

*На правах рукописи*



**Черных Наталья Владимировна**

**МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ  
ОБСЛУЖИВАНИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ**

Специальность 05.22.10 –  
Эксплуатация автомобильного транспорта

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет».

Научный руководитель: доктор экономических наук, доцент  
**Солодкий Александр Иванович**

Официальные оппоненты: **Жанказиев Султан Владимирович**,  
доктор технических наук, профессор  
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный  
государственный технический университет»,  
кафедра организации и безопасности движения,  
заведующий;

**Селиверстов Ярослав Александрович**,  
кандидат технических наук, ООО «Отраслевой  
центр развития и внедрения высоких технологий  
РЖД (ОЦРВ-Сочи)», лаборатория искусственного  
интеллекта и нейронных сетей, заведующий.

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный  
университет».

Защита диссертации состоится «13» мая 2021 г. в 12-30 часов на заседании диссертационного совета Д 212.223.02 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» по адресу: 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4, зал заседаний диссертационного совета (аудитория № 220).

Тел./Факс: (812) 316-58-72; E-mail: rector@spbgasu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» и на сайте <http://dis.spbgasu.ru/specialtys/personal/chernyh-natalya-vladimirovna>

Автореферат разослан «30» марта 2021 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
Д212.223.02,  
кандидат технических наук,  
доцент

 Олещенко Елена Михайловна

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Проблема организации и обеспечения безопасности дорожного движения в крупных городах становится все более актуальной в связи с продолжающимся ростом автомобилизации и недостаточным развитием транспортной инфраструктуры городов. Улично-дорожная сеть (УДС) практически не развивается; дополнительная сложность заключается в том, что существующая застройка дает очень мало возможностей для такого развития (строительства и реконструкции УДС). Повсеместное возникновение заторов на УДС вызывает необходимость совершенствования организации дорожного движения (ОДД), управления движением и применения технологий обеспечения требуемого уровня обслуживания основных городских направлений при соответствующем уровне дорожной безопасности.

Минтранс РФ принял ряд нормативных документов, стимулирующих ее решение. Одним из параметров, оценивающих эффективность системы организации дорожного движения, является уровень обслуживания дорожного движения, представляющий собой показатель, выражающий отношение средней скорости движения транспортных средств к скорости транспортных средств в условиях свободного движения. Этот показатель закреплен в Постановлении Правительства РФ от 16 ноября 2018 г. № 1379 «Об утверждении Правил определения основных параметров дорожного движения и ведения их учета», разработанном во исполнение Федерального Закона № 443-ФЗ «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», который вступил в силу 29 декабря 2018 года и призван регулировать общественные отношения, возникающие в процессе организации дорожного движения.

В соответствии с указанными Правилами, определение уровня обслуживания городской улицы основано на классе городской улицы и средней скорости движения. В апреле 2019 г. был подписан Приказ Министерства транспорта РФ № 114 «Об утверждении Порядка мониторинга дорожного движения». В этом документе приводится градация средних скоростей движения транспортных средств, соответствующих требуемому уровню обслуживания для разных категорий городских улиц. Реальный анализ состояния движения городских транспортных потоков показывает, что эти значения показателя «уровень обслуживания дорожного движения» не достигаются.

В настоящий момент в Российской Федерации существует необходимость в разработке методических подходов к обеспечению требуемых значений основных параметров дорожного движения (в том числе по требуемому уровню обслуживания), обеспечивающих исполнение количественных значений, закрепленных в приведенных выше нормативных документах.

Сохраняет остроту проблема повышения уровня обслуживания дорожного движения на улично-дорожной сети до требуемых значений, что невозможно без привлечения научных знаний.

**Степень разработанности темы исследования.** Системный анализ выявленных источников показал, что в современных научных трудах в Российской Федерации и за рубежом вопросы организации движения на автомобильных дорогах в сфере обеспечения уровня обслуживания дорожного движения исследованы недостаточно глубоко. Большое количество работ посвящены рассматриваемой тематике, но все они относятся к отдельным направлениям совершенствования дорожного движения. Недостаточно исследован комплексный подход, который позволял бы разрабатывать решения для целостных маршрутов движения по сети улиц и дорог и учитывал бы изменения планировочных решений, организации движения и управления им.

Развитием теории организации дорожного движения занимались такие иностранные и отечественные исследователи, как D. Drew, N. Gartner, F. Naight, R. Herman, B. Kerner, В. М. Визгалов, В. А. Гудков, В. Г. Живоглазов, Г. И. Клинковштейн, А. Н. Красников, Е. М. Лобанов, С. Б. Фишельсон.

В настоящее время теоретическими и практическими вопросами, связанными с организацией и безопасностью дорожного движения на улично-дорожной сети (УДС) – транспортной, экологической, социальной, – активно занимаются такие российские и иностранные ученые, как R. Babit, K. Chen, R. Mahnke, T. Mathew, P. В. Андронов, А. С. Афанасьев, Л. В. Булавина, А. В. Гасников, А. Э. Горев, В. Н. Добромиров, С. А. Евтюков, С. В. Жанказиев, В. В. Зырянов, В. Т. Капитанов, В. А. Корчагин, В. Г. Кочерга, П. А. Кравченко, Ю. А. Кременец, В. Н. Ложкин, Л. А. Лосин, А. Ю. Михайлов, Н. А. Наумова, А. Н. Новиков, П. А. Пегин, А. М. Плотников, И. Н. Пугачев, С. А. Селиверстов, Я. А. Селиверстов, В. В. Сильянов, А. И. Солодкий, А. А. Цариков, В. В. Чванов, М. Р. Якимов и др.

Вместе с тем теоретические и практические методы организации дорожного движения требуют постоянной доработки и совершенствования, а также создания единого подхода к оценке сложившейся ситуации на УДС и разработке рекомендаций для ее улучшения как с технической, так и с экономической точки зрения.

**Объект исследования** – организация и управление дорожным движением на улично-дорожной сети крупных городов.

**Предмет исследования** – способы повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях.

**Целью исследования** является разработка Методики повышения уровня обслуживания дорожного движения на улично-дорожной сети как средства повышения эффективности функционирования городских транспортных систем.

### **Задачи исследования:**

– разработать методику повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях, включающую алгоритм формирования опорной улично-дорожной сети и рекомендации по применению комплексов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения с учетом фактических ограничений их использования в конкретных условиях, обеспечивающую более эффективную и безопасную работу автомобильного транспорта;

– провести анализ теоретических и научно-практических подходов к оценке условий движения автомобильного транспорта, уровню обслуживания дорожного движения и способам его повышения в городах с целью определения наиболее рациональных подходов, доказавших свою эффективность;

– определить технические, технологические, эксплуатационные, психологические и другие факторы, влияющие на соответствие уровня обслуживания дорожного движения для различных категорий городских улиц, в целях учета их негативного влияния при разработке указанной Методики;

– определить степень влияния различных комплексов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения на основе практического применения разработанной методики повышения уровня обслуживания дорожного движения.

### **Научная новизна** заключается в следующем:

1. Разработан алгоритм включения городских улиц в опорную улично-дорожную сеть, отличающийся от принятого введением новых критериев: доли реализуемых по улице корреспонденций, определяющих магистральные улицы общегородского значения и превышение интенсивности движения над средневзвешенной по улично-дорожной сети.

2. Разработана классификация типов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения, позволяющая определить основные факторы и ограничения по их выбору для повышения уровня обслуживания дорожного движения.

3. Разработаны рекомендации по формированию комплексов мероприятий различного типа по повышению уровня обслуживания дорожного движения с учетом фактических ограничений их использования в конкретных условиях.

4. Разработана методика повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях, отличающаяся тем, что с целью повышения этого показателя до требуемых значений, включает в себя алгоритм формирования опорной улично-дорожной сети и рекомендации по применению комплексов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения с учетом фактических ограничений их использования

в конкретных условиях, обеспечивая более эффективную и безопасную работу автомобильного транспорта, предложенная впервые.

**Область исследования** соответствует требованиям паспорта научной специальности ВАК 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта», п. 7 – исследования в области безопасности движения с учетом технического состояния автомобиля, дорожной сети, организации движения автомобилей; проведение дорожно-транспортной экспертизы.

**Теоретическая и практическая значимость исследования.** Теоретическая значимость работы состоит в разработанных автором новых научно-методических подходах, позволяющих определять объект, на котором необходимо совершенствовать организацию дорожного движения, с целью обеспечить требуемый уровень обслуживания дорожного движения на улично-дорожной сети крупных городов. Практическая значимость заключается в повышении уровня транспортного обслуживания посредством внедрения разработанной методики в практику транспортного планирования дорожного движения и управления им в крупных городах. Методика повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях позволяет обоснованно выбирать комплексы мероприятий по совершенствованию организации движения для повышения скорости сообщения при перевозке пассажиров и грузов в городских условиях.

**Методология и методы исследования.** Теоретико-методологической основой диссертационного исследования явились методы системного подхода и системного анализа теоретических и практических положений в сфере организации и обеспечения безопасности дорожного движения, а также теория принятия решений. Исследование выполнено на основе современных достижений теории проектирования и развития транспортных систем, измерения параметров дорожного движения и моделирования транспортных потоков.

**Положения, выносимые на защиту:**

- алгоритм формирования опорной улично-дорожной сети;
- классификация типов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения, основные факторы и ограничения по их выбору;
- рекомендации по формированию комплексов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения с учетом фактических ограничений их применения в конкретных условиях;
- методика повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях.

**Достоверность научных результатов.** Достоверность научных результатов обусловлена использованием теоретических разработок ведущих научных школ, соответствием действующей нормативно-правовой документации, применением современного математического аппарата

и подтверждается сопоставимостью теоретических и экспериментальных результатов, их практическим использованием.

**Апробация.** Основные положения и результаты исследования были представлены в научных докладах и сообщениях на различных конференциях (68, 69, 71, 72-я международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы безопасности дорожного движения», СПбГАСУ; 7-й, 10-й международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство» (Белгород); 74-я, 75-я научная конференция «Архитектура – строительство – транспорт», СПбГАСУ; IV Международная научно-практическая конференция «Транспортное планирование и моделирование», Санкт-Петербург, 11–12 апреля 2019 г.; Международная научно-техническая конференция «ИНТЕРСТРОЙМЕХ-2019», Казань, 12-13 сентября 2019 г.; XIV Международная научно-практическая конференция «Прогрессивные технологии в транспортных системах», Оренбург, 20–22 ноября 2019 г.).

**Реализация результатов работы.** Основные результаты теоретических и экспериментальных исследований приняты к практическому использованию при разработке программ комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ) и комплексных схем организации дорожного движения (КСОДД) в работе компании «СИМЕТРА (A+S ТРАНСПРОЕКТ)».

Основные положения данного исследования включены в учебные дисциплины «Транспортные системы мегаполисов» и «Организация дорожного движения» в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете при подготовке бакалавров по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов»; они также используются при решении практических задач аспирантами и сотрудниками по заявкам заказчиков проектных работ.

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 13 печатных работ, три из которых – в изданиях, рецензируемых ВАК РФ, одна – в журнале, рецензируемом Scopus, и восемь – в материалах научно-практических конференций.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа изложена на 171 странице печатного текста. Она состоит из введения, четырех глав, основных выводов, заключения, библиографического списка использованной литературы из 137 наименований научных работ отечественных и зарубежных авторов, а также законодательных и нормативно-технических актов. Работа содержит 21 таблицу и 35 рисунков.

**Во введении** обоснована актуальность выбранной темы исследования, охарактеризована степень ее разработанности; сформулирован объект, предмет исследования; определены цели и задачи; раскрыта научная новизна работы, обоснована значимость результатов исследования для теории и практики.

**В первой главе** исследуются специфические особенности и проблемы движения транспорта в крупных городах в условиях насыщенных транспортных потоков, а также рассматриваются способы обеспечения требуемого уровня обслуживания дорожного движения в городах и его влияние на качество функционирования автомобильного транспорта. Рассмотрен отечественный и зарубежный опыт обеспечения требуемого уровня обслуживания дорожного движения, определены влияющие на него факторы.

**Вторая глава** посвящена разработке основных направлений повышения уровня обслуживания дорожного движения, включая алгоритм формирования опорной улично-дорожной сети.

Кроме того, во второй главе приведена классификация типов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения, а также сформулированы факторы и ограничения по выбору этих типов мероприятий.

**В третьей главе** приведены научно-практические рекомендации по совершенствованию элементов улично-дорожной сети, организации и управления дорожным движением (комплексы мероприятий). Второй раздел посвящен влиянию комплексов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения на обеспечение безопасности дорожного движения. В третьей главе описываются методика повышения уровня обслуживания дорожного движения и подготовка ее внедрения в реальную практику совершенствования организации движения.

**В четвертой главе** обосновывается практическая целесообразность применения методики повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях и алгоритмов, разработанных в исследовании. В качестве объекта практического применения результатов исследования использованы транспортные модели, разработанные в рамках создания комплексных схем организации дорожного движения ряда городов. Приводятся результаты применения методики повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях, позволяющие оценить эффект от ее практического применения.

## **II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

**1. Разработан алгоритм формирования опорной улично-дорожной сети, основанный на критериях, характеризующих совершаемые по улично-дорожной сети корреспонденции и интенсивность движения автомобильного транспорта.**

Мероприятия по реконструкции улично-дорожной сети и повышению показателя уровня обслуживания дорожного движения до требуемых

значений прежде всего должны проводиться на участках УДС, которые имеют наибольшую интенсивность движения, на так называемой опорной сети улиц и дорог.

Опорная сеть городов, как правило, состоит из наиболее крупных магистралей общегородского значения. Выполняя функции общегородских и межрайонных связей на эти магистрали приходится основной объем движения и при возрастающем транспортном спросе их пропускная способность быстро исчерпывается, возникают заторы. В связи с недостаточным развитием и связностью магистральной сети, ряд функций опорной сети выполняют участки улиц районного и даже местного значения. На деле мы нередко наблюдаем расхождение номинальной опорной сети города и фактической.

Предлагается следующий алгоритм формирования опорной улично-дорожной сети (рис. 1), позволяющий определять, какую улицу или часть улицы следует отнести к опорной, а какую нет. В качестве исходных данных для алгоритма используется перечень городских улиц с минимальным набором показателей (интенсивность движения по полосам и данные о распределении корреспонденций, совершаемых по УДС).

На первом этапе алгоритма учитываются совершаемые по городской улице корреспонденции. Для того чтобы продолжить выбор, доля потока рассматриваемой городской улицы, совершающего корреспонденции «центр – окраина» и «центр – жилые районы», должна составить более 30 % всего потока, проходящего по улице, т. е. соответствовать классификационным связям магистралей общегородского значения. Городская улица, которая не подходит под указанные параметры, исключается из дальнейшего выбора.

На втором этапе проверяется интенсивность движения по полосам. Вводится коэффициент интенсивности движения опорной сети  $K_{No.c}$  (1). Коэффициент интенсивности движения опорной сети рассчитывается для каждой городской улицы, претендующей на включение в опорную улично-дорожную сеть:

$$K_{No.c} = N_i / k N_{срвз}, \quad (1)$$

где  $N_i$  – интенсивность движения на участках рассматриваемого маршрута, авт./сут;

$k$  – поправочный коэффициент, значение которого получается в результате анализа функционирования УДС города (1,2–1,5);

$N_{срвз}$  – средневзвешенная интенсивность движения, авт./сут.

Если рассматриваемая городская улица подходит по всем критериям, ее включают в перечень городских магистралей, составляющих опорную сеть города.

После того как опорная сеть сформирована, следует провести обследование эффективности функционирования дорожного движения не отдельно по каждой городской улице, а по всей сети.

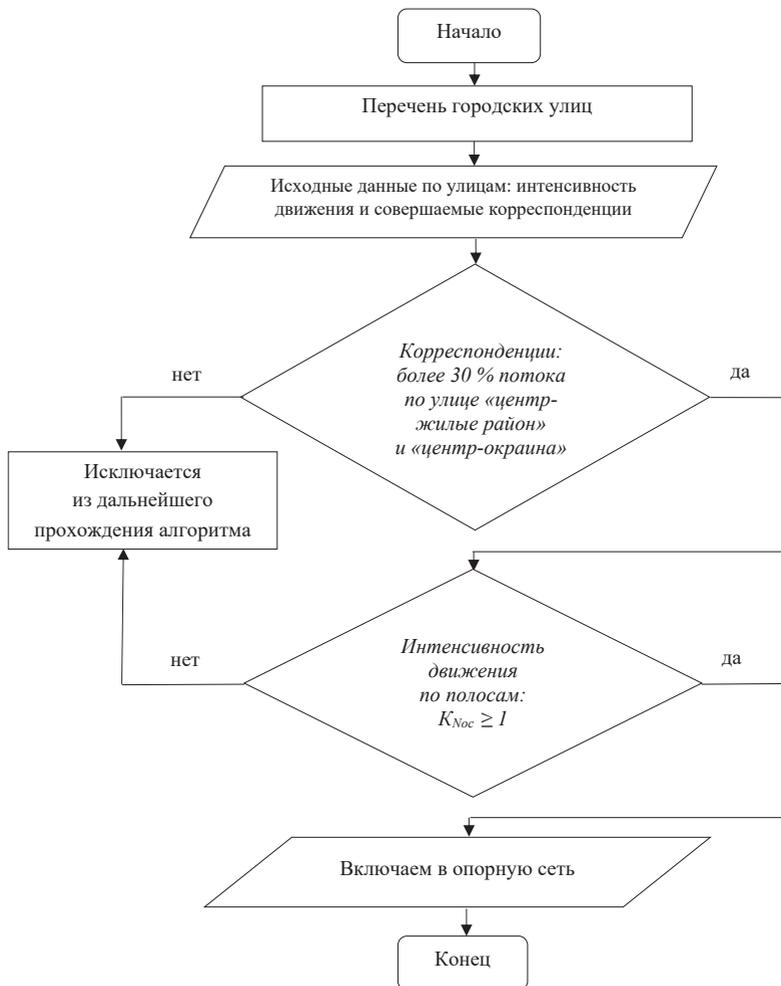


Рисунок 1 – Алгоритм формирования опорной улично-дорожной сети

**2. Разработана классификация типов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения, выделены основные факторы и ограничения по их выбору.**

Анализ условий движения на соответствие требуемому уровню обслуживания позволяет определять участки на опорной улично-дорожной сети,

ограничивающие среднюю скорость движения и, следовательно, снижающие уровень обслуживания. На таких участках целесообразно проводить мероприятия по повышению уровня обслуживания до требуемого.

Мероприятия по повышению уровня обслуживания дорожного движения условно можно разделить на три группы (рис. 2): развитие транспортной инфраструктуры; организация дорожного движения; управление движением.

Классификация типов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения		
<b>Развитие транспортной инфраструктуры</b>	<b>Организация дорожного движения</b>	<b>Управление движением</b>
Строительство новых объектов транспортной инфраструктуры	Разрешенные маневры	Введение светофорного регулирования
	Канализирование движения	
Реконструкция существующих объектов инфраструктуры	Одностороннее движение	Оптимизация работы светофорных постов
	Ревёрсивное движение	
Локальные планировочные мероприятия	Ограничение на проезд	Создание АСУДД
	Организация парковки транспортных средств	Изменение технологии управления
	Маршрутное ориентирование	Создание и развитие ИТС

Рисунок 2 – Классификация типов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения

Выбор мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения должен проводиться с учетом основных факторов и ограничений, которые условно можно разделить на десять групп (рис. 3): пространственные (территориальные); интенсивности движения различных участников; изменение интенсивности движения; спрос на выполнение поворотных маневров различного направления; существующая организация движения на рассматриваемом участке; существующие способы управления движением на перекрестках; организация

остановочных пунктов МТОП; организация парковки транспортных средств; экономические; сроки реализации предлагаемых мероприятий.



Рисунок 3, начало – Основные факторы и ограничения по выбору типов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения

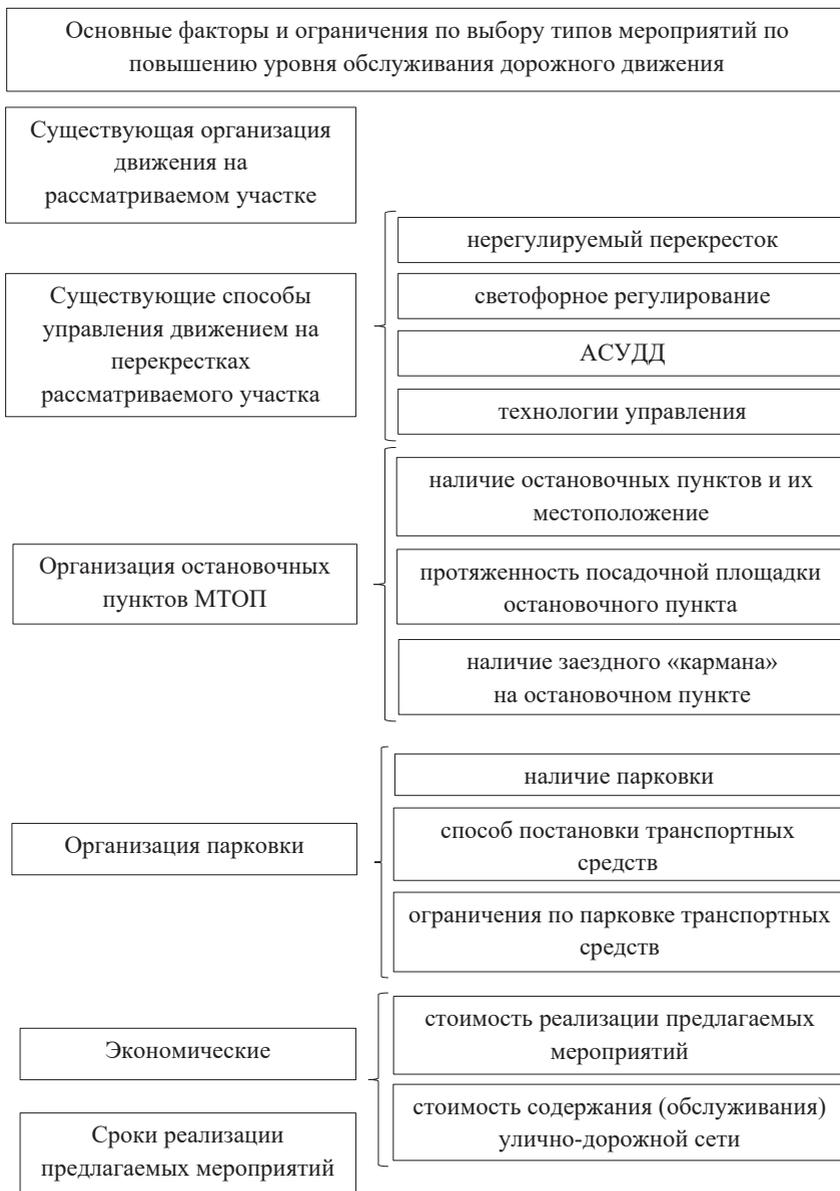


Рисунок 3, окончание – Основные факторы и ограничения по выбору типов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения

Каждая группа факторов и ограничений включает в себя подгруппы факторов, позволяющих транспортным инженерам выбирать мероприятия по совершенствованию дорожного движения с учетом существующей или перспективной ситуации на улично-дорожной сети.

### **3. Разработаны рекомендации по формированию комплексов мероприятий с учетом фактических ограничений по выбору типов работ по повышению уровня обслуживания дорожного движения.**

В диссертационной работе не рассматриваются мероприятия по строительству элементов УДС, так как работа посвящена повышению уровня обслуживания дорожного движения на существующей УДС.

Поэтому для рассмотрения взяты локальные планировочные мероприятия, а также мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения и управления им. В диссертационной работе разработаны рекомендации по формированию комплексов мероприятий для характерных ситуаций, усложняющих движение на УДС города. Пример рекомендаций по решению проблемы несоответствия спроса для совершения маневра приведен в табл. 1.

При невозможности обеспечить заданный уровень обслуживания дорожного движения комплексом разрабатываемых мероприятий необходим переход к реконструктивным мероприятиям элементов УДС.

Наибольший эффект дает комплексное применение указанных мероприятий. Выбор комплекса мероприятий зависит от существующих условий, вышеперечисленных факторов и ограничений.

Применение комплексов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения должно быть сопряжено с их влиянием на уровень безопасности дорожного движения.

Комплексы приведенных мероприятий позволяют снизить вероятность возникновения ДТП, наиболее часто встречающихся в городских условиях движения и наносящих наибольший социально-экономический ущерб.

Повышение показателей эффективности организации дорожного движения, качества движения транспортных потоков должно идти с опорой на формирование высокого уровня безопасности дорожного движения. Самые эффективные, с точки зрения организации дорожного движения, мероприятия должны проходить строгую оценку в отношении их безопасности для всех участников транспортного процесса.

Таблица 1

**Комплекс мероприятий, направленных на решение проблемы несоответствия спроса для совершения маневра с учетом возможных ограничений**

Имеется ли возможность организации правого/левого поворота/разворота за счет сокращения разделительной полосы/тропуара?			
Да, имеется		Нет, не имеется	
Локальные мероприятия	Организация дорожного движения	Управление движением	Локальные мероприятия
Организация уширения за счет разделительной полосы (левый поворот) или тротуара (правый поворот)	Поворот с одной полосы	Выделение дополнительной секции для совершения поворота	-
		Отсечение встречного потока	
	Поворот с двух полос	Выделение дополнительной секции для совершения поворота	Анализ возможности совершения левого/правого поворота с двух полос
		Отсечение встречного потока	
			Выделение дополнительной секции для совершения поворота
			Отсечение встречного потока

Имеется ли возможность организации правого/левого поворота/разворота за счет сокращения разделительной полосы/тропуара?					
Да, имеется			Нет, не имеется		
Локальные мероприятия	Организация дорожного движения	Управление движением	Локальные мероприятия	Организация дорожного движения	Управление движением
Отнесенный за перекресток левый поворот за счет разрыва в разделительной полосе	Канализированные движения	Корректировка режима работы светофорного объекта	–	Запрет левого / правого поворота	Корректировка режима работы светофорного объекта
Организация разворота до перекрестка за счет разрыва в разделительной полосе	Канализированные движения	Корректировка режима работы светофорного объекта	–	–	–

#### **4. Разработана методика повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях.**

Методика повышения уровня обслуживания включает несколько самостоятельных этапов. На первом этапе проводится проверка городских улиц на предмет включения их в опорную улично-дорожную сеть. После того как опорная сеть сформирована, рекомендуется провести обследование эффективности функционирования дорожного движения не отдельно по каждой городской улице, а по всей опорной сети. Для этого можно воспользоваться алгоритмом повышения уровня обслуживания дорожного движения (рис. 4).

Перечень городских улиц, входящих в опорную сеть, проверяется на соответствие назначенному уровню обслуживания. Если уровень обслуживания соответствует назначенному, для каждой категории городской улицы – городская сеть функционирует исправно и не требует дополнительных корректировок или проведения мероприятий по реорганизации дорожного движения.

Значения уровня обслуживания, не соответствующие назначенным, свидетельствуют о необходимости выявления участков, ограничивающих скорость движения на рассматриваемой сети.

Рекомендации по повышению уровня обслуживания должны быть подготовлены для участков, наиболее ограничивающих скорость движения.

Последовательность выработки мероприятий:

- анализ факторов и ограничений по выбору типов мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения;
- разработка локальных планировочных мероприятий;
- разработка мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения с учетом локальных планировочных мероприятий;
- разработка мероприятий по совершенствованию управления движением с учетом предлагаемых изменений организации дорожного движения и локальных планировочных мероприятий.

Предложенные мероприятия должны послужить основой для повышения уровня обслуживания городской сети. Для этого осуществляется его оценка с применением транспортного моделирования для каждого перегона и перекрестка рассматриваемого маршрута (участка улицы, комплекса улиц).

Если назначенный уровень обслуживания дорожного движения достигнут, принимается предложенный комплекс мероприятий и производится технико-экономическая оценка его применения.

Цикл выработки комплекса мероприятий повторяется, если назначенный уровень обслуживания дорожного движения не обеспечен. При условии невозможности обеспечить назначенный уровень обслуживания дорожного движения за счет комплекса мероприятий, включающий локальные планировочные мероприятия, мероприятия по совершенствованию организации

дорожного движения и управления им, делается вывод о необходимости реконструкции элементов УДС.



Рисунок 4 – Алгоритм повышения уровня обслуживания дорожного движения

Методика повышения уровня обслуживания дорожного движения прошла апробацию в рамках разработки КСОДД ряда российских городов. На примере Оренбурга, пользуясь алгоритмом (рис. 1), была определена опорная улично-дорожная сеть города (рис. 5).

Для проверки соответствия фактического уровня обслуживания дорожного движения требуемым по нормативной документации значениям была сформирована картограмма средних скоростей движения транспортного потока по опорной улично-дорожной сети (рис. 6).

Анализ картограммы скоростей позволяет определить участки опорной улично-дорожной сети, на которых фактический уровень обслуживания дорожного движения не соответствует требуемому по Приказу министерства транспорта № 114 «О порядке проведения мониторинга дорожного движения». Результат такого анализа – картограмма уровня обслуживания дорожного движения (рис. 7).

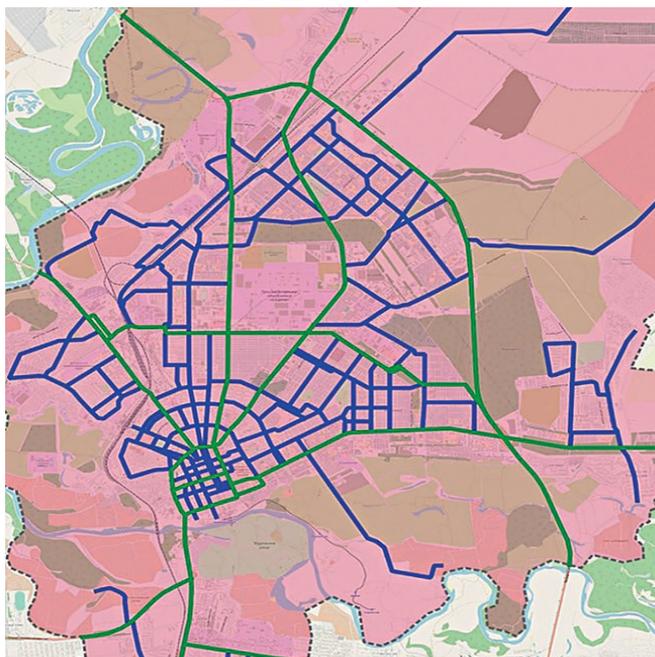


Рисунок 5 – Опорная улично-дорожная сеть г. Оренбурга

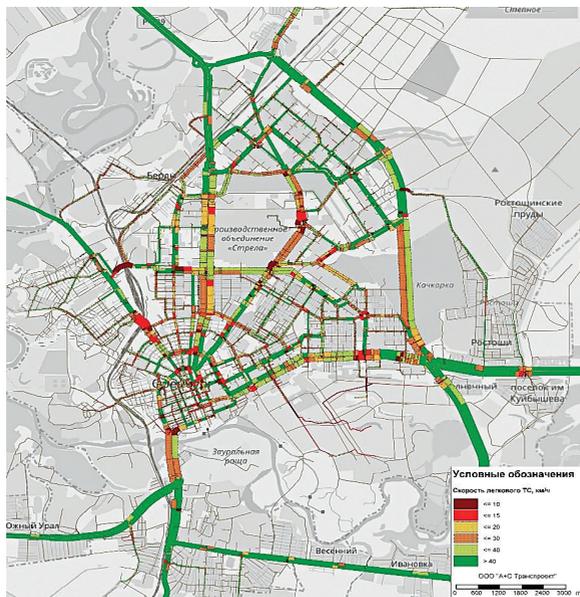


Рисунок 6 – Картограмма скоростей г. Оренбурга

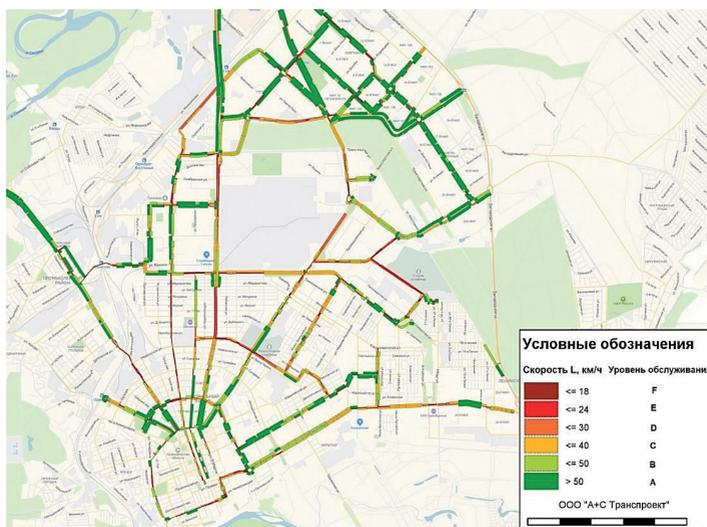


Рисунок 7 – Картограмма уровня обслуживания дорожного движения г. Оренбурга

Как видно из рис. 7, на одной и той же магистральной улице уровень обслуживания дорожного движения может варьироваться в пределах от уровня А (наивысшее значение уровня обслуживания) до уровня F (наихудшее значение).

По полученным значениям условий движения транспортного потока был проведен анализ участков опорной улично-дорожной сети, ограничивающих среднюю скорость движения транспортного потока, а следовательно, снижающих уровень обслуживания дорожного движения.

При определении участков опорной улично-дорожной сети, требующих проведения мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения, анализировались также данные по безопасности дорожного движения (места концентрации ДТП).

Сопоставив данные по скоростному режиму движения транспортных средств, данные по оценке уровня обслуживания дорожного движения и анализ очагов аварийности, выявлены десять «узких» мест на опорной улично-дорожной сети г. Оренбурга, для которых далее подготовлены комплексы мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения с учетом имеющихся факторов и ограничений по их выбору.

В результате применения методики повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях были получены данные, свидетельствующие об эффекте, достигаемом от применения локальных планировочных мероприятий, изменения организации и управления дорожным движением.

Данные параметров движения транспортных потоков (средняя скорость, время задержки, уровень загрузки) на участках улично-дорожной сети, на которых проводился комплекс мероприятий, сравнивались с параметрами дорожного движения, до введения мероприятий. Полученные эффекты приведены в табл. 2 (на примере одного из участков УДС г. Оренбурга, для которого разрабатывался комплекс мероприятий).

Данные таблиц свидетельствуют о значительном улучшении параметров дорожного движения. Скорость движения увеличилась на 37–40 %, время задержки сократилось более чем в два раза, а уровень загрузки снизился на 15–30 %. Положительный эффект от применения локальных мероприятий и мероприятий по изменению организации и управления дорожным движением очевиден.

Экономическая эффективность, определяемая для данной работы, связана с мероприятиями по совершенствованию функционирования ТП и территориально имеет приложение к выбранному фрагменту центрального планировочного района на УДС г. Оренбурга (по сравнению с ситуацией до внедрения проекта).

Таблица 2

**Эффект от применения комплекса мероприятий на улично-дорожной сети  
г. Оренбурга (пересечение ул. Чкалова и ул. Уральской)**

Адрес объекта (тип объекта)	Мероприятия	Эффект					
		Средняя скорость, км/ч		Время задержки, среднее значение, с		Уровень загрузки, %	
		До	После	До	После	До	После
Ул. Чкалова – ул. Уральская (Четырех- сторонний перекресток со светофор- ным регули- рованием)	Оптимизация сиг- нального плана						
	Оптимизация дли- тельности проме- жуточных тактов						
	Организация пеше- ходных ограждений						
	Обустройство кон- структивно выде- ленных «островков безопасности»						
	Организация выделенных разворотных мест для транспорта вне рассматривае- мого перекрестка с организацией запрета разворота на рассматривае- мом перекрестке	20	42	99	21	105	70
	Локальное увели- чение проезжей части						
	Изменение схемы движения по по- лосам						

Рассчитав затраты времени транспортных средств на регулируемых перекрестках и среднюю стоимость одного автомобиле-часа, получена сумма потерь от простоев в год, которая для рассматриваемого выше пересечения ул. Чкалова и ул. Уральской составила почти 59 млн р. (до внедрения мероприятий по повышению уровня обслуживания дорожного движения) и 15 млн р. (после внедрения).

Экономическая эффективность достигается за счет применения методики повышения уровня обслуживания дорожного движения, позволяющей выявлять места на опорной улично-дорожной сети, ограничивающие соответствие фактического уровня обслуживания дорожного движения требуемому для различных категорий городских улиц. Мероприятия, направленные на повышение уровня обслуживания до требуемых значений, позволяют значительно увеличивать скорость сообщения на рассматриваемой УДС, повышать пропускную способность, снижать уровень загрузки сети и тем самым сокращать потери времени, связанные с простоем подвижного состава в процессе движения.

Средний экономический эффект по всем мероприятиям показывает снижение затрат на 30–35 %.

Полученные в ходе апробации Методики данные позволяют сделать вывод о ее практической значимости в достижении целей повышения качества функционирования транспортных систем городов.

### **III. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

По итогам исследования получены следующие выводы и результаты:

1. Проведенный анализ теоретических и научно-практических подходов к оценке условий движения автомобильного транспорта, уровню обслуживания дорожного движения и способам его повышения в городах подтвердил не только правомерность методов и их значимость, но и своевременность поставленных целей и задач исследования.

2. Выявлены и систематизированы факторы, влияющие на соответствие категории городской улицы назначенному уровню обслуживания. Предложенная классификация позволяет учитывать все влияющие факторы и позволит минимизировать их негативное влияние на эффективность функционирования автомобильного транспорта.

3. Разработан алгоритм формирования опорной улично-дорожной сети, основанный на критериях, характеризующих совершаемые по УДС корреспонденции и интенсивность движения рассматриваемых улиц крупного города. Данный подход позволяет формировать реальную

опорную улично-дорожную сеть с целью дальнейшего повышения ее функциональных качеств.

4. Предложены научно-практические рекомендации с учетом фактических ограничений по выбору типов мероприятий, позволяющие повысить пропускную способность элементов УДС, скорость сообщения и уровень обслуживания дорожного движения.

5. Разработана методика повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях, отличающаяся от принятых комплексным подходом к решению транспортных проблем и обеспечивающая более эффективную и безопасную работу автомобильного транспорта. Обоснована эффективность применения данной Методики.

6. Комплекс разработанной методики и входящих в нее алгоритмов позволяет определить степень влияния различных комплексов мероприятий на повышение уровня обслуживания дорожного движения на основе практического опыта их использования и будет способствовать решению важной задачи – повышению уровня обслуживания и качества функционирования движения автомобильного транспорта на улично-дорожной сети крупных городов.

7. Научные результаты исследования призваны стать основой методического и программно-аппаратного обеспечения при разработке программ комплексного развития транспортной инфраструктуры (ПКРТИ) и комплексных схем организации дорожного движения (КСОДД) крупных городов.

8. Применение разработанной Методики в целях повышения эффективности функционирования транспортных систем в городах показало, что возможны увеличение средней скорости движения на 37–40 % и снижение потерь времени пользователей более чем в два раза, средний экономический эффект показывает снижение затрат на 30–35 %.

## **IV. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов ВАК РФ**

1. **Васильева Н. В.** К вопросу обеспечения равномерности и безопасности движения автомобильного транспорта в городской среде / Н. В. Васильева // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 4 (51). – С. 128–132 (0,5 п.л.).

2. **Черных Н. В.** Разработка методики повышения уровня обслуживания дорожного движения в городских условиях / Н. В. Черных // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 4 (75). – С. 151–155 (0,63 п.л.).

3. **Черных Н. В.** Повышение уровня обслуживания дорожного движения в крупных и средних городах России / Н. В. Черных, А. И. Солодкий // Вестник гражданских инженеров. – 2020. – № 1 (78). – С. 191–197 (0,69 п.л.).

### **Публикации в изданиях, индексируемых международной системой цитирования Scopus**

4. **Chernikh N. V.** Improving the level of traffic service on the road network of cities / N. V. Chernikh, A. I. Solodkiy // Materials Science and Engineering, International Scientific and Technical Conference INTERSTROYMEN. – 2020. – № 786 (0,44 п.л.).

### **Прочие публикации**

5. **Васильева Н. В.** Обеспечение равномерности и безопасности движения автомобильного транспорта в городских условиях / Н. В. Васильева // Актуальные проблемы безопасности дорожного движения: сборник докладов / СПбГАСУ. – СПб., 2015. – С. 99–103 (0,31 п. л.).

6. **Васильева Н. В.** Повышение равномерности движения автомобильного транспорта в крупных мегаполисах / Н. В. Васильева // Образование. Наука. Производство: сборник докладов / БГТУ. – Белгород. – 2015. – С. 950–953 (0,25 п. л.).

7. **Васильева Н. В.** Оценка влияния различных факторов на условия движения автомобильного транспорта в городских условиях / Н. В. Васильева // Актуальные проблемы современного строительства: сборник докладов / СПбГАСУ. – СПб., 2016. – С. 144–149 (0,31 п. л.).

8. **Черных Н. В.** Влияние планировочных решений на пропускную способность улично-дорожной сети / Н. В. Черных // Актуальные проблемы безопасности дорожного движения: сборник докладов / СПбГАСУ. – 2018. – С. 238–243 (0,31 п. л.).

9. **Черных Н. В.** Проблемы формирования опорной сети крупных городов / Н. В. Черных // Образование. Наука. Производство: сборник докладов / БГТУ. – Белгород., 2019. – С. 2093–2097 (0,31 п.л.).

10. **Черных Н. В.** К вопросу формирования опорной сети крупных городов / Н. В. Черных // Актуальные проблемы современного строительства: сборник докладов / СПбГАСУ. – СПб., 2019. – Ч. 2. – С. 95–101 (0,31 п.л.).

11. **Черных Н. В.** Методика повышения уровня обслуживания движения на улично-дорожной сети городов / Н. В. Черных, А. И. Солодкий // Транспортное планирование и моделирование: сборник трудов / СПбГАСУ. – СПб., 2019. – С. 148–153 (0,38 п.л.).

12. **Черных Н. В.** Повышение уровня обслуживания дорожного движения на улично-дорожной сети городов / Н. В. Черных, А. И. Солодкий // Техника и технология транспорта. – 2019. – № 13 (77). – С. 70 (0,44 п.л.).

13. **Черных Н. В.** Эффективность применения локальных мероприятий на улично-дорожной сети / Н. В. Черных // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник материалов / ОГУ. – Оренбург, 2019. – С. 680–685 (0,38 п.л.).

---

Компьютерная верстка *М. В. Смирновой*

Подписано к печати 09.03.2021. Формат 60×84  $\frac{1}{16}$ . Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 1,5. Тираж 120 экз. Заказ 5.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская, д. 4.

Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.