковый цикл регулирования на всех перекрестках;
- транзитность потока не менее 70%;
- расстояние между двумя перекрестками не должно превышать 800 метров.

Координированная система регулирования транспортных потоков предназначена для решения актуальной задачи управления дорожным движением на оживленных перекрестках в условиях максимальной загрузки проезжей части транспортными средствами.

2.3 Определение исходных данных

Для организации координированного регулирования движения на участке дороги необходимо определить следующие исходные данные:

- число перекрестков на участке дороги (пересечение основной улицы с пересекающими);
- число фаз регулирования на каждом перекрестке;
- длительность промежуточных тактов – 3 сек в каждой фазе;
- поток насыщения на одну полосу движения на любом подходе каждого перекрестка;
- ширина проезжих частей на главной и второстепенной дорогах, число полос движения определяется в соответствии с требованиями ГОСТ 23457-86;
- расстояния между перекрестками;
- интенсивность транспортных потоков на всех перекрестках скорость по проезжей части главной дороги.

В работе рассматривается организация координированного регулирования движения на улице Пушкина. Общая схема рассматриваемого участка дороги по улице Пушкина в городе Пензе представлена на рисунке 2.1.

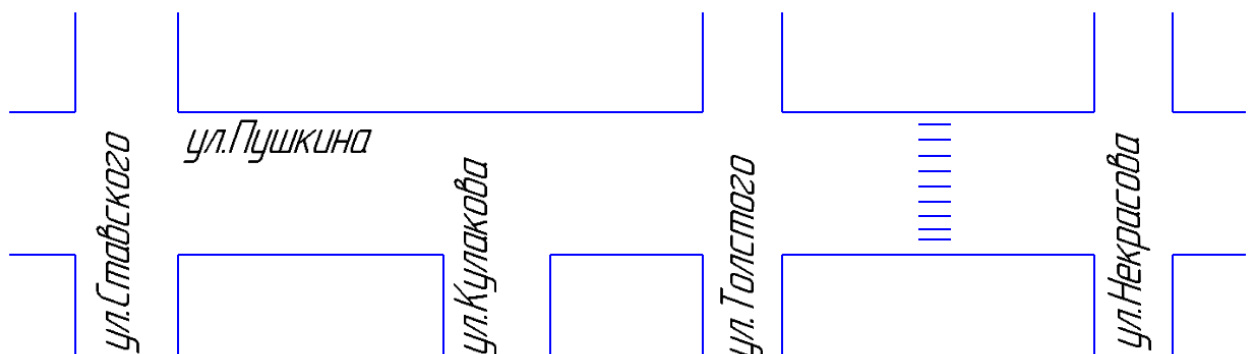


Рисунок 2.1- Схема участка рассматриваемой дороги.

Исходные данные:

- число фаз регулирования на каждом перекрестке – 2 фазы;
- длительность промежуточных тактов – 3 сек в каждой фазе;
- поток насыщения на одну полосу движения на подходе каждого перекрестка;
- ширина проезжих частей на улицах Пушкина, Ставского, Кулакова, Толстого, Некрасова (таблица 2.1),
- число полос движения определяется в соответствии с требованиями ГОСТ 23457-86 (таблица 2.2);
- расстояния между перекрестками (таблица 2.3);
- интенсивность транспортных потоков на всех перекрестках в приведенных единицах в час (таблице 2.4 - 2.8);
- скорость по улице Пушкина - 60 км/ч

Таблица 2.1 Ширина проезжих частей улиц

Улица Пушкина до пересечения с улицей Кулакова	19,5 м
Улица Пушкина после пересечения с улицей Кулакова	15 м
Улица Ставского	11,5 м, 7 м
Улица Кулакова	22,5 м
Улица Толстого	10 м, 4 м
Улица Некрасова	10 м, 6 м

Таблица 2.2 Число полос на подходах к перекрестку

Улица Пушкина до пересечения с улицей Кулакова	5
Улица Пушкина после пересечения с улицей Кулакова	4
Улица Ставского	3, 2
Улица Кулакова	5
Улица Толстого	3, 2
Улица Некрасова	3, 2

Таблица 2.3 Расстояние между перекрестками

L_{1-2}	550 м
L_{2-3}	600 м
L_{3-4}	130м
L_{4-5}	370 м

Таблица 2.4 Интенсивность движения транспортного потока по полосам на перекрестке улица Пушкина – улица Ставского

N_1	1383
N_{11}	63
N_2	1460
N_{21}	96
N_3	232
N_{31}	964
N_{32}	271
N_4	163

Таблица 2.5 Интенсивность движения транспортного потока по полосам на перекрестке улица Пушкина – улица Кулакова

N_1	1545
N_{12}	119
N_2	1631
N_{21}	854
N_3	809
N_{31}	113

Таблица 2.6 Интенсивность движения транспортного потока по полосам на перекрестке улицы Пушкина – улицы Толстого

N_1	781
N_{11}	3
N_{12}	7
N_2	824
N_{21}	4
N_{22}	74
N_3	43
N_{31}	5
N_{32}	4
N_4	3
N_{41}	70
N_{42}	40

Таблица 2.7 Интенсивность движения транспортного потока на улице Пушкина остановка «Приборостроительный колледж»

N_1	767
N_2	758

Таблица 2.8 Интенсивность движения транспортного потока по полосам на перекрестке улицы Пушкина – улицы Некрасова

N_1	731
N_{11}	13
N_{12}	18
N_2	697
N_{21}	18
N_{22}	53
N_3	11

N_{31}	19
N_{32}	17
N_4	9
N_{41}	50
N_{42}	12

2.4 Расчет длительности цикла регулирования и его элементов

Длительность цикла регулирования на перекрестках следует определять с помощью выражения:

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot L + 5}{1 - Y} \quad (2.1)$$

где $T_{\text{ц}}$ —длительность цикла регулирования, с;

L —суммарное потерянное время на перекрестке, с;

Y —суммарный фазовый коэффициент, характеризующий загрузку перекрестка.

$$L = \sum_{i=1}^n t_{\text{пр}i} \quad (2.2)$$

где n —число фаз регулирования;

$t_{\text{пр}i}$ —длительность промежуточного такта i -й фазы регулирования, с.

$$Y = \sum_{i=1}^n y_i, \quad (2.3)$$

где n —число фаз регулирования;

y_i —фазовый коэффициент i -й фазы регулирования, равный:

$$y_i = \max\{y_{ij}\} \quad (2.4)$$

где y_{ij} —фазовый коэффициент i -й фазы j -го подхода к перекрестку, равный:

$$y_{ij} = \frac{N_{ij}}{M_{Hj}} \quad (2.5)$$

где N_{ij} —интенсивность движения транспортного потока i -й фазы j -

гоподхода к перекрестку, ед/ч;

M_{Hj} –поток насыщения j -го подхода к перекрестку ед/ч;

Для определения значения N_{ij} следует воспользоваться выражением:

$$N_{ij} = \sum N_{ijb} \quad (2.6)$$

где N_{ijb} –интенсивность движения транспортного потока i -й фазы j -го подхода к перекрестку b - го направления движения на перекрестке, ед/ч;

Поток насыщения M_{Hj} определяется с помощью выражения:

$$M_{Hj} = \sum M_{Hjk} \quad (2.7)$$

где M_{Hjk} –поток насыщения j -го подхода к перекрестку k -й полосы движения, ед/ч.

M_{ni} - поток насыщения, количественно представляющий собой максимальную интенсивность движения в данном направлении при включенном зеленом сигнале светофора.

Аналитически поток насыщения определяется следующим образом: для случаев движения транспортных средств прямо, а также налево и (или) направо по одним и тем же полосам движения, если интенсивность лево - и правоповоротного потоков составляет более 10% от общей интенсивности движения в рассматриваемом направлении данной фазы, то приближенная оценка потока насыщения может быть найдена следующим образом:

$$M_{ni} = M_{niпрям} \frac{N_a + N_b + N_c}{N_a + 1,75N_b + 1,25N_c} \quad (2.8)$$

где N_n, N_l, N_{np} - интенсивность движения транспортных средств, соответственно, прямо, налево и направо.

Для случаев движения транспортных средств только налево или направо по специально выделенным полосам:

$$M_{niпов} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{R}}, \quad (2.9)$$

Для двухрядного движения:

$$M_{\text{нпов}} = \frac{3000}{1 + \frac{1,525}{R}} \quad (2.10)$$

где R - радиус поворота, м;

Для случаев движения в прямом направлении по дороге без продольных уклонов если выполняется равенство $5,4 \leq B_{\text{пч}} \leq 18$ м:

$$M_{\text{нпрям}} = 525 B_{\text{пч}} \quad (2.11)$$

где $B_{\text{пч}}$ - ширина проезжей части в данном направлении движения, м;

для случаев движения в прямом направлении, если $B_{\text{пч}} < 5,4$ тогда используется таблица 2.9 зависимости потока насыщения от ширины проезжей части.

Таблица 2.9 Зависимость потока насыщения от ширины проезжей части в данном направлении данной фазы

$M_{\text{нпрям}},$ ед/ч	1850	1875	1950	2075	2475	2700
$B_{\text{пч}},$ м	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,1

Определим поток насыщения $M_{\text{н2прям}}$ по ул. Пушкина:

$$M_{\text{н2прям}} = 1970 \text{ ед/час};$$

$$M_{\text{н1прям}} = 1970 \text{ ед/час};$$

$$M_{\text{н3прям}} = 1970 \text{ ед/час}.$$

Найдём длительность цикла для перекрёстка улица Пушкина – улица Ставского по формуле 2.1:

$$M_{\text{н2}} = 1970 * 3 * \frac{1460 + 96}{1460 + 1,25 * 96} = 5792 \text{ ед/час};$$

$$M_{\text{н1}} = 1970 * 2 * \frac{1383 + 63}{1383 + 1,75 * 63} = 3896 \text{ ед/час};$$

$$M_{H3}=1970 * 3 * \frac{232+964+271}{232+1,75*964+1,25*271} = 3839 \text{ ед/час}$$

$$M_{H4} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{9}} = 1539 \text{ ед/час}$$

$$N_{12}=1460+96=1556 \text{ ед/час};$$

$$N_{11}=1383+63=1446 \text{ ед/час};$$

$$N_{23}=232+964+271=1467 \text{ ед/час};$$

$$N_{24}=163 \text{ ед/час};$$

$$y_{12}=1556/5792 = 0,268;$$

$$y_{11}=1446/3896 = 0,371;$$

$$y_{23}=1467/3839 = 0,382;$$

$$y_{24}=163/1193 = 0,106;$$

$$Y=0,382+0,371=0,753;$$

$$L=3+3=6 \text{ с};$$

$$T_{\text{и}}=(1,5*6+5)/(1-0,753) = 56,6 \text{ с}.$$

Результаты расчетов перекрестка улица Пушкина – улица Ставского сведены в таблицу 2.10.

Таблица 2.10 Результаты расчетов длительности цикла перекрестка улицы Пушкина – улицы Ставского

№ фазы	№ направления	t_{npi} , с	N_j , ед/час	M_{nj} , ед/час	y_j	y_{j-max}	L , с	Y	T_u , с
1	2	3,0	1460	5792	0,268	0,371	6	0,753	56
	21		96						
	1		1383	3896	0,371				
	12		63						
2	3	3,0	257	3839	0,382	0,382			
	31		964						
	32		271						
	4		163	1539	0,106				

Остальные перекрёстки рассчитываются аналогично. Результаты расчетов приведены в таблицах 2.11 – 2.14.

Таблица 2.11 Результаты расчетов перекрестка улица Пушкина – улица Кулакова

№ фазы	№ направления	$t_{npi},$ с	$N_j,$ ед/час	$M_{nj},$ ед/час	y_j	y_{j-max}	$L,$ с	Y	$T_{ц},$ с
1	2	3,0	1631	5443	0,456	0,456	6,0	0,76	58
	21		854						
	1		1545	3701	0,449				
	12		119						
2	3	3,0	809	2692	0,304	0,304			
	31		113	1682	0,067				

Таблица 2.12 Результаты расчетов перекрестка улицы Пушкина – улицы Толстого

№ фазы	№ направления	$t_{\text{пр}},$ с	$N_j,$ ед/час	$M_{\text{н}j},$ ед/час	y_j	$y_{j-\text{max}}$	$L,$ с	Y	$T_u,$ с
1	2	3,0	824	3811	0,236	0,236	6,0	0,282	19
	21		4						
	22		74						
	1		781	3880	0,204				
	11		3						
	12		7						
2	3	3,0	43	1687	0,031	0,046			
	31		5						
	32		4						
	4		3	2421	0,046				
	41		70						
	42		40						

Таблица 2.13 Результаты расчетов по улице Пушкина

№ фазы	№ направления	$t_{пр},$ с	$N_j,$ ед/час	$M_{нj},$ ед/час	y_j	y_{j-max}	$L, с$	Y	$T_u,$ с
1	1	3,0	767	3940	0,195	0,195	6	0,387	18
	2	3,0	758		0,192	0,192			

Таблица 2.14 Результаты расчетов перекрестка улицы Пушкина – улицы Некрасова

№ фазы	№ направления	$t_{пр}$, с	N_j , ед/час	$M_{нj}$, ед/час	y_j	y_{j-max}	L , с	Y	T_u , с
1	2	3,0	697	3772	0,203	0,203	6,0	0,238	18
	21		18						
	22		53						
	1		731	3829	0,199				
	11		13						
	12		18						
2	3	3,0	11	1337	0,035	0,035			
	31		19						
	32		17						
	4		9	2398	0,029				
	41		50						
	42		12						

Если полученная в результате расчета длительность цикла на некоторых перекрестках составляет значение меньше 25 с, то ее следует округлять до 25 с

Длительности цикла большие 120 с. недопустимы по практическим соображениям, так как водители при продолжительном ожидании разрешающего сигнала могут принять светофор за неисправный и начать движение.

Результаты расчета длительности цикла представлены в таблице 2.15.

Таблица 2.15 Результаты расчета длительности цикла

	Пушкина – Ставского	Пушкина – Кулакова	Пушкина – Толстого	Пушкина	Пушкина – Некрасова
$T_{ц}$	56	58	25	25	25

2.5 Расчет длительности основных тактов

Для определения длительности фаз регулирования используя выражение эффективной длительности любой фазы в цикле регулирования, следует найти длительности основных тактов в каждой фазе ключевого перекрестка и длительности основных тактов для каждого перекрестка по оптимальному значению T_y :

$$t_{oti} = \frac{y_i}{Y} (T_{\text{ц}} - L) \quad (2.12)$$

где t_{oti} – длительность основного такта в i -й фазе регулирования, с:

Полученные в результате расчета длительности основных тактов, меньшие 7,0 с, должны округляться до 7,0 с. [12]

Рассчитаем длительность основных тактов для перекрёстка улицы Пушкина – улицы Ставского:

$$t_{om1} = 0,371/0,753 \cdot (56-6) = 24 \text{ с},$$

$$t_{om2} = 0,382/0,753 \cdot (56-6) = 25 \text{ с}.$$

Остальные перекрёстки рассчитываются аналогично. Результаты расчетов приведены в таблице 2.16.

Таблица 2.16 Длительность основных тактов

фазы	Пушкина– Ставского	Пушкина – Кулакова	Пушкина – Толстого	Пушкина	Пушкина – Некрасова
1	24	31	16	10	16
2	25	21	7	10	7

Основные такты необходимо проверить на возможность пропуска пешеходов. Время необходимое для пересечения пешеходами проезжей части рассчитывается по следующей формуле:

$$t_{\text{пши}} = 5 + \frac{B_{\text{пч}}}{V_{\text{пш}}} \quad (2.13)$$

Где $t_{\text{пши}}$ – длительность такта регулирования, обеспечивающего пропуск пешеходов, с;

B - длина перехода до противоположенного тротуара, м;

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

Длительность основного такта должна быть не меньше длительности такта регулирования, обеспечивающего пропуск пешеходов.

$$t_{\text{оми}} \geq t_{\text{нми}}$$

Из практики регулирования дорожного движения известно, что минимальная задержка автомобилей у перекрестка достигается в случае, если отношения эффективных длительностей фаз регулирования равно отношению величин y_i , при условии, что это отношение одинаково для всех направлений движения данной фазы:

$$\frac{t_{\text{ом1}}}{y_1} = \frac{t_{\text{ом2}}}{y_2} \quad (2.14)$$

Воспользовавшись этим, следует произвести корректировку длительности основных тактов каждой фазы регулирования:

$$t_{\text{от1}} = \frac{y_1 \cdot t_{\text{от2}}}{y_2} \quad (2.15)$$

Рассчитаем корректировку основных тактов для перекрёстка улицы Пушкина – улицы Ставского по критерию пропуска пешеходов:

$$t_{\text{нми1}} = 5 + 19,5/1,3 = 20 \text{ с};$$

$$t_{\text{нми2}} = 5 + 11,5/1,3 = 14 \text{ с};$$

$$\text{Принимаем } t_{\text{от1}} = 20 \text{ с.}$$

$$t_{\text{ом2}} = 0,382 \cdot 20 / 0,371 = 21 \text{ с.}$$

Остальные перекрёстки рассчитываются аналогично. Результаты расчетов приведены в таблице 2.17.

Таблица 2.17 Длительность основных тактов с учётом корректировки.

Фазы	Пушкина– Ставского	Пушкина – Кулакова	Пушкина – Толстого	Пушкина	Пушкина – Некрасова
1	20	33	17	17	17
2	21	22	7	17	7

После выполнения указанных действий представляется возможным определить уточненное значение длительности цикла регулирования ключевого перекрестка:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{от1}} + t_{\text{от2}} + t_{\text{пр1}} + t_{\text{пр2}} \quad (2.16)$$

$$T_{\text{ц}} = 33 + 22 + 3 + 3 = 61 \text{ с}$$

Применение светофорной сигнализации дает возможность обеспечить поочередный пропуск транспортных средств и пешеходов. Как правило, режим светофорного регулирования рассчитывается исходя из объемов конфликтующих транспортных потоков, а затем проверяется на удовлетворение потребностей пешеходного и трамвайного движения.

При этом необходимо учитывать вероятность скопления группы пешеходов за время ожидания и существование так называемого времени "терпеливого ожидания" пешеходов, равного в среднем 30 с. Если задержка превысит время "терпеливого ожидания", то резко возрастает количество случаев перехода пешеходами проезжей части с повышенным риском, что является предпосылкой возникновения ДТП:

$$t_{\text{ож}i} = T_{\text{ц}} - t_{\text{нш}i} \quad (2.17)$$

где $t_{\text{ож}i}$ - время "терпеливого ожидания" пешеходов в i -й фазе регулирования.

Длительность полученного оптимального цикла регулирования ключевого перекрестка следует принять для всех координируемых

перекрестков.

Опираясь на скорректированное значение, определим длительность основных тактов, необходимых для движения транспортных средств на подходах к ключевому перекрестку с наименьшими фазовыми коэффициентами:

$$\frac{t_{oti}}{y_i} = \frac{t_{otij}}{y_i} \rightarrow t_{otij} = \frac{t_{oti} \cdot y_{ij}}{y_i} \quad (2.18)$$

где t_{oti} —скорректированное ранее значение длительности основного такта i -й фазе регулирования, с;

t_{otij} —длительность основного такта регулирования, необходимая для пропуска транспортных средств в i -й фазе регулирования j -го подхода к перекрестку, с;

y_{ij} —соответствующее значение фазового коэффициента в i -й фазе регулирования j -го подхода к перекрестку.[2]

Найдём длительность основных тактов из расчёта $T_y=61$ с. Результаты расчётов занесены в таблицу 2.18.

Таблица 2.18 Длительность основных тактов из расчёта $T_y=61$ с

Фазы	Пушкина– Ставского	Пушкина – Кулакова	Пушкина – Толстого	Пушкина	Пушкина – Некрасова
1	27	33	43	27	42
2	28	22	12	27	13

Найдём «терпеливое время» ожидания пешеходов на подходе к ключевому перекрестку:

$$T_{ож1} = 61 - 33 = 28 \text{ с}$$

$$T_{ож2} = 61 - 22 = 39 \text{ с}$$

2.6 Расчет задержек транспортных средств и пешеходов

Для определения задержек транспортных средств, двигающихся через ключевой перекресток, следует рассчитать степень насыщения фаз регулирования на каждом подходе к перекрестку:

$$x_{ij} = \frac{N_{ij} \cdot T_u}{M_{nj} \cdot t_{omij}} \quad (2.19)$$

где x_{ij} —степень насыщения фаз регулирования в i -й фазе регулирования j -го подхода к перекрестку.

Эффективная доля фаз регулирования на каждом подходе к перекрестку равна:

$$\lambda_{ij} = \frac{t_{omij}}{T_u} \quad (2.20)$$

где λ_{ij} —эффективная доля i -й фазы регулирования j -го подхода к перекрестку.

Среднюю задержку транспортных средств на перекрестке следует определить, используя выражение:

$$t_{\Delta ij} = 0.9 \cdot \left[\frac{T_u \cdot (1 - \lambda_{ij})^2}{2 \cdot (1 - \lambda_{ij} \cdot x_{ij})} + \frac{x_{ij}^2 \cdot 3600}{2 \cdot N_{ij} (1 - x_{ij})} \right] \quad (2.21)$$

где $t_{\Delta ij}$ —средняя задержка транспортных средств на перекрестке в i -й фазе регулирования j -го подхода к перекрестку, с.

Средняя задержка одного транспортного средства на перекрестке определяется выражением:

$$t_{\Delta T} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\Delta ij} \cdot N_{ij}}{\sum_{i=1}^n N_{ij}} \quad (2.22)$$

где $t_{\Delta T}$ —средняя задержка одного транспортного средства на перекрестке, с; n —число фаз регулирования.

Среднюю задержку пешеходов на перекрестке следует определить по

формуле:

$$t_{\Delta ni} = \frac{(T_y - t_{omi})^2}{2 \cdot T_y} \quad (2.23)$$

где $t_{\Delta ni}$ – средняя задержка пешеходов на перекрестке в i -й фазе регулирования, с.

Рассмотрим расчет задержек на примере перекрестка улицы Пушкина – улицы Ставского:

$$x_{11} = \frac{1556 \cdot 61}{5792 \cdot 27} = 0,6$$

$$\lambda_{11} = \frac{27}{61} = 0,44$$

$$t_{\Delta 11} = 0,9 \cdot \left[\frac{61 \cdot (1 - 0,44)^2}{2 \cdot (1 - 0,44 \cdot 0,6)} + \frac{0,44^2 \cdot 3600}{2 \cdot 1556(1 - 0,44)} \right] = 12 \text{ с}$$

$$x_{12} = \frac{1446 \cdot 61}{3896 \cdot 27} = 0,84$$

$$\lambda_{12} = \frac{27}{61} = 0,44$$

$$t_{\Delta 12} = 0,9 \cdot \left[\frac{61 \cdot (1 - 0,44)^2}{2 \cdot (1 - 0,44 \cdot 0,84)} + \frac{0,44^2 \cdot 3600}{2 \cdot 1446(1 - 0,44)} \right] = 14 \text{ с}$$

$$x_{23} = \frac{1492 \cdot 61}{3839 \cdot 28} = 0,85$$

$$\lambda_{23} = \frac{28}{61} = 0,46$$

$$t_{\Delta 23} = 0,9 \cdot \left[\frac{61 \cdot (1 - 0,46)^2}{2 \cdot (1 - 0,46 \cdot 0,85)} + \frac{0,46^2 \cdot 3600}{2 \cdot 1492(1 - 0,46)} \right] = 13 \text{ с}$$

$$x_{24} = \frac{163 \cdot 61}{1539 \cdot 28} = 0,23$$

$$\lambda_{24} = \frac{28}{61} = 0,46$$

$$t_{\Delta 24} = 0,9 \cdot \left[\frac{61 \cdot (1 - 0,46)^2}{2 \cdot (1 - 0,46 \cdot 0,23)} + \frac{0,46^2 \cdot 3600}{2 \cdot 163(1 - 0,46)} \right] = 12 \text{ с}$$

$$t_{\Delta n1} = \frac{(61 - 27)^2}{2 \cdot 61} = 9,4 \text{ с}$$

$$t_{\Delta n2} = \frac{(61 - 28)^2}{2 \cdot 61} = 8,9 \text{ с}$$

$$t_{\Delta T} = \frac{16,3 \cdot 1678}{3752} = 13 \text{ с}$$

Результаты расчетов задержек транспортных средств на всех остальных перекрестках рассчитываются аналогично и сведены в таблицы 2.19 – 2.22.

Таблица 2.19 Результаты расчетов задержек на перекрестке Пушкина - Кулакова

№ фазы	№ направления	N _j , ед/час	M _{нj} , ед/час	T _ц , с	T _{от} , с	X _{ij} , с	λ _{ij} , с	T _{Δij} , с	T _{ni,c}	t _{ΔT} , с
1	2	1631	5443	61	33	0,84	0,54	11	6,4	11
	21	854								
	1	1545	3701			0,83		11		
	12	119								
2	3	809	2692		22	0,83	0,36	15	12	
	31	113	1682			0,18		14		

Таблица 2.20 Результаты расчетов задержек на перекрестке Пушкина - Толстого

№ фазы	№ направления	N _j , ед/час	M _{нj} , ед/час	T _ц , с	T _{от} , с	X _{ij} , с	λ _{ij} , с	T _{Δij} , с	T _{ni,c}	t _{ΔT} , с
1	2	824	3811	61	43	0,34	0,68	6,3	2,6	7,4
	21	4								
	22	74								
	1	781	3880			0,29		6,2		
	11	3								
	12	7								

Продолжение таблицы 2.20

№ фазы	№ направления	N _j , ед/час	M _{нj} , ед/час	T _ц , с	T _{от} , с	X _{ij} , с	λ _{ij} , с	T _{Δij} , с	T _{ni,c}	t _{ΔT} , с
2	3	43	1687	61	12	0,16	0,2	19,5	19,6	7,6
	31	5								
	32	4								
	4	3	2421			0,28		20		
	41	70								
	42	40								

Таблица 2.21 Результаты расчетов задержек на улице Пушкина

№ фазы	№ направления	N _j , ед/час	M _{нi,j} , ед/час	T _ц , с	T _{от} , с	X _{ij} , с	λ _{ij} , с	T _{Δij} , с	T _{ni,c}	t _{ΔT} , с
1	1	767	3940		27	0,42	0,44	10,7	8,9	11
2	2	758	3940		27	0,43	0,44	11,5	9,4	

Таблица 2.22 Результаты расчетов задержек на перекрестке Пушкина – Некрасова

№ фазы	№ направления	N _j , ед/час	M _{нij} , ед/час	T _ц , с	T _{от} , с	X _{ij} , с	λ _{ij} , с	T _{Δij} , с	T _{ni,c}	t _{ΔT} , с
1	2	697	3772	61	42	0,27	0,75	6,8	1,8	7,8
	21	18								
	22	53								
	1	731	3829			0,26		6,9		
	11	13								
	12	18								
2	3	11	1337		13	0,24	0,15	21,6	22	
	31	19								
	32	17								

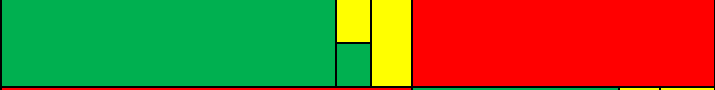
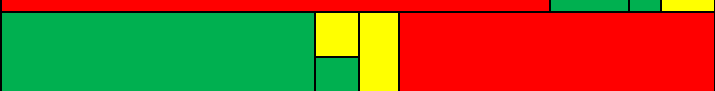
Продолжение таблицы 2.22

№ фазы	№ направления	N_j , ед/час	M_{nj} , ед/час	$T_{ц}$, с	$T_{от}$, с	X_{ij} , с	λ_{ij} , с	$T_{\Delta ij}$, с	$T_{ni,c}$	$t_{\Delta T}$, с
2	4	9	2398	61	13	0,2	0,15	21	22	7,8
	41	50								
	42	12								

2.7 Построение графика работы светофорной сигнализации

Из расчетов основных и промежуточных тактов и длительности цикла регулирования построим график работы светофорной сигнализации (таблица 2.23).

Таблица 2.23 Предлагаемый график работы

Номер перекрестка	Номер фазы	График включения сигнализации	Время, с		
			t_3	$t_{ж}$	t_k
1	1		27	3	31
	2		28	3	30
2	1		33	3	25
	2		22	3	36
3	1		43	3	15
	2		12	3	46
4	1		27	3	30
	2		27	3	30
5	1		42	3	16
	2		13	3	45

Условные обозначения:

t_3 —время горения зеленого (зеленого мигающего) сигнала;

$t_ж$ —время горения желтого сигнала;

$t_к$ —время горения красного сигнала.

Он представляет собой график включения сигналов, определяющий очередность включения сигналов, с указанием номера фазы регулирования в которой происходит переключение сигналов и продолжительности горения каждого сигнала.

2.8 Построение графика координированного регулирования

Система координированного управления светофорными сигналами, которая получила наиболее широкое применение, называется «зеленая волна». Она заключается в том, что при асинхронном переключении сигналов на отдельных перекрестках интервалы времени включения зеленых сигналов светофоров вдоль улицы или дороги устанавливаются с учетом средних скоростей транспортных потоков с тем, чтобы за это время транспортные средства, движущиеся с заданными скоростями, преодолевали расстояния между перекрестками.

Для выполнения системы координированного управления движением следует построить график движения в координатных осях.

Тангенс наклона линии $t g \alpha$ представляет отношение длины перегона $l_{пер}$ к времени проезда по нему $t_{пер}$ и может быть определен с помощью выражения:

$$\tan \varphi = \frac{V_p \cdot M_B}{3,6 \cdot M_H} \quad (2.24)$$

где $\tan \varphi$ —тангенс угла наклона ленты времени;

V_p —расчетная скорость движения, км/ч;

M_H —масштаб построения графика по горизонтали;

M_B —масштаб построения графика по вертикали.

$$M_I=0,3 \text{ см/с};$$

$$M_B=0,02 \text{ см/м};$$

$$V_p=60 \text{ км/ч};$$

$$tg\alpha=(60*0,02)/(3,6*0,3)=1,11;$$

$$\alpha=52^\circ.$$

Проведя линию, параллельную первой, и продолжив эти две линии скорости в пределах графика, ленты времени, ширина которой равна:

$$t_{\text{л}} = 0,36 \cdot T_{\text{ц}} \quad (2.25)$$

где $t_{\text{л}}$ —рекомендуемая ширина ленты времени, с;

$T_{\text{ц}}$ – длительность цикла регулирования, с.

$$t_{\text{л}}=0,36\cdot 61=21,96\text{с}.$$

Левая граница соответствует движению первого автомобиля в группе, а правая – последнего автомобиля в группе (рисунок 2.2).

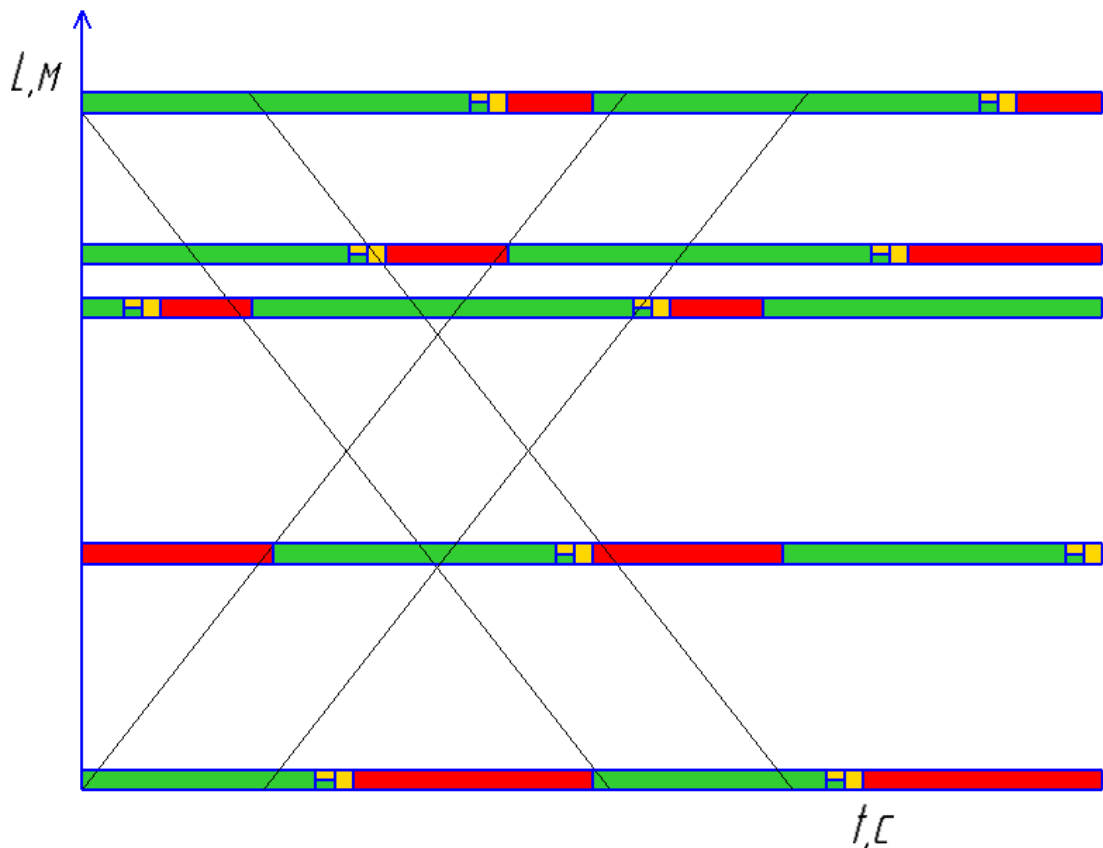


Рисунок 2.2 – График координированного регулирования

При увеличении длительности цикла пропорционально изменяются также и длительности основных тактов. Для каждого перекрестка определяются длительности тактов и сдвиги фаз в основном направлении.

Построением лент безостановочного движения в обоих направлениях заканчивается процесс построения графика координации.

Выводы

Во время выполнения расчетов и дальнейшей корректировки при построении графика координированного регулирования получили длительность цикла 83 секунд, длительность основных тактов для ключевого перекрестка: первая фаза 46 секунды, вторая фаза 31 секунд. Средняя задержка пешеходов: первая фаза 8 секунд, вторая фаза 16 секунд. Средняя задержка одного транспортного средства на перекрестке 15 секунд. Уровень транспортных задержек на улице Пушкина значительно ниже, чем задержки на второстепенных улицах. Это позволило снизить общие транспортные задержки на перекрестках.

3 Экономическое обоснование работы

3.1 Экономическая эффективность введения координированного регулирования движения на улице Пушкина в городе Пенза

Доход от введения координированного регулирования движения складывается из экономии от снижения затрат времени транспортными средствами на пересечениях[4].

Экономия от снижения затрат времени транспортных средств на пересечениях определяется как разница между стоимостной оценкой времени, теряемого транспортными средствами на пересечениях, по формуле:

$$\mathcal{E}_{тр} = C_{тр}^{сущ.} - C_{тр}^{пр} \quad (3.1)$$

где $\mathcal{E}_{тр}$ – экономия от снижения затрат, руб.

$C_{тр}^{сущ.}$, $C_{тр}^{пр}$ – стоимостная оценка затрат времени транспортных средств на пересечениях соответственно при отсутствии координирования регулирования движения транспортных средств и наличии регулирования, руб.

Затраты, связанные с потерями времени транспортных средств на пересечениях, определяются величиной этих потерь времени, средней стоимостью одного авт. часа с учетом состава транспортного потока, по формуле:

$$C_{тр.} = T_{тр.} \cdot d \cdot s \quad (3.2)$$

где $C_{тр.}$ – годовые потери времени транспортных средств при определенном способе организации движения на данном пересечении, час;

d – доля автомобилей принадлежащих народному хозяйству, ед.;

s – средняя стоимость одного авт. час, руб.

Стоимость одного авт. часа рассчитывается с учетом состава транспортного потока по формуле:

$$S = S_{gp} \cdot d_{gp} + S_l \cdot d_l + S_a \cdot d_a \quad (3.3)$$

где S_{gp} , S_l , S_a – стоимость одного авт. часа, соответственно, грузового, легкового автомобиля и автобуса, руб.;

d_{gp} , d_l , d_a – удельный вес, соответственно, грузовых, легковых автомобилей и автобусов в транспортном потоке, ед.

Состав транспортного потока предполагается исходя из имеющихся данных по регистрационному учету УГИБДД по Пензенской области (таблица 3.1).

Таблица 3.1 Состав транспортного потока на улице Пушкина

Легковые	Грузовые	Автобусы
94%	2,6%	3,4%

Стоимость одного авт-ч принимаем равной для легковых автомобилей – 116.9 р./ч., для грузовых – 143.5 р./ч., для автобусов – 134.5 р./ч.

Таким образом, стоимость одного авт-ч:

$$S = 116,9 \cdot 0,94 + 143,5 \cdot 0,026 + 134,5 \cdot 0,034 = 118,1 \text{ руб.}$$

Затраты времени транспортных средств на пересечениях со светофорным регулированием рассчитываются в автомобиле-часах за год по формуле:

$$T_{mp}^P = \frac{365 (N_{gm} + N_{zl}) t_0}{3600 K_H} \quad (3.4)$$

где N_{gm} , N_{zl} – интенсивности движения по главной и второстепенной дорогах в час «пик», авт./ч;

K_H – коэффициент движения в течение суток ($K_H = 0,1$);

t_0 – средневзвешенные потери времени одним автомобилем на перекрестке, с.

Средневзвешенные потери времени одним автомобилем на перекрестке определяется по формуле:

$$t_o = \frac{\sum_{i=1}^m t_{oi} N_i}{\sum N_i}, \quad (3.5)$$

где t_{oi} – средняя задержка ТС в одной фазе, с.

Средняя задержка ТС в одной фазе определяется по формуле:

$$t_{oi} = \frac{(T_u - t_{zi})^2}{2 T_u} + t_{pi}, \quad (3.6)$$

где t_{zi} – длительность зеленого сигнала в данной фазе в данном направлении, с;

t_{pi} – средняя задержка одного автомобиля при разъезде очереди
(таблица 3.2)

Таблица 3.2 Значение средней задержки

Количество автомобилей в очереди	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Величина задержки	3,2	4,8	6,2	8,0	9,7	11,0	12,5	14	15	16	17

Количество автомобилей в очереди в расчете на одну полосу движения определяется по формуле:

$$L_{oi} = \frac{N (T_u - t_z)}{3600 n}, \quad (3.7)$$

где n – количество полос движения.

Расчет стоимости задержек на перекрестке улица Пушкина улица Кулакова при существующих условиях в пиковый период приведен в таблице 3.3.

Расчет стоимости задержек транспортных средств на том же участке при введении координированного регулирования движения, приведен в таблице 3.4.

Таблица 3.3 Расчет стоимости задержек на перекрестке при существующих условиях

Рассчитываемая величина	Подъезды к перекрестку		
L_{oi} , авт	12,6	12,7	5,7
t_{pi} , с	19	19	11
t_{oi} , с	34	34	33
t_o , с	34		
$T_{тр}$, авт/ч	174 808,6		
$C_{тр}$, руб	20 644 895,7		

Таблица 3.4 Расчет стоимости задержек на перекрестках улицы Пушкина при введении координированного регулирования движения

Перекресток	$T_{тр}$, ч	$C_{тр}$, руб.
улица Пушкина– улица Кулакова	128 535,8	15 180 073,7

После введения координированного регулирования движения стоимость потерянного времени на пересечениях составит 15 180 073,7руб/год.

$$\mathcal{E}_{тр} = 20\,644\,895,7 - 15\,180\,073,7 = 5\,464\,822 \text{ руб/год}$$

Снижение стоимости задержек на пересечениях составит 5 464 822 руб/год.

3.2 Определение экономической эффективности предлагаемых мероприятий

К показателям экономической эффективности относятся: коэффициент экономической эффективности (E), срок окупаемости (T) и годовой экономический эффект ($\mathcal{E}_{год}$).

Коэффициент экономической эффективности:

$$E = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{k} \quad (3.8)$$

где k – величина капитального вложения.

$\mathcal{E}_{\text{год}}$ – экономия текущих затрат на расчетный год эксплуатации, обусловленная внедрением мероприятий.

Срок окупаемости затрат:

$$T = \frac{1}{E} \quad (3.9)$$

Коэффициент экономической эффективности равен:

$$E = \frac{5464822}{3743549,2} = 1,4;$$

Таким образом, фактически полученное значение коэффициента экономической эффективности ($E=1,4$) больше нормативного значения ($E_n=0,3$).

$$T = \frac{1}{1,4}$$

Фактический срок окупаемости затрат $T = 0,7$ года меньше нормативного значения фонда окупаемости $T_n = 3,3$ года.

Следовательно, комплекс предложенных мероприятий можно считать эффективным, так как $E > E_n (1,4 > 0,30)$ и $\mathcal{E}_{\text{год}} > 0$ ($5\,464\,822 > 0$). Показатели эффективности введения координированного регулирования дорожным движением представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 Показатели эффективности предложенных мероприятий

Наименование показателей	Единица измерений	количество
Величина капитальных вложений	руб.	3743549,20
Годовая эффективность	руб.	5 464 822
Коэффициент экономической эффективности		1,4
Срок окупаемости	год	0,7

Выводы

Таким образом, вложение денежных средств в разработку системы координированного управления является экономически целесообразным. Снижение стоимости задержек на пересечениях составит 5 464 822 руб/год. Срок окупаемости капитальных вложений составит 0,7 года.

Заключение

Усовершенствование организации дорожного движения является неотъемлемой частью составляющей процесса обеспечения безопасности дорожного движения и создания нормальных условий для функционирования городов.

За последние несколько лет рост автомобильного парка и объема перевозок в г. Пензе привел к увеличению интенсивности движения, что приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро она выражается в увеличении транспортных задержек, образованию очередей и заторов, снижению скорости сообщения, перерасходу топлива и т.д.

Одним из выходов сложившейся ситуации является введение координированного управления в центральной части города Пенза.

Во время выполнения расчетов получили длительность цикла регулирования 83 секунд, длительность основных тактов для ключевого перекрестка: первая фаза 46 секунды, вторая фаза 31 секунд. Средняя задержка пешеходов: первая фаза 8 секунд, вторая фаза 16 секунд. Средняя задержка одного транспортного средства на перекрестке 15 секунд. Уровень транспортных задержек на улице Пушкина значительно ниже, чем задержки на второстепенных улицах. Это позволило снизить общие транспортные задержки на перекрестках.

Для определения экономической эффективности проекта произведен расчет стоимости от задержки транспортных средств на пересечении. В результате реализации предложенной системы управления светофорным объектом ожидается снижение потерь от задержки транспортных средств на пересечениях на 5 464 822 рублей в год. Срок окупаемости предложенных мероприятий составит 0,7 года.

Результатом выпускной квалификационной работы является разработка координированного управления дорожным движением на улице Пушкина, что позволяет значительно повысить качество управления.

Список использованных источников

- 1 Аксенов, В.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения [Текст] / В.А. Аксенов, Е.П. Попова, О.А. Дивочкин. – Москва: Издательство Транспорт, 1987. - 128с.
- 2 Бесмертных, А.Ю. Технические средства организации движения [Текст]: методические указания к выполнению курсовой работы / А.Ю. Бесмертных. –Курган:Издательство КГУ, 2004. - 24с.
- 3 Гуревич, Л. В. Управление движением на улицах и дорогах [Текст] / Л.В. Гуревич. – Москва: Издательство Транспорт, 1971. - 200 с.
- 4 Горбачев, С.В. Оценка экономической эффективности мероприятий по организации дорожного движения [Текст]: методические указания к курсовому и дипломному проектированию / С.В. Горбачев, Т.М. Шпильман, А.Н. Фролов. –Оренбург: Издательство ОГУ, 2011. – 46 с.
- 5 ГОСТ Р 52290-2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://standartgost.ru/g/ГОСТ_P_52290-2004.
- 6 ГОСТ Р 50971-96. Технические средства организации дорожного движения. Общие технические требования. Правила применения [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://standartgost.ru/base/0/id0-38212/ГОСТ_P_50971-96.
- 7 ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://base.garant.ru/12145642/>.
- 8 ГОСТ Р 51256-99. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://standartgost.ru/base/0/id0-3860/ГОСТ_P_51256-99.

9 ГОСТ Р 52282-2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы. Основные параметры[Электронный ресурс]. Режим доступа:http://standartgost.ru/g/ГОСТ_P_52282-2004

10 ГОСТ Р 50970-96. Технические средства организации дорожного движения. Столбики сигнальные дорожные. Общие технические требования. Правила применения[Электронный ресурс]. Режим доступа:http://standartgost.ru/base/0/id0-9250/ГОСТ_P_50970-96.

11 Боровский, А.Е. Методы определения потока насыщения автотрассы[Текст] / А.Е. Боровский, А.Г. Шевцова. - Белгород: Издательство БГТУ, 2014. – 150 с.

12 Капитанов, В.Т. Расчет параметров светофорного регулирования [текст]: научно-практическое пособие / В.Т. Капитанов. – Москва: Издательство ВНИИ БД МВД СССР, 1991. – 96 с.

13 Клишковштейн, Г. И. Организация дорожного движения[Текст] / Г.И. Клишковштейн, М.Б. Афанасьев. – Москва: Издательство Транспорт, 2001. – 247 с.

14 Кременец, Ю.А. Технические средства организации дорожного движения [Текст]: учебник для вузов / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев. –Москва: Издательство Академкнига, 2005. – 279 с.

15 Лобанов, Е.М. Транспортная планировка городов [Текст]: учебник для Вузов / Е.М. Лобанов. –Москва: Издательство Транспорт, 1990. – 110с.

16 Лукьянов, В.В. Безопасность дорожного движения [Текст] / В.В. Лукьянов. – Москва: Издательство Транспорт, 1999. – 247 с.

17 Макенов, А.А. Проектирование светофорного регулирования на объекте улично-дорожной сети[Текст]: методическое пособие / А.А. Макенов. -Усть-Каменогорск: Издательство ВКТУ, 1999. – 60 с.

18 Малышев, А.И. Экономика автомобильного транспорта[Текст] / А.И. Малышев. – Москва: Издательство Транспорт, 1983. - 335 с.

19 Меркулов, Е.А. Городские дороги[Текст] / Е.А. Меркулов. – Москва: Издательство Высшая школа, 1993.–452с.

20 Позняков, М. Н. Организация движения на участках дорожных работ[Текст]: учебное пособие / М.Н. Позняков. -Ростов-на-Дону: Издательство РГСУ, 2007. – 106 с.

21 Попова, Е.П. Определение экономической эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения [Текст]:методическое пособие / Е.П. Попова, М.А. Луковецкий. –Москва: Издательство МАДИ, 1998.– 73с.

22 Правила дорожного движения [Текст]. Москва: Издательство Атберг 98, 2016. – 64 с.

23 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [Текст]. Москва: Издательство ИНФА, 2002. – 400с.

24 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах, утвержденные распоряжением Минтранса России НОС-557-р от 24.06.2002 [Электронный ресурс].Режим доступа:<http://base.garant.ru/12156398/>.

25 Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог[Текст]. Москва:Издательство Транспорт, 1982. – 95 с.

26 Самойлов, Д.С. Организация и безопасность городского движения [Текст]: учебник для вузов / Д.С. Самойлов, В.А. Юдин, П.В. Рушевский. –Москва:Издательство Высшая школа, 1981. – 256 с.

27 СНиП 3.06.03.-85 Автомобильные дороги [Электронный ресурс].Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/5200259>.

28 Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [Текст]. Москва:Издательство Транспорт, 1988. - 183 с.

29 Шевченко, В.Ю. Технические средства организации движения [Текст]: методические указания к выполнению лабораторных работ / В.Ю. Шевченко. –Курган: Издательство КГУ, 2012. – 23 с.

30 Федеральный закон РФ. О безопасности дорожного движения от
10.12.95 N196[Электронный ресурс]. Режим доступа:
<http://base.garant.ru/10105643/>.

Приложение А

(Обязательное)

Презентация выпускной квалификационной работы



ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ»



Анализ условий движения транспортных средств и формирование предложений по организации координированного регулирования по улице Пушкина города Пензы

Выполнила: ст. гр. 13МГ1

Литвинова Ю.А.

Руководитель: к.т.н., доцент

Метальникова О.К.

Пенза 2017

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

- ❖ проведение анализа условий дорожного движения и совершенствование организации движения по улице Пушкина в городе Пенза за счет введения координированного регулирования.

ЗАДАЧИ:

- ❖ провести анализ существующей ситуации в рассматриваемом районе;
- ❖ собрать исходные данные для организации координированного управления;
- ❖ выполнить расчеты: оптимального светового регулирования, интенсивности движения, потока насыщения, задержек транспортных средств на подходах к перекресткам по улице Пушкина города Пенза;
- ❖ выполнить экономическое обоснование и оценку затрат на реорганизацию движения на рассматриваемом участке дорог.

Разработал	Литвинова Ю.А.	Каф. «ТМ» гр. 13МГ1
Руководитель	Метальникова О.К.	

АКТУАЛЬНОСТЬ

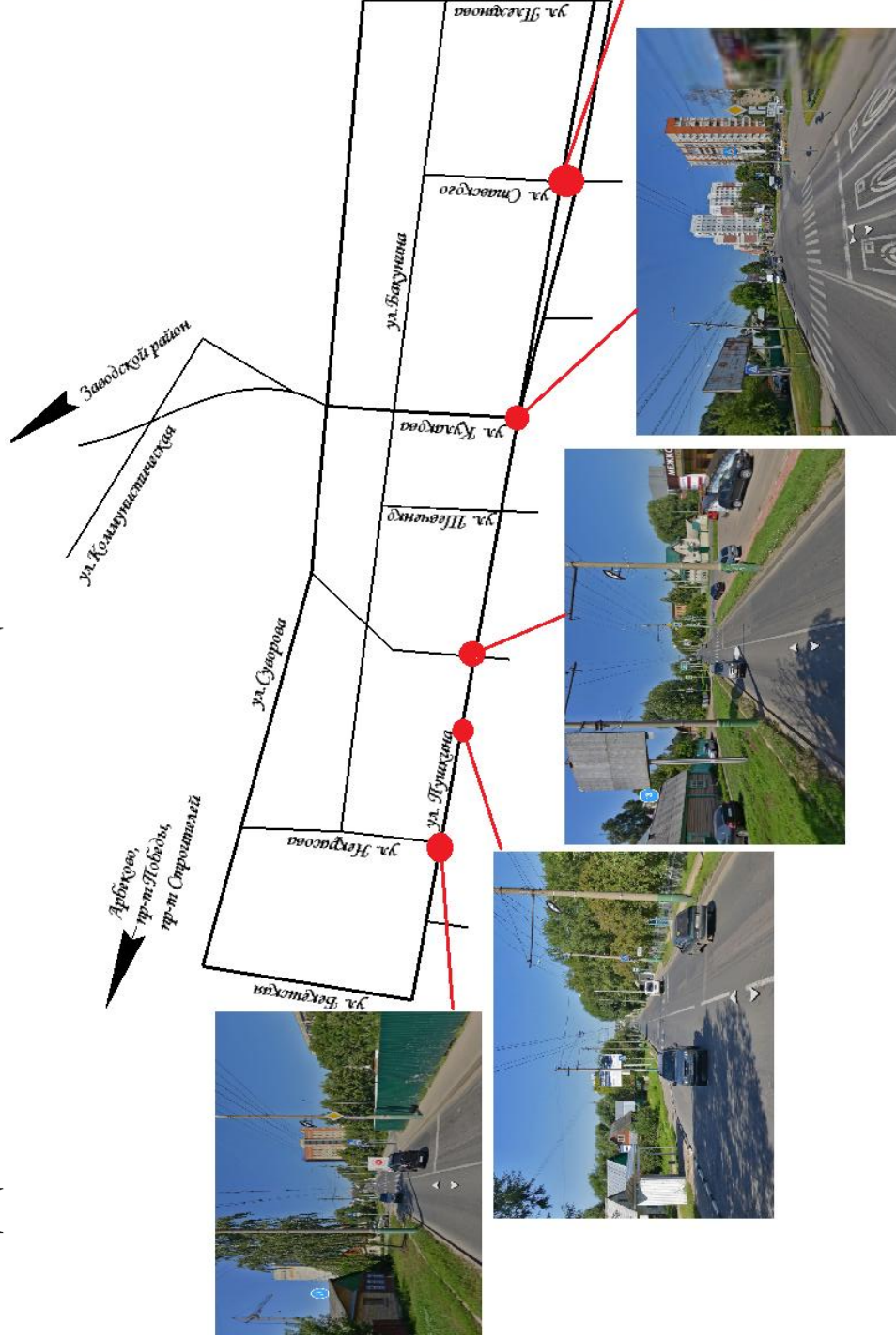
- ▶ В «пиковые» периоды наблюдаются частые заторы, что приводит к задержкам транспортных средств.



Заторы на улице Пушкина

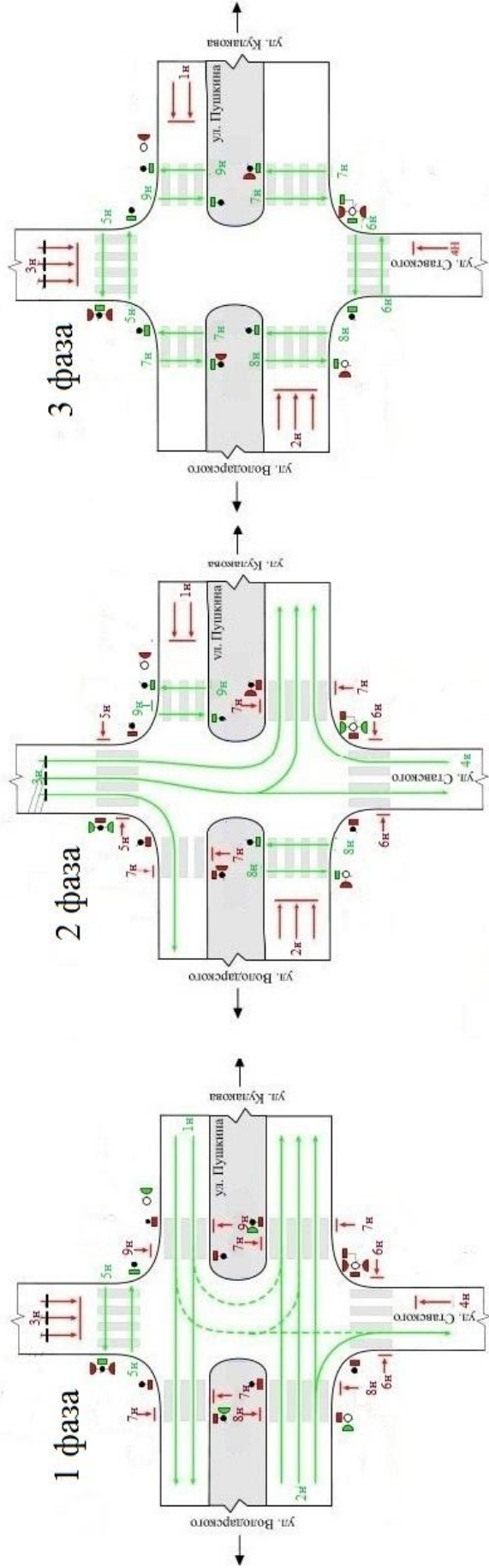
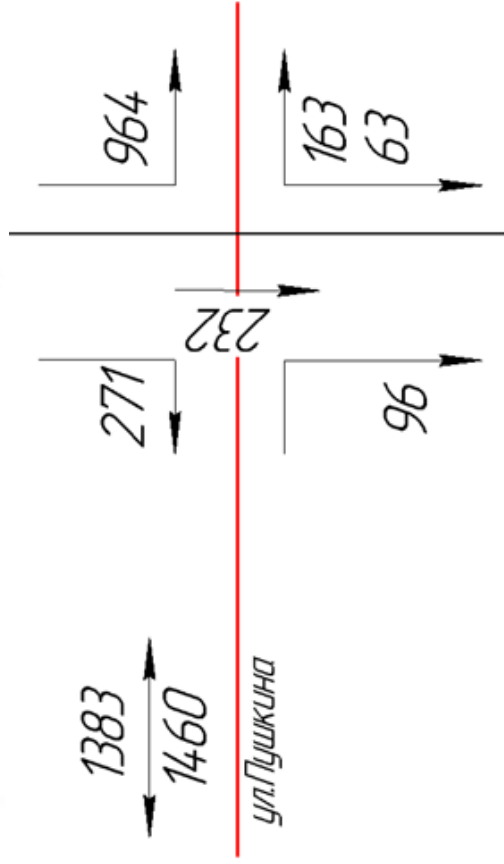
Разработал	Литвинова Ю.А.	Каф. «ТМ» гр. 13МГ1
Руководитель	Метальникова О.К.	

АНАЛИЗ РАССМАТРИВАЕМОГО УЧАСТКА ДОРОГИ ПО УЛИЦЕ ПУШКИНА ГОРОДА ПЕНЗА



Разработал	Литвинова Ю.А.	Каф. «ТМ»
Руководитель	Метальникова О.К.	гр. 13МГ1

ПЕРЕКРЕСТОК УЛИЦЫ ПУШКИНА И УЛИЦЫ СТАВСКОГО

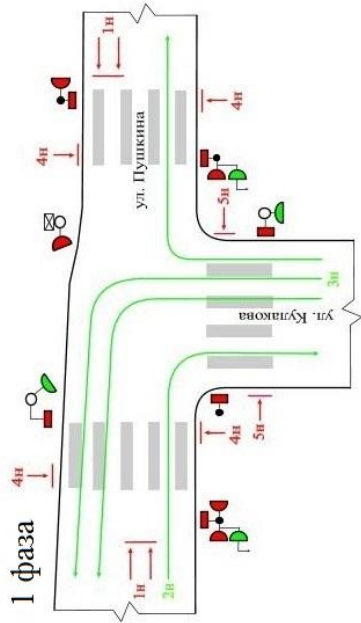
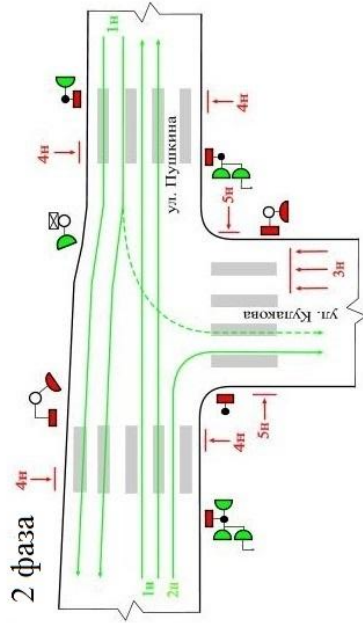
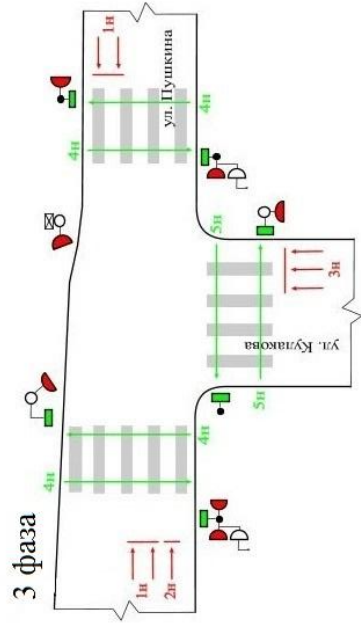


1н									ТС ул.Пушкина
2н									ТС ул.Пушкина
3н									ТС ул.Ставского
4н									ТС ул.Ставского
5н									ПС ул.Ставского
6н									ПС ул.Ставского
7н									ПС ул.Пушкина
8н									ПС ул.Пушкина
9н									ПС ул.Пушкина
	1 фаза	2 фаза	3 фаза						
	24с+3с+3с=30с	19с+3с+3с=25с	15 с						

ул.Ставского

Разработал	Литвинова Ю.А.	Каф. «ТМ»
Руководитель	Метальникова О.К.	гр. 13МГ1

ПЕРЕКРЕСТОК УЛИЦЫ ПУШКИНА И УЛИЦЫ КУЛАКОВА



1н										ТС ул.Пушкина
2н										ДС
3н										ТС ул.Кулакова
4н										ПС ул.Пушкина
5н										ПС ул.Кулакова
		1 фаза	2фаза				3 фаза			
		27с+3с+3с=33с	39с+3с+3с=45				22с			

1545
1631

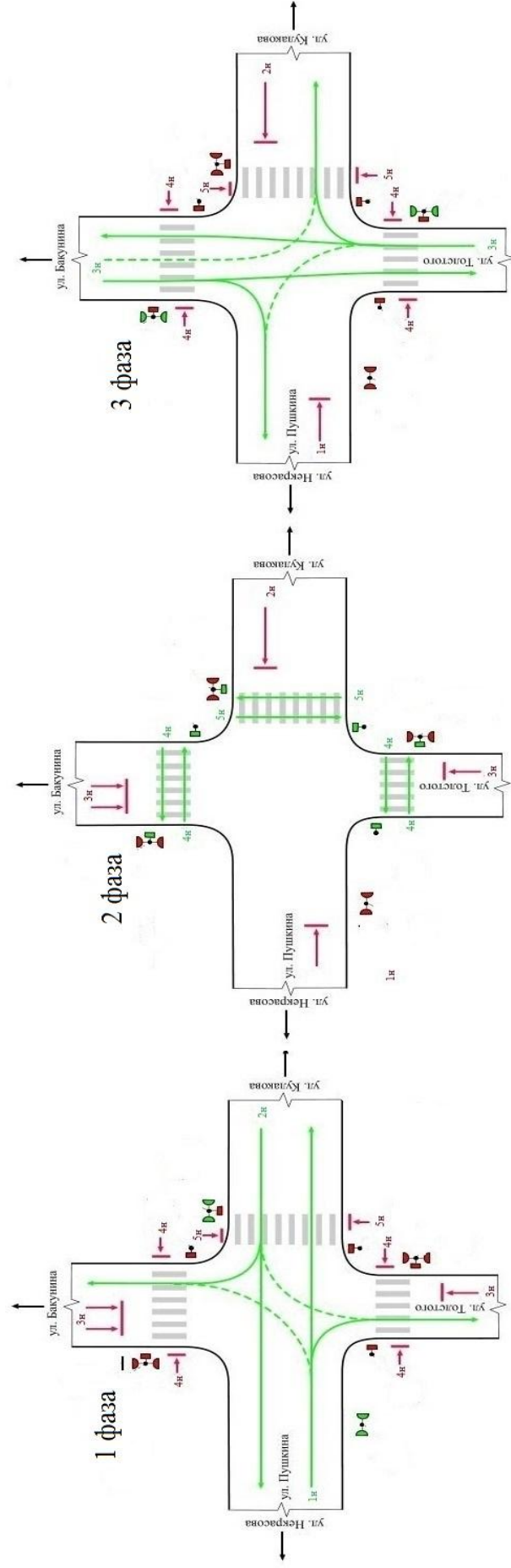
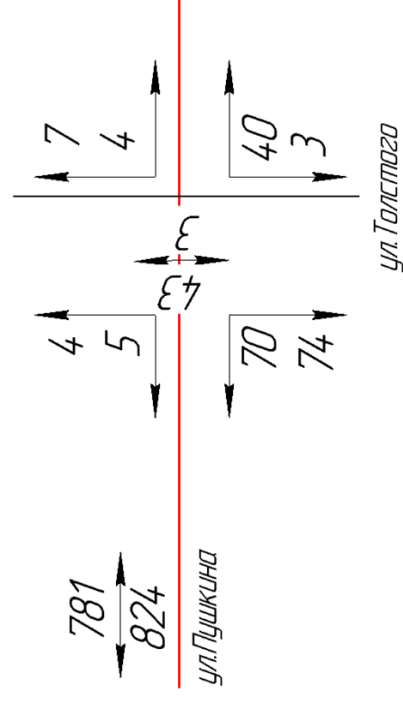
ул.Пушкина

809
854

ул.Кулакова

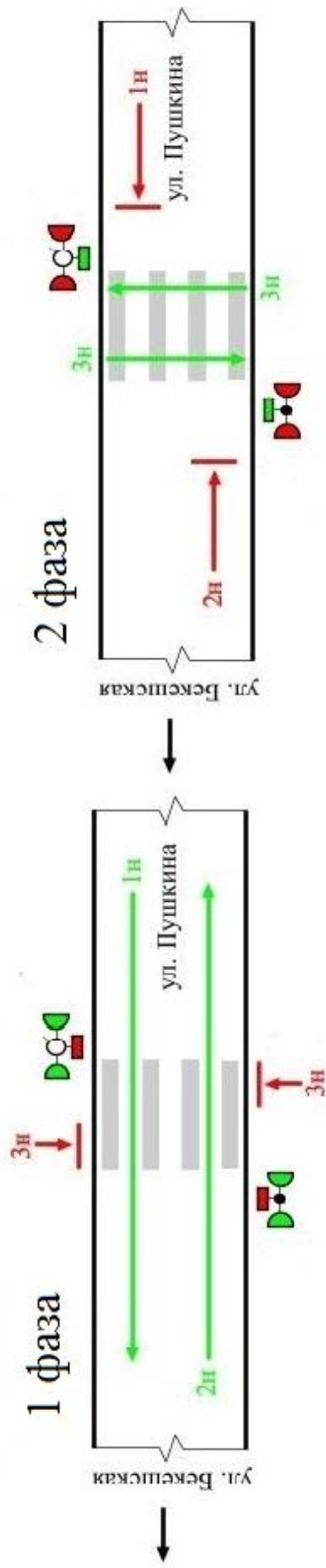
Разработал	Литвинова Ю.А.	Каф. «ТМ»
Руководитель	Метальникова О.К.	гр. 13МГ1

ПЕРЕКРЕСТОК УЛИЦЫ ПУШКИНА И УЛИЦЫ ТОЛСТОГО

[illegible]

Разработал	Литвинова Ю.А.	Каф. «ТМ» гр. 13МГ1
Руководитель	Метальникова О.К.	

ПЕРЕКРЕСТОК УЛИЦЫ ПУШКИНА (ОСТ. ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ)

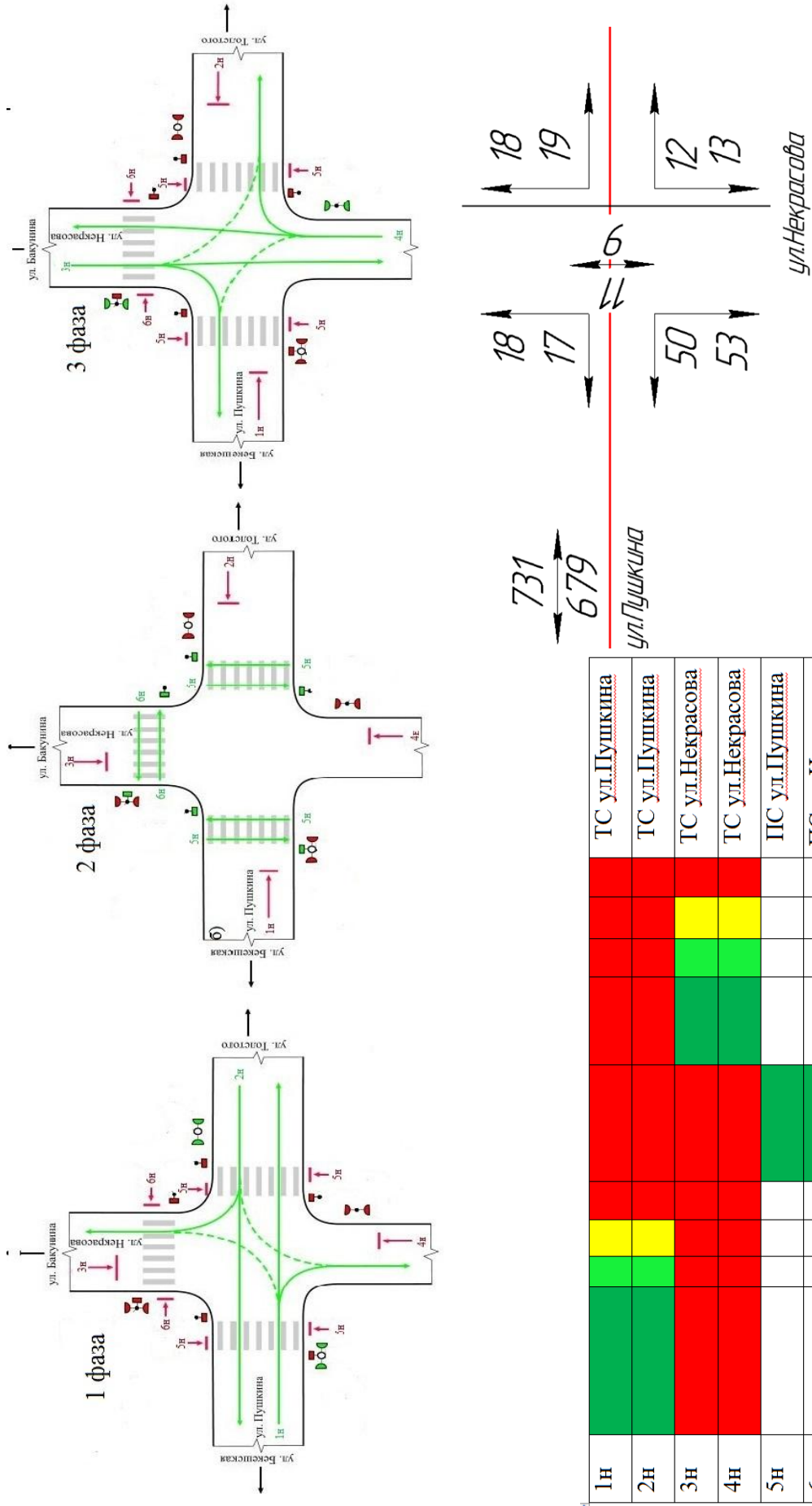


1н				ТС ул.Пушкина
2н				ТС ул.Пушкина
3н				ПС ул.Пушкина
	1 фаза	2 фаза		
	78с+3с+3с=84	16с		

Интенсивность: в прямом направлении – 767 ед/час, в обратном – 758 ед/час.

Разработал	Литвинова Ю.А.	Каф. «ТМ»
Руководитель	Метальникова О.К.	гр. 13МГ1

ПЕРЕКРЕСТОК УЛИЦЫ ПУШКИНА И УЛИЦЫ НЕКРАСОВА



ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

- ❖ число фаз регулирования на каждом перекрестке – 2 фазы;
- ❖ длительность промежуточных тактов – 3 сек в каждой фазе;
- ❖ поток насыщения на одну полосу движения на подходе каждого перекрестка;
- ❖ ширина проезжих частей на улицах Пушкина, Ставского, Кулакова, Толстого, Некрасова, число полос движения определяется в соответствии с требованиями ГОСТ 23457-86 ;
- ❖ расстояния между перекрестками;
- ❖ интенсивность транспортных потоков на всех перекрестках в приведенных единицах в час;
- ❖ скорость по улице Пушкина - 60км/ч

Разработал	Литвинова Ю.А.	Каф. «ТМ» гр. 13МГ1
Руководитель	Метальникова О.К.	

РАСЧЕТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА РЕГУЛИРОВАНИЯ И ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ

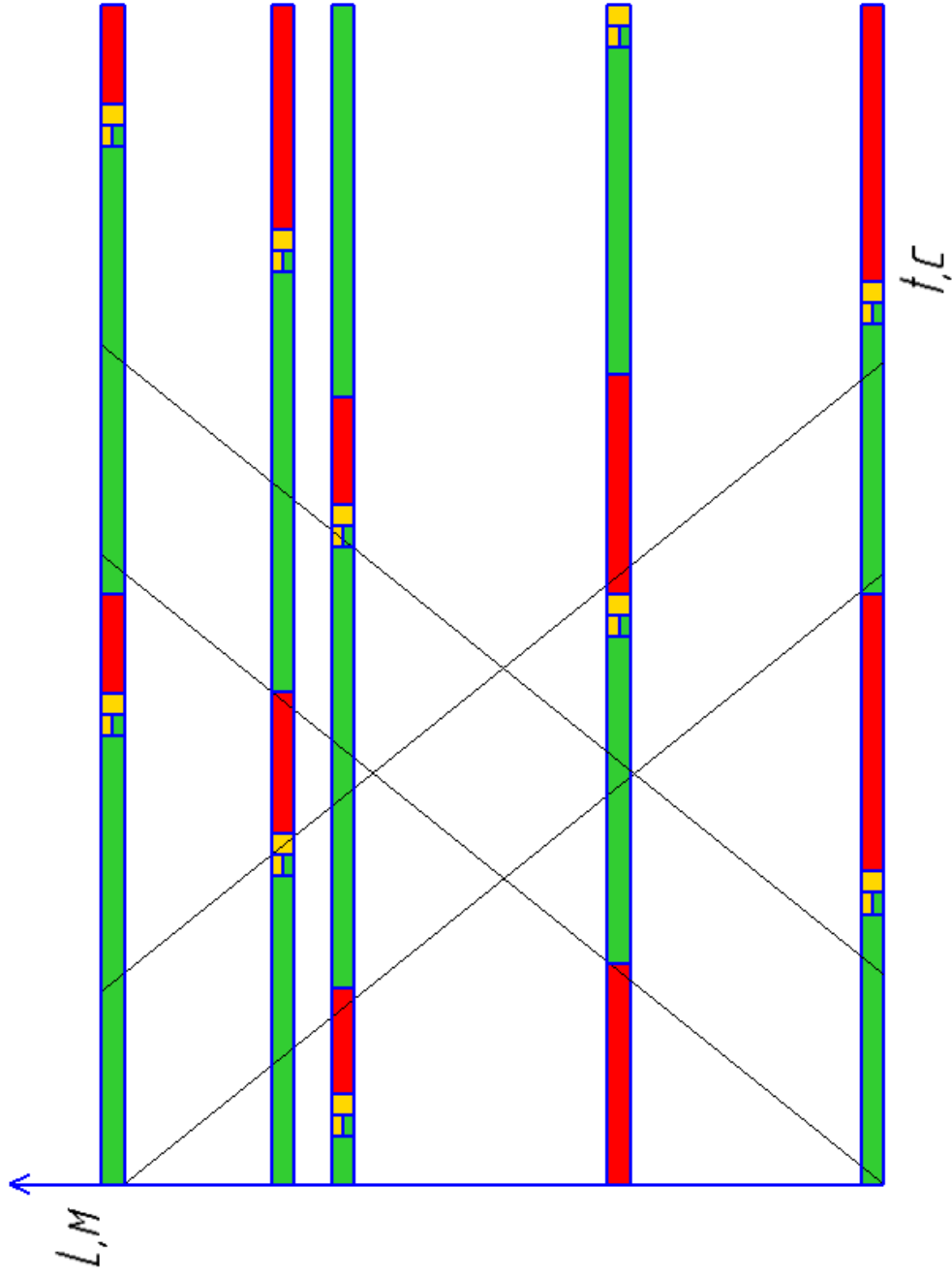
Таблица 2.18–Длительность основных тактов из расчёта $T_{и}=61\text{ с}$

Фазы	Пушкина– Ставского	Пушкина – Кулакова	Пушкина – Толстого	Пушкина	Пушкина – Некрасова
1	27	33	43	27	42
2	28	22	12	27	13

Таблица 2.19 Результаты расчетов задержек на перекрестке Пушкина - Кулакова

№ фазы	№ направления	N_{ij} ед/час	M_{ij} ед/час	$T_{д}, c$	$T_{от}, c$	X_{ij}, c	λ_{ij}, c	$T_{\Delta ij}, c$	$T_{ni,c}$	$t_{\Delta T}, c$
1	2	1631	5443	61	33	0,84	0,54	11	6,4	11
	21	854	3701			0,83		11		
	1	1545								
	12	119	2692			0,83		15		
2	3	809		22	0,18		14		12	
	31	113	1682							

ГРАФИК РАБОТЫ СВЕТОФОРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ



Разработал	Литвинова Ю.А.	Каф. «ТМ»
Руководитель	Метальникова О.К.	гр. 13МГ1

ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛОЖЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Наименование показателей	Единица измерений	количество
Величина капитальных вложений	руб.	3 743 549,20
Годовая эффективность	руб.	5 464 822
Коэффициент экономической эффективности		1,4
Срок окупаемости	год	0,7

Разработал	Литвинова Ю.А.	Кauf. «ТМ» гp. 13MГ1
Руководитель	Метальникова О.К.	

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

- ❖ по результатам характеристики транспортно-эксплуатационных условий улицы Пушкина было выяснено, что объект исследования находится в центральной части города и является дублером основной магистрали улицы Суворова. По улице Пушкина движется большой поток транспортных средств.
- ❖ во время выполнения расчетов и дальнейшей корректировки при построении графика координированного регулирования получили длительность цикла 83 секунд, длительность основных тактов для ключевого перекрестка: первая фаза 46 секунд, вторая фаза 31 секунд. Средняя задержка пешеходов: первая фаза 8 секунд, вторая фаза 16 секунд. Средняя задержка одного транспортного средства на перекрестке 15 секунд. Уровень транспортных задержек на улице Пушкина значительно ниже, чем задержки на второстепенных улицах. Это позволило снизить общие транспортные задержки на перекрестках.
- ❖ для определения экономической эффективности проекта произведен расчет стоимости от задержки транспортных средств на пересечении. В результате реализации предложенной системы управления светофорным объектом ожидается снижение потерь от задержки транспортных средств на пересечении на 5 464 822 рублей в год. Срок окупаемости предложенных мероприятий составит 0,7 года.