

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 координированного управления по проспекту Строителей
г. Пензы

(наименование темы)

Автор ВКР _____ (Иванчин Д.Ю.)

(подпись, инициалы, фамилия)

Обозначение ВКР-2069059-23.03.01-130620-17 Группа ТПП-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)

_____ год
число месяц год

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студент Иванчин Денис Юрьевич

Группа ТПП-41

Тема Совершенствование координированного управления по проспекту Строителей 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. Нормативная и техническая литература по проектированию светофорных объектов

II. Содержание пояснительной записки

1. Исследование условий движения

2. Разработка проектных решений

3. Воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду

III. Перечень графического материала

1. Привязка района проектирования к улично-дорожной сети

2. Существующая АСУДД в г. Пензе

3. Обустройство светофорных объектов

4. Методы расчета планов координации

5. Зоны координации

6. Результаты расчет плана координации

IV. График выполнения ВКР

№п/п	Наименование этапов выполнения ВКР	Срок выполнения этапа
1	Обследование условий движения	1.04.2017
2	Разработка проектных решений	10.06.2017
3	Оформление квалификационной работы	выпускной 20.06.2017

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 (Д.Ю. Иванчин)

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на тему «Совершенствование координированного управления по проспекту Строителей г. Пензы» и состоит из 68 листов пояснительной записки и 6 листов графической части.

В первой главе проведен анализ условий движения по проспекту Строителей и возможностей существующей АСУДД, приведены результаты обследования интенсивности движения.

Во второй главе проведен анализ методов, используемых для расчета планов координации и выделения зон координированного управления. Приведены результаты выполненных расчетов.

В третьей главе приведено влияние автомобильного транспорта на окружающую среду.

					ВКР-2069059-23.03.01-130620-17			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Зав.каф.</i>	Ильина И.Е.				Совершенствование координированного управления по проспекту Строителей г. Пензы	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>	Власов А.А.							
<i>Консульт.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	Ильина И.Е.					ПГУАС, каф. ОБД, гр. ТТП-41		
<i>Студент</i>	Иванчин Д.Ю.					4		

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
1. Исследование условий движения.....	7
1.1 Существующая схема организации движения.....	7
1.2 Исследование интенсивности движения	17
1.3 Существующая система управления транспортными потоками	21
2 Разработка проектных решений	30
2.1 Методика расчета планов координации	31
2.2 Методика выделения зон координации	40
2.3 Расчет плана координации	43
3 Воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду.....	52
Заключение	66
Литература	67

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт прочно вошел в современную жизнь, обеспечивая большой объем перевозок во всех сферах человеческой деятельности. Автомобилизация наряду с безусловно положительным влиянием на экономику и социальное развитие государства, несет в себе и отрицательные последствия. Диспропорция между темпами развития улично-дорожной сети и темпами роста количества автотранспорта приводит к ухудшению условий движения, заторам, росту задержек и увеличению расхода топлива, ухудшению экологической обстановки, социальному дискомфорту. Условия дорожного движения на городских территориях постоянно усложняются. Ежегодно прирост интенсивности движения составляет 10 - 20%, а увеличение пропускной способности улично-дорожной сети за этот период не превышает 5%. Улично-дорожная сеть многих крупных и средних городов уже исчерпала резервы пропускной способности и находится в условиях постоянного образования заторов, создания аварийных ситуаций при пропуске транспортных и пешеходных потоков.

Средняя скорость движения транспорта за последние 5 лет снизилась на многих участках улично-дорожной сети почти на 40% и составляет: в мегаполисах 15 - 30 км/ч, в крупных городах - 20 - 40 км/ч, а в часы "пик" падает до 5 - 10 км/ч. За последнее десятилетие, протяженность улиц, проездов и набережных в городах и поселках городского типа увеличилась всего на 4,5 % и достигла 203 тыс. км.

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР-2069059-23.03.01-130620-17				

1. ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ДВИЖЕНИЯ

Исходная информация для проектирования должна обеспечивать наглядное и представительное описание существующего состояния условий движения в районе проектирования; возможность прогнозирования их развития на ближайшую перспективу.

Источником исходной информации служат материалы генплана города, комплексной транспортной схемы, другие проектные материалы, инвентаризационные ведомости коммунальных организаций, материалы обследований прошлых лет и т.п. При отсутствии таких материалов требуемую информацию необходимо получить натурным обследованием.

1.1 Существующая схема организации движения

Проспект Строителей относится к магистральным улицам регулируемого движения и обеспечивает транспортное обслуживание микрорайона «Арбеково», обеспечивая выход транспортных потоков через ул. 8 Марта в центр города и ул. Карпинского – Окружная (рисунок 1.1).

На участке от ул. Лядова до ул. 8 Марта по проспекту Строителей проезжие части имеют по три полосы движения с разделительной полосой 5 м.

Пересечение с магистральными улицами районного значения организовано в одном уровне и обустроено в виде пересечений с круговым движением (рисунок 1.2 – 1.5).

На участке проектирования имеется 15 светофорных объектов. Текущая обстановка приведена на рисунках 1.6 – 1.16. Как видим, светофорное регулирование обеспечивает пропуск пешеходов через проезжую часть.

В настоящее время по проспекту Строителей функционирует АСУДД, обеспечивающая координированное управление светофорными объектами.

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

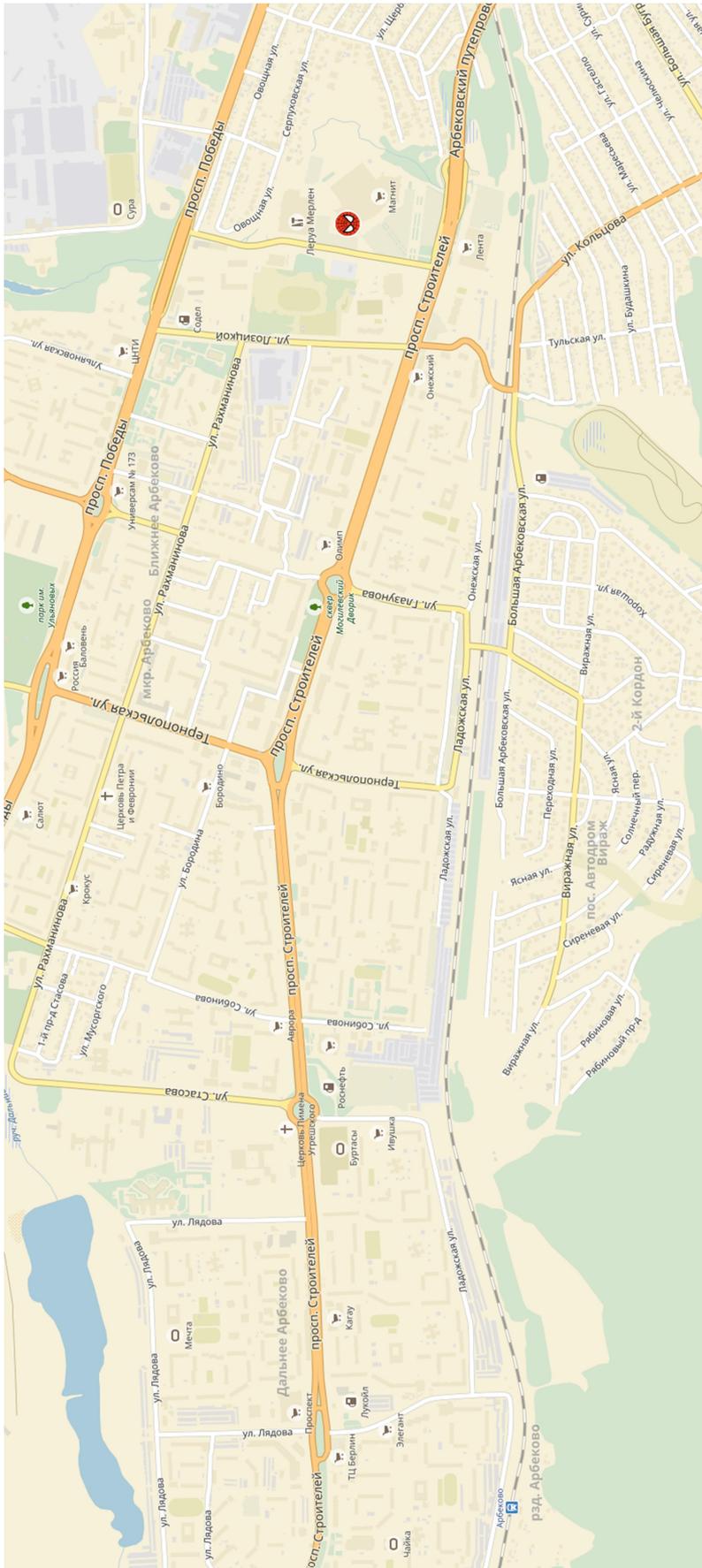


Рисунок 1.1 – привязка района проектирования к улично-дорожной сети г. Пензы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

Лист
8

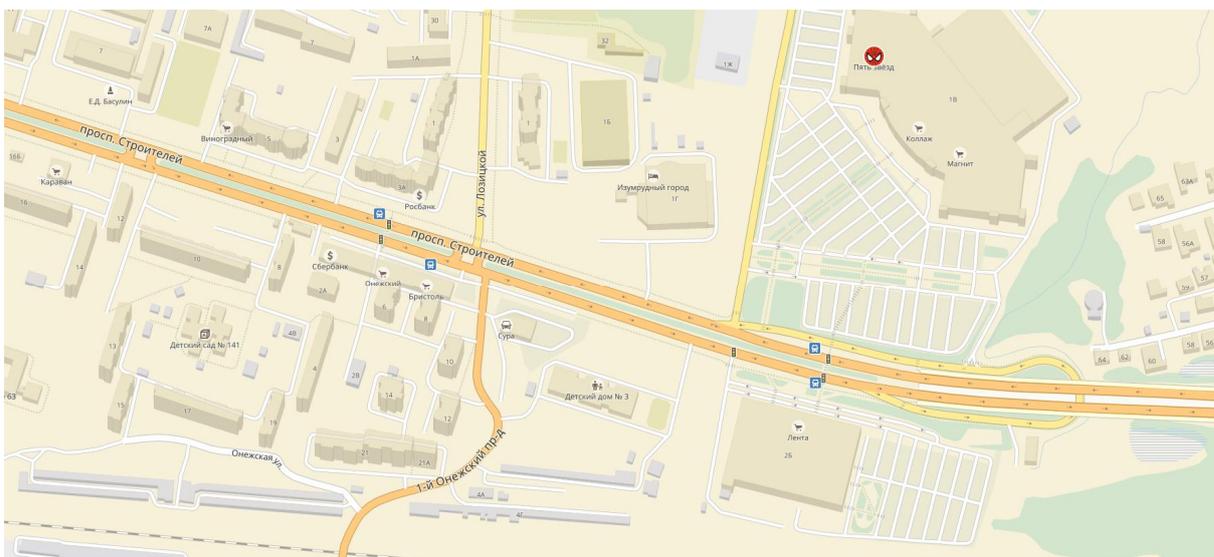


Рисунок 1.2 – Схема УДС в районе ул. Лозицкой

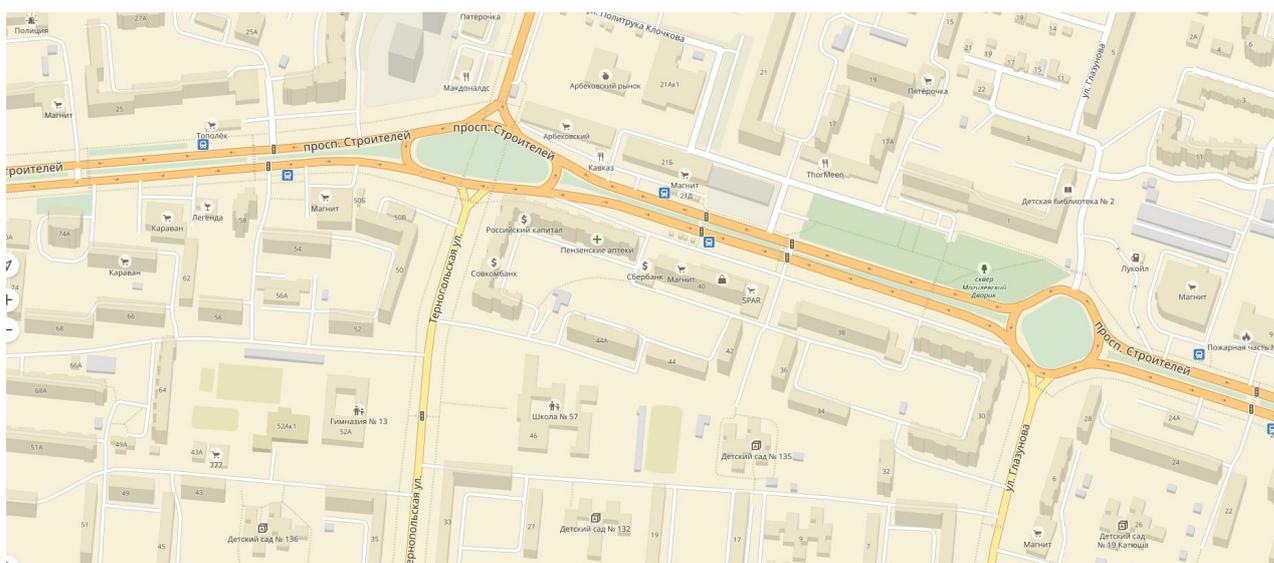


Рисунок 1.3 – Схема УДС в районе ул. Тернопольской и ул. Глазунова

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

Лист

9

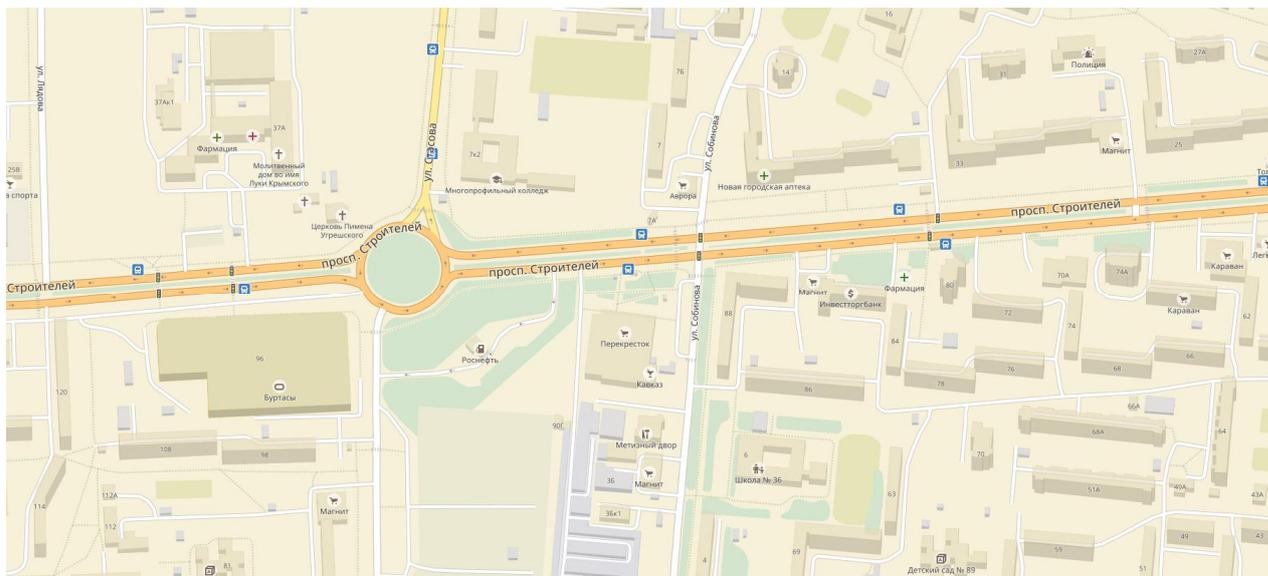


Рисунок 1.4 – Схема УДС в районе ул. Стасова

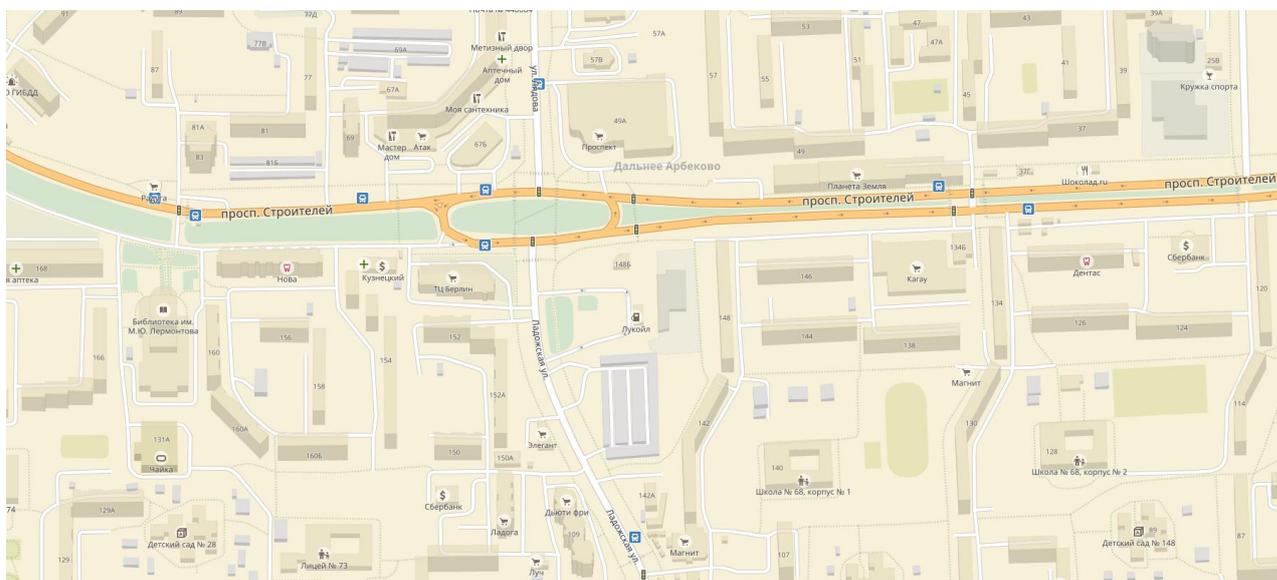


Рисунок 1.5 – Схема УДС в районе ул. Ладожской

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

Лист

10

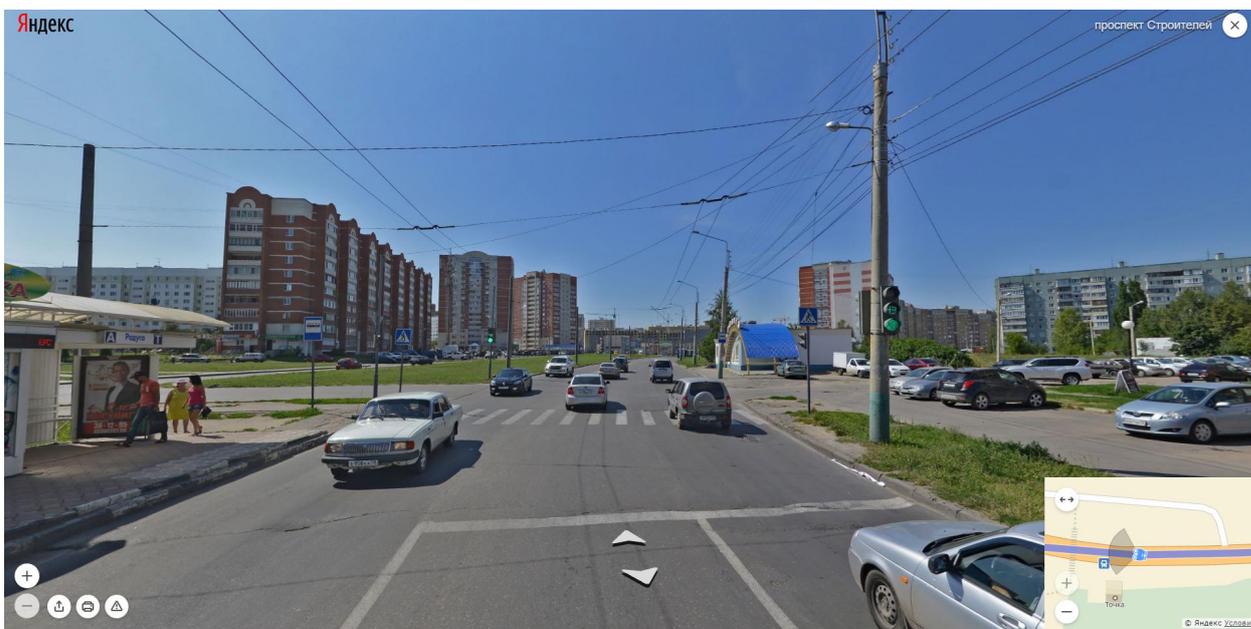


Рисунок 1.5 – Обустройство светофорного объекта в районе маг. Радуга

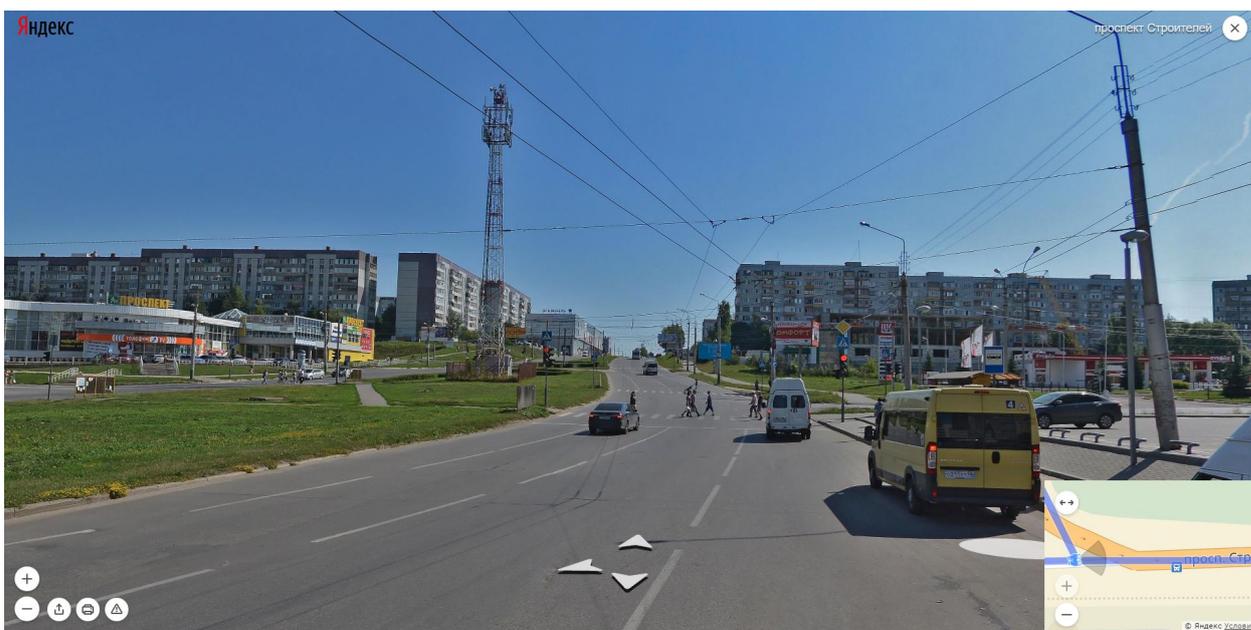


Рисунок 1.6 – Обустройство светофорных объектов объекта в районе ул. Лядова

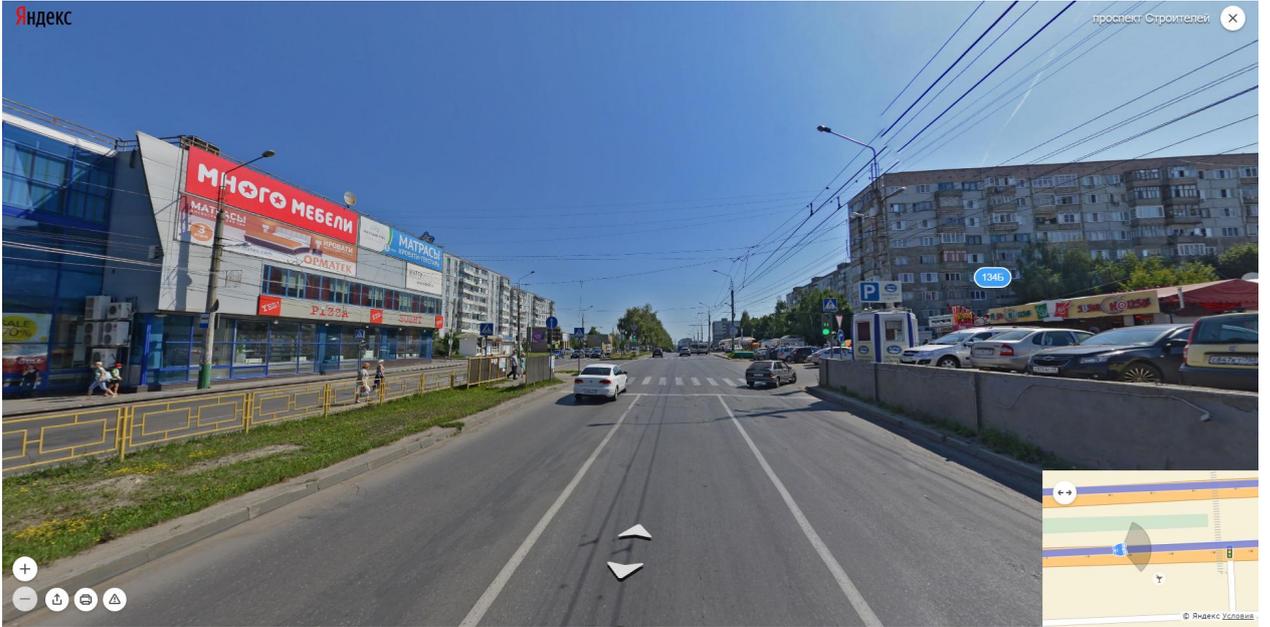


Рисунок 1.7 – Обустройство светофорных объектов объекта в районе маг. «Планета Земля»

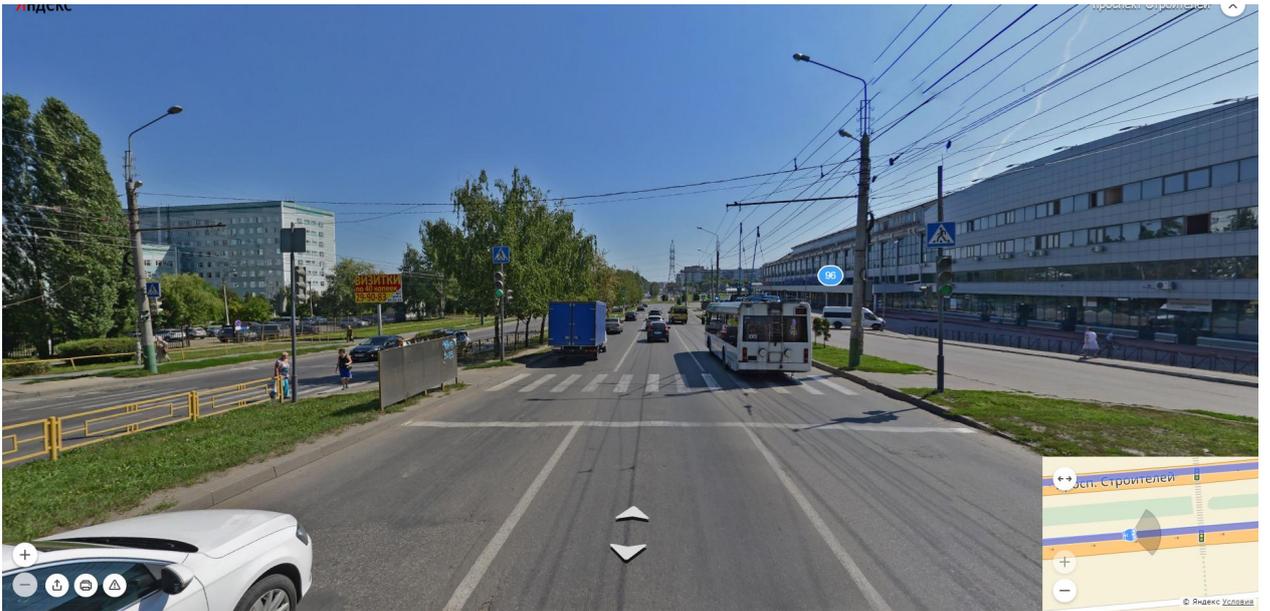


Рисунок 1.8 – Обустройство светофорных объектов объекта в районе спорткомплекса «Буртасы»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

Лист

12



Рисунок 1.9 – Обустройство светофорного объекта объекта в районе ул. Собинова

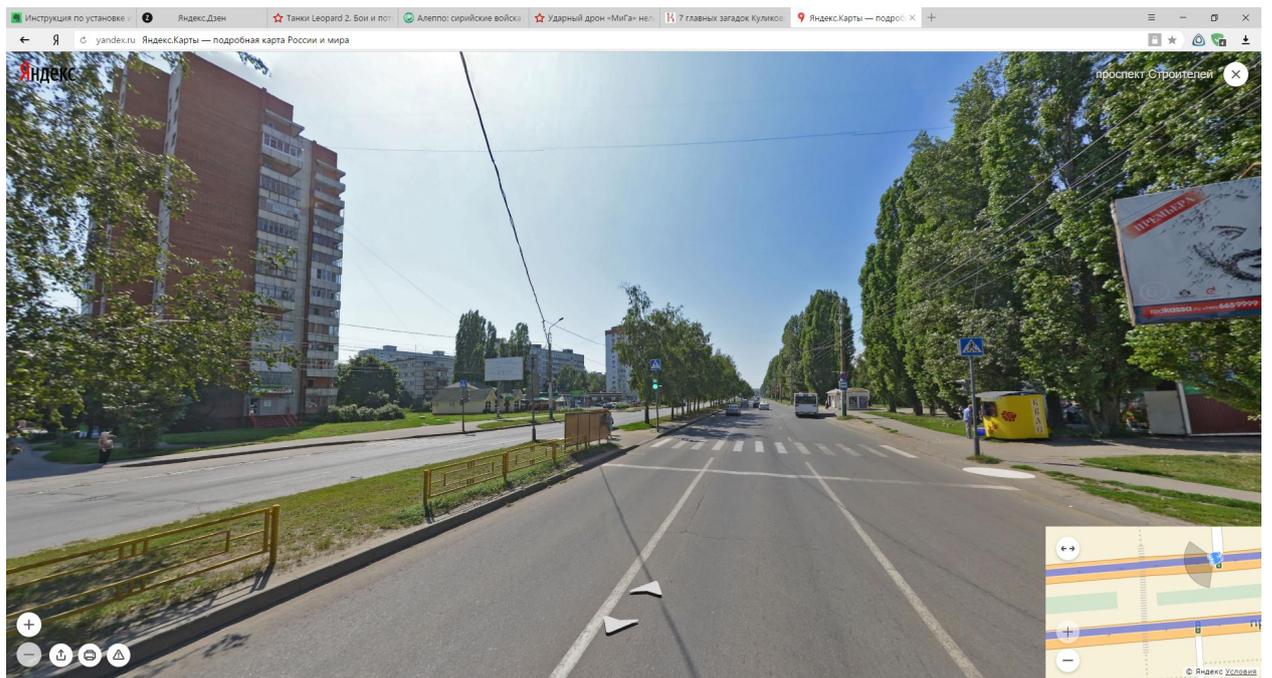


Рисунок 1.10 – Обустройство светофорного объекта объекта в остановочного пункта «Аптека»

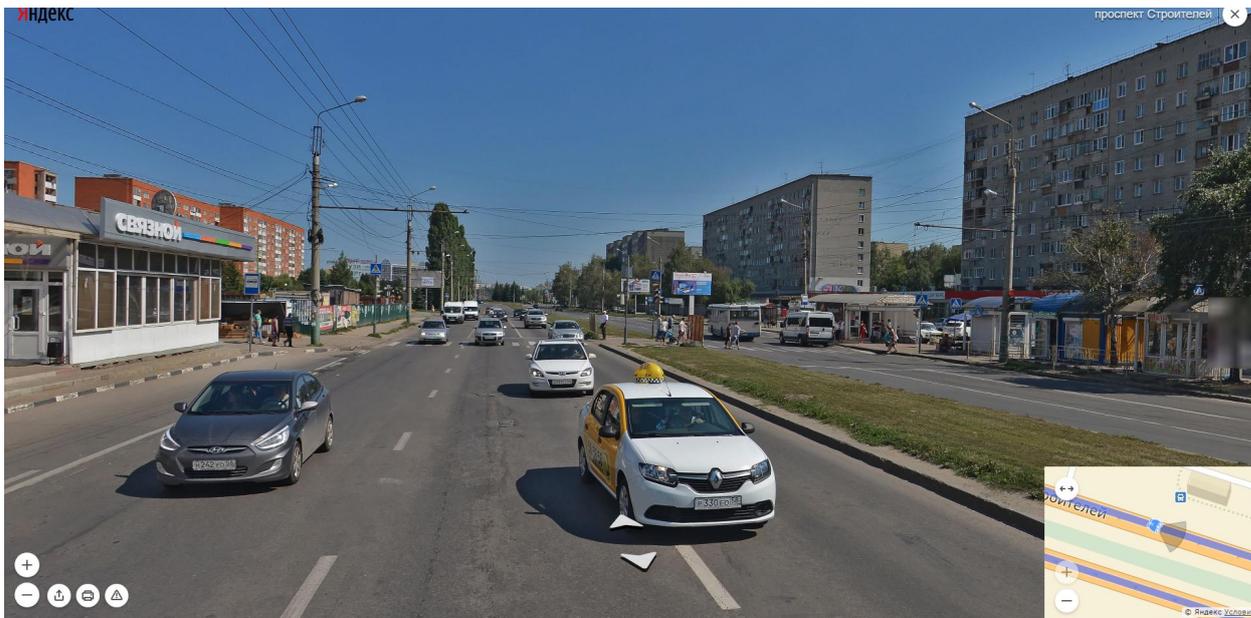


Рисунок 1.11 – Обустройство светофорного объекта объекта в районе остановочного пункта «Товары для женщин»

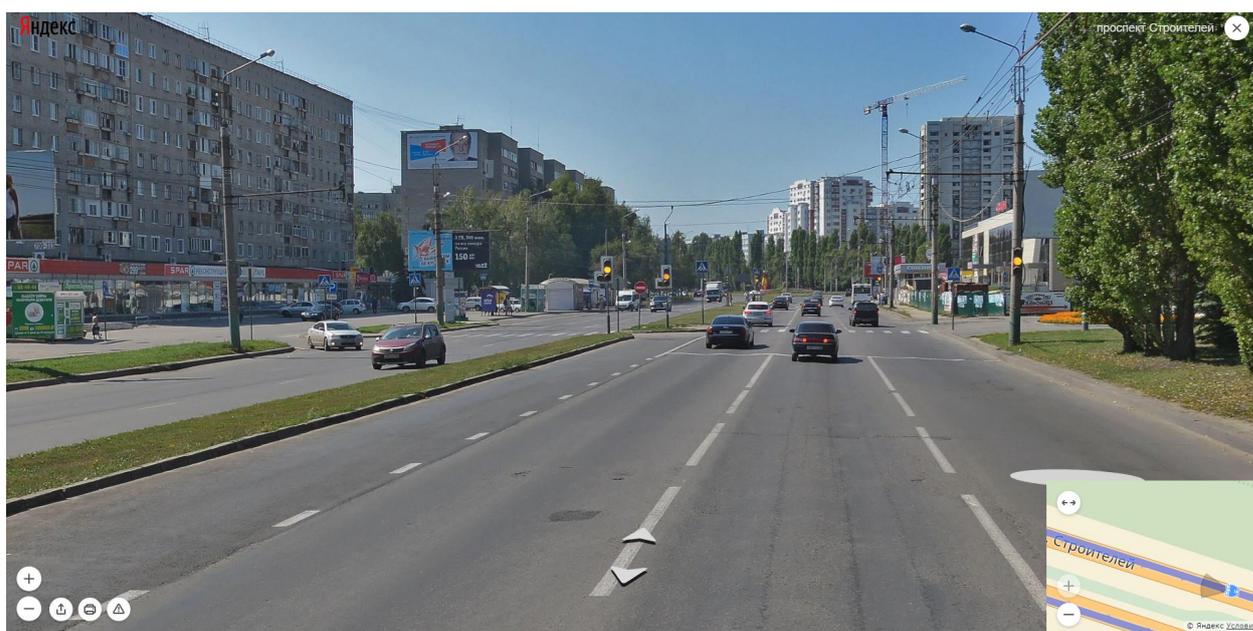


Рисунок 1.12 – Обустройство второго светофорного объекта объекта в районе остановочного пункта «Товары для женщин»

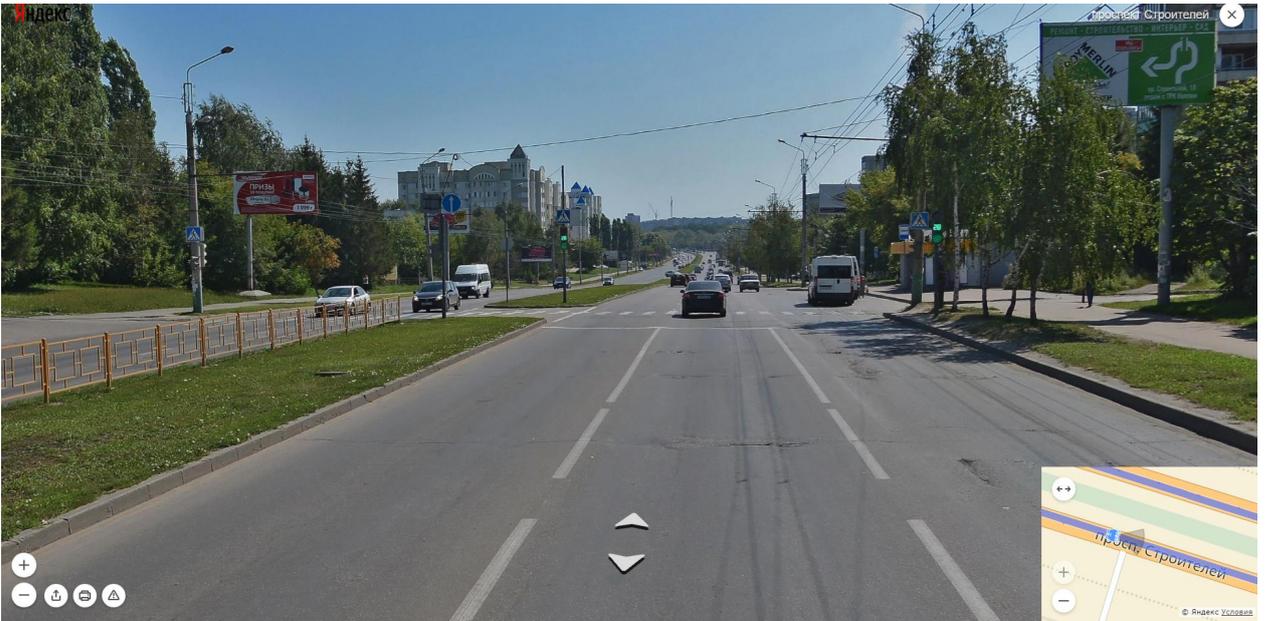


Рисунок 1.13 – Обустройство светофорного объекта в районе ПЧ №4

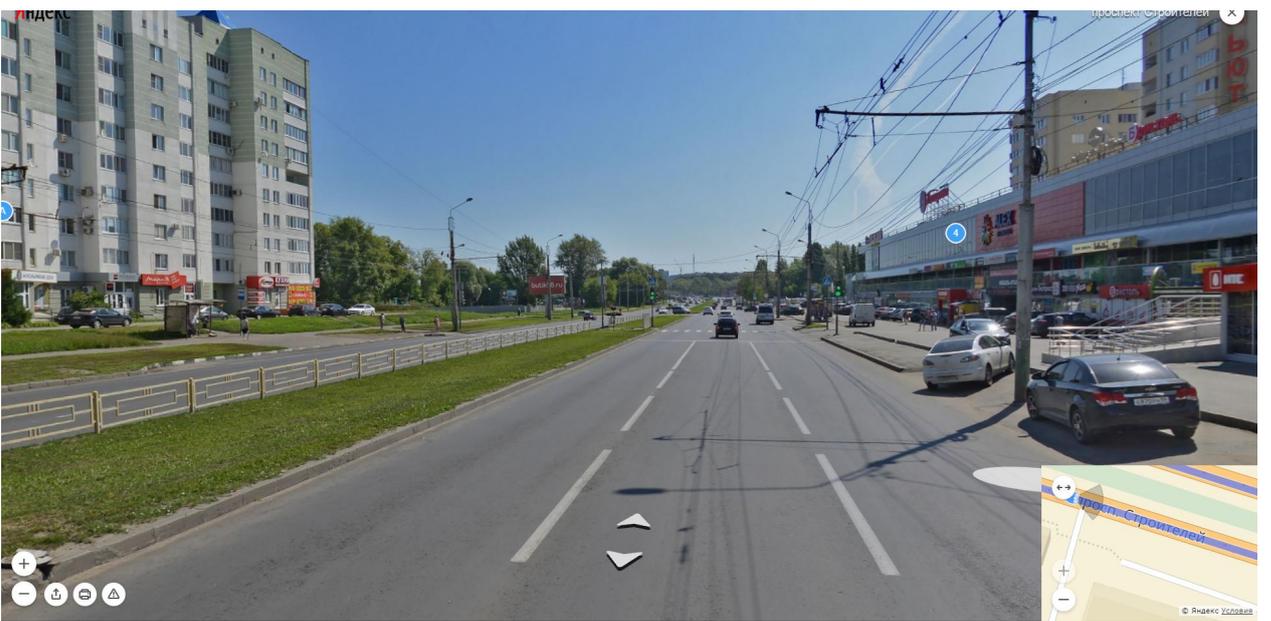


Рисунок 1.14 – Обустройство светофорного объекта в районе ТЦ «Онежский»

					Лист
					15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17



Рисунок 1.15 – Обустройство светофорного объекта в районе ТЦ «Лента»

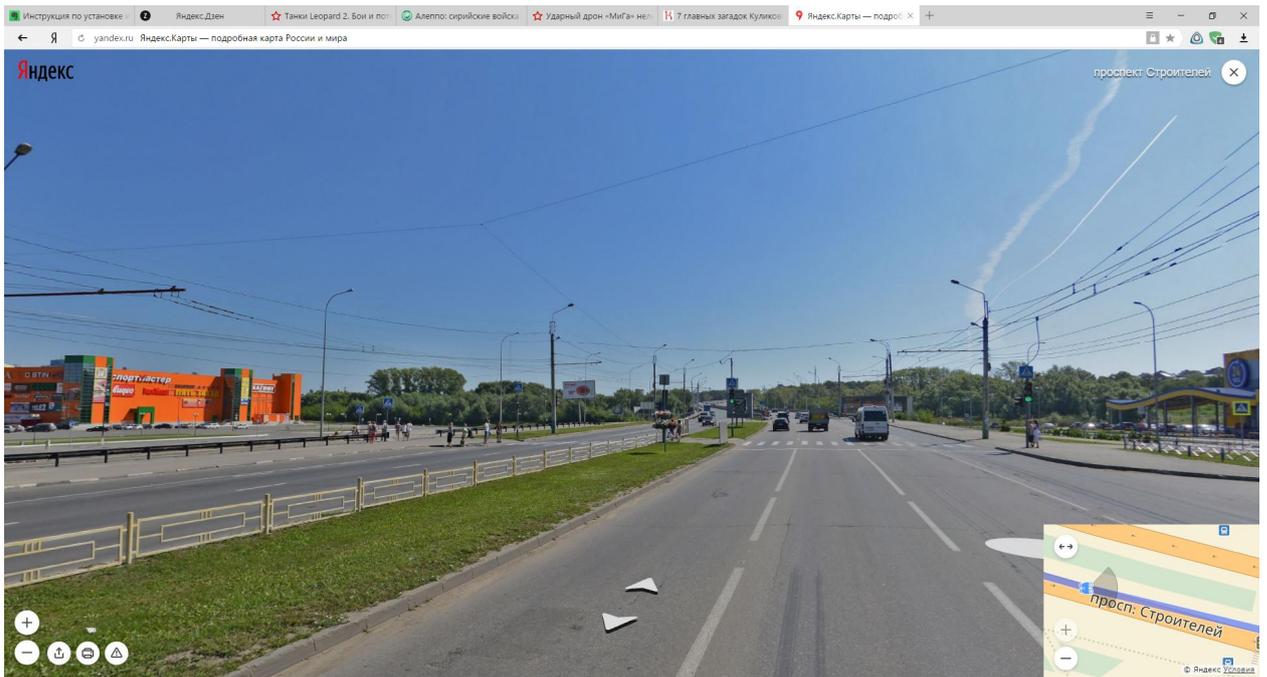


Рисунок 1.16 – Обустройство светофорного объекта в районе ТЦ «Коллаж»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

Лист

16

К недостаткам существующей системы координированного управления следует отнести следующие факторы:

– для обеспечения максимальной ширины ленты времени безостановочного движения длительность светофорного цикла установлена максимальной и пропуск пешеходов через проезжую часть происходит в два этапа, что снижает безопасность движения;

– в результате установки не обоснованной длительности светофорного цикла и стремления обеспечить ленту времени по всему проспекту Строителей нарушены условия формирования группового движения автомобилей;

– в результате отсутствия разрывов в транспортном потоке серьезно ухудшились условия выхода транспортных потоков на проспект Строителей. Это ведет к повышению риска возникновения ДТП и образованию транспортных заторов. Особенно сложная ситуация на пересечении с ул. Стасова, где заторы носят систематический характер.

1.2 Исследование интенсивности движения

При формировании информации о состоянии дорожного движения в первую очередь необходимы данные, характеризующие транспортный поток. Опыт научных исследований и практических наблюдений позволил разработать несколько соответствующих объективных показателей. Наиболее необходимыми им часто применяемыми показателями являются интенсивность транспортного потока, его состав по типам транспортных средств:

– *интенсивность транспортного потока (интенсивность движения)* *Na* – это число транспортных средств, проезжающих 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;

– *неравномерность транспортных потоков* во времени (в течение года, месяца, суток и даже часа) имеет важнейшее значение в проблеме организации

движения, характеризуется распределением значений интенсивности на исследуемом участке за определённый период;

– *состав транспортного потока* характеризуется соотношением в нем транспортных средств различного типа. Состав транспортного потока влияет на загрузку дорог (стеснённость движения), что объясняется прежде всего существенной разницей в габаритных размерах автомобилей.

Чаще всего возникает необходимость в получении данных об интенсивности транспортных потоков. В простейшем случае наблюдатели регистрируют проезд каждой транспортной единицы условным знаком в бланке протокола. Форма бланка составлена с учётом конкретных данных, которые необходимо фиксировать.

Интенсивность и состав транспортных и пешеходных потоков удобно анализировать в камеральных условиях при просмотре видеозаписи, выполненной в необходимых местах УДС на стационарных постах.

Формирование транспортных потоков по проспекту Строителей происходит в основном на пересечениях с магистральными улицами районного значения – с ул. Тернопольской, Стасова, Ладожской и Лозицкой. Исследования интенсивности движения производилось по указанным улицам в «час пик». Результаты исследований приведены на условных картограммах (рисунок 1.17 – рисунок 1.20).

					ВКР-2069059-23.03.01-130620-17	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18



Рисунок 1.17 – Условная картограмма интенсивности движения на пересечении проспект Строителей – ул. Лозицкая

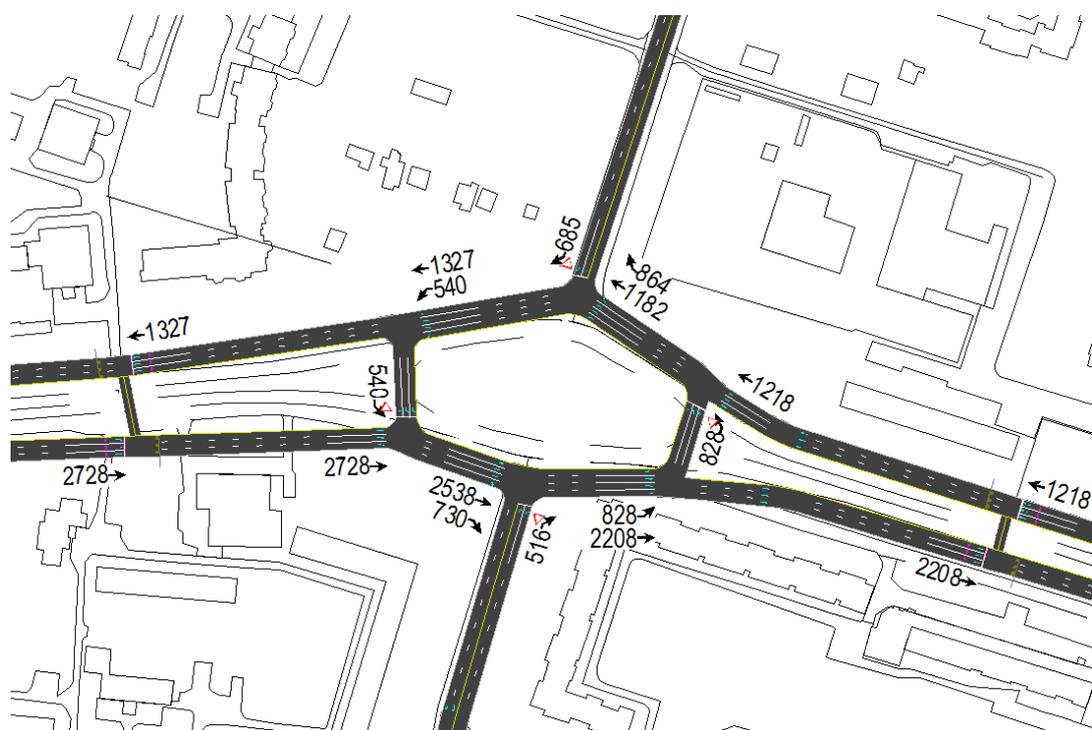


Рисунок 1.18 – Условная картограмма интенсивности движения на пересечении проспект Строителей – ул. Тернопольская

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

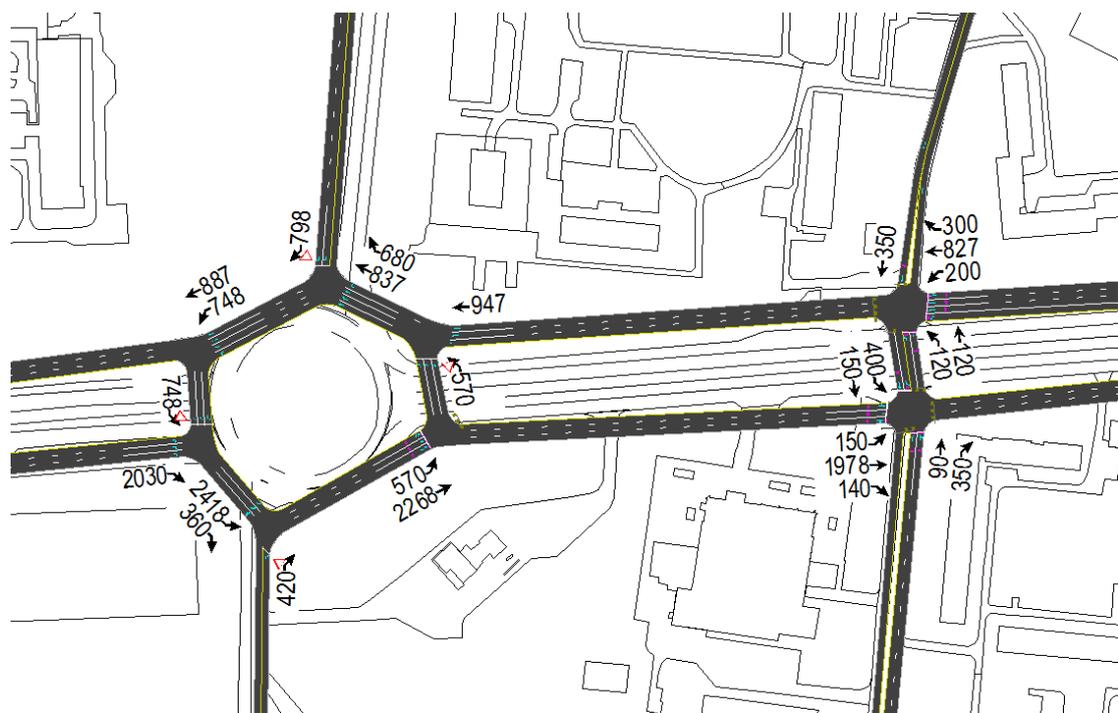


Рисунок 1.19 – Условная картограмма интенсивности движения на пересечении проспект Строителей – ул. Стасова

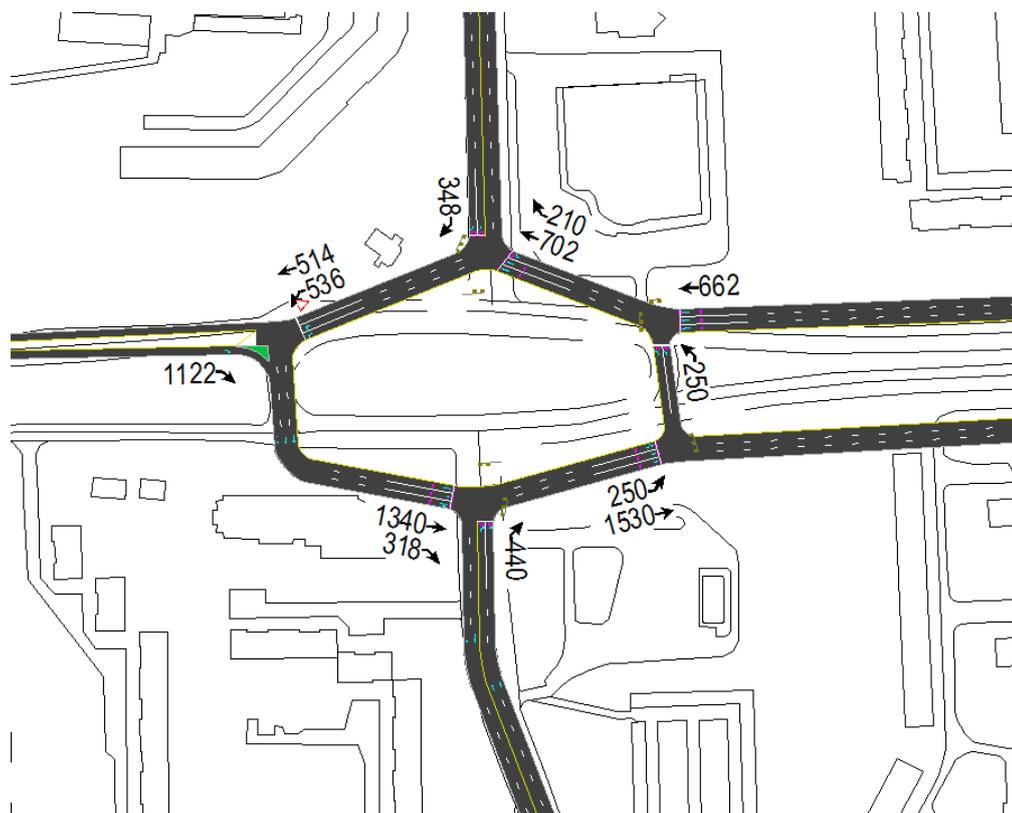


Рисунок 1.19 – Условная картограмма интенсивности движения на пересечении проспект Строителей – ул. Ладожская

1.3 Существующая система управления транспортными потоками

В 2010 год силами МБУ «ЦОДД г. Пензы» были выполнены работы по модернизации светофорных объектов, находящихся на улично-дорожной сети города Пензы и внедрению системы автоматизированного управления дорожным движением КОМКОН-АСУДД.

В начале 2011 года внедрено координированное управление, которое позволило реализовать функцию «зеленую волну» на основных магистральных улицах города (Пр. Строителей – ул. 8 Марта – ул. Суворова; Пр. Победы – ул. Коммунистическая – ул. Луначарского – ул. Чаадаева).

Автоматизированную систему управления дорожным движением (АСУДД) по характеру функционирования, принципам построения можно отнести к классу АСУ технологическими процессами (АСУТП). Объектом управления в АСУДД являются транспортные и пешеходные потоки, движущиеся по транспортной сети.

В рассматриваемом объекте управления можно выделить технологическое оборудование: светофорные объекты (СО); управляемые дорожные знаки (УЗН); указатели рекомендуемой скорости (УСК); дорожную сеть с нанесенной разметкой, оборудованную дорожными знаками, и технологический процесс движения транспорта и пешеходов, реализованные по соответствующим инструкциям (Правилам дорожного движения).

АСУДД – это система, управляемая человеком и машиной, обеспечивающая автоматизированный сбор и обработку информации о транспортных потоках и оптимизированное управление дорожным движением в условиях ограничений, накладываемых параметрами транспортной сети.

Существенными признаками АСУДД, отличающими их от множества АСУТП, являются:

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

- рассредоточенность в пространстве объекта управления и технических средств;
- стохастичность и не стационарность транспортных и пешеходных потоков;
- необходимость эксплуатации периферийных технических средств в широком климатическом диапазоне, в условиях высоких уровней загазованности, влажности и содержания пыли.

В АСУДД функционально выделяются следующие программно-технические (или технические) комплексы:

- информационно-измерительный;
- автоматического управления;
- диспетчерского и ручного управления;
- контрольно-диагностический.

Отмеченные комплексы задействованы в едином контуре управления и обеспечивают выполнение следующих функций:

- измерение и анализ параметров транспортных потоков в реальном масштабе времени;
- выбор (расчет) режимов управления и формирование управляющих воздействий на технологическое оборудование (исполнительные органы системы) – светофорные объекты, управляемые знаки и указатели скорости;
- контроль исправности исполнительных органов и технических средств системы, блокирование опасных ситуаций в работе светофорной сигнализации.

Комплексы в общем случае взаимосвязаны таким образом, чтобы на основании информации о транспортных потоках реализовать режим функционирования исполнительных органов, оптимизирующий (в определенном заранее смысле) движение транспортных потоков и обеспечивающий необходимый уровень безопасности движения. При практическом проектировании АСУДД реализуется несколько контуров автоматического управления.

						Лист
					ВКР-2069059-23.03.01-130620-17	22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Контур программного(жесткого) управления является самым низшим, в котором управление движением осуществляется по жесткой, заранее заданной программе. Программное управление может осуществляться на локальном и сетевом уровне. При сетевом (координированном) программном управлении осуществляется синхронизация светофорных сигналов на магистрали или в небольшом районе по жесткой, заранее заданной программе координации «зеленая волна». Выбор их осуществляется или автоматически с помощью таймера или диспетчером систем.

Контур локального гибкого управления, в котором управление движением осуществляется также в пределах одного перекрестка, но длительность сигналов светофоров определяется по измеряемым параметрам транспортного потока.

Контур транспортно-зависимого управления осуществляет выбор и последующую коррекцию программ координации по реальным параметрам транспортных потоков.

Контур адаптивного управления в настоящее время не реализован в отечественных АСУДД. В зарубежных системах (SCOOT, UTOPIA и др.) формирование сигнального плана, обеспечивающего минимизацию потерь транспорта, осуществляется в реальном времени.

Контур ручного и диспетчерского управления реализуются вне предвиденных ситуациях. Ручное управление применяется в зоне перекрестка со специальных выносных пультов. Диспетчерское управление осуществляет дистанционное управление исполнительными органами в зоне одного перекрестка или одновременно на нескольких перекрестках. Диспетчерское управление движением на нескольких перекрестках выполняется, например, с целью безостановочного пропуска специальных автомобилей в так называемом режиме «зеленая улица».

В зависимости от области применения в отечественной практике различались системы трех уровней:

- АСУДД первого уровня (АСУДД-1) управляют движением на отдельных перекрестках. В них могут быть задействованы контуры локального, жесткого и гибкого управлений, а также контур ручного управления;
- АСУДД второго уровня (АСУДД-2) управляют движением на участке дорожной сети (магистральных и в небольших районах). Кроме контуров АСУДД-1, в АСУДД-2 действуют контур жесткого координированного управления, а также может быть реализован контур диспетчерского управления;
- АСУДД третьего уровня (АСУДД-3) управляют движением в крупных городских районах со сложными дорожно-транспортными условиями. Как правило, в них реализованы все упомянутые выше контуры управления. Часть контуров может работать совместно, например контуры гибкого координированного управления и локального гибкого управления. Часть контуров может являться резервной – контуры программного координированного и локального управления.

«КОМКОН-АСУДД» – современный программно-аппаратный комплекс контроля и управления дорожным движением. Данный продукт разработан группой специалистов ООО "СИСТЕМА СЕРВИС" при активном участии представителей СМЭУ городов Украины и России.

АСУДД позволяет осуществлять диспетчерское и координированное управления светофорными объектами, контролировать их режим работы, возникновение неисправностей и аварийных ситуаций. Структурная схема построения АСУДД приведена на рисунке 1.21.

						Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

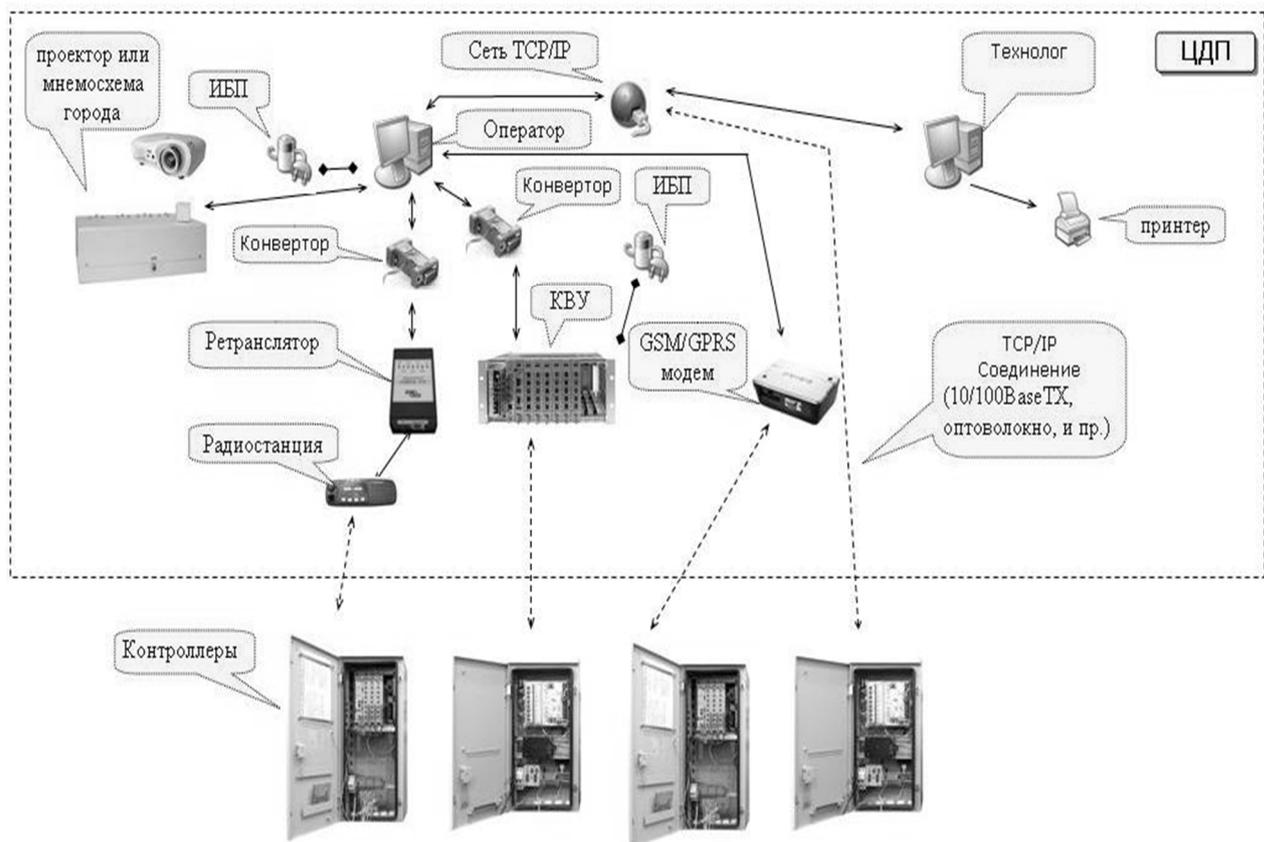


Рисунок 1.21 – Структурная схема построения АСУДД

КОМКОН-АСУДД поддерживает следующие виды связи:

- радио;
- телефонные линии;
- GPRS;
- IP-сети (витая пара, оптоволокно, WiFi, WiMax).

КОМКОН-АСУДД поддерживает несколько протоколов работы с дорожными контроллерами:

- КОМКОН;
- РОСТОК-Элеком;
- СТАРТ.

Координированное управление осуществляется согласно планам координации. Количество различных программ работы и переключений между ними не ограничено. Координированное управление реализует «зеленую

волну». Координированное управление происходит группой объектов входящих в магистраль. Если предполагается различная координация на участках магистрали, то магистраль может быть разделена на наборы объектов (например, если переход в ночное желтое мигание необходим на разных участках в разное время или не нужен вообще).

Диспетчерское управление позволяет осуществлять оперативное регулирование режима работы дорожного контроллера, перевод его в специальные режимы. Поддерживается перевод в желтое мигание, отключение светофоров, кругом красный, установка фазы, перевод в суточную программу (как заранее подготовленную, так и с вводом длительностей непосредственно в окне диспетчерского управления). Диспетчер имеет также возможность установки и чтения времени в дорожном контроллере, перезапуска, получения информации о неисправностях. Диспетчерское управление может применяться к одному дорожному контроллеру или сразу к группе.

Реализована функциональность «**зеленой улицы**». Диспетчер может организовывать проезд спецтранспорта по заранее подготовленным маршрутам движения, в которых определена последовательность объектов на маршруте следования с указанием включаемой на время проезда фазы. Также диспетчер может организовывать проезд спецтранспорта непосредственным включением необходимой фазы на объектах – применяется, если маршрут заранее не известен или вносятся оперативные коррективы в случае непредвиденных обстоятельств (ДТП, затруднение проезда и др.).

Контроль неисправностей дает информацию о возможных внутренних неисправностях дорожного контроллера (неисправности схемы контроля напряжений, батареи часов, внутренней магистрали и др.). А также о неисправностях периферии: перегорание ламп (на любых каналах, не только красных), перегорание каналов, конфликты направлений, западание кнопок вызова пешеходных фаз. Также операторы немедленно оповещаются об открытии двери дорожного контроллера.

							Лист
						ВКР-2069059-23.03.01-130620-17	26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Объекты схематично обозначаются на векторной карте города. Цветовая сигнализация отражает 18 различных состояний каждого объекта. Карта масштабируема. АСУДД также может отображать состояния объектов на мнемосхеме.

Ведется непрерывное протоколирование работы системы, дорожных контроллеров и действий операторов. Поддерживается фильтрация по многим параметрам. Есть возможность печати журнала работы.

Суточные программы, которыми оперирует система, могут отличаться от тех, которые записаны локально в контроллере. Количество таких программ не ограничено. Имитатор работы контроллера, отображающий циклограмму и схему перекрестка позволяет визуально оценить правильность задания суточной программы. Все это избавляет от необходимости выезда на объект для изменения длительностей фаз и добавления новых суточных программ.

Для настройки дорожных контроллеров используется система КОМКОН СПОД. Она предназначена для подготовки организации дорожного движения конкретного светофорного объекта. Система позволяет технологу создавать новые схемы движения и гибко изменять уже существующие. При этом, на всех этапах работы с приложением, осуществляется контроль корректности всех введенных данных, что обеспечивает дополнительную безопасность участникам дорожного движения. Технолог всегда имеет возможность просмотреть имитацию работы редактируемого светофорного объекта и лишь затем записать полученную конфигурацию в дорожный контроллер КОМКОН. Система ведет автоматическую отчетность о созданных организациях, что облегчают работу персонала.

Расширенная версия данной программы, КОМКОН СПОД ATCS Edition также позволяет добавлять схемы движения в автоматизированную систему управления дорожным движением КОМКОН АСУДД.

Все созданные объекты хранятся в базе данных , что позволяет:

–гибко работать со всеми светофорными объектами населенного пункта,

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- создавать архивную копию всей базы данных,
- переносить отдельные организации на другие ПК благодаря технологии импорта-экспорта;

для простоты создания новой организации светофорного объекта предусмотрено несколько вариантов автоматического заполнения данных:

- автоматическая расстановка номеров выходных каналов,
- генерирование простых промтактов и специальных промтактов,
- задание часто используемых промтактов "по-умолчанию",
- автоматическая расстановка конфликтных направлений;

встроенный векторный редактор схемы объекта:

- создание направлений по всем фазам движения,
- до 20 стрелок на одно направление движения,
- добавление текстовых меток в схему,

–свободное редактирования объектов на схеме (отражение, растягивание, и т.д.),

- добавление собственных схем перекрестков;

имитатор работы контроллера в программе:

–посекундная имитация работы контроллера с отображением состояния всех направлений,

–построение циклограммы работы контроллера по каждой заданной суточной программе,

- состояние каждого канала контроллера в ту или иную секунду работы;

проверка введенных данных с подсказками для устранения возможных ошибок;

запись созданной конфигурации на флеш (для дальнейшей прошивки контроллера);

автоматическое генерирование отчетов об объекте:

- таблица подключения колодки к внешним цепям управления, –

пофазный разъезд по направлениям,

- календарь работы контроллера,

						<i>Лист</i>
						28
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

–циклограмма работы контроллера;

поддержка всех типов дорожных контроллеров семейства КОМКОН.

					<i>ВКР-2069059-23.03.01-130620-17</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

2 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Транспортным потоком можно управлять тремя способами – остановкой транспортных средств, изменением параметров движения, информацией и изменением направления движения. В условиях городского движения используются все три вышеуказанных метода управления.

Управление путем остановки транспортных средств. Принцип управления путем остановки транспортных средств является основой управления транспортными потоками в городах. Типичным для этого способа является управление посредством светофоров. На каждый транспортный поток, движущийся через перекресток, воздействуют три световых сигнала — зеленый, желтый и красный. Однако при внешней простоте управляющие воздействия на светофорную сигнализацию имеют достаточно сложную структуру, обусловленную спецификой объекта управления. Данные воздействия можно представить в виде многомерного вектора, компонентами которого являются:

- длительности промежуточных тактов (переходных интервалов), во время которых происходят закрытие и подготовка к открытию направлений движения;
- длительность цикла (Cycle) - интервал времени, в течение которого происходит смена всех разрешенных тактов;
- разбиение (Split) эффективной длительности цикла между фазами регулирования;
- временные сдвиги (Offset) между включениями фаз на соседних перекрестках, влияющие на возможность безостановочного движения транспортных средств по дорожной сети;
- последовательность фаз в цикле, обуславливающая очередность открытия движений на перекрестке.

В дальнейшем под сигнальным планом (планом координации для сети перекрестков) будем понимать многомерный вектор, компонентами которого

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

являются перечисленные параметры, устанавливаемые для каждого перекрестка.

2.1 Методика расчета планов координации

Основой координированного управления светофорными объектами послужили исследования эффекта распада групп автомобилей при их движении от стоп-линии (рисунок 2.1).

Проведенный анализ задержки автомобилей при предрассчитанных режимах работы светофоров, используя наблюдаемые профили транспортного потока, позволил сделать следующие выводы:

- детерминированное время задержки зависит от запаздывания включения разрешающего сигнала светофора, расположенного в начале транспортной связи (эффект смещения);
- минимальное время задержки, наблюдаемое при оптимальном смещении, существенно увеличивается при увеличении расстояния между пересечениями;
- смещение, по всей видимости, не влияет на составляющую задержки перенасыщения.

На основе указанных исследований были разработаны методы координированного управления городскими транспортными сетями. Наибольшее распространение получили методы максимизации прогрессии групп (в отечественной литературе известные как методы максимизации ширины ленты времени) и методы, минимизирующие функцию потерь.

Большинство методов максимизации прогрессии пытается установить разрешающие сигналы светофоров таким образом, чтобы число автомобилей, которые пересекают перекресток в магистральном направлении без остановки, было максимальным. Наибольшую известность получили методы PASSER и MAXBAND.

						<i>BKP-2069059-23.03.01-130620-17</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			31

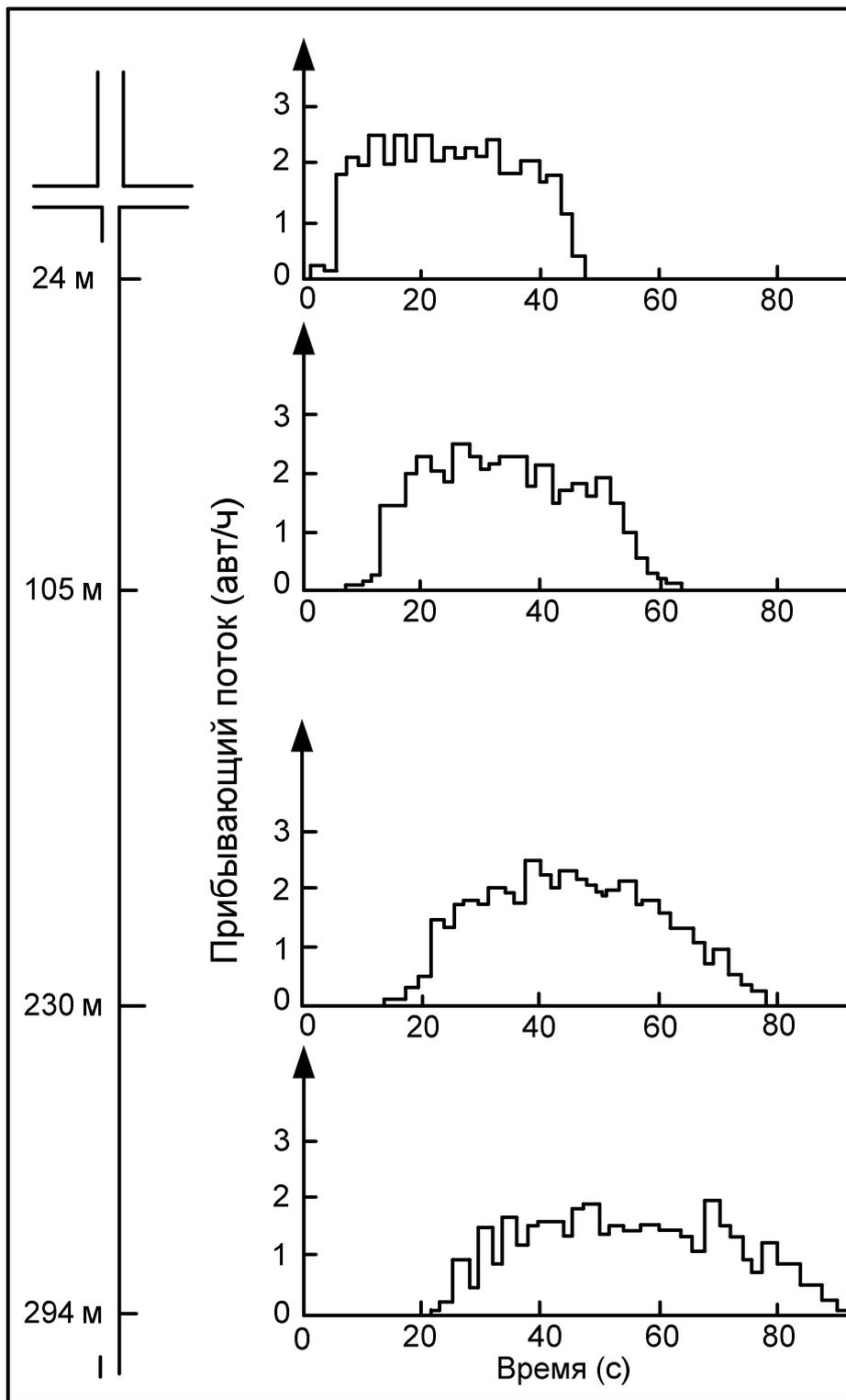


Рисунок 2.1 Распад групп автомобилей по данным Hiller and Rothery

PASSER (Progression Analysis and Signal System Evaluation Routine) является макроскопической детерминированной моделью оптимизации, изначально разработанной Messer C. J.. Метод претерпел ряд модификаций и

известен как PASSER II-90. Он использует метод итерационного градиентного поиска для определения наилучшей комбинации последовательностей фаз и длин цикла для максимизации прогрессии вдоль магистрали в обоих направлениях.

PASSER первоначально определяет оптимальные отношения спроса к пропускной способности и использует их для вычисления длительности фаз. Длительность цикла, фаз и величина сдвига варьируются для определения оптимального сигнального плана, который минимизирует полное воздействие на группы прогрессии.

MAXBAND – метод максимизации магистральной прогрессии, разработанный Little, J., Kelso M. D. и Gartner N. H.. MAXBAND выполняет вычисления оптимальной длительности цикла, сдвиг, величину рекомендуемой скорости и последовательности фаз, обеспечивающих максимизацию прогрессии. Вычисление длительности фаз в зависимости от объемов движения и пропускной способности полос движения производится с использованием формулы Вебстера. Кроме того MAXBAND использует оценку времени разезда остаточной очереди, накопленную во время запрещающего сигнала, обеспечивая ее разезд перед прибытием группы автомобилей по магистральному направлению.

Задача оптимизации в MAXBAND сформулирована как смешанная целочисленная задача линейного программирования:

$$b = \bar{b} \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

при ограничениях

$$\left. \begin{aligned} w_i + b &\leq 1 - r_i \\ \bar{w}_i + \bar{b} &\leq 1 - \bar{r}_i \end{aligned} \right\} i = 1, \dots, n$$

$$\begin{aligned} (w_i + \bar{w}_i) - (w_{i+1} + \bar{w}_{i+1}) + (t_i + \bar{t}_i) + \Delta_i - \Delta_{i+1} = \\ = -(1/2)(r_i + \bar{r}_i) + (1/2)(r_{i+1} + \bar{r}_{i+1}) + (\bar{c}_i + r_{i+1}) + m_i, \\ i = 1, \dots, n - 1 \\ m_i = \text{int eger} \\ b, \bar{b}, w_i, \bar{w}_i \geq 0, i = 1, \dots, n. \end{aligned}$$

где b и \bar{b} – ширина ленты прогрессии в прямом и обратном направлении; r_i и \bar{r}_i – запрещающий сигнал в светофорном цикле S_i ; $w_i(\bar{w}_i)$ – временной интервал между правой (левой) границей запрещающего сигнала и левой (правой) границей ленты прогрессии; t_i и \bar{t}_i – время движения между перекрестками в прямом и обратном направлении; τ_i и $\bar{\tau}_i$ – время разъезда остаточной очереди соответственно в прямом и обратном направлениях; Δ_i – сдвиг.

На рисунке 1.2 приведена диаграмма путь – время для сигнального плана, рассчитанного по методу MAXBAND. Как видим, решение представляет собой симметричные ленты прогрессии в прямом и обратном направлениях.

При наличии доминантного направления с большей интенсивностью движения целевая функция MAXBAND может быть модифицирована следующим образом:

$$b + k\bar{b} \rightarrow \max; \quad (2.2)$$

где k – весовой коэффициент, учитывающий соотношение интенсивностей движения в прямом и обратном направлениях.

Следует отметить, что и MAXBAND и PASSER II используют предположение, что имеется незначительный транспортный поток, входящий в магистральную улицу с второстепенного направления или совершающий левый поворот. Оба указанных метода не учитывают фактические объемы движения и используют однородные ленты времени для прямого и обратного направления. В полевых исследованиях установлено, что они не могут гарантировать оптимальную прогрессию для случая, когда интенсивность движения по длине магистрали существенно меняется.

Дальнейшим развитием MAXBAND стал метод MULTIBAND [40]. В отличие от MAXBAND и PASSER II, MULTIBAND предполагает возможность использования ленты времени переменной ширины. Благодаря этому учитывается изменение в интенсивности движения вдоль магистрали.

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

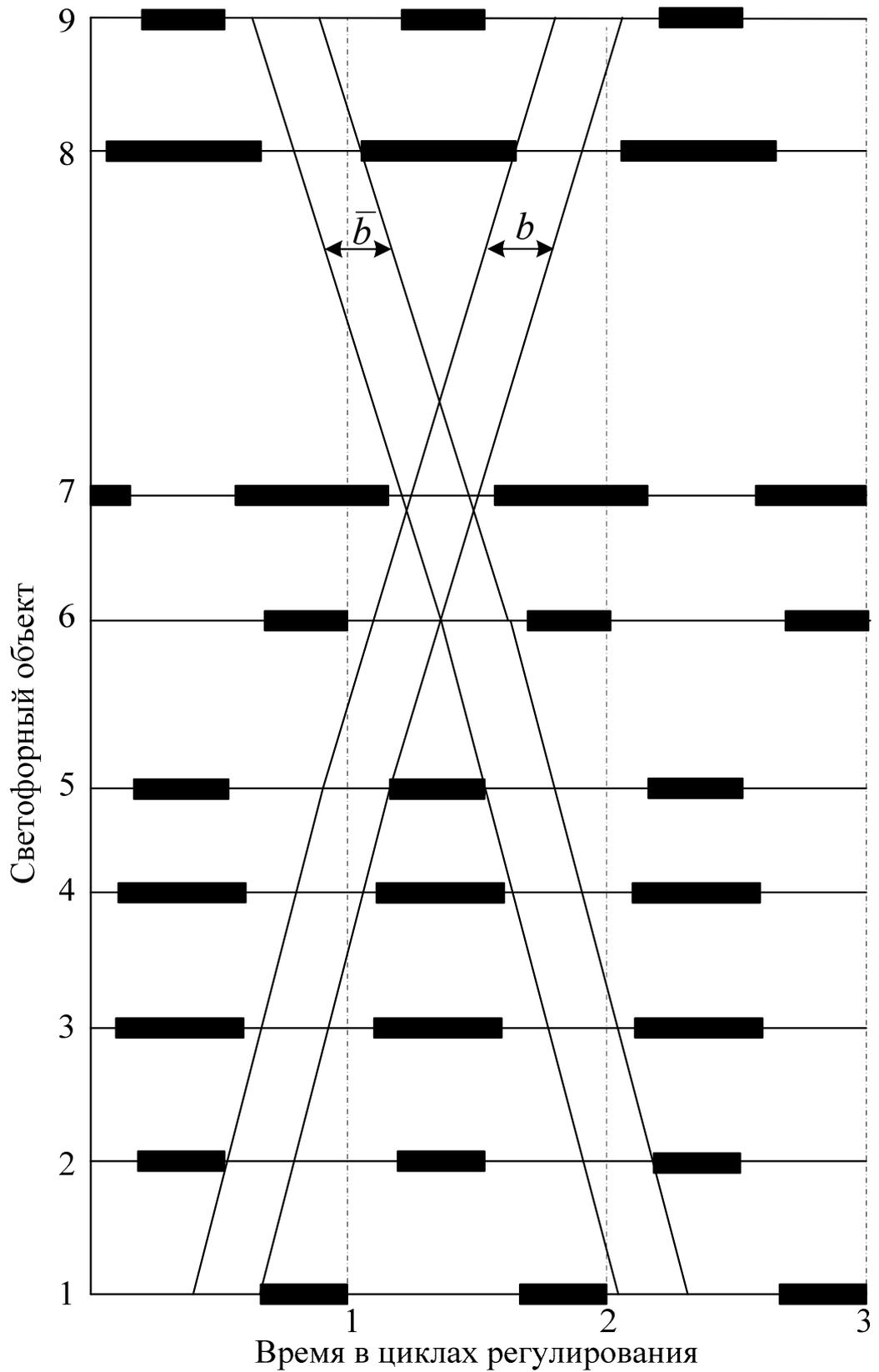


Рисунок 2.2 – Лента времени прогрессии, полученная методом MAXBAND

Целевая функция задачи оптимизации MULTIBAND при этом принимает вид:

$$\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (a_i b_i + \bar{a}_i \bar{b}_i) \rightarrow \max \quad (2.3)$$

где a_i и \bar{a}_i – весовые коэффициенты для связей в прямом и обратном направлении.

Весовые коэффициенты обычно устанавливались следующим образом:

$$a_i = \left(\frac{v_i}{s_i} \right)^p, \quad \bar{a}_i = \left(\frac{\bar{v}_i}{\bar{s}_i} \right)^p; \quad (2.4)$$

где p – целое число, как правило, используются значения $p = 0, 1, 2, 3, 4$; v_i и \bar{v}_i – интенсивность движения; s_i и \bar{s}_i – поток насыщения.

Весовые коэффициенты могут быть нормализованы следующим образом:

$$\sum_{i=1}^{n-1} a_i = n-1, \quad \sum_{i=1}^{n-1} \bar{a}_i = n-1. \quad (2.5)$$

Получаемая в результате решения задачи оптимизации MULTIBAND лента прогрессии будет иметь переменную ширину (рисунок 2.3).

Рассмотренные методы максимизации прогрессии позволяют учитывать время разезда остаточной очереди, причем его продолжительность устанавливается пользователем отдельно для каждой связи. Все вышеупомянутые методы максимизации прогрессии используются вне реального времени для подготовки предрассчитанных сигнальных планов на основе статистических данных.

В отличие от ранее упомянутых методов максимизации прогрессии, REALBAND обеспечивает координацию сигналов светофоров на магистральных сетях в реальном времени. Метод позволяет формировать переменные группы прогрессии на основе фактических данных состояния транспортного потока, весах и скорости движения групп автомобилей.

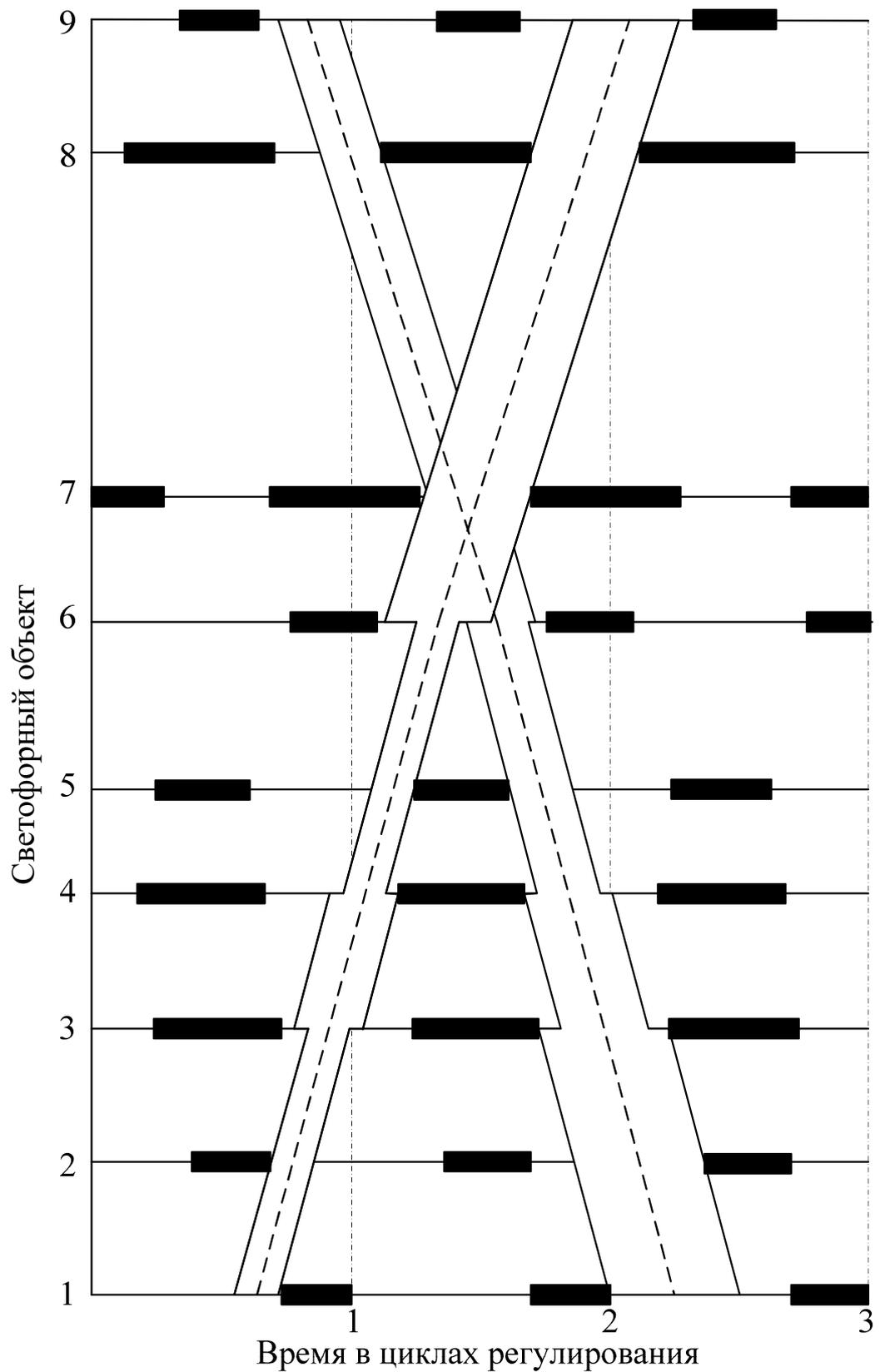


Рисунок 2.3 – Лента времени прогрессии, полученная методом MULTIBAND

Задача оптимизации стоит в минимизации индекса работы всей сети. REALBAND идентифицирует группы автомобилей, обрабатывая данные от детекторов транспорта, а затем предсказывает их движение по сети.

На уровне управления пересечением оптимальная длительность фаз и их последовательность определена алгоритмом COP, причем местная оптимизация ограничена общесетевыми установками. На уровне управления пересечением может выполняться корректировка времени начала и окончания фазы, основываясь на данных о потоке на данной связи.

Оптимизация выполняется на горизонт прогноза путем формирования дерева кандидатов для принятия решения. Ветвь, которая приводит к наименьшей стоимости, выбирается как оптимальный сигнальный план. REALBAND требует начального решения относительно длительности фаз, которое используется как начальное условие. Кроме того, метод эффективен только для свободных условий движения и не подходит для насыщенных состояний транспортного потока.

В основе систем управления, которые минимизируют функцию потерь, использован подход, впервые реализованный в программе TRANSYT. В основе метода лежит мезоскопический инструмент моделирования динамики очереди. TRANSYT оптимизирует сигнальный план путем минимизации индекса потерь (DI),:

$$DI = \sum_{i=1}^n \left\{ (w_{d_i} d_i + K w_{S_i} S_i) + U_i (w_{d_{i-1}} d_{i-1} + k w_{S_{i-1}} S_{i-1}) + QP \right\} \rightarrow \min, \quad (2.6)$$

где d_i – задержка на связи i (связей n) и на дополнительной, определенной пользователем входной связи $i-1$; K – фактор штрафа остановок транспортных средств; S_i – количество остановок на связи i (и так же для связи $i-1$); w_{d_i} , w_{S_i} – определенные для связи весовые факторы для задержки и остановки на связи i (и $i-1$) соответственно; U_i – бинарная переменная, которая принимает значение '1', если для связи была установлена дополнительная надбавка, в противном случае '0'; QP – штраф очереди.

Веса факторов задержки и остановок w_{d_i} , w_{s_i} как правило, соответствуют дополнительному расходу топлива.

Штраф очереди используется для минимизации вероятности блокирования пересечений очередью. При использовании моделирования по связям указанная величина вычисляется следующим образом:

$$QP = QB_i W_q (q_i - qc_i)^2, \quad (2.7)$$

где Q – бинарная переменная, установленная пользователем '1', если штраф очереди включен в DI , в противном случае – '0'; B_i – бинарная переменная, принимающая значение '1', если максимум очереди (q_i) превышает вместимость связи, в противном случае – '0'; W_q – штраф избытка очереди; q_i – вычисленный максимум очереди на связи i ; qc_i – емкость связи i .

Для сверхнасыщенных состояний применяется пошаговое моделирование. В этом случае штраф очереди не может быть вычислен, как указано выше, так как автомобилю не позволяют войти в переполненную связь и $(q_i - qc_i) = 0$. Штраф очереди при пошаговом моделировании определяется следующим образом:

$$QP = Q \cdot W_F \cdot F_i, \quad (2.8)$$

где F_i – число шагов, когда связь переполнена; W_F – общесетевой штраф переполнения очереди.

В TRANSYT используются следующие процедуры оптимизации – движение по градиенту и генетический алгоритм. Сдвиг и продолжительность разрешающих сигналов изменяется в итерационной процедуре, вычисляющей индекс работы и сравнивая его с предыдущим значением для проверки на любое улучшение.

2.2 Методика выделения зон координации

Для выявления зон действия координированного управления используется коэффициент координируемости, на основании которого выделяются зоны координации. Фактор координируемости (*Coordinatability Factor* - *CF*-фактор). *CF*-фактор является эмпирической величиной и определяет целесообразность использования координированного управления светофорными объектами. Значение *CF*-фактора определяется по следующей формуле:

$$CF = \max(CF1, CF2) + A_p + A_v + A_c,$$

Где *CF* - фактор координируемости (*CF*-фактор); *CF1* - фактор координируемости по времени движения (*Initial Coordinatability Factor from Travel Time*); *CF2* – фактор переполнения транспортной связи средним потоком за цикл регулирования (*Initial Coordinatability Factor from Volume per Distance*); *A_p* – фактор наличия групп в цикле регулирования (*Platoon Adjustment*); *A_v* - установленная интенсивность (*Volume Adjustment*); *A_c* - установленная длительность цикла регулирования (*Cycle Length Adjustment*)

Значения *CF*-фактора варьируются в диапазоне от 0 до 100 или выше. При значении *CF*-фактора более 80, то координация светофорных объектов, а при *CF*-факторе менее 20 координация нецелесообразна.

Важным фактором, влияющим на координируемость светофорных объектов, является время движения между ними. Для транспортных связей, время движения по которым превышает 80 с, значение *CF1* принимается равным 0. Для транспортных связей, время движения по которым составляет менее 4 с, возможно возникновение эффекта блокирования и координация светофорных объектов является обязательной. Соответственно значение *CF1* принимается равным 100. Для связей время движения по которым варьируется в диапазоне от 4 до 80 с, значение *CF1* определяется по формуле:

$$CF1 = 100 - \frac{(time - 4) \cdot 100}{76},$$

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

Многие учреждения используют расстояние между пересечениями в качестве единственного критерия для определения координируемости. С учетом времени в пути вместо расстояния учитывает скорость ссылки. Скоростные автобаны требуют координации на больших расстояниях, чем на малой скорости по улицам города.

Фактор переполнения транспортной связи средним потоком за цикл регулирования (*Average Traffic Per Cycle Exceeds Link Distance*). Данный фактор учитывает условие переполнения транспортной связи за цикл регулирования:

$$CF2 = 100 \cdot \frac{\textit{AverageTraffic}}{\textit{StorageSpace}},$$

где $\textit{Average Traffic} = vc$ – средняя интенсивность движения за цикл регулирования, авт./цикл; $\textit{Storage Space}$ – емкость транспортной связи.

Средняя интенсивность движения за цикл регулирования может быть вычислена следующим образом:

$$vc = \frac{q \cdot C}{3600},$$

где q – интенсивность движения, авт./ч; C – длительность цикла регулирования, с.

Емкость транспортной связи $\textit{Storage Space}$ определяется средней длиной автомобилей VL , длиной связи $\textit{LinkDist}$ и количеством полос движения n :

$$\textit{StorageSpace} = \frac{n \cdot \textit{LinkDist}}{VL},$$

Проверка по данному фактору координируемости должен выполняться и для выделенных лево и право поворотных полос.

Фактор наличия групп в цикле регулирования A_p (Platooning of Traffic During the Cycle) выполняет оценку неравномерности поступления автомобилей на связь в цикле регулирования. В том случае если автомобиль будет поступать на транспортную связь равномерно, то эффект от координации будет незначительным.

Если фактор неравномерности *PulseFactor* менее 45, то автомобили в цикле регулирования распределены равномерно. При значении *PulseFactor* равном 100 все автомобили отъезжают от перекрестка в течении 30% от длительности цикла и в этом случае координация будет иметь существенное влияние на задержку.

$$PulseFactor = \frac{v_{30} + v_{60}}{2 \cdot v_c} \cdot 100\%,$$

где v_{30} – объем движения в пиковые 30% цикла регулирования; v_{60} – объем движения в пиковые 60% цикла регулирования; v_c – объем движения за весь цикл.

Корректировка на *CF*-фактора для групп рассчитывается по следующей формуле:

$$A_p = 10 - \frac{(100 - PulseFactor) \cdot 30}{55},$$

При значении *PulseFactor* менее 45 *CF* - фактор уменьшается на 20 баллов, а при *PulseFactor* равном 100 *CF*-фактор увеличивается на 10 баллов.

Данный критерий учитывает интенсивность движения по направлению главной дороги. Значения корректирующего фактора A_v вычисляется по следующим формулам.

$$A_v = (v_2 - 700) / 50, \text{ при } v_2 < 1200,$$

$$A_v = (v_2 - 200) / 100, \text{ при } v_2 < 2200,$$

$$A_v = 20, \text{ при } v_2 \geq 2200,$$

где v_2 – средняя интенсивность движения по связи (с учетом встречного потока), авт./ ч.

Для вычисления значения A_v можно воспользоваться следующей таблицей:

Таблица 2.1

v_2	200	700	1200	1700	2200
A_v	-10	0	10	15	20

Фактор несовместимости длительности циклов A_c проводит оценку совместимости длительности циклов смежных перекрестков, или групп перекрестков, рассчитанных для локального управления. Если два перекрестка имеют одинаковую длительность цикла, то они могут быть скоординированы между собой без увеличения задержки. Несовместимость длительности циклов увеличивает задержку относительно локального управления. Значение A_c лежат в диапазоне от $-30 \leq A_c \leq 0$ и определяется по формуле:

$$A_c = -(\sum IncreaseInCycle)/2$$

IncreaseInCycle – сумма дополнительного времени цикла, необходимая для координации.

Расчет режима работы светофорных объектов производится с учетом возможности их объединения в зоны с скоординированным управлением. Анализ возможности координации определяется с учетом значения коэффициента координируемости. Желательность координации определяется близостью полученного значения коэффициента координируемости к 100.

2.3 Расчет плана координации

Трудоемкость выполнения процедуры расчета сигнальных планов для сети диктует использование специализированных программных средств. Помимо указанной ранее программы Tansyt, для выполнения оптимизационных расчётов и моделирования движения используется программа Synchro.

Программа Synchro позволяет создавать макроскопическое описание графа транспортной сети (рисунок 2.4) .

										Лист
										43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

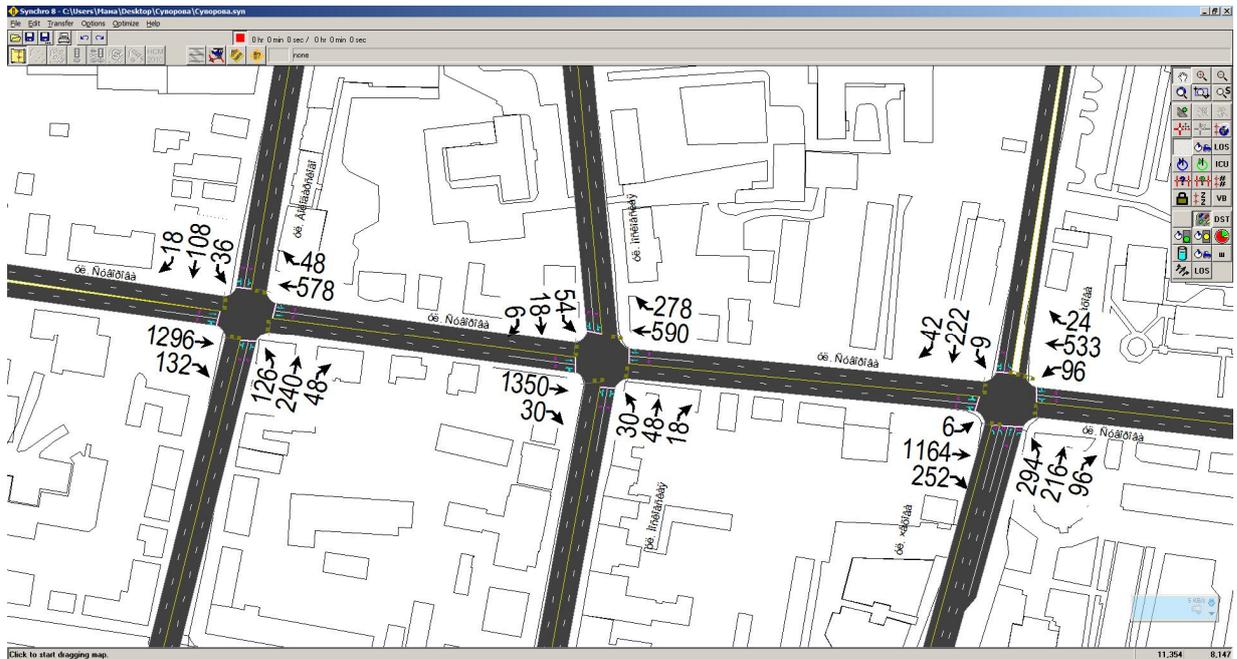


Рисунок 2.4 – Внешний вид транспортной сети в программе Synchro

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 (рисунок 2.5);
- установку схемы движения на регулируемых перекрестках (рисунок 2.6).

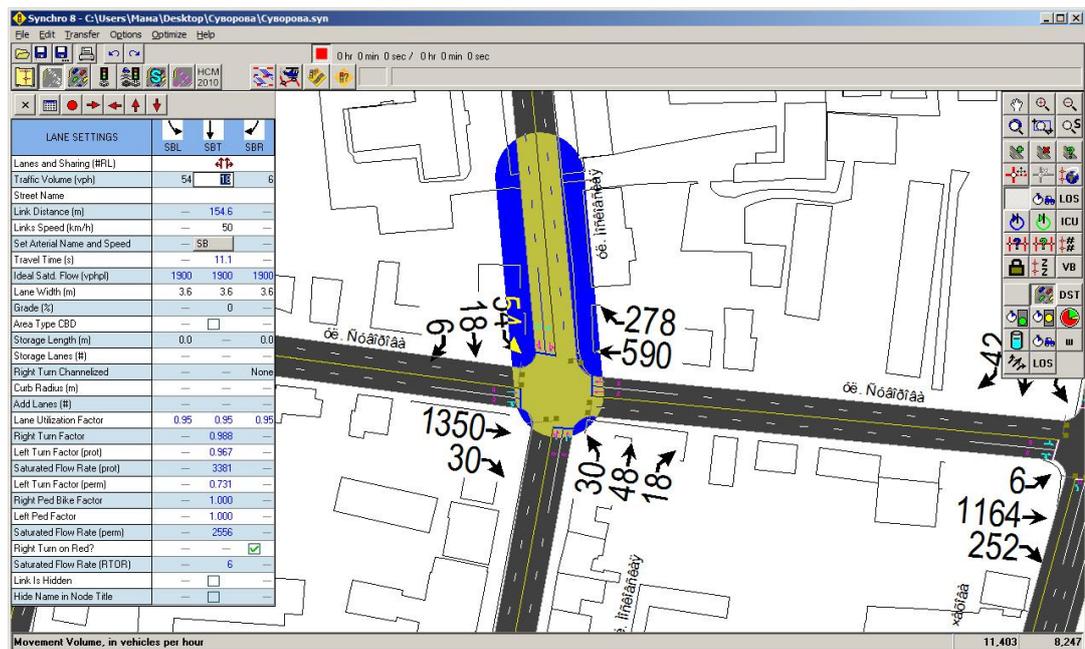


Рисунок 2.5 – Установка специализации полос движения

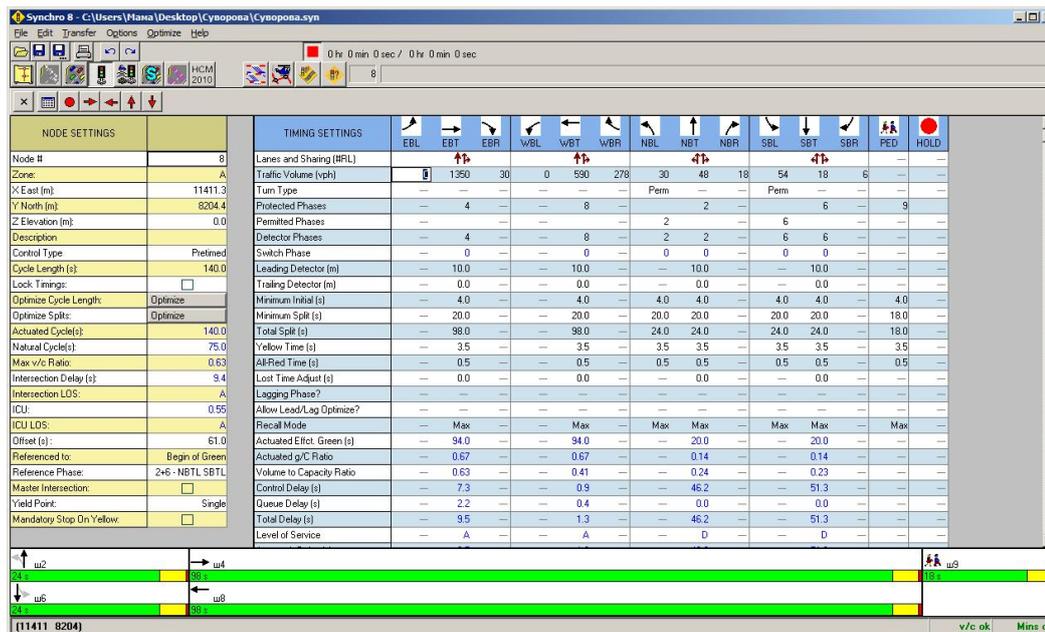


Рисунок 2.6 – Установка схемы движения

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. Программа Synchro позволяет выполнять расчеты как отдельных изолированных пересечений, так и целых сетей.

Для выполнения расчетов планов координации необходимо установить зону координации (например А, В, D или другое) в поле *Zone* свойств светофорного объекта. Программа Synchro может и самостоятельно установить зоны координации на основе собственных эмпирических коэффициентов. Для этого необходимо при расчете оптимального цикла установить переключатель Entire Network в активное положение (рисунок 2.7)

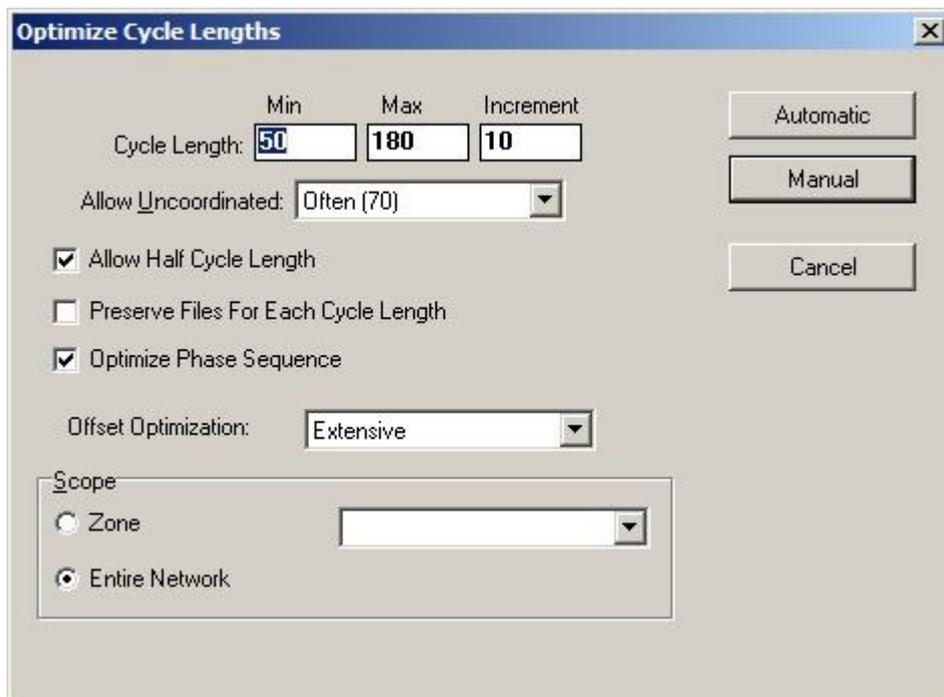


Рисунок 2.7 – Оптимизация длительности цикла в сети

Оптимизация цикла, длительности фаз и сдвига (рисунок 2.11) может производиться совместно с установкой разбиения разрешающего сигнала между фазами (при активном переключатель *Optimize* во вкладке *Split*) и последовательностью фаз (при установленном флаге *Optimize Lead/Lag Phasing*).

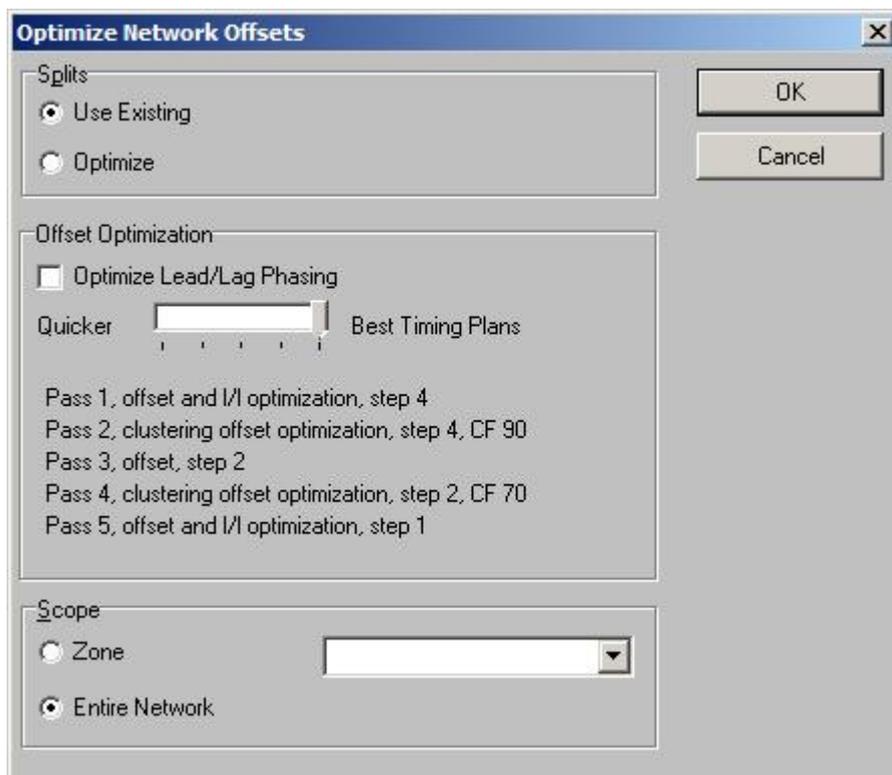


Рисунок 2.11 – Оптимизация сдвигов

В последствие принадлежность светофорного объекта к зоне координации может быть изменена вручную.

Проведенный расчет параметров светофорного цикла и анализ коэффициентов координируемости дал возможность выделение зон координации, приведенных на рисунках 2.8 – 2.10.

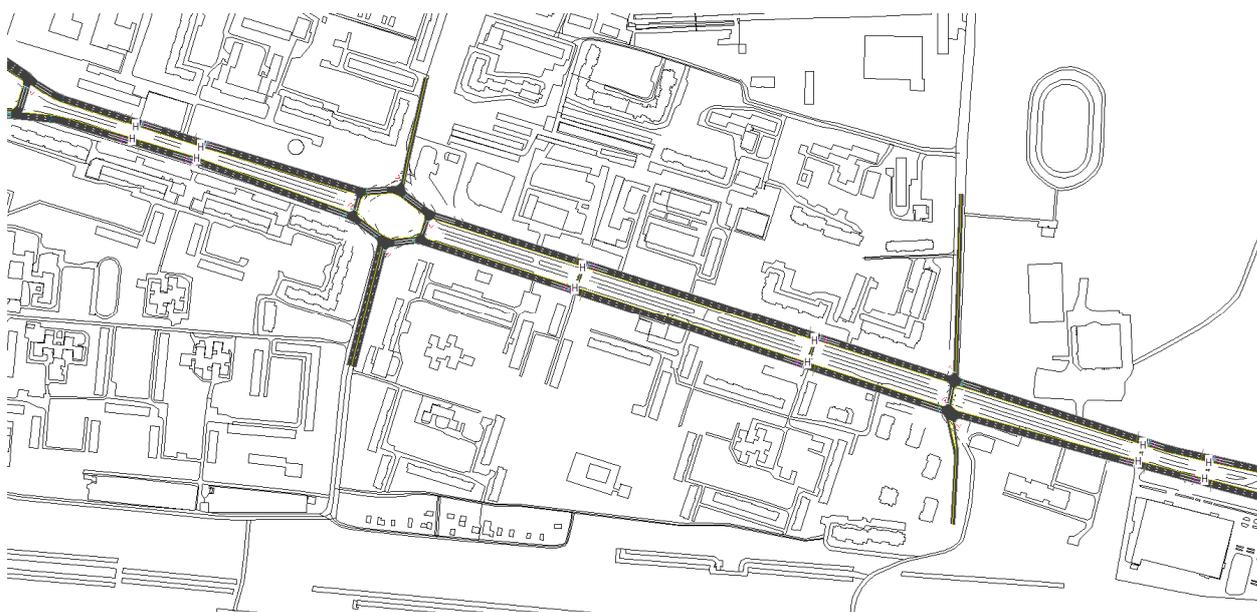


Рисунок 2.8 – Зона координации Н по проспекту Строителей от ул. Лозицкой до ул. Тернопольская

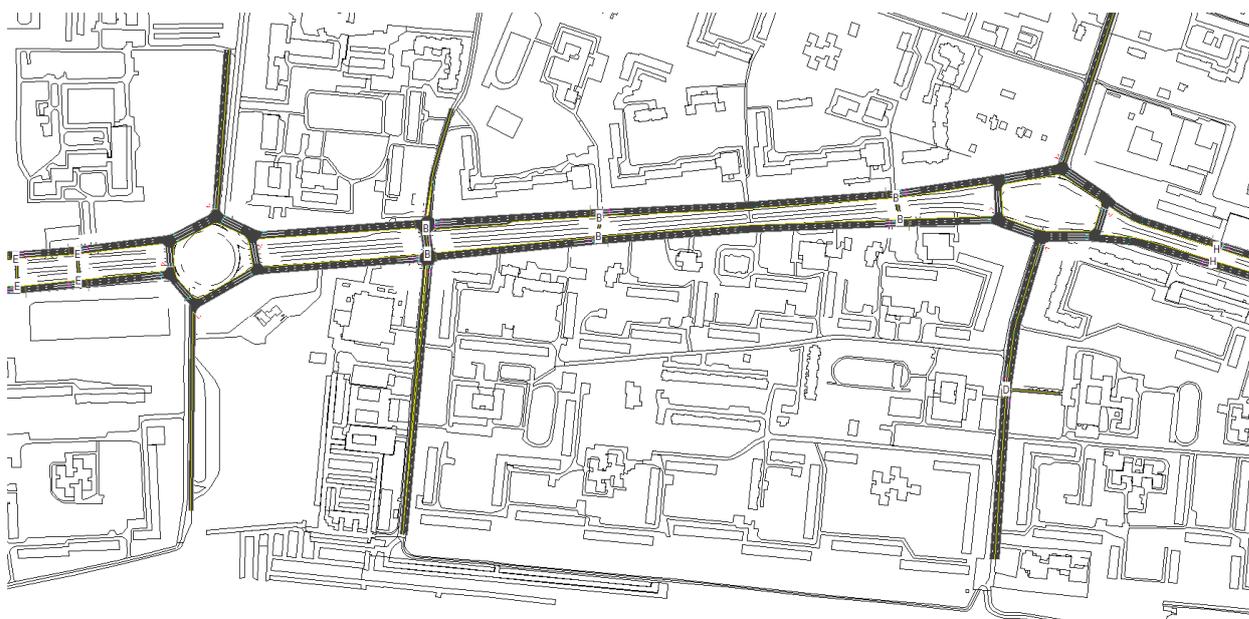


Рисунок 2.9 – Зона координации В по проспекту Строителей от ул. Тернопольская до ул. Стасова

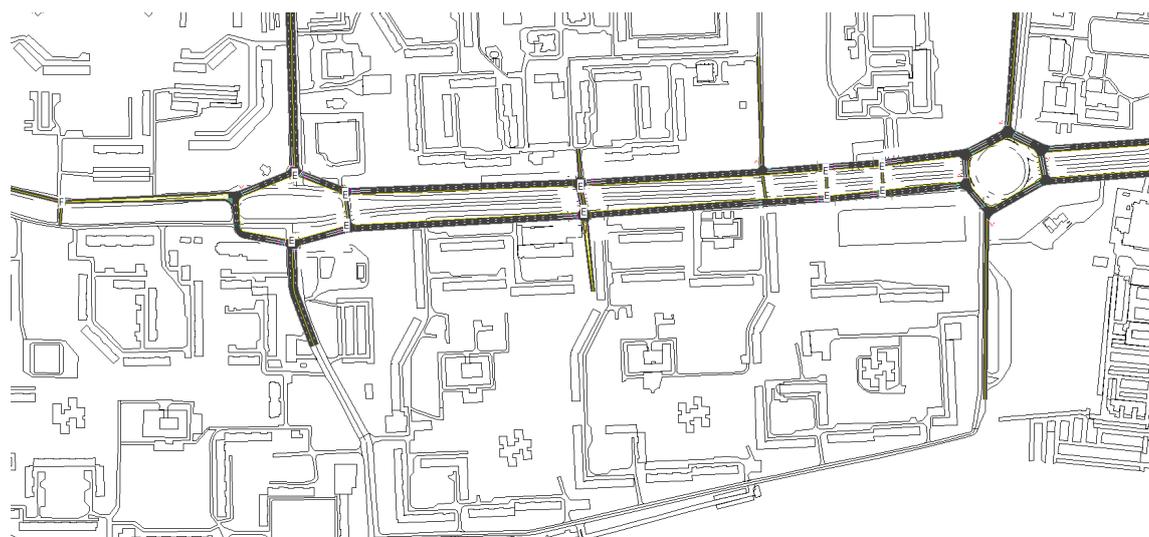


Рисунок 2.10 – Зона координации Е по проспекту Строителей от ул. Стасова до ул. Ладожская

Расчеты показали необходимость использования адаптивного регулирования на пересечении проспекта Строителей с ул. Собинова. В противном случае в утренний час пик на пересечении образуется транспортный затор. Аналогичная ситуация обстоит и со светофорным объектом районе маг. Радуга. Рассчитанные режимы работы светофорных объектов приведены на рисунках 2.11 – 2.12.

Рассчитанные параметры плана координации приведены в таблице 2.2

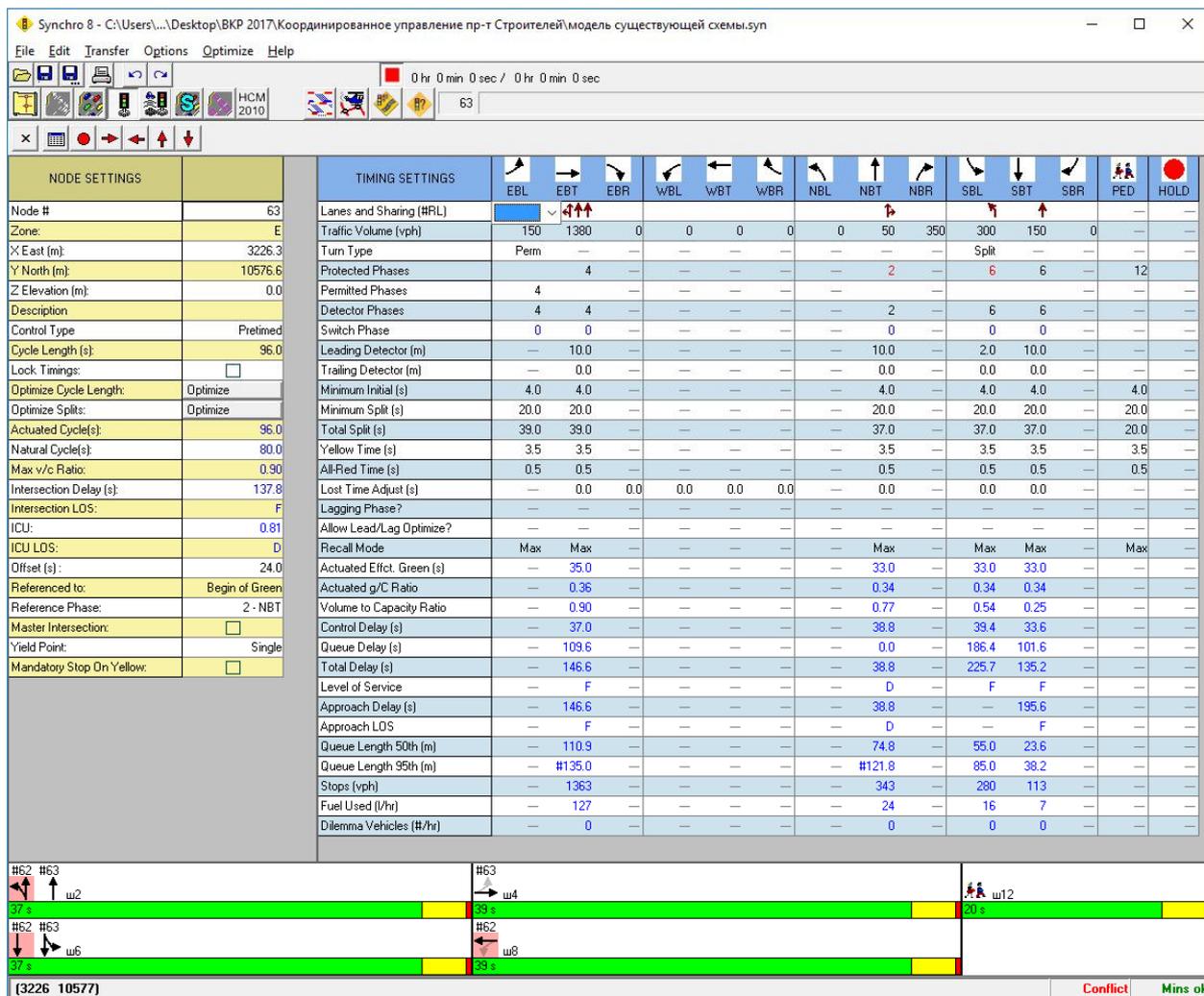


Рисунок 2.11 – Режим работы светофорного объекта на пересечении проспекта Строителей с ул. Собинова

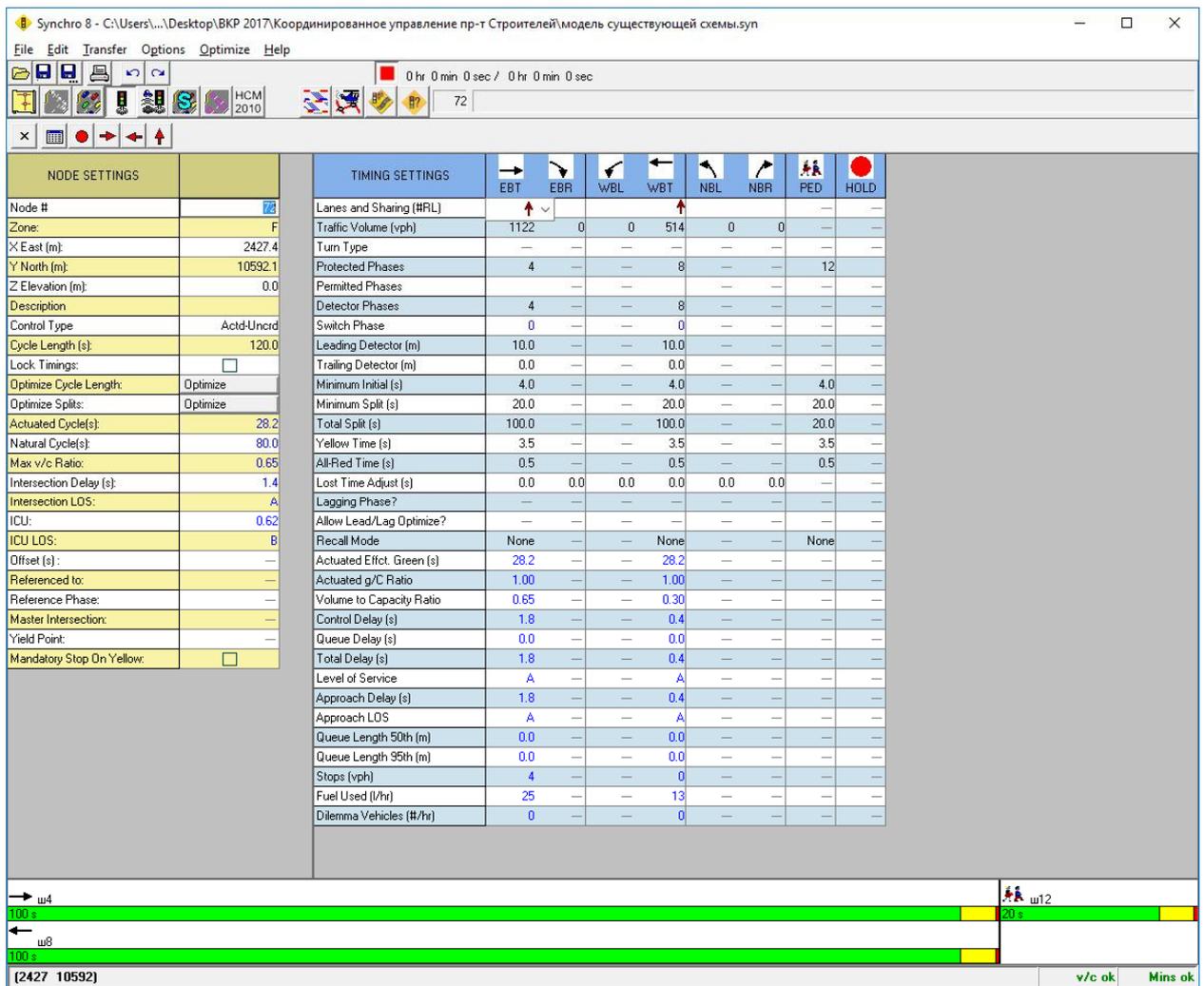


Рисунок 2.1 – Режим работы светофорного объекта в районе маг. «Радуга»

Таблица 2.2

	Светофорный объект	Сдвиг, с	Цикл, с	Зона	Примечание
1.	маг. Радуга	–	120	F	Локальное адаптивное управление
2.	Ул. Лядова	4	90	E	
3.	Ул. Лядова (маг. Спорт-Класс)	80	90	E	
4.	маг. «Планета Земля»	36	90	E	
5.	Д.с. «Буртасы - 1»	70	90	E	
6.	Д.с. «Буртасы - 2»	77	90	E	
7.	Ул. Собинова	–	120	K	Локальное адаптивное управление
8.	ОП «Аптека»	0	120	B	
9.	Маг. «Тополек»	30	120	B	
10.	Товары для женщин - 1	44	116	H	
11.	Товары для женщин - 2	46	116	H	
12.	ПЧ №4	72	116	H	
13.	ТЦ «Онежский»	99	116	H	
14.	ТЦ «Лента»	12	116	H	
15.	ТЦ «Коллаж»	19	116	H	

3 ВОЗДЕЙСТВИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Автомобильный транспорт относится к основным источникам загрязнения окружающей среды. В крупных городах на долю автотранспорта приходится более половины объема вредных выбросов в атмосферу. Несоответствие транспортных средств экологическим требованиям при продолжающемся увеличении транспортных потоков и плохих дорожных условиях приводит к постоянному возрастанию загрязнения атмосферного воздуха, почв и водных объектов. Уровни загрязнения воздуха оксидами азота и углерода, углеводородами и другими вредными веществами на большинстве автомагистралей в 5—10 раз превышают предельно допустимые концентрации. В отдельных районах, особенно в центрах крупных городов автомобильные ДВС играют решающую роль в загрязнении атмосферы.

По оценке Департамента воздушного бассейна в Нью-Йорке, двигатели транспортных средств выделяют в воздух 95,8% содержащейся в нем окиси углерода, 49,5 % углеводородов, 17,4 % окислов азота и 5,2 % двуокиси серы.

Низкий технический уровень отечественных автомобилей и эксплуатация, несоответствующая требованиям национальных стандартов, подтвердили результаты операции «Чистый воздух», проведенной в 1997 году. Практически во всех субъектах Российской Федерации отмечено, что доля автомобилей, эксплуатируемых с превышением действующих нормативов по токсичности и дымности, в среднем составляет 20—25% и в отдельных регионах страны достигает 40%.

Основными причинами сложной экологической обстановки в городах, связанной с эксплуатацией автотранспорта, являются:

- отсутствие надлежащего контроля на предприятиях за соблюдением нормативов государственных стандартов по токсичности и дымности отработавших газов транспортных средств;
- выпуск этилированных автомобильных бензинов, не позволяющих исключить выбросы соединений свинца и использовать каталитические нейтрализаторы;
- слабый контроль за качеством реализуемого моторного топлива;
- недостаточное внимание, уделяемое переводу автотранспорта на менее токсичные виды топлива;
- въезд на территорию городов большегрузного транспорта;
- отсутствие достаточной нормативной базы, низкий эффект экономического механизма управления охраной окружающей среды на транспорте.

В 1992 г. Россия присоединилась к международному Соглашению по экологическим требованиям Правил ЕЭК ООН. Это создало правовую основу для требования от промышленности их выполнения и для транспортного законодательства. Но одних законодательных актов недостаточно для решения экологических проблем. Изготавливаемая автомобильная техника не соответствует Правилам ЕЭК по техническому уровню и прежде всего по топливной экономичности и экологическим показателям. Для выхода из этого тупика требуются новые технические решения и новые организационные мероприятия.

При оценке воздействия автотранспорта на окружающую среду в условиях городов учитываются типы предполагаемых воздействий, приведенные в таблице 3.1. Там же указаны условия, при которых учет данного воздействия обязателен и возможные меры по исключению или смягчению воздействия.

					<i>ВКР-2069059-23.03.01-130620-17</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

Перечень основных воздействий автомобильных дорог и мостовых переходов на окружающую среду

Виды предполагаемых воздействий	Возможные меры по исключению или смягчению воздействия	Условия, при которых учет данного воздействия обязателен
Создание повышенной аварийности на автомобильной дороге и пересечениях с другими дорогами.	Устройство ограждений, разметки, установка дорожных знаков, устройство тротуаров, пешеходных дорожек и переходов, освещения в населенных пунктах.	
Загрязнение воздушной среды, шумовое воздействие при движении потока транспорта.	Проектирование дороги с параметрами, обеспечивающими оптимальный режим движения автомобилей, устройство защитных зеленых насаждений и экранов, строительство обходов населенных пунктов.	При проектировании автомобильных дорог I и II категорий, а также дорог с перспективной интенсивностью движения пунктов и объектов, чувствительных к данному виду воздействия (санатории, дома отдыха, больницы, школы и т.д.).
Загрязнение почв соединениями свинца.	Проектирование дороги с параметрами, обеспечивающими оптимальный режим движение автомобилей, устройство защитных зеленых насаждений и экранов.	При проектировании автомобильных дорог I и II категорий, а также дорог с перспективной интенсивностью движения более 2000 авт/сутки вблизи населенных пунктов и ценных сельскохозяйственных угодий.
Запыление территории.	Проектирование непылящих дорожных одежд, устройство защитных зеленых насаждений, мероприятия по обеспыливанию покрытий.	При проектировании автомобильных дорог с пылящими типами покрытий вблизи населенных пунктов и ценных сельскохозяйственных угодий.
Вибрация зданий и сооружений от движущегося транспорта.	Специальные инженерные мероприятия по защите зданий и сооружений от действия вибрации.	При наличии специальных требований в случаях, когда здания и сооружения расположены ближе 30 метров от кромки проезжей части дороги, а в основании залегают связные грунты пластичной и текучепластичной консистенции.
Загрязнение водных объектов поверхностным стоком с автомобильных дорог и мостов.	Очистка под поверхностного стока, отвод загрязненных вод за пределы пойм водотоков, рассредоточение сбросов по протяжению дороги.	

Автотранспорт является лидером в загрязнении атмосферы городов. Специфика подвижных источников автотранспортного загрязнения проявляется:

- в высоких темпах рост численности автомобилей по сравнению с ростом количества стационарных источников;
- в пространственной рассредоточенности автомобилей. Они распределяются по территории и создают общий повышенный фон загрязнения;
- в непосредственной близости к жилым районам (автомобили заполняют все местные проезды и дворы жилой застройки);
- в более высокой токсичности выбросов автотранспорта по сравнению с выбросами стационарных источников;
- в сложной технической реализации средств защиты от загрязнений на подвижных источниках;
- в низком расположении источника загрязнения от земной поверхности, в результате чего отработавшие газы автомобилей скапливаются в зоне дыхания людей и слабее рассеиваются ветром по сравнению с выбросами от стационарных источников транспорта.

К транспортным загрязнениям относят три типа воздействий [14,15].

- параметрические, связанные с непроизводительными потерями энергии, главным образом выбросы тепла, шум, вибрация, электромагнитные излучения;
- механические, в которые входят прямые силовые действия на элементы среды. Они проявляются в разрушении дорожных конструкций, изменении естественных силовых полей в геологических образованиях, а также проявляется при непосредственных контактах транспортных средств с другими объектами (в том числе в дорожно-транспортных происшествиях);
- ингредиентные, включающие собственно материальные выбросы.

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

В состав отработавших газов входит в основном газообразные вещества и небольшое количество твердых частиц, находящихся во взвешенном состоянии. По характеру воздействия на организм человека вещества, составляющие отработавшие газы, делятся на токсичные и нетоксичные, К нетоксичным веществам относятся: азот, кислород, пары воды и диоксид углерода.

К токсичным веществам относятся оксид углерода (II), углеводороды, оксиды азота, оксиды серы, альдегиды, бенз-(а)-пирен, сажа, свинец и др. Основной вклад в суммарную токсичность отработавших газов карбюраторных двигателей вносят оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, а дизельных - оксиды азота, углеводороды, оксиды серы и сажа. Для сгорания 1 кг топлива необходимо 15 кг воздуха. Отсюда концентрация загрязняющих веществ в отработавших газах карбюраторного двигателя равна 1,9, а дизельного - 0,6% (по массе).

Значения предельно допустимой концентрации токсичных составляющих отработавших газов в воздухе приведены в таблице 3.2.

При необходимости уменьшения ширины распространения загрязнения следует предусматривать защитные зеленые насаждения, экраны, защитные валы □ прокладку автомобильной дороги в выемке.

Выбор защитных мероприятий следует осуществлять на основе технико-экономического сравнения следующих основных вариантов:

- изменение параметров дороги, направленное на повышение средней скорости транспортного потока;
- ограничение движения отдельных типов автомобилей полностью или в отдельные интервалы времени;
- усиление контроля за движением автомобилей с неотрегулированными двигателями по участку, чувствительному к загрязнению воздушной среды, в целях минимизации токсичных выбросов;
- устройство защитных сооружений.

Предельно допустимая концентрация токсичных составляющих
отработавших газов в воздухе населенных мест, мг/м³

Вид вещества	Класс опасности	Среднесуточные предельно допустимые концентрации, мг/м ³
Оксид углерода	4	3,0
Углеводороды	3	1,5
Оксиды азота	2	0,04
Соединения свинца	1	0,0003

Оседающие на покрытия автомобильных дорог пыль, продукты износа покрытий, шин и тормозных колодок, выбросы от работы двигателей автомобилей, материалы, используемые для борьбы с гололедом, пылеподавления и т.д. приводят при смыве дождевыми и талыми водами к насыщению вод поверхностного стока различными загрязняющими веществами, в числе которых взвешенные вещества, нефтепродукты (бензин, дизельное топливо, масла, мазут и др.), которые затем могут попадать в водотоки.

При решении вопросов о необходимости очистки поверхностных сточных вод и при расчетах предельно допустимого сброса загрязняющих веществ в водный объект необходимо руководствоваться следующими нормативными документами:

- Федеральный закон 73-ФЗ «О введении в действие Водного кодекса Российской Федерации», принятый Государственной Думой 12 апреля 2006 года;

- СанПиН 4630-88. «Санитарные Правила и Нормы охраны поверхностных вод от загрязнения».

Оценку загрязнения поверхностного стока (сброса) с автомобильных дорог и выявление необходимости его очистки производится расчетом предельно допустимого сброса веществ в водный объект.

					Лист
					57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Под предельно допустимым сбросом (ПДС) веществ в водный объект понимается масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объема в единицу времени с целью обеспечения качества воды в контрольном пункте.

При расчете ПДС должны учитываться следующее :

- при сбросе сточных (поверхностных) вод в черте города (населенного пункта) требования к составу и свойствам воды водотока или водоема должны относиться к самим сбрасываемым сточным (поверхностным) водам;

- расчет следует выполнять с учетом общих требований к составу и свойствам воды водных объектов и предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воде водных объектов;

- расчетный (контрольный) створ ближайших пунктов водопользования для хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования определяется органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы, но не далее, чем в 500 метров от места выпуска.

Если величина фактического сброса не превышает ПДС может быть допущен сброс поверхностных сточных вод непосредственно в водоток без очистки. В этом случае при проектировании автомобильных дорог и мостовых переходов применяются обычные схемы водоотвода в соответствии с действующими нормами на проектирование и типовыми решениями.

В случаях, когда ФС превышает ПДС, сброс поверхностных сточных вод без очистки в водоток (водоем) не допускается. При очистке следует обеспечивать на выходе из очистного сооружения концентрацию загрязняющих веществ, не превышающую значение предельно допустимой концентрации веществ в поверхностном стоке с учетом смешения с водой водотока.

					<i>ВКР-2069059-23.03.01-130620-17</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Таблица 3.3

Перечень предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в воде водных объектов рыбохозяйственного значения

Наименование веществ	Предельно допустимые концентрации (ПДК), мг/л
Взвешенные вещества	Концентрация взвешенных веществ в водотоке в бытовых (природных) условиях в мг/дм ³ +0,25 мг/дм ³ для водотоков высшей и 1 категории водопользования и плюс 0,75 мг/дм ³ для 2 категории водопользования.
Нефтепродукты	0,05
Свинец	0,1

Пылеобразование на автомобильных дорогах происходит в результате износа покрытия, внесения колесами автомобиля на проезжую часть грязи и пыли, а также износа автопокрышек. На интенсивность пылеобразования влияют физико-механические свойства материала и состояние покрытия, скорость движения автотранспорта, вес, габариты и тип движущихся по дороге автомобилей, погодно-климатические условия в районе проложения трассы.

Дорожные покрытия делятся на пылящие и непылящие. К непылящим покрытиям относятся: асфальтобетонные и цементобетонные. К пылящим - щебеночные, гравийные, грунтовоулучшенные, а также покрытия из отходов камнедробления, шлаков и других отходов, необработанных вяжущими материалами.

По степени пылеобразующей способности пылящие покрытия подразделяются на три категории: слабопылящие, среднепылящие и сильнопылящие.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР-2069059-23.03.01-130620-17	Лист
						59

Таблица 3.4

Категория способности к пылеобразованию

Категория способности к пылеобразованию	Ориентировочное пылевыведение, в мг/м ³	Очередность борьбы с пылью
Сильнопылящие	более 60	первая
Среднепылящие	10-60	вторая
Слабопылящие	менее 10	третья

Основным критерием качества воздуха при пылевыведении покрытий на автомобильных дорогах является коэффициент запыленности Кпл. Допустимые значения предельнодопустимых концентраций пыли приведена в таблице 4.5

Мероприятия по снижению запыленности воздуха осуществляют в населенных пунктах при $K_{пл}^{нп} > 1$, в рабочей зоне при $K_{пл}^{рз} \geq 12$.

К защитным мероприятиям относят устройство зеленых насаждений (деревья, кустарники, травы); в качестве временных мероприятий могут использоваться заборы и щиты из недефицитных и недорогих материалов и отходов промышленности.

Таблица 3.5

Значения предельно допустимых концентраций пыли

Объект	Материал покрытия (горная порода)	$C_{пдк}$
Населенный пункт	не нормируется	0,15
Рабочая зона	гранит, сионит, базальт, габбро, трахит, гнейс и др.	2,0
	известняк, мергель, доломит	6,0

Защитная эффективность зеленых насаждений в значительной степени зависит от плотности посадок и вида растений. Для защиты от пыли рекомендуются двухрядные плотные посадки деревьев с низким штамбом и густой кроной и одного ряда кустарников высотой 1,5 м. Такая конструкция пылезащитной полосы при расположении от дороги на расстоянии) 5-20 м задерживает до 80-90% пыли. В связи с тем, что травяная растительность

хорошо задерживает пыль, ее следует сохранять в полосе отвода как перед полосой защиты, так и между ее рядов. Зеленые насаждения следует предусматривать из видов растений местной флоры, наиболее устойчивых к воздействию пыли.

Оценка уровня шумового воздействия транспорта на окружающую среду производится при наличии в зоне влияния дороги мест, чувствительных к шумовому воздействию селитебных и промышленных территорий населенных пунктов, санитарно-курортных зон, территорий сельскохозяйственного назначения (при наличии специальных требований), заповедников, заказников, а также в других случаях специально обусловленных заданием на проектирование.

Возникающий при движении транспортных средств шум ухудшает качество среды обитания человека и животных на прилегающих к дороге территориях. Шум действует на нервную систему человека, снижает трудоспособность, уменьшает сопротивляемость сердечно-сосудистым заболеваниям.

Уровень звукового давления определяется по формуле:

$$L_p = 10 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right),$$

где L_p -уровень звукового давления в дБ;

P -интенсивность действующего звука (шума), Вт/м²;

P_0 -интенсивность звука, соответствующая порогу слышимости при частоте звука 1000 Гц; принимается равным 10-12 Вт/ м².

Оценку производственного шума проводят по величине эквивалентного уровня измерением в дБА, что позволяет учесть неоднородность интенсивности шума во времени.

Величина эквивалентного уровня транспортного шума, образующегося на эксплуатируемой дороге зависит от следующих факторов:

Транспортные факторы:

						ВКР-2069059-23.03.01-130620-17	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			61

- количество транспортных средств (интенсивность движения);
- состав движения;
- эксплуатационное состояние транспортных средств;
- объем и характер груза;
- применение звуковых сигналов.

Дорожные факторы:

- плотность транспортного потока;
- продольный профиль (подъемы, спуски);
- наличие и тип пересечений и примыканий;
- вид покрытия, шероховатость;
- ровность покрытия;
- поперечный профиль, наличие насыпей и выемок;
- число полос движения;
- наличие разделительной полосы;
- наличие остановочных пунктов для транспорта.

Природно-климатические факторы:

- атмосферное давление;
- влажность воздуха;
- температура воздуха;
- скорость и направление ветра, турбулентность воздушных потоков;
- осадки.

Предельные значения шумового воздействия приведены в таблице 5.7.

Если установленные предельные значения превышены, следует применять мероприятия и сооружения защиты от шума. Рекомендуются следующие мероприятия:

- устройство древесно-кустарниковой полосы;
- применение шумозащитных барьеров, валов;
- прокладка трассы дороги в выемке;
- перенос трассы дороги.

Таблица 3.6

Характер территории	Предельно допустимые уровни шума, дБА	
	с 23 до 7 часов (ночь)	с 7 до 23 часов (день)
Селитебные зоны населенных мест	45	60
Промышленные территории	55	65
Зоны массового отдыха и туризма	35	50
Санаторно-курортные зоны	30	40
Территории сельскохозяйственного назначения	45	50
Территории заповедников и заказников	до 30	до 35

Движение автомобиля по дороге сопровождается процессом вибрации, который воздействует через механическую систему на человека, пользующегося автомобилем, и через дорожную конструкцию на здания и сооружения, находящиеся в зоне воздействия.

Интенсивность вибрации, передающейся зданиям и сооружениям в придорожной зоне □ зависит от количества тяжелых грузовых автомобилей, их скорости, ровности дорожного покрытия, конструкции дорожной одежды, типа подстилающего грунта.

Интенсивность вибрации характеризуется ускорением. Частота вибрации от транспортных нагрузок составляет 10-40 Гц.

В высокопористых водонасыщенных грунтах интенсивность и дальность распространения вибрации в 2-4 раза выше, чем в песчаных или плотных скальных (обломочных) грунтах. При наличии в дорожной одежде слоев из зернистых несвязных материалов ускорение вибрации снижается в 1,5-2 раза.

Специальные расчеты на вибрацию и защитные сооружения могут потребоваться при нахождении сейсмочувствительных зданий и сооружений или особых видов производства в зоне действия вибрации (как правило до 30 м

от кромки проезжей части). В этих случаях расчеты выполняются в соответствии с методами учета сейсмических воздействий.

В случаях превышения величины вибрационного ускорения (частоты, амплитуды колебаний), уровня, допустимого для данного объекта, проектом должны быть предусмотрены виброзащитные экраны.

Виброзащитные экраны представляют собой траншеи шириной 0,5-1,0 м глубиной 3-5 м (но не менее глубины заложения фундамента сооружения) заполненные зернистым (щебень, гравий) материалом или материалом существенно отличающейся от грунта плотностью (шлак, аглопорит и т.п.). Защитные экраны устраивают по возможности ближе к проезжей части дороги.

При правильном назначении параметров защитных экранов они могут уменьшить ускорение вибрации в 5-10 раз.

Вследствие потерь энергии энергетическими системами и приборами автотранспортного средства возникает электромагнитное излучение. Электромагнитное излучение имеет существенное значение при высокой интенсивности движения и наличии непрерывных потоков в несколько рядов. Установлено вредное влияние сильных полей высокочастотных излучений на организм человека. Для электромагнитных излучений высокой частоты установлен предельно допустимый уровень мощности - 1 мк Вт/см². Электромагнитное излучение автотранспорта является источником радиопомех.

Действующие стандарты ограничивают электромагнитное излучение автомобилей по всем параметрам. Они учитываются при конструировании энергетических систем автомобиля, при применении помехоподавляющих устройств.

Наиболее действенными способами снижения электромагнитного излучения транспортного потока является обеспечение непрерывного без пересечений в одном уровне движения, что позволяет снизить интенсивность

излучения на 15-30 % и увеличение скорости движения, которое позволяет снизить интенсивность излучения до 20 %.

При движении по изношенным покрытиям, имеющим разрушения и неровности интенсивность электромагнитных излучений может возрасти в несколько раз.

В обычных условиях для дорог I-III категорий интенсивность электромагнитного излучения автотранспортного потока не достигает установленных пределов за границами полосы отвода. В случаях размещения на ее территории рабочих мест людей или оборудования, чувствительного к радиопомехам, в проекте строительства должна быть учтена стоимость специальных защитных устройств (экраны, кожухи и т.п.).

										<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						65

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К недостаткам существующей системы координированного управления по проспекту Строителей следует отнести следующие факторы:

– для обеспечения максимальной ширины ленты времени безостановочного движения длительность светофорного цикла установлена максимальной и пропуск пешеходов через проезжую часть происходит в два этапа, что снижает безопасность движения;

– в результате установки не обоснованной длительности светофорного цикла и стремления обеспечить ленту времени по всему проспекту Строителей нарушены условия формирования группового движения автомобилей;

– в результате отсутствия разрывов в транспортном потоке серьезно ухудшились условия выхода транспортных потоков на проспект Строителей. Это ведет к повышению риска возникновения ДТП и образованию транспортных заторов. Особенно сложная ситуация на пересечении с ул. Стасова, где заторы носят систематический характер.

Для решения указанных недостатков выполнена оптимизация структуры зон координированного управления и длительности светофорного цикла. Установлена целесообразность выделения 3 зон координации и перевода двух светофорных объектов в режим локального адаптивного управления на период пиковой загрузки. В межпиковые периоды

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ВКР-2069059-23.03.01-130620-17

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила установки дорожных знаков на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1978. – 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.: 1995. – 143 с.
5. Аксенов В.А., Попова Е.П., Дивочкин О.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения. – М.: Транспорт, 1987.–128с.
6. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения Учеб. для вузов 5-е изд., переработано и дополнено. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
7. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения.Учеб. для ВУЗов. – М.: Транспорт, 1990. – 255 с.
8. Попова Е.П. Луковецкий М.А. Определение экономической эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения. – М.: МАДИ, 1988 – 96 с.
9. Лукьянов Е.В. Безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1978.
- 10.Правила дорожного движения. – М.: Транспорт, 1994. – 125 с.
- 11.Васильев А. П., Фримштейн М.И. Управление движением на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1979. – 175 с.
- 12.Шевяков А.П. Организация движения на автомобильных магистралях. – М.: Транспорт, 1985. – 95 с.
- 13.Рекомендации по применению дорожных знаков. – М.: МВД СССР, ВНИИБД, 1982. – 83 с.

										<i>ВКР-2069059-23.03.01-130620-17</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>							<i>67</i>

14. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учеб. для вузов/ Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 2001.–273 с.
15. Луканин В.Н., Буслаев А.П., Яшина М.В. Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Н. Луканина.– М.: ИНФРА–М, 2001.–646 с.
16. ВСН 8-89 «Инструкция по охране природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог»
17. ГОСТ 21393-75 «Автомобили с дизелями. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений. Требования безопасности»
18. ГОСТ 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств»
19. ГОСТ 8.513-84 «Проверка средств измерения. Государственная система обеспечения единства измерений»
20. ГОСТ 17.2.2.03-87 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерения содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями. Требования безопасности»
21. ОДМ № ОС-482-р «Руководство по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства»

ПРИВЯЗКА РАЙОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ К УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

Положение на карте г. Пензы

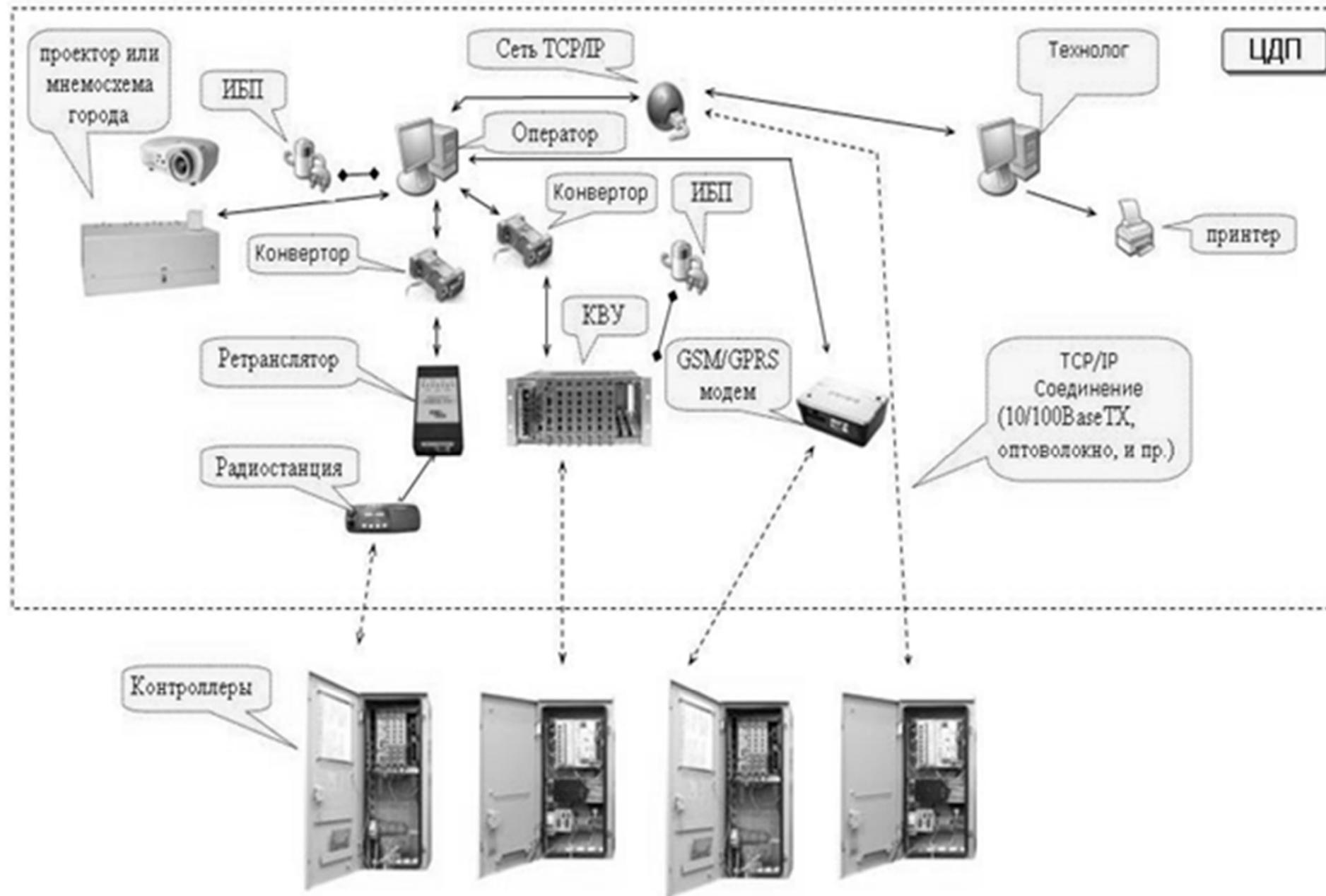


Спутниковый снимок района проектирования



					ВКР-2069059-23.03.01-130620-17					
					<i>Совершенствование координированного управления по проспекту Строителей г. Пензы</i>					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>Привязка района проектирования к улично-дорожной сети</i>	<i>Литер</i>			<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Зав.Каф.	Ильина И.Е.					В	К	Р	1	6
Руковод.	Власов А.А.									
Н.контр.	Ильина И.Е.				ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41					
Студент	Иванчин Д.Ю.									

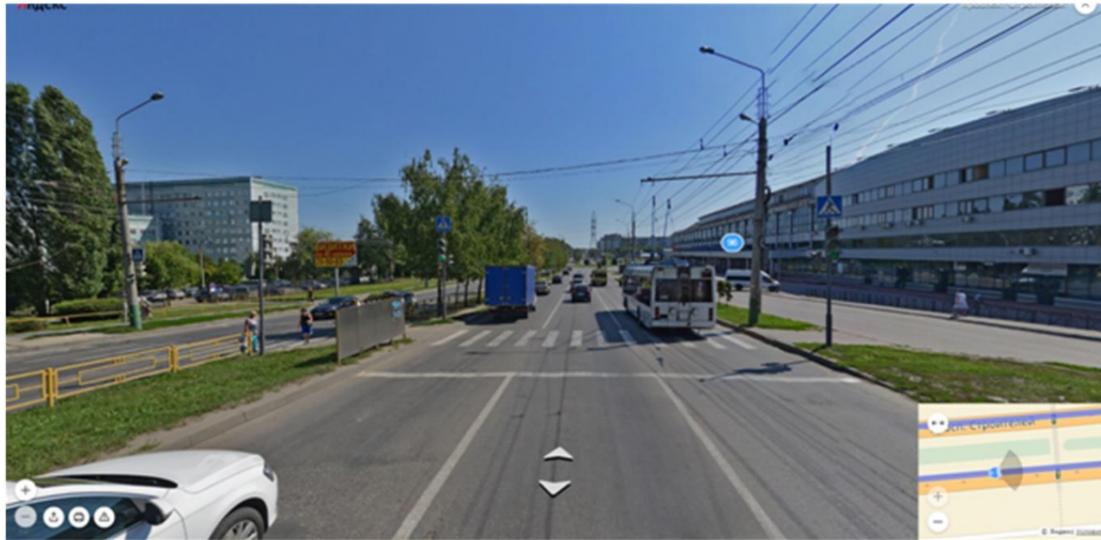
СУЩЕСТВУЮЩАЯ АСУДД В Г. ПЕНЗЕ



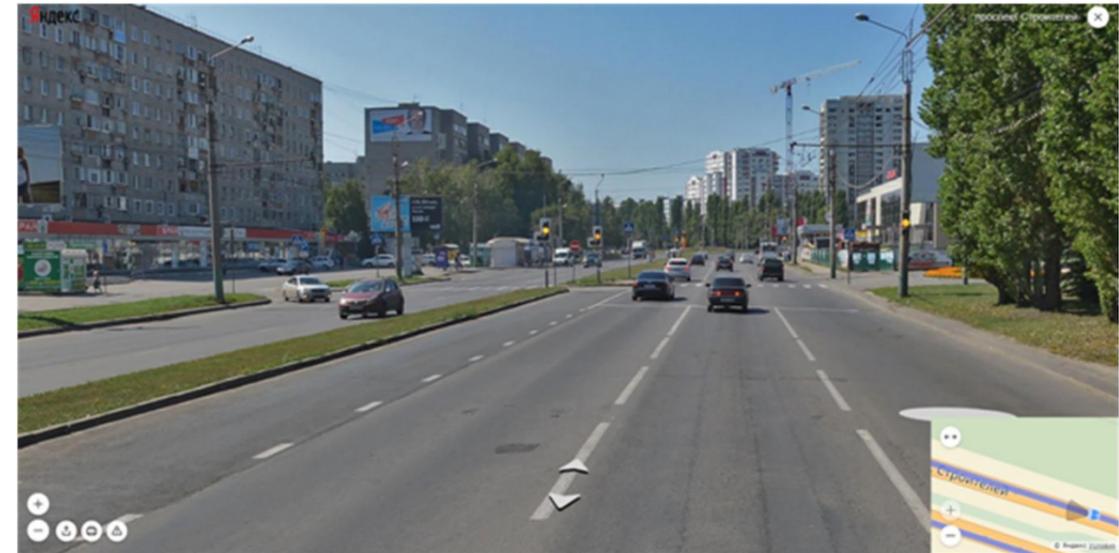
					ВКР-2069059-23.03.01-130620-17					
					Совершенствование координированного управления по проспекту Строителей г. Пензы					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Существующая АСУДД в г. Пензе			Литер	Лист	Листов
Зав.Каф.	Ильина И.Е.							В	К	Р
Руковод.	Власов А.А.									
Н.контр.	Ильина И.Е.							ПГУАС Каф. ОБД группа ТТП-41		
Студент	Иванчин Д.Ю.									

ОБУСТРОЙСТВО СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Обустройство светофорных объектов объекта в районе спорткомплекса «Буртасы»



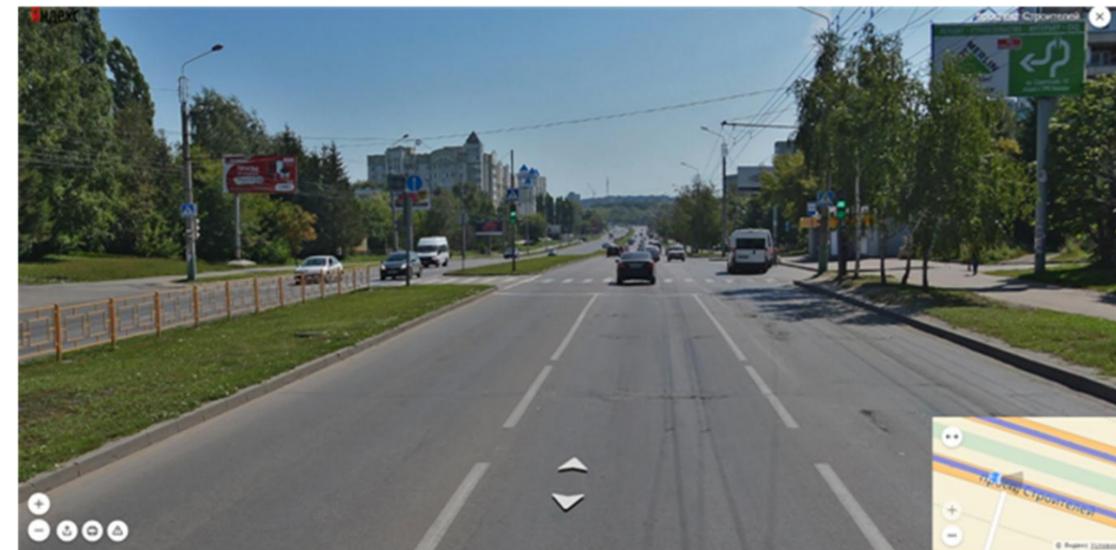
Обустройство второго светофорного объекта объекта в районе остановочного пункта «Товары для женщин»



Обустройство светофорного объекта объекта в районе ул. Собинова



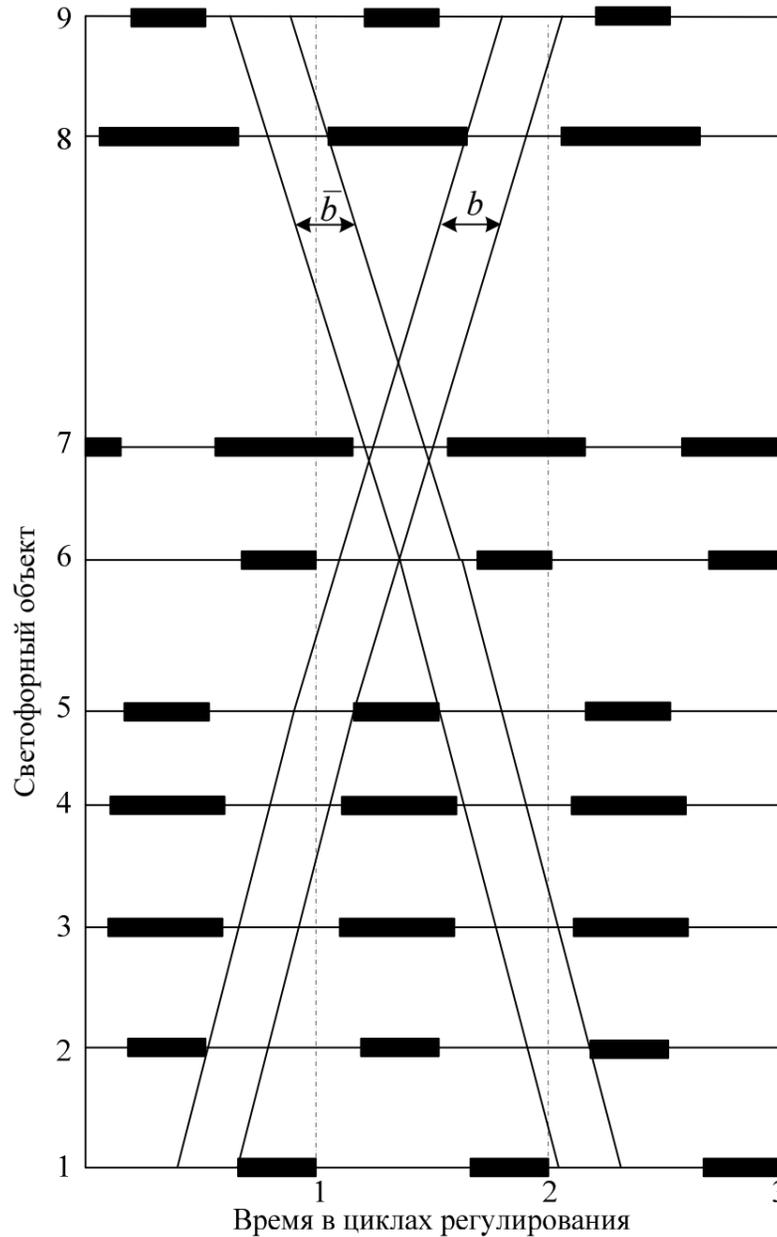
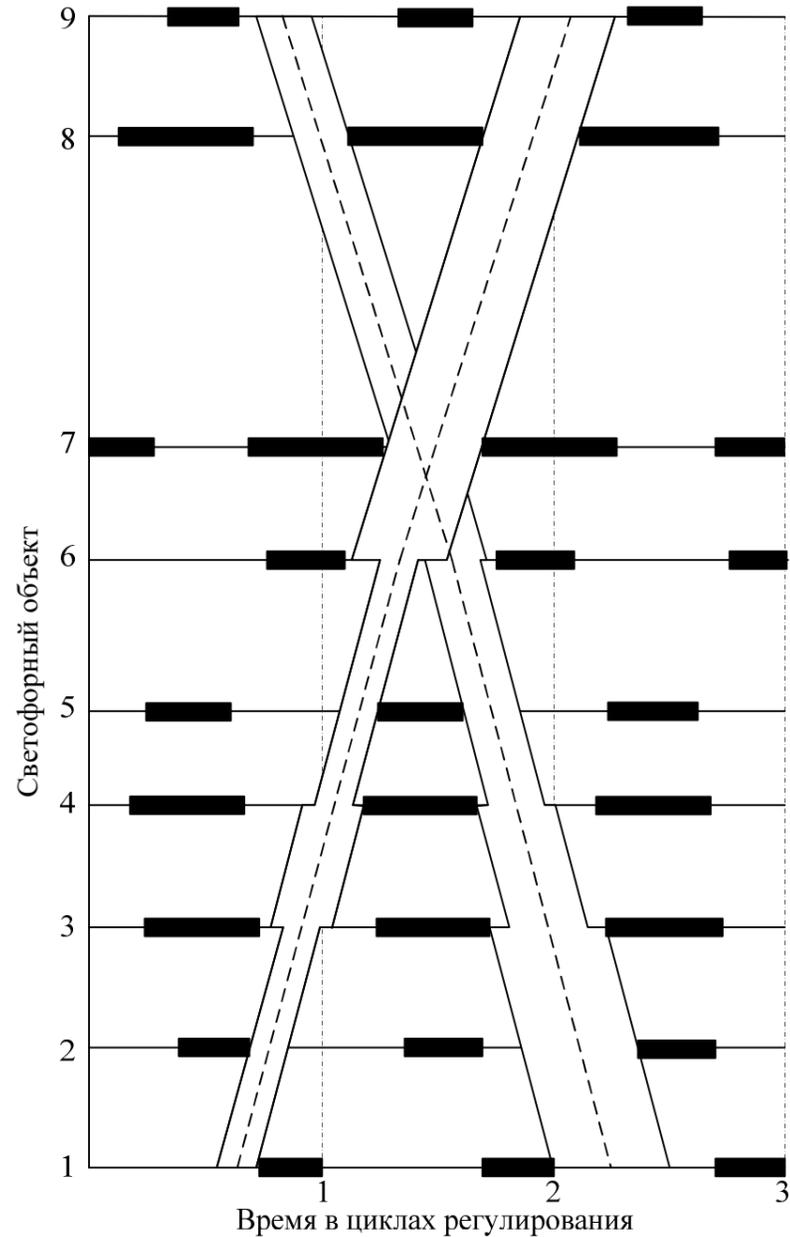
Обустройство светофорного объекта объекта в районе ПЧ №4



					ВКР-2069059-23.03.01-130620-17					
					Совершенствование координированного управления по проспекту Строителей г. Пензы					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Обустройство светофорных объектов	Литер			Лист	Листов
Зав.Каф.	Ильина И.Е.					В	К	Р		
Руковод.	Власов А.А.									
Н.контр.	Ильина И.Е.				ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41					
Студент	Иванчин Д.Ю.									

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПЛАНОВ КООРДИНАЦИИ

Максимизации ширины ленты времени



Минимизация индекса потерь

$$DI = \sum_{i=1}^n \{ (w_{d_i} d_i + K w_{S_i} S_i) + U_i (w_{d_{i-1}} d_{i-1} + k w_{S_{i-1}} S_{i-1}) + QP \} \rightarrow \min$$

где d_i – задержка на связи i (связей n) и на дополнительной, определенной пользователем входной связи $i-1$;

K – фактор штрафа остановок транспортных средств;

S_i – количество остановок на связи i (и так же для связи $i-1$);

w_{d_i}, w_{S_i} – определенные для связи весовые факторы для задержки и остановки на связи i (и $i-1$) соответственно;

U_i – бинарная переменная, которая принимает значение '1', если для связи была установлена дополнительная надбавка, в противном случае '0';

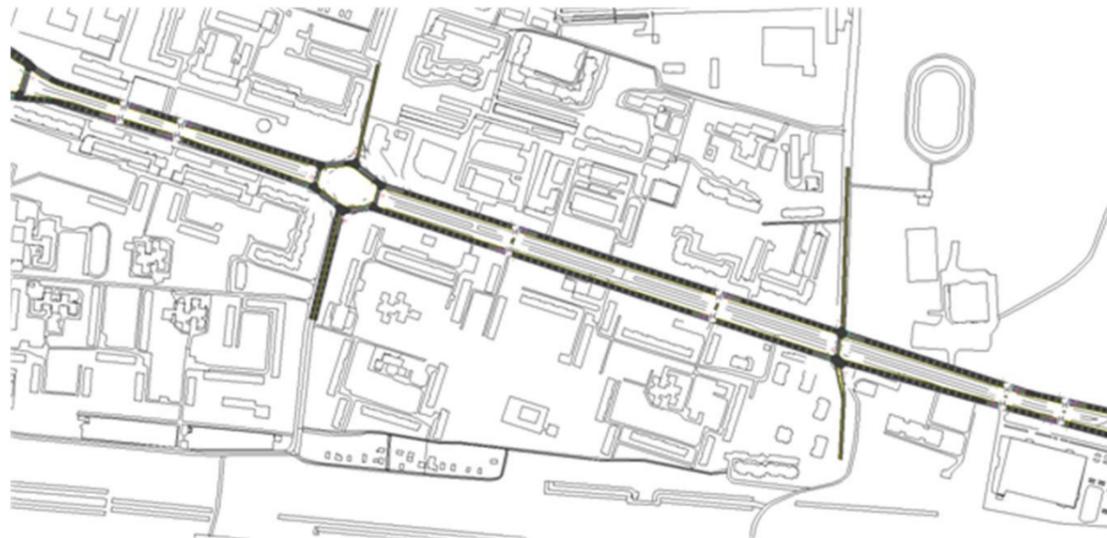
QP – штраф очереди.

$$\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (a_i b_i + \bar{a}_i \bar{b}_i) \rightarrow \max$$

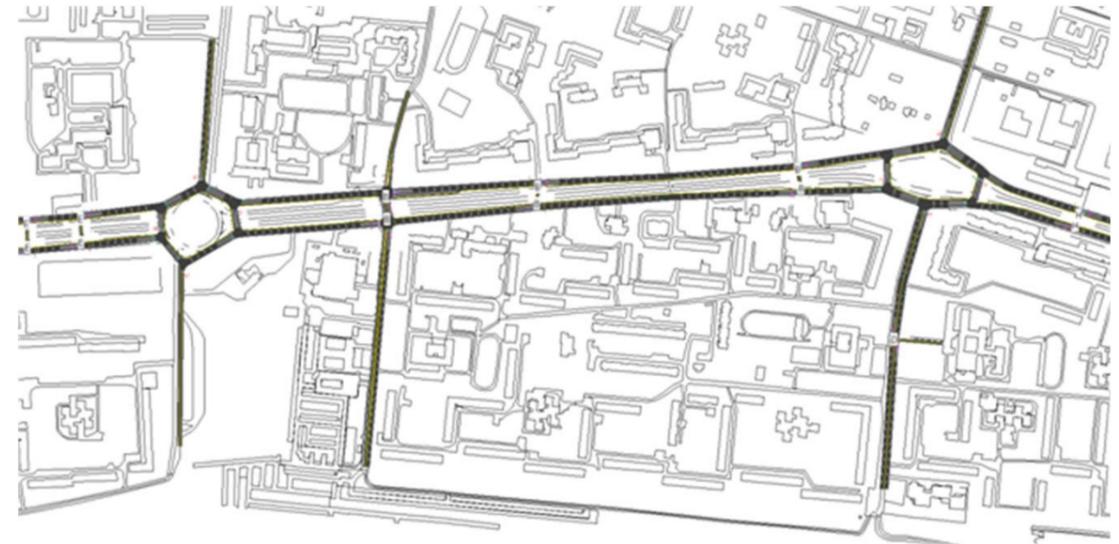
					ВКР-2069059-23.03.01-130620-17					
					Совершенствование координированного управления по проспекту Строителей г. Пензы					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Методы расчета планов координации			Литер	Лист	Листов
Зав.Каф.	Ильина И.Е.							В	К	Р
Руковод.	Власов А.А.									
Н.контр.	Ильина И.Е.							ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41		
Студент	Иванчин Д.Ю.									

ЗОНЫ КООРДИНАЦИИ

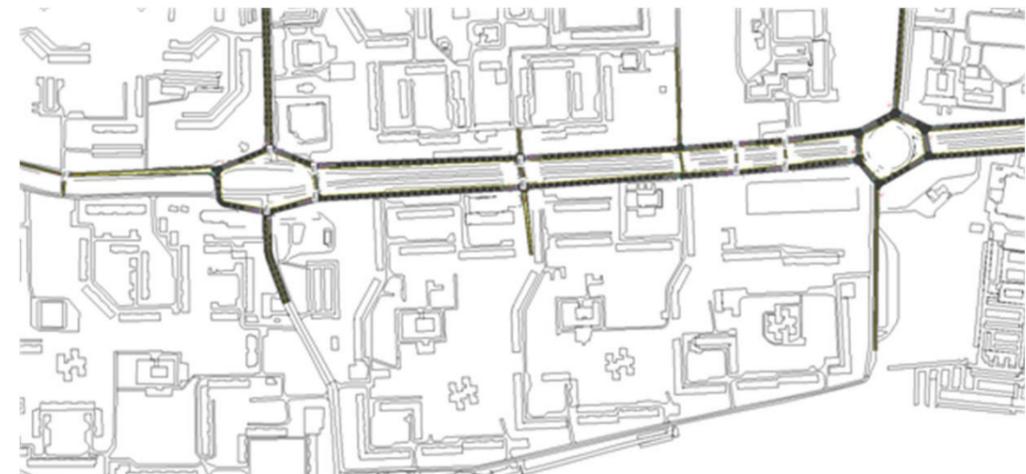
Зона координации Н по проспекту Строителей от ул. Лозицкой до ул. Тернопольская



Зона координации В по проспекту Строителей от ул. Тернопольская до ул. Стасова



Зона координации Е по проспекту Строителей от ул. Стасова до ул. Ладожская



Фактор координируемости (*Coordinatability Factor* - CF-фактор)

$$CF = \max(CF1, CF2) + A_p + A_v + A_c$$

Где CF - фактор координируемости (CF -фактор);

$CF1$ - фактор координируемости по времени движения (*Initial Coordinatability Factor from Travel Time*);

$CF2$ – фактор переполнения транспортной связи средним потоком за цикл регулирования (*Initial Coordinatability Factor from Volume per Distance*);

A_p – фактор наличия групп в цикле регулирования (*Platoon Adjustment*);

A_v - установленная интенсивность (*Volume Adjustment*);

A_c - установленная длительность цикла регулирования (*Cycle Length Adjustment*)

					ВКР-2069059-23.03.01-130620-17					
					Совершенствование координированного управления по проспекту Строителей г. Пензы					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Зоны координации			Литер	Лист	Листов
Зав.Каф.	Ильина И.Е.							В	К	Р
Руковод.	Власов А.А.									
Н.контр.	Ильина И.Е.							ПГУАС Каф.ОБД группа ТТП-41		
Студент	Иванчин Д.Ю.									

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТ ПЛАНА КООРДИНАЦИИ

	Светофорный объект	Сдвиг, с	Цикл, с	Зона	Примечание
1.	маг. Радуга	—	120	F	Локальное адаптивное управление
2.	Ул. Лядова	4	90	E	
3.	Ул. Лядова (маг. Спорт-Класс)	80	90	E	
4.	маг. «Планета Земля»	36	90	E	
5.	Д.с. «Буртасы - 1»	70	90	E	
6.	Д.с. «Буртасы - 2»	77	90	E	
7.	Ул. Собинова	—	120	K	Локальное адаптивное управление
8.	ОП «Аптека»	0	120	B	
9.	Маг. «Гополек»	30	120	B	
10.	Товары для женщин - 1	44	116	H	
11.	Товары для женщин - 2	46	116	H	
12.	ПЧ №4	72	116	H	
13.	ТЦ «Онежский»	99	116	H	
14.	ТЦ «Лента»	12	116	H	
15.	ТЦ «Коллаж»	19	116	H	

					ВКР-2069059-23.03.01-130620-17			
					Совершенствование координированного управления по проспекту Строителей г. Пензы			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Зав.Каф.	Ильина И.Е.				Результаты расчет плана координации	Литер		
Руковод.	Власов А.А.					В	К	Р
						6	6	
Н.контр.	Ильина И.Е.				ПГУАС			
Студент	Иванчин Д.Ю.				Каф.ОБД группа ТТП-41			