

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Факультет

Кафедра

машиностроения и транспорта
(наименование)

«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

Моделирование обустройства двухуровневой развязки на
пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской города Пензы

Студент

(подпись, дата)

Кобзев Андрей
Вячеславович
(ФИО полностью)

Руководитель работы:

ст. преподаватель

(подпись, дата)

Щербаков А.Н.
(фамилия, инициалы)

Нормоконтролер: к.т.н.,
доцент

(подпись, дата)

Логинов О.Н.
(фамилия, инициалы)

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

Заведующий кафедрой: д.т.н.,

профессор

(подпись, дата)

Салмин В.В.
(фамилия, инициалы)

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

Секретарь ГЭК: к.т.н., доцент

(подпись, дата)

Метальникова О.К.
(фамилия, инициалы)

Пенза 2017

РЕФЕРАТ

Кобзев, А.В. Моделирование обустройства двухуровневой развязки на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской города Пензы / Андрей Вячеславович Кобзев. – Пенза: ПГУ, 2017. – 78 страниц, 3 части, 29 рисунков, 12 таблиц, 28 источников, 1 приложение.

ПУТЕПРОВОД, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТРАНСПОРТНЫЕ РАЗВЯЗКИ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ, КОНФЛИКТНЫЕ ТОЧКИ, ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ, ДОРОЖНЫЕ ЗНАКИ, ДОРОЖНАЯ РАЗМЕТКА.

Объектом исследования является пересечение улиц 40 лет октября и Бийской города Пензы.

Цель работы: повышение пропускной способности и безопасности, уменьшение задержек на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трёх разделов, заключения, списка литературы и приложения. Первый раздел посвящен изучению схемы организации дорожного движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской города Пензы. На основе анализа интенсивности транспортных средств, конфликтных точек и данных по ДТП на перекрестке выявляются недостатки существующей схемы организации движения, следствием чего является необходимость совершенствования организации движения путем ввода многоуровневой развязки.

Во втором разделе моделируются новые схемы организации движения на перекрестке, с использованием программы PTVVissim. В результате сравнительного анализа по основным показателям. Обосновывается введение двухуровневой развязки типа «Труба», что связано с высокой интенсивностью левоповоротного движения по направлению с дороги – 40 лет Октября на Бийскую и наоборот.

В третьем разделе рассчитываются стоимость развязки типа «Труба», и делается вывод о её экономической целесообразности.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ транспортно – эксплуатационных условий района пересечения улиц 40 лет Октября и Бийской города Пензы.....	8
1.1 Краткая характеристика Первомайского района	8
1.2 Характеристика микрорайона Кривозерье	11
1.3 Существующая организация движения на пересечении улиц 40 лет октября и Бийской.....	11
Вывод.....	17
2 Разработка мероприятия по совершенствованию дорожного движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской.....	18
2.1 Описание программного обеспечения PTVVissim	18
2.1.1 Определение модели и преимущества моделирования.....	18
2.1.2 Краткая характеристика программного обеспечения PTVVissim	19
2.1.3 Область применения программного обеспечения PTVVissim	23
2.2 Исходные данные	26
2.3 Моделирование транспортных потоков для существующей схемы организации движения.....	30
2.4 Моделирование транспортных потоков для предлагаемой схемы организации движения с двухуровневой развязкой	35
2.5 Моделирование транспортных потоков для предлагаемой схемы организации движения с трехуровневой развязкой	43
2.6 Сравнительный анализ результатов моделирования транспортных потоков имеющейся и предлагаемых схем организации движения	50
Вывод.....	55

3 Экономическое обоснование работы	57
Вывод.....	59
Заключение	60
Список использованных источников	63
Приложение А (обязательное) Презентация бакалаврской работы.....	66

Введение

Дорожное движение, в котором принимает участие практически все люди нашей страны и огромное количество автомобилей, играет значительную роль в повседневной жизни современного общества. В наши дни управление дорожным движением не могло быть, возможно, без знаков, светофоров и многого другого объединенных одним понятием – технические средства организации дорожного движения, а также обустройства автомобильных дорог. Невероятно быстрое увеличение количества автомобилей во всем мире привело к образованию невообразимых проблем, с которыми в дальнейшем будущем будет разбираться все человечество, связь их явно привязана к предупреждению аварийности и одновременно с этим обеспечением желаемых скоростей движения.

Быстрый рост автомобилизации в современном мире и взаимосвязанный с ней объем перевозок, приводит к аугментации интенсивности движения на российских дорогах, что в условиях городов и со временем сложившейся застройкой в них, как следствие приводят к образованию транспортной проблемы. По стечению многих факторов особенно остро она выражается в узловых соединениях улично-дорожной сети. Именно в них происходит резкий скачок транспортных задержек, что в свою очередь приводит к образованию очередей и заторов, что приводит к не менее резкому снижению скорости сообщения, нерациональному перерасходу топлива и повышенному изнашиванию узлов и агрегатов транспортных средств. Переменный режим движения, привлекает водителей к цепи не желательных остановок и к большому скоплению автомобилей на пересечениях улиц, производящих негативное воздействие на окружающую среду, что в свою очередь вызывает повышенное загрязнение воздушного бассейна населенного пункта, коим является город, продуктами неполного сгорания топлива. Население в городах постоянно вынуждено подвергаться влиянию избыточного транспортного шума и отработавших

газов. Необычайное увеличение интенсивности транспортных и пешеходных потоков естественно оказывает свое воздействие также и на безопасность дорожного движения. Более 60% всего объема дорожно-транспортных происшествий (ДТП) приходится на города и другие населенные пункты, при всем многообразии мест их скопления, на перекрестках, концентрируется свыше 30% всех ДТП. Обеспечение высоких скоростей движения и безопасность движения в городах наших дней принуждает к применению целого комплекса процедур архитектурно-планировочного и организационного характера. Большое многообразие архитектурно-планировочных мероприятий включает в себя строительство новых и восстановление давно уже существующих улиц, проездов и магистралей, сооружению транспортных пересечений в разных уровнях, пешеходных надземных и подземных переходов, объездных дорог окружающих города для отвода транзитных транспортных потоков и многое другое.

Объектом исследования является пересечение улиц 40 лет Октября и Бийской.

Предметом исследования является совершенствование организации движения, путем введения развязки в разных уровнях.

Цель работы: повышение пропускной способности и безопасности, уменьшение задержек на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской.

Задачами, исходя из указанной выше цели, являются:

- рассмотреть существующую организацию движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской;
- исследовать конфликтные точки, интенсивность движения транспортных средств на данном пересечении;
- изучить развязки в разных уровнях на Т-образных перекрестках;
- предложить наиболее подходящие развязки для данных перекрестков;
- проанализировать предложенные варианты развязок на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской;

- предложить оптимальную развязку для данного перекрестка;
- сделать вывод об экономической целесообразности.

Высокая пропускная способность на перекрестке будет обеспечена путем введения развязки в разных уровнях, которая обеспечит бесперебойное движение автомобилей в заданных направлениях движения. Также она приведет к отсутствию опасных конфликтных точек, коими являются пересечения при поворотах налево. Транспортная развязка — комплекс дорожных сооружений, предназначенный для минимизации пересечений транспортных потоков и, как следствие, увеличения пропускной способности дорог.

Преимущества:

- минимизация пересечений транспортных потоков в одном уровне;
- снижение задержек и количества остановок транспортных средств;
- более высокая скорость движения.

Недостатки:

- высокая стоимость;
- большая площадь;
- перепробеги транспортных средств.

Инструментом исследования является программное обеспечение PTVVissim, которое осуществляет создание жизнеподобной модели участка улично-дорожной сети. Моделирование технических объектов и систем прodelывают, чтобы определить параметры и свойства систем, которые проектируются, еще до того как их изготовят и если возникнет необходимость подкорректировать и уточнить структуру. Данные модели позволяют располагать полностью рабочим проектом, который также не надо будет вовсе прорабатывать тогда, когда создаваемый объект будет готов к использованию.

1 Анализ транспортно – эксплуатационных условий района пересечения улиц 40 лет Октября и Бийской города Пензы

1.1 Краткая характеристика Первомайского района

В соответствии с Указом от 29 ноября 1979 года Президиума Верховного Совета РСФСР был образован Первомайский район города Пензы. Данный указ воплотился в жизнь, в результате присоединения к городу нескольких сел таких как Веселовка, Кривозерье, Терновка, а также небольшого участка Ленинского района. Наданный момент Первомайский район образуют двадцать микрорайонов, с прекрасными достопримечательностями.

Общая площадь данного района превосходит 50 квадратных километров. Население, являющееся неотъемлемой частью Первомайского района, насчитывает более 134 тысячи человек. Его территория представлена 325 улицами, проездами, переулками. Двести семьдесят шесть улиц образуют частный сектор, с его общей протяженностью превышаемой 10 километров, расположенный на окраине города Пенза.[27]

В данный момент Первомайский район располагает около 3500 субъектами хозяйствования всех форм собственности. В основе промышленного потенциала района лежат крупные и средние предприятия комплекса машиностроения: ОАО «Пензмаш», ОАО «Пензадизельмаш», ОАО «Завод Элетех», ООО ПКФ «Промсервис», ОАО «СКБТ» и многие другие. Также, не уступающие им, функционирующие без сбоев предприятия пищевой промышленности: ОАО «Молочный комбинат «Пензенский», ЗАО «Пензенская кондитерская фабрика», ОАО «Пензенский хлебозавод № 4» и филиал ЗАО МПБК «Очаково».[27]

Предприятие ЗАО НПП «МедИнж» является не повторимым, по своему уникальным и также гордость для города Пенза. Искусственный клапан

сердца, выпускаемый в стенах данного предприятия, широко распространен как в Российской Федерации, так и в странах за её рубежом.

Воздушные ворота города Пенза представлены аэропортом, также представлены местностью Первомайского района. Так же, на его территории располагаются ООО «Горводоканал», ЗАО «Телерадиокомпания «Наш Дом», МУП «Зеленое хозяйство», ГТРК «Пенза» и большое количество модных торговых центров.

В пределах Первомайского района активно функционируют сто пятнадцать организаций, находящихся в собственности государства. К ним относятся также муниципальные учреждения.

На территории Первомайского района развитая отрасль здравоохранения. Её представлением занимаются следующие крупные центры связанные с оказанием медицинской помощи: Пензенская областная клиническая больница имени Н.Н. Бурденко, являющаяся одной из лучших в России центров здравоохранения и диагностики, Пензенская областная офтальмологическая больница, Пензенский областной центр реабилитации, Пензенская городская клиническая больница № 5. С 2005 года медицинскую помощь предоставляют профессионалы диагностического центра при больнице имени Н.Н. Бурденко.

В районе успешно предоставляют свои услуги образовательные учреждения, известные во всей России: Пензенский государственный университет, Академия МНЭПУ, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (филиал в городе Пенза), Военный Учебно-Научный центр Сухопутных Войск «Общевойсковая Академия Вооружённых Сил РФ», Пензенское художественное училище им. Савицкого. Образование также предоставляют 15 общеобразовательных школ и 25 детских садов. Исторический факт: именно в Первомайском районе города Пензы располагается Пензенский многопрофильный колледж «Отделения

управления земельными ресурсами», являющийся основоположником учения о садоводстве, то есть Российским училищем для садоводов.[27]

Продвижению физической культуры и спорта, в массовых мероприятиях, способствуют девятью восемь спортивных сооружений, Дворец водного спорта и четыре ФОКа. На территории общеобразовательных учреждений № 46 и № 75 имеются футбольные поля с искусственным травяным покрытием.

В недалеком 2007 году была закончена реконструкция стадиона «Первомайский», который соответствует общепринятым мировым стандартам.

Свободное время препровождения подрастающего поколения организуют 10 клубов. В Первомайском районе функционируют 36 кружков по интересам и спортивных секций. Данные мероприятия одаряют своим присутствием более одной тысячи молодых людей.

В основе культурного просвещения этого района лежит Пензенский областной театр кукол, основанный в 1943 году, и является одним из старейших в России. На его территории совершают работу 3 музыкальных школы для детей и школа искусств «Весна». Получают знания в данных учебных заведениях около восьмисот человек. Для жаждущих знаний книголюбов было произведено открытие 7 библиотек, 2 из которых для детей.

Главными достопримечательностями Первомайского района являются:

- Пензенский музей народного творчества, располагающийся в неповторимом здании – памятнике зодчества середины XVIII века. Данный музей выступает одним из тех немногих в нашей стране, кто отводит существенное место в экспозиции многим видам декоративно–прикладного искусства.

- Пензенский зоопарк, открытие которого состоялось в 1981 году. До того на том самом месте располагался архиерейский сад. Коллекцию зоопарка составляют свыше полторы тысячи зверей и птиц.

Но вопреки всему сказанному выше, именно люди являются богатством первостепенной важности для Первомайского района. Все граждане возводят в перл творения родной город и страну, проявляя свои не малые триумфы в труде, науке, спорте и искусстве. Имена и достижения, этих героев, никогда не будут позабыты.

1.2 Характеристика микрорайона Кривозерье

Кривозерье (Стародрагунская слобода), микрорайон города Пенза, ранее представлял собой русское село, центр сельсовета, на реке Пенза. 24.05.1978 внеслось на всех парусах в черту города Пенза, став его неотъемлемой частью, являясь его южной окраиной. Численность населения в то время было куда меньше нежели сейчас, но со временем росло и росло, так в 1864 – 727, а в 1877 – 1234, и уже в 1959 – 3523 жителей (в том числе 106 – поселок железнодорожный разъезд Кривозерье и 55 – Кривозерьевский плодopитомник). Этот микрорайон является Родиной полного кавалера ордена Славы Алексея Ивановича Короткова (1919-1982), минометчика, затем старшины, командира взвода дальней разведки, участник Парада Победы в Москве в 1945 году.

Сейчас район Кривозерье представляет собой частный сектор с населением с населением более десятка тысяч человек, и состоящий из более трех десятков улиц. В улично-дорожную сеть этого района и входит пересечение улиц 40 лет Октября и Бийской.

1.3 Существующая организация движения на пересечении улиц 40 лет октября и Бийской

Данное пересечение оборудовано запрещающими, предписывающими, знаками приоритета и знаками дополнительной информации, а также горизонтальной разметкой. Движение на нем происходит практически по

кругу, но оно не является круговым, из-за отсутствия соответствующего знака.

Объектом анализа условий и организации движения выбран перекресток, общий вид его представлен на рисунке 1.1.

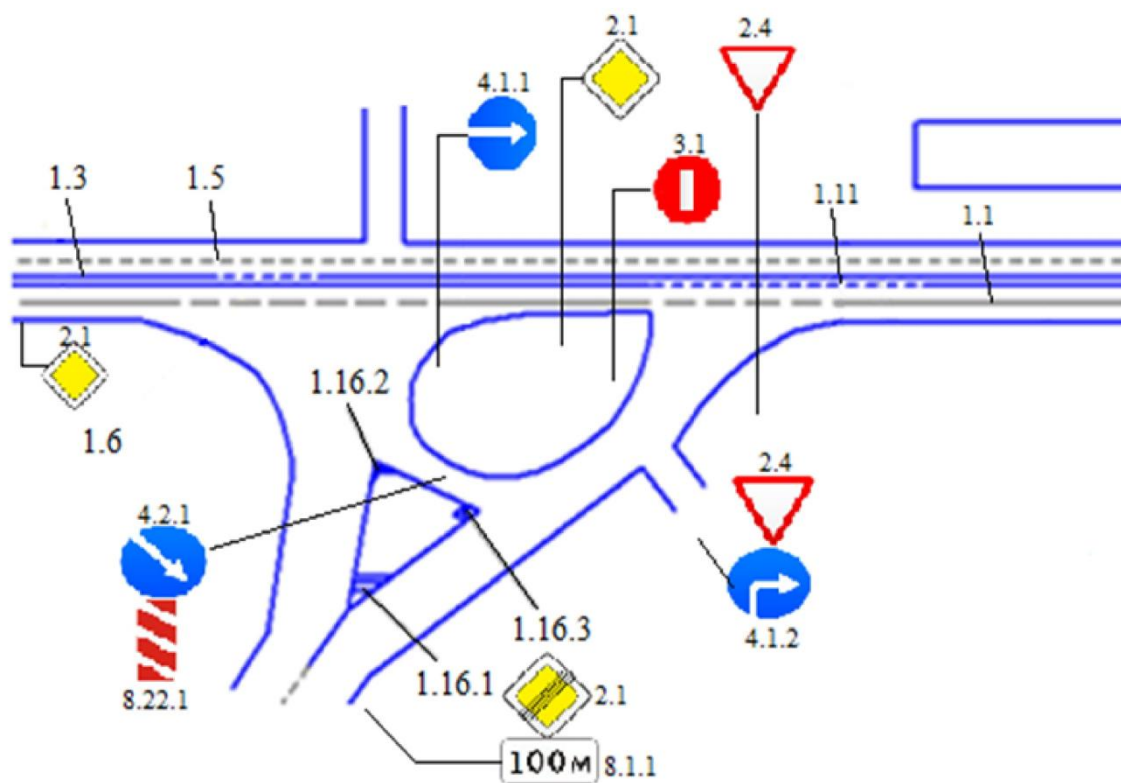


Рисунок 1.1 – Схема перекрестка

На территории перекрестка распространяет своё влияние следующая группа знаков:

- 2.1 – «Главная дорога»; [9]
- 2.2 – «Конец главной дороги»;
- 2.4 – «Уступите дорогу»;
- 3.1 – «Въезд запрещен»;
- 4.1.1 – «Движение прямо»;
- 4.2.1 – «Объезд препятствия справа»;
- 8.1.1 – «Расстояние до объекта»;
- 8.22.1 – «Препятствие».

А также горизонтальная разметка:

- 1.1 – «разделяет транспортные потоки противоположных направлений и обозначает границы полос движения в опасных местах на дорогах; обозначает границы проезжей части, на которые въезд запрещен; обозначает границы стояночных мест транспортных средств»;

- 1.3 – «разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах имеющих четыре полосы движения и более»;

- 1.5 – «разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах, имеющих две или три полосы; обозначает границы полос движения при наличии двух и более полос, предназначенных для движения в одном направлении»;

- 1.6 – «предупреждает о приближении к разметке 1.1 или 1.11, которая разделяет транспортные потоки противоположных и попутных направлений»;

- 1.11 – «разделяет транспортные потоки противоположных или попутных направлений на участках дорог, где перестроение разрешено только из одной полосы; обозначает места, предназначенные для разворота, въезда и выезда со стояночных площадок и т. п., где движение разрешено только в одну сторону»;

- 1.16.1-1.16.3 – «обозначает направляющие островки в местах разделения или слияния транспортных потоков».

Измерение интенсивности проводились путем наблюдений и измерений на перекрестке в часы пик, в разные дни. За один час, в среднем, через перекрёсток проехало 117 маршрутных такси и автобусов, около 2628 легковых автомобилей, 390 грузовых автомобилей.

По официальным данным ГИБДД Первомайского района, было установлено, что за прошедший 2016 год на перекрестке произошло 6 дорожно-транспортных происшествий. Вид данных ДТП – столкновения. Перекресток представляет собой, участок концентрации ДТП. По определению это «участок автомобильной дороги не превышающий 1000 м вне населенного пункта, 200 м в населенном пункте или перекресток дорог,

где в течение последних 12 месяцев произошло три и более ДТП одного вида или 5 и более ДТП независимо от их вида, в результате которых погибли или ранены люди».

При рассмотрении конфликтных точек, дается четкое представление об организации движения на данном перекрестке, которое является неправильным.

Конфликтные точки представлены на рисунке 1.2.

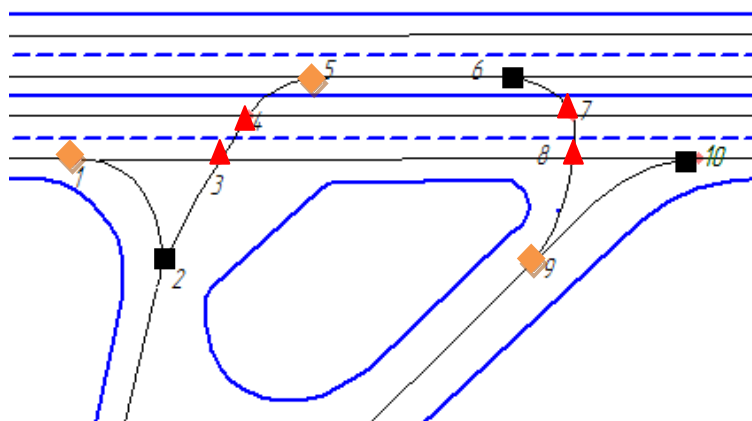


Рисунок 1.2 – Конфликтные точки перекрестка

Данные места пересечений траекторий движения, представлены на рисунке 1.3.

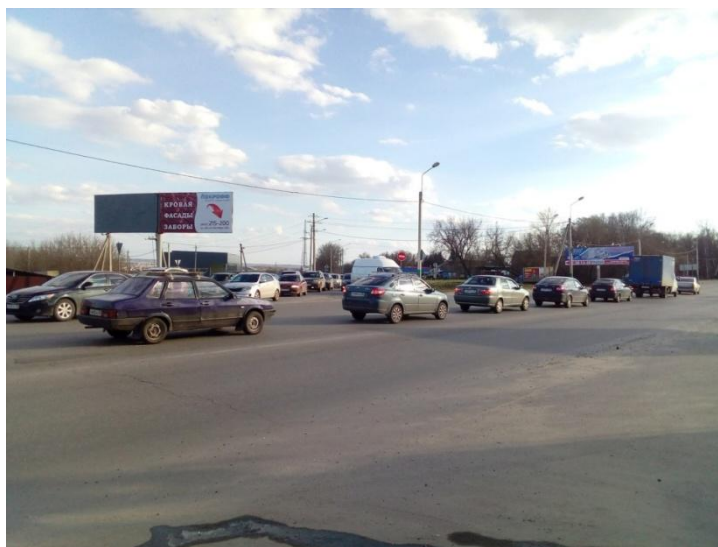


Рисунок 1.3 – Очередь при повороте налево на перекрестке

Опасность конфликтной точки можно оценить по возможной аварийности в ней (количество ДТП за 1 год)[12]:

$$g_i = k_i \cdot q_i \cdot q_j \frac{25}{k_r} \cdot 10^{-7}, \quad (1.1)$$

где k_i – относительная аварийность конфликтной точки, $q_i \cdot q_j$ – интенсивности движения пересекающихся в данной конфликтной точке потоков, авт./сут, k_r – коэффициент годовой неравномерности движения, $k_r=0,0550$. [12]

Таблица 1.1 – Опасность конфликтной точки

<i>№ точки</i>	k_i	q_i	q_j	k_r	g_i
1	0,006	204	133	454	0,007391
2	0,0025	204	779	454	0,018037
3	0,0056	133	779	454	0,026341
4	0,0036	133	779	454	0,016934
5	0,004	779	218	454	0,03084
6	0,0025	218	779	454	0,019275
7	0,012	218	133	454	0,015796
8	0,012	218	133	454	0,015796
9	0,0015	218	1243	454	0,018453
10	0,025	133	1243	454	0,187637

Степень опасности пересечения оценивается показателем безопасности движения, характеризующим количество ДТП на 10 млн. автомобилей, прошедших через пересечение [12]:

$$k_a = \frac{G \cdot 10^7 \cdot k_z}{(q_{\text{гл}} + q_{\text{вт}}) \cdot 25}; \quad (1.2)$$

$$k_a = 2,5$$

где $G = \sum_{i=1}^n g_i$ – теоретически вероятное кол-во ДТП на пересечении за год;

n — число конфликтных точек на пересечении;

$q_{\text{гл}}$ — интенсивность на главной дороге, авт./сут.;

$q_{\text{вт}}$ — то же для второстепенной дороги;

k_r - коэффициент годовой неравномерности движения.

Так как $k_a < 3$ можно сделать вывод, что пересечение не опасное. Но в связи с данными ДТП, данное пересечение является очагом аварийности. Поэтому там необходимо провести совершенствование организации движения.

Можно определить, что самыми опасными являются пересечения встречного направления при левом повороте, так как совершается через две полосы, что при высокой интенсивности движения довольно трудоемкое и опасное занятие. В результате чего происходит образование заторов, либо из-за несоблюдения правил дорожного движения дорожно-транспортные происшествия.

Ширина дороги по улице 40 лет Октября составляет около 14 м и разбита на четыре полосы движения по две полосы в каждом направлении. Ширина каждой из полос составляет 3,5 м. В свою очередь улица Бийская состоит из двух полос встречных направлений, с шириной проезжей части около 7 м. На всем участке пересечения имеется асфальтобетонное покрытие в неплохом состоянии. Дорожная разметка местами стерта и требует обновления, но находится в хорошем состоянии.

В результате чего необходимо указать, что перекресток нуждается в реорганизации дорожного движения, что будет представлено далее, в виде развязок.

Вывод

Пересечение улиц 40 лет Октября и Бийской входит в микрорайон Кривозерье, который в свою очередь является частью Первомайского района. Организация движения на нем не обеспечивает пропускную способность в соответствии с измеренной интенсивностью - в среднем, через перекрёсток проехало 117 маршрутных такси и автобусов, около 2628 легковых автомобилей, 390 грузовых автомобилей. Это является следствием образованных там конфликтных точек, проанализировав которые можно сказать, что пересечение не опасное, но в связи с участвовавшими ДТП он является очагом аварийности. Особенно опасны левые повороты где образуются самые опасные места. Такая организация движения на данном перекрестке приводит к образованию длинных очередей, и как их следствия заторов. Также она приводит к столкновению транспортных средств, что также является не желательным явлением.

По официальным данным ГИБДД Первомайского района, было установлено, что за прошедший 2016 год на перекрестке произошло 6 дорожно-транспортных происшествий. Вид данных ДТП – столкновения. Представляющий из себя, участок концентрации ДТП.

В результате всего выше перечисленного, можно сказать, что перекресток нуждается в реорганизации движения на нем, которая в данном проекте представлена в виде введения развязки в разных уровнях.

2 Разработка мероприятия по совершенствованию дорожного движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской

2.1 Описание программного обеспечения PTVVissim

PTV Vissim - ведущая программа микроскопического моделирования мультимодальных транспортных операций и принадлежит программному обеспечению VisionTrafficSuite.

Весьма реалистичный и довольно точный в деталях, Vissim моделирует лучшие условия для тестирования многообразия сценариев трафика перед их использованием.

В наше время, Vissim пользуется широким спросом у государственных секторов, консалтинговых фирм и университетов во всем мире.

В качестве дополнения к моделированию транспортных средств, Vissim также можно использовать для моделирования симуляции пешеходов на основе модели Wiedemann.

2.1.1 Определение модели и преимущества моделирования

Само понятие "модель" довольно таки обширное и многозначное. С уверенностью можно утверждать, что все люди, часто не задумываясь, в своей жизни ежедневно создают и используют всевозможные модели: окружающего их пространства, поведения человека, физических и технических объектов и тому подобное, для того, чтобы получить практическую выгоду. Также можно добавить, что изображение реальности в сознании людей является в какой-то степени моделированием. В пример можно привести движение пешехода, переходящего дорогу, он мысленно моделирует движение приближающегося автомобиля, для определения успеет ли он безопасно перейти и определиться с правильным решением.

В современной науке и технике модели могут подразделяться на следующие виды:

- физические (масштабные и аналоговые),
- математические (аналитические),
- виртуальные (воображаемые, реализуемые на компьютерах) и другие.

Моделирование технических объектов и систем проделывают, чтобы определить параметры и свойства систем, которые проектируются, еще до того как их изготовят и если возникнет необходимость подкорректировать и уточнить структуру. Данные модели позволяют располагать полностью рабочим проектом, который также не надо будет вовсе прорабатывать тогда, когда создаваемый объект будет готов к использованию. В следствии можно сказать, что моделирование существенно сокращает затраты времени и удешевляет процесс проектирования и введения комплексов и объектов.

После всего, на модели проводят ряд тестов, проверить её поведение в таких условиях, для которых данный объект не предназначен, для того, чтобы выяснить, как, выбранная система, себя поведет и к чему приведёт. Всем ясно, что такие эксперименты на существующем объекте или системе, могут обойтись дороже, а так же быть небезопасными, а в это время моделирование позволяет собрать нужные данные о процессе или системе дешевле и безопаснее.

2.1.2 Краткая характеристика программного обеспечения PTVVissim

Потребность в моделировании транспортных потоков образовалась уже довольно таки давно. Моделирование, само собой, не может являться целью и его выполняют для математического описания замысловатого процесса движения транспортного потока, после чего можно получить требуемые проектировщику данные, с которыми он может прогнозировать и управлять

режимами движения на проектируемых отрезках или участках улично-дорожной сети.

Обращая взгляд в прошлое, можно заметить, что в США с транспортной проблемой вступили в конфликт в 30-е годы двадцатого века. В Европе данная проблема возникла немного позже – в 60-х годах, когда экономика возвращалась в прежнее состояние после Второй мировой войны. В нашей стране ученые обратили внимание на данную проблематику довольно таки позже зарубежных коллег, это явилось следствием невысокого уровня автомобилизации в бывшем Советском Союзе и его экономики.

На ряду с тем, ученые за рубежом обратили внимание и на совершенно противоположную ситуацию. В своей книге Дональд Дрю (Donald Drew), «Теория транспортных потоков и управление ими» (Traffic Flow Theory And Control) дал описание ситуации следующего рода «многие исследователи, приступающие к работе в области Теории транспортных потоков, ставят себе задачей создание «идеальной» математической модели, способной описать стохастическое движение транспортного потока языком формул. Это в конечном итоге привело к скоплению огромного количества всякого рода моделей, начиная от одной формулы, заканчивая целыми массивами, которые способна обработать лишь рабочая станция». Несмотря на это, Теория транспортных потоков с давних пор обладает нужными инструментами в области моделирования транспортных потоков.

В программном комплексе PTV Vissim имитация осуществляется на основе модели Wiedemann'a. PTV Vissim это программа, продолжающая развитие уже более 30 лет. Так же, можно сказать, что в мире имеются и другие подобные средства моделирования, на ряду с этим с функциональностью, точностью и комплексным подходом Vissim'a не сравнится никто.

Система имитации PTV Vissim включает в себя две отдельные программы, которые находятся во взаимодействии при помощи интерфейса, в

котором можно наблюдать обмен результатами измерений детекторов и данных о состояниях систем регулирования. В итоге имитации наблюдается анимация движения транспортных средств, в графическом изображении в режиме реального времени с последующим выводом множества транспортно-технических параметров, примером коих являются, скорость, ускорение, время задержек и время заторов, дифференцированных по группам пользователей.

В разрабатываемые модели транспортного потока, данного программного обеспечения, прописаны «модель следования за впереди идущим транспортным средством, с целью отображения движения в колонне за впереди идущим автомобилем по одной полосе движения и модель смены полосы движения». Зависимая от движения транспортных средств, логика регулировки создается при помощи внешних программ регулирования светосигнальных установок. Программа для логического управления запрашивает параметры детекторов в такте от 1 секунды до 0,1 секунды (в зависимости от настройки и типа светофорных установок). Из приобретенных данных и временных промежутков программа устанавливает положение абсолютно всех систем регулирования с последующим шагом имитации и заносят их в имитацию автотранспортного потока.

На многополосных дорогах водитель в Vissim-модели предусматривает не только лишь впереди идущие автомобили, однако, и транспортные средства на обеих располагающихся рядом полосах. Особенный интерес у водителя кроме того порождает светофор в 100 м перед достижением стоп-линии.

Значимым для точности системы имитации представляется качество модели потока движения транспорта, то есть способа, при помощи которого рассчитывается перемещение автомобилей в сети. В отличие от наиболее обычных моделей, в основе которых лежат постоянные скорости и неизменное поведение следования за впереди идущими транспортными

средствами, рассматриваемое программное обеспечение, использует, как основу, психофизиологическую модель восприятия Wiedemann'a. Главный принцип модели состоит в том, что водитель транспортного средства, находящегося в движении с наибольшей скоростью, начинает замедляться при достижении своего собственного порога восприятия относительно дистанции до впереди идущего, когда удаление до него воспринимается им как слишком маленькое. Вследствие того, что он не может точно определить скорость впереди идущего транспортного средства, то соответственно его скорость будет снижаться ниже скорости впереди идущего транспортного средства до того момента, пока он не начнет снова ускоряться после того, как увидит, что расстояние вновь велико. А при помощи функции распределения для скорости и дистанции имитируется большое множество поведения водителей.

Данная имитационная модель входит в состав семейства car-following, включающим:

- Gazis-Herman-Rothery (GHR);
- Collision Avoidance model (CA) – Модели Kametani и Sasaki, Гиппис, Леейцбаха, Крауса;
- Psychophysical or Action Point model (AP) – Модель Wiedemann'a;
- Linear model – Модели Helly, Hanken и Rockwell, Burnham и Seo, Aron Xing;
- Fuzzy logic-based model (28.06.2010) – Модели Rekersbrink, Henn, McDonald и Wu.

Модели, представленные выше, car-following направлены на свойства индивидуального автомобиля. В то время как модель Wiedemann, представленная ранее «психо-физической», располагает к себе по многообразию учитываемых факторов в моделировании транспортного потока на микроуровне. Она включает в себя характеристики водителя, транспортного средства управляемого им и является лучшей, между моделями семейства car-following.

PTV Vissim – это не модель транспортного потока, а инструмент для дальнейшего создания этих моделей. Исходными данными, для создания модели, в данном программном обеспечении, например, перекрестка будут:

1. Данные о подоснове в виде либо растрового изображения, либо чертежа .dwg, которые следует отмасштабировать.
2. Геометрические параметры рассматриваемого пересечения.
3. Средства и способ организации движения транспорта и пешеходов, если есть.
4. Время цикла для светосигнальных установок, если есть.
5. Данные об интенсивностях транспортного потока по конкретным направлениям.
6. Правила приоритета и конфликтные зоны на пересечении.
7. Наличие припаркованных автомобилей, остановок общественного транспорта и прочее.

После создания модели, её необходимо будет откалибровать, что можно сделать, воспользовавшись, внутренними инструментами и возможностями программного обеспечения.

Так же можно сказать, что имитационное моделирование, на этой стадии представляется мощным прибором для оценки и анализа перемещения транспортных и пешеходных потоков. Помимо этого, программное обеспечение уровня PTV Vissim дает возможность существенно облегчить работу проектировщика и формирует надежную платформу с целью проектирования как дорожно-транспортных, таким образом и различных градостроительных объектов.

2.1.3 Область применения программного обеспечения PTVVissim

Vissim может быть открыт, для того чтобы дать ответ на множество вопросов. Существуют, следующие варианты использования, представляющие несколько возможных областей применения:

- сравнение геометрии соединения;
- моделировать различные геометрии соединений;
- имитировать трафик для нескольких вариантов узла;
- учет взаимозависимости различных видов транспорта (моторизованных, железнодорожных, велосипедистов, пешеходов);
- проанализируйте многочисленные варианты планирования относительно уровня обслуживания, задержек или длины очереди;
- графическое отображение потоков трафика;
- планирование развития трафика;
- моделирование и анализ воздействия планов городского развития;
- имейте программное обеспечение, которое поможет вам в создании и координации строительных площадок;
- выгода от моделирования пешеходов внутри и снаружи зданий;
- имитация поиска парковки, размера парковочных мест и их влияния на поведение парковки;
- анализ пропускной способности;
- реалистичные модели потоков трафика в сложных системах пересечения;
- учет и графическое отображение влияния множества прибывающего трафика, чередующихся потоков трафика между пересечениями и нерегулярных межзеленых периодов;
- системы управления движением;
- исследование и визуализация трафика на микроуровне;
- проанализируйте симуляции в отношении многочисленных параметров трафика (например, скорость, длина очереди, время в пути, задержки);
- изучить влияние управления с помощью движения и знаков с изменяющимся сообщением;

- разработка действий для ускорения потока трафика;
- операции с сигнальными системами и повторные исследования;
- моделирование сценариев потребности в поездках для сигнальных перекрестков;
- анализируйте управление с помощью трафика с эффективным вводом данных, даже для сложных алгоритмов;
- создавать и моделировать построения и сигнальные планы для успокоения трафика перед началом реализации.

Так же необходимо сказать, что Vissim может моделировать не только транспортное движение. Данное программное обеспечение так же сможет осуществить имитационное моделирование движения воздушных и морских судов и пешеходных потоков. Так же реализация проектов в режиме трёхмерной анимации представляет Vissim, как помощника, незаменимого при согласовании проектов в органах власти.

- Оценка влияния типа пересечения дорог на пропускную способность (нерегулируемый перекрёсток, регулируемый перекрёсток, круговое движение, ж/д переезд, развязка в разных уровнях).
- Проектирование, тестирование и оценка влияния режима работы светофора на характер транспортного потока.
- Оценка транспортной эффективности предложенных мероприятий.
- Анализ управления дорожным движением на автострадах и городских улицах, контроль за направлениями движения как на отдельных полосах, так и на всей проезжей части дороги.
- Анализ возможности предоставления приоритета общественному транспорту и мероприятия направленные на приоритетный пропуск трамваев.
- Анализ влияния управления движением на ситуацию в транспортной сети (регулирование притока транспорта, изменение расстояния между вынужденными остановками транспорта, проверка

подъездов, организация одностороннего движения и полос для движения общественного транспорта).

- Анализ пропускной способности больших транспортных сетей (например, сети автомагистралей или городской улично-дорожной сети) при динамическом перераспределении транспортных потоков (это необходимо, например, при планировании перехватывающих парковок).
- Анализ мер по регулированию движения в железнодорожном транспорте и при организации стоянок ожидания (например, таможенных пунктов).
- Детальная имитация движения каждого участника движения.
- Моделирование остановок общественного транспорта и станций метрополитена, причём учитывается их взаимное влияние.
- Расчет аналитических показателей (более 50 различных оценок и аналитических коэффициентов), построение графика (в Microsoft Excel) временной загрузки сети и т.п.

2.2 Исходные данные

Производились замеры полос движения на перекрестке, в результате были собраны данные, ширина дороги по улице 40 лет Октября составляет около 14 м и разбита на четыре полосы движения по две полосы в каждом направлении. Ширина каждой из полос составляет 3,5 м. В свою очередь улица Бийская состоит из двух полос встречных направлений, с шириной проезжей части около 7 м. На всем участке пересечения имеется асфальтобетонное покрытие в неплохом состоянии. Дорожная разметка местами стерта и требует обновления, но находится в хорошем состоянии.

После чего, измерение интенсивности проводились путем наблюдений и измерений, на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской города Пензы, в часы пик, в разные дни, после рассчитаны средние значения для каждого направления движения, данные о составе потока после чего подразделяются

на процентные составляющие. После чего все результаты были разбиты образцом представленным далее.

Данные интенсивности после подсчета были сведены в таблицу 2.1

Таблица 2.1 - Значения интенсивности транспортных потоков

Интенсивность движения транспорта, ед./ч					
q_1	q_2	q_3	q_4	q_5	q_6
432	218	266	1243	204	779

Направления потоков транспортных средств, представлено на рисунке 2.1

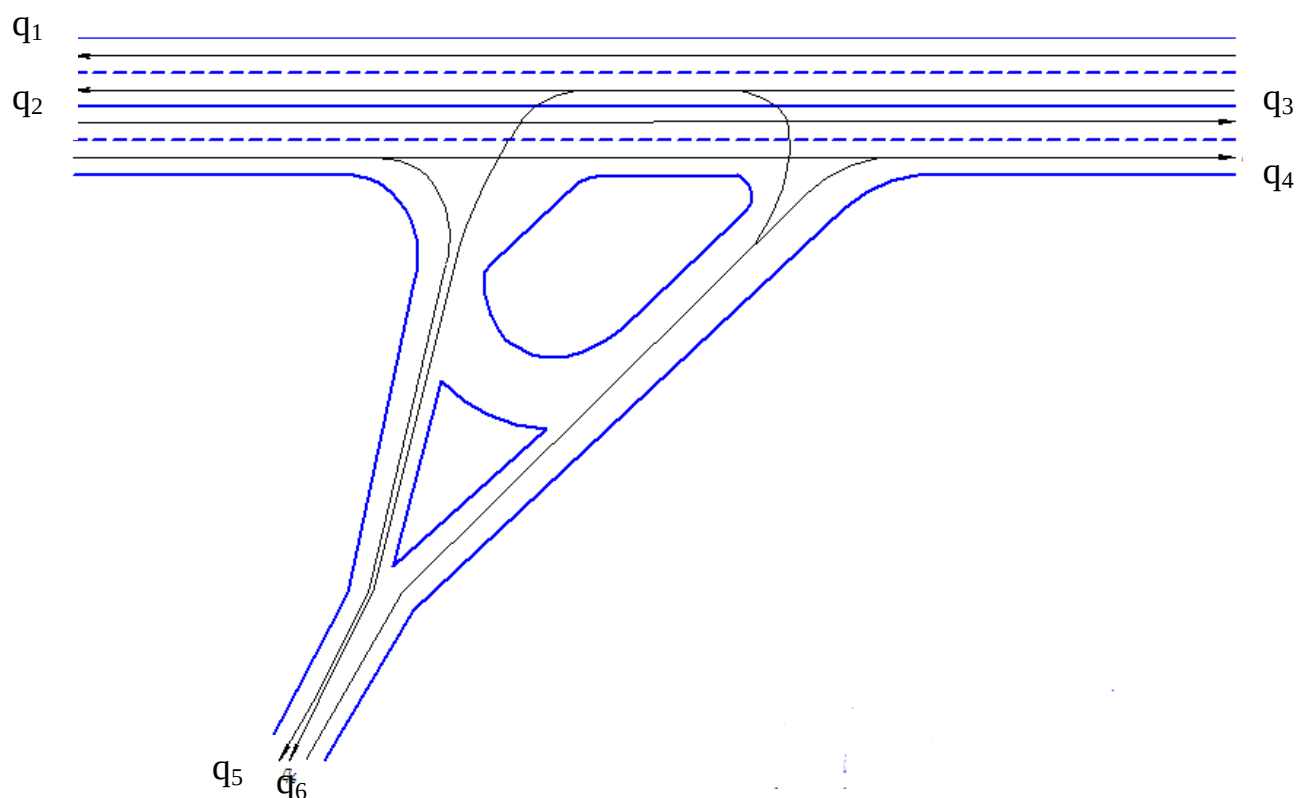


Рисунок 2.1 - Картограмма интенсивности транспортных потоков на перекрестке

Важной частью оценки уровня организации движения на улице является, определение приведенной часовой интенсивности движения.

Состав транспортных потоков по направлениям представленных выше, в процентах, представлен в таблице 2.2

Таблица 2.2 - Состав транспортных потоков по направлениям

Состав транспортных потоков по направлениям, %										
легковые автомобили	грузовые автомобили				микроавтобусы	автобусы	троллейбусы	Автопоезда		
	до 2 т	2..6 т	6...8 т	8...14 т				12...20.т	20...30 т	свыше 30 т
Направление q ₁										
69	9	5	4	1	5	4	0	1	1	1
Направление q ₂										
71	9	5	6	4	0	0	0	2	3	0
Направление q ₃										
67	5	2	1	0	13	7	0	3	2	0
Направление q ₄										
94	3	2	1	0	1	0	0	1	0	0
Направление q ₅										
70	10	5	5	5	2	0	0	2	3	0
Направление q ₆										
86	5	3	2	1	2	0	0	1	0	0

Приведенной часовой интенсивность движения транспорта q_{np}^i для каждой i -той полосы движения:

$$q_{np}^i = \sum_j K_{npj}^i q_j^i, \quad (2.1)$$

где q_j^i - интенсивность движения транспортных средств j -того типа по i -тому направлению, K_{npj}^i - коэффициент приведения для j -той группы транспортных средств к легковому автомобилю. [14]

Значения интенсивности движения транспортных средств j -того типа:

$$q_j^i = q^i \alpha_j, \quad (2.2)$$

где q^i выбирают из таблицы 2.1, а α_j - из таблицы 2.2. Расчёт выполняется при помощи программного обеспечения Microsoft Excel, который облегчает расчет приведенной интенсивности.

Значения коэффициентов приведения выбирают из таблицы 2.3

Таблица 2.3-Значения коэффициентов приведения $K_{пр}$, по СНиП 2.05.02-85

Транспортные средства	Тип рельефа
	Равнинный
Легковые автомобили	1
Грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
2	1,5
6	2
8	2,5
14	3
более 14	3,5
Автопоезда грузоподъемностью, т:	
12	3,5
20	4

30	5
Более 30	6

В результате получаем следующие данные приведенной интенсивности движения транспортных потоков, которые понадобятся при дальнейших расчетах. После чего можно сказать, что через рассматриваемое пересечение за час проезжает 3803 автомобиля за час. С улицы Бийской движутся 1194 автомобиля, за то же самое время, по улице 40 лет Октября – 2609.

Все результаты подсчета в программном обеспечении Microsoft Excel, представленные в таблице 2.4

Таблица 2.4 - Приведенная интенсивность движения

Направления движения транспорта	Значения приведенной интенсивности движения, ед./ч
q1	585
q2	306
q3	363
q4	1367
q5	294
q6	888

2.3 Моделирование транспортных потоков для существующей схемы организации движения

Исходная модель является видом перекрестка в реальном времени, содержащая в себе все изначально собранные данные, то есть со всеми

недостатками. После её построения производится анализ по выбранным критериям.

Перекресток в исходном состоянии представлен на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 –Перекресток улиц 40 лет Октября и Бийской

Таковыми критериями, например, могут быть скорость, время задержки, ускорение и многое другое. Сам анализ начинается после запуска цикла имитации, после которой выводятся результаты, представленные в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Результаты анализа исходной таблицы

Время имитации, с	Номер автомобиля	Время задержки, с	Желаемая скорость, км/ч	Скорость, км/ч	Ускорение, м/с ²	Количество остановок
1	2	3	4	5	6	7
8,1	1	0	56,36	56,22	-0,18	0
16,1	1	0	56,36	56,82	0,18	0
72,1	55	0	49,49	46,64	-1,42	0
80,1	55	5,35	49,49	1,82	0,65	0

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
88,1	55	12,91	49,49	5,36	0,59	1
96,1	55	20,69	49,49	0	0	2
104,1	55	28,47	49,49	3,98	0,04	4
112,1	55	35,19	49,49	1,73	-0,67	4
120,1	55	41,75	49,49	27,8	1,36	5
128,1	55	42,79	49,49	51,64	0,23	0
120,1	99	0,1	54,64	47,41	0,04	5
128,1	99	0,1	54,64	55,24	-0,03	0
136,1	99	0,1	54,64	55,24	0,23	0
200,1	151	0,71	56,81	16,97	0,22	0
208,1	151	8,08	56,81	0	0	1
216,1	151	15,77	56,81	9,88	0	1
224,1	151	23,27	56,81	0,84	-0,1	2
232,1	151	31,26	56,81	0	0	3
240,1	151	38,211	56,81	29,68	2,18	3
248,1	151	42,32	56,81	18,18	-2,34	3
256,1	151	49,6	56,81	15,89	2,32	4
264,1	151	55,44	56,81	17,02	2,57	4
272,1	151	57,22	56,81	56,6	0,22	4
272,1	201	0	56,33	55,87	0,21	0
280,1	201	0,26	56,33	49,28	-1,13	0
288,1	201	4,8	56,33	15,19	-7,42	0
296,1	201	10,4	56,33	12,03	1,29	1
304,1	201	13,8	56,33	54,64	0,43	1
320,1	244	0,75	49,97	27,92	0	0
328,1	244	7,03	49,97	0	0	1
336,1	244	14,5	49,97	13,42	0	1
344,1	244	21,6	49,97	0	0	2
352,1	244	29,55	49,97	0	0	3
360,1	244	36,05	49,97	16,21	0	3
368,1	244	42,85	49,97	0	0	4
376,1	244	50,85	49,97	1,38	1,13	4
384,1	244	57,58	49,97	16,41	0,26	4
392,1	244	64,12	49,97	4,17	2,76	5
400,1	244	67,8	49,97	48,69	0,18	5
408,1	244	67,8	49,97	49,28	-0,18	5
416,1	303	0,05	52,06	47,69	-0,06	0
424,1	303	0,94	52,06	26,85	-1,94	0
432,1	303	2,25	52,06	54,84	-0,12	0
528,1	378	0,41	57,97	36,17	-0,08	0

1	2	3	4	5	6	7
536,1	378	4,6	57,97	9,06	-0,91	0
544,1	378	12,14	57,97	4,49	-0,12	0
552,1	378	20,05	57,97	0	0	1
560,1	378	28,05	57,97	0	0	1
568,1	378	36,05	57,97	0	0	1
576,1	378	44,05	57,97	0	0	1
584,1	378	52,05	57,97	0	0	1
592,1	378	60,05	57,97	0	0	1

Так для исходной модели, предварительно вводится следующее, задается шаг имитации 8 секунд, и создается выборка для любого количества автомобилей и задаются критерии, после чего запускаем имитацию и получаем результаты

Получив результаты анализа проводится сравнение результатов. Так, для исходной модели, зависимость скорости от времени имитации представлена следующим графиком, рисунок 2.3.

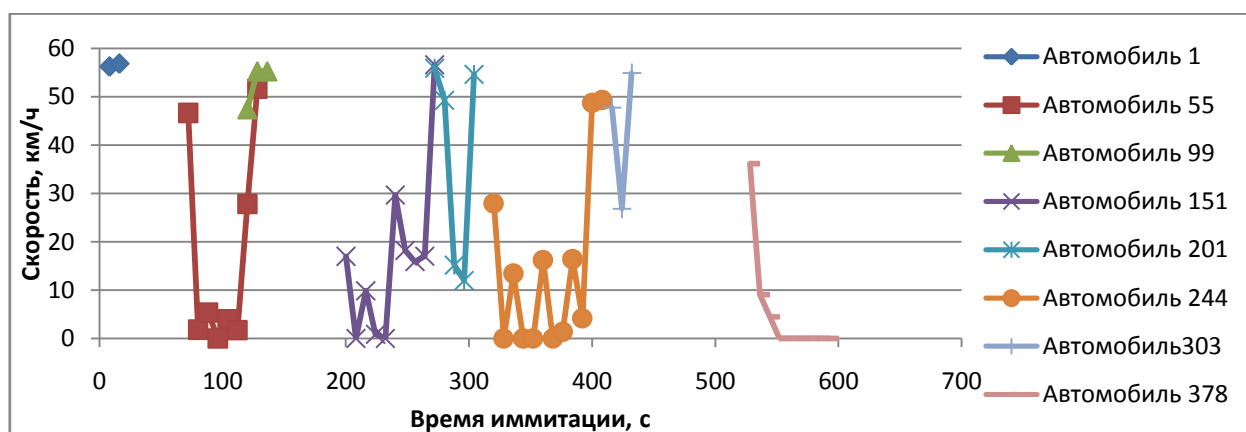


Рисунок 2.3 – Графики зависимости скорости от времени имитации для 8 автомобилей

На нем видно, какие автомобили замедлялись вплоть до полной остановки, такие скачкообразные графики характерны для поворота налево, когда водитель соблюдая правила дорожного движения должен дождаться пока проедут все кто едет прямо, после того как препятствия исчезают

транспортные средства завершают маневр поворот. Сам график проходит скачкообразно вследствие того, что автомобиль находится в очереди. Автомобили, с нарастающим графиком, едут без каких-либо препятствий, что характерно для прямого правоповоротного направлений.

После чего проводится сравнение средних скоростей движения данных автомобилей, чтобы получить данные пригодные при дальнейшем сравнении с развязками, представлено на рисунке 2.4.

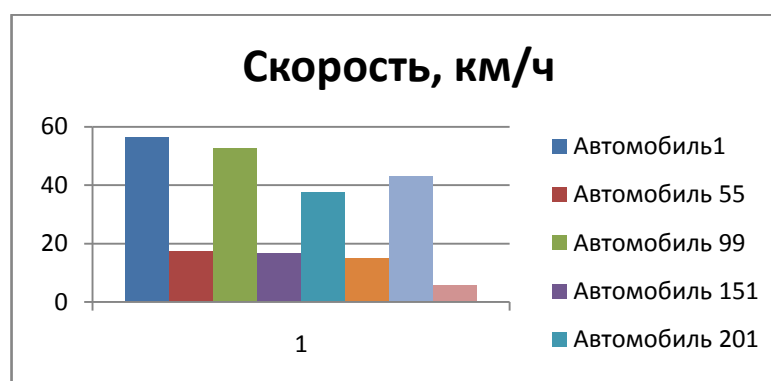


Рисунок 2.4 – Гистограмма средних скоростей 8 автомобилей

Из неё тоже сразу видно кто ехал по направлению с левым поворотом, а кто прямо и направо.

После чего также проведем сравнение средних скоростей этих восьми автомобилей, рисунок 2.5.

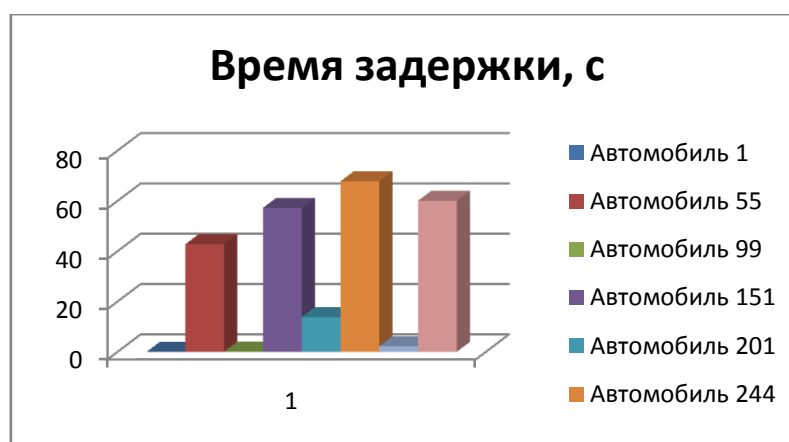


Рисунок 2.5 – Гистограмма суммарного времени задержек для 8 автомобилей

В результате можно сказать при расчетной приведенной высокой интенсивности движения, пропускная способность перекрестка ей не удовлетворяет, а также конфликтные точки на пересечениях с левым поворотом являются не безопасными. Поэтому на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской следует ввести развязку в разных уровнях.

2.4 Моделирование транспортных потоков для предлагаемой схемы организации движения с двухуровневой развязкой

Двухуровневая развязка типа «Труба», один из поворотов налево выглядит как поворот направо на 270 градусов. При возведении данного типа развязок необходимо соорудить лишь только одно пересечение. К сожалению, разворот в данной развязке невозможен. Популярность данный тип развязок заработал из-за своей простоты и дешевизны. Такую развязку в разных уровнях, можно встретить на МКАДе и в городе Пенза.

Модель развязки в разных уровнях типа «Труба», представленного на рисунке 2.6.

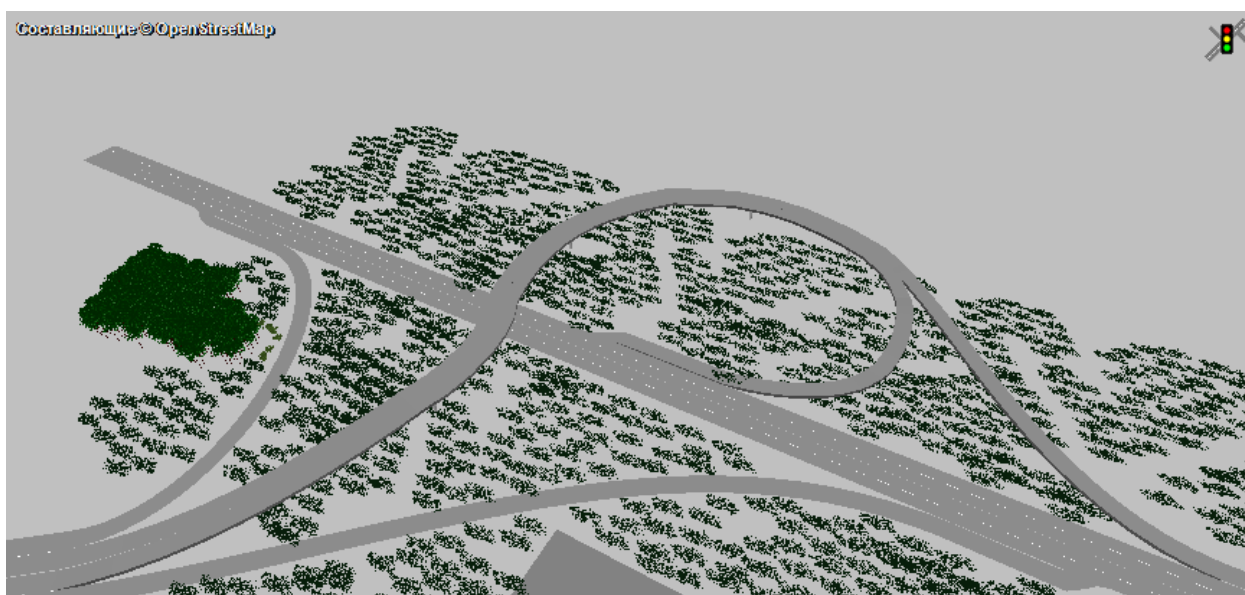


Рисунок 2.6 – модель развязки типа «Труба» на рассматриваемом перекрестке

Повороты налево, в отличие от исходного вида перекрестка, проходят над главной дорогой. Такая организация движения делает перекресток более безопасным и увеличивает его пропускную способность. Резкое снижение конфликтных точек приводит к значительному увеличению скоростей движения, уменьшению заторов и времени задержек, что в свою очередь является положительным результатом.

Анализ данной развязки выполняем такой же как и с исходной моделью, с тем же шагом для определения улучшения ситуации, приведенных в таблице 2.6.

Таблица 2.6 - Результаты анализа развязки типа «Труба»

Время имитации, с	Номер автомобиля	Время задержки, с	Желаемая скорость, км/ч	Скорость, км/ч	Ускорение, м/с ²	Количество остановок
1	2	3	4	5	6	7
8,1	1	0	66,36	66,3	0,18	0
16,1	1	0	66,36	66,09	-0,18	0
24,1	1	0	66,36	66,95	0,18	0
56,1	55	0,33	68	65,71	0,1	0
64,1	55	0,33	68	68,53	0,1	0
88,1	99	0	66,87	67,34	0,16	0
96,1	99	0	66,87	65,87	-0,16	0
104,1	99	0	66,87	68,5	0,16	0
112,1	99	0	66,87	65,01	0,16	0
144,1	151	0	63,75	63,85	-0,23	0
152,1	151	0	63,75	64,72	0,23	0
160,1	151	0	63,75	61,75	-0,23	0
192,1	201	0,02	65,76	62,49	-0,02	0
200,1	201	0,02	65,76	63,29	0	0
208,1	201	0,02	65,76	63,07	-0,1	0
216,1	201	0,02	65,76	63,83	-0,22	0
240,1	244	0,13	58,46	56,16	0,05	0
248,1	244	0,13	58,46	59,25	-0,25	0
256,1	244	0,13	58,46	57,49	-0,25	0

1	2	3	4	5	6	7
288,1	303	0	58,57	56,8	-0,14	0
296,1	303	0	58,57	59,5	0,13	0
360,1	378	0,17	64,59	63,09	0,11	0
368,1	378	0,17	64,59	63,4	-0,47	0
376,1	378	0,59	64,59	62,47	0,11	0

Анализ показал намного лучшие показатели по сравнению с исходной моделью, ведь здесь левые повороты не пересекают две полосы встречного движения. Скорость на всем протяжении данной развязки остается практически неизменной, время задержек и количество заторов сводятся к нулю, и как следствие выдвигают эту развязку в качестве новой организации движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской.

Так же проведем сравнительный анализ между этими восемью автомобилями и сведем их в график изменения скорости во время имитации, представленного на рисунке 2.7.

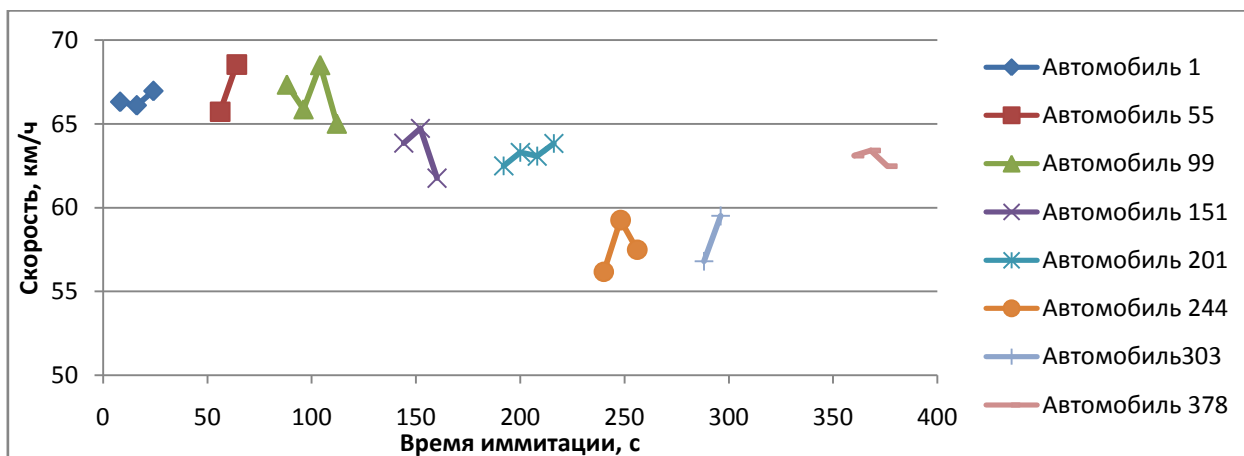


Рисунок 2.7 - Графики изменения скорости по времени имитации для 8 автомобилей

На нем отчетливо видно, что скорость во время имитации остается практически неизменной. Нет больше скачков, характерных для исходной

модели, что свидетельствует о сокращении количества конфликтных точек, на данном пересечении.

После чего проводится сравнение средних скоростей движения данных автомобилей, чтобы получить данные пригодные при дальнейшем сравнении с развязками, представлено на рисунке 2.8.

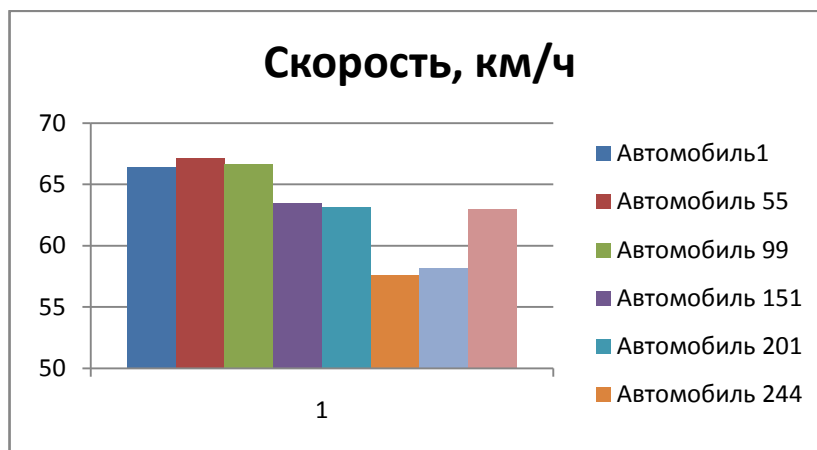


Рисунок 2.8 – Гистограмма средних скоростей 8 автомобилей

Скорости каждого автомобиля находятся в максимальном значении, а некоторые даже превышают разрешенные. Что является свидетельством улучшения организации движения. Для полной убедительности приводится сравнение времени задержек, восьми автомобилей на рисунке 2.9.

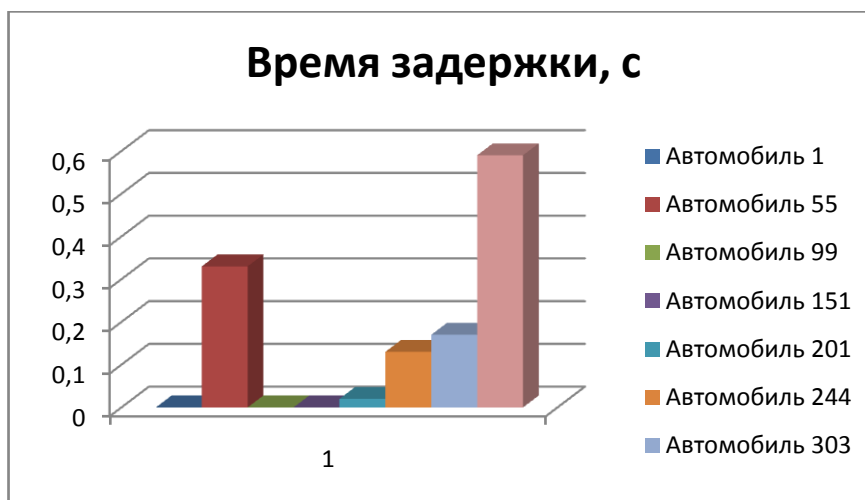


Рисунок 2.9 – Гистограмма суммарного времени задержек для 8 автомобилей

В результате можно сказать, что данный тип развязки является наиболее безопасным по сравнению с исходным вариантом и будет рассматриваться при анализе.

В свою очередь модель развязки типа «Не полный клеверный лист», представлена на рисунке 2.10.

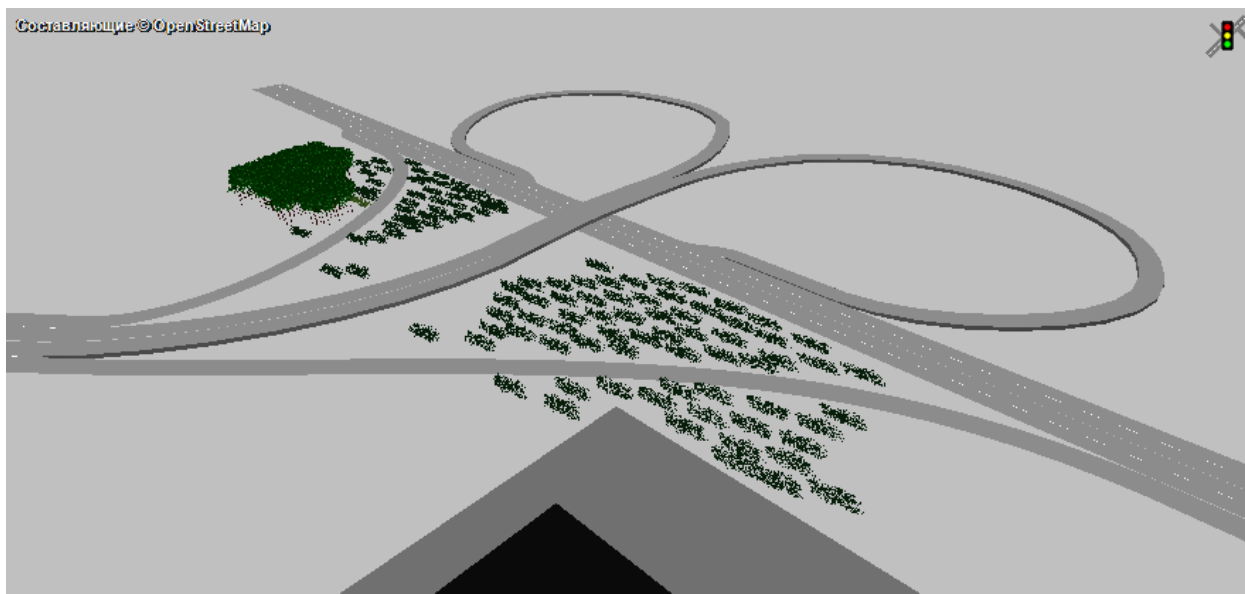


Рисунок 2.10 – Модель развязки типа «Не полный клеверный лист»

Двухуровневая развязка типа «Не полный клеверный лист», в которой, те самые опасные левые поворота представлены как правые на 270 градусов. В конфигурации характерной базовой возможен разворот на примыкающей дороге. Для данного вида развязки присущ конфликт потоков из-за близкого расположения въезда, на неё, перед выездом. При строительстве «Не полный клеверный лист» требует сооружения всего одного прямого пересечения, при последующем продлении дороги может быть организована достройка, до «Клеверного листа». Резкое снижение конфликтных точек, как и в предыдущем случае, приводит к значительному увеличению скоростей движения, уменьшению заторов и времени задержек, что в свою очередь является положительным результатом.

Анализ данной развязки выполняем такой же как и в двух предыдущих случаях, с тем же шагом для определения эффекта, как было показано ранее, данные приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Результаты анализа развязки типа «Неполный клеверный лист»

Время имитации, с	Номер автомобиля	Время задержки, с	Желаемая скорость, км/ч	Скорость, км/ч	Ускорение, м/с ²	Количество остановок
1	2	3	4	5	6	7
8,1	1	0	66,36	66,09	-0,18	0
16,1	1	0	66,36	66,95	0,18	0
56,1	55	0,19	64,24	64,24	0	0
64,1	55	0,19	64,24	62,94	-0,2	0
72,1	55	0,36	64,24	59,91	-0,15	0
80,1	55	1,56	64,24	45,86	-1,71	0
88,1	55	2,95	64,24	57,86	-0,06	0
88,1	99	1,4	61,17	49,82	0,25	0
96,1	99	2,76	61,17	51,78	-0,02	0
104,1	99	4,03	61,17	51,3	0	0
112,1	99	5,34	61,17	50,58	-0,09	0
120,1	99	7,31	61,17	29,37	-3,48	0
128,1	99	13,33	61,17	10,43	-0,18	0
136,1	99	18,72	61,17	38,66	0,2	0
144,1	99	20,74	61,17	51,63	0,27	0
144,1	151	0	59,48	60,36	-0,12	0
152,1	151	0,36	59,48	31,2	-7,06	0
160,1	151	6,27	59,48	27,74	1,27	0
168,1	151	7,86	59,48	58,01	0,12	0
176,1	151	7,86	59,48	59,02	-0,12	0
184,1	151	7,86	59,48	59,35	0,12	0
192,1	151	7,86	59,48	60,23	-0,12	0
192,1	201	0,05	62,02	56,3	1,05	0
200,1	201	0,07	62,02	58,68	-0,03	0
208,1	201	0,07	62,02	58,62	-0,08	0
216,1	201	0,37	62,02	59,94	0,28	0
240,1	244	0	62,86	58,99	-0,17	0
248,1	244	0,57	62,86	55,83	-0,17	0
296,1	303	0	57,33	54,42	-0,19	0

1	2	3	4	5	6	7
304,1	303	0	57,33	54,94	-0,19	0
368,1	378	0	64,61	67,3	0,19	0
376,1	378	0	64,61	62,4	-0,19	0
384,1	378	0	64,61	66,36	0,19	0

Так же, как и в предыдущем случае, анализ показал намного лучшие показатели по сравнению с исходной моделью, но уступает из-за наличия конфликта на близком расположении въезда и выезда. Левые повороты не пересекают две полосы встречного движения. Скорость на всем протяжении данной развязки изменяется из-за наличия конфликта, время задержек выше чем в предыдущем случае, а количество заторов сводится к нулю, и как следствие, так же выдвигают эту развязку в качестве новой организации движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской.

Так же проведем сравнительный анализ между этими восемью автомобилями и сведем их в график изменения скорости во время имитации, представленного на рисунке 2.11.

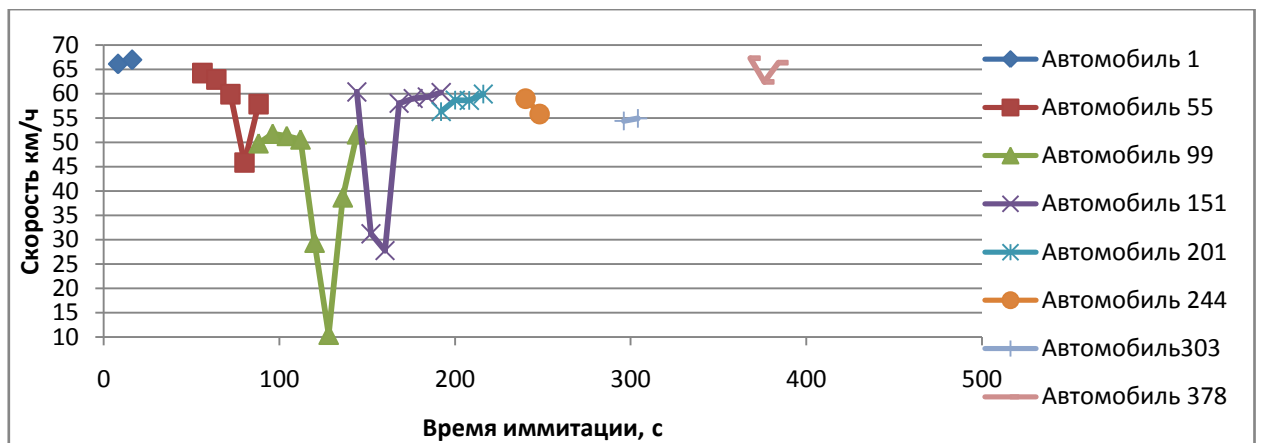


Рисунок 2.11 – Графики изменения скорости по времени имитации для 8 автомобилей

На нем отчетливо видно, что скорость во время имитации изменяется во время въезда и выезда с данного типа развязок. В остальных случаях нет

больше скачков, характерных для исходной модели, что свидетельствует о сокращении количества конфликтных точек, на данном пересечении.

После чего, так же проводится сравнение средних скоростей движения данных автомобилей, чтобы получить данные пригодные при дальнейшем сравнении с развязками, представлено на рисунке 2.12.

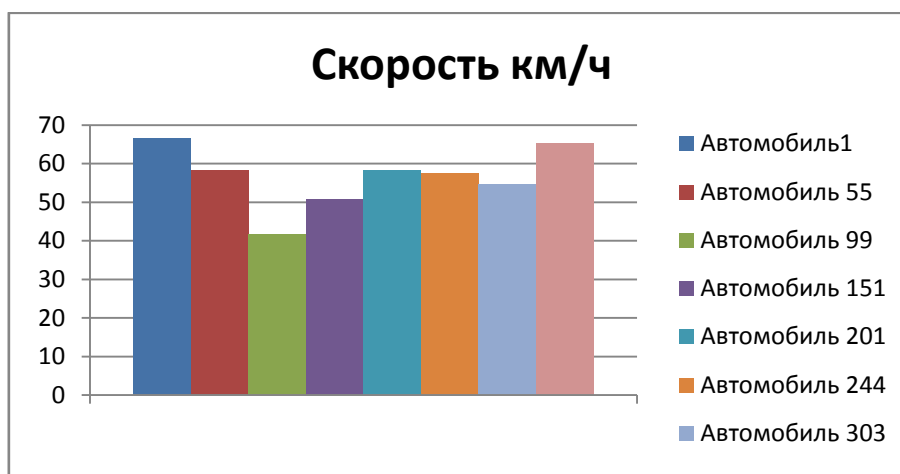


Рисунок 2.12 – Гистограмма средних скоростей 8 автомобилей

Скорости каждого автомобиля находятся в практически максимальных значениях. Для полной убедительности приводится сравнение времени задержек, восьми автомобилей на рисунке 2.13.

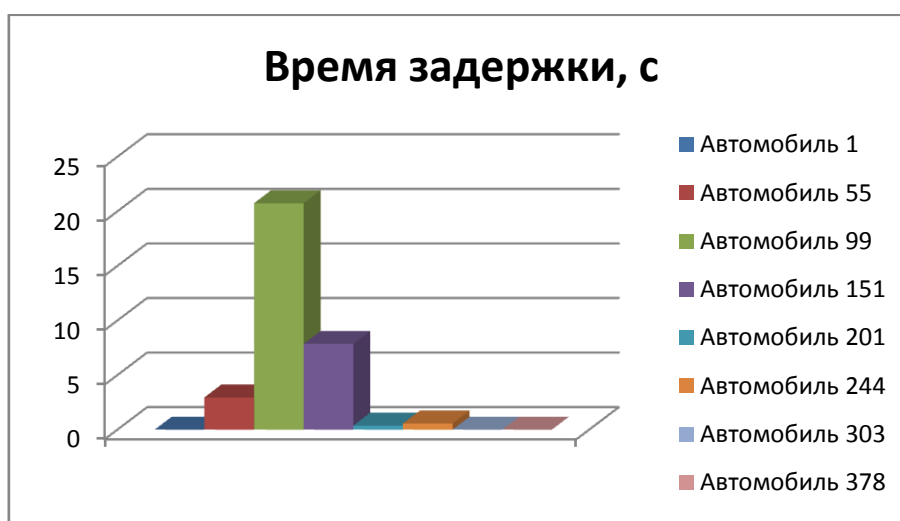


Рисунок 2.13 – Гистограмма суммарного времени задержек для 8 автомобилей

На нем видны заметные уступки развязке типа «Труба». Также «Не полный клеверный лист» выказывает не значительные преимущества, в сравнении с исходным вариантом организации движения.

В результате можно сказать, что данный тип развязки является наиболее безопасным по сравнению с исходным вариантом и будет рассматриваться при анализе.

2.5 Моделирование транспортных потоков для предлагаемой схемы организации движения с трехуровневой развязкой

Развязки в 3-х уровнях значительно дороже, по сравнению с 2-х уровневыми, но рассмотрение их так же важно. Поэтому далее представлена модель Y-образной развязки, которая показана на рисунке 2.14.



Рисунок 2.14 –Модель Y-образной развязки

В Y-образной развязке потоки встречного направления движения располагают на расстоянии, и после этого от прямых направлений отводятся дороги для левого поворота. По сравнению с Т-образной развязкой повороты налево требуют строительства четырех коротких путепроводов. Резкое

снижение конфликтных точек, как и в предыдущих случаях, приводит к значительному увеличению скоростей движения, уменьшению заторов и времени задержек, что в свою очередь является положительным результатом.

Анализ данной развязки выполняем такой же, как и в предыдущих случаях, с тем же шагом для определения эффекта, как было показано ранее, данные приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Результаты анализа Y-образной развязки

Время имитации, с	Номер автомобиля	Время задержки, с	Желаемая скорость, км/ч	Скорость, км/ч	Ускорение, м/с ²	Количество остановок
8,1	1	0	66,36	66,17	0,18	0
16,1	1	0	66,36	68,06	-0,18	0
24,1	1	0	66,36	64,99	0,18	0
56,1	55	0,55	68	65,02	0,1	0
64,1	55	0,55	68	67,85	0,1	0
96,1	99	0	58,33	58,33	0	0
104,1	99	0	58,33	61,12	-0,21	0
112,1	99	0	58,33	55,47	0,21	0
144,1	151	0	63,75	63,75	0	0
152,1	151	0	63,75	66,42	0,23	0
160,1	151	0	63,75	62,04	0,23	0
192,1	201	0	65,76	66,44	0,25	0
200,1	201	1,7	65,76	50,98	1,25	0
208,1	201	2,15	65,76	63,35	0,25	0
240,1	244	1,17	58,46	52,53	1,42	0
248,1	244	1,22	58,46	58,68	0,2	0
256,1	244	1,19	58,46	61,56	0	0
288,1	303	0	58,57	57,67	-0,2	0
296,1	303	0,35	58,57	58,46	0,13	0
360,1	378	0,11	64,59	62,85	0,11	0
368,1	378	0,64	64,59	62,47	0,11	0
376,1	378	1,17	64,59	62,09	0,11	0

Так же, как и в предыдущих случаях, анализ показал намного лучшие показатели по сравнению с исходной моделью. Левые повороты не пересекают две полосы встречного движения.

Так же проведем сравнительный анализ между этими восемью автомобилями и сведем их в график изменения скорости во время имитации, представленного на рисунке 2.15.

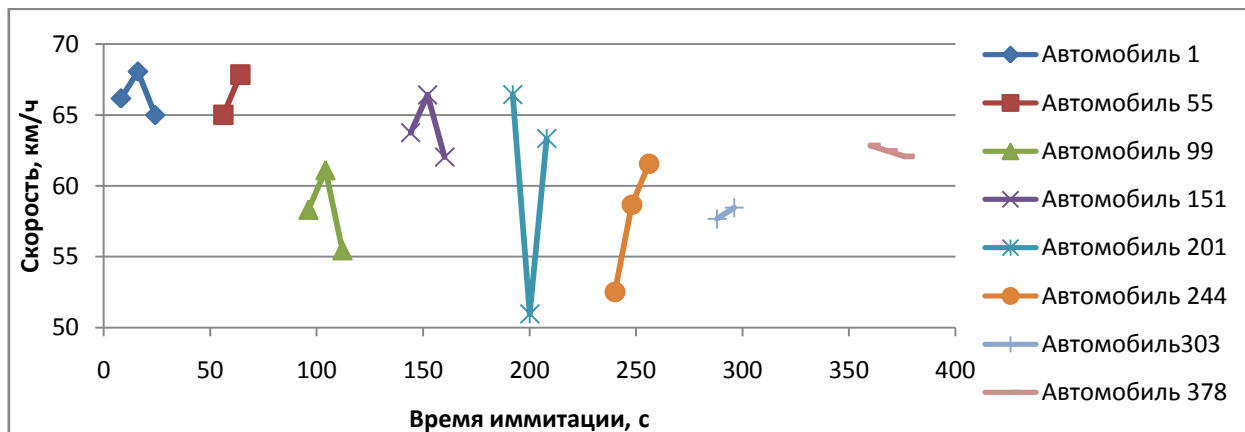


Рисунок 2.15 - Графики изменения скорости по времени имитации для 8 автомобилей

На котором так же можно увидеть, что скорость во время имитации меняется в малых интервалах. В данном случае нет больше скачков, характерных для исходной модели, что свидетельствует о сокращении количества конфликтных точек, на данном пересечении.

После чего, так же проводится сравнение средних скоростей движения данных автомобилей, представлено на рисунке 2.16.

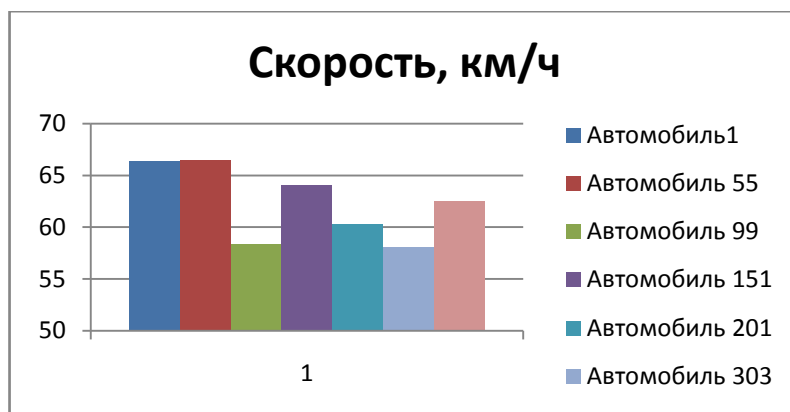


Рисунок 2.16 - Гистограмма средних скоростей 8 автомобилей

Скорости каждого автомобиля находятся в практически максимальных значениях, а некоторые даже превышают разрешенные, как и в предыдущих случаях. Что так же является свидетельством улучшения организации движения. В том числе для полной убедительности приводится сравнение времени задержек, восьми автомобилей на рисунке 2.17.

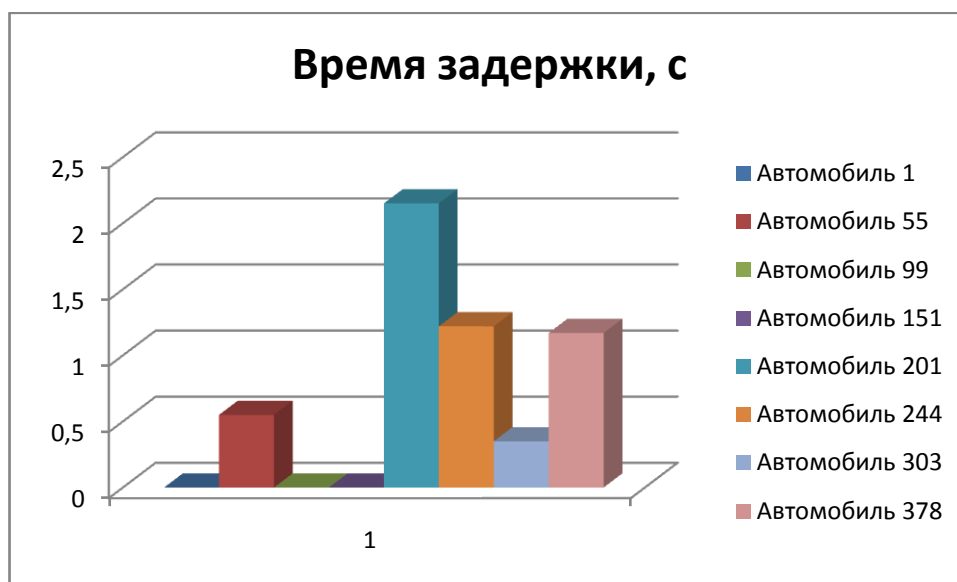


Рисунок 2.17 - Гистограмма суммарного времени задержек для 8 автомобилей

На нем видны практически не заметные уступки развязке типа «Труба». Но также как и два предыдущих случая данная развязка, выказывает значительные преимущества, в сравнении с исходным вариантом организации движения.

В результате можно сказать, что данный тип развязки тоже является наиболее безопасным по сравнению с исходным вариантом и как следствие, будет рассматриваться при анализе.

Так же рассматривается модель Т-образной развязки. В ней левые повороты выполняются на отдельных уровнях при помощи эстакад или туннелей. По сравнению с трубовидной повороты более

плавные, отсутствует поворот на 270 градусов, что удобно для скоростного движения.

Модель данной развязки представлена на рисунке 2.18.

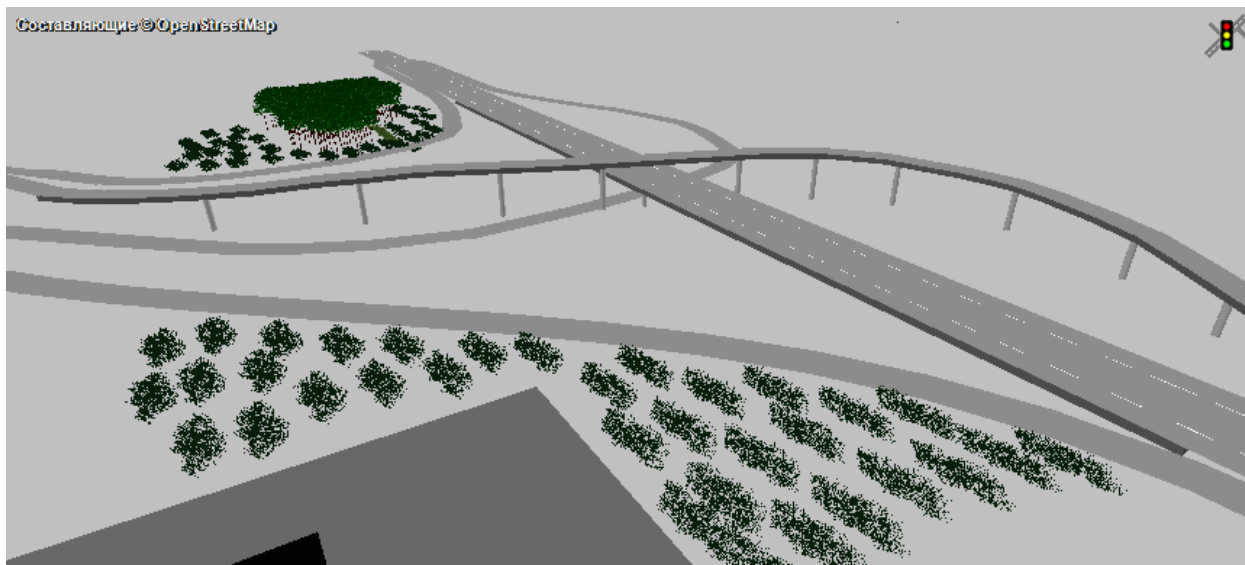


Рисунок 2.18 – Модель Т-образной развязки

Однако необходимость сооружения двух изогнутых эстакад для левых поворотов усложняет и удорожает строительство. Разворот в базовой конфигурации невозможен.

Результаты анализа представлены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 - Результаты анализа Т-образной развязки

Время имитации, с	Номер автомобиля	Время задержки, с	Желаемая скорость, км/ч	Скорость, км/ч	Ускорение, м/с ²	Количество остановок
1	2	3	4	5	6	7
8,1	1	0	64,59	65,11	0,04	0
16,1	1	0	64,59	66,26	0,04	0
64,1	55	0	58,01	58,64	-0,25	0
72,1	55	0	58,01	58,68	0,25	0
80,1	55	0	58,01	54,75	-0,04	0
104,1	99	3,92	65,49	52,46	1,85	0
112,1	99	4,38	65,49	63,04	-0,01	0
120,1	99	4,38	65,49	61,96	-0,01	0

1	2	3	4	5	6	7
160,1	151	0,04	64,64	64,95	0,22	0
168,1	151	0,04	64,64	64,64	0	0
176,1	151	0,21	64,64	60,2	-0,03	0
208,1	201	1,33	67,31	52,79	2,38	0
216,1	201	1,52	67,31	67,31	0	0
224,1	201	1,52	67,31	64,47	-0,69	0
232,1	201	5,74	67,31	60,88	0	0
248,1	244	0	62,59	62,52	-0,2	0
256,1	244	0,02	62,59	58,4	-0,23	0
264,1	244	0,28	62,59	62,6	0,24	0
272,1	244	0,28	62,59	60,74	0,04	0
304,1	303	0,14	65,89	62,92	0,73	0
312,1	303	0,14	65,89	66,95	-0,18	0
376,1	378	0	62,6	63,9	0,14	0
384,1	378	0	62,6	62,37	-0,14	0
392,1	378	0	62,6	61,82	0,14	0

Так же, как и в предыдущих случаях, анализ показал намного лучшие показатели по сравнению с исходной моделью. Левые повороты не пересекают две полосы встречного движения. Скорость на всем протяжении данной развязки практически не изменяется, время задержек заметно ниже в сравнении с исходной моделью и «Не полным клеверным листом». И как во всех предыдущих случаях количество заторов сводится к нулю, и как следствие, так же выдвигают эту развязку в качестве новой организации движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской.

Так же проведем сравнительный анализ между этими восемью автомобилями и сведем их в график изменения скорости во время имитации, на котором так же можно увидеть, что скорость во время имитации меняется в малых интервалах. В данном случае нет больше скачков, характерных для исходной модели, что свидетельствует о сокращении количества конфликтных точек, на данном пересечении и выдвигает данный вид развязки в качестве явного конкурента другим развязкам, так как повороты

плавные и соответственно могут обеспечить более высокие скорости движения на ней.

Всё выше сказанное, представлено на рисунке 2.19.

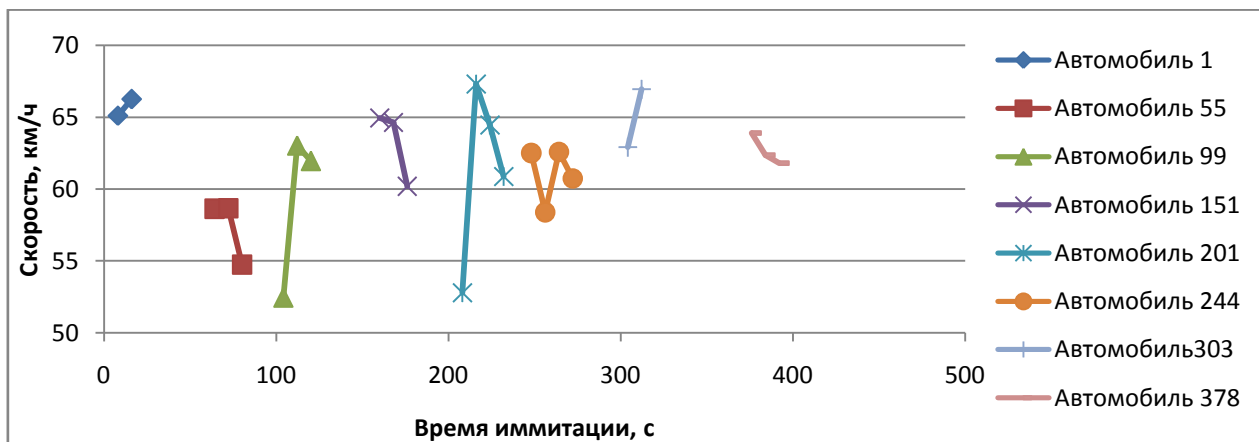


Рисунок 2.19 - Графики изменения скорости по времени имитации для 8 автомобилей

После чего, так же проводится сравнение средних скоростей движения данных автомобилей, чтобы получить данные пригодные при дальнейшем сравнении с развязками, представлено на рисунке 2.20.

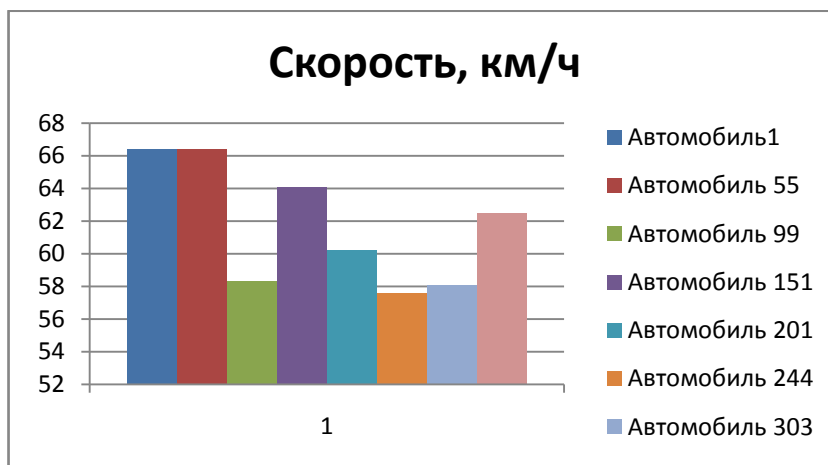


Рисунок 2.20 - Гистограмма средних скоростей 8 автомобилей

Скорости каждого автомобиля находятся в практически максимальных значениях, а некоторые даже превышают разрешенные, как и в предыдущих случаях. Что так же является свидетельством улучшения организации

движения. В том числе для полной убедительности приводится сравнение времени задержек, восьми автомобилей, после чего будут видны улучшения, на рисунке 2.21.

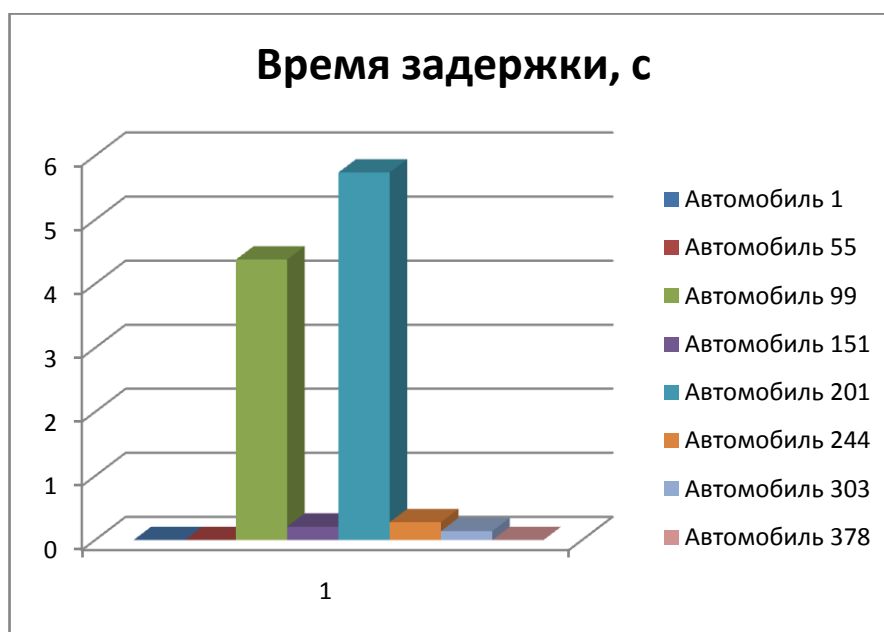


Рисунок 2.21–Гистограмма суммарного времени задержек для 8 автомобилей

На нем видны практически не заметные уступки развязке типа «Труба», но есть и преимущества. Также как и два предыдущих случая данная развязка, выказывает значительные преимущества, в сравнении с исходным вариантом организации движения.

В результате можно сказать, что данный тип развязки тоже является наиболее безопасным по сравнению с исходным вариантом и как следствие, будет рассматриваться при анализе.

2.6 Сравнительный анализ результатов моделирования транспортных потоков имеющейся и предлагаемых схем организации движения

Результаты анализа были сведены в блокнот и представляют огромные списки данных, части которых были представлены ранее. После чего, обработаны в программе MathCad и подсчитаны средние значения, которые в дальнейшем будут подвержены сравнению ради нахождения оптимального

варианта организации движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской, представленные в таблице 2.10.

Таблица 2.10– Средние значения данных анализа

	Исходный	Типа "Труба"	Неполный клеверный лист	Y- образная	T- образная
Время задержки, с	21,662	1,275	6,065	1,605	1,528
Желаемая скорость, км/ч	53,025	62,936	60,153	62,892	62,86
Скорость, км/ч	27,559	59,741	48,693	58,216	57,354
Ускорение, м/с ²	0,067	0,048	0,07	0,055	0,043
Количество остановок	1,011	0,034	0,241	0,039	0,044
Время в заторе, с	15,819	0,284	2,054	0,311	0,22
Дистанция безопасности, м	12,563	18,661	17,647	17,401	18,927
Количество заторов	0,734	0,046	0,304	0,057	0,059
Затраты (всего)	30,012	15,172	23,438	13,777	14,501
Разница скоростей	1,507	2,571	4,2	7,419	4,041
Фрактиль желаемой скорости	0,502	0,493	0,486	0,489	0,486

Как видно из данных таблицы развязка типа «Труба», является лучшим решением, так как на ней обеспечивается самая высокая скорость и наименьшие задержки. Движение на ней происходит практически без остановок. Но так же можно заметить, что она уступает по ряду параметров Т-образной 3-х уровневой развязке. Однако развязка типа «Труба» в сравнении с Т-образной имеет большое количество преимуществ, в которые включены простота и дешевизна.

Все параметры, представленные в таблице, превосходства и недостатки выбранной развязки, представлены в следующих гистограммах. На первой

представлены средние величины времени задержек на перекрестке в его разных вариациях, рисунок 2.22.



Рисунок 2.22 – Гистограмма времени задержек

Наименьший результат представлен у развязки типа «Труба», имеющее значение 1,275 с, что является его несравненным преимуществом, по отношению к другим развязкам.

На второй представлено сравнение величин средних скоростей движения для данных вариаций, рисунок 2.23.

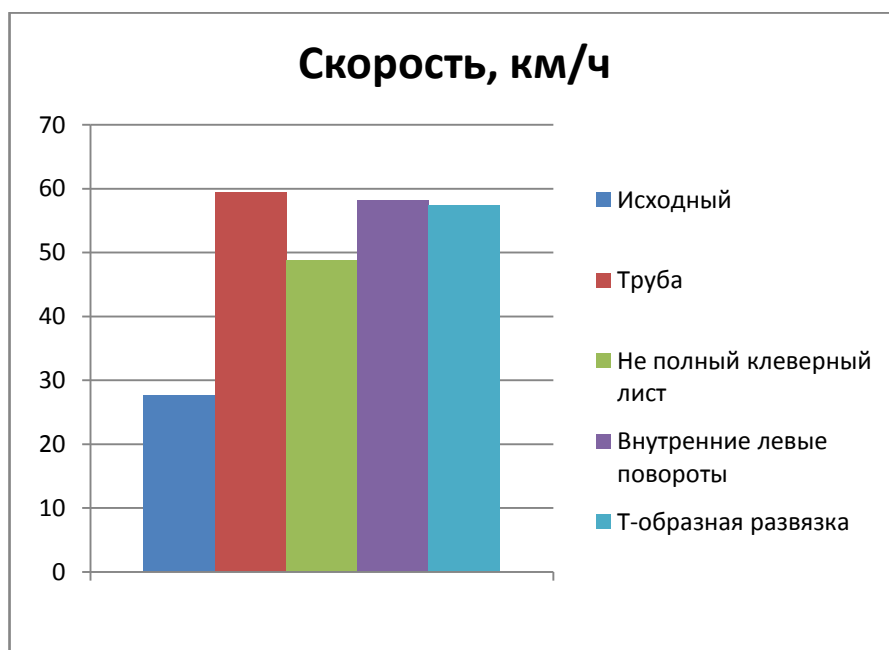


Рисунок 2.23– Гистограмма средних скоростей

На нем также можно увидеть преимущество, выбранной развязки, перед другими, так как она обеспечивает максимальную скорость.

Сравнение средних желаемых скоростей движения, представлено на рисунке 2.24.

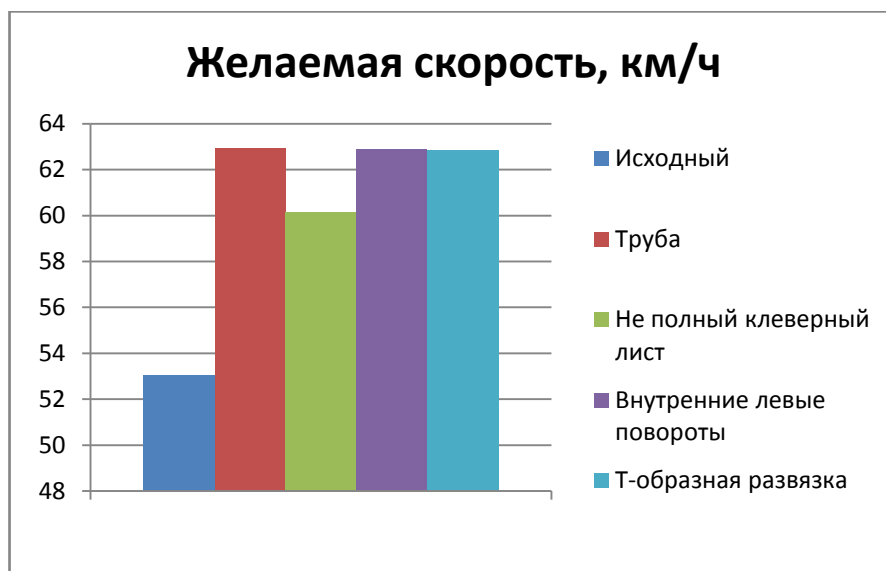


Рисунок 2.24–Гистограмма средних желаемых скоростей

На нем тоже можно увидеть, что самая высокая скорость у развязки типа «Труба», из чего можно сделать вывод, что она лучше остальных, по этому параметру.

Сравнение средних значений ускорения представлено на рисунке 2.25.

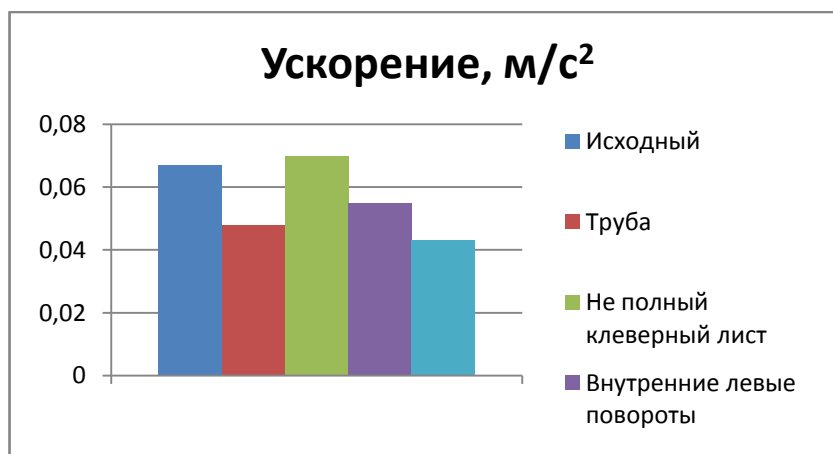


Рисунок 2.25–Гистограмма средних значений ускорения

В результате для пересечения развязка типа труба является лучшим вариантом из представленных по ряду параметров, обеспечивающим безопасность и высокую пропускную способность.

Новая организация движения на перекрестке, представлена на рисунке 2.26.

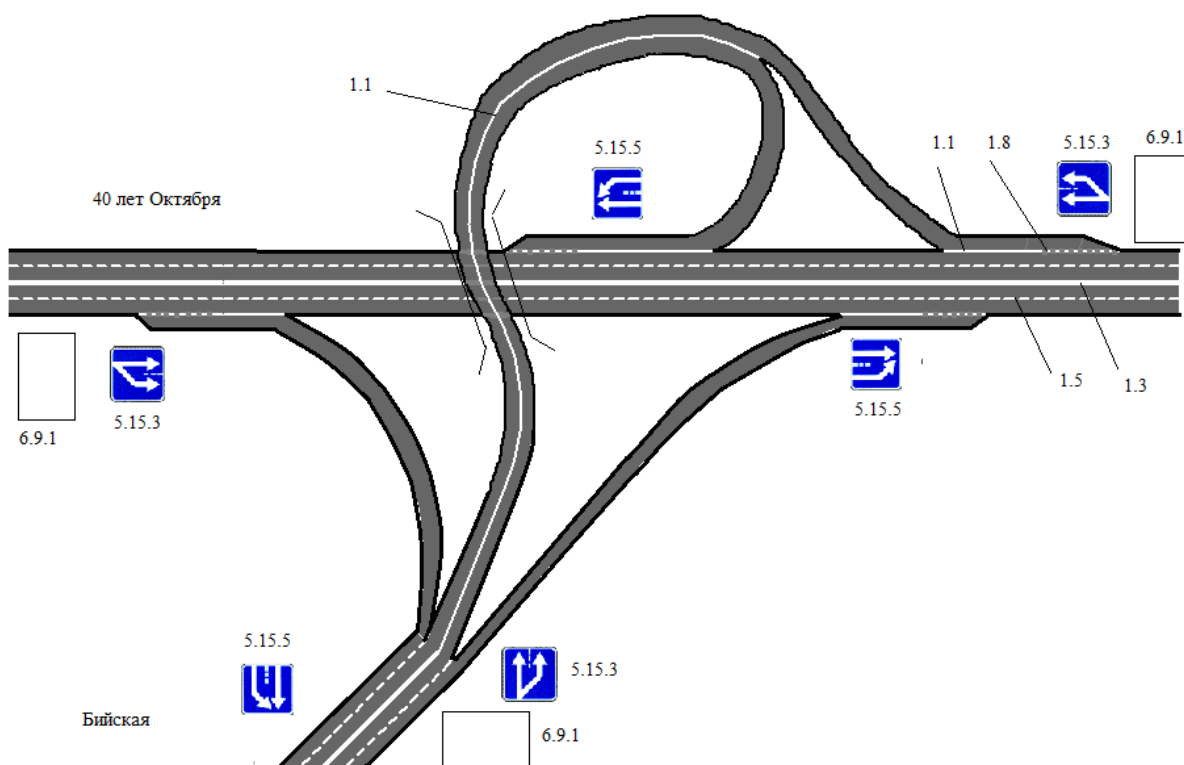


Рисунок 2.26 – Развязка типа «Труба» на перекрестке

На территории перекрестка распространяет своё влияние следующая группа знаков

- 5.15.3 – «Начало полосы»;
- 5.15.5 – «Конец полосы»;
- 6.9.1 – «Предварительный указатель направлений».

А также горизонтальная разметка:

- 1.1 – «разделяет транспортные потоки противоположных направлений и обозначает границы полос движения в опасных местах на дорогах; обозначает границы проезжей части, на которые въезд запрещен; обозначает границы стояночных мест транспортных средств»;

- 1.3 – «разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах имеющих четыре полосы движения и более»;

- 1.5 – «разделяет транспортные потоки противоположных направлений на дорогах, имеющих две или три полосы; обозначает границы полос движения при наличии двух и более полос, предназначенных для движения в одном направлении»;

- 1.8 – «(широкая прерывистая линия) обозначает границу между полосой разгона или торможения и основной полосой проезжей части (на перекрестках, пересечениях дорог на разных уровнях, в зонах автобусных остановок и т. п.)».

Вывод

Рассмотрены определения модели и моделирования, и их преимущества. Выявили, что программное обеспечение PTVVissim, является наилучшей для моделирования транспортных потоков. Узнали, какие модели используются для имитации движения транспортных средств в ней, а также все функции предлагаемые программой. Также задачи рассматриваемые данным программным обеспечением, и области применения в различных видах транспорта.

Приведен расчет приведенной интенсивности по направлениям, заранее собранных в разные дни в часы пик. В качестве исходных данных для ввода в программу. После чего воссоздается реалистичная имитация движения на ней, и проводится анализ.

Так были рассмотрены разные варианты организации движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской. Предложенные модели показали значительно лучший результат, нежели исходная. Были приведены результаты анализа каждой развязки с приведением выборки среди определенного количества и их номеров, в имитации, и показаны в виде

гистограмм, показывающих преимущества, различных вариантов организаций движения.

После чего приведен сравнительный анализ, данных развязок в разных уровнях. Выявлено, что оптимальным является вариант развязки типа «Труба», так как в этом случае обеспечивается скорость в 2,2 раза выше, по сравнению с исходной и минимальные задержки – в 17 раз меньшей длительности. Также данный вариант является самым распространенным, простым и дешевым и превосходит своих конкурентов по ряду не менее важных параметров.

3 Экономическое обоснование работы

Бюджетные средства дорожного фонда Пензенской области на 2017 год составляют 4 976,7 млн. рублей, в том числе, средства федерального бюджета – 680,5 млн. рублей.

Все расчеты производятся в соответствии с НЦС 81-02-08-2014 «Автомобильная дорога» и НЦС 81-02-09-2014 «Мосты и путепроводы»

Исходные данные:

Транспортная развязка по типу «Труба» 7754 м², число приложений расчетной нагрузки 100 кН;

Освещаемый участок – вся развязка, линия электроосвещения с обеих сторон дороги;

Доставка инертных материалов: автотранспортом на расстояние 50 км; железнодорожным на расстояние 400 км.

Расчет стоимости транспортной развязки по исходным данным: Стоимость 1 м²путепровода(таблица 09-05-001): 98,32 тыс.руб., стоимость 100 м² покрытия (таблица 08-06-003) – 553,44 тыс. руб.

Стоимость с учетом данных приведенных выше: $5779,03 * 98,32 + 1955,15 * 553,4 / 100 = 580\,981,199$ тыс. руб.

Стоимость с учетом рельефа местности, расчетной нагрузки и схемы доставки инертных материалов: $580981,199 * 0,90 * 1,075 = 562099,31$ тыс. руб.

Освещение участка: $(5799,03 + 1955,15) * 553,44 / 100 = 2145,735$ тыс. руб.

Итого стоимость транспортной развязки: $562099,31 + 2145,735 = 564245,045$ тыс. руб.

После чего составим смету, с использование обоснований из НЦС 81-02-08-2014 «Автомобильная дорога» и НЦС 81-02-09-2014 «Мосты и путепроводы», на вводимую, на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской развязку в разных уровнях по типу «Труба», представленную в следующей

таблице 3.1. Также используем коэффициент из Приказа Минстроя РФ от 28.08.2014г. №506 приложение К=0,86, указывающий цену на 2014 год, с дальнейшим переводом на 2017.

Таблица 3.1 – Смета на транспортную развязку типа «Труба»

№№ п/п	Обоснование	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена единицы	Всего, в тыс.руб.
1	09-05-001	Путепровод сборный железобетонный длиной приведенного пролета до 25 м	м ²	5799,03	98,32	570160,6
2	08-06-003	Транспортная развязка по типу "труба"	100 м ²	1955,15	553,44	10820,58
3		Освещение	k=0,05			2145,737
Итого по смете в ценах 2014г. для Московской области						583126,9
Итого по смете в ценах 2014г. для Пензенской области К=0,86						501489,2
Итого для Пензенской обл. в ценах на 01.01.2017г. Кдефлятор= 1,128						565679,8
НДС18%						101822,4
Всего по смете						667502,2

В связи с планами на 2017 год, в которой работа будет проводиться в сельской местности. Так же на капитальный ремонт автомобильных дорог местного значения в текущем году предусмотрено потратить следующую

сумму 1 563 700,6 тыс. рублей. За пределами города Пенза планируется отремонтировать 48 объектов – более 280 км автодорог. Среди них – автотрассы, связывающие многочисленные села, дороги местного, регионального и федерального значения.

Вывод

Двухуровневая развязка по типу «Труба» экономически не выгодна для города Пенза в текущем году, хотя повышает безопасность и пропускную способность перекрестка. Причиной этого является планирование средств выделяемых на автодороги, высокая стоимость самой развязки нарушит его, так как составляет – 667 502 200 рублей. В данный план входит ремонт 48 объектов – более 280 км автодорог, среди которых – автотрассы, связывающие многочисленные села, дороги местного, регионального и федерального значения. Так же на капитальный ремонт автомобильных дорог местного значения в текущем году предусмотрено потратить следующую сумму 1 563 700,6 тысяч рублей.

Таким образом, можно сказать, что ввод развязки на данном перекрестке, является не выгодным вложением для самого города. Также причиной будет, является большое количество времени, затрачиваемое на её постройку.

Заключение

Была рассмотрена существующая организация движения на перекрестке города Пенза улиц 40 лет Октября и Бийской.

Пересечение улиц 40 лет Октября и Бийской входит в микрорайон Кривозерье, который в свою очередь является часть Первомайского района. Организация движения на нем не обеспечивает пропускную способность в соответствии с измеренной интенсивностью - в среднем, через перекрёсток проехало 117 маршрутных такси и автобусов, около 2628 легковых автомобилей, 390 грузовых автомобилей. Это является следствием образованных там конфликтных точек, проанализировав которые можно сказать, что пересечение не опасное, но в связи с участвовавшими ДТП он является очагом аварийности. Особенно опасны левые повороты где образуются самые опасные места. Такая организация движения на данном перекрестке приводит к образованию длинных очередей, и как их следствия заторов. Также она приводит к столкновению транспортных средств, что также является не желательным явлением.

По официальным данным ГИБДД Первомайского района, было установлено, что за прошедший 2016 год на перекрестке произошло 6 дорожно-транспортных происшествий. Вид данных ДТП – столкновения. Представляющий из себя, участок концентрации ДТП.

В результате всего выше перечисленного, можно сказать, что перекресток нуждается в реорганизации движения на нем, которая в данном проекте представлена в виде введения развязки в разных уровнях.

Рассмотрены определения модели и моделирования, и их преимущества. Выявлено, что программное обеспечение PTVVissim, является наилучшей для моделирования транспортных потоков. Узнали, какие модели используются для имитации движения транспортных средств в ней, а также все функции предлагаемые программой. Также задачи

рассматриваемые данным программным обеспечением, и области применения в различных видах транспорта.

Приведен расчет приведенной интенсивности по направлениям, заранее собранных в разные дни, в часы пик. В качестве исходных данных для ввода в программу. После чего воссоздается, довольно таки, реалистичная имитация движения на ней, и проводится анализ.

Далее были рассмотрены разные варианты организации движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской. Предложенные модели показали значительно лучший результат, нежели исходная. Были приведены результаты анализа каждой развязки с приведением выборки среди определенного количества и их номеров, в имитации, и показаны в виде гистограмм, показывающих преимущества, различных вариантов организаций движения.

После чего приведен сравнительный анализ, данных развязок в разных уровнях. Выявлено, что оптимальным является вариант развязки типа «Труба», так как в этом случае обеспечивается скорость в 2,2 раза выше, по сравнению с исходной и минимальные задержки – в 17 раз меньшей длительности. Также данный вариант является самым распространенным, простым и дешевым и превосходит своих конкурентов по ряду не менее важных параметров.

Двухуровневая развязка по типу «Труба» экономически не выгодна для города Пенза в текущем году, хотя повышает безопасность и пропускную способность перекрестка. Причиной этого является планирование средств выделяемых на автодороги, высокая стоимость самой развязки нарушит его, так как составляет – 667 502 200 рублей. В данный план входит ремонт 48 объектов – более 280 км автодорог, среди которых – автотрассы, связывающие многочисленные села, дороги местного, регионального и федерального значения. Так же на капитальный ремонт автомобильных дорог местного значения в текущем году предусмотрено потратить следующую сумму 1 563 700,6 тысяч рублей.

Таким образом, можно сказать, что ввод развязки на данном перекрестке, является не выгодным вложением для самого города. Также причиной будет, является большое количество времени, затрачиваемое на её постройку. В результате чего нужно будет перекрывать дорогу во время постройки, а данный участок улично-дорожной сети является довольно таки оживленным.

Список использованных источников

1. Ведомственные строительные нормы. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах[электронный ресурс]. Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200006776>
2. ГОСТ Р 51256-99 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования [электронный ресурс]. Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200005174>
3. ГОСТ Р 52289-2004 Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств[электронный ресурс]. Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200038798>
4. ГОСТ Р 52290-2004 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования[электронный ресурс]. Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200038802>
5. ГОСТ Р 52398-2005 Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования[электронный ресурс]. Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200042582>
6. ГОСТ Р 52399-2005 Геометрические элементы автомобильных дорог [электронный ресурс]. Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200042583>
7. Дрю А. Теория транспортных потоков и управление ими. “Транспорт”, 1972 г., стр. 1-424
8. Метсон Т. Организация движения. Научно-техническое издательство министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР, — Москва, 1960. — 462 с.
9. Новые ПДД РФ на 2016 год [текст]:Правила Дорожного движения – Москва :Эксмо, 2016. – 96 с.

10. НЦС 81-02-08-2014 «Автомобильные дороги»[электронный ресурс]. Режим доступа:<http://www.minstroyrf.ru/trades/gradostroitel'naya-deyatelnost-i-arhitektura/14/>
11. НЦС 81-02-09-2014 «Мосты и путепроводы»[электронный ресурс]. Режим доступа:<http://www.minstroyrf.ru/trades/gradostroitel'naya-deyatelnost-i-arhitektura/14/>
12. ОДМ 218.4.005-2010 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах[электронный ресурс]. Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200084056>
13. ОДМ 218.6.015-2015 Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации[электронный ресурс]. Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200120721>
14. Строительные нормы и правила 2.05.02-85.-Автомобильные дороги[электронный ресурс]. Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/5200258>
15. Федеральный закон от 8 ноября 2007 г. N 257-ФЗ "Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями)[электронный ресурс]. Режим доступа: <http://base.garant.ru/12157004/#ixzz4gnDXtHdS>
16. Bando, M., Hasebe, H., Nakayama A., Shibata, A. and Sugiyama, Y. (1995) "Dynamical Model of Traffic Congestion and Numerical Simulation". Physical Review E 51.
17. Brilon, W. and Hartmann, D. (2004) "Fortentwicklung und BereitstellungeinesbundeseinheitlichenSimulationsmodellsfürBundesautobahnen". Research project FE01/157/2001/IRB for the BundesanstaltfürStraßenwesen (Federal Highway Research Institute, Germany), in cooperation with the Ruhr-University Bochum. Germany.

18. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBS). (2004) "Neubau von Bundesautobahnen", Sept. 2004, <http://www.bmvbs.de/Neubau-von-Autobahnen-.377.htm>
19. Gazis, D.C., Herman, R. and Rothery, R.W. (1961) "Non-linear Follow-the-Leader Models of Traffic Flow". Operations Research 9, No.4
20. Hoefs, D.H. (1972) "Untersuchung des Fahrverhaltens in Fahrzeugkolonnen". Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 140.
21. Michaels, R. M. (1963). "Perceptual factors in car following." Proceedings of the Second International Symposium on the Theory of Road Traffic Flow. Paris: OECD, 44-59.
22. Sparmann, U. (1978) "Spurwechselfvorgänge auf zweispurigen BAB-Richtungsfahrbahnen". Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 263.
23. Theis, C. (1997) "Modellierung des Fahrverhaltens an Autobahnanschlussstellen". PhD-thesis. University of Karlsruhe. Germany.
24. Van Aerde, M. and Rakha, H. (1995). "Multivariate calibration of single regime speed-flow-density relationships". Proceedings of the Vehicle Navigation and Information Systems (VNIS) Conference. Seattle. Washington.
25. Wiedemann, R. (1974) "Simulation des Straßenverkehrsflusses". PhD-thesis. University of Karlsruhe. Germany.
26. Области применения PTVVissim [электронный источник].Режим доступа: http://ptv-vision.ru/produkty/vissim/oblast_primeneniya
27. Характеристика Первомайского района[электронный источник].Режим доступа: <http://documents.penza-gorod.ru/pervdoc-9.html>
28. Бюджет выделяемый Пензенской области на автомобильные дороги[электронный источник].Режим доступа: http://pnzreg.ru/main_news/2017/03/29/11063790

Приложение А
(обязательное)
Презентация бакалаврской работы

Пензенский государственный университет

Кафедра «Транспортные машины»



«Проект обустройства двухуровневой развязки на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийско города Пензы»

Кобзев Андрей

Вячеславович

группа 13МГ1

Руководитель: ст.

преподаватель

Щербakov А.Н.



Пензенский государственный университет

Кафедра «Транспортные машины»



«Проект обустройства двухуровневой развязки на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской города Пензы»

**Кобзев Андрей
Вячеславович
группа 13МГ1**

***Руководитель: ст.
преподаватель
Щербаков А.Н.***

Пенза, 2017

Актуальность, цель и задачи выпускной квалификационной работы

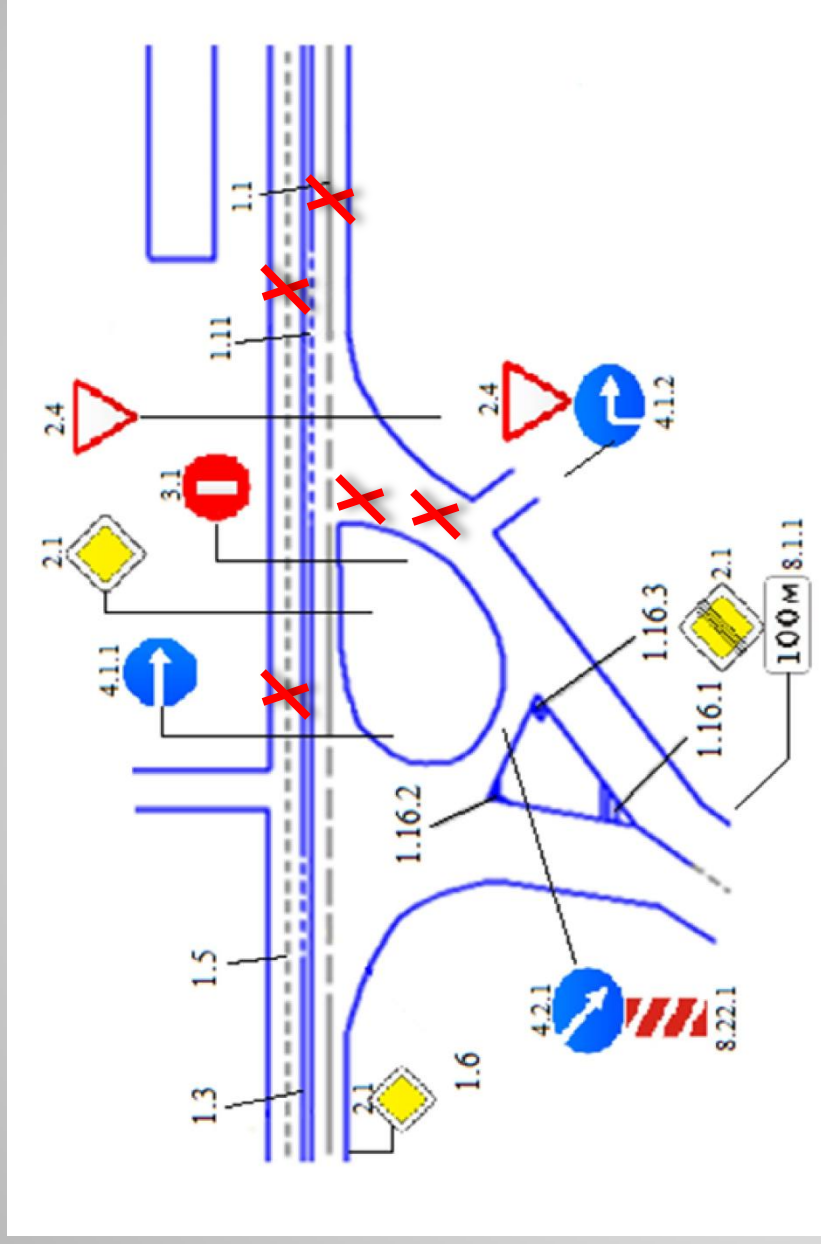
Быстрый рост автомобилизации в современном мире и взаимосвязанный с ней объем перевозок, приводит к увеличению интенсивности движения на российских дорогах, что в условиях городов и со временем сложившейся застройкой в них, как следствие приводят к образованию транспортной проблемы.

Повышение пропускной способности и уменьшение задержек на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской.

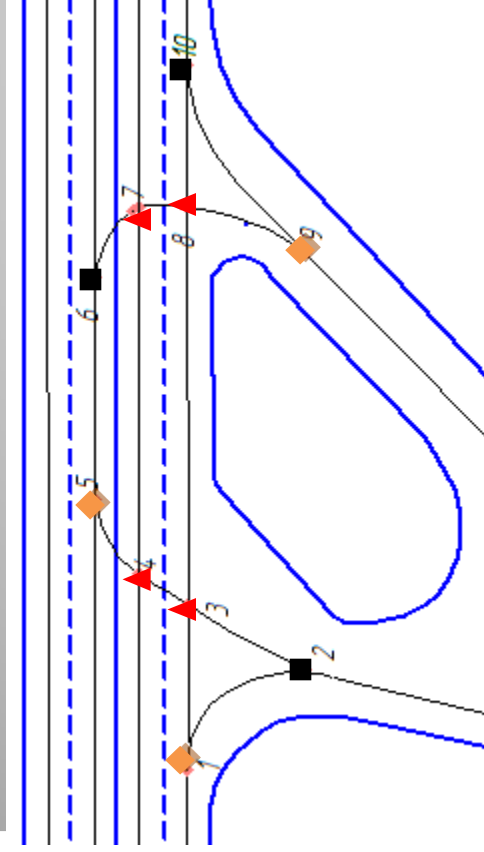
Задачами являются:

- рассмотреть существующую организацию движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской;
- исследовать конфликтные точки, интенсивность движения транспортных средств на данном пересечении;
- изучить развязки в разных уровнях на Т-образных перекрестках;
- предложить наиболее подходящие развязки для данных перекрестков;
- проанализировать предложенные варианты развязок на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской;
- предложить оптимальную развязку для данного перекрестка;
- сделать вывод об экономической целесообразности.

Анализ существующей организации движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской



Анализ дорожно-транспортной аварийности на рассматриваемом участке



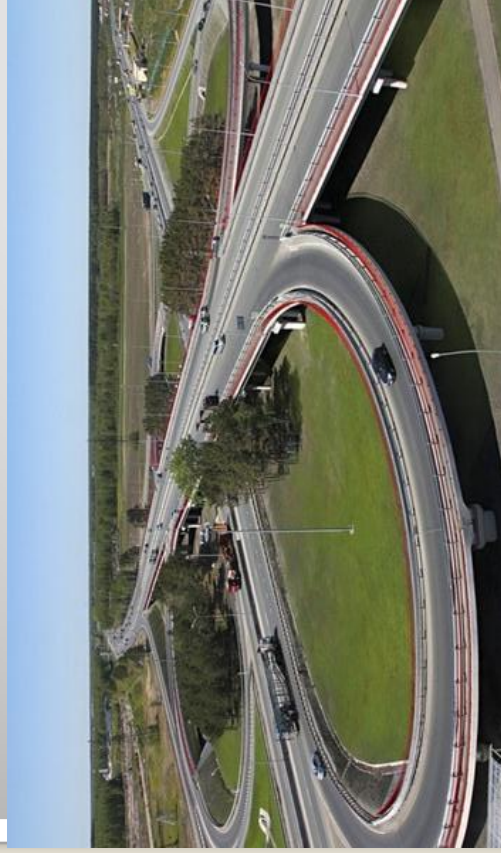
Можно определить, что самыми опасными являются пересечения встречного направления при левом повороте, так как совершается через две поперечные линии. В результате на рассматриваемом участке интенсивности движения

Конфликтные точки

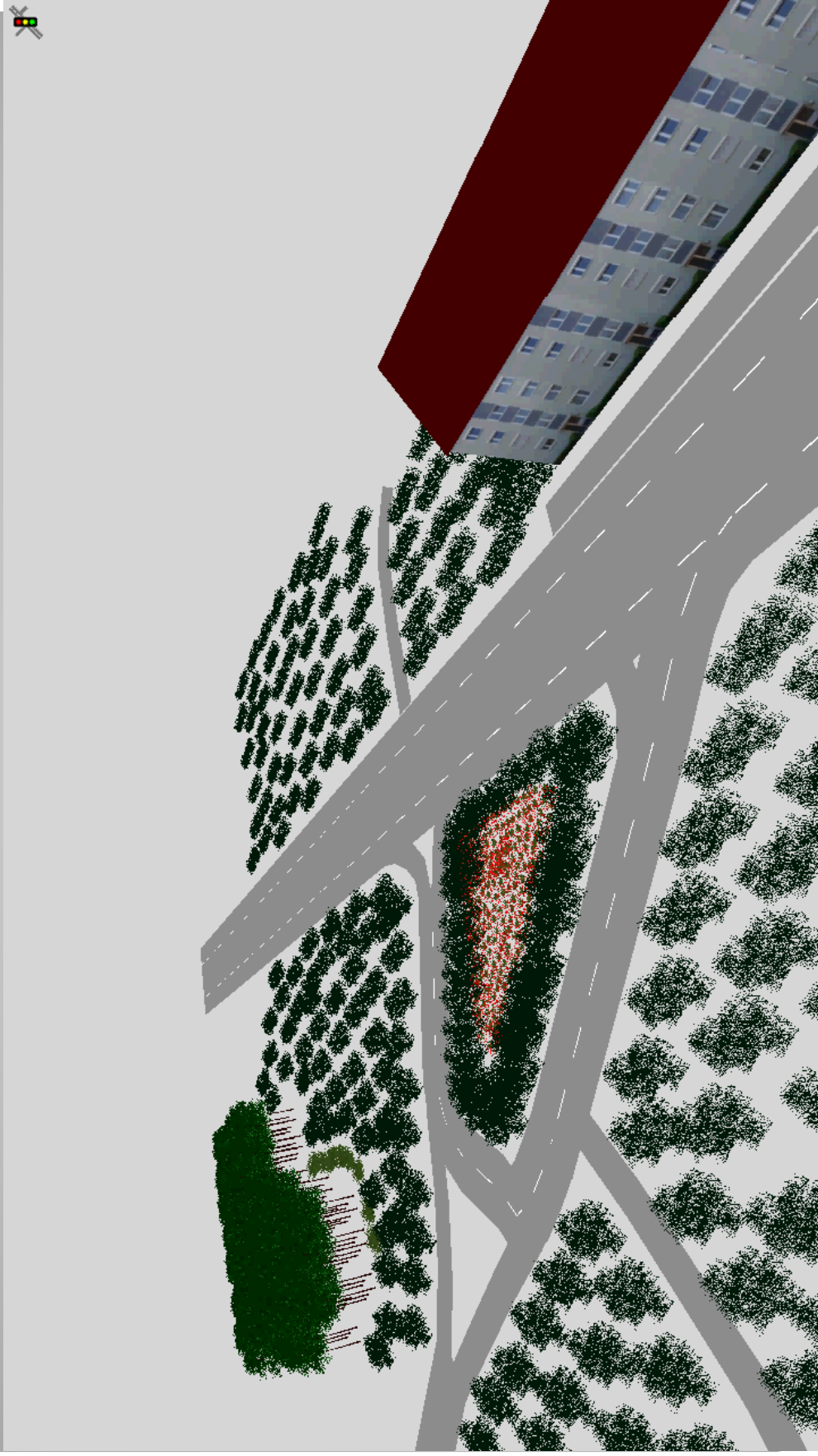
По официальным данным ГИБДД Первомайского района, было установлено, что за прошедший 2016 год на перекрестке произошло 6 дорожно-транспортных происшествий. Вид данных ДТП – столкновения. Представляющий из себя, участок концентрации ДТП.



Виды развязок на Т-образном перекрестке



Существующая модель рассматриваемого перекрестка

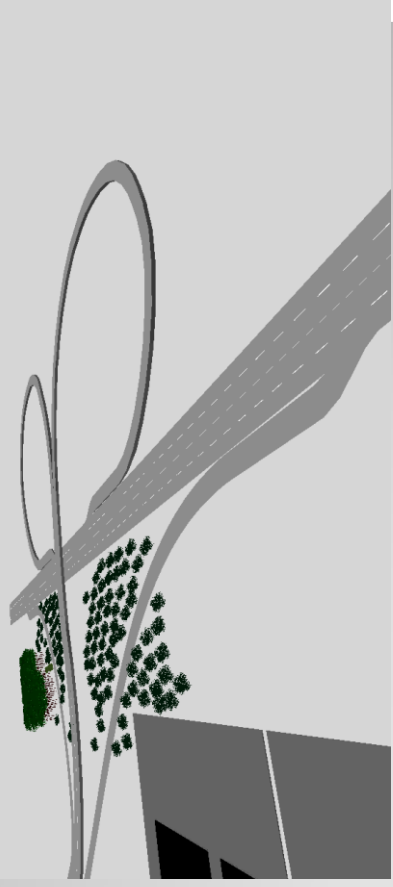


Модели развязок в разных уровнях на данном перекрестке

«Труба»



«Полуклеверная»



У-образная



Т-образная

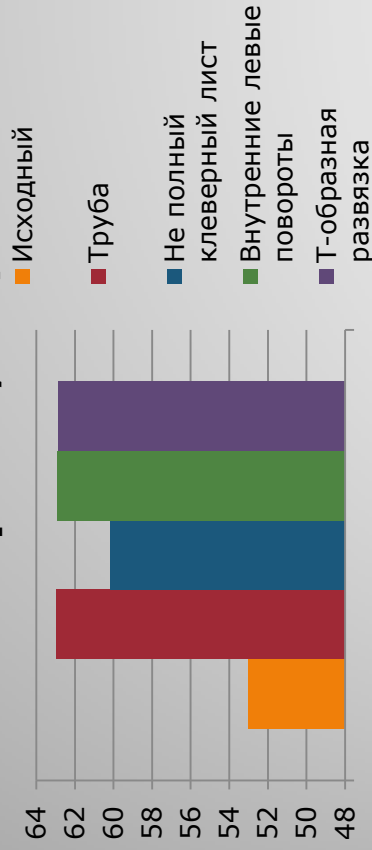


Сравнительный анализ

	Исходный	Типа "Труба"	Неполный клеверный лист	У-образная	Т-образная
Время задержки, с	21,662	1,275	6,065	1,605	1,528
Желаемая скорость, км/ч	53,025	62,936	60,153	62,892	62,86
Скорость, км/ч	27,559	59,741	48,693	58,216	57,354
Ускорение, м/с ²	0,067	0,048	0,07	0,055	0,043
Количество остановок	1,011	0,034	0,241	0,039	0,044
Время в заторе, с	15,819	0,284	2,054	0,311	0,22
Дистанция безопасности, м	12,563	18,661	17,647	17,401	18,927
Количество заторов	0,734	0,046	0,304	0,057	0,059
Затраты (всего)	30,012	15,172	23,438	13,777	14,501
Разница скоростей	1,507	2,571	4,2	7,419	4,041
Фрактиль желаемой скорости	0,502	0,493	0,486	0,489	0,486

Сравнительный анализ

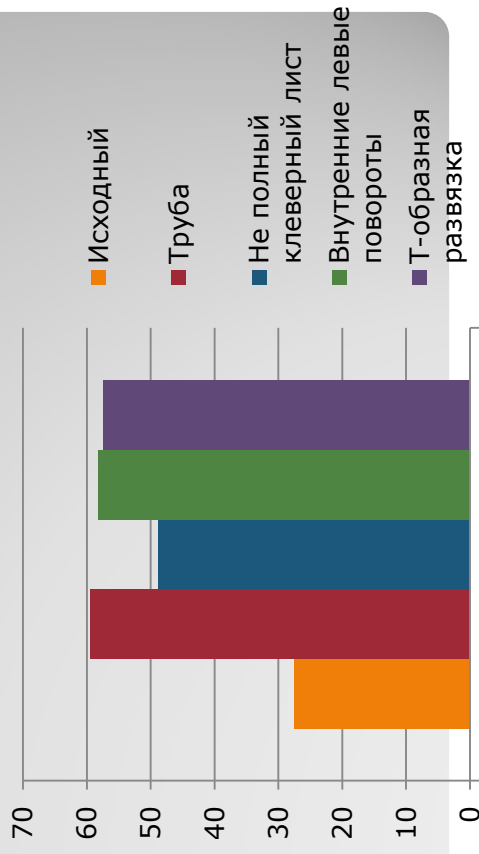
Желаемая скорость, км/ч



На нем также можно увидеть преимущество, выбранной развязки, перед другими, так как она обеспечивает максимальную скорость.

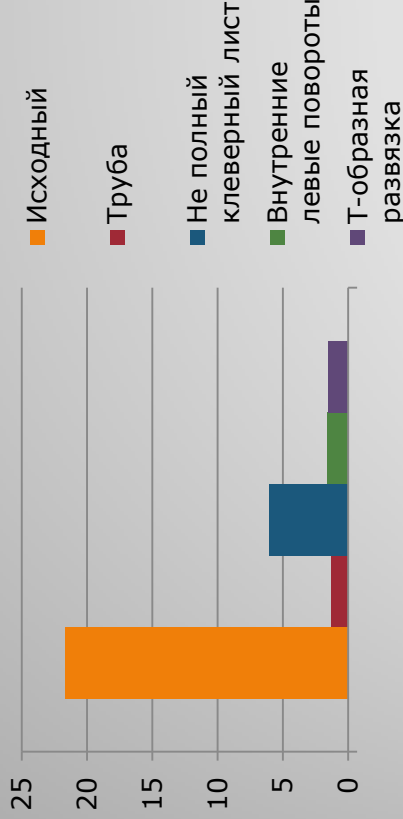
На можно увидеть, что высокая желаемая скорость у развязки типа «Труба», из чего можно сделать вывод, что она лучше остальных, по этому параметру.

Скорость, км/ч



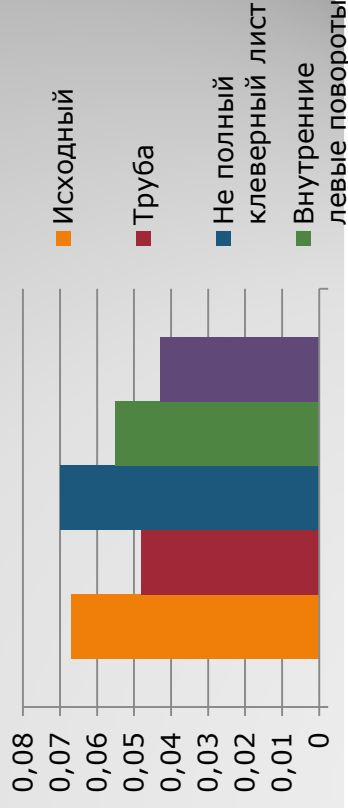
Сравнительный анализ

Время задержек, с



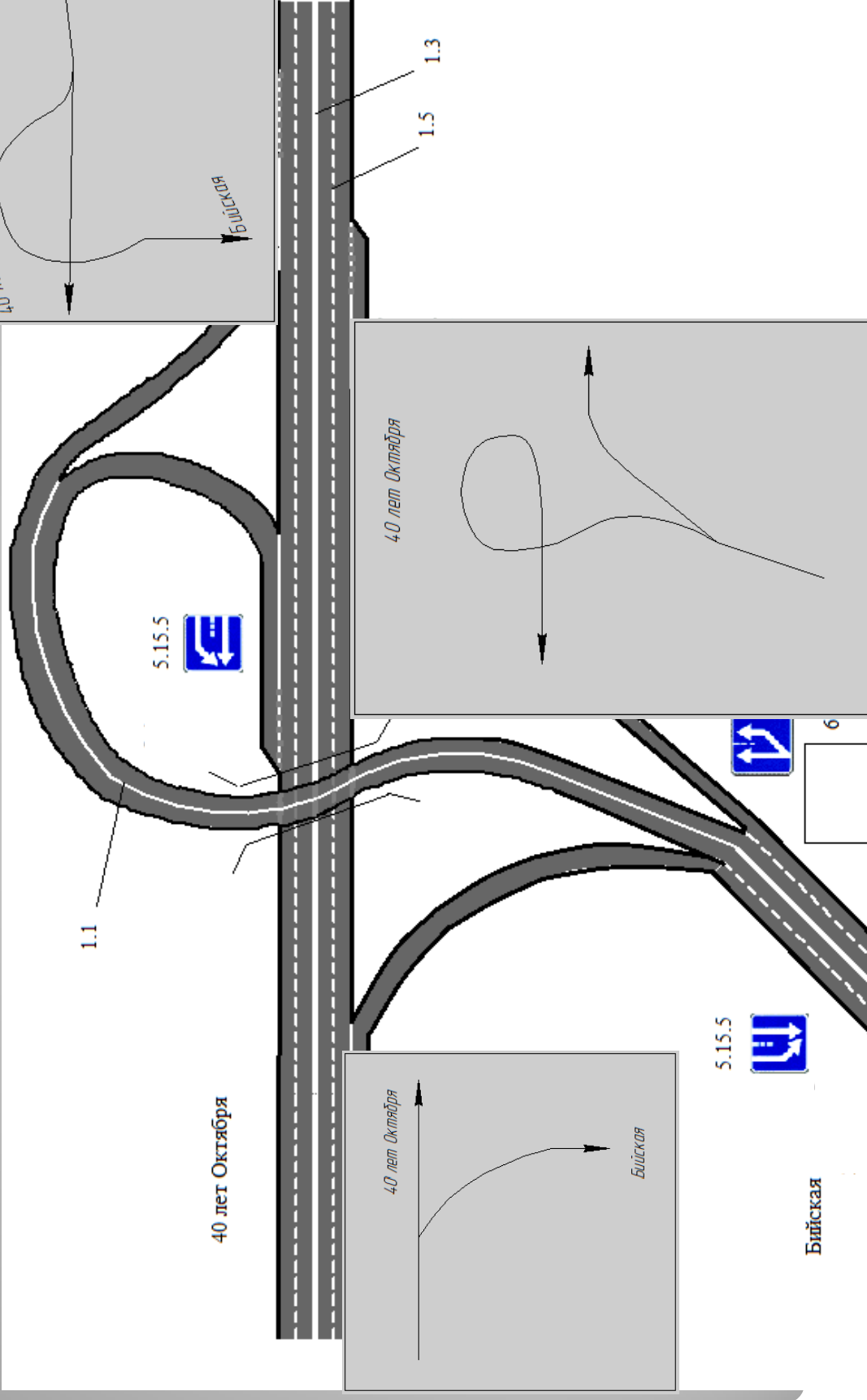
Наименьший результат представлен у развязки типа «Труба», имеющее значение 1,275 с, что является его несравненным преимуществом, по отношению к другим развязкам.

Ускорение, м/с²



В результате для пересечения развязка типа труба является лучшим вариантом из представленных по ряду параметров, обеспечивающим безопасность и высокую пропускную способность.

Предлагаемая организация дви́ж



Экономическое обоснование

№№ п/п	Обоснование	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена ед.изм.	Всего, в тыс.руб.
1	2	3	4	5	6	7
1	09-05-001	Путепровод сборный железобетонный длиной приведенного пролета до 25 м	м ²	5799,03	98,32	570160,6
2	08-06-003	Транспортная развязка по типу "труба"	100 м ²	1955,15	553,44	10820,58
3		Освещение	k=0,05			2145,737
Итого по смете в ценах 2014г. для Московской области						583126,9
Итого по смете в ценах 2014г. для Пензенской области K=0,86						501489,2
Итого для Пензенской обл. в ценах на 01.01.2017г. Кдефлятор= 1,128						565679,8
НДС18%						101822,4
Всего по смете						667502,2

Основные выводы

1. Проведен анализ существующей организации движения на пересечении улиц 40 лет Октября и Бийской города Пензы.
2. Исследование интенсивности показывают, что пересечение не обеспечивает пропускную способность в соответствии с ней, что приводит к образованию заторов. Расчет на степень опасности показывает что пересечение является не опасным, но по данным ГИБДД Первомайского района данный участок является очагом аварийности.
3. Рассмотрены транспортные развязки на Т-образном перекрестке и выбраны подходящие.
4. При помощи программного обеспечения RTV Vissim были смоделированы развязки в разных уровнях. Выявлено, что на них значительно сокращается количество конфликтных точек, повышается пропускная способность, а самое главное безопасность.
5. После чего по результатам сравнительного анализа выбран оптимальный вариант организации – двухуровневая развязка по типу «Труба», так как на ней обеспечиваются высокие скорости, минимальные задержки, которая является наиболее распространённой, дешевой и простой.
6. По результатам экономического подсчета, новая организация движения, является невыгодной для города Пенза в текущем году. Причиной этого является распылировка средств выделяемых на автодороги – 4 976,7 млн рублей, а стоимость развязки составляет 667 502 200 рублей, что нарушает планы на обустройство дорог.