

*На правах рукописи*



**Плетнёв Максим Геннадьевич**

**МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ  
ПАССАЖИРОВ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ ТРАНСПОРТА**

Специальность **2.9.9. «Логистические транспортные системы»**

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

Москва – 2026

Работа выполнена на кафедре логистики и транспортно-технологических систем ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»

- Научный руководитель: **Кандидат технических наук  
Акулов Алексей Андреевич**
- Официальные оппоненты: **Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой «Автомобильный  
транспорт» ФГБОУ ВО «Оренбургский  
государственный университет»  
Якунин Николай Николаевич**  
**Кандидат технических наук, доцент, доцент  
кафедры «Эксплуатация автомобильного  
транспорта» ФГБОУ ВО «Тюменский  
индустриальный университет»  
Ярков Сергей Александрович**
- Ведущая организация: **Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Орловский государственный  
университет имени И.С. Тургенева»**

Защита состоится «28» мая 2026 года в 10:00 часов на заседании объединенного диссертационного совета 99.2.156.02 на базе ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова», ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» по адресу: 109542, Москва, Рязанский проспект, 99, корпус поточных аудиторий конференц-зал Научной библиотеки ГУУ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках и на сайтах ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова» <https://www.bstu.ru/> и ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» <https://guu.ru/>. Объявление о защите и автореферат диссертации размещены на сайте ВАК при Минобрнауки России: <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

Врио ученого секретаря  
объединенного диссертационного  
совета



А.А.Степанов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** В последние десятилетия в РФ и мировой практике коренным образом изменились подходы со стороны государства в лице органов исполнительной власти и муниципальных образований к оценке значимости и роли пассажирского транспорта общего пользования (ПТОП) и городского пассажирского транспорта общего пользования (ГПТОП) в успешном развитии социального общества и решении важных национальных задач экономического характера. В первую очередь это обосновано общемировой тенденцией перераспределения населения из сельской местности и небольших городов в пользу крупных городов и мегаполисов. Вторым аспектом развития данной проблемы является активный рост количественного состава (численности) индивидуальных транспортных средств (личного транспорта) и их качественного разнообразия (личные автомобили, немеханизированные и механизированные средства индивидуальной мобильности (СИМ)). В результате смены подходов транспортная инфраструктура крупных городов и мегаполисов оказалась перегружена и не справляется со своим прямым назначением – обеспечением условий для формирования устойчивых и эффективных по количественным показателям транспортных потоков, а предприятия ГПТОП не могут обеспечить актуальные требования к качественному составу показателей мобильности населения. Следствием этого является необходимость выделения значительных бюджетных средств и материальных ресурсов на развитие городской транспортной инфраструктуры и государственной поддержки транспортных предприятий, оказывающих транспортные услуги населению. По этой причине закономерно определилась тенденция по стимулированию переориентации населения крупных городов с использования личного транспорта в пользу общественного. Данная тенденция, как определяющая направления развития ГПТОП, законодательно закреплена в РФ рядом правительственных документов, включая «Транспортную стратегию России до 2030 г с прогнозом на период до 2035 года» и др.

Ключевым звеном формирования заинтересованности населения в переориентации населения в крупных городах в пользу общественного транспорта является обоснование, разработка и внедрение мероприятий по повышению качества обслуживания населения. В научной, производственной и экспертной среде, сегодня существует единое мнение, что качество транспортного обслуживания населения является сложным свойством, содержащим большое количество признаков с противоречивым целеполаганием, и требует решений оптимизационного характера. Следовательно, необходимо разрабатывать и внедрять научно-обоснованные методы, позволяющие решать задачи объективной оценки существующего уровня качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия различных видов транспорта общественного пользования и содержащих модели определения векторной оценки повышения эффективности по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения. В связи с этим разработка научно-обоснованных методов, повышающих системную эффективность в сложной организационной структуре логистического взаимодействия различных видов транспорта общественного пользования при их внедрении является актуальной научной задачей, решающей важную хозяйственную проблему отраслевого значения и государственного масштаба.

**Степень разработанности проблемы.** Методы формирования эффективных систем ГПТОП были предметом пристального внимания ученых и практиков производства с момента зарождения транспорта общего пользования и до настоящего времени. Разработке эффективных методов организации пассажирских перевозок, в основе которых лежат целевые показатели удовлетворённости населения качеством транспортного обслуживания, посвящали свои труды в различные годы отечественные ученые и исследователи: Афанасьев Л.Л., Блатнов М.Б., Воркут А.И., Галабурда, В.Г., Горев А.Э., Гудков В.А., Зырянов, В.М., Ларин О.Н., Иловайский Н.Д., Островский Н.Б., Миротин Л.Б., Мартынушкин А.Б., Пугачев И.Н., Резер С.М., Спирин И.В., Якимов М.Р. и др.

Вопросам систематизации взаимодействия различных видов транспорта с целью оптимизации структур управления и комплексной организации пассажирских перевозок посвящены труды учёных: Персианова В.А., Громова Н.Н., Власова В.М., Жанказиева С.В., Макаровой Е.А., Милославской С.В., Солодкого А.И., Покровской О.Д. и др. Труды перечисленных авторов заложили основы теории и развивали методологию организации пассажирских перевозок как на отдельных видах транспорта, так и при их логистическом взаимодействии. Практически все без исключения ученые подчеркивают необходимость исследования сложного комплекса показателей качества пассажирских перевозок в динамичных изменяющихся условиях внешней среды. При этом исследования должны происходить при максимально возможном учете факторного пространства, влияющего на удовлетворенность потребителей качеством услуг ГПТОП с помощью специальных математических методов. В свою очередь, большинство авторов рекомендуют применять при определении уровня качества транспортного обслуживания либо методы экспертного оценивания, либо модели получения комплексных показателей качества. И в том, и в другом случае нарушаются формальные требования к построению многоуровневой и многокритериальной модели системы оценки качества, в контексте получения объективных аналитических зависимостей внутрисистемных связей. В применении к логистическим системам взаимодействия различных видов транспорта требуется разработка более строгих аналитических инструментов информационного моделирования.

**Целью диссертационной работы** является разработка метода оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта, позволяющего решать задачи определения векторной оценки повышения эффективности системы по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения.

Для достижения цели в диссертации поставлены следующие **задачи**:

1. Проанализировать применяемую на практике структуру индикаторов и критериев в системе оценки качества транспортного обслуживания населения при взаимодействии различных видов ГПТОП;
2. Разработать структуру системы индикаторов и показателей качества, полностью соответствующую сложной многоуровневой и многокритериальной структуре системы ГПТОП;
3. Разработать математическую модель получения отклика функции взаимодействия факторов внешней среды для показателей системы оценки качества транспортного обслуживания населения в условиях информационный

неопределенности;

4. Разработать программное обеспечение (ПО), автоматизирующее процедуру оценки качества перевозки пассажиров при взаимодействии различных видов транспорта;

5. Провести вычислительный эксперимент с применением разработанного ПО, подтверждающий объективность разработанного метода оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта;

6. Разработать системный индекс эффективности отдельных видов транспорта, обеспечивающий поддержку принятия решений по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения.

**Объектом исследования** является система оценки качества транспортного обслуживания населения с учетом взаимодействия различных видов пассажирского транспорта.

**Предметом исследования** являются аналитические методы принятия решений, соответствующие сложным информационным ситуациям в логистических транспортных пассажирских системах.

**Рабочая гипотеза.** В системе оценки качества транспортного обслуживания населения при моделировании результативных показателей должны применяться аналитические инструменты, основанные на вероятностном подходе.

В этом случае система оценки качества транспортного обслуживания населения трансформируется в полноценную логистическую информационную систему (ЛИС). Инструменты оптимизации в ЛИС должны базироваться на моделях принятия решений, учитывающих известную долю неопределенности при выборе наиболее объективных сценариев управления качеством транспортного обслуживания. Таким образом моделирование в ЛИС должно обеспечивать баланс нормативных требований и моделей, вырабатывающих решения по активным воздействиям на макрологистическую систему городского пассажирского транспорта (ГПТ), в условиях неопределенности или неполноты информации. В этом случае качество решаемых задач в ЛИС определяется эффективностью аналитических инструментов управления, при этом управление должно быть реализовано следующим образом: результаты расчетов по критерию эффективности сопоставляются с эталонными и далее формируется вектор управляющих воздействий стремящихся свести рассогласование фактических и эталонных критериев к нулю.

**Методологической основой** для диссертационного исследования послужили:

– актуальные разработки отечественных и зарубежных ученых по теории транспортного обслуживания населения, методам оценки качества транспортного обслуживания населения, методам формирования логистических информационных систем интегрирующих взаимодействие различных видов транспорта;

– фундаментальные основы теории построения сложных систем и теории информационного взаимодействия, а также теоретические методы разработки аналитических инструментов оптимизации, необходимых при синтезе новых качественных структур в системах управления взаимодействием различных

видов транспорта;

- нормативная и регламентирующая база по оценке качества транспортного обслуживания населения вопросам взаимодействия различных видов транспорта в РФ;

- прикладные методы векторной оптимизации и управления показателями качества транспортного обслуживания, а также методы математического, численного и прикладного компьютерного моделирования

**Область исследования** соответствует требованиям паспорта научной специальности 2.9.9. «Логистические транспортные системы»:

- Пункту 6. «Информационные системы управления элементами, подсистемами и транспортно-логистической системой в целом, включая цифровые и интеллектуальные технологии, телематику»;

- Пункту 9. «Организационно-технологические решения в области интеллектуализации и цифровизации транспортно-логистических процессов, идентификации и мониторинга объектов и процессов».

**Научная новизна** исследования заключается в разработке следующих оригинальных результатов:

1. Структура системы оценки качества транспортного обслуживания, имеющая многоуровневую иерархическую структуру, в которой каждый уровень отражает интересы тех или иных её эксплуатантов: населения, организаторов системы функционирования отдельных видов транспорта и государственных структур, отвечающих за эффективность системы по ключевым критериям целеполагания, определяемых современными нормативными документами.

2. Математическая модель определения закономерностей взаимодействия между элементами системы оценки качества транспортного обслуживания населения должна являться объективным аналитическим инструментом, исключающим субъективизм результатов моделирования.

3. Системный индекс эффективности отдельных видов транспорта, обеспечивающий поддержку принятия решений по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения, необходимые при определении приоритетов, цели и задач транспортного обслуживания населения субъектов Российской Федерации при организации регулярных перевозок пассажиров.

**Теоретическая значимость** работы заключается в разработке нового научно-обоснованного подхода к управлению состоянием эффективности в системе оценки качества транспортного обслуживания населения при взаимодействии различных видов транспорта.

**Практическая значимость** диссертационного исследования заключается в разработке специализированного программного обеспечения (ПО). Разработанное ПО, может быть использовано на всех этапах формирования РКПТО для:

- оценки существующего состояния транспортного обслуживания в субъекте РФ, а именно для калибровки моделей существующих систем транспортного обслуживания, расчёта значений показателей РСТО;

- прогнозирования показателей перевозок пассажиров и транспортного спроса, а также составлении прогнозной транспортной модели в части распределения пассажиропотоков по видам транспорта;

– определения концептуальных вариантов транспортного обслуживания населения в субъекте РФ и выборе оптимального варианта по установленным нормативными документами критериям целеполагания при минимизации общих транспортных издержек.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. Структура индикаторов и показателей качества в многоуровневой и многокритериальной системе ГПТОП.
2. Структура системы оценки качества транспортного обслуживания населения, обеспечивающего поддержку логистического единства в системе взаимодействия различных видов транспорта общественного пользования.
3. Математическая модель получения отклика функции взаимодействия факторов внешней среды для показателей системы оценки качества транспортного обслуживания населения.
4. Алгоритмы программного обеспечения (ПО), позволяющие автоматизировать процесс оценки качества транспортного обслуживания населения.
5. Результаты апробации метода оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта.
6. Универсальные измерители эффективности отдельных видов транспорта: индекс эффективности отдельных видов транспорта и системный индекс эффективности транспортного обслуживания.

**Личный вклад автора.** Все основные положения, положенные в основу метода оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта принадлежат автору.

**Степень достоверности** диссертационного исследования подтверждается:

1. Отсутствием противоречий с результатами ранее проведенных исследований другими учеными в рамках разработки систем качества транспортного обслуживания пассажиров, выявленным на основе обширного анализом научных работ, статей и публикаций отечественных и зарубежных авторов по теме исследования;
2. Применением фундаментальных законов системного анализа при определении научных теорий и методов (теорией информационного взаимодействия, методов решения многокритериальных задач, векторной оптимизации) соответствующего характеру исследуемых процессов;
3. Проведением масштабного вычислительного эксперимента с помощью разработанного исследовательского программного обеспечения по апробации метода оценки качества транспортного обслуживания населения для крупного региона РФ.

**Апробация результатов.** Основные положения и результаты исследования докладывались:

– на конференциях:

IV Международная конференция «Транспорт и логистика устойчивого развития территорий, бизнеса, государства (драйверы роста, тренды и барьеры)», 27 ноября 2025 г.;

2025 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex (TIRVED), Moscow, Russian Federation;

2024 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex (TIRVED), Moscow, Russian Federation;

XIV Всероссийская мультikonференция по проблемам управления МКПУ-2021 Дивноморское, Геленджик, 27 сентября – 02 октября 2021 года.

– на заседаниях кафедры:

Кафедра управления транспортными комплексами Института отраслевого менеджмента ФГБОУ ВО ГУУ.

**Реализация результатов работы.** Значимость результатов диссертационного исследования определяется следующим:

1. Прикладные результаты диссертационного исследования были апробированы и приняты к использованию в деятельности ФГБУ «Научный центр Минтранса России», что документально подтверждено актом о внедрении.

2. Прикладные результаты диссертационного исследования используются ОАО «НИИАТ» в практической деятельности при проведении научно-исследовательских работ по формированию проектов регионального стандарта транспортного обслуживания и проектов регионального комплексного плана транспортного обслуживания населения, что документально подтверждено актом о внедрении.

3. Материалы диссертационного исследования внедрены учебный процесс ФГБОУ ВО ГУУ, и используются при подготовке специалистов, магистрантов и аспирантов по направлениям подготовки «Логистика и управление цепями поставок», «Управление транспортными системами».

4. Теоретические результаты диссертационного исследования были использованы при реализации НИР «Инновационные технические решения и модифицирующая технология повышения работоспособности и долговечности автомобильных дорог. Разработка нового научно обоснованного и экспериментально подтверждённого метода расчета накопленных деформации и мгновенной потерей несущей способности усиленного земляного полотна и его основания при много циклических динамических нагрузок» (номер Работы FFSM-2024-0025)».

**Публикации и патенты.** Основные положения и результаты диссертационного исследования были опубликованы в 7 печатных работах, в том числе в 4 научных статьях в журналах, рецензируемых ВАК РФ по научной специальности 2.9.9 «Логистические транспортные системы», получено 2 свидетельства государственной регистрации программ для ЭВМ.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертация содержит: введение, 4-е главы, заключение, список литературы из 120 наименований источников и 1 приложение с материалами, отражающими уровень практического использования результатов исследования. Работа изложена на 151 странице основного машинописного текста.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность разработки исследования на тему «Метод оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта», определены цель, объект и предмет исследования. Сформированы задачи диссертационного исследования и научная гипотеза, призванные устранить имеющиеся проблемы при организации логистических транспортных систем.

**В первой главе «Анализ состояния и направлений развития пассажирских логистических систем при взаимодействии различных видов транспорта»** выполнен анализ текущего состояния организации пассажирских логистических транспортных систем в РФ, информационного состояния и структуры индикаторов и нормативной базы в системе оценки качества транспортного обслуживания населения. Выявлено, что система ГПТ находится в состоянии «равновесия», с незначительным тяготением населения в пользу перемещений на индивидуальных видах транспорта. Определено, что ключевым звеном формирования заинтересованности населения в переориентации населения в крупных городах в пользу общественного транспорта является обоснование, разработка и внедрение мероприятий по повышению качества обслуживания населения.

Произведенный анализ, применяемой на практике структуры индикаторов и критериев в системы оценки качества транспортного обслуживания населения при взаимодействии различных видов ГПТОП позволил определить цель и задачи исследования.

**Во второй главе «Разработка концепции системы оценки качества обслуживания населения городским пассажирским транспортом»** на основании изученных научных трудов и публикаций сформированы основные подходы, которые можно положить в основу концепции системы оценки качества обслуживания населения городским пассажирским транспортом:

1. ЛИС оценки качества транспортного обслуживания населения является многоуровневой и содержит некоторое количество подсистем, противоречивых по целеполаганию;

2. ЛИС оценки качества транспортного обслуживания должна быть объективной и работоспособной в динамически изменяющихся условиях внешней среды, то есть должна располагать эффективными инструментами обратной связи;

3. ЛИС оценки качества транспортного обслуживания содержит большое количество индикаторов качества транспортного обслуживания населения, при этом в настоящее время они не являются единой монолитной структурой и возможно изменения в их составе и структуре.

Определено, что системно обоснованный или системно определенный уровень качества обслуживания пассажиров городского пассажирского транспорта подразумевает соблюдение основных постулатов теории построения сложных систем:

1. Необходимость единой цели логистического управления качеством: инструменты оптимизации структуры должны синтезировать новые состояний логистической системы управления городского пассажирского транспорта, согласующие локальные и нередко противоречивые цели функционирования отдельных подсистем в единую эффективную модель управления данными.

2. Необходимость обеспечивать координацию между всеми элементами многоуровневой логистической системы городского пассажирского транспорта для формирования единой целенаправленной функции ценности достижения требуемого уровня качества.

3. Необходимость обеспечивать способность системы адаптироваться на изменения вектора возмущений внешнего факторного пространства в пределах допустимых отклонений нормативных индикаторов оценки качества транспортного обслуживания населения варьируя параметрами оптимизации и т.д.

Обосновано, что в ЛИС оценки качества транспортного обслуживания населения при моделировании должны применяться аналитические инструменты, основанные на вероятностном подходе. При этом инструменты оптимизации в ЛИС должны базироваться на моделях принятия решений, учитывающих известную долю неопределенности при выборе наиболее объективных сценариев управления качеством транспортного обслуживания. Таким образом моделирование в ЛИС должно обеспечивать баланс нормативных требований и моделей, вырабатывающих решения по активным воздействиям на макрологистическую систему ГПТ, в условиях неопределенности или неполноты информации. В этом случае качество решаемых задач в ЛИС определяется эффективностью аналитических инструментов управления. В связи с этим управление должно быть реализовано следующим образом: результаты расчетов по критерию эффективности сопоставляются с эталонными и далее формируется вектор управляющих воздействий стремящихся свести рассогласование фактических и эталонных критериев к нулю.

Выявлено, что при определении качества транспортного обслуживания в большинстве случаев применяются либо методы экспертного оценивания, либо модели получения комплексных показателей качества. И в том, и в другом случае нарушаются формальные требования к построению многоуровневой и многокритериальной модели системы оценки качества в контексте получения объективных аналитических зависимостей внутрисистемных связей. В дополнении к имеющимся методам и системам взаимодействия различных видов транспорта требуется разработка более строгих аналитических инструментов информационного моделирования.

Доказано, что исходной структурой для формирования ЛИС оценки качества транспортного обслуживания пассажиров может служить модель системы критериев РСТО, а результатом преобразований являться вектор управляющих воздействий стремящийся свести рассогласование фактических и эталонных критериев к нулю, реализуемый в региональном комплексном плане транспортного обслуживания (РКПТО).

**В третьей главе «Разработка метода оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта»** разработан ряд научных положений, позволяющих полностью формализовать систему качества транспортного обслуживания населения с учётом взаимодействия различных видов транспорта:

1. Структура системы оценки качества транспортного обслуживания, имеющая многоуровневую иерархическую структуру, в которой каждый уровень отражает интересы тех или иных её эксплуатантов: населения, организаторов системы функционирования отдельных видов транспорта и государственных

структур, отвечающих за эффективность системы по ключевым критериям целеполагания, определяемых современными нормативными документами. В соответствии с принятой структурой критериев РСТО структура системы оценки качества транспортного обслуживания населения состоит из показателей доступности, безопасности и комфортности. Разработанная структура системы оценки качества транспортного обслуживания населения решает задачу логистики управления в части определения структуры индикаторов и показателей качества и воспроизводит многоуровневую и многокритериальную структуру исследуемой ГПТОП.

Оценочная матрица влияния отдельных показателей на эффективность в  $p$ -той подсистеме на  $k$ -ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Оценочная матрица влияния показателей на эффективность в  $p$ -той подсистеме на  $k$ -ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения

Вид транспорта	Критерий целеполагания				$\sum_{j=1}^n c_i^{pk}$
	$K_1^{pk}$	$K_2^{pk}$	...	$K_n^{pk}$	
1	$c_{11}^{pk}$	$c_{12}^{pk}$	...	$c_{1n}^{pk}$	1
2	$c_{21}^{pk}$	$c_{22}^{pk}$	...	$c_{2n}^{pk}$	1
...	...	...	...	...	...
m	$\Pi_{m1}^{pk}$	$\Pi_{m2}^{pk}$	...	$\Pi_{mn}^{pk}$	1

Для отдельной матрицы, соответствующей  $p$ -той подсистеме на  $k$ -ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения должно выполняться условие:

$$\sum_{j=1}^n c_i^{pk} = 1 \quad (1)$$

В соответствии с принятой структурой критериев РСТО структура системы оценки качества транспортного обслуживания населения состоит из:

- 4-х подсистем на 1-ом (нижнем) иерархическом уровне («территориальная доступность», «ценовая доступность», информационная доступность» и «временная доступность»);
- 3-х подсистем на 2-ом (промежуточном) иерархическом уровне («доступность», «безопасность» и «комфортность»);
- 1-ой подсистемы на 3-ем (высшем) уровне исследуемой системы («качество обслуживания»).

В таблицах 2-4 представлен пример построения матрицы оценки эффективности исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения по показателю «доступность»

Таблица 2 – Матрица оценки эффективности в 1-ой подсистеме на 1-ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения «территориальная доступность»

Вид транспорта	Индикатор качества			$\mathcal{E}_{ij}^{11}$
	Норма-расстояние до ОП	Доля населения в пределах нормы-расстояния до ОП	Максимальное расстояние до ОП	
1	$p_{11}^{11}$	$p_{12}^{11}$	$p_{13}^{11}$	$\mathcal{E}_1^{11}$
2	$p_{21}^{11}$	$p_{22}^{11}$	$p_{23}^{11}$	$\mathcal{E}_2^{11}$
...	...	...	...	...
m	$p_{m1}^{11}$	$p_{m2}^{11}$	$p_{m3}^{11}$	$\mathcal{E}_m^{11}$

Таблица 3 – Матрица оценки эффективности в 2-ой подсистеме на 1-ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения «ценовая доступность»

Вид транспорта	Индикатор качества			$\mathcal{E}_{ij}^{21}$
	Расходы населения на осуществление поездок	Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой проезда	Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа	
1	$p_{11}^{21}$	$p_{12}^{21}$	$p_{13}^{21}$	$\mathcal{E}_1^{21}$
2	$p_{21}^{21}$	$p_{22}^{21}$	$p_{23}^{21}$	$\mathcal{E}_2^{21}$
...	...	...	...	...
m	$p_{m1}^{21}$	$p_{m2}^{21}$	$p_{m3}^{21}$	$\mathcal{E}_m^{21}$

Таблица 4 – Матрица оценки эффективности в 3-ой подсистеме на 1-ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения «информационная доступность»

Вид транспорта	Индикатор качества			$\mathcal{E}_{ij}^{31}$
	Доля населения, с возможностью получения информации о времени прибытия ТС на ОП или с помощью мобильной связи	Доля ТС, подключенных к ИТС	Доля ТС электронными информационным табло и т.д.	
1	$p_{11}^{31}$	$p_{12}^{31}$	$p_{13}^{31}$	$\mathcal{E}_1^{31}$
2	$p_{21}^{31}$	$p_{22}^{31}$	$p_{23}^{31}$	$\mathcal{E}_2^{31}$
...	...	...	...	...
m	$p_{m1}^{31}$	$p_{m2}^{31}$	$p_{m3}^{31}$	$\mathcal{E}_m^{31}$

Общая разработанная структура системы оценки качества транспортного обслуживания населения, обеспечивающего поддержку логистическое единства в системе взаимодействия различных видов транспорта общественного пользования отображена на рисунке 1.

Т	Д	Б	К	$\mathcal{E}_{ij}^{13}$
1	$p_{11}^{13} = \mathcal{E}_1^{12}$	$p_{13}^{13} = \mathcal{E}_1^{22}$	$p_{13}^{13} = \mathcal{E}_1^{32}$	$\mathcal{E}_1^{13}$
2	$p_{21}^{12} = \mathcal{E}_2^{12}$	$p_{22}^{13} = \mathcal{E}_2^{22}$	$p_{23}^{13} = \mathcal{E}_2^{32}$	$\mathcal{E}_2^{13}$
...	...	...	...	...
m	$p_{m1}^{13} = \mathcal{E}_m^{12}$	$p_{m2}^{13} = \mathcal{E}_m^{22}$	$p_{m3}^{13} = \mathcal{E}_m^{32}$	$\mathcal{E}_m^{13}$

«доступность»					«безопасность»					«комфортность»									
Вид транспорта	Территориальная доступность	Ценовая доступность	Информационная доступность	Временная доступность	$\mathcal{E}_{ij}^{12}$	Вид транспорта	Доля ДПП по маршрутным условиям	Доля ДПП по причине неисправности ТС	Доля ДПП по вине водителей	Доля ТС соответствующих ЭУ	$\mathcal{E}_{ij}^{22}$	Вид транспорта	Доля рейсов, выполняемых по расписанию	Наполняемость на 1 м <sup>2</sup> пола ТС	Время на передвижение пассажиров между ОП	Доля ТС с комфортными условиями РСТО	Доля ТПУ на 1 км маршрута	$\mathcal{E}_{ij}^{32}$	
1	$p_{11}^{12} = \mathcal{E}_1^{11}$	$p_{12}^{12} = \mathcal{E}_1^{21}$	$p_{13}^{12} = \mathcal{E}_1^{31}$	$p_{14}^{12} = \mathcal{E}_1^{41}$	$\mathcal{E}_1^{12}$	1	$p_{11}^{22}$	$p_{12}^{22}$	$p_{13}^{22}$	$p_{14}^{22}$	$\mathcal{E}_1^{22}$	1	$p_{11}^{32}$	$p_{12}^{32}$	$p_{13}^{32}$	$p_{14}^{32}$	$p_{15}^{32}$	$\mathcal{E}_1^{32}$	
2	$p_{21}^{12} = \mathcal{E}_2^{11}$	$p_{22}^{12} = \mathcal{E}_2^{21}$	$p_{23}^{12} = \mathcal{E}_2^{31}$	$p_{24}^{12} = \mathcal{E}_2^{41}$	$\mathcal{E}_2^{12}$	2	$p_{21}^{22}$	$p_{22}^{22}$	$p_{23}^{22}$	$p_{24}^{22}$	$\mathcal{E}_2^{22}$	2	$p_{21}^{32}$	$p_{22}^{32}$	$p_{23}^{32}$	$p_{24}^{32}$	$p_{25}^{32}$	$\mathcal{E}_2^{32}$	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
m	$p_{m1}^{12} = \mathcal{E}_m^{11}$	$p_{m2}^{12} = \mathcal{E}_m^{21}$	$p_{m3}^{12} = \mathcal{E}_m^{31}$	$p_{m4}^{12} = \mathcal{E}_m^{41}$	$\mathcal{E}_m^{12}$	m	$p_{m1}^{22}$	$p_{m2}^{22}$	$p_{m3}^{22}$	$p_{m4}^{22}$	$\mathcal{E}_m^{22}$	m	$p_{m1}^{32}$	$p_{m2}^{32}$	$p_{m3}^{32}$	$p_{m4}^{32}$	$p_{m5}^{32}$	$\mathcal{E}_m^{32}$	
Территориальная доступность					Ценовая доступность					Информационная доступность									
Вид транспорта	Норма-расстояние до ОП	Доля населения в пределах нормы-расстояния до ОП	Максимальное расстояние до ОП	$\mathcal{E}_{ij}^{11}$	Вид транспорта	Расходы населения на осуществление поездок	Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой проезда	Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа	$\mathcal{E}_{ij}^{21}$	Вид транспорта	Доля населения, с возможностью получения информации о времени прибытия ТС на ОП или с помощью мобильной связи	Доля ТС, подключенных к ИТС	Доля ТС электронными информационным табло	$\mathcal{E}_{ij}^{31}$	Вид транспорта	Целья начала и окончания движения ТС	Интервал движения ТС	Запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение к месту назначения	$\mathcal{E}_{ij}^{41}$
1	$p_{11}^{11}$	$p_{12}^{11}$	$p_{13}^{11}$	$\mathcal{E}_1^{11}$	1	$p_{11}^{21}$	$p_{12}^{21}$	$p_{13}^{21}$	$\mathcal{E}_1^{21}$	$p_{11}^{31}$	$p_{12}^{31}$	$p_{13}^{31}$	$\mathcal{E}_1^{31}$	$p_{11}^{41}$	1	$p_{11}^{41}$	$p_{12}^{41}$	$p_{13}^{41}$	$\mathcal{E}_1^{41}$
2	$p_{21}^{11}$	$p_{22}^{11}$	$p_{23}^{11}$	$\mathcal{E}_2^{11}$	2	$p_{21}^{21}$	$p_{22}^{21}$	$p_{23}^{21}$	$\mathcal{E}_2^{21}$	$p_{21}^{31}$	$p_{22}^{31}$	$p_{23}^{31}$	$\mathcal{E}_2^{31}$	$p_{21}^{41}$	2	$p_{21}^{41}$	$p_{22}^{41}$	$p_{23}^{41}$	$\mathcal{E}_2^{41}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
m	$p_{m1}^{11}$	$p_{m2}^{11}$	$p_{m3}^{11}$	$\mathcal{E}_m^{11}$	m	$p_{m1}^{21}$	$p_{m2}^{21}$	$p_{m3}^{21}$	$\mathcal{E}_m^{21}$	$p_{m1}^{31}$	$p_{m2}^{31}$	$p_{m3}^{31}$	$\mathcal{E}_m^{31}$	$p_{m1}^{41}$	m	$p_{m1}^{41}$	$p_{m2}^{41}$	$p_{m3}^{41}$	$\mathcal{E}_m^{41}$

Рисунок 1 – Схема структуры математической модели оценки качества обслуживания населения.

2. Математическая модель определения закономерностей взаимодействия между элементами системы оценки качества транспортного обслуживания населения должна являться объективным аналитическим инструментом, исключая субъективизм результатов моделирования. Результаты моделирования является отклики функции «полезности», включающие влияние и взаимовлияние всех без исключения показателей качества транспортного обслуживания населения на всех иерархических уровнях исследуемой системы. Процесс моделирование закономерностей в системе оценки качества транспортного обслуживания соответствует условиям информационной ситуации функционирования ГПТОП и обеспечивает логистическое единство в системе взаимодействия различных видов транспорта общественного пользования по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения. Преимуществом данного математического алгоритма является: возможность синтезировать новые состояния логистической системы ГПТОП, согласующие локальные и нередко противоречивые цели функционирования отдельных подсистем в единую эффективную модель управления данными; возможность обеспечивать координацию между всеми элементами многоуровневой логистической системы ГПТОП для формирования единой целенаправленной функции ценности достижения требуемого уровня качества; возможность обеспечивать способность системы проактивно реагировать на изменения вектора возмущений внешнего факторного пространства в пределах допустимых отклонений нормативных индикаторов оценки качества транспортного обслуживания населения варьируя параметрами оптимизации и т.д.

Для подсистемы 1.1 «территориальная доступность» отклик функции ценности будет определяться по формуле:

$$\exists_{ij}^{11} = \sum_{j=1}^3 p_{ij}^{11} c_{ij}^{11} \rightarrow \max, \quad (2)$$

где

$$c_{ij}^{11} = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_{ij}}, & \text{если } j \leq \lambda_{ij}, \\ 0, & \text{если } j > \lambda_{ij}, \end{cases} \quad \text{где } j = 1 \dots 3$$

$$\lambda \text{ из условия } p_{\lambda j}^{11} = \max_j p_{ij}^{11}$$

Для подсистемы 1.2 «ценовая доступность» отклик функции ценности будет определяться по формуле:

$$\exists_{ij}^{21} = \sum_{j=1}^3 p_{ij}^{21} c_{ij}^{21} \rightarrow \max, \quad (3)$$

где

$$c_{ij}^{21} = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_{ij}}, & \text{если } j \leq \lambda_{ij}, \\ 0, & \text{если } j > \lambda_{ij}, \end{cases} \quad \text{где } j = 1 \dots 3$$

$$\lambda \text{ из условия } p_{\lambda j}^{21} = \max_j p_{ij}^{21}$$

Разработанный оригинальный математический алгоритм (2) и (3)

предоставляет возможность организовать полный цикл расчётов в системе оценки качества транспортного обслуживания населения для любых сочетаний видов наземного транспорта, обеспечивая при этом требования РСТО по необходимой структуре индикаторов качества (рисунок 3.1).

3. Алгоритмы и программное обеспечение, реализующее вычислительный процесс методы оценки качества транспортного обслуживания населения разработанное в соответствии с ГОСТ 24.701-86 «Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения». Основное назначение разработанных алгоритма и ПО состоит в обосновании и оценке проектных решений территориального и транспортного планирования, а также в транспортном прогнозировании, то есть в определении состояния транспортной системы при определенных условиях в будущем, и может использоваться для организации движения, для оптимизации режимов работы транспортной системы и организации транспортного обслуживания. На рисунках 2-3 представлен разработанный алгоритм ПО системы оценки качества транспортного обслуживания населения.

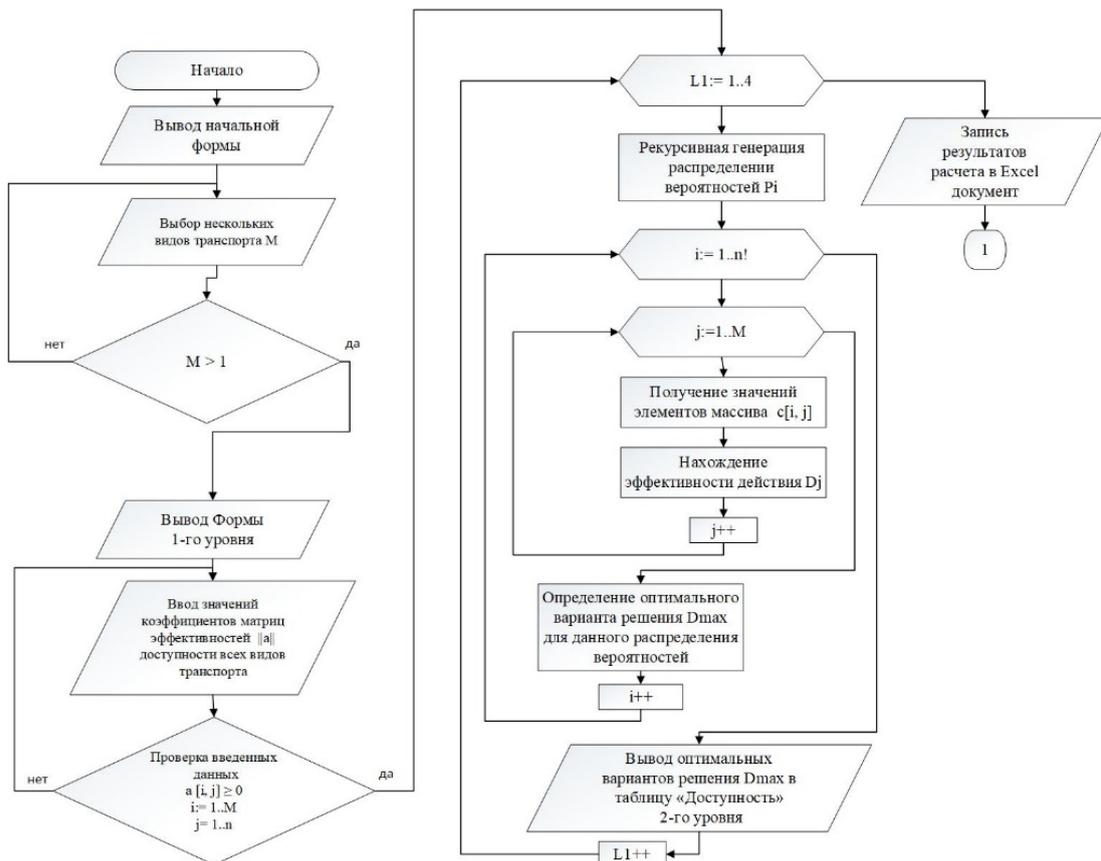


Рисунок 2 - Алгоритм ПО системы оценки качества транспортного обслуживания населения (начало).

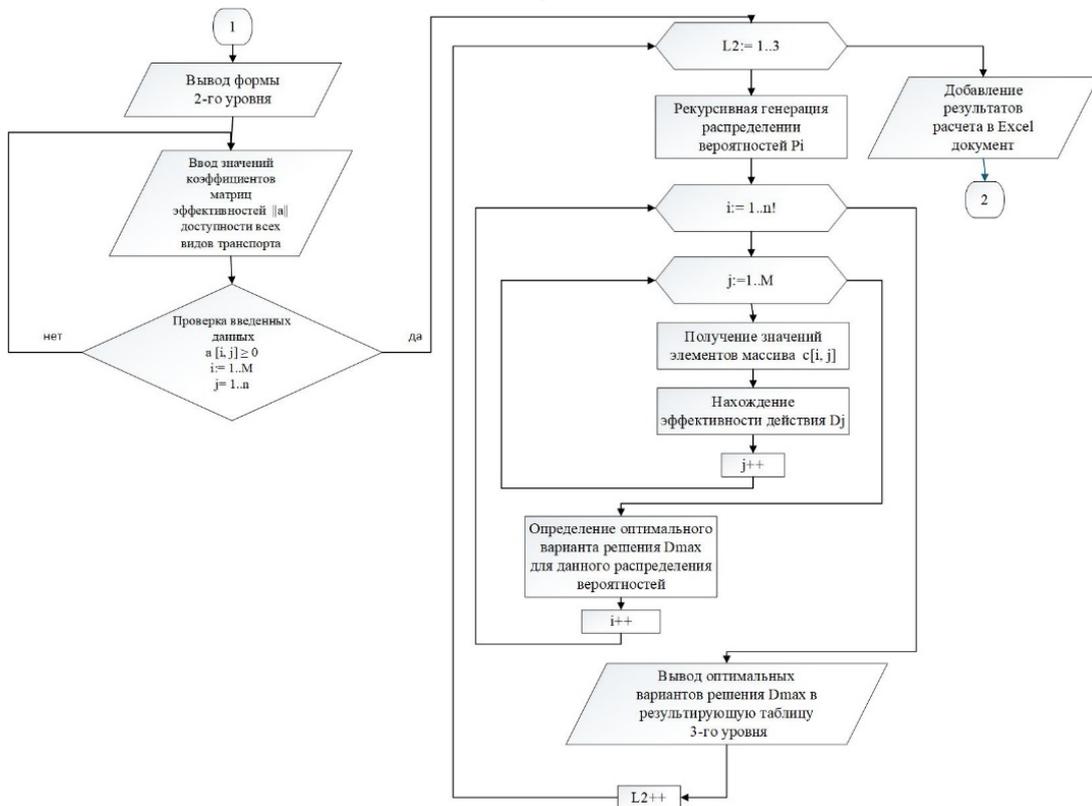


Рисунок 3 - Алгоритм ПО системы оценки качества транспортного обслуживания населения (окончание).

**В четвертой главе «Апробация метода оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта»** произведена апробация разработанного метода в Ленинградской области и пригородных маршрутах г. Санкт-Петербурга. Основными требованиями при апробации разработанного метода являлись:

1. Система индикаторов и показателей качества должна полностью воспроизводить структуру исследуемой многоуровневую и многокритериальную системы ГПТОП
2. Система индикаторов и показателей качества должна быть полностью определена аналитическими закономерностями, соответствующим информационной системе и связывающими систему оценки качества транспортного обслуживания в единую ЛИС.

Результаты расчёта показателей оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта были получены для всех подсистем на всех иерархических уровнях, что дало возможность оценить и проанализировать изменения значений эффективности отдельных видов транспорта по каждому из установленных критериев, а также при всех возможных сочетаниях приоритета критериев в каждой подсистеме. Определено, что количество возможных сочетаний приоритетов критериев в рамках каждой исследуемой подсистем определяется как  $(n!)$  возможных решений, где  $n$  – количество критериев или отдельных свойств, определяющих качество пассажирских перевозок. «Приоритет критериев» при котором определяется количественная оценка эффективности (КОЭ) транспортного обслуживания в каждом конкретном случае применения разработанной системы определяется оператором системы в зависимости от условий её применения и стоящих задач по

повышению качества транспортного обслуживания населения. Например, для регионов с высоким уровнем развития транспортной инфраструктуры и с развитой инфраструктурой транспортного обслуживания населения приоритетным может являться необходимость обеспечения «комфорта» перевозок пассажиров. В этом случае из всей совокупности результатов расчёта извлекаются показатели эффективности, соответствующие приоритету [«Комфортность» > «Безопасность» > «Доступность»] и т.д.

Полученные в результате проведения вычислительного эксперимента КОЭ для всех исследуемых видов транспорта и выявленные аналитические зависимости между всеми значениями показателей качества в исследуемой системе позволили получить оригинальные научные результаты, обладающие теоретической значимостью:

1) универсальную формулу индекса эффективности отдельных видов транспорта (индекс КОЭ):  $I_i^{КОЭ} = \frac{\sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij}^{pk}}{n_k^p}$   $i = 1 \dots m$ ,  $p = 1 \dots r$ ,  $k = 1 \dots u$ , где  $\mathcal{E}_{ij}^{pk}$  – КОЭ отдельного вида транспорта для  $k$ -ой подсистемы  $p$ -го уровня исследуемой системы,  $m$  - количество исследуемых видов транспорта (в ВЭ  $m = 3$ );  $r$  – количество уровней в исследуемой системе (в ВЭ  $r = 3$ );  $u$  – количество подсистем на  $p$ -м уровня исследуемой системы;

2) формулу для определения системный индекс эффективности транспортного обслуживания по формуле  $S_i^{КОЭ} = \frac{I_i^{КОЭ}}{\sum_{i=1}^m I_{ij}^{КОЭ}}$ ,  $i = 1 \dots m$ , позволяющую производить сравнительную оценку эффективности отдельных видов транспорта для различных систем транспортного обслуживания населения (для различных городов, регионов и т.д.).

Полученные в результате проведения вычислительного эксперимента КОЭ для всех исследуемых видов транспорта и выявленные аналитические зависимости между всеми значениями показателей качества в исследуемой системе позволяет их сравнивать с значениями показателей эффективности РСТО (рисунки 4-6), а также определить универсальную формулу индекса эффективности отдельных видов транспорта (индекс КОЭ).

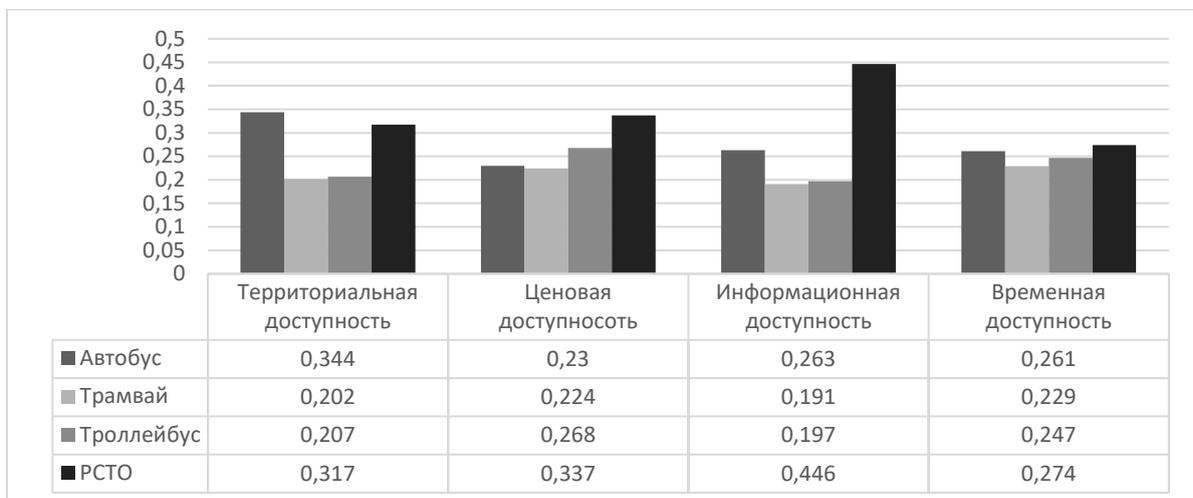


Рисунок 4 - График изменения значений КОЭ на 1-ом уровне в системе оценки качества транспортного обслуживания пассажиров. Источник: [разработано автором]

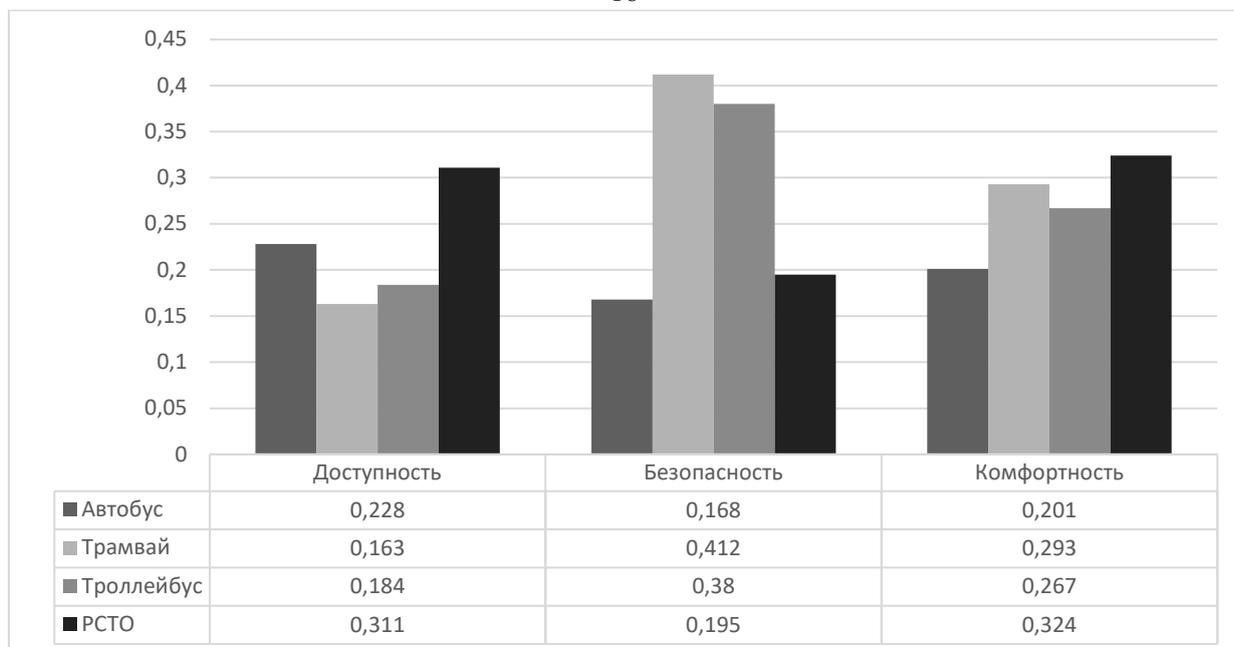


Рисунок 5 - График изменения значений КОЭ на 2-ом уровне в системе оценки качества транспортного обслуживания пассажиров. Источник: [разработано автором]

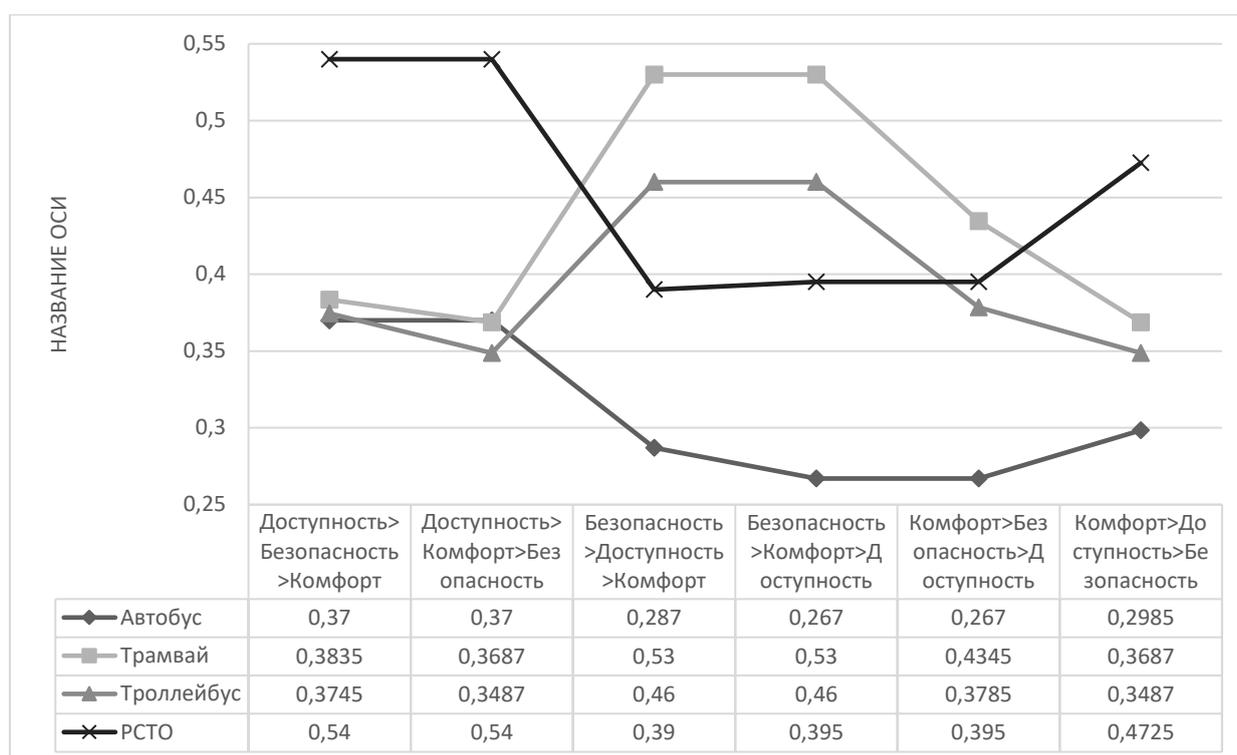


Рисунок 6 - График изменения значений КОЭ 3-ом (результатирующем) уровне в системе оценки качества транспортного обслуживания пассажиров с учетом показателей качества РСТО. Источник: [разработано автором]

**В заключении** сформулированы основные выводы и приведены результаты исследования.

На основе выполненных научно-методических исследований, реализованных в новых математических моделях, алгоритмах и оригинальном программном обеспечении разработан метод оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта. Для достижения поставленной цели в диссертации были решены следующие задачи:

1. Выявлено, что ключевым звеном формирования заинтересованности населения в переориентации населения в крупных городах в пользу общественного транспорта является обоснование, разработка и внедрение мероприятий по повышению качества обслуживания населения. Проанализирована применяемая на практике структура индикаторов и критериев в системы оценки качества транспортного обслуживания населения при взаимодействии различных видов ГПТОП и выявлено, что при определении качества транспортного обслуживания в большинстве случаев применяются либо методы экспертного оценивания, либо модели получения комплексных показателей качества. И том, и в другом случае нарушаются формальные требования к построению многоуровневой и многокритериальной модели системы оценки качества в контексте получения объективных аналитических зависимостей внутрисистемных связей.

2. Разработана структура системы оценки качества транспортного обслуживания населения, имеющая многоуровневую иерархическую структуру, в которой каждый уровень отражает интересы тех или иных её эксплуатантов: населения, организаторов системы функционирования отдельных видов транспорта и государственных структур, отвечающих за эффективность системы по ключевым критериям целеполагания, определяемых современными нормативными документами структуру системы индикаторов и показателей качества, полностью соответствующую сложной многоуровневой и многокритериальной структуре системы ГПТОП.

3. Разработана математическая модель для определения закономерностей взаимодействия между элементами системы оценки качества транспортного обслуживания населения, являющаяся объективным аналитическим инструментом, исключающим субъективизм результатов моделирования. Результатами моделирования являются отклики функции «полезности», включающие влияние и взаимовлияние всех без исключения показателей качества транспортного обслуживания населения на всех иерархических уровнях исследуемой системы. Процесс моделирования закономерностей в системе оценки качества транспортного обслуживания соответствует условиям информационной ситуации функционирования ГПТОП и обеспечивает логистическое единство в системе взаимодействия различных видов транспорта общественного пользования по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения. Преимуществом данного математического алгоритма является: возможность синтезировать новые состояния логистической системы ГПТОП, согласующие локальные и нередко противоречивые цели функционирования отдельных подсистем в единую эффективную модель управления данными; возможность обеспечивать координацию между всеми элементами многоуровневой логистической системы ГПТОП для формирования единой целенаправленной функции ценности достижения требуемого уровня качества;

возможность обеспечивать способность системы проактивно реагировать на изменения вектора возмущений внешнего факторного пространства в пределах допустимых отклонений нормативных индикаторов оценки качества транспортного обслуживания населения варьируя параметрами оптимизации и т.д.

4. Разработаны алгоритмы и ПО, позволяющие автоматизировать процесс оценки качества транспортного обслуживания населения для текущих значений показателей в логистической системе взаимодействия различных видов транспорта. Основное назначение разработанных алгоритма и ПО состоит в обосновании и оценке проектных решений территориального и транспортного планирования и может быть использовано при оптимизации процессов взаимодействия отдельных видов транспорта в ЛИС транспортного обслуживания населения.

5. Для апробации метода оценки качества обслуживания пассажиров произведен вычислительный эксперимент с применением разработанного ПО в логистической информационной системе взаимодействия видов транспорта (автобус, трамвай и троллейбус) при перевозке пассажиров в ГПТОП в Ленинградской области РФ, подтверждающий объективность разработок исследования в логистической системе взаимодействия видов транспорта.

6. Разработан системный индекс эффективности отдельных видов транспорта, обеспечивающий поддержку принятия решений по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения, необходимые при определении приоритетов, цели и задач транспортного обслуживания населения субъектов Российской Федерации при организации регулярных перевозок пассажиров.

## ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

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

1. Анализ состояния и направлений развития пассажирских логистических систем при взаимодействии различных видов транспорта/ А. А. Акулов, М. Г. Плетнёв, А.В. Подгорный // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2025. – № 4 (83). – С. 79–88.
2. Оценка качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта/М. Г. Плетнёв, А. А. Акулов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2025. – № 4(83) 2025, стр. 89-95.
3. Социально-транспортное рейтингование сервисов ИТС / М. Н. Вражнова, М. Г. Плетнев, А. А. Пахомова // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 2(81). – С. 104-111. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-2(81)-104-111.
4. Использование интеллектуальных транспортных систем как инструмента аудита безопасности дорожного движения / А. И. Воробьев, М. В. Гаврилюк, М. Г. Плетнев // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2021. – № 2(65). – С. 81-87.

### Научные статьи в изданиях Scopus и РИНЦ и сборниках трудов научных конференций.

1. P. I. Pospelov, M. G. Pletnev, A. V. Podgorny, A. A. Akulov and A. G. Zaitsev, "Service Model of Megalopolis Traffic Flow Management," 2024 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex (TIRVED), Moscow, Russian Federation, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/TIRVED63561.2024.10769873.
2. Интеллектуальная система обеспечения безопасной эксплуатации транспортных средств и управления перевозочным процессом в мегаполисе / Е. А. Карелина, М. Г. Плетнев, А. О. Меренков // Научно-исследовательские публикации. – 2024. – № 3. – С. 7-15. – EDN AJWPIJ.
3. Плетнев, М. Г. ИТС в процессах управления безопасным и сервисным движением / М. Г. Плетнев, С. В. Жанказиев // XIV Всероссийская мультikonференция по проблемам управления МКПУ-2021 : Материалы XIV мультikonференции в 4 томах, Дивноморское, Геленджик, 27 сентября – 02 2021 года. Том 4. – Ростов-на-Дону - Таганрог: Южный федеральный университет, 2021. – С. 158-161. – EDN NXVHMT.

### Свидетельства.

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023661320 Российская Федерация. «Программа обработки данных с видеодетектора для оценки соблюдения ПДД транспортного средства»: заявл. 16.05.2023: опубл. 30.05.2023 / М. Г. Плетнёв; заявитель М. Г. Плетнёв.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024663886 Российская Федерация. Программа для анализа динамики транспортного потока и оценки индекса Хёрста с возможностью выборочного анализа данных: № 2024663158: заявл. 13.06.2024: опубл. 13.06.2024 / П. И. Смирнов, М. Ю. Карелина, М. Г. Плетнев, Р. О. Судоргин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет».

---

Подп. в печ. 19.02.2026. Формат 60x90/16. Объем 1 п.л.

Бумага офисная. Печать цифровая.

Тираж 100 экз. Заказ №

---

ФГБОУ ВО «Государственный университет управления»  
Издательский дом ФГБОУ ВО «ГУУ»  
109542, Москва, Рязанский проспект, 99, Учебный корпус, ауд. 161  
Тел./факс: (495) 377-97-44, e-mail: id@guu.ru  
www.guu.ru