

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт транспорта
Кафедра «Эксплуатация автомобильного транспорта»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой ЭАТ

_____ Д.А. Захаров
«__» _____ 2019 г.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА КРУГОВЫХ
ПЕРЕКРЕСТКАХ ГОРОДА ТЮМЕНИ**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к бакалаврской работе

НОРМОКОНТРОЛЕР:

доцент кафедры ЭАТ, к.т.н.
_____ *Е.М. Чикишев*

РУКОВОДИТЕЛЬ:

доцент кафедры ЭАТ, к.т.н.
_____ *А.С. Гаваев*

РАЗРАБОТЧИК:

обучающийся группы ОБДб-15-1
_____ *А.В. Пельмская*

Бакалаврская работа
защищена с оценкой _____
Секретарь ГЭК _____ *Е.М. Чикишев*

Тюмень 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа изложена на 90 страницах, содержит 23 таблицы, 26 рисунков, 17 источников, 13 слайдов презентации.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, организация дорожного движения, параметры дорожного движения, транспортный поток, транспортное средство, кольцевое пересечение.

Целью данной работы является снижение временных задержек за счет определения оптимальных параметров кольцевых пересечений на основе установленных зависимостей параметров дорожного движения от геометрических параметров пересечений и характеристик транспортных потоков.

При аналитических исследованиях выявлены наиболее эффективные типы конфигураций пересечения дорог в одном уровне. и установлена зависимость средней скорости движения транспорта от суммарной интенсивности движения для этих конфигураций.

В экспериментальных исследованиях установлена зависимость средней скорости движения от интенсивности движения транспортного потока при различных радиусах центрального направляющего островка кольцевого пересечения и зависимость средней скорости движения от радиуса центрального направляющего островка при различной полосности на подходе к кольцевому пересечению.

В главе «Практическое использование результатов и их эффективность» произведен расчет экономии времени, топлива и вредных выбросов за счет изменения ОДД на существующей УДС.

В главе «Обеспечение безопасности жизнедеятельности» изложены условия обеспечения безопасности и требования техники безопасности.

ABSTRACT

The final qualifying work is presented on 90 pages, contains 23 tables, 26 figures, 17 sources, 13 slides of the presentation.

Keywords: road safety, traffic management, traffic parameters, traffic flow, vehicle, circular intersection.

The aim of this work is to reduce time delays by determining the optimal parameters of circular intersections based on the established dependencies of the parameters of traffic on the geometric parameters of intersections and characteristics of traffic flows.

In analytical studies, the most effective types of road junction configurations were identified at the same level. and the dependence of the average transport speed on the total traffic intensity for these configurations was established.

In experimental studies, the dependence of the average speed of movement on the intensity of traffic flow at different radii of the central guide island of the ring intersection and the dependence of the average speed of movement on the radius of the central guide island with different banding on the approach to the ring intersection was established.

In the chapter “Practical Use of Results and Their Efficiency”, the calculation of time, fuel and harmful emissions by changing the HFM on the existing UDS was made.

The chapter “Ensuring Safety of Vital Functions” describes the conditions for ensuring safety and safety requirements.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	8
ПЕРЕЧЕНЬ СЛАЙДОВ ИЛЛЮСТРАТИВНОЙ ЧАСТИ	9
ВВЕДЕНИЕ.....	10
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА	11
1.1 Организация дорожного движения	11
1.2 Характеристика транспортных потоков	15
1.3 Перекресток определение и типы.....	23
1.4 Кольцевое пересечение и его элементы.....	25
1.5 История развития кольцевых пересечений	29
1.6 Выводы и задачи исследования	33
ГЛАВА 2 АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	34
2.1 Общая методика, объект и предмет исследования. Рабочая гипотеза	34
2.2 Характеристика пересечения ул. Республики – ул. Воровского.....	34
2.3 Моделирование разных вариантов ОДД на исследуемом участке	35
ГЛАВА 3 ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	55
3.1 Методика проведения имитационных исследований.....	55
3.2 Результаты экспериментов.....	56
3.3 Зависимость параметров дорожного движения от интенсивности движения транспортного потока.....	60
3.4 Зависимость параметров дорожного движения от радиуса центрального направляющего островка кольцевого пересечения.....	65
ГЛАВА 4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	69
4.1 Методика практического использования	69

4.2 Экономическая эффективность.....	70
ГЛАВА 5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	77
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ	81
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	82
ПРИЛОЖЕНИЕ А	84

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БДД – Безопасность дорожного движения;

БЖД – Безопасность жизнедеятельности.

ГИБДД – Государственная инспекция безопасности дорожного движения;

ДТП – Дорожно-транспортное происшествие;

ОДД – Организация дорожного движения;

ПДД – Правила дорожного движения;

РФ – Российская Федерация;

ТС – Транспортное средство;

УДС – Улично-дорожная сеть;

ПЕРЕЧЕНЬ СЛАЙДОВ ИЛЛЮСТРАТИВНОЙ ЧАСТИ

- 1 слайд – Тема выпускной квалификационной работы.
- 2 слайд – Актуальность выпускной квалификационной работы.
- 3 слайд – Цель выпускной квалификационной работы.
- 4 слайд – Задачи выпускной квалификационной работы.
- 5 слайд – Объект и предмет исследования.
- 6 слайд – Анализ состояния вопроса.
- 7 слайд – Пересечение ул. Республики – ул. Воровского.
- 8 слайд – Типы кольцевых пересечений.
- 9 слайд – Результаты моделирования (зависимость средней скорости движения транспорта от суммарной интенсивности движения при различных конфигурациях пересечения).
- 10 слайд – Результаты моделирования (зависимость средней скорости движения от интенсивности движения транспортного потока при различных радиусах кольцевого пересечения).
- 11 слайд – Результаты моделирования (зависимость средней скорости движения от радиуса центрального направляющего островка при различной полосности).
- 12 слайд – Основные выводы.

ВВЕДЕНИЕ

Высокий темп развития народного хозяйства и автомобилизации в РФ ведет к увеличению интенсивности движения, что приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро оно проявляется в зоне пересечений, на участках слияния и переплетения транспортных потоков, где происходит изменение направления движения. Здесь увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов ТС. Переменный режим движения, частые остановки и скопления автомобилей на перекрестках являются причинами повышенного загрязнения воздушного бассейна города продуктами неполного сгорания топлива. Городское население подвержено постоянному воздействию шума и отработавших газов. Рост интенсивности транспортных и пешеходных потоков непосредственно сказывается на БДД.

Обеспечение быстрого и безопасного движения в современных городах требует применения комплекса мероприятий архитектурно-планировочного и организационного характера.

К числу архитектурно-планировочных мероприятий относятся: строительство новых и реконструкция существующих улиц, проездов, магистралей; строительство транспортных пересечений в разных уровнях, объездных дорог для отвода транзитного транспорта и др.

Организационные мероприятия способствуют упорядочению движения на уже существующей УДС. К ним относятся: введение одностороннего движения, кругового движения на перекрестках; организация пешеходных зон, автомобильных стоянок, остановок общественного транспорта и др.

В данной работе основным методом исследования является микро моделирование. При прогнозировании транспортных потоков должна осуществляться оценка основных параметров условий движения – скорость движения, уровень загрузки, затраты времени.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

1.1 Организация дорожного движения

Организация дорожного движения (далее ОДД) – деятельность по упорядочению движения транспортных средств и (или) пешеходов на дорогах, направленная на снижение потерь времени (задержек) при движении транспортных средств и (или) пешеходов, при условии обеспечения безопасности дорожного движения[13].

Организовать дорожное движение– значит организовать с помощью различных мероприятий условия для быстрого, безопасного и комфортного движения транспортных средств и пешеходов на существующей УДС[1].

Следовательно, основным принципом ОДД является разработка и осуществление мероприятий, которые обеспечивают эффективность и безопасность транспортных и пешеходных потоков.

Осуществляется этот принцип поэтапно от исследования до внедрения и основывается на этапах, приведенных ниже.

- Исследовании параметров дорожного движения.
- Разбора статистики ДТП.
- Нахождении зон и очагов повышенной опасности.
- Выявлении мест ухудшения эффективности движения и описании характера его изменения во времени.
- Формировании мероприятий по снижению уровня аварийности и повышению эффективности движения на выявленных«узких»участках.
- Оптимизации существующей ОДД, введении новых технических средств регулирования.
- Прогнозировании изменений параметров движения и актуальной корректировке организации и управления движением.

Взаимосвязь перечисленных задач бесспорна. Реализация разработанных рекомендаций по ОДД может привести:

- к сокращению числа и степени опасности конфликтных ситуаций;
- к снижению и выравниванию уровня загрузки дороги;
- к оптимизации режима движения транспортных средств и пешеходов.

Для получения качественных результатов, после проведения исследований, анализируют возможности внедрения тех или иных мероприятий по совершенствованию ОДД на объекте. Ниже перечислены основные мероприятия по ОДД:

- Строительство пересечений в нескольких уровнях.
- Введение обязательного регулирования на пересечениях.
- Запрет лево- и правоповоротных маневров, разворотов, обгонов.
- Введение канализированного движения, т.е. обязательное разделение транспортных потоков по направлениям или траектории движения.
- Запрет остановок транспортных средств(полное, в рабочее время или в часы пик).
- Размещение и оборудование необходимого числа стоянок и остановочных пунктов.
- Организация и обустройство дорог своевременными и необходимыми средствами информации участников движения.
- Отнесение поворотов и разворотов за пределы перекрестка.
- Распределение потоков во времени(смещение начала и окончания работы предприятий, регулирование выпуска автомобилей на линию).
- Распределение потоков в пространстве.
- Актуальное размещение и распределение в пространстве объектов«притяжения» (торговых точек, предприятий бытового обслуживания и т.д.),а также грузо-и пассажирообразующих объектов.
- Разделение полос движения для различных типов автомобилей, выделение специальных полос для пассажирского транспорта.
- Разделение магистралей по направлениям.

– «Специализация»полос на подходе к пересечению по признаку дальнейшего направления движения.

– Создание одностороннего движения.

– Запрет движения отдельным видам транспортных средств в районе, по магистрали, улице.

– Устройство дополнительных полос движения на участках повышенной плотности потоков(затяжные подъемы, наличие интенсивных входящих потоков на магистраль и пр.).

– Усреднение скоростного режима движения при помощи ограничения верхнего и нижнего пределов.

– Оперативное управление скоростью движущегося потока управляемыми знаками в зависимости от условий видимости и состояния покрытия.

– Выделение транзитного движения из потоков города.

– Создание бестранспортных зон.

Для принятия каких-либо мер для совершенствования ОДД на УДС и их оценки используют различные показатели:

– Степень опасности.

– Наличие очагов аварийности и ДТП с тяжелыми последствиями.

– Скоростной режим на объекте.

– Степень загрузки проезжей части.

– Задержки движения.

– Объём пешеходного движения и другие.

Убедившись в превышении допустимых норм или при перспективе превышения в ближайшие годы, в первую очередь необходимо выявить причины сложившейся на объекте негативной обстановки. Далее проработать наиболее простейшие меры, например:отведение части потока по параллельным улицам, разделение движения во времени, специализация

полос и т.п. При этом ожидаемый эффект на участке должен быть получен без ущерба для эффективности и безопасности движения в соседних зонах.

В случае расчетной недостаточности введения простейших мер, переходят к рассмотрению более сложных, трудоемких и дорогостоящих мероприятий, начиная от канализирования, устройства дополнительных полос и др. и заканчивая введением одностороннего движения и вплоть до организации многоуровневых развязок, если это необходимо в перспективе ближайших пяти лет.

Для правильного выбора мероприятий пользуются математическими моделями транспортных и пешеходных потоков, и тем не менее, зачастую реальный эффект от введения комплекса (редко удается решить проблему какой-либо одной мерой) мероприятий по каким-либо непредсказуемым причинам (например, резкий скачок роста автомобилизации, в связи со снижением таможенных пошлин на ввозимые из-за рубежа автомобили или многократное увеличение статистических данных по ДТП на объекте, в связи с постройкой гипермаркета и т.п.) получается ниже ожидаемого. Поэтому в сложных случаях используют поэтапное введение мероприятий.

Каждое введенное мероприятие можно считать эффективным, при наличии изменения необходимых показателей на практике в ожидаемую сторону.

Рассчитывая возможности изменения организации движения необходимо руководствоваться задачами, поставленными в главном для организаторов движения нормативном акте, Федеральном законе о БДД.

Задачи настоящего Федерального закона – Федеральный закон определяет правовые основы обеспечения БДД на территории РФ [13].

Задачами настоящего Федерального закона являются: охрана жизни, здоровья и имущества граждан, защита их прав и законных интересов, а также защита интересов общества и государства путем предупреждения ДТП, снижения тяжести их последствий.

Основными принципами обеспечения БДД являются[13]:

- Приоритет жизни и здоровья граждан, участвующих в дорожном движении, над экономическими результатами хозяйственной деятельности.
- Приоритет ответственности государства за обеспечение БДД над ответственностью граждан, участвующих в дорожном движении;
- Соблюдение интересов граждан, общества и государства при обеспечении БДД;
- Программно-целевой подход к деятельности по обеспечению БДД.

1.2 Характеристика транспортных потоков

Принятие решений по ОДД, планированию работы транспортных систем, оценке эффективности функционирования УДС возможны только на основе изучения параметров транспортных потоков и зависимостей между ними в конкретных условиях.

Транспортный поток – это совокупность ТС, одновременно участвующих в движении на определенном участке УДС [7].

Существуют объективные показатели, характеризующие транспортный поток, они разработаны на основе многолетнего опыта научных исследований и практических наблюдений. Самыми часто применяемыми являются следующие показатели – интенсивность транспортного потока, объем движения, состав потока по типам транспортных средств, плотность потока, скорость движения, задержки движения. Охарактеризуем данные и другие показатели транспортного потока.

Интенсивность транспортного потока (интенсивность движения) q – 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.

Большое значение в ОДД имеет неравномерность транспортных потоков в течение разного времени – года, месяца, суток и даже часа.

Неравномерность транспортных потоков во времени характеризуется соответствующим коэффициентом неравномерности $K_{\text{н}}$. Он может быть вычислен для различных неравномерностей движения – годовой, суточной и часовой. Неравномерность может быть выражена двумя способами:

– Как доля интенсивности движения, приходящаяся на данный отрезок времени.

– Как отношение наблюдаемой интенсивности к средней за одинаковые промежутки времени.

Например, коэффициент суточной неравномерности:

$$K_{\text{нс}} = \frac{24q_{\text{ач}}}{q_{\text{ас}}}, \quad (1.1)$$

где 24 – число часов в сутках;

$q_{\text{ач}}$ – интенсивность движения за сравниваемый час, авт./ч;

$q_{\text{ас}}$ – суммарная интенсивность движения за сутки, авт./сут.

Неравномерность транспортных потоков может проявляться не только во времени, но и в пространстве, т. е. по длине дороги и по направлениям. Для характеристики пространственной неравномерности транспортного потока могут быть также определены соответствующие коэффициенты неравномерности по отдельным улицам и участкам дорог [7].

Общую интенсивность для двухполосных дорог со встречным движением характеризуют обычно суммарным значением движущихся навстречу потоков, так как условия движения и, в частности, возможность обгонов определяются загрузкой обеих полос. Если же дорога имеет разделительную полосу и встречные потоки изолированы друг от друга, то суммарная интенсивность встречных направлений не определяет условия

движения, а характеризует лишь суммарную работу дороги как сооружения. Для таких дорог имеет значение интенсивность движения в каждом направлении.

Во многих случаях, особенно при решении вопросов регулирования движения в городских условиях, имеет значение не только суммарная интенсивность потока по данному направлению, но также интенсивность, приходящаяся на одну полосу.

Состав транспортного потока существенным образом влияет на условия и режимы движения автомобилей. Оценка состава транспортного потока осуществляется, в основном, по процентному составу или доле транспортных средств различных типов. Объективная оценка уровня транспортной нагрузки, сравнение уровня загрузки различных магистралей могут быть произведены только с учетом состава транспортного потока.

Влияние состава потока на другие характеристики дорожного движения обусловлено многими факторами. Во многом это происходит вследствие различия динамических и тормозных качеств легковых и грузовых автомобилей. В процессе эксплуатации эти различия становятся еще более ощутимыми. Поэтому в смешанном транспортном потоке повышается вероятность возникновения потенциально опасных ситуаций.

Более низкая скорость движения грузовых автомобилей по сравнению с легковыми вынуждает водителей легковых автомобилей совершать обгоны для поддержания приемлемого для них скоростного режима. Маневрирование осуществляется в условиях ограниченной видимости при следовании легкового автомобиля за грузовым и также повышает риск попадания в ДТП.

Все эти аспекты обусловили необходимость применения коэффициентов приведения к условному легковому автомобилю. Определение значений коэффициентов приведения базируется на сравнении динамических габаритов различных типов ТС.

Динамическим габаритом автомобиля D называется отрезок полосы дороги, включающий длину автомобиля и дистанцию, необходимую для безопасного следования за впереди идущим автомобилем (рис. 1.1).

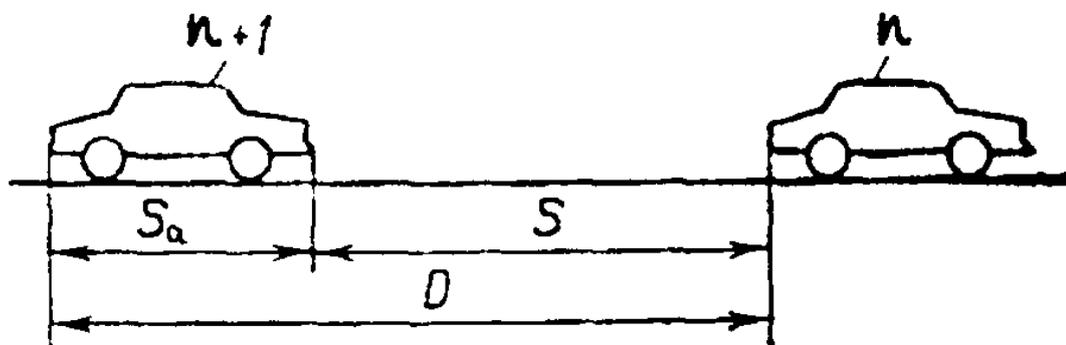


Рисунок 1.1 Динамический габарит автомобиля

Для приведения различных типов транспорта к условному легковому автомобилю следует воспользоваться коэффициентами приведения (табл.1.1)[11].

Таблица 1.1

Коэффициенты приведения к легковому автомобилю по типам ТС

Тип ТС	Коэффициент приведения
1	2
легковые автомобили	1,0
грузовые автомобили грузоподъемностью, т:	
до 2	1,5
от 2 до 5	2,0
от 5 до 8	2,5
свыше 8	3,5
автобусы малой вместимости	1,5
автобусы средней вместимости	2,5
автобусы большой вместимости	3,0
сочлененные автобусы	4,0

1	2
автопоезда	4,0
троллейбусы	3,0
мотоциклы	0,5

Расчет интенсивности движения в приведенных единицах производится по формуле:

$$q_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n q_i * K_{\text{пр}i} , \quad (1.2)$$

- где $q_{\text{пр}}$ – интенсивность движения в приведенных единицах;
 q_i – интенсивность движения автомобилей i -го типа;
 $K_{\text{пр}i}$ – коэффициент приведения автомобилей i -го типа.

В зависимости от преобладания в потоке того или иного типа ТС условно транспортный поток относят к одной из трех групп (табл.1.2).

Таблица 1.2

Группы транспортного потока

Название группы транспортного потока	Состав транспортного потока
Смешанный	30-70% легковых автомобилей, 70-30% грузовых автомобилей
Преимущественно грузовой	более 70% грузовых автомобилей
Преимущественно легковой	более 70 % легковых автомобилей

Плотность транспортного потока k определяется числом транспортных средств, приходящихся на 1 км полосы дороги. Единица измерения плотности транспортного потока - авт/км. С увеличением плотности

транспортного потока сокращается дистанция между автомобилями, снижается скорость движения, увеличивается напряженность труда водителя, ухудшаются условия движения. Максимальная плотность транспортного потока достигается в ситуациях затора. Численные значения максимальной плотности определяются составом потока. Для смешанного состава транспортного потока она составляет около 100авт/км, для преимущественно легковых автомобилей - до 150 авт/км.

Основные трудности использования информации о плотности транспортного потока связаны со сложностью непосредственного измерения этого параметра дорожного движения.

В ОДД в зависимости от методов измерения и расчета сложилась определенная терминология для характеристики скорости.

Временная (мгновенная) скорость - скорость транспортного средства в каком-либо сечении дороги. Измерение мгновенной скорости не представляет трудностей, т.к. при этом используются разнообразные средства измерений:

- секундомер, фиксирующий прохождение мерного участка;
- видеокамера;
- радар;
- транспортный детектор.

Кроме того, для получения достоверных результатов можно замерить скорости множества автомобилей в транспортном потоке. Поэтому мгновенная скорость наиболее широко применяется в практической деятельности по ОДД.

Пространственная скорость оценивает изменение скоростного режима по длине магистрали. Наиболее полно характеризует условия движения на УДС. Однако подобную информацию можно получить только в процессе непрерывной записи скорости с использованием дорожно - исследовательской лаборатории. Достоверность результатов измерений обеспечивается многократным проездом по исследуемому участку.

Скорость движения оценивается только с учетом времени движения автомобиля по УДС.

Скорость сообщения определяется с учетом задержек в пути.

На основе данных о скорости транспортного потока можно определить такой удельный показатель, как темп движения - величину, обратную скорости сообщения. Темп движения оценивает время прохождения единицы длины маршрута и предоставляет наглядную информацию об условиях организации движения и перевозок.

В общем виде соотношение между интенсивностью, плотностью и скоростью описывается основным уравнением транспортного потока:

$$q = k \cdot v , \quad (1.3)$$

где q – интенсивность движения;
 k – плотность транспортного потока;
 v – скорость транспортного потока.

График зависимости между интенсивностью и плотностью обычно называют основной диаграммой транспортного потока. На этом графике прослеживаются основные закономерности изменения состояния транспортного потока. Первая граничная точка соответствует нулевой интенсивности и плотности и характеризует свободные условия движения. Первоначально увеличение плотности вызывает возрастание интенсивности движения, и этот процесс продолжается до достижения пропускной способности дороги. Дальнейшее увеличение плотности приводит к значительному ухудшению условий движения, возникновению заторовых ситуаций, снижению интенсивности движения. Вторая граничная точка соответствует полной остановке движения при максимальной плотности и нулевой интенсивности.

Исходя из основного уравнения транспортного потока, тангенс угла наклона радиус-вектора, проведенного из начала координат основной диаграммы к какой-либо точке графика, показывает скорость движения при данной интенсивности и плотности [1].

Соответствующие графики приведены на рис.1.3.

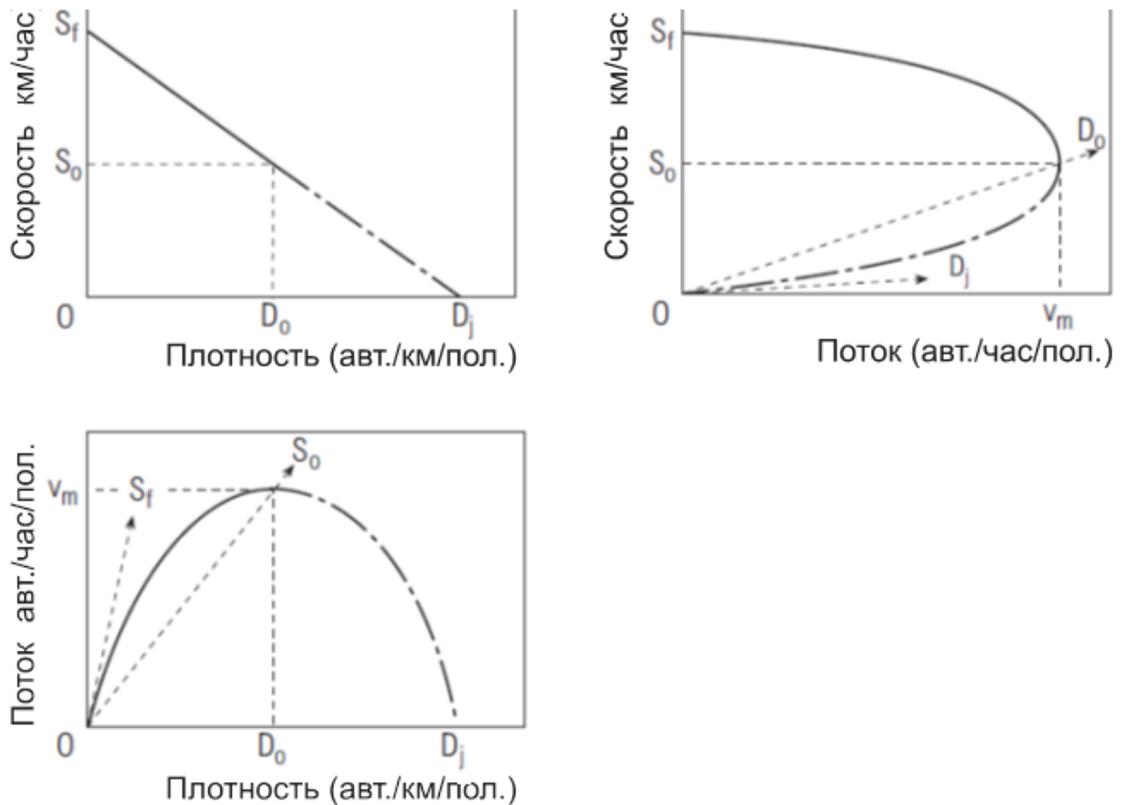


Рисунок 1.3 Зависимость между интенсивностью, плотностью и скоростью

Задержки движения характеризуются потерей времени при прохождении транспортным средством заданного участка (l_1, l_2) со скоростью сообщения ниже оптимальной:

$$\Delta T = \int_{l_1}^{l_2} \left(\frac{1}{v_\phi} - \frac{1}{v_0} \right) dl, \quad (1.4)$$

где $v_\phi; v_0$ - соответственно фактическая и оптимальная скорости сообщения.

Оптимальной скоростью в данном случае следует считать скорость сообщения, обеспечивающую минимум потерь времени, топлива, расходов, связанных с износом автомобиля, потерь от ДТП и т. д. Ввиду трудности определения истинного значения оптимальной скорости в практике организации движения условно в качестве оптимальной принимают разрешенную (расчетную по условию безопасности) скорость на данном участке дороги.

Потери времени транспортного потока:

$$T = \sum q * \Delta T, \quad (1.5)$$

где Σ – суммарная интенсивность движения.

Различают задержки на перегонах и пересечениях. Задержки на перегонах являются результатом маневрирования, наличия в потоке автомобилей, движущихся с малыми скоростями, движения пешеходов, остановок и стоянок транспортных средств, перенасыщенности потока. Задержки на пересечениях являются результатом необходимости пропуска транспортных и пешеходных потоков по пересекающимся направлениям.

В совокупности все эти зависимости позволяют прогнозировать изменение состояния транспортного потока и пропускной способности при планировании мероприятий по совершенствованию ОДД и развитию УДС.

1.3 Перекресток определение и типы

Перекресток — место пересечения, примыкания или разветвления дорог на одном уровне, ограниченное воображаемыми линиями, соединяющими соответственно противоположные, наиболее удаленные от центра перекрестка начала закруглений проезжих частей. Не считаются перекрестками выезды с прилегающих территорий.

Каждый перекресток УДС характеризуется только свойственными ему геометрическими параметрами, интенсивностью транспортных потоков и застройкой перекрестка, то есть его классификационным признаками. Перекрестки различают по трем основным признакам: по конфигурации, по планировочной схеме и организации движения транспорта и пешеходов.

По конфигурации перекрестки могут быть следующих видов: а - X-образные; б - У-образные; в – трезубец; г - Т-образные; д – сложный; е – кольцевые; ж – смещенные (рис.1.4).

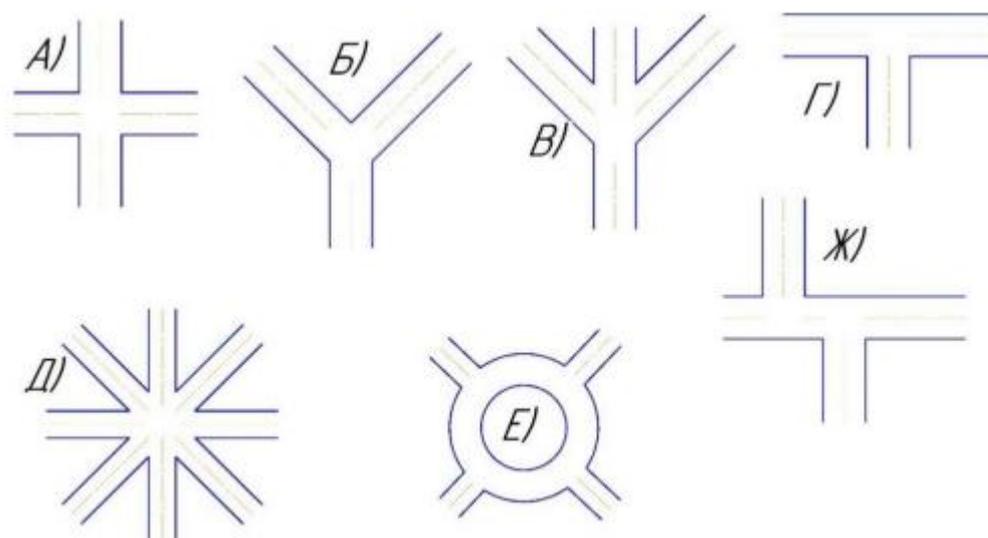


Рисунок 1.4 Виды пересечений улиц и дорог в одном уровне[8]

X-образные перекрестки представляют собой пересечение двух дорог. Это самый распространенный вид. Является наиболее опасным видом, т.к. имеет 32 конфликтных точки между потоками.

На У-образных перекрестках транспорт движется с трех сторон, где одна дорога – главная, и две второстепенные. Угол слияния дорог больше или меньше 90 градусов.

Т-образные перекрестки представляют собой перекрещивание 3-х дорог: машины двигаются с трех сторон, и на точке вхождения в перекресток угол может составить 90 градусов (но не всегда).

Сложные перекрестки могут иметь различные конфигурации с неопределенным количеством полос пересечения.

Кольцевые перекрестки – это перекрестки с неопределенным количеством полос пересечения, при которых транспорт движется по кругу.

По планировочной схеме основные типы перекрестков подразделяются на пересечения, примыкания и разветвления. К пересечениям относятся прямой, трезубец и сложный перекресток. К примыканиям — Т-образный и смещенный перекресток, к разветвлениям — У-образный перекресток. По интенсивности и организации движения транспорта и пешеходов различают четыре основных типа перекрестков — простые, саморегулируемые, регулируемые в одном и разных уровнях.

Проектом перекрестка улиц должна решаться основная задача организации пропуска максимальных перспективных потоков транспорта по всем направлениям с наименьшими задержками и наибольшей безопасностью движения[8].

В данной работе будут рассматриваться Х-образный и кольцевой перекрестки.

1.4 Кольцевое пересечение и его элементы

Кольцевое пересечение— это перекресток, где приближающиеся ТС замедляются и начинают круговое движение вокруг центрального «островка» в направлении против часовой стрелки на дорогах с правосторонним движением либо по часовой стрелке на дорогах с левосторонним движением, до выезда на одном из поворотов (ответвлений) с кругового перекрестка[15].

Такой перекресток обычно не оборудован светофорами и является нерегулируемым. В этом случае приоритет движения ТС может определяться установленными дорожными знаками и/или дорожной разметкой, а также другими правилами проезда перекрестков.

Кольцевые пересечения автомобильных дорог характеризуются меньшей аварийностью, сокращением задержек и высокой пропускной способностью по сравнению с другими пересечениями в одном уровне.

В методических рекомендациях по разработке и реализации мероприятий по ОДД отражены элементы кольцевых пересечений и их параметры.

К конструктивным элементам кольцевых пересечений относятся: центральный направляющий островок, устьевые направляющие островки, кольцевая проезжая часть, внутреннее кольцо, въезды и выезды, специальная правоповоротная полоса, разделительная полоса, островок безопасности [8] .

Параметры элементов кольцевых пересечений:

Центральный направляющий островок:

Размер центрального направляющего островка при его круглой форме определяется диаметром. В иных случаях он устанавливается по занимаемой площади и величине периметра.

Центральные направляющие островки в зависимости от диаметра классифицируются следующим образом (табл.1.3).

Таблица 1.3

Классификация центрального направляющего островка кольцевого пресечения

Вид центрального направляющего островка	Диаметр центрального направляющего островка, м
Малый	Менее 25
Средний	Менее 80
Большой	Более 80

Форма центрального островка главным образом зависит от конфигурации узла и относительного значения пересекающихся дорог.

Наиболее распространёнными являются круглые, квадратные, ромбические, эллиптические, овальные островки[9].

При преобладании интенсивности движения в одном направлении центральный островок назначают в форме овала или прямоугольника.

При разветвлениях дорог устраивается островок треугольной формы. В условиях города, особенно при недостатке свободных площадей, центральный островок может быть нестандартной геометрической формы. Как правило, в таких случаях следует отдавать предпочтение применению эллиптического островка, обеспечивая необходимую длину участка переплетения. Устройство эллиптического островка способствует рассредоточению опасных точек пересечения и уменьшению углов между пересекающимися транспортными потоками. При определённых условиях, когда наличие застройки ограничивает возможность для размещения классического кольцевого пересечения, целесообразно использование пересечения с центральным направляющим островком в форме восьмёрки, что обеспечивает развитие узла только в двух диагонально расположенных квадратах, а также с разрезанием узла для пропуска иных видов ТС.

Устьевой направляющий островок:

Направляющий островок поднимают над проезжей частью, если его площадь превышает 5 м^2 . Между направляющим островком и проезжей частью, тротуаром и проезжей частью должны быть предусмотрены полосы безопасности шириной 0,3-1,0 м.

Устьевые направляющие островки и направляющие островки других форм должны быть расположены таким образом, чтобы продолжение левых кромок участков въезда и выезда были касательными к внешней кромке центрального направляющего островка, а правые кромки въезда и выезда были бы сопряжены с внешней кромкой кольцевой проезжей части.

Въезды и выезды:

Конфигурации въездов и сопряжений с кольцевой проезжей частью должны обеспечивать оптимальные углы переплетения транспортных потоков (углы встречи), оптимальная величина которых составляет около 7° .

Въезд и выезд кольцевого пересечения классифицируется следующим образом (рис.1.4): однополосный (простой); двухполосный (простой); многополосный (сложный).

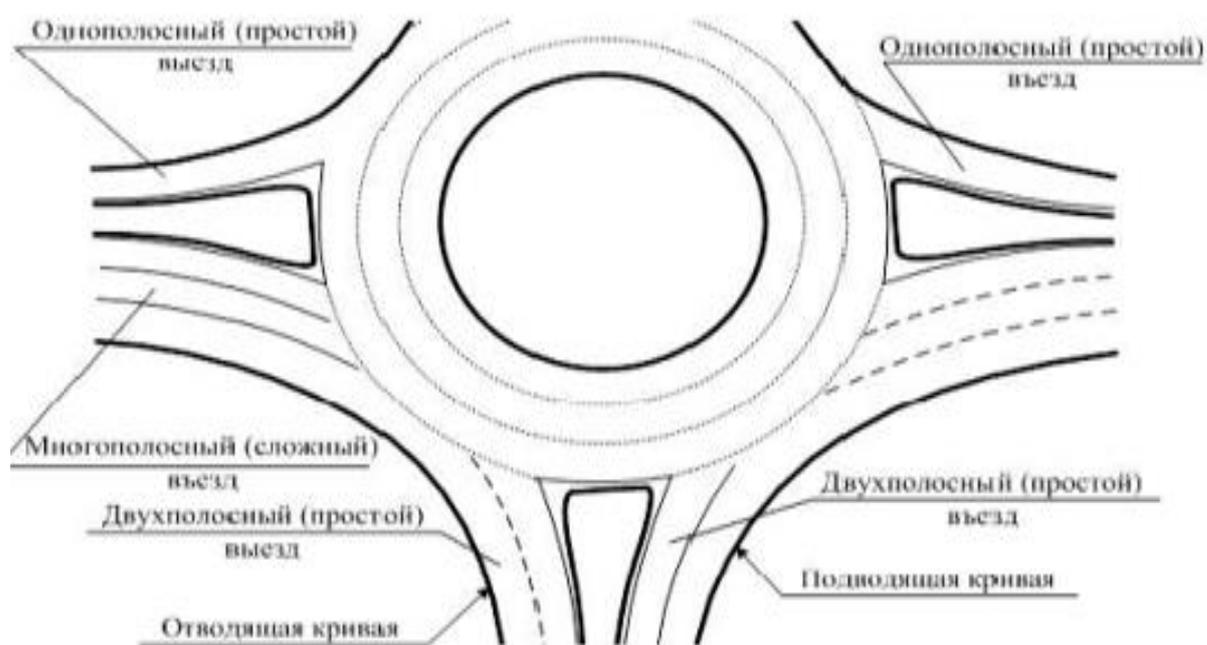


Рисунок 1.4 Виды въездов (выездов) кольцевых пересечений

Необходимо обеспечить максимальное совпадение скоростей движения транспортных потоков,двигающихся по кольцевой проезжей части, въезжающих и съезжающих с нее. При этом наиболее целесообразной является разница в скоростях движения не более 20%.

Наименьшая задержка движения на участке переплетения наблюдается при разнице скоростей кольцевого и въезжающего потоков близкой к нулю. Если скорость въезжающего потока превышает скорость движения кольцевого, то допускается применение методов «успокоения» движения при въезде, для снижения скорости движения до расчетных значений.

Ширина проезжей части однополосных въездов должна составлять 4,2-5,5 м. Большие значения принимают при наличии в составе транспортных потоков грузовых автомобилей и автобусов.

Для двухполосных выездов ширину проезжей части назначают в пределах 7,5-9,0 м, трехполосных – 11,0-14,0 м. Изменение ширины выезда регламентируется длиной линии отгона или линии уширения (15- 60 м) с величиной отгона 1:15-1:20.

Участок переплетения:

Длина участка переплетения должна соответствовать пропускной способности узла. Эффективное и безопасное сплетение транспортных потоков в первую очередь зависит от величины временных граничных интервалов между ТС сходящихся (переплетающихся) транспортных потоков. Размер центрального направляющего островка должен обеспечивать необходимую длину участка переплетения с учетом принимаемого значения расчетной скорости движения. Выбор минимально необходимой длины участка переплетения определяется по номограммам, исходя из значений объёмов движения входящего и кольцевого потоков.

1.5 История развития кольцевых пересечений

История развития кольцевых пересечений автомобильных дорог насчитывает уже более 100 лет. С каждым годом данный тип пересечения набирает все большую популярность в мире.

Кольцевые пересечения были созданы для саморегулируемого и безостановочного движения транспорта на пересечениях большого количества дорог [9].

Можно выделить три основных этапа развития кольцевых пересечений автомобильных дорог.

Первый этап продолжался до середины 50-х гг. 20 века. Для этого этапа характерно активное развитие и внедрение кольцевых пересечений в США и

странах Западной Европы. Первая концепция кольцевых пересечений была предложена в 1877 году французским архитектором Юджином Энардом [9]. В 1903 году он предложил организовать круговое движение в Париже. И уже в 1907 году в Париже было построено первое кольцевое пересечение во Франции. В Великобритании первое кольцевое пересечение было построено в 1909 году. Позднее в период с 1925 по 1926 гг. в Великобритании было построено несколько пересечений в различных частях Лондона [4]. Именно в Великобритании, в течение первого этапа развития кольцевых пересечений, велись активные научно-исследовательские работы. В результате были разработаны и внедрены кольцевые пересечения с малым диаметром центрального направляющего островка с целью повышения безопасности функционирования данного типа пересечения. Уже в 50-х гг. в Англии почти все перекрёстки были выполнены в виде малых площадей с круговым движением [9]. Первое кольцевое пересечение в США было разработано Уильямом Феллеом Эномом и построено в Нью-Йорке в 1910 году. Изначально не существовало строгих правил, регламентирующих поведение водителей на кольцевых пересечениях [4]. Позже появилось правило, согласно которому при круговом движении дорогу уступают те, кто движется по кругу.

С середины 50-х гг. многие страны мира, где были внедрены кольцевые пересечения, имели одинаковые проблемы на кольцевых пересечениях (рост аварийности, заторы, задержки) вследствие возрастающего уровня автомобилизации. И как результат, интерес к кольцевым пересечениям несколько упал. Кроме того, улучшение работы светофорной сигнализации, внедрение координированного и адаптивного управления транспортными потоками на пересечениях сделали кольцевые пересечения ещё менее привлекательными [9]. С этого момента начинается второй этап в развитии кольцевых пересечений.

Второй этап — самый непродолжительный. Его начало датируется концом 50-х гг., а окончание — концом 60-х. Данный период является

переломным в развитии кольцевых пересечений. Он характерен изменением варианта организации движения на кольцевых пересечениях, при котором основной поток, движущийся по кольцу, имеет приоритет перед въезжающим. Лидерами в этом отношении выступают Великобритания и Франция. В Великобритании новое правило приоритета было введено в 1966г., во Франции — только в 1983, хотя во Франции первые кольцевые пересечения с приоритетом движения по кольцу были впервые опробованы ещё в 1970 году. С вводом данного нововведения значительно повысилась пропускная способность и уровень безопасности движения на кольцевых пересечениях. Достигнутые показатели возродили интерес к данному типу пересечений во всем мире, прежде всего в Европе [4]. С тех пор отмечается рост количества кольцевых пересечений. Именно в период этого этапа (а именно в 60-е гг.), на основе обобщения иностранного опыта, были созданы первые кольцевые пересечения в СССР.

Третий этап начинается в конце 60-х годов. Он характерен внедрением современных кольцевых пересечений, а также применением кольцевых пересечений со светофорным регулированием. В зарубежной специальной литературе термином «современные кольцевые пересечения» обозначаются кольцевые пересечения малого и среднего диаметра, имеющие приоритет движения по кольцевой проезжей части и целый ряд особенностей проектирования геометрических элементов. Активное строительство такого типа пересечений начинается в конце 80-х гг. во Франции и США. В США в начале 90-х гг. проводят широкомасштабные исследования и в результате разрабатывают общие принципы проектирования кольцевых пересечений. В России в настоящее время нельзя выделить характерные этапы развития этих узлов [9]. К концу 2005 года в мире уже было построено свыше 100 тыс. кольцевых пересечений, из них более 27 тыс. на дорогах Франции [5,15]. Несколько десятков лет назад из-за бурного использования личных автомобилей эксплуатация кольцевых пересечений была неэффективна, по причине того что эффективность кольцевых пересечений значительно

снижается в случае очень высокой интенсивности движения. Решение данной проблемы было найдено с возникновением так называемых «турбо-колец» (рис.1.5). [16].

Турбо-кольцевые пересечения или кольцевые пересечения со спиральной разметкой (далее турбокольцо) – пересечения с несколькими полосами движения, размеченными (выделенными низким бордюрным камнем) по спирали. Они формируются путем устройства центрального направляющего островка особой сложной формы и канализированием движения. Их применение обусловлено необходимостью исключения дополнительных конфликтных точек при пересечении траекторий движения транспортных средств при двухполосной кольцевой проезжей части.

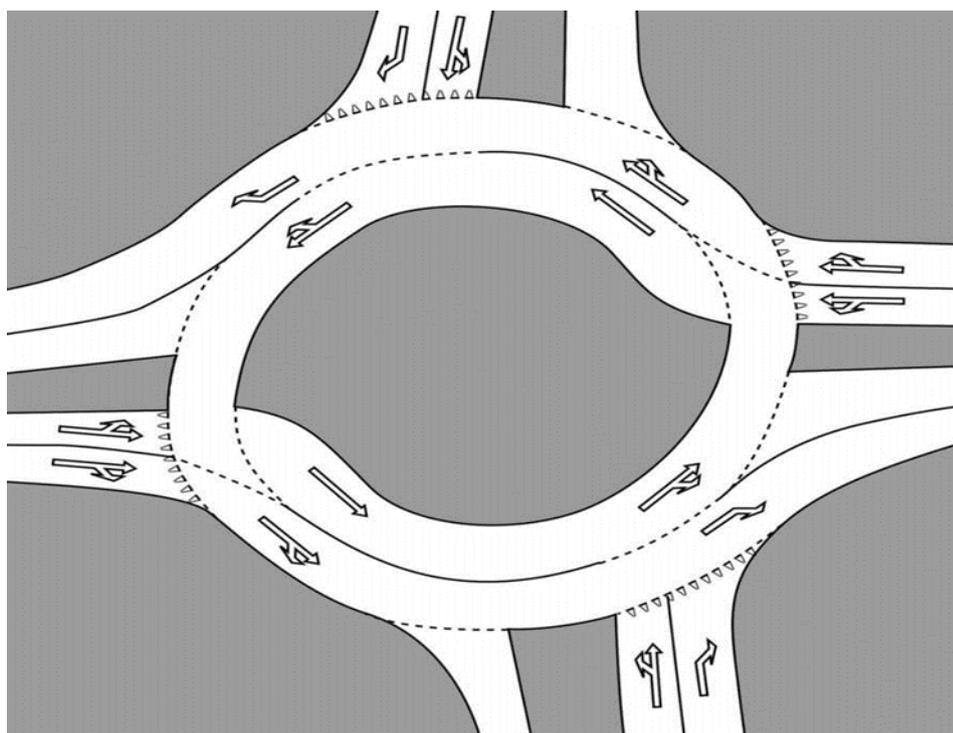


Рисунок 1.5. Турбо-кольцевые пересечения или кольцевые пересечения со спиральной разметкой (турбокольцо)

Особенности турбо-кольцевых пересечений:

– Полосы движения на подходах к узлу четко разделены по направлениям.

– В пределах узла недопустимо перестроение транспортных средств и переплетение транспортных потоков.

– Резко уменьшается число конфликтов, снижается риск возникновения ДТП.

– Используются преимущественно на трех- и четырехлучевых узлах с числом полос на кольцевой проезжей части не менее 2-х.

1.6 Выводы и задачи исследования

В ходе проведенного в 1-й главе анализа были получены следующие результаты:

Рассмотрены отечественный и зарубежный опыт, связанный с ОДД на перекрестках, а в частности, на кольцевых пересечениях. На основе результатов анализа опыта проектирования кольцевых пересечений, выявлено, что данная ОДД по сравнению с другими типами пересечений в одном уровне позволяет: Обеспечить оптимальную организацию при пересечении более двух дорог; повысить пропускную способность; не требуется дополнительных расходов на светофорное регулирование; сократить число конфликтных точек; сократить потери времени в пути из-за остановок; обеспечить низкую скорость движения и небольшие углы слияния, разделения и переплетения, тем самым, снизить тяжесть ДТП.

Задачи исследования:

– Провести сравнительный анализ параметров дорожного движения при различных конфигурациях пересечения.

– Установить зависимости среднего времени задержки от интенсивности движения транспорта.

– Установить зависимости среднего времени задержки от геометрических параметров кольцевого пересечения.

ГЛАВА 2 АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Общая методика исследования

Цель выпускной квалификационной работы – снижение временных задержек за счет определения оптимальных параметров кольцевых пересечений на основе установленных зависимостей параметров дорожного движения от геометрических параметров пересечений и характеристик транспортных потоков.

Гипотеза: параметры дорожного движения зависят от геометрических параметров кольцевых пересечений и характеристик транспортных потоков.

Объектом исследования является движение транспортных потоков на кольцевых пересечениях.

Предметом исследования является кольцевое пересечение.

2.2 Характеристика пересечения ул. Республики – ул. Воровского

В качестве исследуемого пересечения было взято пересечение ул. Республики – ул. Воровского (рис.2.1). Данное пересечение характеризуется как пересечение магистральной улицы регулируемого значения и районной улицей.



Рисунок 2.1 Пересечение ул. Республики – ул. Воровского вид со спутника

В настоящий момент по ул. Республики в двух направлениях 4 полосы движения для транспорта, по ул. Воровского – аналогично.

Перекрёсток оборудован пешеходными переходами с разметкой 1.14.1 типа «зебра» со всех сторон движения и разметкой 1.12 типа «стоп линия». Также перекресток оборудован дорожными знаками (табл.2.1) [2].

Таблица 2.1

Дорожные знаки, применяемые на пересечении ул. Республики – ул. Воровского

Изображение и номер знака	Название знака
1	2
 <p style="text-align: center;">2.1</p>	<p>Главная дорога</p>
 <p style="text-align: center;">2.2</p>	<p>Конец главной дороги</p>
 <p style="text-align: center;">2.4</p>	<p>Уступите дорогу</p>

1	2
 <p data-bbox="459 589 533 618">5.15.1</p>	<p data-bbox="890 286 1461 322">Направления движения по полосам</p>
 <p data-bbox="499 960 564 990">5.19.1</p>  <p data-bbox="491 1312 560 1341">5.19.2</p>	<p data-bbox="999 680 1350 716">Пешеходный переход</p>
 <p data-bbox="509 1570 561 1599">6.16</p>	<p data-bbox="1075 1408 1275 1444">Стоп- линия</p>

Данное пересечение является регулируемым и для обеспечения безопасности движения на нем применяется разделение транспортных и пешеходных потоков во времени посредством многофазного режима работы светофорного объекта.

На пересечении реализовано четырехфазное светофорное регулирование (рис.2.2).

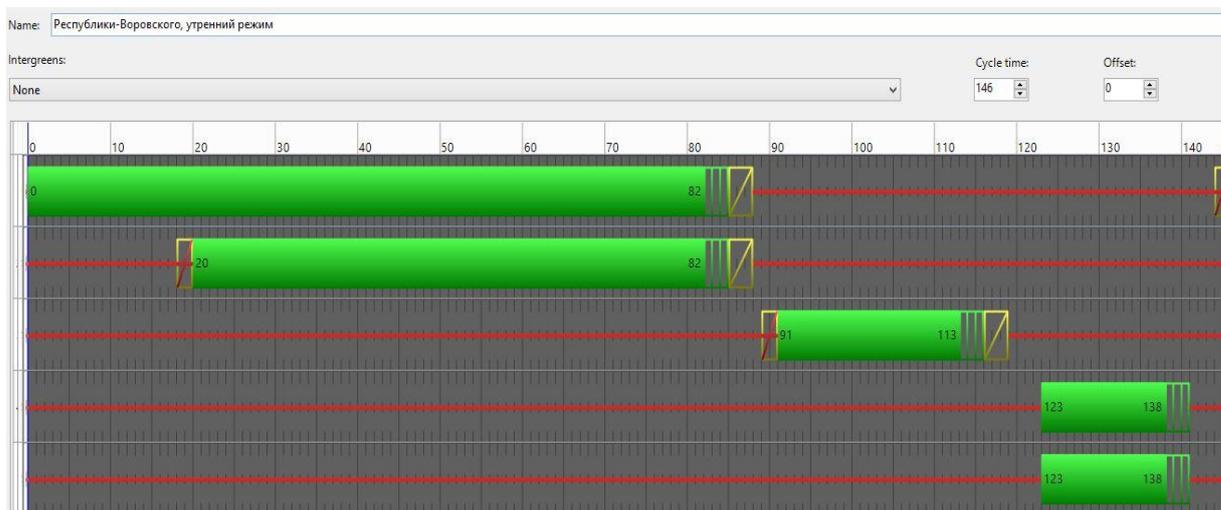


Рисунок 2.2 Режим работы светофоров на пересечении
ул. Республики – ул. Воровского

Продолжительность 1 фазы работы светофора составляет 20 секунд. В эту фазу двигаются автомобили по ул. Республики со стороны ул. Пермякова, им разрешено движение в прямом направлении и поворот направо.

Продолжительность 2 фазы работы светофора составляет 71 секунду. В эту фазу двигаются автомобили по ул. Республики со всех направлений.

Продолжительность 3 фазы – 32 секунды. В эту фазу едут автомобили по ул. Воровского в обоих направлениях. Им разрешено движение во всех направлениях – прямо, налево, направо.

4 фаза является выделенной фазой для пешеходного движения. Ее длительность составляет 23 секунды.

Пофазные разъезды представлены на рисунках 2.3 – 2.6.

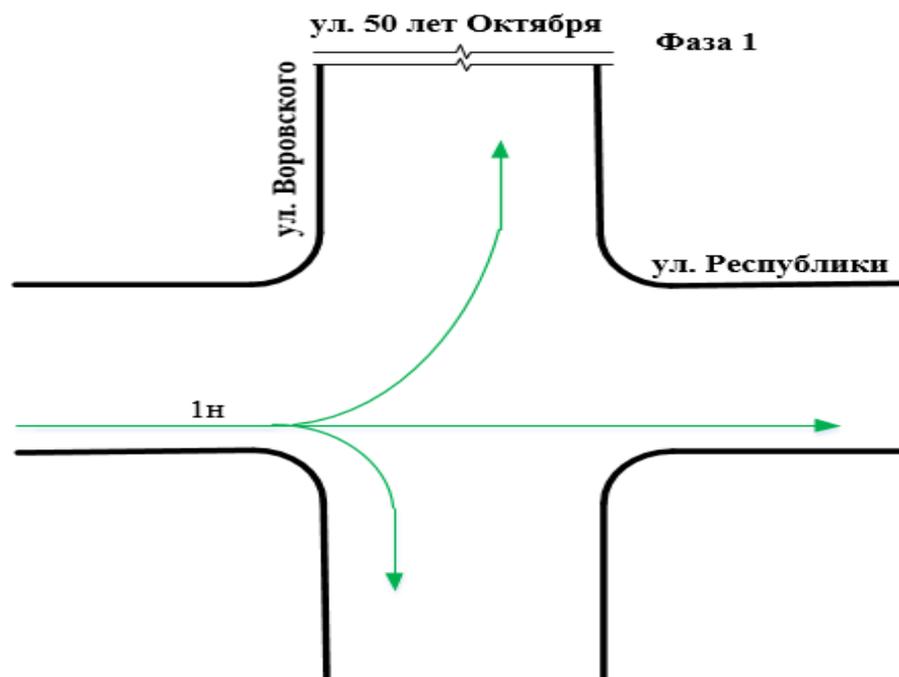


Рисунок 2.3 Направление движения транспорта в 1 фазу работы светофора на пересечении ул. Республики – ул. Воровского

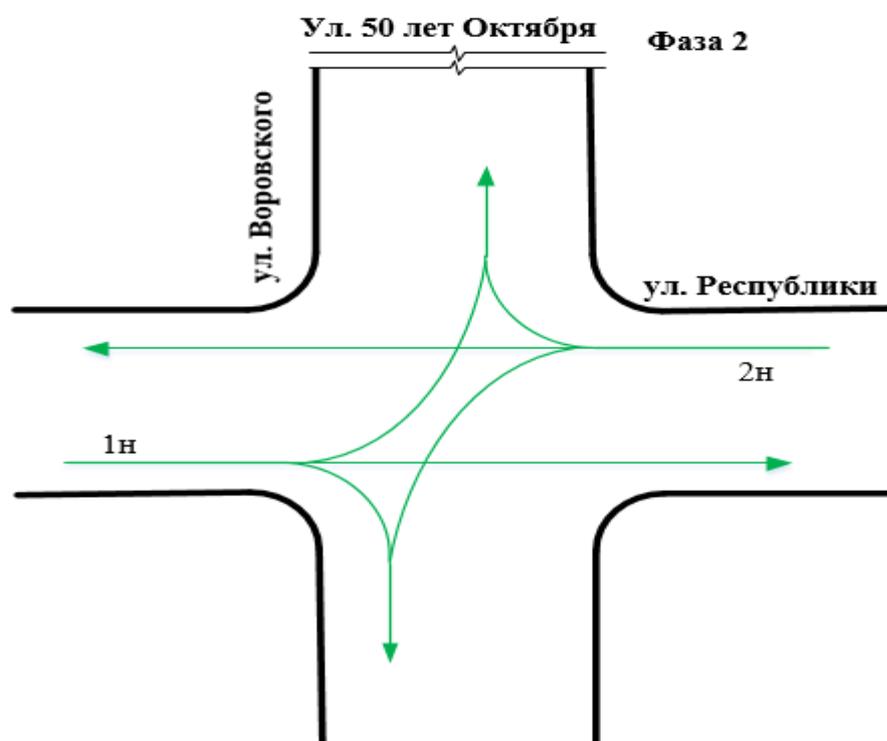


Рисунок 2.4 Направление движения транспорта во 2 фазу работы светофора на пересечении ул. Республики – ул. Воровского

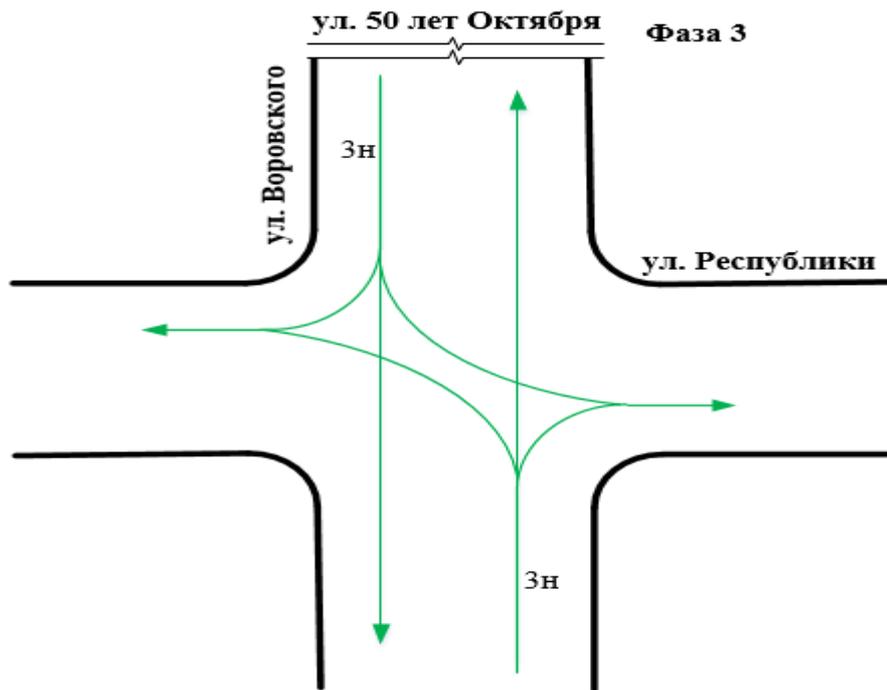


Рисунок 2.5 Направление движения транспорта в 3 фазу работы светофора на пересечении ул. Республики – ул. Воровского

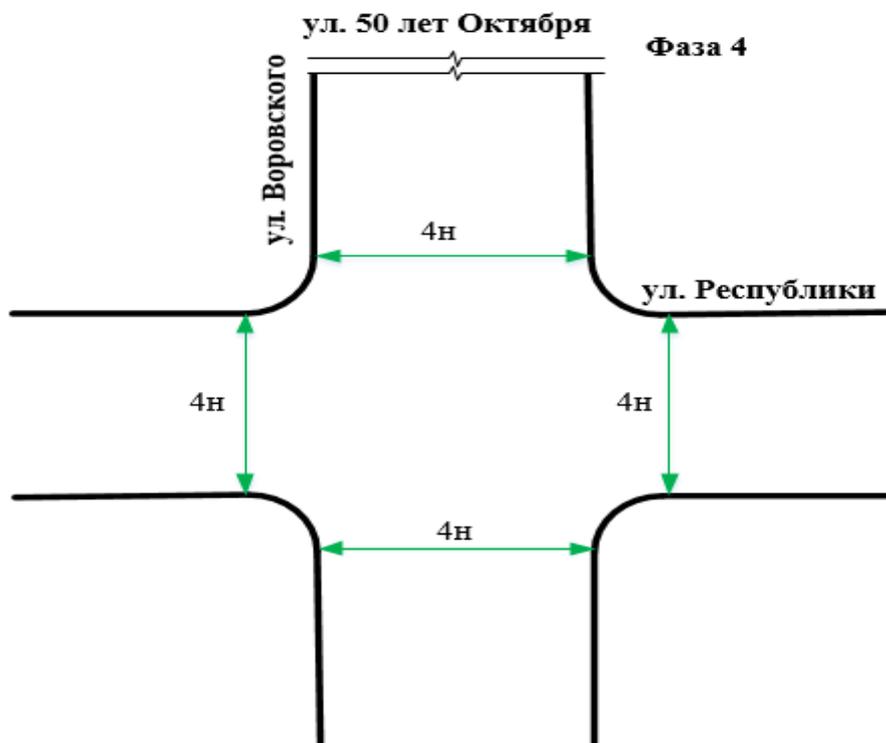


Рисунок 2.6 Направление движения транспорта в 4 фазу работы светофора на пересечении ул. Республики – ул. Воровского

Картограмма интенсивности движения транспорта исследуемого пересечения ул. Республики – ул. Воровского представлена на рисунке 2.7.

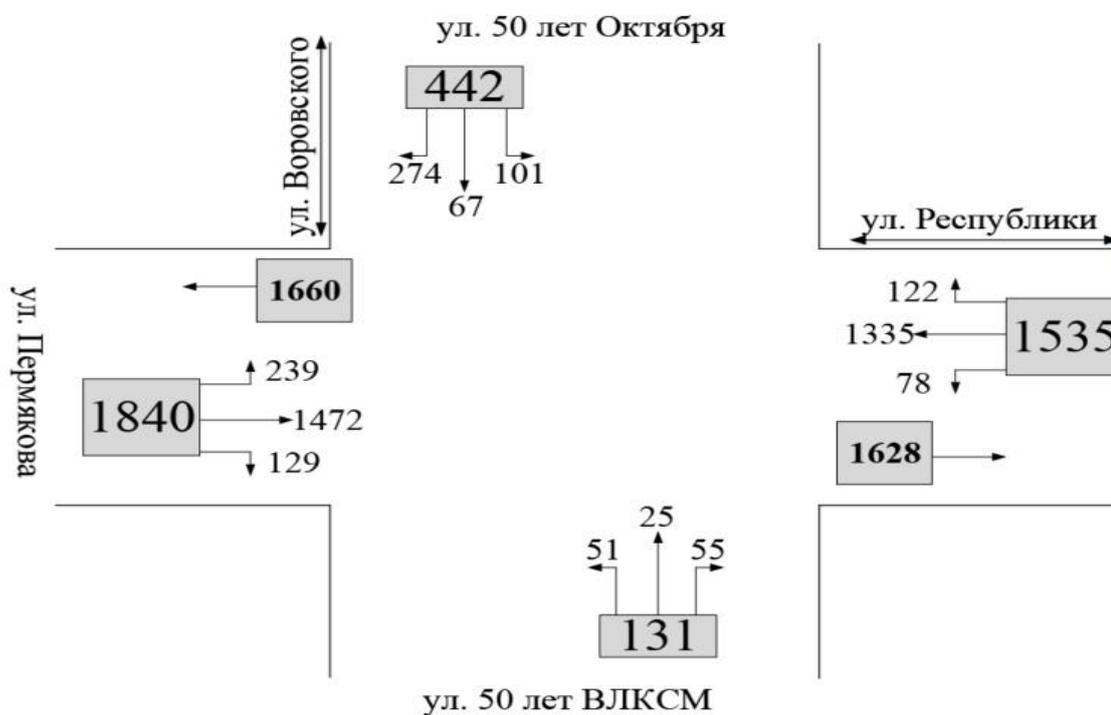


Рисунок 2.7 Картограмма интенсивности движения транспорта ул. Республики – ул. Воровского

2.3 Моделирование разных вариантов ОДД на исследуемом пересечении

X-образный перекресток – это частный случай простого перекрестка где проходит слияние двух дорог.

Модель X-образного двухполосного перекрестка представлена на рисунке 2.8. Результаты анализа данного вида перекрестка представлены в таблице 2.2.

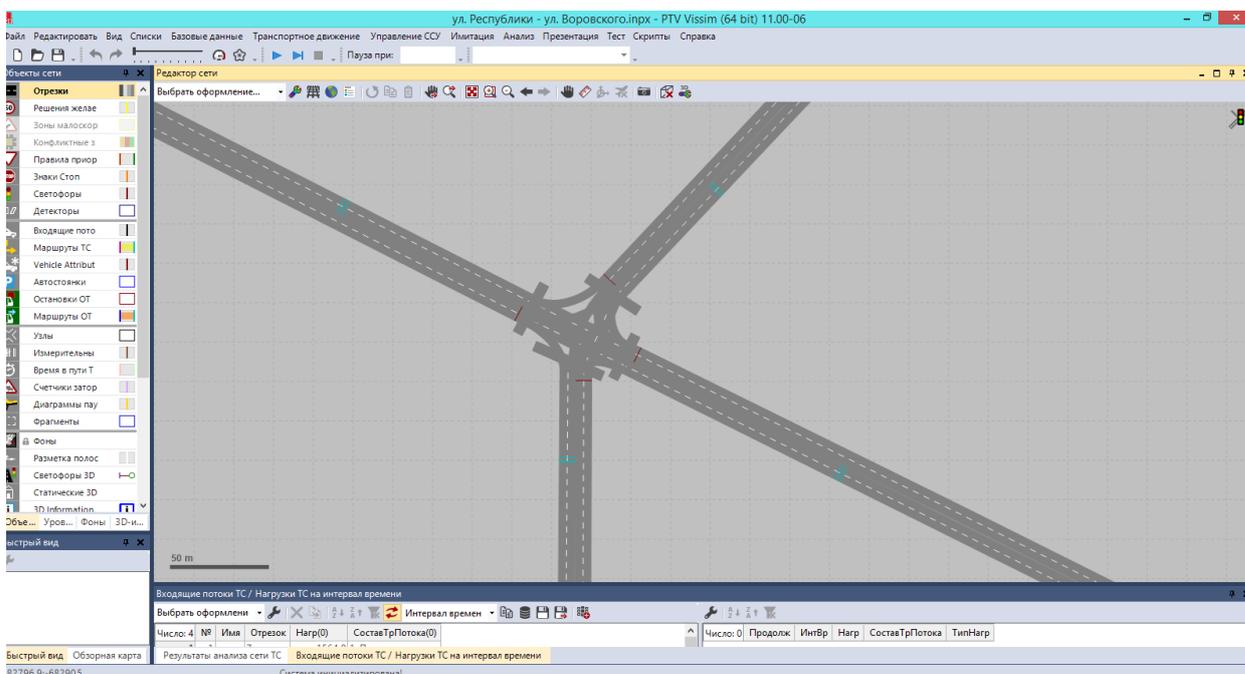


Рисунок 2.8 Модель X-образного двухполосного перекрестка

Таблица 2.2

Результаты моделирования X –образного перекрестка

Параметры дорожного движения для транспортных потоков	Значение параметров
1	2
Среднее время задержки, с	150,2
Среднее количество остановок, ед.	4,1
Средняя скорость движения, км/ч	14,4
Среднее время задержки в заторе, с	107,3
Итоговый пройденное расстояние, км	2862,7
Итоговое время в пути, с	716546,1
Итоговое время задержки, с	547041,5
Итоговое количество остановок, ед.	15089
Итоговое время задержки в заторе, с	390794,2
Активные ТС	181

1	2
Прибывшие ТС	3461
Время задержки ожидающих входа ТС, с	516615,6
Ожидающие входа ТС	378
Поток, ТС	4020

Следующим этапом было изменение конфигурации Х-образного двухполосного перекрестка в кольцевое пересечение четырех равнозначных дорог. Эта модель представлена на рисунке 2.9. А результаты данной модели представлены в таблице 2.3.

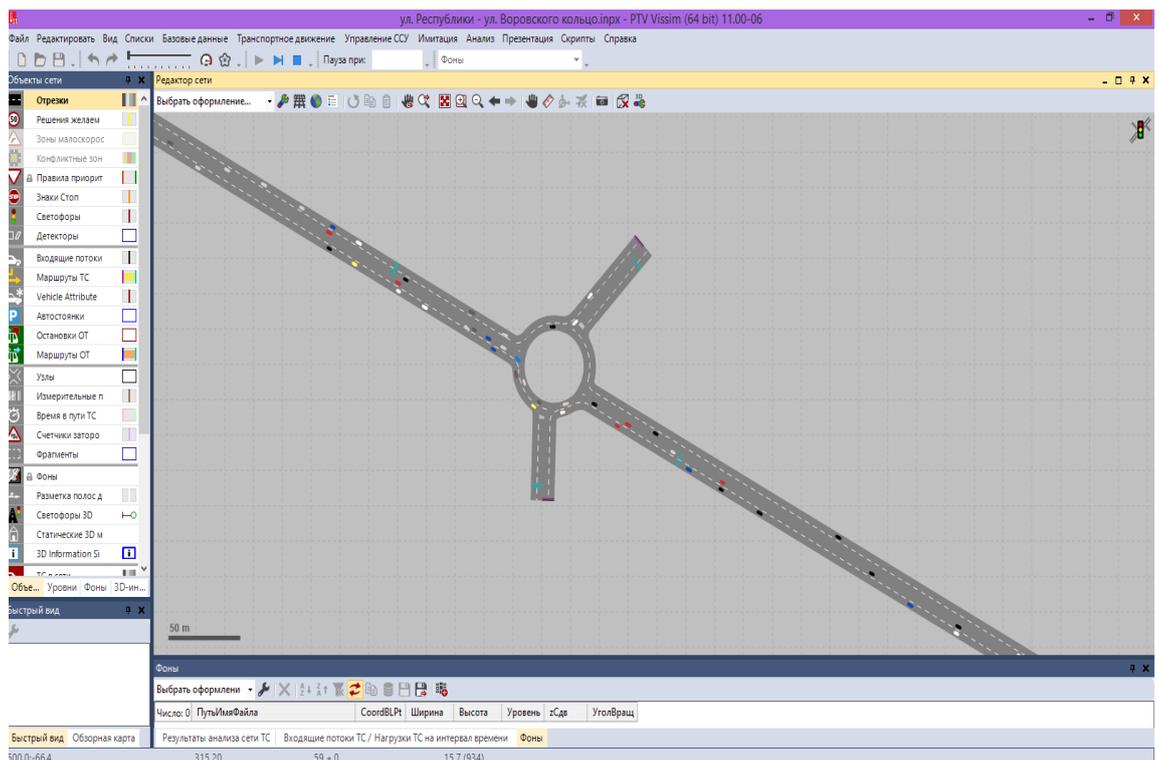


Рисунок 2.9 Модель кольцевого пересечения четырех равнозначных дорог

Таблица 2.3

Результаты моделирования кольцевого пересечения

Параметры дорожного движения для транспортных потоков	Значение параметров
Среднее время задержки, с	86,2
Среднее количество остановок, ед.	5,8
Средняя скорость движения, км/ч	18,4
Среднее время задержки в заторе, с	25,2
Итоговое пройденное расстояние, км	2649,5
Итоговое время в пути, с	519469,5
Итоговое время задержки, с	329536,6
Итоговое количество остановок, ед.	22285,0
Итоговое время задержки в заторе, с	96196,2
Активные ТС	155,0
Прибывшие ТС	3667,0
Время задержки ожидающих входа ТС, с	256050,8
Ожидающие входа ТС	198,0

Следующим этапом было изменение X-образного двухполосного перекрестка в турбокольцо. Модель с данной ОДД представлена на рисунке 2.10.А результаты данной модели представлены в таблице 2.4.

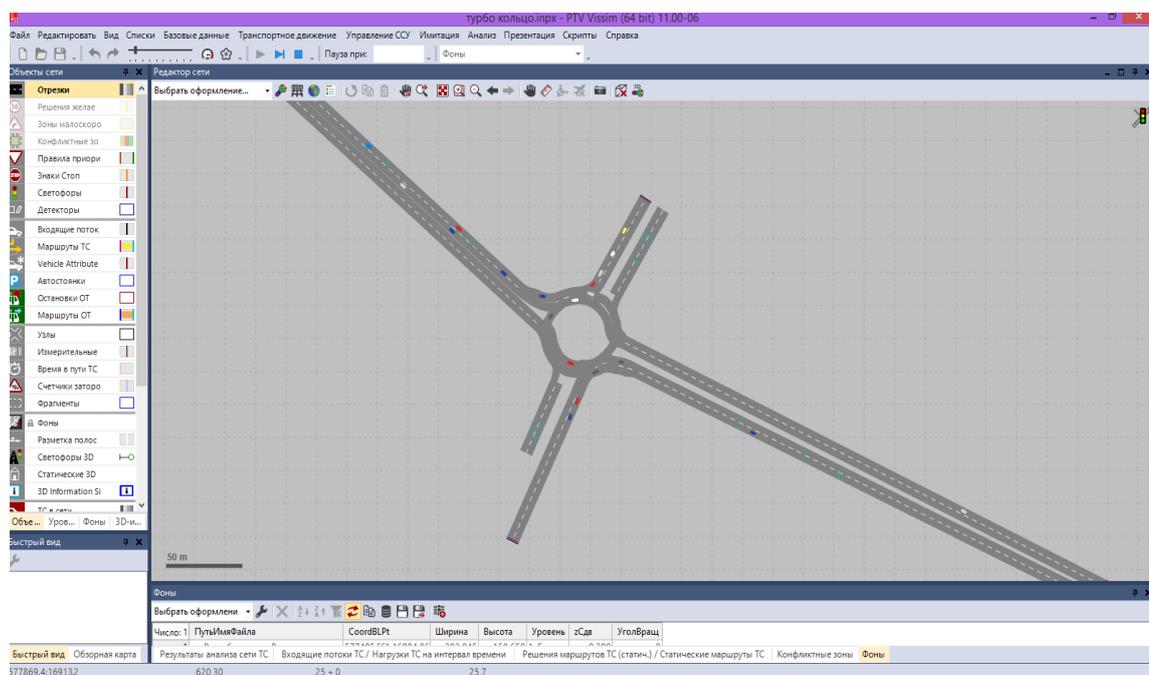


Рисунок 2.10 Модель кольцевого пересечения со спиральными полосами движения

Таблица 2.4

Результаты моделирования турбокольца

Параметры дорожного движения для транспортных потоков	Значение параметров
1	2
Среднее время задержки, с	128
Среднее количество остановок, ед.	9
Средняя скорость движения, км/ч	15
Среднее время задержки в заторе, с	46
Итоговое пройденное расстояние, км	2695
Итоговое время в пути, с	629531
Итоговое время задержки, с	449077
Итоговое количество остановок, ед.	33974
Итоговое время задержки в заторе, с	161944
Активные ТС	171
Прибывшие ТС	3322

1	2
Время задержки ожидающих входа ТС, с	543109
Ожидающие входа ТС	379

Далее был проведен сравнительный анализ параметров дорожного движения при различной ОДД, а именно сравнительный анализ параметров дорожного движения Х-образного перекрестка с кольцевым пересечением и турбокольцом, кольцевого пересечения и турбокольца (табл. 2.5-2.7).

Таблица 2.5

Сравнительная таблица результатов моделирования Х –образного перекрестка и кольцевого пересечения

Параметры дорожного движения для транспортных потоков	Значение параметров		Изменение параметров	
	Х обр.перекресток	Кольцевое пересечение	Абс. откл., ед.	Относ. откл., %
1	2	3	4	5
Среднее время задержки, с	150	86	-64	-43
Среднее количество остановок, ед.	4	5	1	41
Средняя скорость движения, км/ч	14	18	4	28
Среднее время задержки в заторе, с	107	25	-82	-77
Итоговое пройденное расстояние, км	2862	2649	-213	-7
Итоговое время в пути, с	716546	519469	-197076	-28

Продолжение табл.2.5

1	2	3	4	5
Итоговое время задержки, с	547041	329536	-217505	-40
Итоговое количество остановок, ед.	15089	22285	7196	48
Итоговое время задержки в заторе, с	390794	96196	-294598	-75
Активные ТС	181	155	-26	-14
Прибывшие ТС	3461	3667	206	6
Время задержки ожидающих входа ТС, с	516615	256050	-260564	-50
Ожидающие входа ТС	378	198	-180	-48

При изменении конфигурации пересечения ул. Республики – ул. Воровского с X-образного на кольцевое пересечение параметры дорожного движения для транспортных потоков имеют положительные результаты. Так среднее время задержки снижается на 43%, а средняя скорость движения увеличивается на 28%.

Сравнительная таблица результатов моделирования X –образного
перекрестка и турбокольца

Параметры дорожного движения для транспортных потоков	Значение параметров		Изменение параметров	
	X- образны й перекре сток	Турбо кольцо	Абс. откл., ед.	Относ. откл., %
1	2	3	4	5
Среднее время задержки, с	150	128	-21	-14
Среднее количество остановок, ед.	4	9	5	135
Средняя скорость движения, км/ч	14	15	1	7
Среднее время задержки в заторе, с	107	46	-60	-57
Итоговый пройденное расстояние, км	2862	2695	-166	-6
Итоговое время в пути, с	716546	629531	-87014	-12
Итоговое время задержки, с	547041	449077	-97963	-18
Итоговое количество остановок, ед.	15089	33974	18885	125
Итоговое время задержки в заторе, с	390794	161944	-228849	-59
Активные ТС	181	171	-10	-6
Прибывшие ТС	3461	3322	-139	-4
Время задержки ожидающих входа ТС, с	516615	543109	26494	5
Ожидающие входа ТС	378	379	1	0

При изменении конфигурации пересечения ул. Республики – ул. Воровского с Х-образного на турбокольцо параметры дорожного движения для транспортных потоков имеют положительные результаты. Так среднее время задержки снижается на 14%, а средняя скорость движения увеличивается на 7%.

Таблица 2.7

Сравнительная таблица результатов моделирования кольцевого пересечения и турбокольца

Параметры дорожного движения для транспортных потоков	Значение параметров		Изменение параметров	
	Кольцевое пересечение	Турбокольцо	Абс. откл., ед.	Относ. откл., %
1	2	3	4	5
Среднее время задержки, с	86	129	42	49
Среднее количество остановок, ед.	6	10	4	67
Средняя скорость движения, км/ч	18	15	-3	-16
Среднее время задержки в заторе, с	25	46	21	84
Итоговый пройденное расстояние, км	2649	2696	46	2
Итоговое время в пути, с	519469	629532	110062	21
Итоговое время задержки, с	329537	449078	119541	36
Итоговое количество остановок, ед.	22285	33974	11689	52

Продолжение табл.2.7

1	2	3	4	5
Итоговое время задержки в заторе, с	96196	161945	65749	68
Активные ТС	155	171	16	10
Прибывшие ТС	3667	3322	-345	-9
Время задержки ожидающих входа ТС, с	256051	543110	287059	112
Ожидающие входа ТС	198	379	181	91

При изменении конфигурации пересечения с кольцевого пересечения на турбокольцо параметры дорожного движения для транспортных потоков имеют отрицательные результаты. Так среднее время задержки увеличивается на 49%, а средняя скорость движения уменьшается на 16%.

В ближайшем будущем в этом районе будет строительство нового микрорайона, в связи с этим увеличится интенсивность транспортного потока. Таким образом целесообразно рассмотреть разные конфигурации данного пересечения при различной интенсивности движения транспорта (увеличение – введение нового микрорайона, уменьшение – межпиковое время).

Далее были смоделированы варианты ОДД при различной нагрузке по видам конфигурации пересечения (табл.2.8)

Данные моделирования представлены в таблицах 2.9 – 2.11.

Таблица 2.8

Нагрузка на УДС по направлениям на пересечении ул. Республики – ул.
Воровского

Направления	Нагрузка				
	50%	75%	85%	Существующая	125%
ул. Республики со стороны ул. Пермякова	690	1380	1564	1840	2300
ул. Воровского со стороны ул. 50 лет Октября	166	332	376	442	553
ул. Республики со стороны ул. Монтажников	576	1151	1305	1535	1919
ул. Воровского со стороны ул. 50 лет ВЛКСМ	49	98	111	131	164

Таблица 2.9

Результаты моделирования Х –образного перекрестка

Параметры дорожного движения	Х-образный перекресток				
	50%	75%	85%	Существующая	125%
Среднее время задержки, с	26	37	52	150	159
Среднее количество остановок, ед.	1	1	1	4	4
Средняя скорость движения, км/ч	39	34	29	14	14
Среднее время задержки в заторе, с	19	26	36	107	116
Итоговое пройденное расстояние, км	1227	2420	2754	2863	3009
Итоговое время в пути, с	111850	252665	339395	716546	797525
Итоговое время задержки, с	39361	109483	176399	547042	619065
Итоговое количество остановок, ед.	869	2622	4443	15089	16421
Итоговое время задержки в заторе, с	29534	77177	122109	390794	449854
Активные ТС	23	57	96	181	206
Прибывшие ТС	1495	2942	3326	3461	3676
Время задержки ожидающих входа ТС, с	12	91	146	516616	1753784
Ожидающие входа ТС	0	0	0	378	1130

Таблица 2.10

Результаты моделирования кольцевого пересечения

Параметры дорожного движения	Кольцевое пересечение				
	50%	75%	85%	Сущест вующая	125%
Среднее время задержки, с	3	7	12	86	96
Среднее количество остановок, ед.	0	0	1	6	7
Средняя скорость движения, км/ч	47	44	41	18	17
Среднее время задержки в заторе, с	0	1	3	25	27
Итоговый пройденное расстояние, км	1093	2151	2444	2649	2698
Итоговое время в пути, с	82876	176380	216120	519469	562794
Итоговое время задержки, с	4669	22040	40624	329537	369511
Итоговое количество остановок, ед.	67	900	1817	22285	25895
Итоговое время задержки в заторе, с	108	3829	10052	96196	106016
Активные ТС	22	50	70	155	165
Прибывшие ТС	1496	2949	3352	3667	3696
Время задержки ожидающих входа ТС, с	17	248	872	256051	1907231
Ожидающие входа ТС	0	0	0	198	1151

Таблица 2.11

Результаты моделирования турбокольца

Параметры дорожного движения	Турбокольцо				
	50%	75%	85%	Существующая	125%
Среднее время задержки, с	7	38	49	129	53
Среднее количество остановок, ед.	0	2	3	10	3
Средняя скорость движения, км/ч	43	26	23	15	23
Среднее время задержки в заторе, с	1	15	18	46	21
Итоговый пройденное расстояние, км	852	1421	1477	2696	1591
Итоговое время в пути, с	71145	196008	230463	629532	253344
Итоговое время задержки, с	11038	96031	126696	449078	142423
Итоговое количество остановок, ед.	406	5678	8376	33974	9385
Итоговое время задержки в заторе, с	1085	37522	47935	161945	57046
Активные ТС	20	50	72	171	79
Прибывшие ТС	1498	2456	2526	3322	2615
Время задержки ожидающих входа ТС, с	31	896390	1431339	543110	410651 2
Ожидающие входа ТС	0	493	824	379	2318

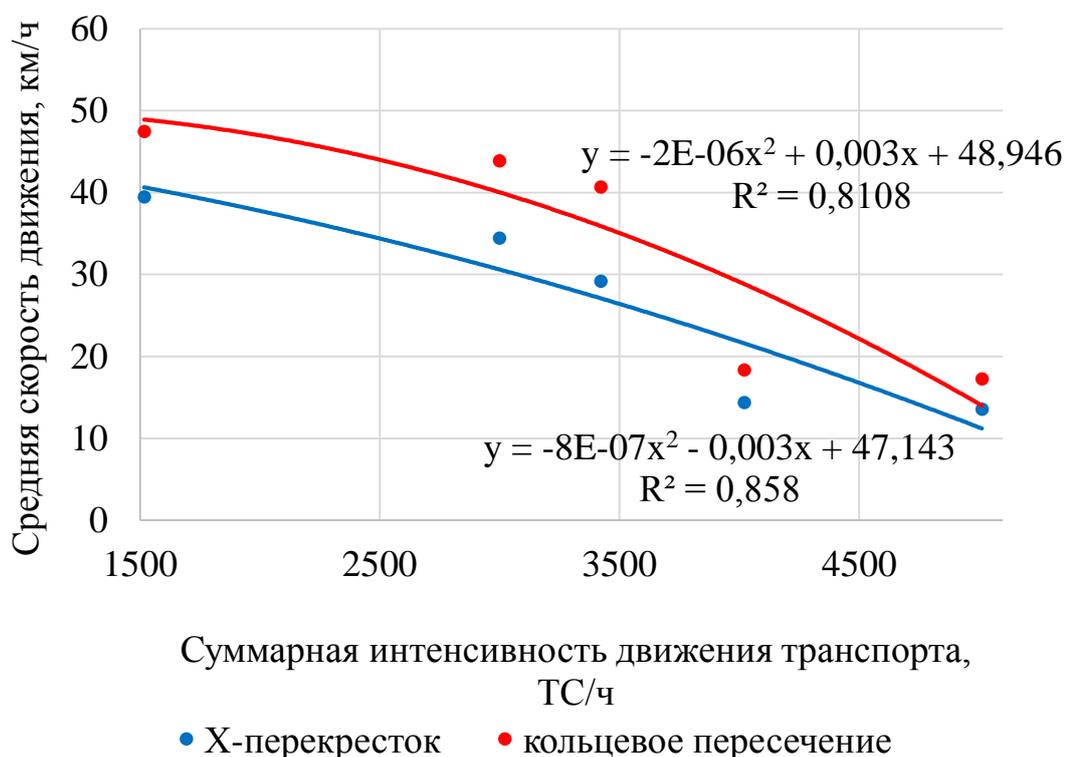


Рисунок 2.10 Зависимость средней скорости движения транспорта от суммарной интенсивности движения при различных конфигурациях пересечения

При увеличении суммарной интенсивности движения средняя скорость движения транспорта уменьшается как при X-образном перекрестке, так и при организации кольцевого пересечения. Однако, средняя скорость движения при организации кольцевого пересечения выше, чем при X-образном перекрестке. Следовательно, кольцевое пересечение эффективнее.

ГЛАВА 3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Методика проведения имитационных экспериментов

Приведенные ниже методы ОДД реализованы при помощи компьютерной программы имитационного моделирования PTV Vissim 11. Программа позволяет без особых проблем построить пересечение, смоделировать движение транспортного и пешеходного потоков и оценить мероприятия для улучшения движения и целесообразности их внедрения.

В качестве входных параметров использовались интенсивности транспортных потоков как по главным, так и по второстепенным направлениям.

На рисунке 3.1 приведено основное окно интерфейса программы. В данном программном обеспечении имеются многие инструменты для построения транспортного узла, анализа пропускной способности.

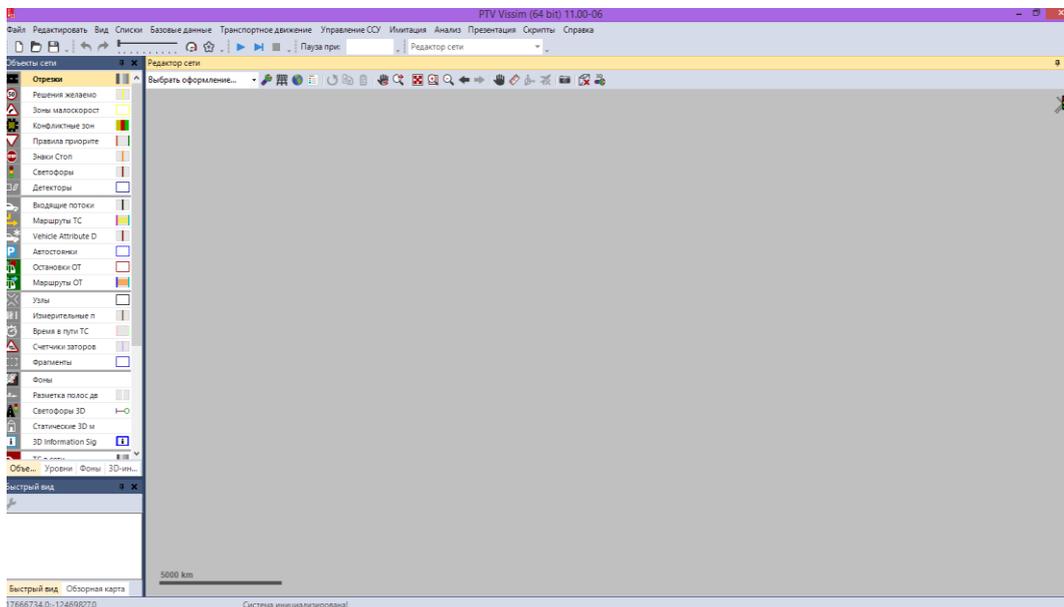


Рисунок 3.1 Интерфейс программы PTV Vissim 11

3.2 Результаты экспериментов

В моделях были спроектированы различные варианты расположения полос движения в главном и второстепенном направлениях (горизонтальном и вертикальном), при различной интенсивности движения. Результаты моделирования представлены в табл.3.1-3.5.

Таблица 3.1

Результаты моделирования кольцевого пересечения с количеством полос на подходе к пересечению 2/2

Параметры дорожного движения	Суммарная интенсивность движения транспорта N, ТС/ч			
	1000	1500	2000	2500
Среднее время задержки, с	2	4	12	98
Среднее количество остановок, ед.	0	0	1	9
Средняя скорость движения, км/ч	51	48	41	16
Среднее время задержки в заторе, с	0	1	2	19
Итоговый пройденное расстояние, км	669	1002	1332	1545
Итоговое время в пути, с	47383	75201	115747	341833
Итоговое время задержки, с	1627	6324	24170	235812
Итоговое количество остановок, ед.	48	313	1606	21420
Итоговое время задержки в заторе, с	62	775	4701	46456
Активные ТС	15	26	31	91
Прибывшие ТС	1010	1505	2008	2325
Время задержки ожидающих входа ТС, с	74	165	315	147465
Ожидающие входа ТС	0	0	0	113

Таблица 3.2

Результаты моделирования кольцевого пересечения количеством полос
на подходе к пересечению 4/2

Параметры дорожного движения	Суммарная интенсивность движения транспорта N, ТС/ч			
	1000	1500	2000	2500
Среднее время задержки, с	1	3	6	15
Среднее количество остановок, ед.	0	0	0	1
Средняя скорость движения, км/ч	51	49	47	39
Среднее время задержки в заторе, с	0	0	1	3
Итоговый пройденное расстояние, км	662	992	1320	1631
Итоговое время в пути, с	46723	72644	102137	150174
Итоговое время задержки, с	1445	4499	11464	38032
Итоговое количество остановок, ед.	46	203	610	2421
Итоговое время задержки в заторе, с	69	500	1867	8454
Активные ТС	15	25	27	43
Прибывшие ТС	1010	1506	2012	2486
Время задержки ожидающих входа ТС, с	41	90	172	336
Ожидающие входа ТС	0	0	0	0

Таблица 3.3

Результаты моделирования кольцевого пересечения с количеством
полос на подходе к пересечению 4/4

Параметры дорожного движения	Суммарная интенсивность движения транспорта N, ТС/ч			
	1000	1500	2000	2500
Среднее время задержки, с	1,162773	3	4	8
Среднее количество остановок, ед.	0,032195	0	0	0
Средняя скорость движения, км/ч	51,31873	50	48	45
Среднее время задержки в заторе, с	0,064918	0	1	2
Итоговый пройденное расстояние, км	660,0301	989	1316	1628
Итоговое время в пути, с	46301	71883	99152	131696
Итоговое время задержки, с	1191,842	3991	8768	19770
Итоговое количество остановок, ед.	33	182	459	1234
Итоговое время задержки в заторе, с	66,54066	602	1775	4757
Активные ТС	15	27	28	41
Прибывшие ТС	1010	1504	2011	2488
Время задержки ожидающих входа ТС, с	0,6	4	10	27
Ожидающие входа ТС	0	0	0	0

Таблица 3.4

Результаты моделирования кольцевого пересечения с количеством
полос на подходе к пересечению 6/4

Параметры дорожного движения	Суммарная интенсивность движения транспорта N, ТС/ч			
	1000	1500	2000	2500
Среднее время задержки, с	1	3	5	8
Среднее количество остановок, ед.	0	0	0	0
Средняя скорость движения, км/ч	51	49	47	45
Среднее время задержки в заторе, с	0	0	1	2
Итоговый пройденное расстояние, км	653	979	1303	1611
Итоговое время в пути, с	45885	71314	99205	130228
Итоговое время задержки, с	1245	4130	9777	19499
Итоговое количество остановок, ед.	38	196	536	1107
Итоговое время задержки в заторе, с	94	733	2292	4952
Активные ТС	15	26	28	40
Прибывшие ТС	1010	1505	2011	2489
Время задержки ожидающих входа ТС, с	0	2	5	15
Ожидающие входа ТС	0	0	0	0

Результаты моделирования кольцевого пересечения с количеством
полос на подходе к пересечению 6/6

Параметры дорожного движения	Суммарная интенсивность движения транспорта N, ТС/ч			
	1000	1500	2000	2500
Среднее время задержки, с	1	3	4	7,0604
Среднее количество остановок, ед.	0	0	0	0,38276
Средняя скорость движения, км/ч	51	50	48	45,1103
Среднее время задержки в заторе, с	0	0	1	1,83682
Итоговое пройденное расстояние, км	652	977	1299	1607,82
Итоговое время в пути, с	45634	70982	97387	128312
Итоговое время задержки, с	1112	3997	8258	17855,7
Итоговое количество остановок, ед.	26	172	428	968
Итоговое время задержки в заторе, с	48	675	1566	4645,33
Активные ТС	15	26	28	36
Прибывшие ТС	1010	1505	2011	2493
Время задержки ожидающих входа ТС, с	0	0	1	2,3
Ожидающие входа ТС	0	0	0	0

3.3 Зависимость параметров дорожного движения от интенсивности движения транспортного потока

Построим зависимости параметров дорожного движения, а именно средней скорости движения от суммарной интенсивности движения

транспортного потока при различных радиусах центрального направляющего островка кольцевого пересечения (рис.3.2-3.5).

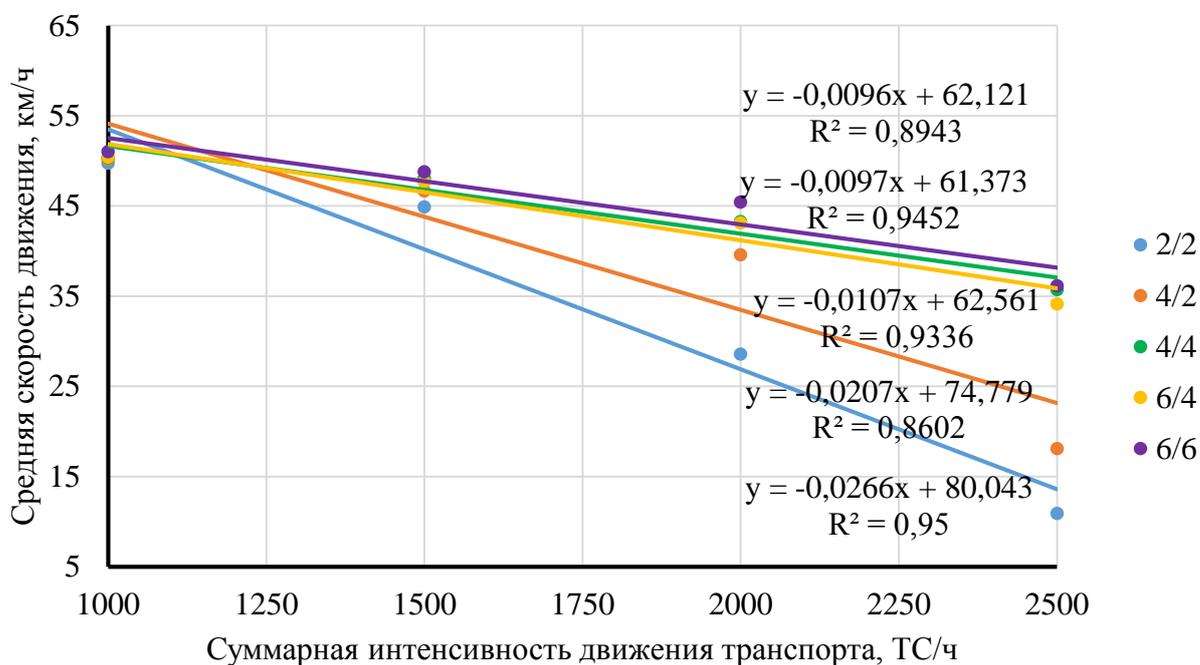


Рисунок 3.2 Зависимость средней скорости движения от интенсивности движения транспортного потока при радиусе 40 метров

При радиусе центрального направляющего островка кольцевого пересечения 40 метров при увеличении суммарной интенсивности движения транспорта средняя скорость движения снижается при любых вариантах полосности. При полосности 4/4, 6/4, 6/6 снижение скорости происходит незначительное. При полосности 4/2 при увеличении нагрузки в 2,5 раза скорость движения снижается почти в 2 раза, при полосности 2/2 – почти в 4 раза. При высокой пропускной способности сечения автомобильной дороги (большое количество полос движения) средняя скорость движения изменяется не так значительно, как при более низкой пропускной способности.

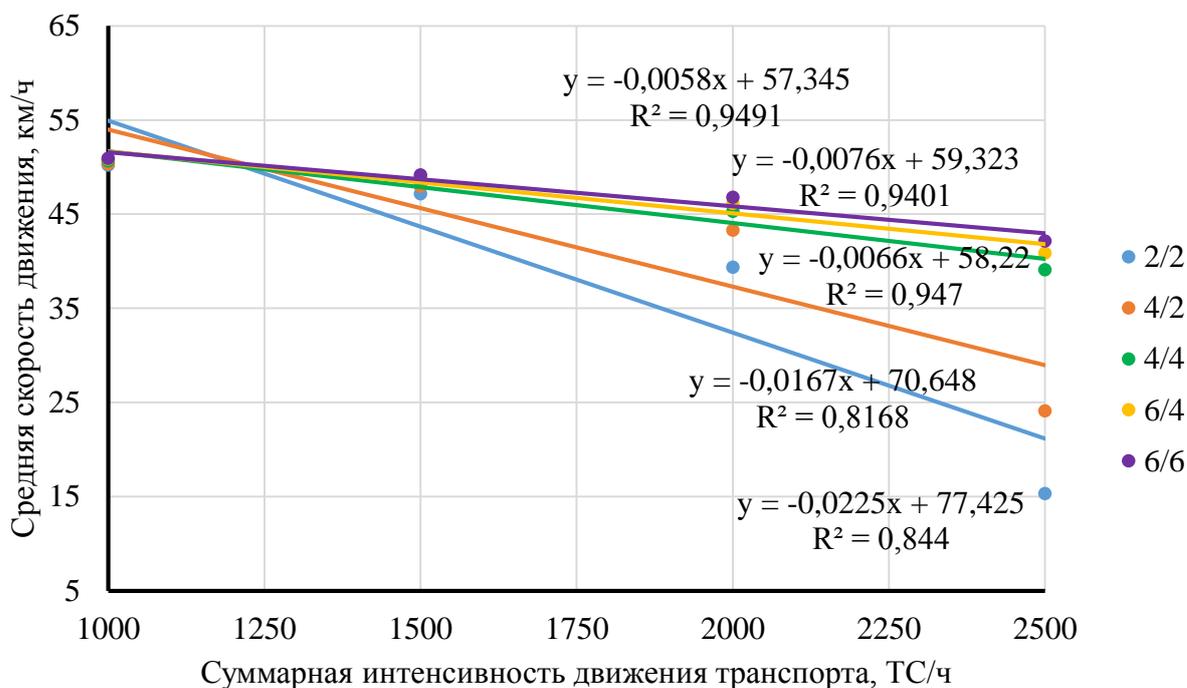


Рисунок 3.3 Зависимость средней скорости движения от интенсивности движения транспортного потока при радиусе 60 метров

При радиусе центрального направляющего островка кольцевого пересечения 60 метров при увеличении суммарной интенсивности движения транспорта средняя скорость движения снижается при любых вариантах полосности. При полосности 4/4, 6/4, 6/6 снижение скорости происходит незначительное. При полосности 4/2 при увеличении нагрузки в 2,5 раза скорость движения снижается почти в 2 раза, при полосности 2/2 – почти в 4 раза. При высокой пропускной способности сечения автомобильной дороги (большое количество полос движения) средняя скорость движения изменяется не так значительно, как при более низкой пропускной способности.

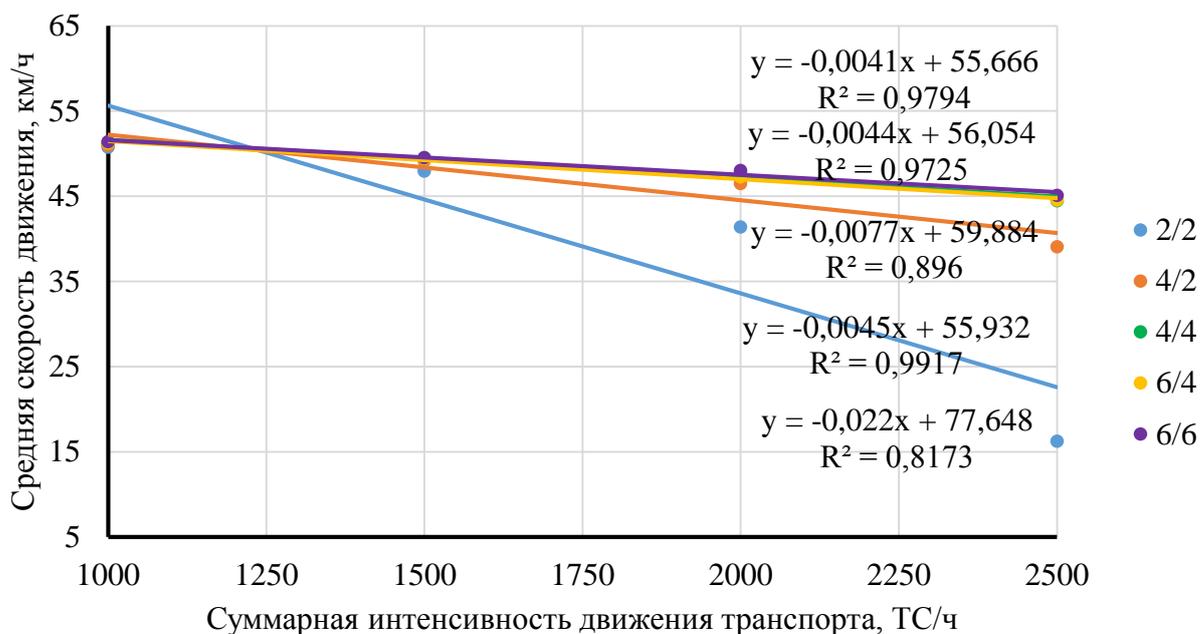


Рисунок 3.4 Зависимость средней скорости движения от интенсивности движения транспортного потока при радиусе 80 метров

При радиусе центрального направляющего островка кольцевого пересечения 80 метров при увеличении суммарной интенсивности движения транспорта средняя скорость движения снижается при любых вариантах полосности. Однако при полосностях 2/2, 4/2, 4/4, 6/4 скорость движения изменяется незначительно. А при полосности 2/2 скорость движения снижается почти в 4 раза. Это говорит о том, что при минимальном количестве полос значение фактора – суммарная интенсивность транспорта влияет значительно, для этого требуется оценка такого фактора как уровень загрузки (отношение фактической интенсивности к пропускной способности).

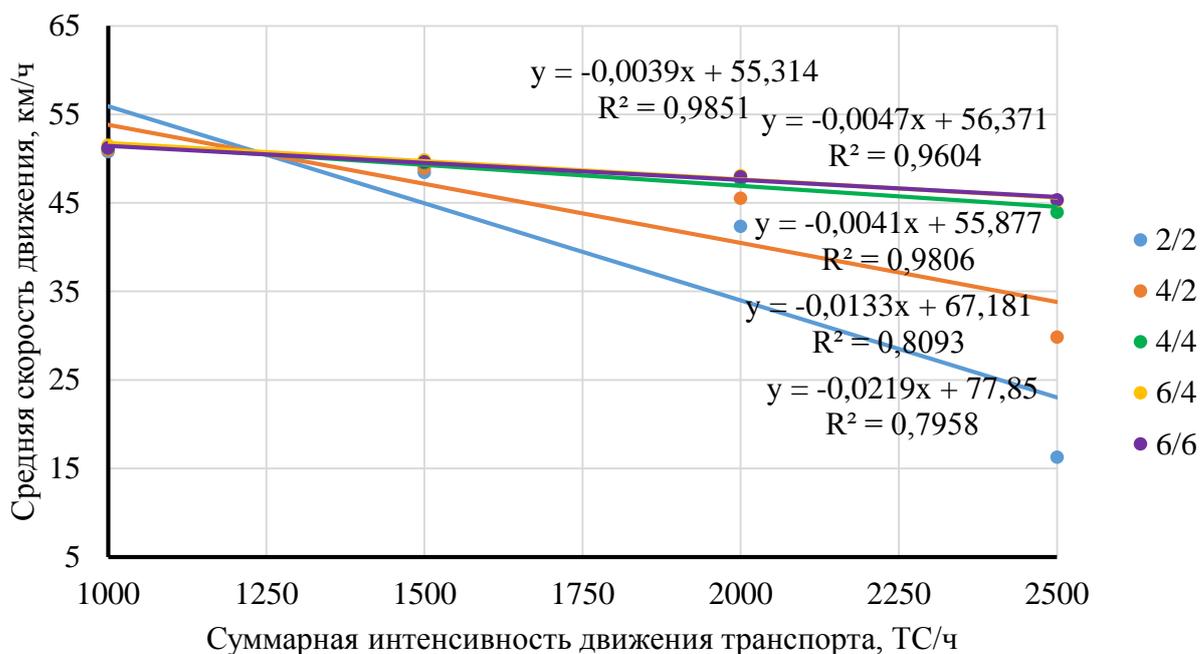


Рисунок 3.5 Зависимость средней скорости движения от интенсивности движения транспортного потока при радиусе 100 метров

При радиусе центрального направляющего островка кольцевого пересечения 100 метров при увеличении суммарной интенсивности движения транспорта средняя скорость движения снижается при любых вариантах полосности. При полосности 4/4, 6/4, 6/6 средняя скорость движения изменяется незначительно. При полосности 4/2 при увеличении нагрузки в 2,5 раза скорость движения снижается почти в 2 раза, при полосности 2/2 – почти в 4 раза.

Проанализировав зависимость средней скорости движения от такого фактора, как суммарная интенсивность движения, делаем вывод – при увеличении суммарной интенсивности движения транспорта средняя скорость движения снижается при любых вариантах полосности.

3.4 Зависимости параметров дорожного движения от радиуса центрального направляющего островка кольцевого пересечения

Построим зависимости параметров дорожного движения, а именно средней скорости движения от радиуса центрального направляющего островка кольцевого пересечения при различной интенсивности движения и полосности на подходе к кольцевому пересечению (рис.3.6-3.10).

Были рассмотрены радиусы центрального направляющего островка – 40, 60, 80, 100 метров, исходя из классификации направляющего центрального островка и его видов.

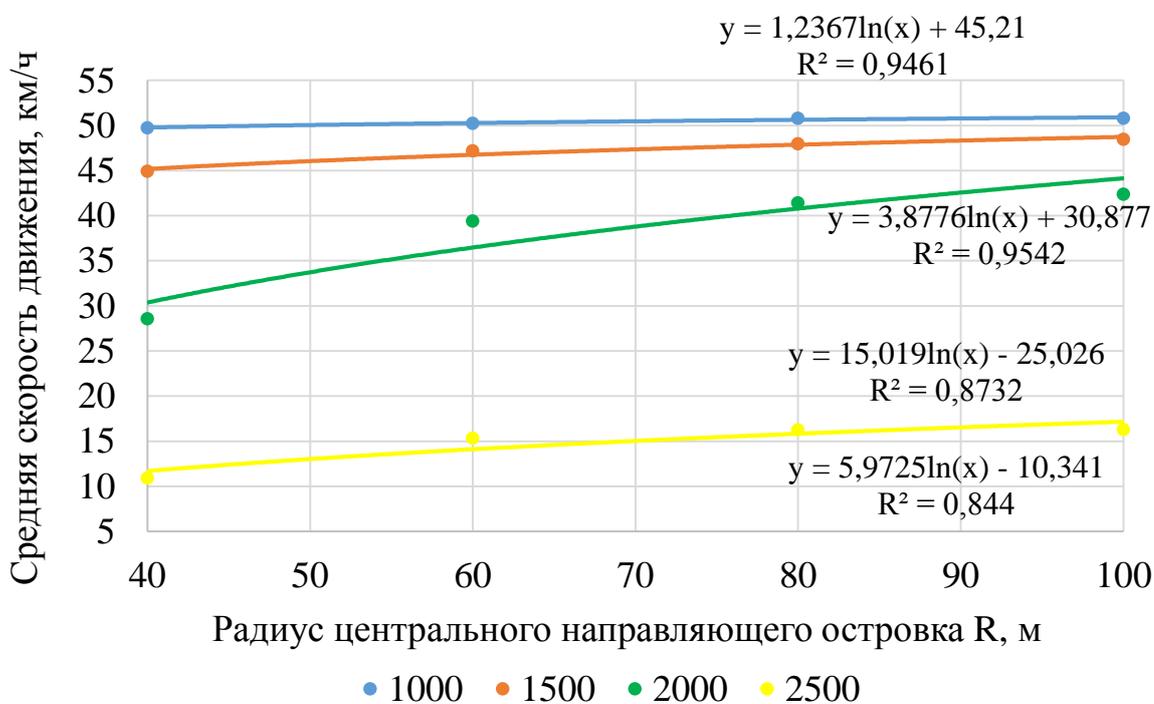


Рисунок 3.6 Зависимость средней скорости движения от радиуса центрального направляющего островка при полосности 2/2

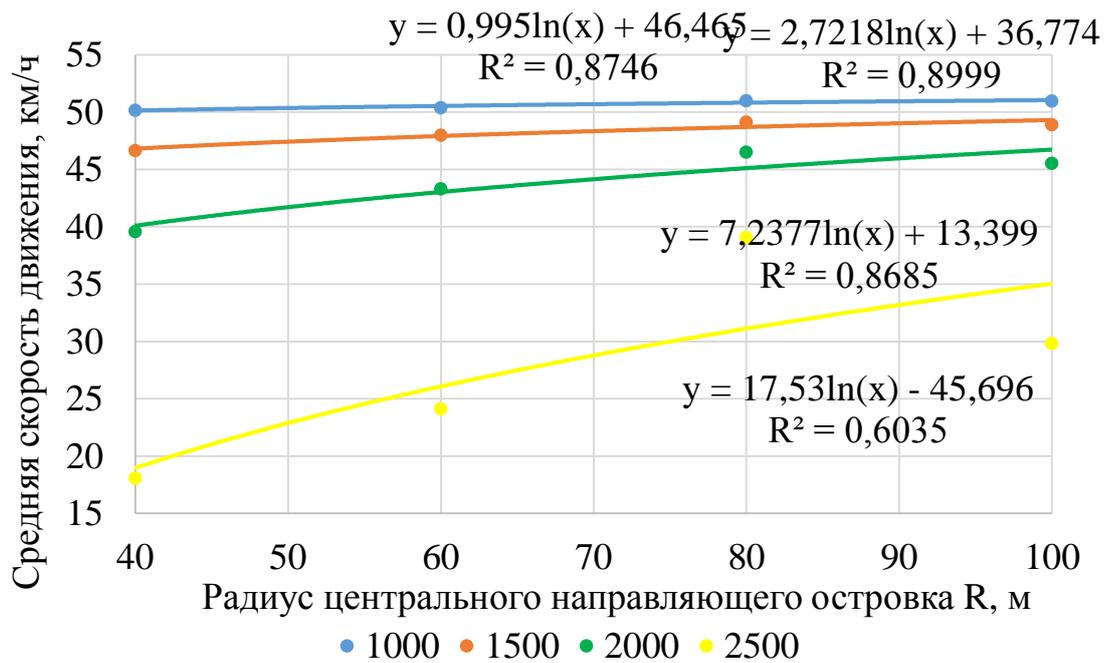


Рисунок 3.7 Зависимость средней скорости движения от радиуса центрального направляющего островка при полосности 4/2

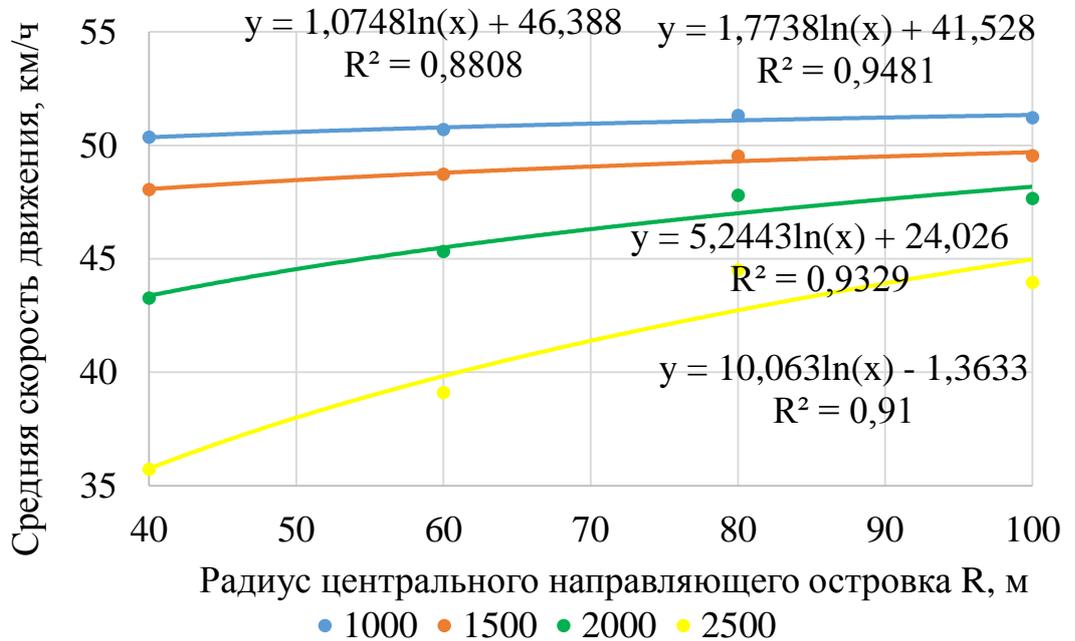


Рисунок 3.8 Зависимость средней скорости движения от радиуса центрального направляющего островка при полосности 4/4

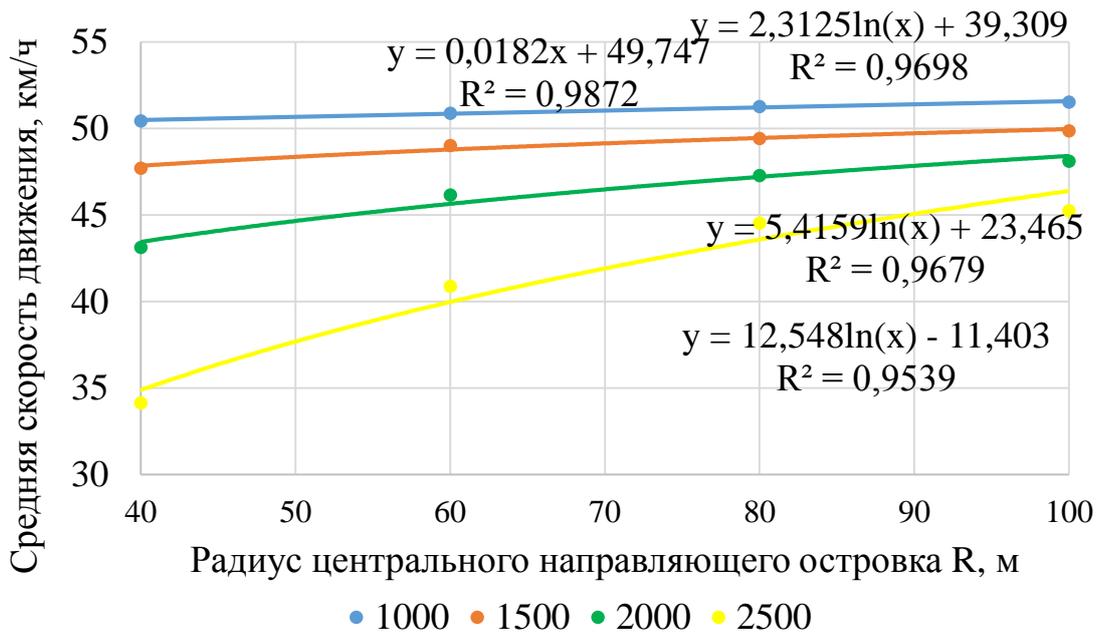


Рисунок 3.9 Зависимость средней скорости движения от радиуса центрального направляющего островка при полосности 6/4

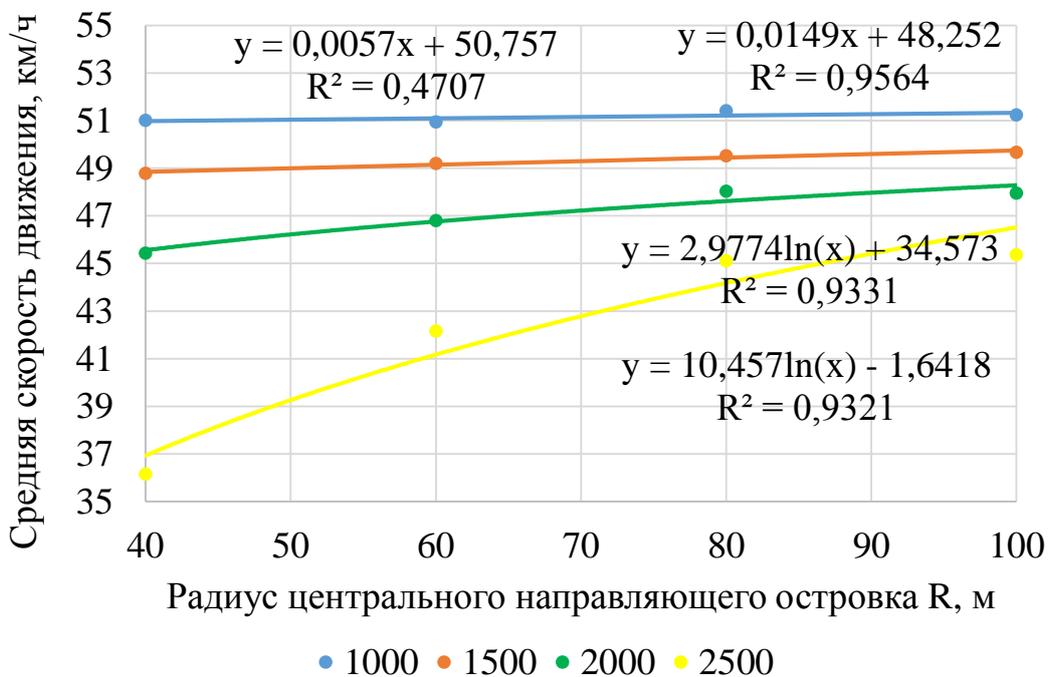


Рисунок 3.10 Зависимость средней скорости движения от радиуса центрального направляющего островка при полосности 6/6

При интенсивности менее 2000 ТС/ч и увеличении радиуса центрального направляющего островка кольцевого пересечения с 40м до 100м средняя скорость движения значительно не меняется.

При повышенной интенсивности и увеличении радиуса центрального направляющего островка кольцевого пересечения средняя скорость движения значительно увеличивается, логарифмически.

ГЛАВА 4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

4.1 Методика практического использования

На основании данных полученных в результате имитационного моделирования можно сделать вывод, что большие капиталовложения не всегда приводят к наибольшему эффекту. Чаще всего к рассмотрению более сложных, трудоемких и дорогостоящих мероприятий переходят после того, как введение простейших мер недостаточно. Поэтому перед тем, как принять какое-либо управленческое или организационное решение по изменению схем ОДД или реконструкции УДС необходимо произвести моделирование в программном комплексе, чтоб заранее избежать неправильных решений и ненужных затрат, которые могут не улучшить, а только ухудшить текущую ситуацию или изменить ее незначительно.

Разработку вариантов оптимизации ОДД необходимо от наиболее легких и дешевых вариантов улучшения УДС к наиболее сложным и дорогостоящим:

- Изменение циклов регулирования светофорного объекта.
- Изменение схем пофазного разъезда ТС.
- Увеличение пропускной способности дороги за счет дополнительных правоповоротных карманов или сужения ширины полос движения.
- Реконструкция дороги связанная с расширением проезжей части.
- Строительство путепроводов, многоуровневых развязок и тд.

После моделирования всех вариантов оптимизации УДС необходимо произвести сравнительный анализ полученных технико-эксплуатационных показателей и выбрать из них наиболее оптимальный. На третьем этапе необходимо произвести расчет капиталовложений по оптимизации УДС по каждому из вариантов. После чего рассчитать экономическую эффективность и выбирать наиболее экономически целесообразный проект.

Перед тем, как внедрить выбранный вариант оптимизации ОДД на участке УДС на рассматриваемом объекте необходимо:

- Разработать схему расположения технических средств ОДД (дорожных знаков, светофоров, дорожной разметки и т.д.).
- Разработать новую схему ОДД.
- Разработать поэтапный план работ (последовательность мероприятий и срок их реализации).
- Произвести необходимые расчетные работы.
- Назначить ответственные лица и структуры.
- Согласовать проектную документацию с соответствующими государственными инстанциями – ГИБДД, ТюменьГорТранс и другие органы управления.

После того, как проектная документация одобрена, и получено разрешение на реконструкцию объекта, можно приступать к воплощению проекта в жизнь.

4.2 Экономическая эффективность от внедрения результатов работы

Экономическая эффективность является одним из важных критериев, характеризующих возможность реализации тех или иных проектов, направленных на улучшение работы данного участка УДС. В самом общем виде экономическую эффективность можно определить, как отношение полученных результатов к произведенным затратам:

$$\mathcal{E}_{\text{экон}} = \frac{\text{Результаты}}{\text{Затраты}} \quad (4.1)$$

Экономическая эффективность – величина относительная. Абсолютной величиной, выражающей какой-либо полезный результат, является экономический эффект.

Эффект– результат, следствие каких-либо причин, действий.

Экономический эффект представляет собой разницу между результатами экономической деятельности и затратами, произведенными для их получения. Эффект характеризуется различными стоимостными и натуральными показателями (прибыль, общая экономия от снижения себестоимости за счет экономии по отдельным статьям и т. д.). Соизмерение эффекта и затрат на его достижение – это основа экономической эффективности.

Эффективность – степень реализации поставленных целей при минимальных затратах. Это отношение полученного результата к затратам на его достижение.

В данном случае, экономическая эффективность определяется для решения следующей задачи: оценка эффективности представленных вариантов развития участка УДС и выбор из них наиболее оптимального.

Расчет экономии времени, топлива и вредных выбросов.

Время задержки ТС и среднее количество ТС в очереди для движения по пересечению ул. Республики – ул. Воровского, представлено в табл. 4.1 - 4.2 соответственно, которые были выведены во второй и третьей главе данной работы.

Таблица 4.1

Время задержки транспорта

Параметры	Варианты организации дорожного движения	
	Текущий	Предлагаемый
Время задержки, сек	150,2	3,8

Таблица 4.2

Не вошедший поток

Параметры	Варианты организации дорожного движения	
	Текущий	Предлагаемый
Не вошедший поток, ТС/час	378	0

Тогда время задержки транспортного потока за час определится по формуле (4.1):

$$t_{oi} = \frac{t_{zi} \cdot N_{zi}}{3600}, \quad (4.1)$$

где t_{zi} – время задержки, сек

N_{zi} – среднее количество ТС, ТС

Общее время ожидания разрешающего сигнала светофора всеми транспортными потоками определяется по формуле (4.2):

$$T_o = \sum t_{oi}, \quad (4.2)$$

где t_{oi} – время задержки транспортные потоки за час

Таблица 4.3

Время ожидания разрешающего сигнала светофора

Варианты организации дорожного движения	
Текущий	Предлагаемый
15,8	0

Таким образом, сокращение времени ожидания автомобилями зеленого сигнала светофора за час составляет:

$$\Delta T_o = 15,8 - 0 = 15,8 \text{ авт} \cdot \text{час.}$$

По рабочему календарю на 2019 год приходится 247 рабочих дней и 118 выходных и праздничных (при 40 часовой рабочей неделе).

В рабочие дни повышенная интенсивность движения наблюдается в утренний и вечерний "часы пик" на протяжении 4 часов за день (с 7:30 до 9:30 и с 17:00 до 19:00) и в выходные дни в течение 2 часов.

За год сокращение времени пребывания ТС в заторе в "часы пик" составит:

$$\Delta T_o^Г = 15,8 \cdot (4 \cdot 247 + 2 \cdot 118) = 19339 \text{ авт} \cdot \text{час.}$$

Экономия от снижения затрат времени транспортных средств на перекрестке за год определяется только для индивидуального транспорта и рассчитывается, как сокращение времени пребывания ИТ в заторе в "часы пик" за год на стоимость одного авто·часа, по формуле:

$$\mathcal{E}_{ИТ}^Г = \Delta T_o^Г \cdot C_{ачи}, \quad (4.3)$$

где $\mathcal{E}_{ИТ}^Г$ – экономия от снижения затрат времени, руб.

$\Delta T_o^Г$ – сокращение времени ожидания ТС за год, авт·час.

$C_{ачи}$ – средняя стоимость одного авточаса работы, руб.

Расчетные данные приведены в табл. 4.4

Таблица 4.4

Экономия от сокращения времени пребывания автомобилей в заторе

Экономия от сокращения времени	При строительстве путепровода
	8 045 024 руб.

Для расчета сэкономленного количества топлива в год необходимо знать средний расхода топлива ТС на холостом ходу в городском режиме и среднюю стоимость одного литра топлива в г. Тюмени.

Согласно данным справочника «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте» Р 3112194-0366-03 легковой автомобиль на холостом ходу потребляет 0.8 - 1.2 л/час, в зависимости от объема двигателя и дополнительной нагрузки на двигатель, такой как кондиционер, тогда средний расход для легковых машин будет равен 1 л/час. Отсюда экономия топлива за год определится по формуле (4.4):

$$\mathcal{E}_m^G = Q_n \cdot \Delta T_o^G \quad (4.4)$$

где \mathcal{E}_m^G – экономия топлива в год, л.

Q_n – нормативный расход топлива на холостом ходу, л/ч.

ΔT_o^G – сокращение времени ожидания ТС за год, авт·час.

Данные результатов экономии топлива в литрах за год для легкового автомобиля составят 19 339 литров.

Легковые автомобили в качестве топлива используют бензин. Средняя стоимость одного литра бензина в г. Тюмень на 2019г. равна 45 руб.

В стоимостном выражении при средней стоимости 1 литра топлива для легкового автомобиля годовая экономия составит: 870 255 руб.

При сжигании 1 л бензина в атмосферу выбрасывается 140 г углекислого газа (CO_2), 60 г углеводородов (C_xH_y), 10 г окислов азота (NO_x), 0,2 г свинца (Pb), итого 210,2 г вредных веществ отработавших газов.

Таким образом, при экономии топлива годовой экологический эффект составит: 4140 кг/год.

За негативное воздействие на окружающую среду вносится плата. Это предусмотрено в пункте 1 статьи 16 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (далее — Закон № 7-ФЗ). Нормативы

платы утверждены постановлением Правительства РФ от 12.06.2003 № 344 (далее — постановление № 344) [15].

Нормативы платы за выбросы передвижными источниками установлены в зависимости от видов топлива (приложение № 1 к постановлению № 344).

Поэтому обязанность платить за негативное воздействие на окружающую среду возникает, если используются транспортные средства (иные передвижные источники), которые работают:

- на неэтилированном бензине;
- дизельном топливе;
- керосине;
- сжатом природном газе;
- сжиженном газе.

Норматив платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ передвижными источниками при виде топлива бензин составляет 1,3 руб. за т.

В стоимостном выражении экономия за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ составит 5,3 руб.

Социально-экономический эффект проекта заключается в снижении социально-экономического ущерба от сокращения времени задержек на участке УДС города, сокращения времени в пути до конечной цели, от снижения дорожно-транспортных происшествий и их последствий, улучшения дорожной дисциплины, увеличения скорости движения и снижения количества остановок.

Положительные социально-экономические и экологические последствия моделирования УДС будут связаны с внедрением новых способов ОДД. За счет увеличения пропускной способности на участке УДС города и меньшего времени нахождения в пути будут сокращаться выбросы окиси углерода и окислов азота, что окажет благоприятное воздействие на

экологию. Достижение экологической эффективности программы позволит обеспечить предусмотренные национальными стратегическими документами в сфере социально-экономического развития естественное развитие экосистем, сохранение и восстановление при решении территориальных проблем уникальных природных комплексов, экологически безопасное развитие промышленности, сельского хозяйства, энергетики, транспорта и коммунального хозяйства, а также предупреждение возникновения чрезвычайных ситуаций в дорожном движении.

Так же уменьшение транспортного затора позволит людям быстрее добираться до мест назначения, следовательно, они не будут опаздывать на работу, смогут позже выезжать из дома и раньше возвращаться домой после работы, это в свою очередь позволит снизить утомленность, раздражительность, нервозность водителей.

Не менее важным и приятным показателем для водителей станет экономия топлива. Благодаря которой, они смогут потратить сэкономленные средства на свои личные цели.

ГЛАВА 5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

После моделирования нескольких вариантов схем ОДД на пересечении и расчета показателей, характеризующих движение ТС и количество выбросов отработавших газов в окружающую среду, можно говорить о БДД, ссылаясь на полученный эффект и результаты расчетов.

Охрана труда - система обеспечения безопасности жизни и здоровья водителей автобусов в процессе трудовой деятельности, которая включает в себя различные мероприятия:

- Правовые;
- Социально-экономические;
- Организационно-технические;
- Санитарно-гигиенические;
- Лечебно-профилактические;
- Реабилитационные и другие.

Главной задачей ОБЖ на дорогах, в том числе и на пересечениях УДС, является – защита жизненно важных интересов участников ДД от непоправимого вреда, опасностей и угроз.

Для обеспечения БЖД необходимы следующие условия:

- Управление скоростью («в населенных пунктах разрешается движение ТС со скоростью не более 60 км/ч., а в жилых зонах и на дворовых территориях не более 20 км/ч»).
- Недопустимость эксплуатации ТС в состоянии какого-либо опьянения.
- Использование ремней безопасности и мотошлемов.
- Своевременный ремонт дорожного полотна.
- Улучшение безопасности ТС.
- Обязательное страхование автотранспорта.
- Разработка специальных программ по работе ОТ.

С целью обеспечения эксплуатационной безопасности ТС необходимо внедрение системы спутникового мониторинга движения автобусов, использование видеорегистраторов.

Для безопасного движения обязательно необходимо применение светофорного регулирования, дорожных знаков и разметки, ограждений и направляющих устройств, устройство подземных и наземных пешеходных переходов.

Для предотвращения возможного террористического акта или уменьшения его последствий водитель должен:

- Не трогать в салоне автобуса бесхозные пакеты (сумки, коробки и т. д.) и не подпускать к ним других (пассажиров).

- Незамедлительно сообщить о находке сотрудникам полиции.

- В присутствии террористов не выражать свое недовольство, воздерживаться от резких движений, криков и стонов.

- При угрозе применения террористами оружия уложить пассажиров на живот, рассказав о защите головы руками и максимально дальше от окон, застекленных дверей и проходов.

- В случае ранения одного из пассажиров либо же себя, максимально возможно уменьшить движения.

- Быть внимательным и использовать любую возможность для спасения как себя, так и пассажиров.

- Если произошел взрыв - принять меры к предотвращению либо уменьшению пожара и паники, а также оказать первую медицинскую помощь пострадавшим.

- Постараться запомнить приметы подозрительных людей и сообщить их прибывшим сотрудникам специальных служб.

Для сохранения жизни себя и других пассажиров рекомендуется не передвигаться по салону, не открывать сумки без разрешения террористов,

при попытке штурма сотрудниками специальных служб будет хорошо, если ляжете на пол между креслами и останетесь там до его окончания.

Важной особенностью дорожных работ на рассматриваемом участке УДС г. Тюмени является возможность воздействия при их проведении на организм человека опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы, а именно:

- Несоблюдение техники безопасности.
- Движущиеся ТС.
- Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума и вибрации.
- Повышенная или пониженная температура окружающего воздуха.
- Плохие погодные условия.

Поэтому при проведении дорожных работ для защиты от механических воздействий рабочие обязаны использовать хлопчатобумажные костюмы, сигнальные жилеты, непромокаемые плащи, кожаные ботинки, рукавицы, респираторы, защитные очки, наколенники, костюмы на утепляющей прокладке и валенки для зимнего периода.

При нанесении дорожной разметки и установке соответствующих дорожных знаков работы следует проводить в будни дни в межпиковое время, в выходные дни или ночью, когда интенсивность движения значительно меньше.

Обязанности рабочих выполнении работ на участке УДС:

- Заблаговременно спланировать схему дорожного движения и пути объезда на время выполнения работ.
- Установить дорожные знаки, сигнализирующих водителям о сужении проезжей части, снижении скорости, очередности проезда.
- Быть предельно внимательными и не допускать нарушений требований безопасности труда.

– Поддерживать порядок на рабочих местах, очищать их от мусора, снега, наледи, не допускать нарушений правил складирования материалов и конструкций.

– Не создавать аварийных ситуаций на дороге.

– Оградить участок дороги, на котором будут проводиться дорожные работы.

При отключении секции светофора необходимо соблюдение следующих правил:

– Применять в процессе работы средства малой механизации, машины и механизмы по назначению, в соответствии с инструкциями.

– Установить дорожные знаки, сигнализирующих водителям о проведении работ, сужении проезжей части и снижении скорости.

– Подать ТС в рабочую зону.

– Не создавать аварийных ситуаций на дороге.

– Отключить питание светофора.

– Работать в защитном костюме и резиновых перчатках.

– Использовать страховочный трос при работе на подъемнике.

– Не допускать нарушений требований безопасности труда.

– Убрать рабочее место по завершению работ.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1 Организация дорожного движения является необходимым мероприятием для быстрого, безопасного и комфортного движения транспортных средств и пешеходов на существующей УДС. Высокое снижение пропускной способности и безопасности дорожного движения возникает в зоне пересечений, особенно на участках слияния и переплетения транспортных потоков, где происходит изменение движения. Кольцевые пересечения являются самыми эффективными, с точки зрения безопасности движения и пропускной способности.

2 При различных конфигурациях пересечений при увеличении суммарной интенсивности движения средняя скорость движения транспорта уменьшается как при Х-образном перекрестке, так и при организации кольцевого пересечения. Однако, средняя скорость движения при организации кольцевого пересечения выше, чем при Х-образном перекрестке. Следовательно, кольцевое пересечение эффективнее.

3 При различной суммарной интенсивности движения транспорта средняя скорость движения снижается при любых вариантах полосности.

4 При интенсивности менее 2000 ТС/ч и увеличении радиуса центрального направляющего островка кольцевого пересечения средняя скорость движения значительно не меняется. При повышенной интенсивности и увеличении радиуса центрального направляющего островка кольцевого пересечения средняя скорость движения значительно увеличивается, логарифмически.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воля, П. А. Организация движения [Текст]: учеб. пособие / П. А. Воля – Белгород, 2010. – 203с.
2. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. Утвержден. Приказом Ростехрегулирования от 15.12.2004 N 120-ст (ред. от 09.12.2013).
3. Джавадов, А. А. Основные этапы развития кольцевых пересечений [Текст] / А. А. Джавадов // Молодой ученый – 2015. – №23. – С. 131-133.
4. Зедгенизов А.В. Современные кольцевые пересечения [Текст]: учеб. пособие / А. В. Зедгенизов – Иркутск, 2009. – 106 с.
5. Иванченко, Е. С. Измерение параметров транспортных потоков на кольцевых пересечениях [Текст] / Е. С. Иванченко // Известия ВолгГТУ: межвуз. сб. науч. ст. № 10 — Волгоград, 2013. — С. 60 – 62.
6. Клинковштейн, Г. И. Методы оценки качества организации дорожного движения [Текст]: учеб. пособие / Г. И. Клинковштейн, В. Н. Сытник – Москва, 2002. – С.77.
7. Коноплянко, В. И. Организация и безопасность движения [Текст]: учеб. пособие / В. И. Коноплянко – Москва, 2007. – 153с.
8. Повышение эффективности использования кольцевых развязок [Текст] / методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. – Москва, 2017.
9. Поздняков, М. Н. Организация движения на кольцевых пересечениях [Текст]: учеб. пособие / М. Н. Поздняков – Ростов на Дону, 2010. – 132 с.
10. Смирнов, С. А. Заколдованный круг [Текст] / С. А. Смирнов // За рулем. — 2011. – №4. – С. 216.

11. СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги. Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 июня 2012 г. N 266 и введен в действие с 01 июля 2013 г.

12. СНиП 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 28 декабря 2010 г. N 820 и введен в действие с 20 мая 2011 г.

13. Федеральный закон "О безопасности дорожного движения" от 10.12.1995 N 196-ФЗ.

14. Федеральный закон "Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 29.12.2017 N 443-ФЗ (ред. от 15.04.2019).

15. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ.

16. Щит, Б. А. Проблемы проектирования кольцевых пересечений в одном уровне [Текст] / Б. А. Щит // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2012. — № 3. – С. 3–6.

17. Юсупова, Ю. Х. Эволюция проектирования дорожных кольцевых пересечений [Текст] / Ю. Х. Юсупова // История науки и техники. — 2012. — № 10. – С. 61-66.

ИЛЛЮСТРАТИВНАЯ ЧАСТЬ

Иллюстрация А. 1

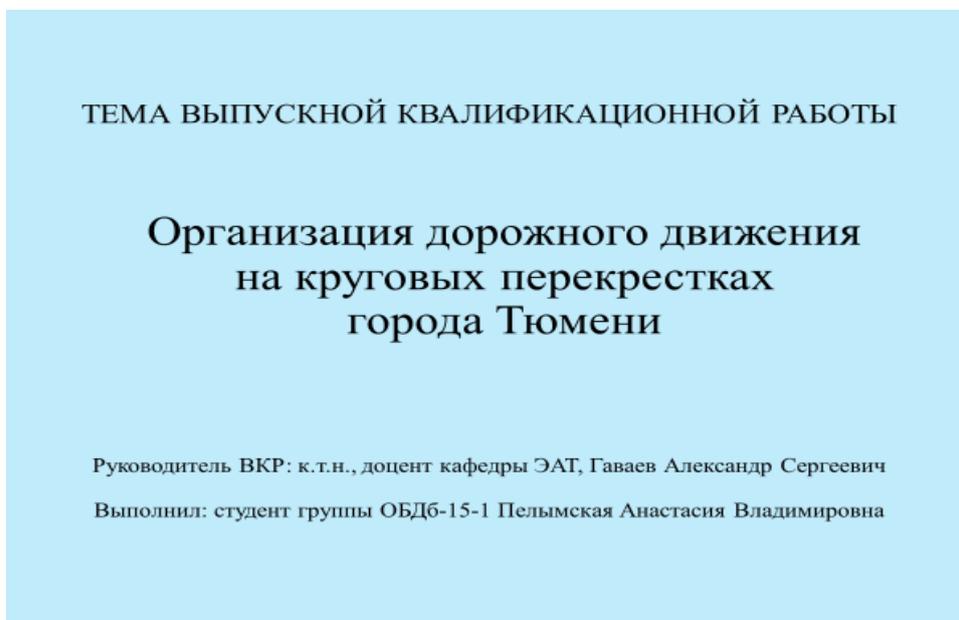
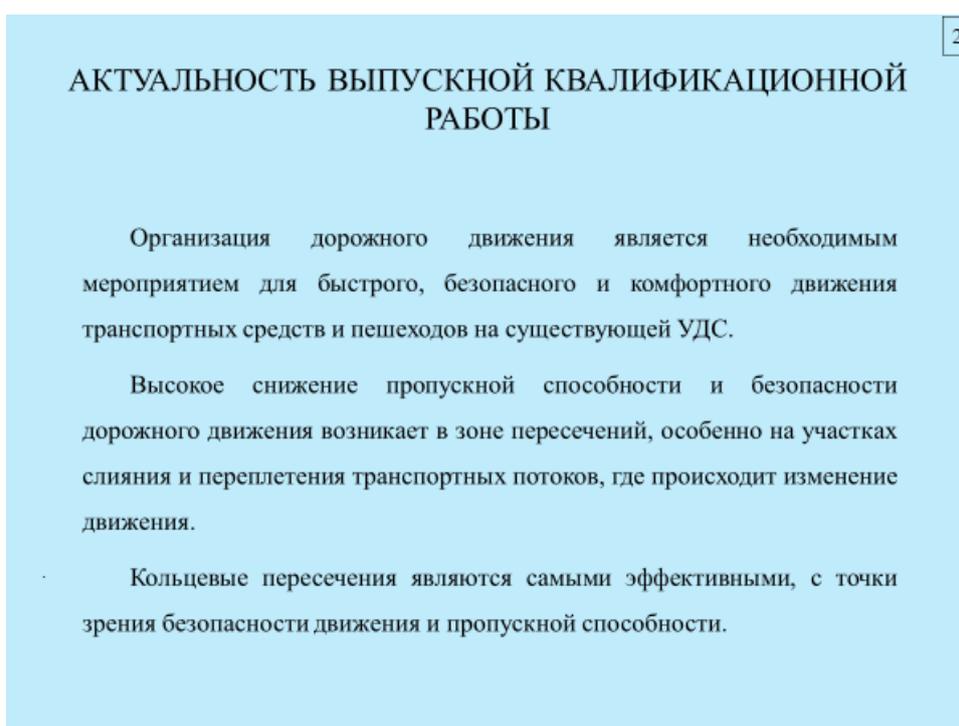


Иллюстрация А. 2



ЦЕЛЬ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Снизить временные задержки за счет определения оптимальных параметров кольцевых пересечений на основе установленных зависимостей параметров дорожного движения от геометрических параметров пересечений и характеристик транспортных потоков.

The purpose of the final qualifying work is to reduce time delays by determining the optimal parameters of the stopping point for public transport on the basis of the established dependencies of the parameters of traffic on the parameters of the stopping point.

ЗАДАЧИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

- 1 Проанализировать состояние вопроса.
- 2 Провести сравнительный анализ параметров дорожного движения при различных конфигурациях пересечения.
- 3 Установить зависимости среднего времени задержки от интенсивности движения транспорта.
- 4 Установить зависимости среднего времени задержки от геометрических параметров кольцевого пересечения.

ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования – движение транспортных потоков на кольцевых пересечениях.

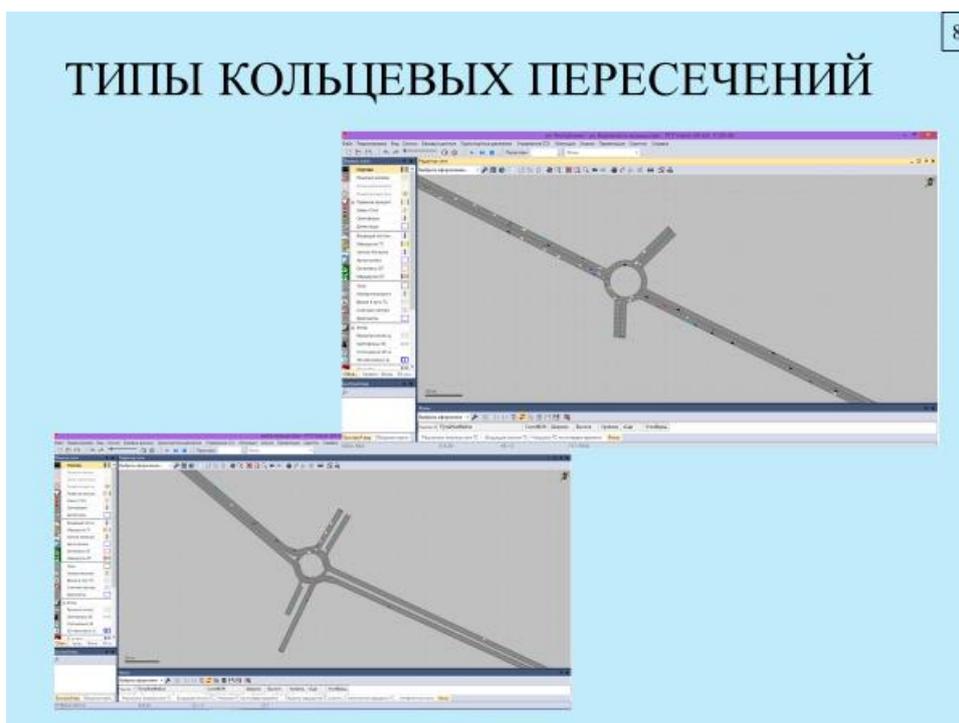
Предмет исследования – кольцевое пересечение.



АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

Кольцевое пересечение — это перекресток, где приближающиеся ТС замедляются и начинают круговое движение вокруг центрального «островка» в направлении против часовой стрелки на дорогах с правосторонним движением либо по часовой стрелке на дорогах с левосторонним движением, до выезда на одном из поворотов (ответвлений) с кругового перекрестка.

Турбо-кольцевые пересечения или кольцевые пересечения со спиральной разметкой (далее турбокольцо) – пересечения с несколькими полосами движения, размеченными (выделенными низким бордюрным камнем) по спирали. Они формируются путем устройства центрального направляющего островка особой сложной формы и канализированием движения.



РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Таблица 2.6

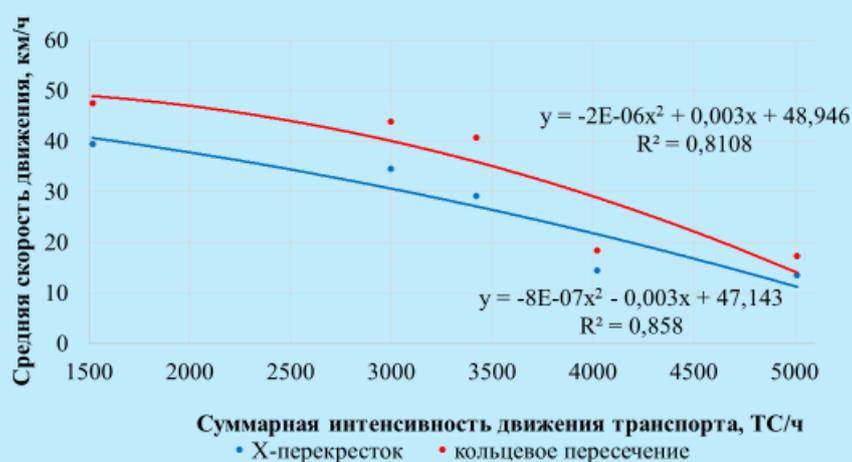
Сравнительная таблица результатов моделирования X –образного перекрестка и турбокольца

Параметры дорожного движения для транспортных потоков	Значение параметров		Изменение параметров	
	X-образный перекресток	Турбокольцо	Абс. откл., ед.	Относ. откл., %
1	2	3	4	5
Среднее время задержки, с	150	128	-21	-14
Среднее количество остановок, ед.	4	9	5	135
Средняя скорость движения, км/ч	14	15	1	7
Среднее время задержки в заторе, с	107	46	-60	-57
Итоговый пройденное расстояние, км	2862	2695	-166	-6
Итоговое время в пути, с	716546	629531	-87014	-12
Итоговое время задержки, с	547041	449077	-97963	-18
Итоговое количество остановок, ед.	15089	33974	18885	125
Итоговое время задержки в заторе, с	390794	161944	-228849	-59
Активные ТС	181	171	-10	-6
Прибывшие ТС	3461	3322	-139	-4
Время задержки ожидающих входа ТС, с	516615	543109	26494	5
Ожидющие входа ТС	378	379	1	0

Иллюстрация А. 10

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

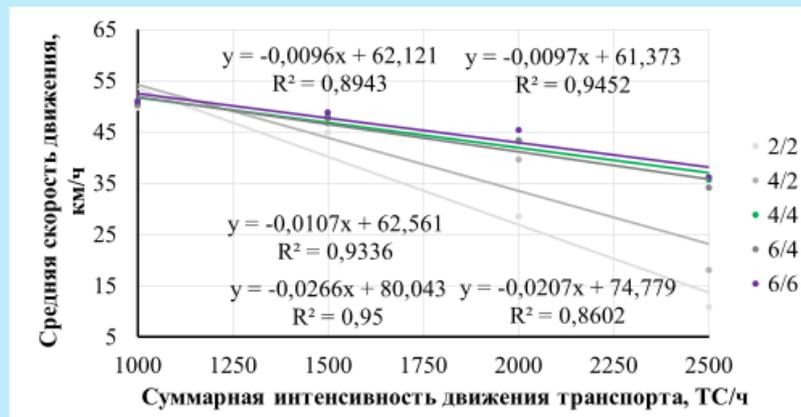
(Зависимость средней скорости движения транспорта от суммарной интенсивности движения при различных конфигурациях пересечения)



11

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

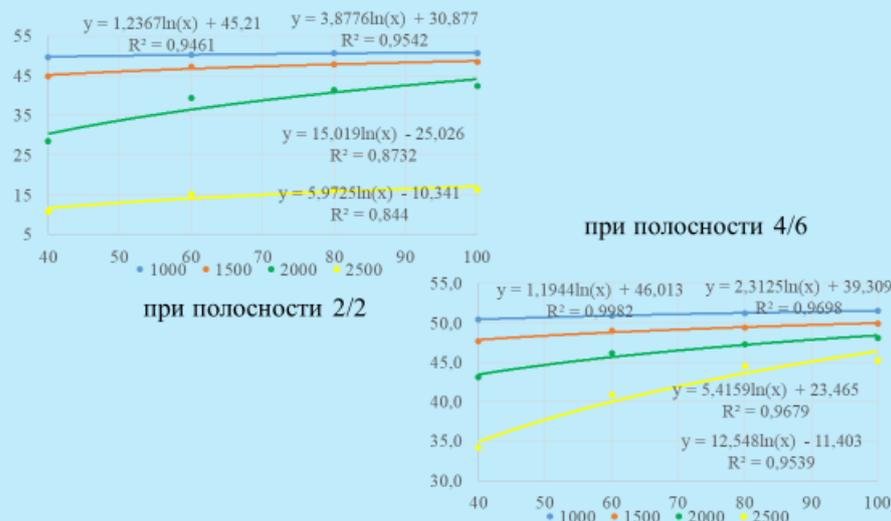
(Зависимость средней скорости движения от интенсивности движения транспортного потока при различных радиусах кольцевого пересечения)



12

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

(Зависимость средней скорости движения от радиуса центрального направляющего островка)



ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1 При различных конфигурациях пересечений при увеличении суммарной интенсивности движения средняя скорость движения транспорта уменьшается как при X-образном перекрестке, так и при организации кольцевого пересечения. Однако, средняя скорость движения при организации кольцевого пересечения выше, чем при X-образном перекрестке.

2 При различной суммарной интенсивности движения транспорта средняя скорость движения снижается при любых вариантах полосности.

3 При интенсивности менее 2000 ТС/ч и увеличении радиуса центрального направляющего островка кольцевого пересечения средняя скорость движения значительно не меняется. При повышенной интенсивности и увеличении радиуса центрального направляющего островка кольцевого пересечения средняя скорость движения значительно увеличивается, логарифмически.