

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УПРАВЛЕНИЯ»
(ГУУ)

На правах рукописи



Плетнёв Максим Геннадьевич

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

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук
Акулов Алексей Андреевич

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА.....	14
1.1 Анализ текущего состояния и выявление проблем при организации пассажи́рских логистических транспортных систем в РФ	14
1.2 Анализ информационного состояния и структуры индикаторов системы оценки качества транспортного обслуживания населения.....	24
1.3 Анализ нормативной базы, регламентирующей индикаторы и критерии в системе оценки качества транспортного обслуживания населения	36
Выводы по первой главе.....	43
2 РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДСКИМ ПАССАЖИРСКИМ ТРАНСПОРТАМ.....	45
2.1 Логистические принципы построения системы оценки качества обслуживания населения городским пассажирским транспортом.....	45
2.2 Логистическая информационная система оценки качества транспортного обслуживания населения	55
2.3. Факторы влияния в системе оценки качества транспортного обслуживания населения.....	66
Выводы по второй главе.....	75
3 РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ ТРАНСПОРТА.....	78
3.1 Разработка структуры системы оценки качества транспортного обслуживания населения.....	79

3.2 Математическая модель определения отклика функции эффективности различных видов транспорта в системе оценки качества транспортного обслуживания населения	86
3.3 Алгоритмы программного обеспечения системы оценки качества транспортного обслуживания населения.....	92
Выводы по третьей главе.....	95
4 АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ ТРАНСПОРТА.....	98
4.1 Исходные данные для проведения вычислительного эксперимента по оценке качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта.....	99
4.2 Расчёт показателей оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта.....	104
4.3 Результаты расчёта показателей оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта.....	105
4.4 Индексы оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта	114
Выводы по четвёртой главе.....	118
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	121
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	124
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	125
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	139
<i>Приложение А. Эффективность отдельных видов транспорта на 2-ом уровне системы оценки качества обслуживания пассажиров в подсистеме «Комфортность».....</i>	<i>140</i>

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В последние десятилетия в Российской Федерации 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 этого 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. Поэтому 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 Российской Федерации 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 жителей в крупных городах в пользу общественного транспорта является обоснование, разработка и внедрение мероприятий по повышению качества обслуживания населения. В научной, производственной среде и экспертной среде сегодня существует единое мнение, что качество транспортного обслуживания населения является сложным свойством, содержащим большое количество признаков с противоречивым целеполаганием, требующим 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 содержащие модели определения векторной оценки повышения эффективности по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения. Поэтому разработка научно-обоснованных методов, повышающих при их внедрении системную эффективность в сложной организационной структуре логистического взаимодействия различных видов транспорта общественного пользования, 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 Р.М. 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 качества пассажирских перевозок в изменяющихся условиях внешней среды и при максимально возможном учете факторного пространства, влияющего на удовлетворенность потребителей качеством услуг ГПТОП с помощью специальных математических методов. При этом большинство авторов рекомендует применять при определении уровня качества транспортного обслуживания либо методы экспертного оценивания, либо модели получения комплексных показателей качества. И в первом, и во втором 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 исследования 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 информационной неопределенности.
4. Разработать программное обеспечение (ПО), автоматизирующее процедуру оценки качества перевозки пассажиров при взаимодействии различных видов транспорта.
5. Произвести 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, 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 критериям 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:

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) Нормативная и регламентирующая база по оценке качества транспортного обслуживания населения во взаимодействии различных видов транспорта в РФ.
- 4) 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:

- 1) оценки существующего состояния транспортного обслуживания в субъекте РФ, а именно для калибровки моделей существующих систем транспортного обслуживания, расчёта значений показателей РСТО;
- 2) прогнозирования показателей перевозок пассажиров и транспортного спроса, а также составления прогнозной транспортной модели в части распределения пассажиропотоков по видам транспорта;
- 3) определения концептуальных вариантов транспортного обслуживания населения в субъекте РФ и выбора 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 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.

Достоверность 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 анализа 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 мультиконференция 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 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 в 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 FSFM-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 приложения с материалами, отражающими уровень практического использования результатов исследования. Работа изложена на 151 страницах основного машинописного текста.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТРАНСПОРТА

1.1 Анализ текущего состояния и выявление проблем при организации пассажирских логистических транспортных систем в РФ

В последние десятилетия в РФ и в 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. На первый взгляд кажется, что увеличение численности населения и его сосредоточение в крупных городах приводит к увеличению количества внутригородских поездок и равномерному, подчиняющемуся линейному закону, увеличению показателей мобильности населения. Статистические исследования, проведенные за рубежом, опровергают данное предположение. На рисунке 1.1 приведены зависимости количества поездок жителей в год от численности населения города, полученные на основе изучения транспортного спроса населения в крупных европейских городах (мегаполисах). Оказывается, что количество поездок жителей линейно растет в зависимости от численности населения города, только если оно не превышает ориентировочно 500 тыс. человек. При превышении этого значения и приближении количества жителей к 1 млн. человек количество возможных и осуществляемых поездок населения приближается к некому пределу, определяемому в первую очередь индивидуальными возможностями транспортной инфраструктуры городов по обеспечению требований к транспортной мобильности общества.

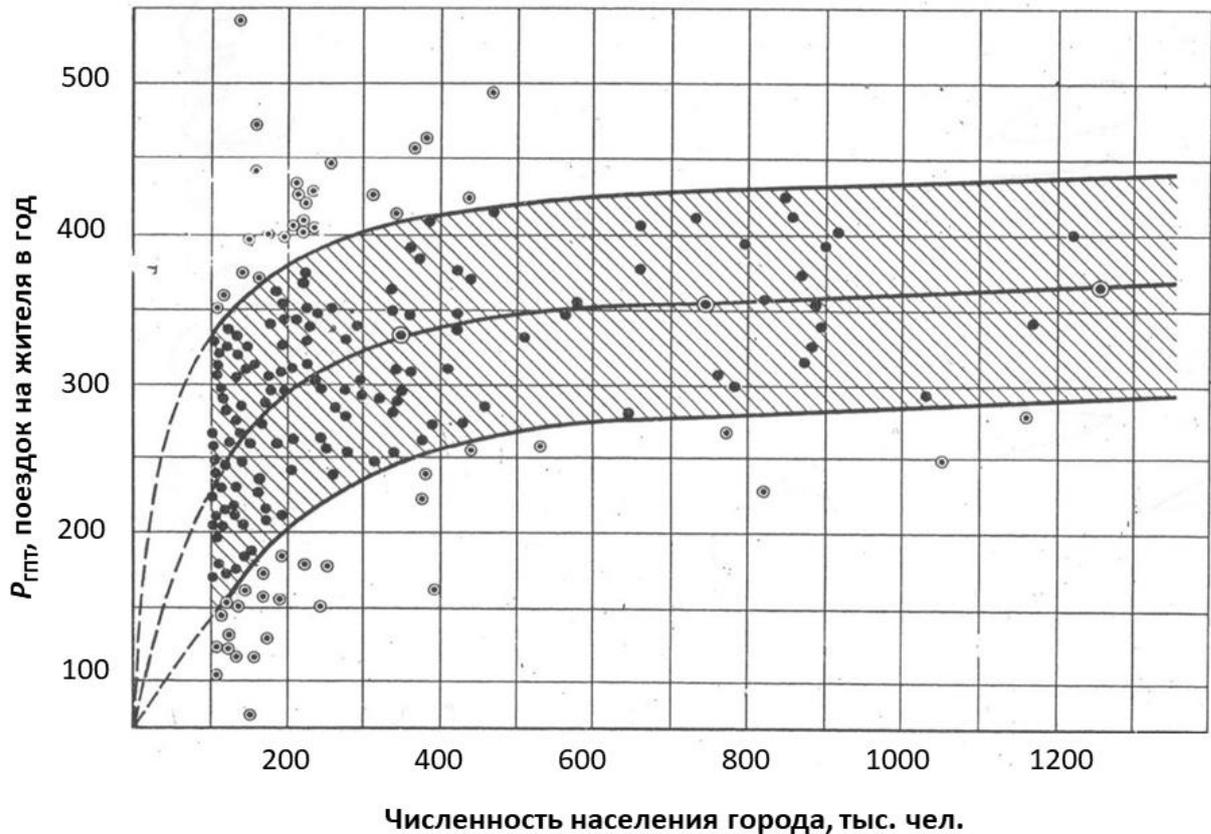


Рисунок 1.1 – Зависимость количества поездок жителей на ГПТОП от численности населения города. Источник: [1]

Конечно, основным фактором, определяющим эффективность функционирования и взаимодействия большинства городских транспортных систем, является потенциал городского пространства. Именно он выступает в качестве ресурса практически во всех пространственных моделях размещения городских объектов и объектов транспортной инфраструктуры. На рисунке 1.1 отражено состояние, когда ресурс пространственного размещения объектов городской среды и возможностей приближается к своему лимиту. В этом случае определится проблема отрицательных последствий общегородского масштаба, преодоление которой требует компенсации её техническими средствами транспортной системы, а соответственно колоссальными затратам времени и средств.

Первый аспект проблемы – это несбалансированность между рабочими местами и трудовыми ресурсами, приводящая к неоправданным межрайонным пассажирским и транспортным потокам, для реализации которых требуются не только технические средства и капитальные вложения, но и часто крупные градостроительные мероприятия. Именно такой недостаток становится необратимым, так как могут отсутствовать необходимые территориальные резервы из-за поведения массовой жилой застройки в очень короткие сроки, что особенно было характерно для отечественной парадигмы развития крупных городов в последние десятилетия. Размещение объектов жилой застройки и систем их обслуживания, без учета реального суточного распределения населения по территории города, приводит к дополнительным затратам времени, к резким перепадам транспортного давления на объекты транспортной инфраструктуры и, как следствие, к неоправданным потерям её мощности.

Вторым важным аспектом проблемы являются последствия в виде снижения потенциала городской мобильности (подвижности) населения и исчерпание ресурсов объектов транспортной инфраструктуры. В результате развиваются отрицательные тенденции, выражающиеся в «перетекании» пассажиропотоков на индивидуальные транспортные средства:

- 1) Активный рост количественного состава (численности) индивидуальных транспортных средств (личного транспорта), не относящихся к транспорту общего пользования. В среднем их количество варьируется в пределах от 300 до 600 авт./ 1000 чел. При этом данный показатель необходимо рассматривать в контексте территориальных условий конкретного города, то есть какое количество площади может быть предоставлено одному автомобилю с учетом исторически сложившегося пространства улично-дорожной сети (УДС). Например, г. Москве этот показатель приближается к 380 авт./1000 чел., а в г. Нью-Йорке приближается к 600 авт./1000 чел., но исходя из возможностей УДС предел возможностей мобильности населения в г. Москве наступит гораздо раньше, чем в г. Нью-Йорке. (рисунок 1.2).

- 2) Изменение в составе и качественное разнообразие индивидуального транспорта. Помимо личных автомобилей активно внедряются в УДС немеханизированные и механизированные средства индивидуальной мобильности (СИМ) и т.п. [2]

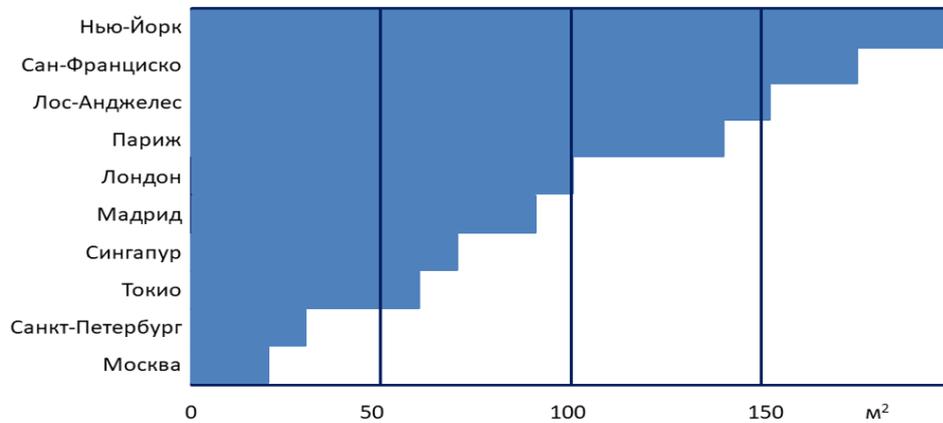


Рисунок 1.2 – Показатели удельной площади УДС, приходящаяся на один автомобиль в различных городах мира. Источник: [1]

В результате влияния на показатели городской мобильности населения перечисленных основных факторов и множества других, сопряжённых с ними, сложилась общемировая тенденция, сформированная в виде закономерности и представленной на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Взаимовлияние показателей уровня автомобилизации и мобильности населения. Источник: [3].

Анализ данной тенденции позволяет сделать заключение, что несбалансированное развитие (преобладание одного вида транспорта над другими) и неуправляемое состояние (появление новых средств мобильности) системы городской мобильности приводит к насыщению транспортного потока. Такое насыщение приводит к агрессивной эксплуатации исторически сложившейся транспортной инфраструктуры города и приводит к ситуации, когда транспортная ситуация необратимо приводит к коллапсу на улично-дорожной сети города. В г. Москве такое состояние стало реальным уже в 2010 г (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Проявления критического состояния системы управления (или её отсутствия) в г. Москве. Источник: [4].

Выход из сложившегося в 2010 г. критического состояния транспортной мобильности населения в г. Москве стоил в буквальном смысле гигантских финансовых вложений и расхода бюджетных средств. Приведем данные по первым 8-ми статьям расхода бюджета г. Москвы с 2012 по 2022 гг. в таблице 1.1. [5]. Мы видим, что расходы по статье «Развитие транспортной системы» значительно доминируют над другими статьями в общем объеме расходов, причем такими социально значимыми, как: «Социальная поддержка жителей города Москвы», «Развитие здравоохранения», «Развитие образования» и т.д.

Количество выделенных денег на развитие транспортной системы г. Москвы превышает все остальные бюджетные траты как в абсолютных показателях (в 2022 г. – 816,9 млрд. руб.), так и в относительных значениях (среднегодовой темп прироста – от 8,3 до 13,8 %). [5].

Таблица 1.1 – Основные статьи расходов бюджета Москвы с 2012 по 2022 гг., млрд. руб. Источник [5].

Показатель	2012	2015	2019	2020	2021	2022	Среднегодовой темп прироста, %	
							2012–2019	2019–2022
Государственные программы, всего	1356,2	1447,8	2522,4	2846,1	3298,0	3425,8	9,5	10,9
Из них:								
«Развитие транспортной системы»	269,9	321,2	643,3	691,9	775,5	816,9	13,8	8,3
«Социальная поддержка жителей города Москвы»	326,2	344,5	488,4	590,9	580,9	592,3	6,1	7,1
«Развитие здравоохранения города Москвы» («Столичное здравоохранение»)	204,9	190,5	320,7	570,3	590,9	558,2	7,5	25,3
«Развитие образования города Москвы» («Столичное образование»)	248,2	243,9	333,5	353,4	410,1	445,2	4,5	10,2
«Жилище»	108,2	83,9	147,4	104,6	311,7	195,0	11,1	43,8
«Экономическое развитие и инвестиционная привлекательность города Москвы»	12,5	24,2	111,8	87,9	112,9	166,7	42,7	
«Развитие цифровой среды и инноваций»	38,5	49,3	88,0	120,2	123,4	159,3	12,8	22,8
«Безопасный город»	17,5	16,8	34,2	37,8	39,2	119,3	12,3	72,9

Важно подчеркнуть, как распределяются выделяемые бюджетные средства внутри самой программы «Развитие транспортной системы». В программе «Развитие транспортной системы» содержится 10 подпрограмм, которые также неоднородны по объемам финансирования (рисунок 1.5). Две из них «Общественный транспорт «Метрополитен» и «Автомобильные дороги и улично-дорожная сеть» существенно доминируют по объемам финансирования над всеми остальными восемью подпрограммами [6]. Это закономерно, так как именно эти две подпрограммы и два направления определяют мощности и ресурс городской транспортной системы по обеспечению транспортной подвижности населения и требуют колоссальных затрат времени и капитальных вложений в условиях насыщения УДС.

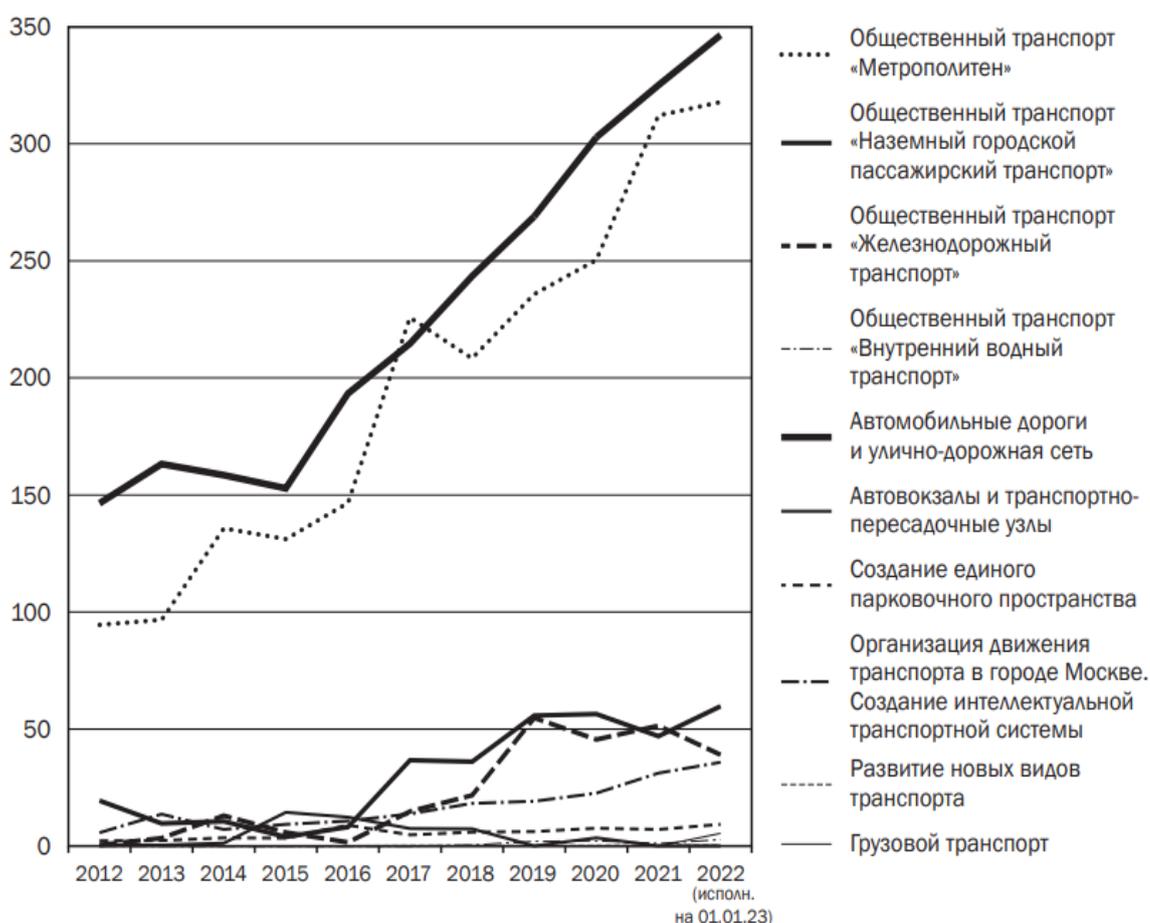


Рисунок 1.5 – Структура расходов государственной программы Москвы «Развитие транспортной системы с 2012 по 2022 гг., млрд. руб. Источник [5].

Благодаря предпринятым активным в области транспортной системы и транспортной инфраструктуры и значительным бюджетным затратам в г. Москве к началу 2020-х годов удалось стабилизировать ситуацию и не допустить наступления предельного состояния транспортной мобильности населения. Более того, удалось улучшить ряд показателей, определяющих отдельные индикаторы эффективности транспортной системы, таких как «средняя скорость движения личного транспорта», «количество пассажирских мест в общественном транспорте», «доля людей, пользующихся различными видами транспорта» и т.д. (таблица 1.2) [7]. Причем последний показатель «доля людей, пользующихся различными видами городского транспорта» имеет важнейшее значение для определения уровня показателей городской мобильности и затрат городского бюджета (в процентах) на транспортную систему (рисунок 1.6) [8].

Таблица 1.2 – Результаты реализации Транспортной стратегии в г. Москве с 2010 по 2020 гг. Источник [7,9]

Показатель	2010 г. (факт)	2019 г. (факт)	Темпы роста в 2010-2019 гг., в %	2020 г. (план)
Средняя скорость личного транспорта на основных магистралях, км/ч	45	54	120,0	54
Среднее время в пути от МКАДа до центра города на городском транспорте, мин	67,0	56,0	83,6	55,0
Количество погибших в ДТП на 100 тыс. населения, чел.	6,6	3,5	53,0	3,3
Среднее время в очереди на приобретение проездных билетов в час пик, мин	7,0	2,2	31,4	2,2
Количество пассажирских мест в городском транспорте, млн мест в сутки	35,6	38,4	107,9	38,8
Выполнение расписания наземным транспортом по выделенной инфраструктуре, в %	76,0	97,0	127,6	98,0
Количество станций рельсового транспорта (метро, МЦК, МЦД), шт.	182	320	175,8	334
Доля людей, пользующихся разными видами городского транспорта, в %	62,0	70,0	112,9	71,0
Доступность метро в радиусе 1,2 км, в % населения	54,5	64,3	118,0	64,6
Доступность метро в радиусе 2,2 км, в % населения	79,0	88,8	112,4	89,3

* – Здесь и далее результаты развития транспортного комплекса Москвы оцениваются без учета фактических значений за 2020 г., что связано с негативным влиянием пандемии коронавируса на исполнение документов стратегического планирования в транспортной сфере в 2020 г.

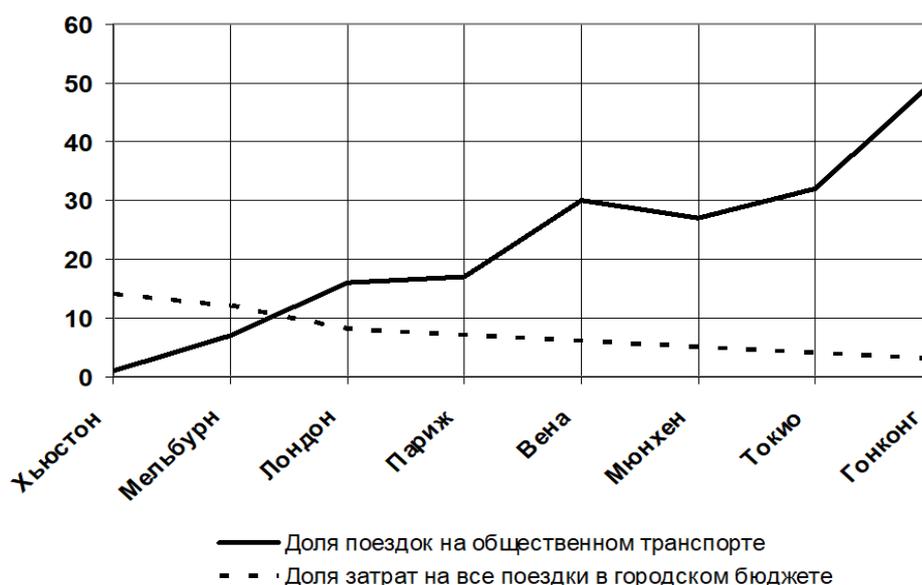


Рисунок 1.6 – Зависимость затрат городского бюджета (в процентах) на транспортную систему от доли поездок населения на транспорте общего пользования. Источник [1, 8]

Фактически, если показатель «доля людей, пользующихся различными видами городского транспорта» приближается к значению 60% и выше, то тогда можно говорить о создании благоприятных условий и высокого качества транспортных услуг населению. Неслучайно в мировом рейтинге оценки качества транспортных услуг г. Москва находится на одном из лидирующих положений. С 2010 по 2020 гг. транспортный комплекс Москвы прогрессировал опережающими темпами по сравнению с другими крупнейшими мегаполисами мира по уровню развития транспорта: Стамбулом, Лондоном, Мехико и т.д. (рисунок 1.7) [7]. Исследования проводились с учетом индекса качества транспортных услуг, измеряемого в баллах. Значения индекса находятся в пределах от 1 до 10, где значение «10» присваивается наиболее высокому уровню транспортного развития транспортного комплекса [7].

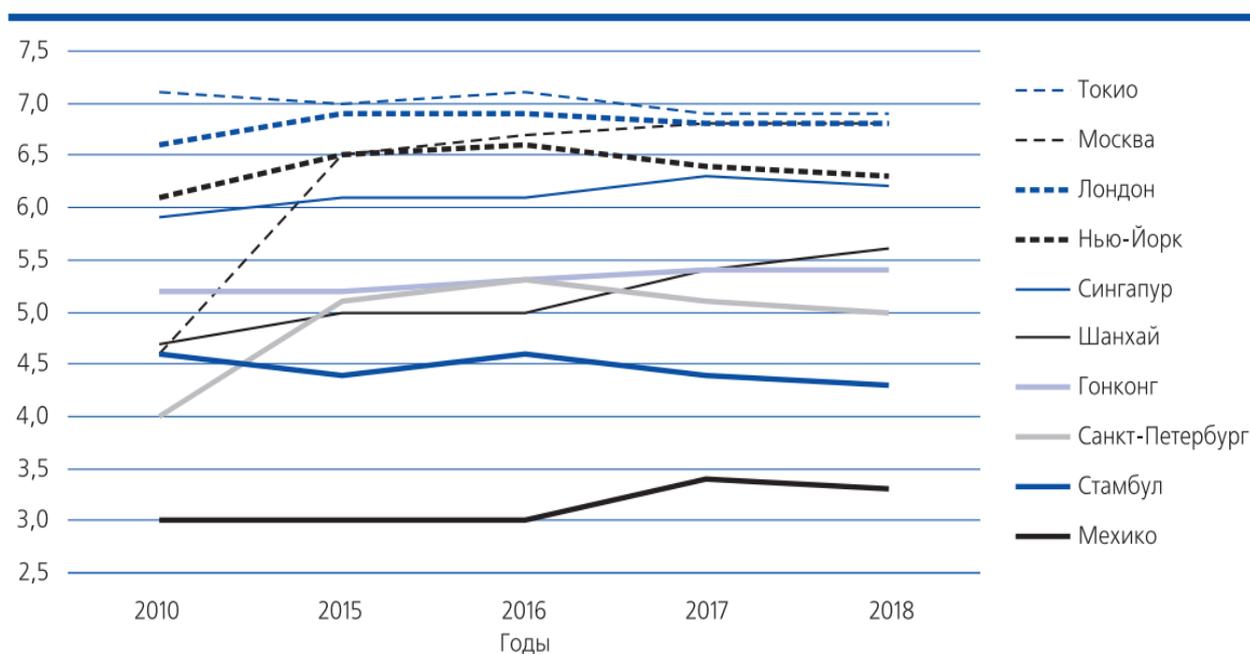


Рисунок 1.7 – Значение индекса развития транспортного комплекса ведущих мегаполисов мира. Источник [7,10]

В последующие годы, начиная с 2019 и по 2022 гг., тенденция на улучшение показателей транспортной мобильности населения находится во «взвешенном» состоянии, исключая данные по годам, приходящимся на пандемию коронавируса (рисунок 1.8).

Пассажиропоток общественного и личного транспорта в 2021 году

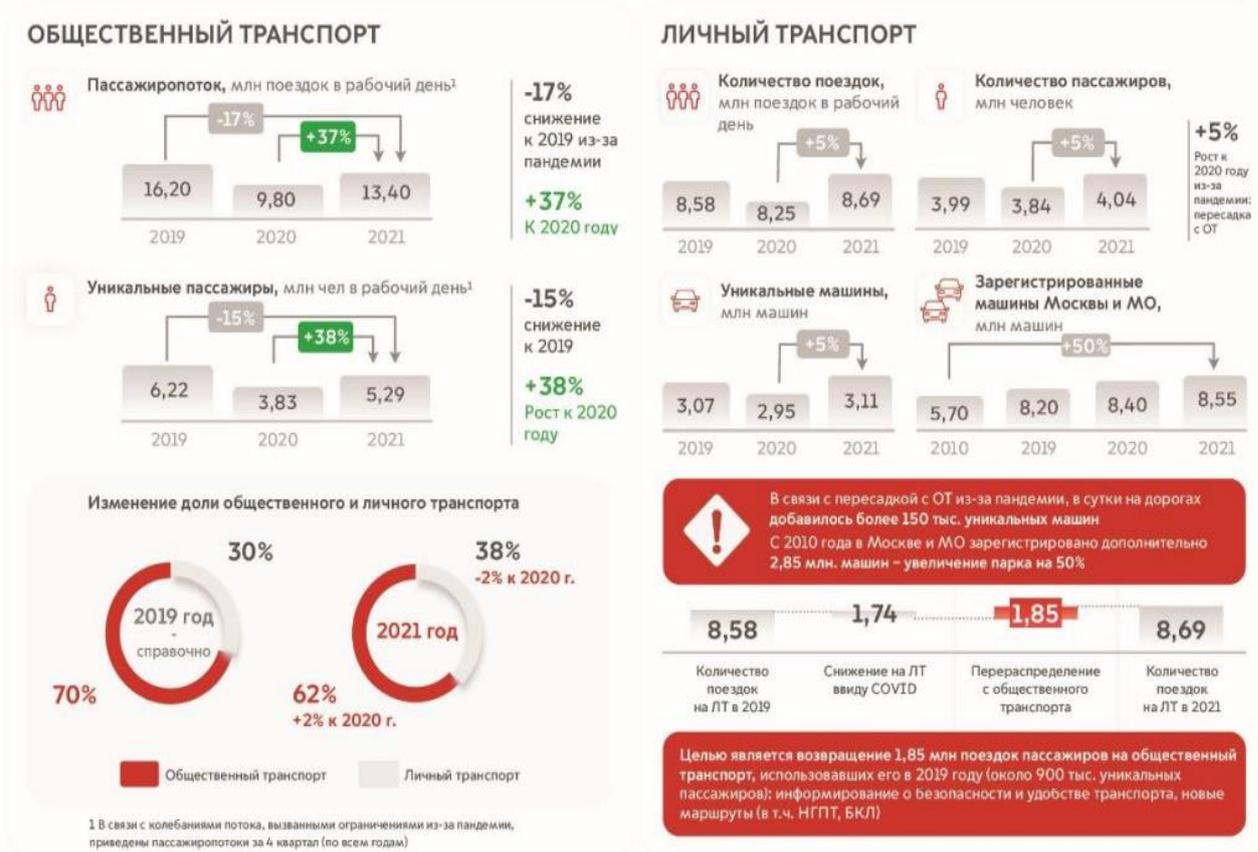


Рисунок 1.8 - Сравнение пассажиропотоков общественного и личного транспорта с 2019 по 2021 год. Источник [3]

Можно сказать, что система находится в состоянии «равновесия», с незначительным тяготением населения в пользу перемещений на индивидуальных видах транспорта [3]. В данных условиях ключевое значение приобретает систематизация подходов к решению задач, которая характеризуется тем, что, с одной стороны, каждый элемент системы выполняет максимально эффективно свои функции, а, с другой стороны, эффективность отдельных элементов должна быть сбалансирована в рамках общего целеполагания системы. 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 среде и экспертной средесегодня существует единое мнение, что качество транспортного обслуживания населения является сложным свойством, содержащее большое количество признаков с противоречивым целеполаганием, требующее 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. Добиться такого взвешенного подхода в условиях многокритериальности целеполагания, многоуровневости и иерархичности исследуемой системы ГПТОП при достаточно большом количестве элементов, входящих в систему, возможно только с применением строгих аналитических методов управления сложными системами.

1.2 Анализ информационного состояния и структуры индикаторов системы оценки качества транспортного обслуживания населения

Важнейшей функциональной системой, связывающей воедино все территории является система городского транспорта. Именно, благодаря наличию транспортной системы огромные транспортные пространства современных мегаполисов, линейные размеры которых превышают 3...4 км, оказываются вовлеченными социально-экономическую систему. Более того, в современных условиях (на примере г. Москва и г. Санкт-Петербург) можно сказать, что социальные границы города, в пределах которых совершаются регулярные трудовые, культурно-бытовые и рекреационные интенсивные передвижения населения, уже не совпадают с административными границами мегаполисов.

Наличие в современных крупных городах и их агломерациях различных функциональных систем пассажирского транспорта (куда уже включаются новые виды мобильности), существующая неравномерность их распределения по территории порождают многообразие технологических видов перемещений, различных по назначению, времени совершения, продолжительности и мощности соответствующих пассажирских потоков. Данное многообразие в соответствии с теорией информационных систем (ТИС) формирует значительную степень неопределенности информационных, затрудняющих исследование, систем ГПТ. Можно выделить несколько групп ситуации информационной неопределенности (ИН) в сложной системе ГПТ:

- 1) Группа 1. Ситуация ИН, порождаемая слишком высокой и недоступной «платой» за получение определенности, то есть, когда количество технологических, организационных и научных ресурсов для сбора достоверной информации о пассажиропотоках, состоянии пропускной способности транспортной инфраструктуры, состоянии городской транспортной инфраструктуры.
- 2) Группа 2. Ситуация ИН, вызываемая поведением так называемой внешней среды, и проявляющаяся в непредсказуемом изменении вектора факторного пространства внешних возмущений. Как правило, в системах ГПТОП она проявляется в виде изменений значений пассажиропотоков во времени и по сезонам года, при изменениях в социальной-трудовой структуре транспортных корреспонденций и т.д.
- 3) Группа 3. Ситуация ИН, вызванная поведением внутренней среды в достаточно сложных многоуровневых производственных системах с большим количеством управляемых объектов (значительное количество транспортных предприятий различных форм собственности и т.д.).
- 4) Группа 4. Ситуация ИН, генерируемая большим числом объектов или элементов, включаемых в исследуемую информационную ситуацию (значительное количество подвижного состава различных видов транспорта в системе ГПТОП);

- 5) Группа 5. Ситуация ИН, вызванная отсутствием или неприменением объективных научных методов или апробированных научных подходов, необходимых для решения поставленных в исследовании системы ГПТОП задач. В данном случае речь идет о распространенных, но субъективных методах экспертного оценивания для определения структуры и значимости показателей качества транспортного обслуживания [11,12,13].

Еще одной принципиальной сложностью при проектировании и управлении системой ГПТ является необходимость организации пассажирских перевозок в мегаполисе, обеспечивающих надежный уровень транспортного обслуживания населения, с одной стороны, и наиболее эффективной работы видов транспорта – с другой. В этом случае определяется необходимость применения логистического подхода, дифференцируемого на отдельные задачи:

1. Создание, как минимум трехступенчатой (многоуровневой) структуры системы пассажирского транспорта агломерации в соответствии с характером, протяженностью и продолжительностью основных транспортных тяготений населения: агломерационных (типа город – пригород), магистральных внутригородских (типа периферийный район – центр) и локальных внутригородских (внутрирайонных и между соседними районами). По мере перехода от высшего (агломерационного) уровня к низшему (локальному) снижаются и основные параметры каждой из подсистем.
2. Рациональное использование каждого вида транспорта общественного пользования с отнесением его к одной из трех основных подсистем (если она организована по технологическому принципу), отвечающих его провозной способности, скорости сообщения и плотности транспортной сети.
3. Обеспечение эффективного взаимодействия всех видов транспортных подсистем путем терминалов контактного взаимодействия (пересадочных узлов), планировочные решения которых способствуют совершению быстрой, удобной, и безопасной поездки.

4. Обеспечение приоритета общественного транспорта перед индивидуальным во внутригородском и пригородно-городском сообщении, несмотря на значительное возрастание удельного веса индивидуального транспорта в осуществлении пассажирских перевозок.
5. Преимущественное развитие внеуличных скоростных видов пассажирского транспорта (метрополитен, МЦД и пр.), представляющих собой структурную основу для всей системы ГПТОП, в целях компенсации продолжающегося роста населения крупных городов и протяженности трудовых корреспонденций, связывающих новые застройки с общегородским центром и центрами трудовой занятости.

Перечисленные особенности функционирования системы ГПТ, а именно, наличие ситуаций ИН и сложности её структуры требуют систематизированного логистического подхода при организации эффективного управления. Среди приведенных логистических задач 1-я, 2-я, 3-я и 5-я в большей степени относятся к задачам, которые необходимо решать при проектировании системы ГПТ вкупе с градостроительными решениями и требуют значительных капитальных вложений. Четвертая задача – задача обеспечения приоритета общественного транспорта перед индивидуальным во внутригородском и пригородно-городском сообщении отчасти является производной от остальных, но при этом существуют возможности её решения непосредственно в процессе функционирования системы ГПТ посредством ряда мероприятий:

- организация приоритетного движения путем общественного транспорта в системе ГПТ путем выделенных полос движения по УДС (рисунок 1.9 а и б);
- организации эффективной системы информирования пассажиров о режимах движения транспортных средств;
- формирование удобных режимов движения подвижного состава путем сокращения интервалов его движения по расписанию;
- создание комфортных условий для перевозки пассажиров и т.д., [1, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

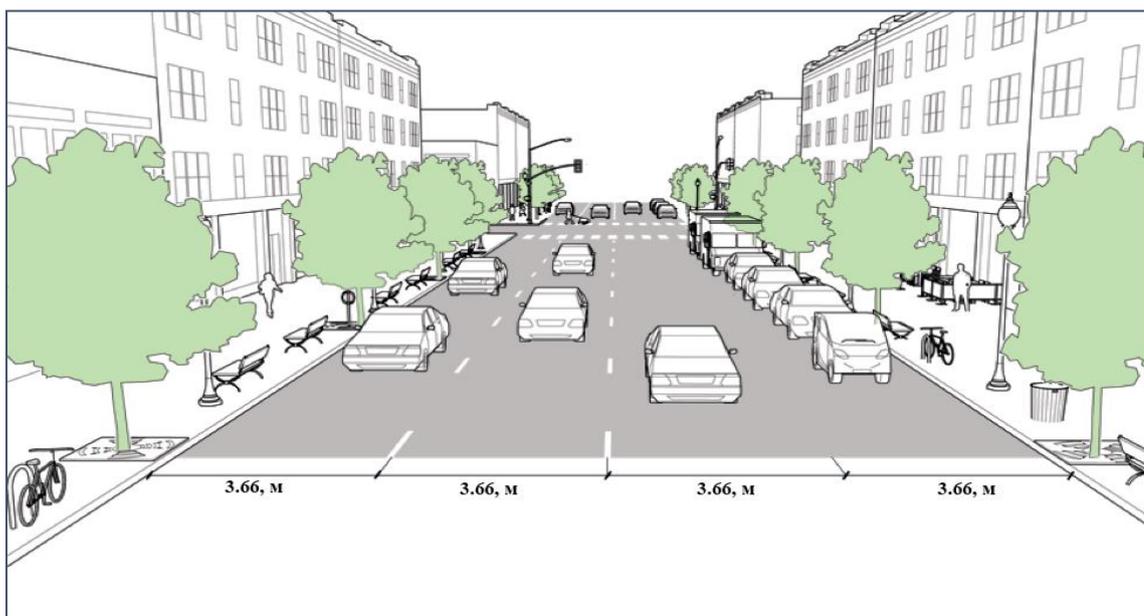


Рисунок 1.9 (а) - Улица одностороннего движения до реконструкции модели организации движения. Источник: [1]

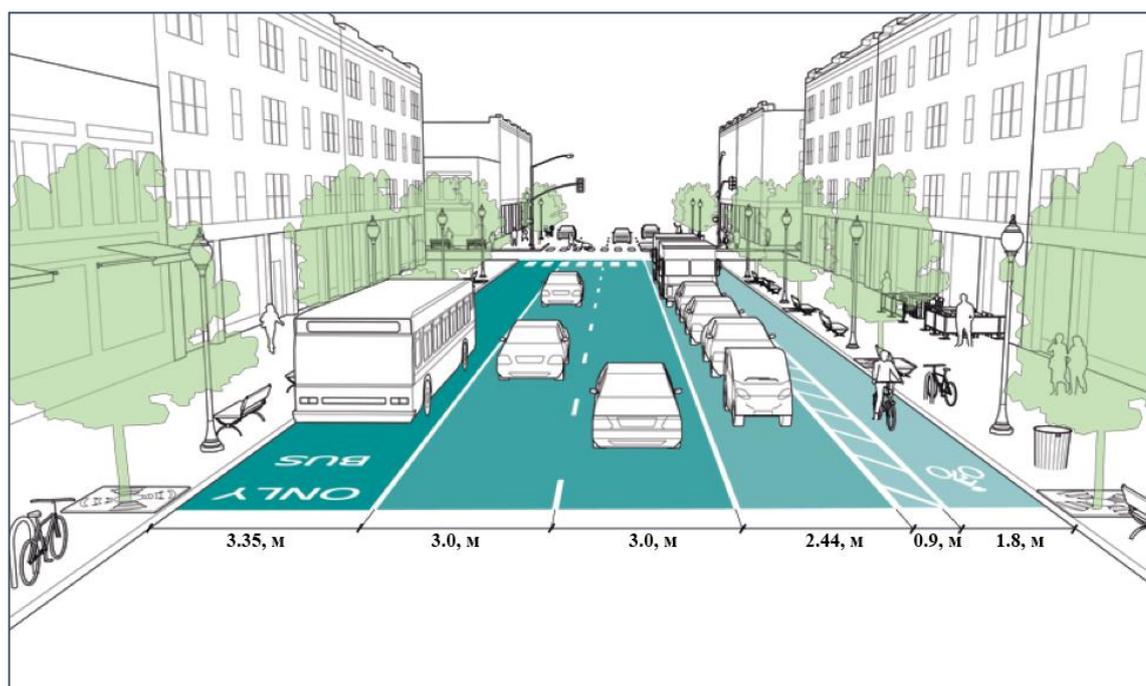


Рисунок 1.9 (б) - Улица одностороннего движения после реконструкции модели организации движения. Источник: [1]

Для успешной реализации задачи обеспечение приоритета общественного транспорта перед индивидуальным транспортом уже в процессе активного функционирования сложившейся структуры ГПТ необходима системная работа по оценке мероприятий, направленная на достижение планируемых результатов. Выполнять данную функцию может только эффективная система оценки качества

обслуживания пассажиров в логистической среде взаимодействия видов транспорта. Логистика управления в данном случае предполагает применение моделей управления и воздействия на систему, соответствующих уровню сложности прикладных задач и информационному состоянию системы ГПТОП, опирающихся на три базовых условия:

- 1) Условие 1. Эффективное управление возможно, только если оно опирается на систему показателей и индикаторов состояния системы, адекватно оценивающих все процессы в исследуемой системе. То есть система индикаторов и показателей качества должна полностью воспроизводить структуру исследуемой системы ГПТОП (в нашем случае быть многоуровневой и многокритериальной).
- 2) Условие 2. Система индикаторов и показателей качества должна быть полностью определена (установлены закономерности, связывающие систему оценки качества транспортного обслуживания в единое целое) с помощью методов, объективно отражающих присущую системе ГПТОП информационную ситуацию.
- 3) Условие 3. Методы, оценивающие качество обслуживания пассажиров, должны поддерживать логистическое единство в системе взаимодействия различных видов транспорта общественного пользования по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения.

Проанализируем данные условия в контексте современного состояния научной, методологической и нормативно технической базы, определяющие основы формирования системы оценки качества обслуживания пассажиров на данном этапе её развития.

По условию 1. Рассмотрим, выборочно, существующую систему индикаторов транспортной мобильности населения, отвечающих решению задачи обеспечения приоритета общественного транспорта перед индивидуальным во внутригородском. Общепринятым основным показателем, определяющим мобильность перемещения пассажиров в городской агломерации, считают величину коэффициента использования ГПТ.

Коэффициент использования транспорта ($\varphi_{\text{ГПТ}}$) определяет значение транспортной подвижности ($P_{\text{ГПТ}}$) в системе ГПТ:

$$P_{\text{ГПТ}} = \varphi_{\text{ГПТ}} \cdot P_{\text{тр}} \quad (1.1)$$

тогда

$$\varphi_{\text{ГПТ}} = \frac{P_{\text{ГПТ}}}{P_{\text{тр}}} \quad (1.2)$$

Входящий в формулу (1.1) измеритель $P_{\text{тр}}$ прямо пропорционален количеству поездок в системе ГПТ ($P_{\text{об}}$) с учетом среднего коэффициента использования транспорта $\varphi_{\text{тр}}$:

$$P_{\text{тр}} = \varphi_{\text{тр}} \cdot P_{\text{об}} \quad (1.4)$$

Значение коэффициента использования транспорта является интегральной величиной и зависит от большого количества факторов (рисунок 1.10) [1].
Например:

- Гистограмма (рисунок 1.10 а) – при значении 10 0000 населения города в зависимости от количества автомобилей приходящихся на 1000 чел (1 – 50 авт./1000 чел.; 2 – 50...150/1000 чел.; 3 – 150...500/1000 чел) значение коэффициента $\varphi_{\text{тр}}$ изменяется от 0,3 до 0,9;
- Гистограмма (рисунок 1.10 б) – при значении среднего времени передвижения около 30 мин. значение коэффициента $\varphi_{\text{тр}}$ изменяется от 0,6 до 0,9;
- Гистограмма (рисунок 1.10 в) – при значении средней длины поездки около 4 км. значение коэффициента $\varphi_{\text{тр}}$ изменяется от 0,5 до 1,0 в зависимости от скорости передвижения;
- Гистограмма (рисунок 1.10 г) – при значении средней длины поездки около 4 км. значение коэффициента $\varphi_{\text{тр}}$ изменяется от 0,8 до 1 в зависимости от плотности городской сети.

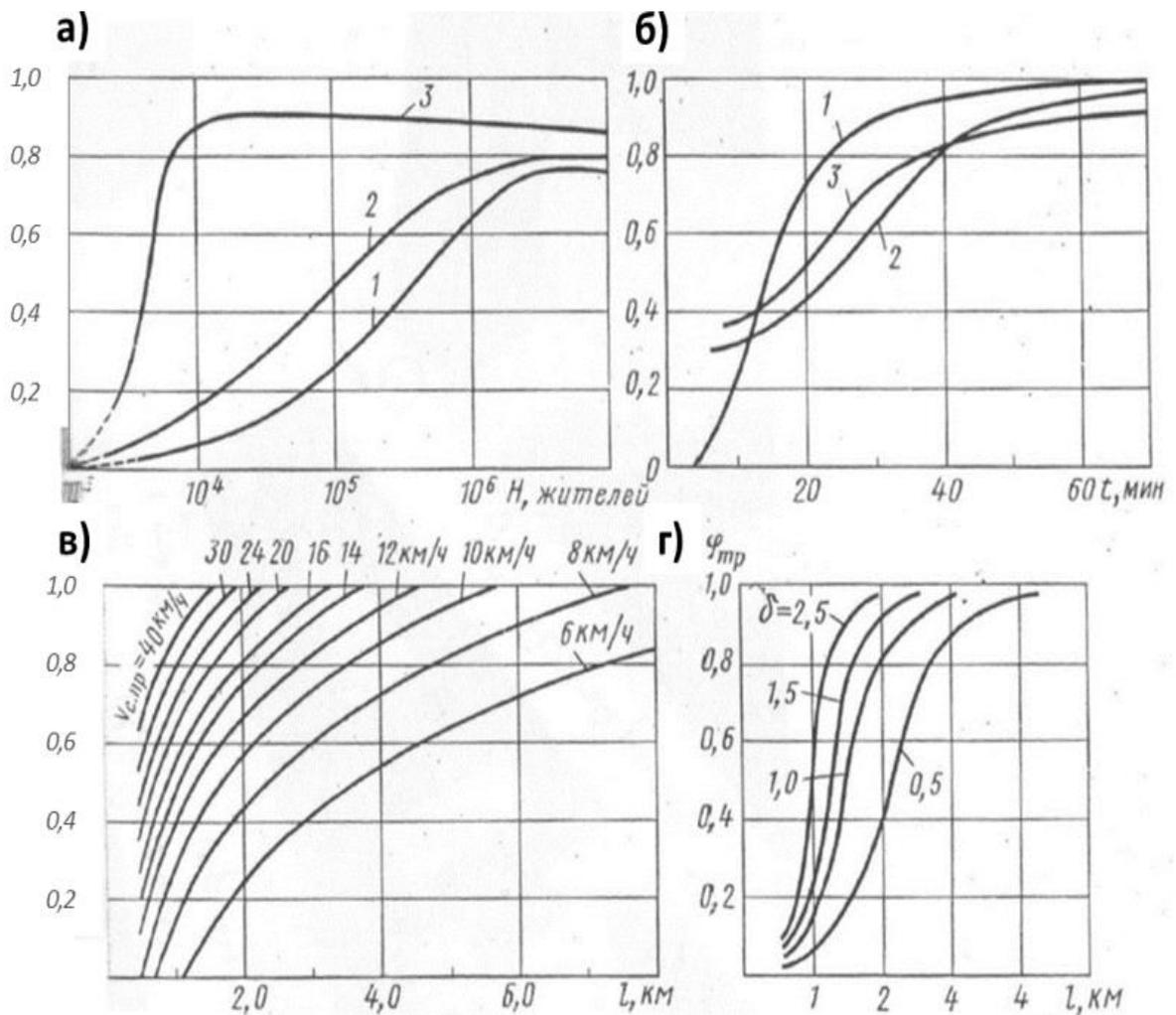


Рисунок 1.10 – Гистограммы зависимости $\varphi_{тр}$ от различных факторов:
 а) 1 – 50 авт./1000 чел.; 2 – 50...150/1000 чел.; 3 – 150...500/1000 чел.; б) от времени передвижения: 1 – трудовые; 2 – культурно-бытовые; 3 – учебные; в) от расстояния передвижения; г) от расстояния передвижения при различной плотности УДС. Источник: [1, 20, 21]

Анализ гистограмм на рисунке 1.10 (а, б, в, и г) показывает, что значение коэффициента $\varphi_{тр}$, а, следовательно, и значение $P_{ГПТ}$, получаемого с его помощью, является очень условной величиной. Разброс его значений в зависимости от влияния факторов внешней среды столь значителен, что говорить о достоверности результатов оценки эффективности ГПТ и качества обслуживания пассажиров при его применении не объективно. Более того, разброс значений $\varphi_{тр}$ подтверждает

тезис о том, что система ГПТ функционируют в условиях информационной неопределенности

Согласно представленной выше классификации групп ситуаций ИН, анализируемая ситуация относится ко 2-ой и 3-ей группам ИН, вызываемых изменениями значений пассажиропотоков во времени суток и по сезонам года, при изменениях в социальной-трудовой структуре транспортных корреспонденций и сложностью параметров в многоуровневых производственных системах с большим количеством управляемых объектов (значительное количество транспортных предприятий различных форм собственности и т.д.).

К основным управляемым факторам, позволяющим улучшить показатели транспортной мобильности населения, как правило, относят:

- качественные характеристики используемого подвижного состава; характеристики данного вида транспорта;
- характеристики, отражающие социально-экономический статус потенциальных пассажиров;
- характеристики, отражающие условия, сопровождающие непосредственно саму поездку.

Для снятия неопределенности (в рамках действия данных факторов) предлагают использовать комплексный коэффициент качества передвижения (K_i), определяющий выбор пользователем i -го вида транспорта, предполагая совместить в одном комплексном показателе перечисленные характеристики. Коэффициент качества передвижения (K_i) невозможно назвать полноценным инструментом управления в системе ГПТ.

Согласно структуре показателей, входящих в формулу (1.5), коэффициент (K_i) можно применять для оценки результатов проведенных мероприятий в системе ГПТ, но он не содержит управляемых индикаторов, с помощью которых можно организовать непосредственно само воздействие на систему.

$$K_i = s_{1i} + s_{2i}L + \frac{(s_{3i}L + s_{4i})}{D} \quad (1.5)$$

где s_{1i} – издержки времени на i -ом виде транспорта не зависящие от расстояния передвижения (час);

s_{2i} – издержки времени на i -ом виде транспорта на 1 км. передвижения (час.);

s_{3i} – затраты на i -ом виде транспорта на 1 км. передвижения (руб.);

s_{4i} – издержки на i -ом виде транспорта, не зависящие от расстояния (руб.);

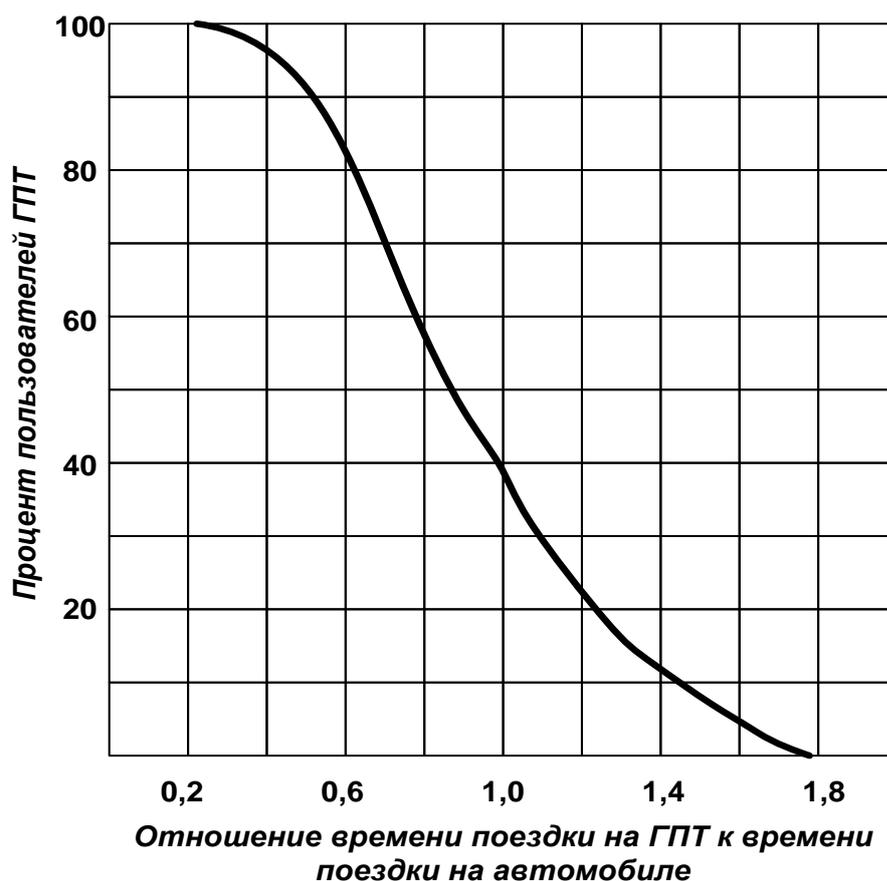
L – расстояние передвижения (км);

D – доход объекта передвижения (руб.);

К доминирующим факторам, определяющим выбор транспорта в пользу общественного, при совершении поездки большинство исследователей относят скорость сообщения [22, 23, 24, 25, 26].

На рисунке 1.11 представлен график, отражающий зависимость выбора в пользу общественного транспорта потенциальными пассажирами (измеряется в процентах от количества пользователей ГПТ) от времени поездки на индивидуальном автомобиле.

Согласно рисунку 1.11, время поездки на ГПТ в контексте выбора вида транспорта (общественный или индивидуальный), с одной стороны, является фактором, влияющим по процесс принятия решения потребителем транспортных услуг, и его относят к факторам, влияющим на качество системы ГПТ. В частности, он является одним из показателей, с помощью которого оцениваются индикатор трудность сообщения.



Рисунке 1.11 - График, отражающий зависимость выбора в пользу общественного транспорта в % потенциальными пассажирами от времени поездки на индивидуальном автомобиле. Источник: [1]

Индикатор трудность сообщения определяется, как:

$$t_c = \frac{l_{\Pi}}{v_c} \quad (1.6)$$

или

$$t_c = 2t_{\text{пеш}} + \sum t_{\text{ож}} + \sum t_{\text{пер}} + \sum t_{\text{тр}} \quad (1.7)$$

где t_c – затраты времени на передвижение, (час);

l_{Π} – протяженность маршрута, (км);

v_c – скорость сообщения (км/час);

$t_{\text{пеш}}$ – время, затрачиваемое пассажиром на передвижение к остановочному пункту и от него, (час);

$\sum t_{ож}$ - время, затрачиваемое пассажиром, на ожидание различных видов транспорта (час);

$\sum t_{тр}$ - время, затрачиваемое пассажиром, на перемещение на различных видах транспорта (час);

$\sum t_{пер}$ – время, затрачиваемое пассажиром, на переход с одного вида транспорта на другой (час);

С другой стороны, значение времени поездки на ГПТ само по себе является объективно существующим индикатором в системе ГПТ, на который влияют факторы внешней среды: интенсивность движения транспорта, состояние дорожного покрытия, сезонность, динамические изменения в величине пассажиропотока и т.д. В этом случае показатель протяжённость маршрута ($l_{п}$) является «входом» в исследуемую систему, а показатели затраты времени на передвижение (t_c) и скорость сообщения (v_c) производные от него величины, зависящие от неуправляемых значений влияния факторов внешней среды. Поэтому важно определить, какие конкретно индикаторы, показатели и критерии качества «заключить» в исследуемую систему оценки качества транспортного обслуживания населения: установить целеполагание критериев, разделить «входы» и «выходы» в систему ГПТ, разделить управляемые факторы от неуправляемых, определить понятие «отклик» на управляющую функцию и т.д.

Тогда требуются дополнительные исследования индикаторов (в соответствии с условием 1), адекватно оценивающих все сложные процессы в исследуемой системе ГПТ. То есть система индикаторов и показателей качества транспортного обслуживания населения должна полностью соответствовать по уровню сложности и воспроизводить многоуровневую по структуре и многокритериальную по функционалу систему ГПТ. Данный подход к организации системы качества транспортного обслуживания был положен в основу ряда нормативных документов государственного и отраслевого уровня, но требует дополнительного анализа.

1.3 Анализ нормативной базы, регламентирующей индикаторы и критерии в системе оценки качества транспортного обслуживания населения

Целевые показатели для определения качества транспортного обслуживания населения в системе ГПТ достаточно представлены в ряде нормативных документов, действующих в настоящее время.

В первую очередь это ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества» (введен в действие в 1997 г.) [27], где в качестве основных критериев качества пассажирских транспортных услуг **обозначены** критерии, содержащие следующие показатели:

- показатели информационного обслуживания,
- показатели комфортности,
- показатели скорости,
- показатели своевременности,
- показатели сохранности багажа,
- показатели безопасности
- могут быть учтены экономические показатели.

Отметим, что в данном документе **критерии обозначены, но не определены**, то есть отсутствует формализация показателей, а, соответственно, и критериев целеполагания. Лишь рекомендовано формализовать показатели и их методы выбора по отраслевым методикам, действующим на различных видах транспорта. Но в данном случае возникают трудности по приведению всех показателей в единую сбалансированную систему, и рассматривать данную систему качества транспортного обслуживания населения как логистическую практически невозможно из-за возможного отсутствия формального единства измерителей и методов их определения.

Важными являются замечания, которые сформулированы в ГОСТ 51004-96 и на которые мало обращают внимание исследователи при их применении на практике, являются следующие:

1. «Показатели качества должны быть стабильными», то есть: либо должны подчиняться законам распределения случайных величин (нормальному, логарифмическому и т.д.), либо методы, применяемые для исследования системы ГПТ и формирования рекомендаций по её развитию должны нивелировать возникающую неопределенность в силу отсутствия данного подчинения. Анализ информационных ситуаций в системе ГПТ показал то, что данное замечание в современных условиях имеет принципиальное значение.
2. «Способствовать системному повышению качества пассажирских перевозок», то есть показатели качества должны предполагать возможность управления ими через группу управляемых факторов. В данном случае термин системность указывает на необходимость применения многокритериальных моделей управления, предполагающих объективный учет противоречивого целеполагания субъектов системы качества транспортного обслуживания населения
3. «Исключить взаимозаменяемость показателей при комплексной оценке уровня качества пассажирских перевозок». То есть нельзя применять математический аппарат, предполагающий сведение ряда показателей в единый комплексный, так при этом «теряется» эффект от каждого показателя качества в отдельности.

В силу перечисленных недоработок и системной «недосказанности», затрудняющих создание единой системы качества транспортного обслуживания населения, был разработан следующий документ: Постановление Правительства РФ «Об утверждении требований к региональному стандарту качества транспортного обслуживания населения», вступившее в силу 1 марта 2024 года (рисунок 1.12) [28].



Рисунок 1.12 – Номенклатура показателей, характеризующих критерии качества регулярных перевозок в соответствии с РСТО. Источник: разработано автором на основании [28]

Представленная на рисунке 1.12 достаточно подробная номенклатура показателей, характеризующих критерии качества регулярных перевозок в соответствии с региональным стандартом транспортного обслуживания (РСТО), отличается от структуры показателей качества в ГОСТ Р 51004-96 и более систематизирована, в частности:

1. В отличие от ГОСТ Р 51004-96 все показатели в РСТО сведены в три основные группы, которые можно определить как критерии целеполагания высшего иерархического уровня.
2. Практически все показатели, исходя из их представления, могут быть достаточно просто формализованы, то есть иметь конкретное числовое значение, что определяет возможность избежать применения комплексных измерителей качества (рисунки 1.13, 1.14, 1.16, 17)
3. Изменена трактовка некоторых показателей, например, экономические показатели определены, как показатели ценовой доступности, а это означает то, что они определяют приоритет потребителя транспортных услуг над приоритетами организаций их предоставляющих (рисунок 1.14).

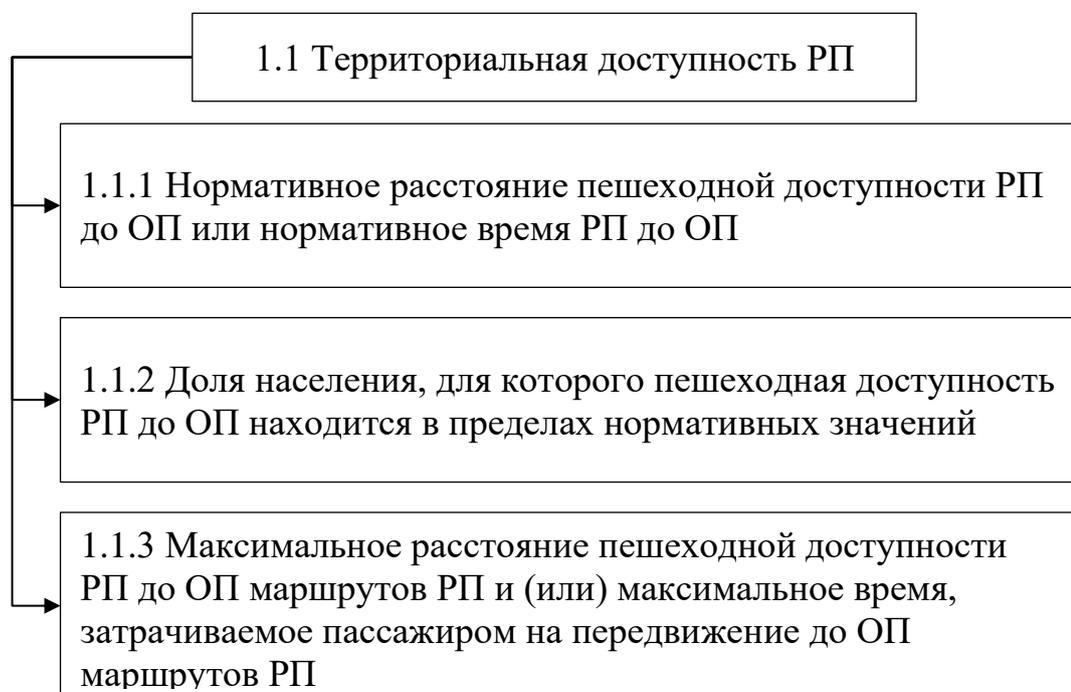


Рисунок 1.13 – Показатели территориальной доступности в РСТО. Источник: разработано автором на основании [28]

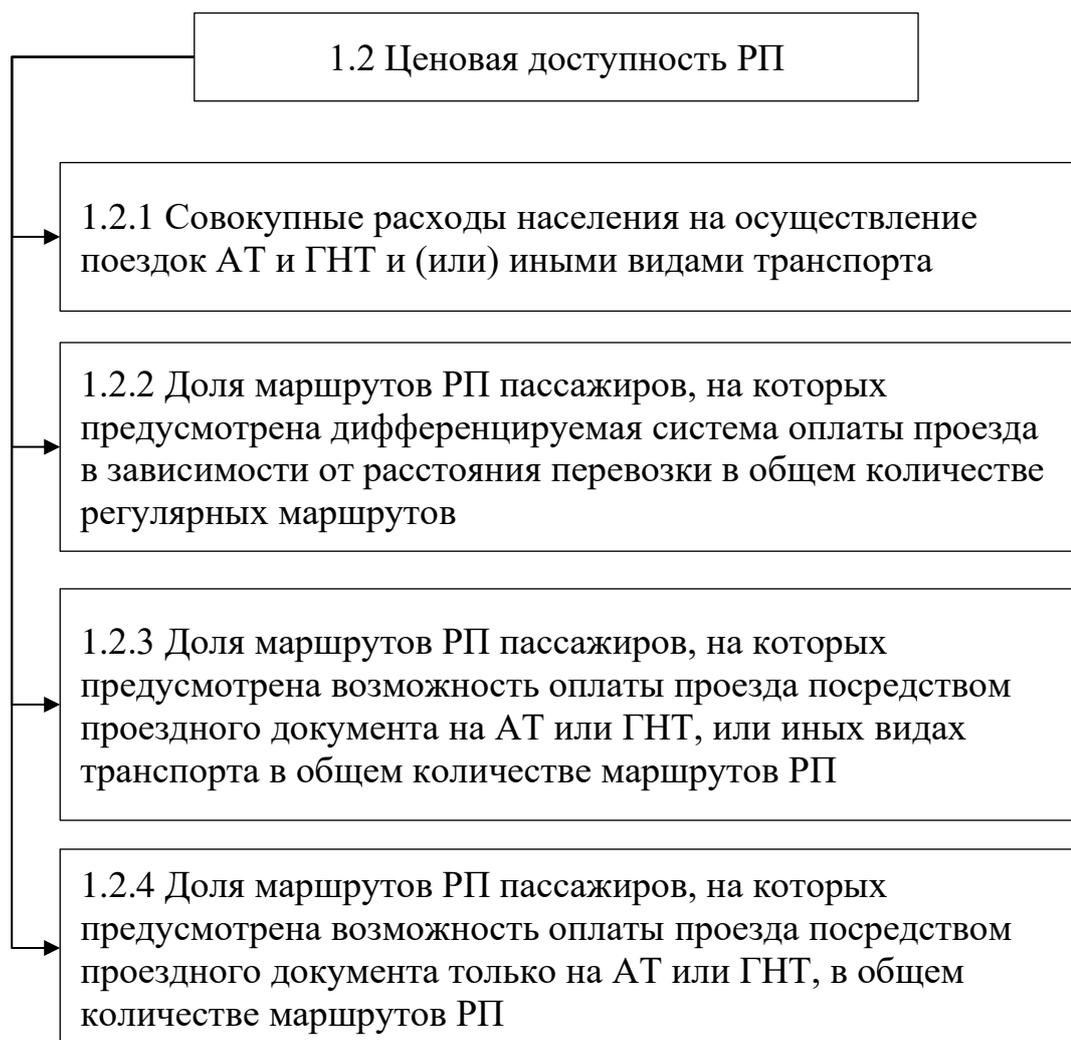


Рисунок 1.14 – Показатели ценовой доступности в РСТО. Источник: разработано автором на основании [28].

Приведенные на рисунке показатели ценовой доступности в РСТО имеют принципиальную особенность, отличающую их от «экономических показателей». Только один из показателей (1.2.1) измеряется в рублях, а остальные отражают степень совершенства оплаты проезда. Причем показатель 1.2.1 - Совокупные расходы населения на осуществление поездок автомобильным транспортом (АТ) и городским наземным транспортом (ГНТ) и (или) иными видами транспорта во своем основе «природе» имеют технологическую природу и зависит как от типа транспорта, так и от пространственных показателей в системе ГПТ: протяженности маршрута; количества пересадок и т.д. (рисунок 1.15). [29, 30,31, 32].

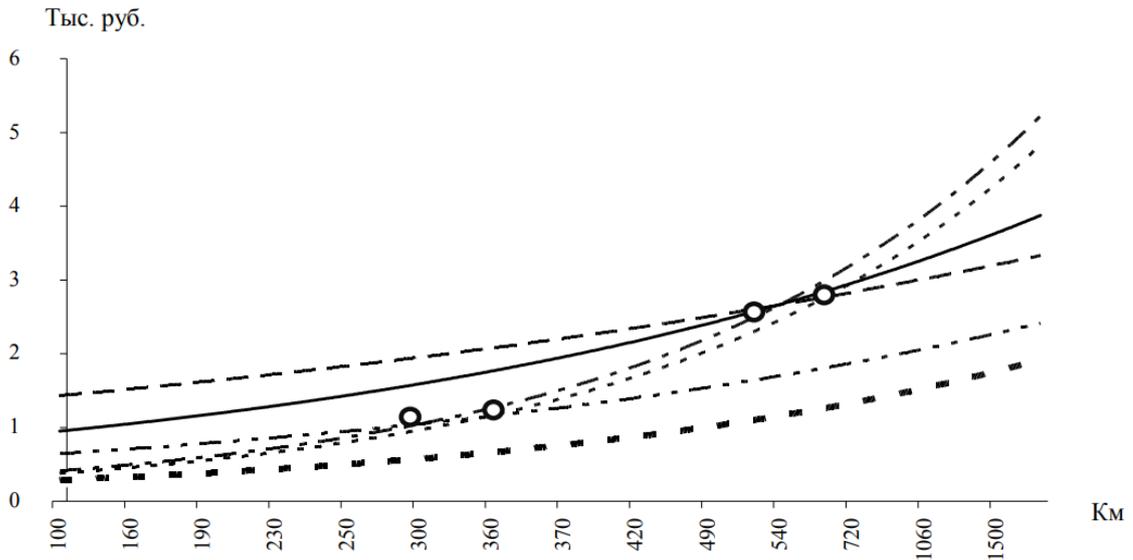


Рисунок 1.15 – Зависимость тарифов различных видов транспорта от протяженности маршрута. Источник: [29, 30,31, 32].

----- ж/д плацкарт; — ж/д купе; автобус; -.-.- авиа; ---- ВСМ; --- автомобиль

Далее на рисунках 1.16 и 1.17 представлены две отдельные группы показателей по первому критерию «Доступность регулярных перевозок» в соответствии с регламентом РСТО. Остальные критерии «Безопасность регулярных перевозок» и «Комфортность регулярных перевозок», представленные на рисунке 1.12 столь подробно рассматривать не будем, поскольку перечисленные выше системные особенности для группы показателей по критерию 1 для них также характерны. Отметим лишь следующее:

- Наличие группы показателей «Информационная доступность регулярных перевозок» в критерии 1 «Доступность регулярных перевозок» является прямым следствием активного развития информационно-коммуникационных технологии и цифровых систем обработки и представления данных (рисунок 1.16)
- Группа показателей «Временная доступность регулярных перевозок» в критерии 1 «Доступность регулярных перевозок» исторически является базовой группой показателей, определяющих качество транспортного обслуживания населения (рисунок 1.17).

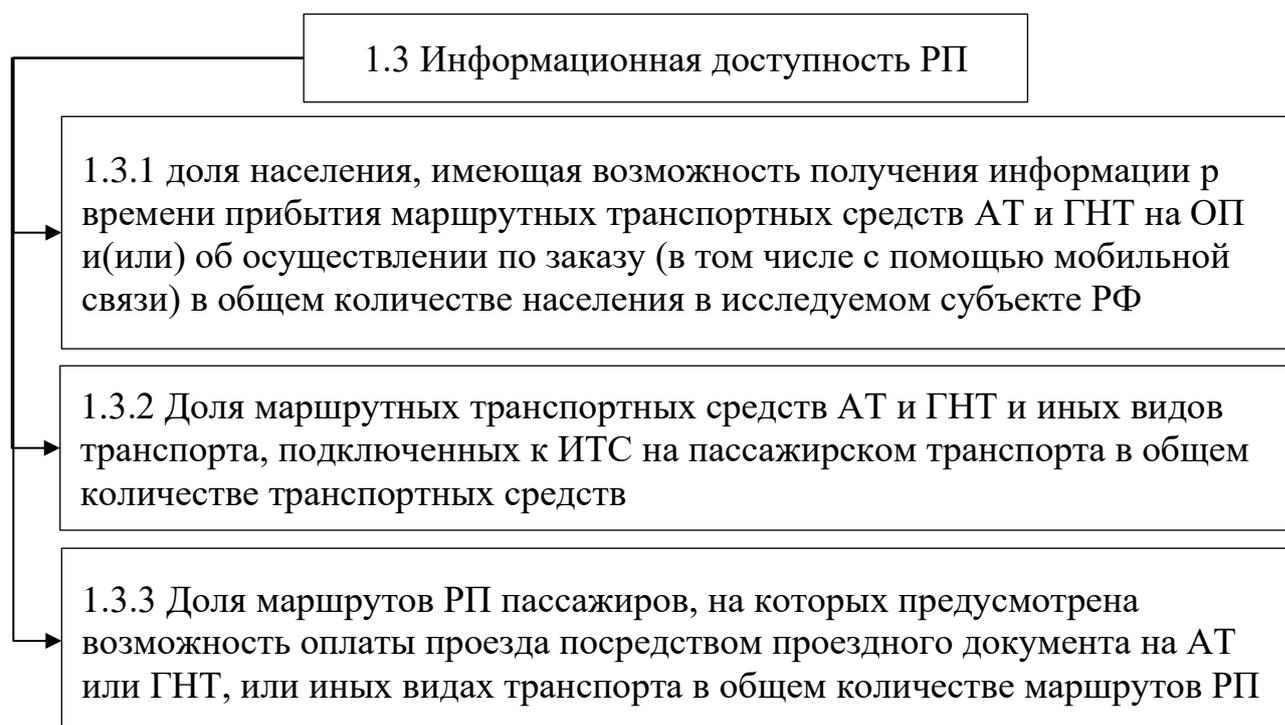


Рисунок 1.16 - Группы показателей «Информационная доступность регулярных перевозок» в РСТО. Источник: разработано автором на основании [28]

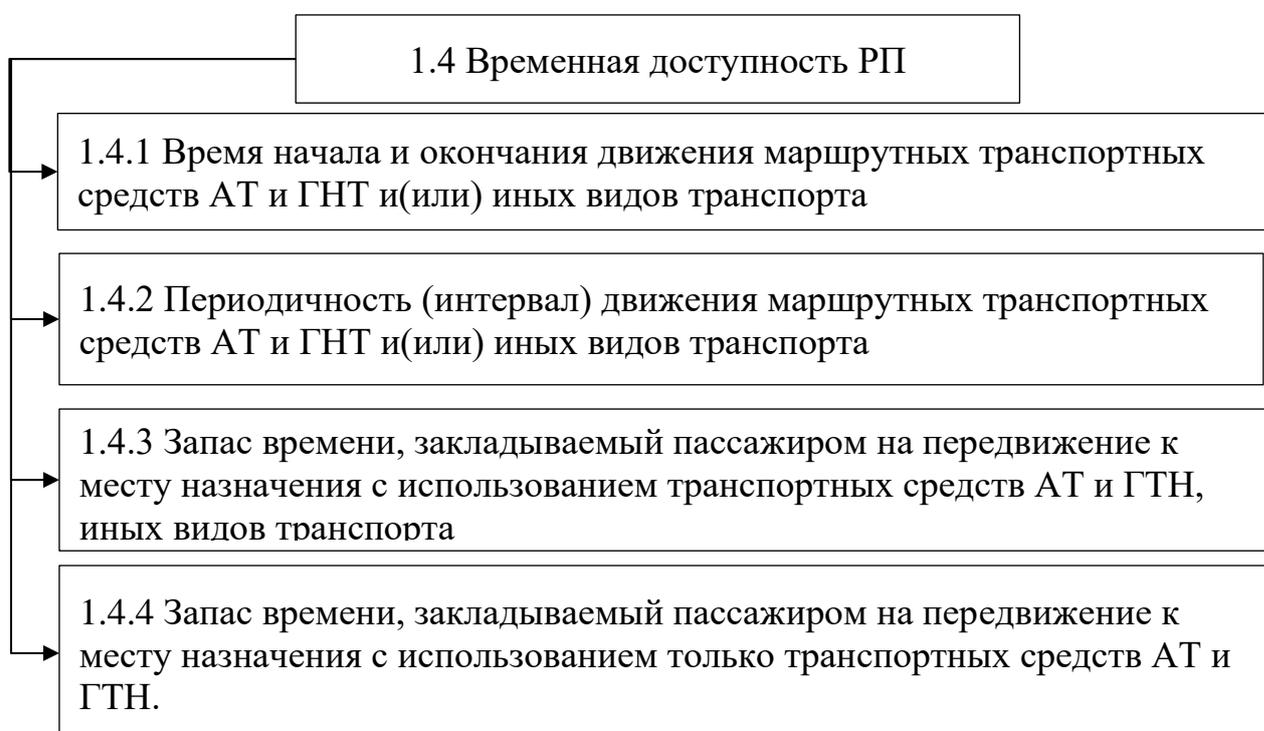


Рисунок 1.17 - Группы показателей «Временная доступность регулярных перевозок» в РСТО. Источник: разработано автором на основании [28]

Анализ критериев и индикаторов качества транспортного обслуживания населения рекомендуемых РСТО позволяет удовлетворить необходимое условие, декларируемое в ГОСТ 51004-96, а именно, исключить взаимозаменяемость показателей при комплексной оценке уровня качества пассажирских перевозок. Таким образом, первое условие логистика управления «Эффективное управление возможно, только если оно опирается на систему показателей и индикаторов состояния системы, адекватно оценивающих все процессы в исследуемой системе» реализуется в существующей нормативной базе. Вместе с тем современная трактовка отдельных показателей, а именно сведение их комплексным значениям не позволяет реализовать на практике второе условие логистики управления «Система индикаторов и показателей качества должна быть полностью определена», так как методы их представления имеют субъективную аналитическую природу. Тогда актуальной научной задачей определяется задача разработки структуры показателей оценки качества транспортного обслуживания населения и методов поддержки логистического единства в системе взаимодействия различных видов транспорта общественного пользования по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения.

Выводы по первой главе

В первой главе исследования выполнен анализ текущего состояния организации пассажирских логистических транспортных систем в РФ, информационного состояния и структуры индикаторов и нормативной базы системы 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.

Целью исследования 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.

Задачи исследования:

1. Разработать структуру системы индикаторов и показателей качества, полностью соответствующую сложной многоуровневой и многокритериальной структуре системы ГПТОП.
2. Разработать математическую модель получения отклика функции взаимодействия факторов внешней среды для показателей системы оценки качества транспортного обслуживания населения условиях информационный неопределенности.
3. Разработать программное обеспечение (ПО), автоматизирующее процедуру оценки качества перевозки пассажиров при взаимодействии различных видов транспорта.
4. Произвести вычислительный эксперимент с применением разработанного ПО, подтверждающий объективность разработанного метода оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта.
5. Разработать системный индекс эффективности отдельных видов транспорта, обеспечивающий поддержку принятия решений по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения.

2. РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ ГОРОДСКИМ ПАССАЖИРСКИМ ТРАНСПОРТАМ

2.1 Логистические принципы построения системы оценки качества обслуживания населения городским пассажирским транспортом

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., Спириин И.В., Якимов Р.М. и др. [1, 15, 16, 19, 26, 33, 34, 35].

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., В.М. Власова, С.В. Жанказиева, Е.А. Макаровой, С.В. Милославской, А.И. Солодкого, О.Д. Покровской 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 качества пассажирских перевозок в динамичных условиях изменяющихся условиях внешней среды и при максимально возможном учете факторного пространства, влияющего на удовлетворенность потребителей качеством услуг ГПТОП с помощью специальных математических методов, то есть применяя логистические подходы.

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 среде и экспертной среде сегодня существует единое мнение, что качество транспортного обслуживания населения является сложным свойством, содержащим большое количество признаков с противоречивым целеполаганием, требующим решений оптимизационного характера. При этом система качества транспортного обслуживания населения находится в динамическом состоянии, в развитии, из-за активного внедрения в повседневную жизнь горожан информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) новых средств индивидуальной мобильности (СИМ). Даже сам термин «городская мобильность» трактуется различными специалистами по-разному под влиянием информационной глобализации. Можно встретить термины: (Integrated Urban Mobility) «интегрированная городская мобильность», (Sustainable Urban Mobility) «устойчивая городская мобильность», (Urban Mobility) городская мобильность, (Intelligent Mobility) «интеллектуальной городской мобильности» [36, 37,38].

Активное внедрение передовых информационных систем в городской транспортный комплекс и его технические средства началось более 15 лет назад и уже тогда исследователи отмечали необходимость изменений в структуре параметров качества транспортного обслуживания населения. Например, в [39] отмечается, что транспортно-логистическая система перестаёт быть устойчивой и необходимо введение специального параметра, характеризующего её надежность, как отдельного индикатора. Индикатор «надежность», как отдельная подсистема должен был включать такие специфические параметры, как: «своевременность» или регулярность работы транспорта, «имидж» как репутационная характеристика субъектов транспортного обслуживания населения, «совместимость» как логистический параметр, обеспечивающий синхронизацию работы различных видов транспорта в мегаполисе и «риск» как параметр обеспечения безопасности при организации транспортного обслуживания населения (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Параметры оценки качества транспортного обслуживания населения. Источник: [39]

Как видим из рисунка 2.1 в системе показателей качества, предлагаемой авторами материала [39], присутствуют введенные позже в РСТО такие подсистемы как «доступность» и «информативность», но физическое представление показателей, входящих в данные подсистемы, иное нежели чем предлагается в РСТО. Данное обстоятельство говорит о том, что в научной среде ведется активная работа по поиску оптимальной системы показателей качества транспортного обслуживания адекватной для современных условий. Также важно отметить наличие предлагаемой системе оценки качества транспортного обслуживания населения такой подсистемы, как «гибкость», в которой указывается на многоуровневость исследуемой системы (показатель «наличие разных уровней обслуживания») и динамических условиях её существования (показатели «готовность к изменению требований к перевозкам» и «готовность к обоснованному изменению тарифа»).

Повторим, что анализ материала [39] говорит о том, что в научной среде ведется активная работа по поиску принципов построения оптимальной системы показателей качества транспортного обслуживания адекватной современным условиям, причем речь в большей степени идет о составе и распределении различных показателей между отдельными подсистемами. В [40] рассматривается процесс трансформации показателей качества пассажирских перевозок в условиях рыночной экономики. Изначально показатели качества обслуживания пассажиров определялись достаточно небольшим количеством параметров, в первую очередь, коэффициентом качества, определяемым как:

$$K_k = \frac{t_{\text{пер}}^3}{t_{\text{пер}}^{\phi}} \quad (2.1)$$

где $t_{\text{пер}}^3$ – время, проведенное пассажиром в теоретически комфортных условиях, при осуществлении поездки, мин.;

$t_{\text{пер}}^{\phi}$ – время, затрачиваемое на всю поездку, и определялось нормативно (28 мин. – идеально, 35 мин. – хорошо, 43 мин. – удовлетворительно)

Естественно, что в эпоху трансформации экономической системы в РФ, приведшей в том числе и к разбалансированности системы пассажирских перевозок данный подход морально и физически устарел. Поэтому исследователи начали выработать иные способы определения параметров оценки качества обслуживания пассажиров: в диссертации [41] приводится модель определения комплексного показателя качества транспортного обслуживания, являющимся развитием модели (2.2) в той части, что вводятся дополнительные параметры, учитывающие состояние наполнения транспортного средства и показатели, отражающие регулярность движения транспортных средств на маршрутах общественного транспорта. При этом содержательная часть подхода к определению коэффициента качества транспортного обслуживания практически не претерпела изменений:

$$K_H = \frac{t_H \cdot y_H}{t_\Phi \cdot y_\Phi} \cdot R \quad (2.2)$$

где y_H – нормативный коэффициент наполнения транспортного средства, в зависимости от времени совершения поездки (0,3 в обычное время и 0,8 в час пик);

y_Φ – фактическое состояние наполнения транспортного средства;

t_H – время нормативное, затрачиваемое на совершение поездки, мин.;

t_Φ – время фактическое, затрачиваемое на совершение поездки, мин.;

R – показатель, отражающий регулярность работы общественного транспорта.

Изменения в содержательной части определения коэффициента качества начинают проявляться с введением в действие ГОСТ Р 51004-96, когда приведенные в нем критерии эффективности транспортного обслуживания населения стояли более многочисленными, охватывая при этом целый спектр состояний качества транспортных услуг населению [42, 43]. В частности, комплексный показатель качества, предлагаемый в [43] имеет принципиальные отличия в его аналитическом определении и выглядит следующим образом:

$$S_H = s_1^{k_1} \cdot s_2^{k_2} \cdot s_3^{k_3} \cdot s_4^{k_4} \cdot s_5^{k_5} \cdot s_6^{k_6} \quad (2.3)$$

где $s_{1..6}^{k_1}$ – показатели 6-ти исследуемых состояний пассажирской транспортной системы (время поездки; доступность, определяемая частотой движения транспорта; безопасность, определяемая вероятностью безотказной работы; комфортность, отражающая качество поездки; стоимостной показатель, определяемый величиной транспортного тарифа; показатель информационного сервиса, определяемый уровнем информационного обеспечения);

$k_{1..6}$ – показатель степени, отражающий вес соответствующего параметра качества обслуживания населения

Модель (2.3) охватывает практически весь спектр состояний качества, декларируемого в ГОСТ Р 51004-96, но имеет один принципиальный методологический недостаток в аналитическом подходе. При определении комплексного значения S_n в случае некоторой вариации параметров $s_{1..6}^{k1..6}$ может сложиться ситуация, когда неэффективность по одному параметру может быть скомпенсирована хорошими значениями других параметров качества. Это свойство модели (2.3) является прямым следствием несовершенства применимых математических процедур (операторов) для получения комплексного показателя качества: в случае перемножения, когда все показатели максимизируют, или деления, когда часть показателей максимизируют, а часть минимизируется. Применение данной модели не соответствует требованию ГОСТ Р 51004-96, которое заключается в следующем: «Исключить взаимозаменяемость показателей при комплексной оценке уровня качества пассажирских перевозок», то есть нельзя применять математический аппарат, предполагающий сведение ряда показателей в единый комплексный, так при этом «теряется» эффект от каждого показателя качества в отдельности. Следует отметить, что в годы с 2002 г по 2012 г. по пути формирования комплексного показателя качества транспортного обслуживания населения идут практически все исследователи, работающие в данной тематике [44,45,46,47].

Изменения в парадигме определения показателя комплексного или показателей качества транспортного обслуживания населения наступают начиная с 2015 г и далее, когда сформировалась тенденция в организации систем ГПТ, предполагающие необходимость переориентации пассажиропотоков с индивидуальных видов ГПТ на ГПТОП. Актуальность тенденции перераспределения пассажиропотоков в сторону ГПТОП диктовалась неудовлетворительными показателями транспортной мобильности и транспортной подвижности населения. Значение этих показателей транспортной мобильности и транспортной подвижности населения начиная с 2010 г и с прогнозом до 2030 представлены в таблицах 2.1, 2.2 и 2.3.

Таблица 2.1 – Показатель «Транспортная мобильность (подвижность) населения, млрд. пасс-км на 1 с человека по видам транспорта. Источник [48,50]

Вариант развития	Значение показателя по годам						
	2010	2011	2015	2018	2020	2024	2030
Инновационный	6 564	6 916	8 257	9 596	10 446	12 252	15 561
Базовый	6 564	6 916	7 981	8 931	9 746	11 039	13 308

Таблица 2.2 – Значения показателей для расчёта подвижности населения по годам. Источник: [49,50]

Показатель	Значение показателя по годам						
	2010	2011	2015	2018	2020	2024	2030
Число перевезенных пассажиров по годам, млрд пасс-км	484	502,8	532,6	547,2	556,2	530	519,8
Численность населения, млрд чел.	0,1429	0,1429	0,1433	0,1437	0,1463	0,1465	0,1468
Подвижность населения, млрд пасс-км на 1 чел. в год	3 387	3 519	3 717	3 808	3 802	3 618	3 541

Таблица 2.3 – Результаты расчёта прироста транспортной мобильности населения по годам. Источник: [49,50]

Год	Подвижность населения, пасс-км на 1 чел. в год	Темп прироста, пасс-км на 1 чел. в год
2010	3 387	–
2011	3 519	131,56
2012	3 717	198,13
2013	3 808	91,25
2014	3 802	–6,16
2015	3 618	–184,03
2016	3 541	–76,88

Тогда же с 2015 г. по 2020 г. формируются устойчивые представления о необходимости учитывать при расчёте показателей качества транспортного обслуживания населения и услуг, оказываемых транспортными, мнение самих потребителей, то есть самого населения. В статье [51] указывается, что разработанные ранее методы оценки качества обслуживания населения городским транспортным комплексом не учитывали «субъективную оценку пассажирами условий обслуживания» [51] и констатируется «необходимость формирования современного методологического инструментария по оценке качества транспортных услуг с учетом субъективной оценки пассажирами параметров транспортного обслуживания» [51].

Одним из инструментов новой методологии предлагается сделать опрос населения. Исследовать мнение потребителей транспортных услуг предполагалось по достаточно большому количеству критериев их удовлетворенности, таких как: время движения на маршруте (маршрутах), время ожидания транспортного средства, безопасность при организации движения транспортных средств на маршрутах, количество пересадок между различными видами транспорта, время подхода пассажиров к остановке, наличие или отсутствие информационного обеспечения при организации поездки, конструктивные особенности транспортного средства и система сбора оплаты за проезд и т.д. Результаты опроса должны подвергаться последующей обработке полученных материалов с помощью известных методов математической статистики [52,53,54,55].

Особенность предлагаемого алгоритма обработки статистических данных заключалась в следующем: предполагается применить модель ранжирования с учётом условия, когда сумма весовых коэффициентов (ВК) значимости отдельных показателей определяется, как:

$$\sum_{i=1}^n k_i = 1 \quad (2.4)$$

где k_i весовой коэффициент отдельного показателя, отражающего отдельно свойства качества транспортного обслуживания по мнению потребителей транспортных услуг.

Тогда комплексный коэффициент качества транспортного обслуживания определяется по формуле с учётом мнения потребителей определяется по следующей формуле:

$$K_n = \frac{1/R_j}{\sum_{j=1}^n 1/R_j} \quad (2.5)$$

где R_j ранг i -го показателя качества.

В результате проведенного обследования мнений пассажиров и статистической обработки данных получили:

$$K_H = \left(\frac{t_{min}^{пш}}{t_{ф}^{пш}}\right)^{0,137} \cdot \left(\frac{t_{min}^{ож}}{t_{ф}^{ож}}\right)^{0,262} \cdot \left(\frac{t_{min}^n}{t_{ф}^n}\right)^{0,465} \cdot \left(\frac{y_{min}^q}{y_{ф}^q}\right)^{0,136} \quad (2.5)$$

где $\left(\frac{t_{min}^{пш}}{t_{ф}^{пш}}\right)^{0,137}$ – пешеходная составляющая транспортной корреспонденции;
 $\left(\frac{t_{min}^{ож}}{t_{ф}^{ож}}\right)^{0,262}$ – составляющая времени ожидания транспорта;
 $\left(\frac{t_{min}^n}{t_{ф}^n}\right)^{0,465}$ – составляющая времени перемещения;
 $\left(\frac{y_{min}^q}{y_{ф}^q}\right)^{0,136}$ – составляющая наполняемости транспортного средства (коэффициент динамического использования вместимости).

Следует отметить, что такие важные в соответствии с нормативными документами индикаторы качества транспортного обслуживания населения как безопасность организации движения, информационное обеспечение поездки или информационная доступность оказались неучтенными из-за незначительного веса в соответствии с результатами опроса пассажиров. Поэтому можно сказать о том, что при определении качества обслуживания транспортного обслуживания пассажиров по модели (2.5) проявляется субъективизм в части соблюдения всех обязательных нормативных требований. При этом, положительной стороной применения модели (2.5) является то, что формулируется важное логистическое свойство в исследуемой системе качества транспортного обслуживания – необходимость учитывать наличие обратной связи между поставщиками транспортных услуг и их потребителями. Наличие обратной связи в исследуемой системе качества транспортного обслуживания в дальнейшем получить новые трактовки в различных публикациях, например, в виде так называемой «петли качества» (рисунок 2.2) [56, 57, 58, 59, 60].



Рисунок 2.2 – «Петля качества» транспортных услуг, оказываемых населению.
Источник: [56]

Таким образом можно констатировать, что в настоящее время в общем виде в ряде исследований сформированы основные подходы, которые можно положить в основу построения системы оценки качества обслуживания населения городским пассажирским транспортом:

1. Априори все исследователи сходятся в том, что логистическая система оценки качества транспортного обслуживания населения является: многоуровневой и содержит некоторое количество подсистем, противоречивых по целеполаганию
2. Данная система должна быть объективной и работоспособной в динамических изменяющихся условиях внешней среды, то есть должна располагать эффективными инструментами обратной связи
3. Данная система содержит большое количество индикаторов качества транспортного обслуживания населения, при этом в настоящее время они не являются какой-то единой монолитной структурой и возможны изменения в их составе и структуре.

2.2 Логистическая информационная система оценки качества транспортного обслуживания населения

Логистические принципы, положенные в основу построения системы оценки качества обслуживания населения ГТП, должны обеспечивать новый системно обоснованный уровень качества. Системно обоснованный или системно определенный уровень качества обслуживания пассажиров ГТП подразумевает соблюдение основных постулатов теории построения сложных систем:

1. Необходимость рассматривать исследуемую систему как совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих составляющих всех элементов транспортной системы для достижения единой цели логистического управления качеством.
2. Необходимость иметь в наличии инструменты оптимизации структуры в целях синтезирования новых состояний логистической системы управления ГТП, согласующих локальные и нередко противоречивые цели функционирования отдельных подсистем в единую эффективную модель управления данными.
3. Необходимость обеспечивать логистическую координацию информационными потоками на всех уровнях интегрального взаимодействия между всеми элементами многоуровневой логистической системы городского пассажирского транспорта для формирования единой целенаправленной функции ценности достижения требуемого уровня качества.
4. Необходимость обеспечивать принцип устойчивости системы качества транспортного обслуживания населения, то есть способности проективно реагировать (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. [62].

Использование данных логистических принципов при проектировании системы оценки качества транспортного обслуживания населения переводит её в разряд логистических информационных систем (ЛИС), в основу которых положены модели теории информационного взаимодействия или кибернетической теории [63,64]. В этом случае свойство качества транспортного обслуживания населения должно рассматриваться в виде сложного информационного потока, подчиняющегося классическому системному описанию, но циркулирующего в границах системы транспортного обслуживания населения или системы ГПТ (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Общее представление исследуемой системы в обратной связи.

Источник: [63]

Принципиальной особенностью информационного потока определяющего качество транспортного обслуживания является его сложность представления и формализации, так как данный сложный информационный поток компилирует в себе информационные потоки различных видов в зависимости от различной природы их происхождения: информации о материальной составляющей в системе, информация о финансовой составляющей в системе.

С другой стороны, необходимость реализации сложных и противоречивых по целям взаимоотношений между предприятиями поставщиками транспортных и услуг

и их потребителями (пассажирами) позволяет составлять оптимизационные многокритериальные системы уравнений (функций) управления качеством.

Следует отметить, что система ГПТ, представленная в виде системного преобразователя сложных информационных и материальных потоков, неоднократно рассматривалась в работах, посвященных разработке методики оценки качества системы пассажирских автоперевозок [65, 66]. На рисунке 2.4 приведена функциональная схема представления маршрутной транспортной сети, состоящей из набора маршрутов M_{ikj} и пересадочных терминалов A_{ik} , в которой «входы» разделены на:

- X_{ikj} – потенциальный пассажиропоток на i -ом маршруте k -го вида транспорта j -го пересадочного узла или терминала;
- $\Phi_{\text{вх}}$ – финансовый поток;
- $I_{\text{вх}}$ – информационный поток;

а, на «выходе»:

- Y_{ik} – реализованный пассажиропоток на i -ом маршруте k -го вида транспорта j -го пересадочного узла или терминала;
- $\Phi_{\text{вых}}$ – преобразованный финансовый информационный поток;
- $I_{\text{вых}}$ – трансформированный информационный поток.

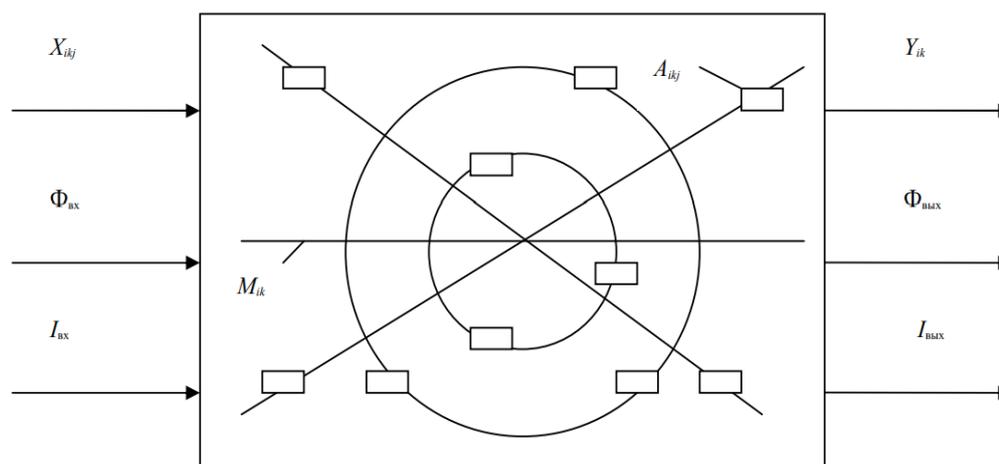


Рисунок 2.4 – Функциональная схема представления маршрутной транспортной сети. Источник: [65]

Различия между системой ГПТ и ЛИС оценки качества транспортного обслуживания будут заключаться в следующем: все элементы входа в систему оценки качества транспортного обслуживания населения будут иметь информационную природу происхождения. В этом случае аналогом X_{ikj} в ЛИС модели будет информация о потенциальном пассажиропотоке на i -ом маршруте k -го вида транспорта j -го пересадочного узла или терминала, аналогом $\Phi_{вх}$ будет информация о финансовых потоках и т.д. Данная трансформация позволит перейти к логистической модели управления системой ГПТ, в которой система оценки качества будет являться инструментом для принятия решений по обновлению системы ГПТ.

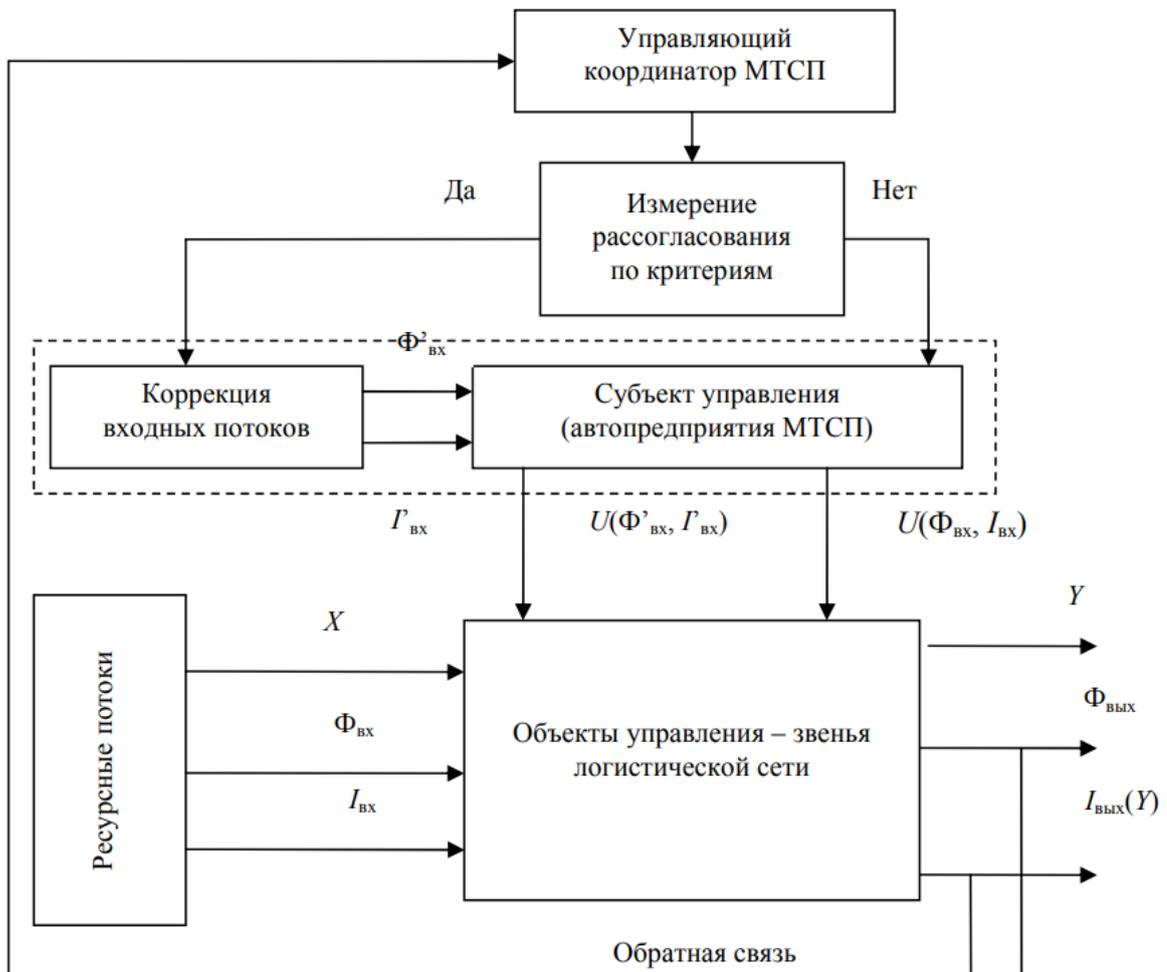


Рисунок 2.5 – Схема управления в системе ГПТ с учетом адаптивной обратной связи. Источник: [65]

В ЛИС оценки качества транспортного обслуживания при моделировании должны применяться аналитические инструменты, основанные на вероятностном подходе. При этом инструменты в ЛИС базируются на моделях принятия решений, учитывающих известную долю неопределенности при выборе наиболее адаптивных сценариев управления. 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. Управление реализуется следующим образом: результаты расчетов по критериям эффективности (рисунок 2.6) сопоставляются с эталонными и далее формируется вектор управляющих воздействий стремящихся свести рассогласование фактических и эталонных критериев к нулю.



Рисунок 2.6 – Критерии принятия решений в ЛИС, определяющие управление системой ГПТ. Источник: [65]

Описанный выше подход управления системой ГПТ, основанный на логистических принципах теории информационного взаимодействия, в настоящее время является единственно верным. Сложность его реализации заключается в сложности представления открытой системы, включающей огромное количество показателей, отражающих её функционал. При представлении структуры данных показателей могут возникать разночтения, снижающие эффективность в целом правильного направления исследований. Например, на рисунке 2.6 представлена структура критериев принятия решений в ЛИС, определяющих управление системой ГПТ. Анализ данной структуры критериев принятия решений в ЛИС показывает, что во главу угла поставлен объект – отдельное транспортное предприятие (в [65] это автотранспортное предприятие). Далее идет разделение критериев на несколько подсистем:

1. Критерии пригодности и организации перевозки, куда входят показатели надежности перемещения пассажиров (Π_1), своевременности осуществления поездки (Π_2) и обеспеченности поездки в допустимых пределах (Π_3). Но в существующих условиях эти показатели (надежности, своевременности и обеспеченности) могут быть гарантированы транспортными предприятиями лишь отчасти. Сложные внешние условия движения транспорта по УДС крупных городов могут оказывать значительное влияние на эти показатели, какой бы эффективной не была деятельность транспортного предприятия.
2. Критерии влияния на общество или социально-экономические критерии, куда входят такие показатели как безопасности перевозки (Π_7), показатели стоимости перевозки (Π_8) и показатель экологичности перевозки (Π_9). Действительно, эти показатели могут обеспечиваться в рамках деятельности отдельного транспортного предприятия, но современная практика показывает, что транспортные предприятия не заинтересованы «добровольно» следовать максимизации показателей по данным критериям из-за экономических принципов. Таким образом, данная группа критериев должна находиться на более высоком иерархическом уровне (муниципальном) в системе оценки качества транспортного обслуживания.

3. Критерии эффективности функционирования самого транспортного предприятия, это показатели надежности работы транспортных средств (Π_4), комфортабельности (Π_5) и обеспечения надлежащих условий информационного сервиса могут быть полноценно реализованы на уровне автотранспортного предприятия.

Исходя из основного постулата теории построения сложных систем, как совокупности взаимосвязанных и взаимодействующих составляющих всех элементов, можно сделать вывод, что в качестве системного преобразователя сложного информационных и материальных потоков в ГПТ должны рассматриваться не критерии качества отдельных объектов (транспортных предприятий), а совокупность критериев эффективности системы ГПТ в целом.

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). Подтверждением этому тезису служат разработки, выполненные научным коллективом НИИИАТ в НИР на тему «Разработка научно обоснованных предложений по использованию программных продуктов математического моделирования при разработке региональных стандартов транспортного обслуживания населения и региональных комплексных планов транспортного обслуживания населения» в 2024 г [66]. Целью [66] разработки научно обоснованных предложений по использованию программных продуктов математического моделирования при разработке РСТО и РКПТО, а предметом исследования – математическое моделирование при разработке РСТО и РКПТО автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом во взаимосвязи с перевозками пассажиров и багажа иными видами транспорта общего пользования, как обоснование выбора перечня и значений показателей РСТО и концептуального варианта развития транспортного обслуживания в конкретном субъекте Российской Федерации.

В НИР определяется, что результатом совместной разработки РСТО и РКПТО должна являться транспортная модель существующего состояния, а по данной модели определяются существующие значения показателей РСТО, затем составляется модель перспективного состояния для каждого оцениваемого варианта развития, по модели определяются перспективные значения показателей РСТО. По результатам расчёта базовой модели определяются показатели РСТО и РКПТО для существующего состояния транспортного обслуживания. Относительно этих значений показателей будет оцениваться эффективность предложений по совершенствованию транспортного обслуживания. Предложения по совершенствованию транспортного обслуживания определяются при разработке вариантов РКПТО (рисунок 2.7). Для каждого варианта РКПТО разрабатываются прогнозные транспортные модели [66].

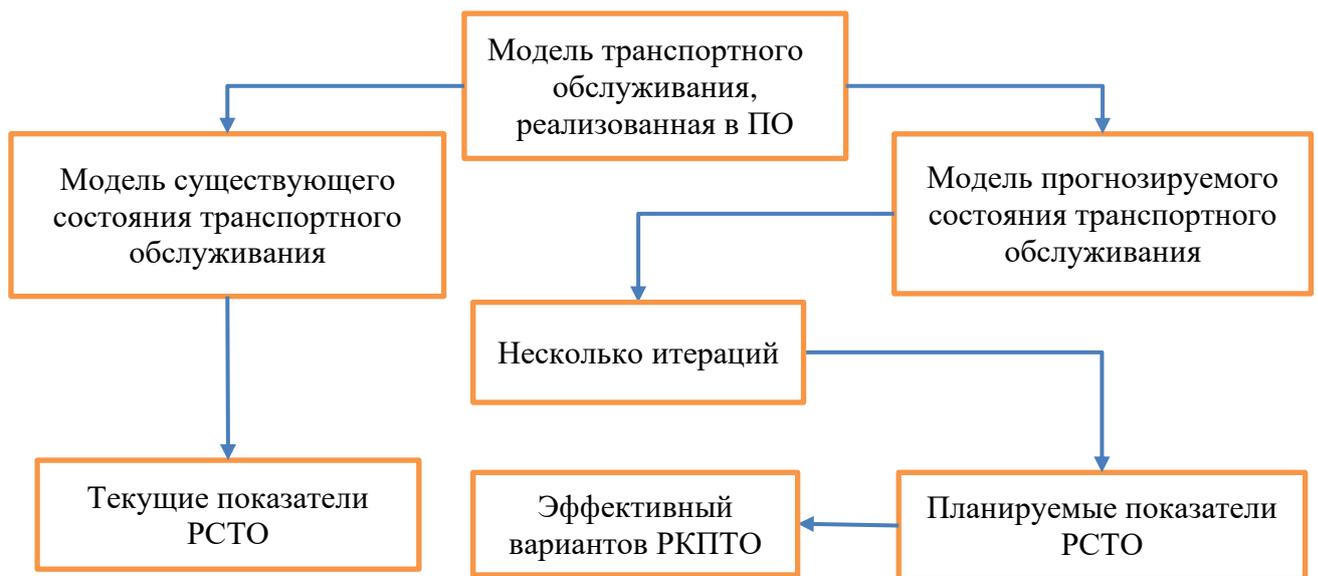


Рисунок 2.7 – Принцип работы модели, основанной на получении производных значений показателей РСТО. Источник [разработано автором]

Ключевым элементом данного подхода является разработанная транспортная модель, реализованная в ПО на основании которой рассчитываются показатели РСТО для существующего состояния и для проектного состояния.

Общий алгоритм использования ПО транспортного моделирования при разработке РСТО и РКПТО представлен на рисунке 2.8.

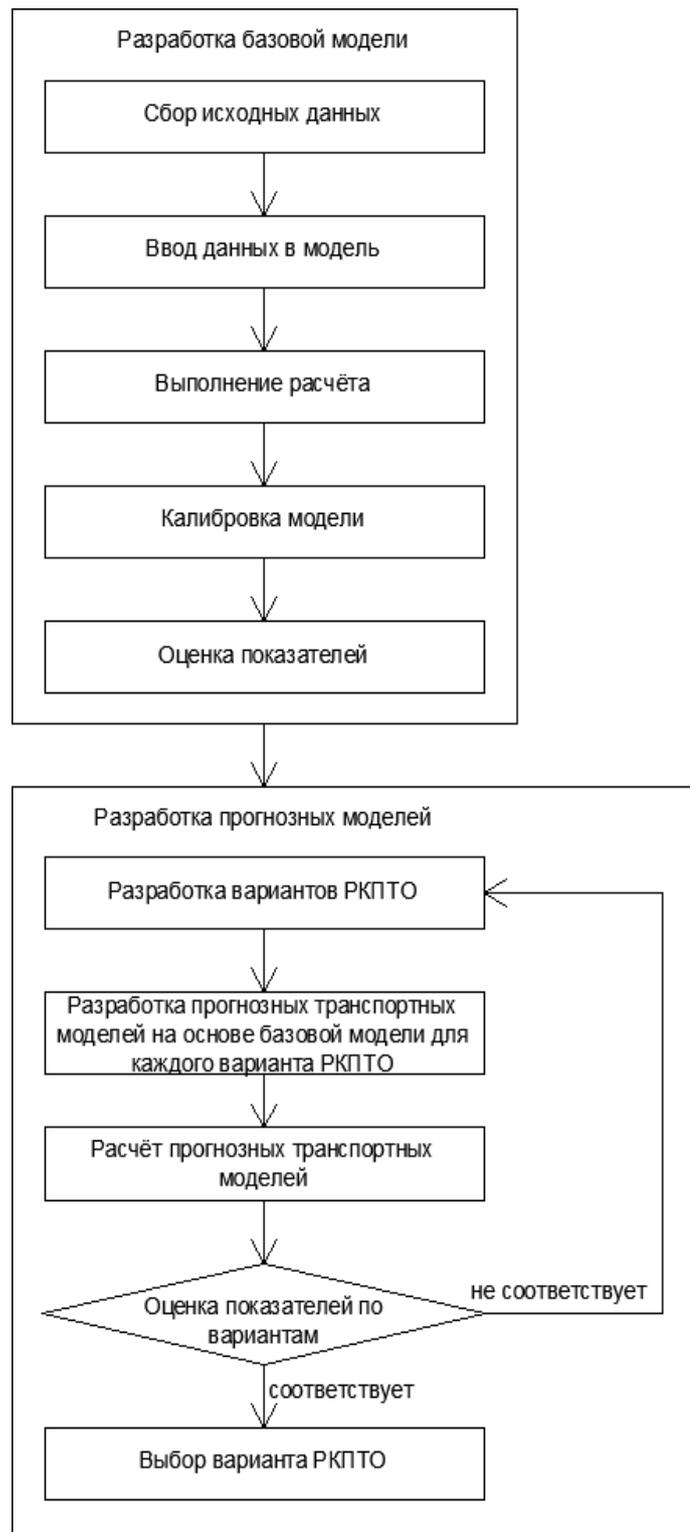


Рисунок 2.8 – Общий алгоритм использования ПО транспортного моделирования при разработке РСТО и РКПТО. Источник [разработано автором]

Результаты транспортных расчётов по каждому варианту РКПТО позволяют получить расчётные показатели РСТО и РКПТО, а также исходные данные для технико-экономического обоснования вариантов РКПТО. В результате сравнения расчётных показателей по вариантам РКПТО определяется вариант РКПТО, рекомендуемый к реализации (оптимальный). Для выбранного варианта РКПТО прогнозная транспортная модель позволяет получить расчётные показатели РСТО и РКПТО. Данные показатели РСТО могут быть приняты в качестве целевых, а выбранный вариант РКПТО – планом достижения целевых показателей РСТО. Таким образом возможна синхронизация целевых показателей РСТО и планов их достижения при совместной разработке РСТО и РКПТО. Недостатком данного подхода является то, что значения показателей РСТО является производными, а не первообразными функциями в системе проектирования ГПТ. Устранить данный недостаток можно, дополнив получения проектных значений РСТО, введя в алгоритм ЛИС оценки качества эффективности транспортного обслуживания (рисунок 2.9).

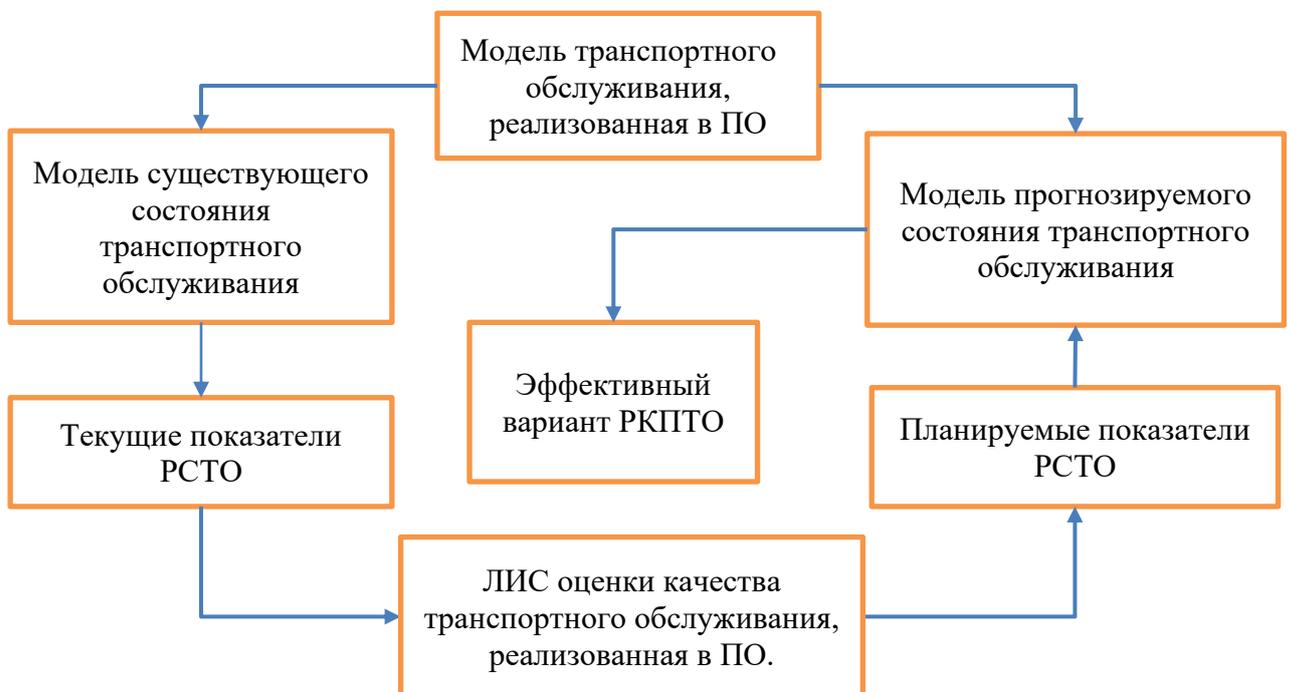


Рисунок 2.9 – Принцип работы модели, основанной на получении первообразных значений показателей РСТО. Источник [разработано автором].

Принцип работы модели, основанной на получении первообразных значений показателей РСТО, полностью коррелируется с системообразующими подходами, определяющими конкурентоспособность организаций, осуществляющих транспортное обеспечение, когда их эффективность напрямую зависит от качества предоставляемых ими услуг [68,69,70,71,73]. На рисунке 2.10, в схеме оценки качества потребителями услуг транспортных организаций в условиях конкуренции отражены две важные её составляющие:

1. Первая оценка – это оценка показателей эффективности поставщиков, или в нашем случае предприятий, оказывающих транспортные услуги населению.
2. Вторая оценка – это оценка показателей удовлетворенности населения, как потребителей оказываемых им услуг.

Принципиальное отличие двух моделей исследования оценки качества транспортных услуг (производной и первообразной значений показателей РСТО), заключается в том, какая группа показателей исследуется и на на какую группу показателей (первую или вторую) будет направлено управляющее воздействие для достижения нового эффективного состояния системы ГПТ.

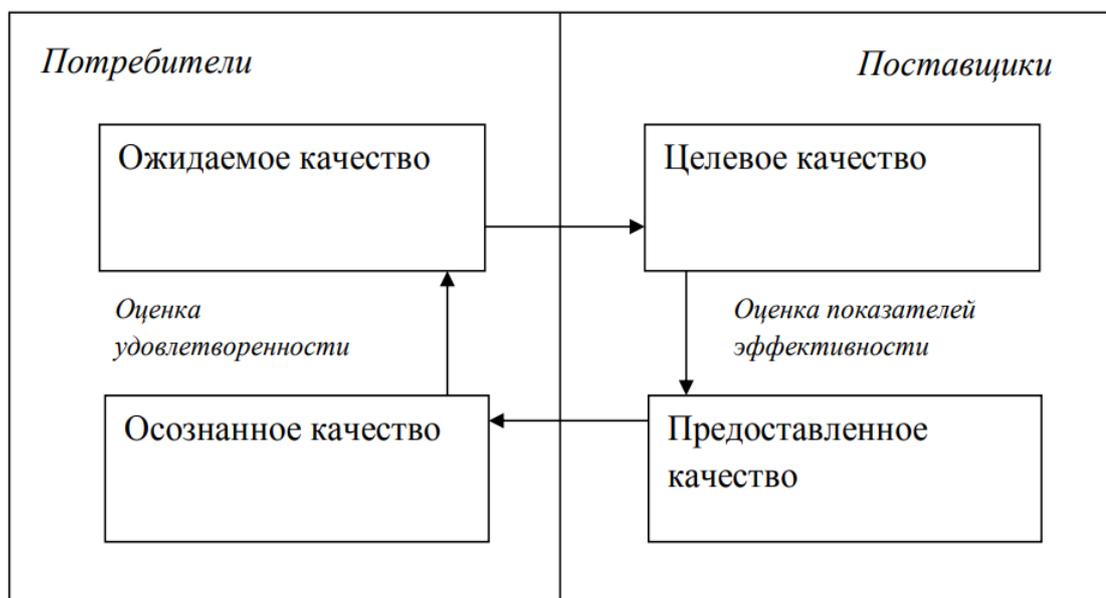


Рисунок 2.10 – Схема оценки качества потребителями услуг транспортных организаций в условиях конкуренции. Источник: [68]

2.3 Факторы влияния в системе оценки качества транспортного обслуживания населения

В первой главе было определено, что наличие информационных ситуаций в современных крупных городах в соответствии с теорией информационных систем (ТИС) формирует значительную степень, затрудняющих исследование систем ГПТ. Среди основных групп ИН в сложной системе ГПТ присутствуют и оказывают влияние на исследуемые процессы все основные группы, определяемые влиянием факторов внутренней и внешней среды:

Группа 1. Ситуация ИН, порождаемая слишком высокой и недоступной «платой» за получение определенности, то есть, когда количество технологических, организационных и научных ресурсов для сбора достоверной информации о пассажиропотоках, состоянии пропускной способности транспортной инфраструктуры, состоянии городской транспортной инфраструктуры.

Группа 2. Ситуация ИН, вызываемая поведением так называемой внешней среды, и проявляющаяся в непредсказуемом изменении вектора факторного пространства внешних возмущений. Как правило, в системах ГПТОП она проявляется виде в изменений значений пассажиропотоков во времени и по сезонам года, при изменениях в социальной-трудовой структуре транспортных корреспонденций и т.д.

Группа 3. Ситуация ИН, вызванная поведением внутренней среды в достаточно сложных многоуровневых производственных системах с большим количеством управляемых объектов (значительное количество транспортных предприятий различных форм собственности и т.д.).

Группа 4. Ситуация ИН, генерируемая большим числом объектов или элементов, включаемых в исследуемую информационную ситуацию (значительное количество подвижного состава различных видов транспорта в системе ГПТОП) [11,12,13].

Наличие в исследуемой системе ГПТ первых 4-групп ИН объективно формирует 5-ю группу ИН. На преодоление данной ИН направлены исследования, изучающие спектр влияния факторного пространства и построение на его основе закономерностей, определяющих возможность повышение эффективности в целом системы ГПТ или системы ГПТОП. В [74,75,76] приведена условная схема, отражающая значительное влияние факторного пространства на систему организации перевозок, и утверждается, что необходима разработка специальной модели, отражающей закономерностей адекватно оценивающей данной влияние.



Рисунок 2.10 – Схема факторной модели в системе транспортного обслуживания населения. Источник: [74].

На рисунке 2.10 видно, что элементами факторного пространства являются 2-группы: факторы формирования потребностей и предпочтений у клиентов и факторы внешние: политические, экономические, социальные, демографические, климатические и т.д.

Показатели транспортного обслуживания населения не включены ни в первую, ни во вторую группу факторов, они являются «выходом» из исследуемой системы. Однако и методология, разработанная в АО НИИАТ [66], основополагающим элементом которой является модель, основанная на получении производных значений показателей РСТО, и предлагаемый подход, основанный на получении первообразных значений показателей РСТО, определяют необходимость воздействия мероприятий по управлению системой, непосредственно на показатели транспортного обслуживания населения. Таким образом данный подход определяет следующие, что:

1. «Факторы формирования потребностей и предпочтений населения» не являются факторами влияния исследуемую систему, а откликом целевой функции «ценности» или «полезности» при организации того или иного варианта организации транспортного обслуживания населения.
2. Факторами, которые могут оказать положительное или отрицательное влияние на значение целевой функции, являются показатели транспортного обслуживания с установленной их значимостью или, весом, или вероятностными характеристиками достижения.

Поэтому в ЛИС оценки качества транспортного обслуживания населения в качестве объекта исследования необходимо рассматривать показатели качества обслуживания населения, а в качестве предмета исследования рассматривать методы управления ими или методы прогнозирования состоянием ГПТ (ГПТОП) с их помощью. В противном, случае, когда в качестве объекта исследования принимаются показатели удовлетворённости, как функции качества транспортного обслуживания пассажиров приходится управлять системой ГПТ (ГПТОП), ориентируясь на значение «отклика целевой функции». Данный подход эффективно применим в закрытых системах с непрерывным функционалом исследуемых параметров, но в сложных открытых системах с дискретными функциями состояний практически не реализуем. Ниже представлены примеры исследований, когда в качестве инструментов управления в системе ГПТ применяются значения отклика целевой функции.

В диссертации [77] решается актуальная задача повышения привлекательности городских пассажирских (автомобильных) перевозок, с точки зрения населения. Исходными данными для оценки функции привлекательности ГПТ являются параметры транспортного потока и производится их оценка влияния показатели на эффективность транспортного процесса, определяемого временем проезда одним пассажиром одного километра дороги на отдельном участке УДС (рисунок 2.11).

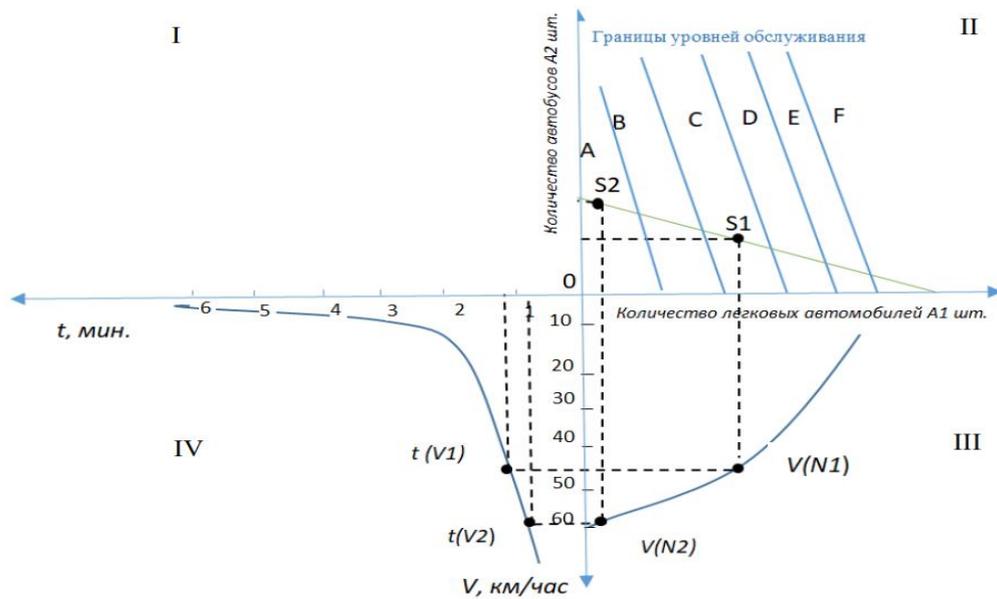


Рисунок 2.11 – Модель влияния структуры транспортного потока на время проезда участка УДС. Источник: [77]

На основании полученных закономерностей делается вывод о том, что повышение привлекательности услуг ГПТ можно достичь посредством управления структурой транспортного потока, что в свою очередь позволит улучшить показатели транспортного процесса, такие как коэффициент загрузки и время проезда пассажиров по определённому участку маршрутной УДС [77]. На первый взгляд, данный подход полностью соответствует принципу работы модели, основанной на получении первообразных значений показателей РСТО, но в качестве мероприятий, направленных на управление качеством транспортного обслуживания населения, предлагается воздействие не на параметры, влияющие на функцию отклика, а на значение отклика функции ценности.

Для этого на основании опросов пассажиров составляется диаграмма распределения значимости факторов на повышение привлекательности ГПТ (рисунок 2.12). Факторами в данном случае называют результаты опроса пассажиров общественного транспорта.



Рисунок 2.12 - Диаграмма распределения значимости факторов на повышение привлекательности ГПТ, где: стоимость проезда на легковом автомобиле K_1 ; номинальная вместимость транспортного средства, соответствующая пассажиропотоку, K_2 ; наличие свободных мест для сидения, K_3 ; комфортный, эстетически привлекательный подвижной состав, K_4 ; безопасный стиль вождения водителя (культура вождения), K_5 ; минимальное время подхода (отхода) к (от) остановочному пункту, K_6 ; минимальное время ожидания автобуса, K_7 ; беспересадочная поездка, K_8 ; чистые, освещённые остановочные пункты, защищающие от внешних природных факторов (ветер, дождь, солнце и т.д.), K_9 ; наличие информационного сопровождения маршрута с использованием приложений для смартфонов и «умных остановок», K_{10} ; соблюдение графика движения, K_{11} ; наличие условий для поездки для маломобильных групп населения, K_{12} ; удобство оплаты проезда, K_{13} ; удовлетворительное время поездки, K_{14} . Источник: [77].

Аналогичный подход декларируется в ряде научных исследований и публикаций [78,79,80]. На рисунке 2.13 представлена диаграмма влияния отдельных фактора на привлекательность ГПТ по результатам опроса потенциальных пассажиров, а на рисунке 2.14 приведены результаты изменений в доле пассажиров предпочитающий ГПТ индивидуальному транспорту, вызванных учетом влияния данных факторов на производимые мероприятия по улучшению качества транспортного обслуживания в период с 2015 по 2018 гг. Положительные результаты налицо, но если сравнить диаграммы на рисунках 2.12 и 2.13 можно увидеть разночтения в количественной оценке (весе) различных факторов по результатам опроса. Это немаловажная деталь, так как именно вес того или иного фактора определяет величину ресурсов необходимых для перевода исследуемой системы в состояние с более высокими показателями качества.

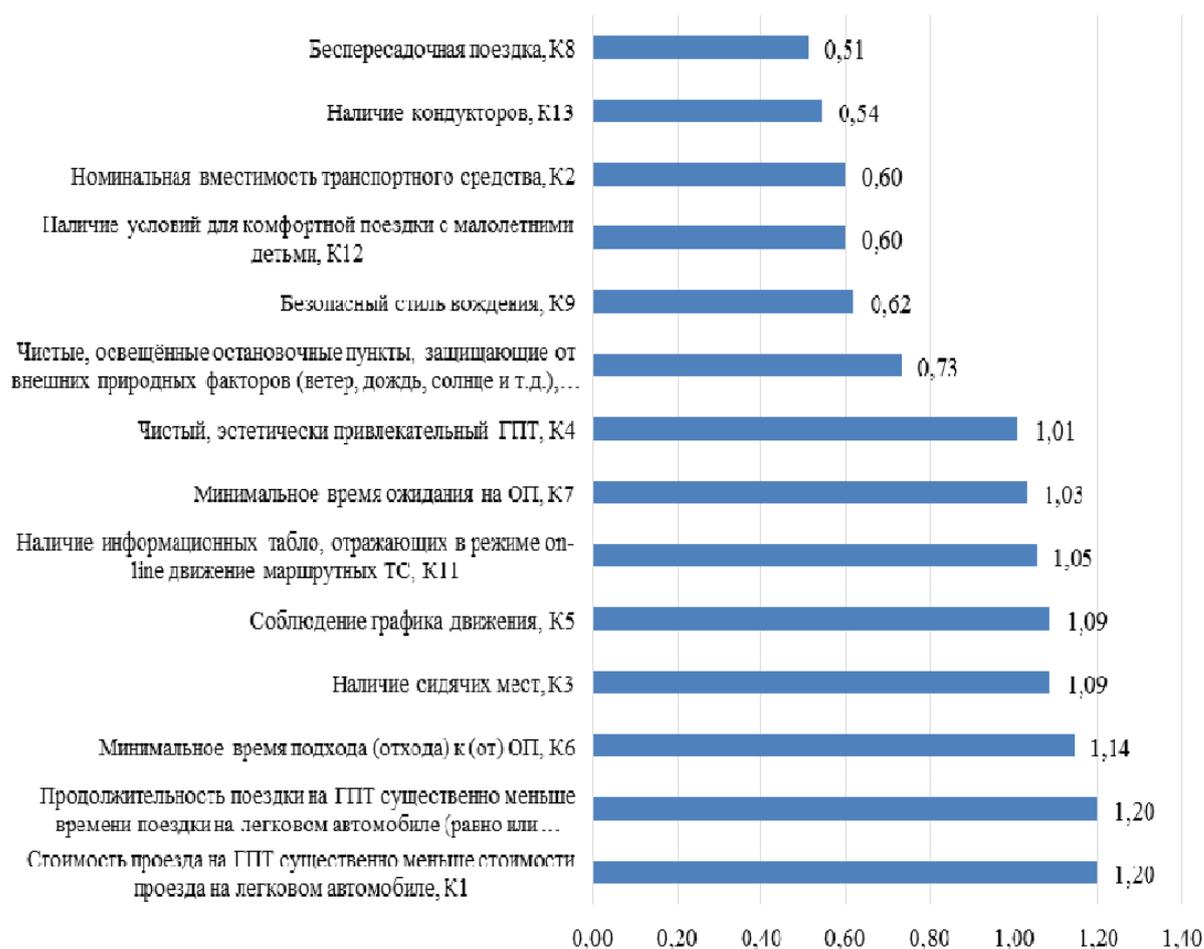


Рисунок 2.13 – Влияние отдельных фактора на привлекательность ГПТ по результатам опроса потенциальных пассажиров. Источник: [78].

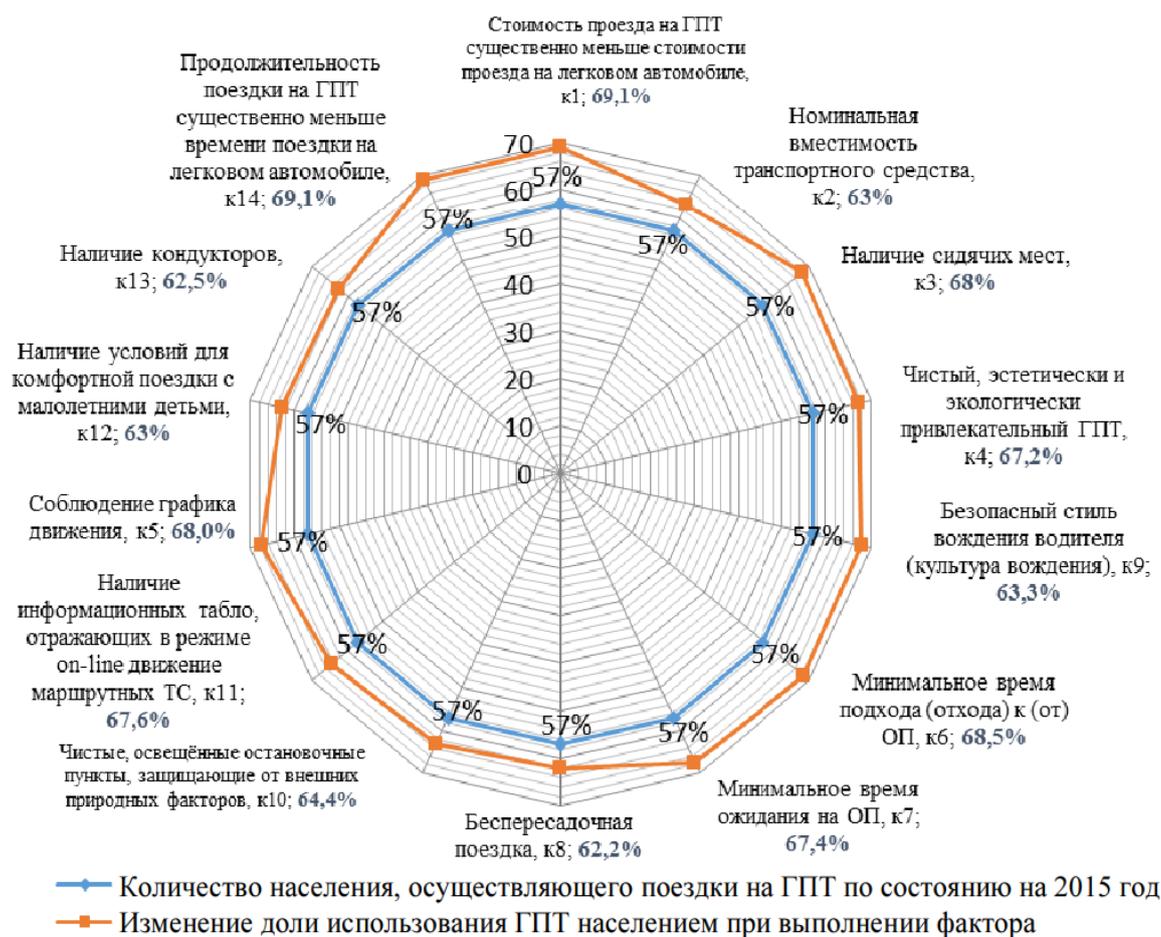


Рисунок 2.14 – Оценка влияния факторов привлекательности ГПТ на изменение доли перевозимых пассажиров. Источник: [78].

Еще одним недостатком в методологии, определяющей доминирующую роль опросов населения при определении качества транспортного обслуживания, является то, что не только проявляются разночтения в определении веса того или иного параметра, но и при распределении приоритетов между самим факторами. Например, в [81] со ссылками [81,82,83,84] при проведении исследования приведена таблица, отражающая статистически обработанные данные результатов опроса по распределению значимости факторов («общностей» по терминологии авторов) качества транспортного обслуживания. Мы видим, что на первом месте обозначен фактор «периодичность», а из данных на рисунках 2.12 и 2.13 таковым является фактор «стоимость проезда на ГПТ на автомобиле» и т.д.

Скорее всего данные разночтения говорят о различной постановке вопросов или может быть даже цели проведения опроса [85], но в любом случае можно констатировать факт отсутствия приемлемых в рамках стохастических законов распределения случайных величин (нормального и т.д.) параметров сходимости результатов исследований, полученных на основании опросов населения по оценке качества транспортного обслуживания.

Таблица 2.4 – Данные по распределению значимости факторов (общностей по терминологии авторов) качества транспортного обслуживания. Источник: [81].

	общности
Периодичность	0,917
Время ожидания автобуса в не пиковые часы	0,907
Профессионализм кондукторов автобусов	0,894
Время ожидания автобуса в час пик	0,887
Процесс оплаты проезда	0,809
Варианты оплаты проезда	0,800
Любезность кондукторов и водителей автобусов	0,800
Чистота автобусных остановок	0,780
Система кондиционирования в автобусе	0,778
Чистота в автобусе	0,736
Расположение автобусной остановки	0,706
Профессионализм водителя автобуса (стиль вождения)	0,695
Скорость движения	0,690
Расположение информационных табло на остановках	0,687
Расписание на информационных табло соответствует действительности	0,686
Надежность автобуса	0,671
Комфорт на остановках (наличие укрытия, скамейки, урны)	0,661
Наполнение салона («теснота»)	0,659
Безопасность для пассажира с точки зрения краж	0,653
Расстояние между автобусными остановками	0,615
Объявление названия остановок	0,612
Комфортные условия в автобусе (перила, сидения, ступеньки, наличие пандусов)	0,598
Стоимость проезда	0,492

Между тем данный методологический подход находит широкое применение в научных исследованиях для разработки мероприятий по повышению качества транспортного обслуживания населения. В диссертации [86], посвященной разработке методики организации мультимодальных пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте, опросный метод положен в основу алгоритма расчёта по разработанной методике.

В качестве опрашиваемых предлагаются использовать респондентов трех категорий: начиная от потенциальных пользователей, непосредственно самих пользователей и специалистов отрасли – экспертов. На основе статистически обработанных данных формируются алгоритмы и прикладные модели маршрутизации перевозок рисунок (рисунок 2.15).



Рисунок 2.15 - Алгоритм расчета маршрута при организации мультимодальной пассажирской перевозке Источник: [86].

В данном случае применение методов экспертного оценивания, когда не гарантируется однозначность или детерминированный характер «входов» в исследуемую систему, генерируется 5-я группа ИН, вызванная неприменением объективных научных методов или апробированных научных подходов, необходимых для объективного решения задач в ЛИС оценки качества транспортного обслуживания в ГПТ.

Выводы по второй главе

Во второй главе **разработана** концепция системы оценки качества обслуживания пассажиров 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 динамических 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 это в настоящее время они не являются какой-то единой монолитной структурой и возможно изменения в их составе и структуре.

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

1. Необходимость единой цели логистического управления качеством: инструменты оптимизации структуры должны синтезировать новые состояния логистической системы управления ГТП, 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 проективно реагировать (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 ГТП, 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 критериям 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 применении к логистическим системам взаимодействия различных 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).

3. РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ ТРАНСПОРТА

Разрабатываемый метод оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия различных видов транспорта является систематизированной совокупностью нескольких базовых элементов: структуры построения, применимой математической модели определения закономерностей взаимодействия между элементами системы, алгоритмов и программного обеспечения реализующих трудоёмкую расчётную составляющую и методик его применения в реальных условиях для организации эффективных систем ГПТ [87,88,89,90,91,92,93,94,95]. На основе проведенного в предыдущих главах анализа состояния системы ГПТ, нормативной и методологической базы, а также анализа применяемых в настоящее время и возможных методов оценки качества транспортного обслуживания населения определено:

1. Структура системы оценки качества транспортного обслуживания населения должна иметь 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. Математической модель определения закономерностей взаимодействия между элементами системы оценки качества транспортного обслуживания населения должна являться объективным аналитическим инструментом, исключающим субъективизм результатов моделирования. Результаты моделирования должны являться откликами функции полезности, включающими влияние и взаимовлияние всех без исключения показателей качества транспортного обслуживания населения на всех иерархических уровнях исследуемой системы.

3. Программное обеспечение, реализующее вычислительный процесс метода оценки качества транспортного обслуживания населения, должно соответствовать требованиям надежности в соответствии с ГОСТ 24.701-86 «Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения».
4. Методика применения в реальных условиях метода оценки качества транспортного обслуживания населения для организации эффективных систем ГПТ должна быть разработана по принципу концептуального единства, требующему, чтобы все методологические, организационные, технические, программные и информационные средства строились на единых системных концепциях.

3.1 Разработка структуры системы оценки качества транспортного обслуживания населения

Для разработки структуры и математической модели системы оценки качества транспортного обслуживания населения введем единую систему условных обозначений:

p_{ij}^{pk} - переменное значение показателя качества транспортного обслуживания населения, принимающее текущее значение для любого вида транспорта в каждой из подсистем на всех уровнях исследуемой системы

i – индекс, определяющий принадлежность показателя качества транспортного обслуживания населения к тому или иному виду транспорта в каждой из подсистем на всех уровнях исследуемой системы ($i = 1 \dots m$).

j – индекс, определяющий принадлежность показателя качества транспортного обслуживания населения к тому или иному уровню эффективности в каждой из подсистем на всех уровнях исследуемой системы ($i = 1 \dots n$).

p – индекс, определяющий принадлежность показателя качества транспортного обслуживания населения к определенной подсистеме на всех уровнях исследуемой системы ($p = 1 \dots u$).

k – индекс, определяющий принадлежность показателя качества транспортного обслуживания населения к определенному уровню во всех подсистемах исследуемой системы ($k = 1 \dots v$).

\mathcal{E}_{ij}^{pk} - отклик функции полезности или оценка качества транспортного обслуживания населения для i -го вида транспорта по j -му критерию целеполагания в p -той подсистеме на k -ом уровне исследуемой системы.

C_{ij}^{pk} - вес показателя качества транспортного обслуживания населения для i -го вида транспорта по j -му критерию целеполагания в p -той подсистеме на k -ом уровне исследуемой системы.

K_j^{pk} - индикатор критерия качества транспортного обслуживания населения в p -той подсистеме на k -ом уровне исследуемой системы.

Тогда расчётная матрица p -той подсистемы на k -ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения может быть представлена в общем виде (таблица 3.1)

Таблица 3.1 – Матрица оценки эффективности в p -той подсистеме на k -ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения

Вид транспорта	Критерий целеполагания				\mathcal{E}_{ij}^{pk}
	K_1^{pk}	K_2^{pk}	...	K_n^{pk}	
1	Π_{11}^{pk}	Π_{12}^{pk}	...	Π_{1n}^{pk}	\mathcal{E}_1^{pk}
2	Π_{21}^{pk}	Π_{22}^{pk}	...	Π_{2n}^{pk}	\mathcal{E}_2^{pk}
...
m	Π_{m1}^{pk}	Π_{m2}^{pk}	...	Π_{mn}^{pk}	\mathcal{E}_m^{pk}

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 3.2.

Таблица 3.2 – 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	Π_{m1}^{pk}	Π_{m2}^{pk}	...	Π_{mn}^{pk}	1

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

$$\sum_{j=1}^n c_i^{pk} = 1 \quad (3.1)$$

В соответствии с принятой составом критериев РСТО структура системы оценки качества транспортного обслуживания населения будет состоять 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») и
- 1-ой подсистемы на 3-ем (высшем) уровне исследуемой системы («качество обслуживания»).

Последовательность построения структуры и взаимодействия отдельных подсистем в системе оценки качества транспортного обслуживания населения на всех уровнях логистической информационной системы представлена в таблицах 3.3 ... 3.10

Таблица 3.3 – Матрица оценки эффективности в 1-ой подсистеме на 1-ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения «территориальная доступность»

Вид транспорта	Индикатор качества			$Э_{ij}^{11}$
	Норма-расстояние до ОП	Доля населения в пределах нормы-расстояния до ОП	Максимальное расстояние до ОП	
1	$П_{11}^{11}$	$П_{12}^{11}$	$П_{13}^{11}$	$Э_1^{11}$
2	$П_{21}^{11}$	$П_{22}^{11}$	$П_{23}^{11}$	$Э_2^{11}$
...
m	$П_{m1}^{11}$	$П_{m2}^{11}$	$П_{m3}^{11}$	$Э_m^{11}$

Таблица 3.4 – Матрица оценки эффективности в 2-ой подсистеме на 1-ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения «ценовая доступность»

Вид транспорта	Индикатор качества			$Э_{ij}^{21}$
	Расходы населения на осуществление поездок	Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой проезда	Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа	
1	$П_{11}^{21}$	$П_{12}^{21}$	$П_{13}^{21}$	$Э_1^{21}$
2	$П_{21}^{21}$	$П_{22}^{21}$	$П_{23}^{21}$	$Э_2^{21}$
...
m	$П_{m1}^{21}$	$П_{m2}^{21}$	$П_{m3}^{21}$	$Э_m^{21}$

Таблица 3.5 – 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	Π_{11}^{31}	Π_{12}^{31}	Π_{13}^{31}	\mathcal{E}_1^{31}
2	Π_{21}^{31}	Π_{22}^{31}	Π_{23}^{31}	\mathcal{E}_2^{31}
...
m	Π_{m1}^{31}	Π_{m2}^{31}	Π_{m3}^{31}	\mathcal{E}_m^{31}

Таблица 3.6 – Матрица оценки эффективности в 4-ой подсистеме на 1-ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения «временная доступность»

Вид транспорта	Индикатор качества			\mathcal{E}_{ij}^{41}
	Дельта начала и окончания движения ТС	Интервал движения ТС	Запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение от места отправления к месту назначения	
1	Π_{11}^{41}	Π_{12}^{41}	Π_{13}^{41}	\mathcal{E}_1^{41}
2	Π_{21}^{41}	Π_{22}^{41}	Π_{23}^{41}	\mathcal{E}_2^{41}
...
m	Π_{m1}^{41}	Π_{m2}^{41}	Π_{m3}^{41}	\mathcal{E}_m^{41}

Таблица 3.7 – Матрица оценки эффективности в 1-ой подсистеме на 2-ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения «Доступность»

Вид транспорта	Индикатор качества				\mathcal{E}_{ij}^{12}
	Территориальная доступность	Ценовая доступность	Информационная доступность	Временная доступность	
1	$\pi_{11}^{12} = \mathcal{E}_1^{11}$	$\pi_{12}^{12} = \mathcal{E}_1^{21}$	$\pi_{13}^{12} = \mathcal{E}_1^{31}$	$\pi_{14}^{12} = \mathcal{E}_1^{41}$	\mathcal{E}_1^{12}
2	$\pi_{21}^{12} = \mathcal{E}_2^{11}$	$\pi_{22}^{12} = \mathcal{E}_2^{21}$	$\pi_{23}^{12} = \mathcal{E}_2^{31}$	$\pi_{24}^{12} = \mathcal{E}_2^{41}$	\mathcal{E}_2^{12}
...
m	$\pi_{m1}^{12} = \mathcal{E}_m^{11}$	$\pi_{m2}^{12} = \mathcal{E}_m^{21}$	$\pi_{m3}^{12} = \mathcal{E}_m^{31}$	$\pi_{m4}^{12} = \mathcal{E}_m^{41}$	\mathcal{E}_m^{12}

Специальной функцией матрицы оценки эффективности в 1-ой подсистеме на 2-ом уровне (таблица 3.7) является содержание логического оператора перехода с 1-го уровня на 2-ой уровень в системы оценки качества транспортного обслуживания населения.

Таблица 3.8 – Матрица оценки эффективности в 2-ой подсистеме на 2-ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения «Безопасность»

Вид транспорта	Индикатор качества				\mathcal{E}_{ij}^{22}
	Доля ДТП по маршрутным условиям	Доля ДТП по причине неисправности ТС	Доля ДТП по вине водителей	Доля ТС, соответствующих экологическим требованиям и условиям (ЭУ)	
1	π_{11}^{22}	π_{12}^{22}	π_{13}^{22}	π_{14}^{22}	\mathcal{E}_1^{22}
2	π_{21}^{22}	π_{22}^{22}	π_{23}^{22}	π_{24}^{22}	\mathcal{E}_2^{22}
...
m	π_{m1}^{22}	π_{m2}^{22}	π_{m3}^{22}	π_{m4}^{22}	\mathcal{E}_m^{22}

Таблица 3.9 – Матрица оценки эффективности в 3-ой подсистеме на 2-ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения «Комфортность»

Вид транспорта	Индикатор качества					\mathcal{E}_{ij}^{32}
	Доля рейсов, выполняемых по расписанию	Наполняемость на 1 м ² пола ТС	Время на передвижения пассажиров между ОП	Доля ТС с комфортными условиями	Доля ТПУ на 1 км маршрута	
1	Π_{11}^{32}	Π_{12}^{32}	Π_{13}^{32}	Π_{14}^{32}	Π_{15}^{32}	\mathcal{E}_1^{32}
2	Π_{21}^{32}	Π_{22}^{32}	Π_{23}^{32}	Π_{24}^{32}	Π_{25}^{32}	\mathcal{E}_2^{32}
...
m	Π_{m1}^{32}	Π_{m2}^{32}	Π_{m3}^{32}	Π_{m4}^{32}	Π_{m5}^{32}	\mathcal{E}_m^{32}

Таблица 3.10 – Матрица оценки эффективности в 1-ой подсистеме на 3-ом уровне исследуемой системы оценки качества транспортного обслуживания населения «Качество обслуживания»

Вид транспорта	Индикатор качества			\mathcal{E}_{ij}^{13}
	«Доступность»	«Безопасность»	«Комфортность»	
1	$\Pi_{11}^{13} = \mathcal{E}_1^{12}$	$\Pi_{12}^{13} = \mathcal{E}_1^{22}$	$\Pi_{13}^{13} = \mathcal{E}_1^{32}$	\mathcal{E}_1^{13}
2	$\Pi_{21}^{13} = \mathcal{E}_2^{12}$	$\Pi_{22}^{13} = \mathcal{E}_2^{22}$	$\Pi_{23}^{13} = \mathcal{E}_2^{32}$	\mathcal{E}_2^{13}
...
m	$\Pi_{m1}^{13} = \mathcal{E}_m^{12}$	$\Pi_{m2}^{13} = \mathcal{E}_m^{22}$	$\Pi_{m3}^{13} = \mathcal{E}_m^{32}$	\mathcal{E}_m^{13}

Специфической особенностью матрицы оценки эффективности является интегрирование всех полученных откликов функций эффективности на предшествующих уровнях с помощью логического оператора перехода с 2-го уровня на 3-ий для облуживания результирующей оценки искомого качества в ГПТ.

Разработанная структура системы оценки качества транспортного обслуживания населения решает задачу логистики управления в части определения структуры индикаторов и показателей качества. Она должна быть полностью воспроизводящей многоуровневую и многокритериальную структуру исследуемой ГПТОП. Следующей задачей исследования является разработка модели описания закономерностей в системе оценки качества транспортного обслуживания, соответствующей условиям информационной ситуации функционирования ГПТОП и обеспечивающей логистическое единство в системе взаимодействия различных видов транспорта общественного пользования по значительному составу индикаторов качества транспортного обслуживания населения.

3.2 Математическая модель определения отклика функции эффективности различных видов транспорта в системе оценки качества транспортного обслуживания населения

Анализ информационных ситуаций в системе ГПТОП показал ряд специфических особенностей, определяющих требования к применяемым алгоритмам математического моделирования:

1. текущие (соответствующие отдельным дискретным состояниям) значения показателей не подчиняться законам распределения случайных величин (нормальному, логарифмическому и т.д.), поэтому методы, применяемые для исследования системы оценки качества транспортного обслуживания и формирования рекомендаций по её развитию должны нивелировать возникающую неопределенность в силу отсутствия данного подчинения [96];
2. алгоритмы моделирования должны предполагать возможность системному повышению качества пассажирских перевозок через группу управляемых факторов с учетом противоречивого целеполагания субъектов системы качества транспортного обслуживания населения [97];

3. алгоритмы моделирования должны исключить взаимозаменяемость показателей при комплексной оценке уровня качества пассажирских перевозок, то есть нельзя применять математический аппарат, предполагающий сведение ряда показателей в единый комплексный, при котором «теряется» эффект от каждого показателя качества в отдельности [98].

Последнее требование является крайне важным, так практически все проанализированные исследования имеют данный принципиальный методологический недостаток в аналитическом подходе, а именно при определении комплексного значения оценки качества неэффективности по одному параметру, компенсируются «хорошими» значениям других параметров качества. Это свойство модели является прямым следствием несовершенства применимых математических процедур (операторов) для получения комплексного показателя качества [99,100,101].

С учетом перечисленных требований и разработанной структуры системы исследуемой системы, а также анализа методов математического моделирования многокритериальных процессов отечественных и зарубежных авторов [102, 103, ..., 119], составим математическую модель последовательной оптимизации в системе оценки качества транспортного обслуживания населения.

Последовательность (алгоритм) моделирования определяется порядком действий в соответствии с разработанной многоуровневой иерархической структуры исследуемой системы [120], то есть от низшего (первого) уровня к высшему (третьему) уровню. Первой обязательной операций во всех подсистемах нормирование и перевод в относительные значения текущих показателей с учетом целеполагания:

$$P_{ij} = \begin{cases} \frac{P_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq m} P_{ij}} \\ \frac{\min_{1 \leq i \leq m} P_{ij}}{P_{ij}} \end{cases} \quad (3.2)$$

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

$$\mathcal{E}_{ij}^{11} = \sum_{j=1}^3 p_{ij}^{11} c_{ij}^{11} \rightarrow \max, \quad (3.3)$$

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:

$$\mathcal{E}_{ij}^{21} = \sum_{j=1}^3 p_{ij}^{21} c_{ij}^{21} \rightarrow \max, \quad (3.4)$$

где

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

Для подсистемы 1.3 «информационная доступность» отклик функции ценности будет определяться по формуле:

$$\mathcal{E}_{ij}^{31} = \sum_{j=1}^3 p_{ij}^{31} c_{ij}^{31} \rightarrow \max, \quad (3.5)$$

где

$$c_{ij}^{31} = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_{ij}}, & \text{если } j \leq \lambda_{ij}, \\ 0, & \text{если } j > \lambda_{ij}, \end{cases} \quad \text{где } j = 1 \dots 3 \\ \lambda \text{ из условия } p_{\lambda j}^{31} = \max_j p_{ij}^{31}$$

Для подсистемы 2.1 «доступность» отклик функции ценности будет определяться по формуле:

$$\mathfrak{E}_{ij}^{12} = \sum_{j=1}^4 \mathfrak{E}_{ij}^{u1} c_{ij}^{12} \rightarrow \max, \text{ где } u = 1 \dots 4, \dots \dots \dots (3.6)$$

где

$$c_{ij}^{12} = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_{ij}}, \text{ если } j \leq \lambda_{ij}, \\ 0, \text{ если } j > \lambda_{ij}, \\ \lambda \text{ из условия } \mathfrak{E}_{\lambda j}^{u1} = \max_j \mathfrak{E}_{ij}^{u1} \end{cases} . \quad j = 1 \dots 4$$

Для подсистемы 2.2 «безопасность» отклик функции ценности будет определяться по формуле:

$$\mathfrak{E}_{ij}^{22} = \sum_{j=1}^4 p_{ij}^{22} c_{ij}^{22} \rightarrow \max, \quad (3.7)$$

где

$$c_{ij}^{22} = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_{ij}}, \text{ если } j \leq \lambda_{ij}, \\ 0, \text{ если } j > \lambda_{ij}, \\ \lambda \text{ из условия } p_{\lambda j}^{22} = \max_j p_{ij}^{22} \end{cases} . \text{ где } j = 1 \dots 4$$

Для подсистемы 2.3 «комфортность» отклик функции ценности будет определяться по формуле:

$$\mathfrak{E}_{ij}^{32} = \sum_{j=1}^5 p_{ij}^{32} c_{ij}^{32} \rightarrow \max, \quad (3.8)$$

где

$$c_{ij}^{32} = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_{ij}}, \text{ если } j \leq \lambda_{ij}, \\ 0, \text{ если } j > \lambda_{ij}, \\ \lambda \text{ из условия } p_{\lambda j}^{32} = \max_j p_{ij}^{32} \end{cases} . \text{ где } j = 1 \dots 5$$

Для подсистемы 3.1 «качество обслуживания» отклик функции ценности будет определяться по формуле:

$$\Xi_{ij}^{31} = \sum_{j=1}^3 \Xi_{ij}^{u2} c_{ij}^{31} \rightarrow \max, \text{ где } u = 1 \dots 3, \dots \dots \dots (3.9)$$

где

$$c_{ij}^{31} = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_{ij}}, \text{ если } j \leq \lambda_{ij}, \\ 0, \text{ если } j > \lambda_{ij}, \\ \lambda \text{ из условия } \Xi_{\lambda j}^{u2} = \max_j \Xi_{ij}^{u2} \end{cases} . \quad j = 1 \dots 3$$

Разработанный оригинальный математический алгоритм (3.3) ... (3.9) 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). Преимуществом данного математического алгоритма является:

1. возможность синтезировать новые состояния логистической системы ГТП, согласующие локальные и нередко противоречивые цели функционирования отдельных подсистем в единую эффективную модель управления данными.
2. возможность обеспечивать координацию между всеми элементами многоуровневой логистической системы ГПТОП для формирования единой целенаправленной функции ценности достижения требуемого уровня качества.
3. 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.

						Т	Д	Б	К	\mathcal{E}_{ij}^{13}									
						1	$\pi_{11}^{13} = \mathcal{E}_1^{12}$	$\pi_{12}^{13} = \mathcal{E}_1^{22}$	$\pi_{13}^{13} = \mathcal{E}_1^{32}$	\mathcal{E}_1^{13}									
						2	$\pi_{21}^{12} = \mathcal{E}_2^{12}$	$\pi_{22}^{13} = \mathcal{E}_2^{22}$	$\pi_{23}^{13} = \mathcal{E}_2^{32}$	\mathcal{E}_2^{13}									
														
						m	$\pi_{m1}^{13} = \mathcal{E}_m^{12}$	$\pi_{m2}^{13} = \mathcal{E}_m^{22}$	$\pi_{m3}^{13} = \mathcal{E}_m^{32}$	\mathcal{E}_m^{13}									
«доступность»						«безопасность»						«комфортность»							
Вид транспорта	Территориальная доступность	Ценовая доступность	Информационная доступность	Временная доступность	\mathcal{E}_{ij}^{12}	Вид транспорта	Доля ДТП по маршрутным условиям	Доля ДТП по причине неисправности ТС	Доля ДТП по вине водителей	Доля ТС соответствующих ЭУ	\mathcal{E}_{ij}^{22}	Вид транспорта	Доля рейсов, выполняемых по расписанию	Наполняемость на 1 м ² 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	$\pi_{11}^{12} = \mathcal{E}_1^{11}$	$\pi_{12}^{12} = \mathcal{E}_1^{21}$	$\pi_{13}^{12} = \mathcal{E}_1^{31}$	$\pi_{14}^{12} = \mathcal{E}_1^{41}$	\mathcal{E}_1^{12}	1	π_{11}^{22}	π_{12}^{22}	π_{13}^{22}	π_{14}^{22}	\mathcal{E}_1^{22}	1	π_{11}^{32}	π_{12}^{32}	π_{13}^{32}	π_{14}^{32}	π_{15}^{32}	\mathcal{E}_1^{32}	
2	$\pi_{21}^{12} = \mathcal{E}_2^{11}$	$\pi_{22}^{12} = \mathcal{E}_2^{21}$	$\pi_{23}^{12} = \mathcal{E}_2^{31}$	$\pi_{24}^{12} = \mathcal{E}_2^{41}$	\mathcal{E}_2^{12}	2	π_{21}^{22}	π_{22}^{22}	π_{23}^{22}	π_{24}^{22}	\mathcal{E}_2^{22}	2	π_{21}^{32}	π_{22}^{32}	π_{23}^{32}	π_{24}^{32}	π_{25}^{32}	\mathcal{E}_2^{32}	
...	
m	$\pi_{m1}^{12} = \mathcal{E}_m^{11}$	$\pi_{m2}^{12} = \mathcal{E}_m^{21}$	$\pi_{m3}^{12} = \mathcal{E}_m^{31}$	$\pi_{m4}^{12} = \mathcal{E}_m^{41}$	\mathcal{E}_m^{12}	m	π_{m1}^{22}	π_{m2}^{22}	π_{m3}^{22}	π_{m4}^{22}	\mathcal{E}_m^{22}	m	π_{m1}^{32}	π_{m2}^{32}	π_{m3}^{32}	π_{m4}^{32}	π_{m5}^{32}	\mathcal{E}_m^{32}	
Территориальная доступность					Ценовая доступность					Информационная доступность					Временная 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 возможность 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	Дельта начала и окончания движения ТС	Интервал движения ТС	Запас времени, складываемый пассажиром на передвижение к месту назначения	\mathcal{E}_{ij}^{41}
1	π_{11}^{11}	π_{12}^{11}	π_{13}^{11}	\mathcal{E}_1^{11}	1	π_{11}^{21}	π_{12}^{21}	π_{13}^{21}	\mathcal{E}_1^{21}	π_{11}^{31}	π_{12}^{31}	π_{13}^{31}	\mathcal{E}_1^{31}	π_{11}^{41}	1	π_{11}^{41}	π_{12}^{41}	π_{13}^{41}	\mathcal{E}_1^{41}
2	π_{21}^{11}	π_{22}^{11}	π_{23}^{11}	\mathcal{E}_2^{11}	2	π_{21}^{21}	π_{22}^{21}	π_{23}^{21}	\mathcal{E}_2^{21}	π_{21}^{31}	π_{22}^{31}	π_{23}^{31}	\mathcal{E}_2^{31}	π_{21}^{41}	2	π_{21}^{41}	π_{22}^{41}	π_{23}^{41}	\mathcal{E}_2^{41}
...
m	π_{m1}^{11}	π_{m2}^{11}	π_{m3}^{11}	\mathcal{E}_m^{11}	m	π_{m1}^{21}	π_{m2}^{21}	π_{m3}^{21}	\mathcal{E}_m^{21}	π_{m1}^{31}	π_{m2}^{31}	π_{m3}^{31}	\mathcal{E}_m^{31}	π_{m1}^{41}	m	π_{m1}^{41}	π_{m2}^{41}	π_{m3}^{41}	\mathcal{E}_m^{41}

Рисунок 3.1 – Схема структуры математической модели оценки качества обслуживания населения. Источник: [разработано автором]

3.3 Алгоритмы программного обеспечения системы оценки качества транспортного обслуживания населения

Разработанный оригинальный математический алгоритм позволяет перейти к созданию алгоритмов и программного обеспечения системы оценки качества транспортного обслуживания населения, чтобы автоматизировать полный цикл расчётов для любых сочетаний видов наземного транспорта, обеспечивая при этом требования РСТО по необходимой структуре индикаторов качества. Разработанное ПО, основанное на анализе системы текущих показателей индикаторов качества РСТО, может быть использовано на следующих этапах формирования РКПТО:

- 4) оценка существующего состояния транспортного обслуживания в субъекте РФ – составление и калибровка модели существующего состояния системы транспортного обслуживания, расчёт значений показателей РСТО для существующего состояния и их сравнение с обследованными значениями, расчёт социально-экономических показателей существующего состояния транспортного обслуживания населения в субъекте РФ, в том числе совокупных затрат времени населения на передвижение;
- 5) прогноз объёма перевозок пассажиров и транспортного спроса в отношении перевозок пассажиров автомобильным транспортом и ГЭТ, иными видами транспорта – составление прогнозной транспортной модели на основе откалиброванной модели существующего состояния, расчёт матриц корреспонденций с расщеплением по видам транспорта;
- 6) определение концептуальных вариантов транспортного обслуживания населения в субъекте РФ и выбор предлагаемого к реализации варианта – составление и расчёт прогнозной транспортной модели для каждого варианта транспортного обслуживания, технико-экономическое сравнение результатов расчётов, выбор варианта по выбранному критерию оптимизации (минимизации общих транспортных издержек, или минимизации суммарных обобщённых затрат пассажиров на передвижения).

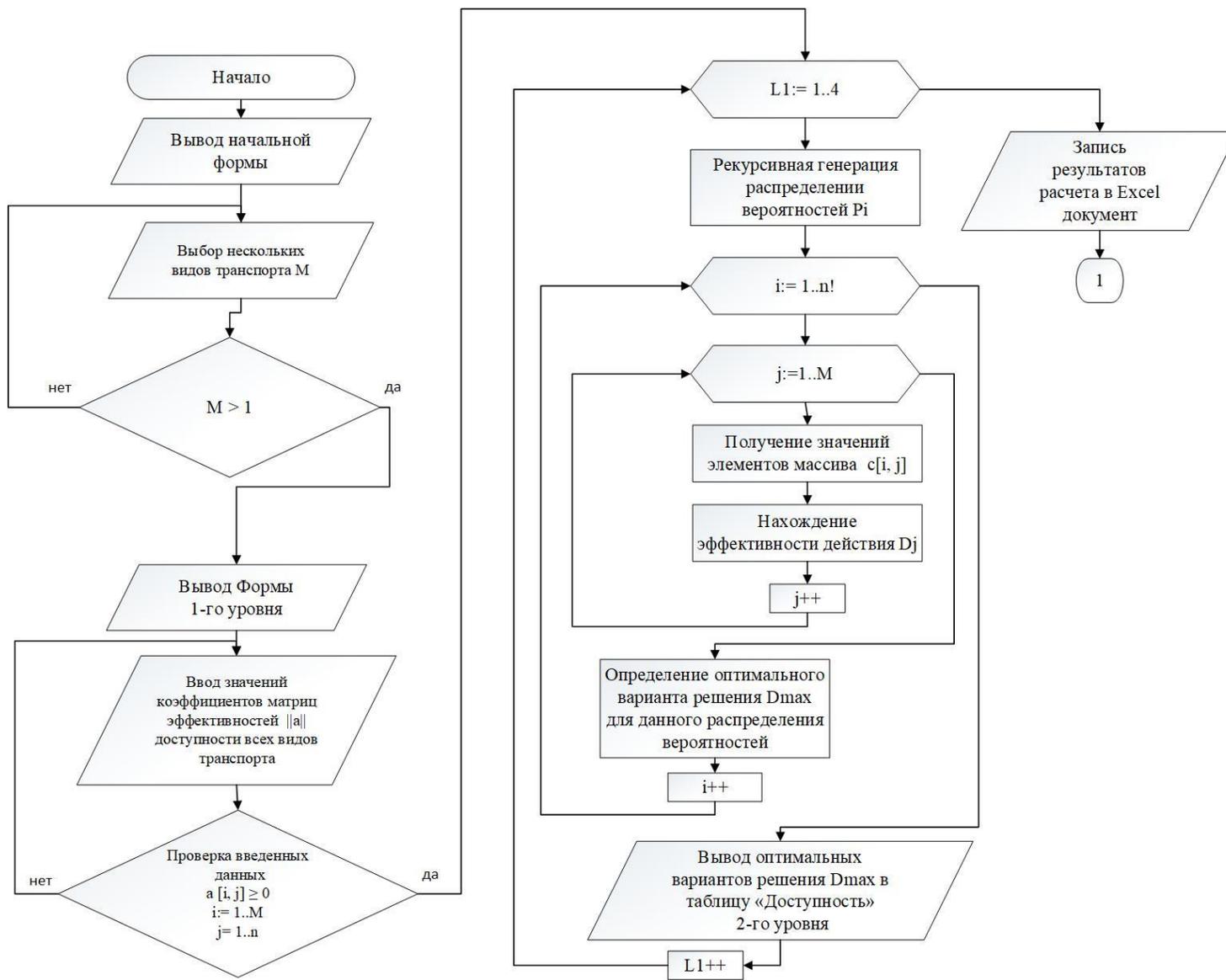


Рисунок 3.2 - Алгоритмы ПО системы оценки качества транспортного обслуживания населения (начало). Источник: [разработано автором]

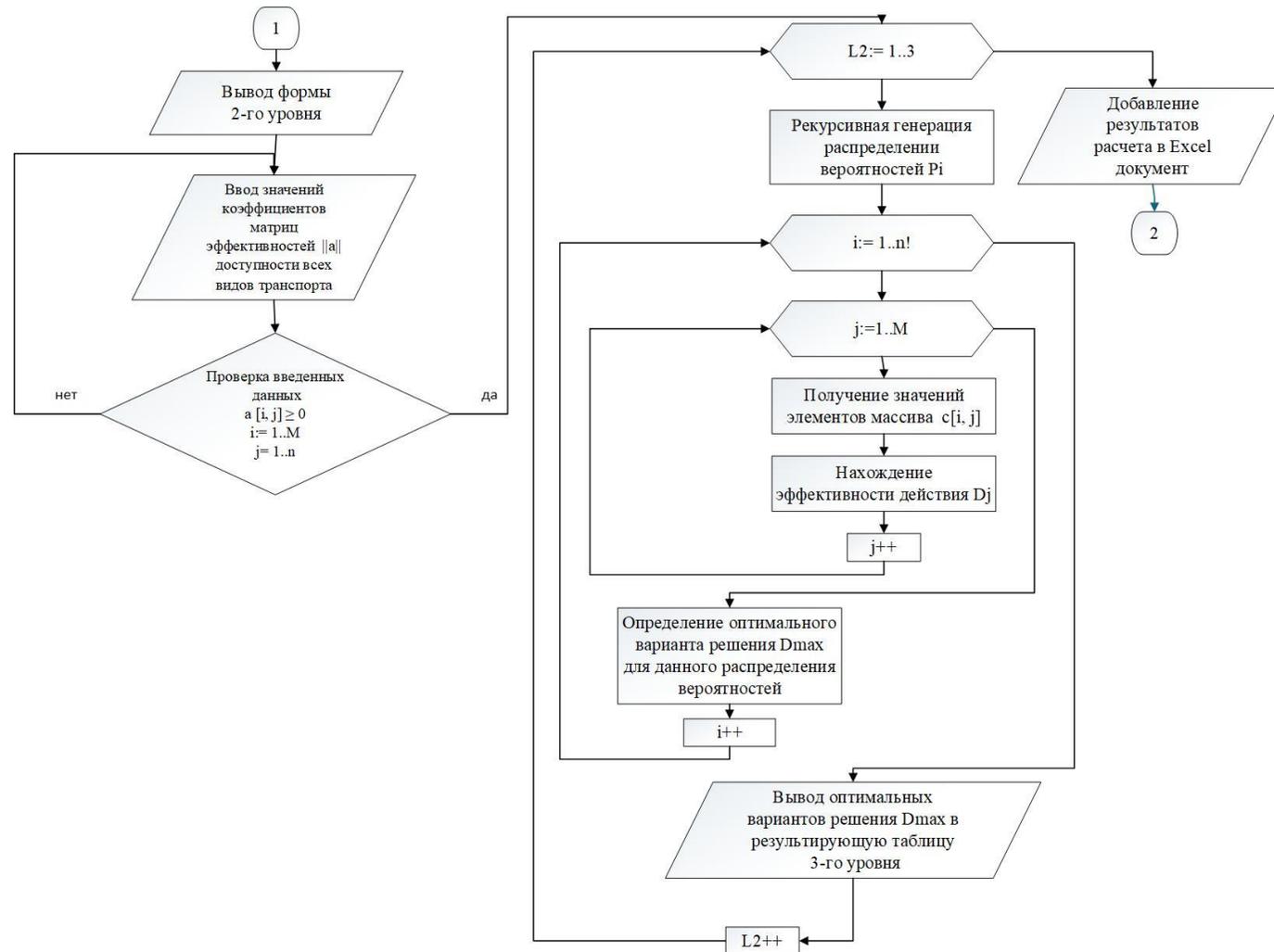


Рисунок 3.3 - Алгоритм ПО системы оценки качества транспортного обслуживания населения (окончание). Источник: [разработано автором]

На рисунках 3.2 и 3.3 представлен разработанный алгоритм ПО системы оценки качества транспортного обслуживания населения. Помимо принятых в математическом описании исследуемой системы символов и обозначений в алгоритме ПО введены дополнительные параметры, необходимые для его реализации в ПО C++

$L_1 = 4$ – количество матриц 1-го уровня

$L_2 = 3$ – количество матриц 2-го уровня

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 быть использовано для организации движения, для оптимизации режимов работы транспортной системы и организации транспортного обслуживания.

Выводы по третьей главе

В третьей главе разработан ряд научных положений, позволяющих полностью формализовать систему качества транспортного обслуживания населения с учетом 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: 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») и 1-ой подсистемы на 3-ем (высшем) уровне исследуемой системы («качество обслуживания»). Разработанная структура системы оценки качества транспортного обслуживания населения решает задачу логистики управления в части определения структуры индикаторов и показателей качества. Она должна быть полностью воспроизводящей многоуровневую и многокритериальную структуру исследуемой ГПТОП.

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

3. Алгоритмы и программное обеспечение, реализующее вычислительный процесс метода 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 алгоритмов 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 быть использована для организации движения, для оптимизации режимов работы транспортной системы и организации транспортного обслуживания.

4. АПРОБАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ В ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВИДОВ ТРАНСПОРТА

Апробация метода оценки качества обслуживания пассажиров в логистической информационной системе взаимодействия видов транспорта производится в виде вычислительного эксперимента (ВЭ) по оценке эффективности трёх видов транспорта (автобус, трамвай и троллейбус) при перевозке пассажиров в ГПТОП в Ленинградской области и пригородных маршрутах г. Санкт-Петербурга. Под эффективностью в данном случае понимается вероятность достижения целевых системных показателей «Доступность», «Безопасность» и «Комфортность», определяемых нормативно-правовыми документами.

Логистическая составляющая в результате проведения ВЭ заключается в согласовании локальных и нередко противоречивых целей функционирования отдельных подсистем в единую эффективную модель управления данными. Данная модель обеспечивает возможность координации между всеми элементами многоуровневой логистической системы ГПТОП для формирования единой целенаправленной функции ценности достижения требуемого уровня качества. При этом, математическая модель и разработанное на её основе ПО имеет два базовых условия:

- 1) Система индикаторов и показателей качества должна полностью воспроизводить структуру исследуемой многоуровневой и многокритериальной системы ГПТОП.
- 2) Система индикаторов и показателей качества должна быть полностью определена аналитическими закономерностями, соответствующим ИН и связывающие систему оценки качества транспортного обслуживания в единое целое, что достигается с помощью разработанного метода оценки качества

обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта.

4.1 Исходные данные для проведения вычислительного эксперимента по оценке качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта

В данном пункте исходные данные для проведения вычислительного эксперимента по оценке качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта отражены в виде вводимых в интерфейс разработанного ПО значений показателей качества транспортного обслуживания по трем видам транспорта. Разработанное ПО позволяет формировать систему оценки качества транспортного обслуживания населения по пяти основным видам общественного транспорта (автобус, трамвай, троллейбус, метрополитен). При необходимости разработанное математическое обеспечение и алгоритмы ПО позволяют расширить количество исследуемых видов транспорта с учетом не только существующих, но и перспективных видов транспорта или видов транспортной мобильности населения. (средств индивидуальной мобильности, высокоскоростного железнодорожного сообщений и т.д.). На рисунке 4.1 представлен начальный интерфейс работы ПО, в котором осуществляется выбор номенклатуры видов транспорта, а также предусмотрена возможность сопоставления показателей качества отдельных видов транспорта с показателями качества РСТО.

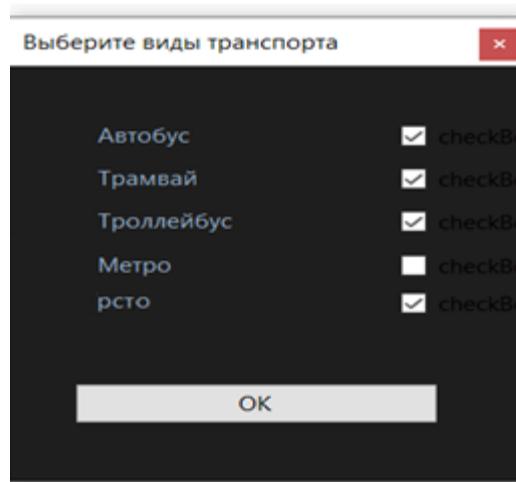


Рисунок 4.1 – Интерфейс выбор видов транспорта для сравнения

Далее на рисунках 4.1 ... 4.5 представлен набор интерфейсов, последовательно отражающий ввод наборов данных

- по всех подсистемах первого иерархического уровня исследуемой системы «Территориальная доступность», «Ценовая доступность», «Информационная доступность» и «Временная доступность»;
- в двух подсистемах второго иерархического уровня подсистемах второго иерархического уровня «Безопасность» и «Комфортность».

Данные в третьей подсистеме «Доступность» на втором иерархическом уровне формируются на основании расчёта показателей качества транспортного обслуживания с учетом целеполагания в четырех нижерасположенных подсистемах первого уровня «Территориальная доступность», «Ценовая доступность», «Информационная доступность» и «Временная доступность».

Территориальная доступность	Норма - расстояние до ОП	Доля населения в пределах нормы-расстоя	Максимальное расстояние до ОП
Автобус	0	0	0
Трамвай	0	0	0
Троллейб	0	0	0
	min	min	min

Ценовая доступность	Расходы населения на осуществление поездок	Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой	Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа
Автобус	0	0	0
Трамвай	0	0	0
Троллейб	0	0	0
	min	min	min

Информационная доступность	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 информационными табло
Автобус	0	0	0
Трамвай	0	0	0
Троллейб	0	0	0
	min	min	min

Временная доступность	Дельта начала и окончания движения ТС	Интервал движения ТС	Запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение
Автобус	0	0	0
Трамвай	0	0	0
Троллейб	0	0	0
	min	min	min

Рассчитать

Рисунок 4.2 – Интерфейс для ввода данных на первом уровне системы оценки качества обслуживания пассажиров. Источник: [разработано автором]

1 уровень

Территориальная доступность	Норма - расстояние до ОП	Доля населения в пределах нормы-расстоя	Максимальное расстояние до ОП
Автобус	300	79	0,9
Трамвай	500	45	1,6
Троллейб	500	60	1,9
рсто	600	90	0,8
	min	max	min

Ценовая доступность	Расходы населения на осуществление поездок	Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой	Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа
Автобус	6,5	32	71
Трамвай	6,1	30	68
Троллейб	6,3	42	83
рсто	3,6	56	65
	min	max	max

Информационная доступность	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 информационными табло
Автобус	35	76	27
Трамвай	32	38	23
Троллейб	31	41	31
рсто	47	94	95
	max	max	max

Временная доступность	Дельта начала и окончания движения ТС	Интервал движения ТС	Запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение
Автобус	6	20	85
Трамвай	7	25	90
Троллейб	6,5	21	87
рсто	6	19	78
	min	min	min

Рассчитать

Рисунок 4.3 – Интерфейс сформированных данных на первом уровне системы оценки качества обслуживания пассажиров. Источник: [разработано автором]

После ввода данных по отдельным показателям качества транспортного обслуживания необходимо сформировать структуру целеполагания в каждой подсистеме и на каждом иерархическом уровне исследуемой системы. При вводе определителей целевых критериев «min» или «max» производится автоматическое нормирование данных и перевод качественных и количественных значений показателей в относительный вид с учётом целеполагания (по формулам 3.2). Как следствие данных процедур возможен дальнейший расчёт эффективности значений отдельных видов транспорта в общей ЛИС. Результат расчёта эффективности будет выражен в количественных оценках по формулам 3.3 ...3.9).

Количественная оценка эффективности (КОЭ) отдельного показателя качества транспортного обслуживания содержит нормированное значение самого показателя и аналитически определяемого значения его веса в соответствующей подсистеме с учетом установленного целеполагания. При этом значение веса показателя тождественно вероятности максимального положительного влияния (отклик фактора) на совокупную КОЭ в данной подсистеме. Результат расчёта КОЭ подсистем первого уровня отражен в верхнем «окне» на рисунке 4.4.

2 уровень. Заполните таблицу "Безопасность" и Комфортность"

Доступность	Территориальная доступность	Ценовая доступность	Информационная доступность	Временная доступность
Автобус	0,370	0,247	0,305	0,265
Трамвай	0,222	0,237	0,221	0,236
Троллейбус	0,222	0,289	0,214	0,250
рсто	0,356	0,368	0,540	0,277
	max	max	max	max

Безопасность	Доля ДТП по маршрутным условиям	Доля ДТП по причине неисправности ТС	Доля ДТП по вине водителей	Доля ТС соответствующих ЭУ
Автобус	4	10	15	20
Трамвай	3	2	5	32
Троллейбус	2	5	3	27
рсто	7	7	8	25
	min	min	min	max

Комфортность	Доля рейсов, выполняемых по расписанию	Наполняемость на 1 кв.м пола ТС	Время на передвижение пассажиров между ОП	Доля ТС с комфортными условиями РСТО	Доля ТПУ на 1 км маршрута
Автобус	37	6	15	45	2,2
Трамвай	67	4	12	48	1,2
Троллейбус	65	7	11	53	1,1
рсто	50	5,6	10	52	0,67
	max	min	min	max	min

Рассчитать

Рисунок 4.4 – Интерфейс для ввода данных на втором уровне системы оценки качества обслуживания пассажиров в подсистемах «Безопасность», «Комфортность» с учетом показателей качества РСТО. Источник: [разработано автором]

Аналогично процедурам на первом иерархическом уровне после ввода данных по отдельным показателям качества транспортного обслуживания необходимо ввод определителей целевых критериев «min» или «max». Ввод производится за счет автоматического нормирования данных и перевод качественных и количественных значений показателей в относительный вид с учётом целеполагания.

4.2 Расчёт показателей оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта

Операция «Расчёт показателей оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта» выполняется в автоматическом режиме. На втором иерархическом уровне все исходные данные нормированы, переведены в относительные единицы и сгруппированы в три основные подсистемы «Доступность», «Безопасность» и «Комфортность». Далее производится расчёт эффективности отдельных видов транспорта в каждой из подсистем: «Доступность», «Безопасность» и «Комфортность», а результаты расчёта переводятся в матрицу эффективности третьего иерархического уровня. После определения целеполагания производится окончательный расчёт эффективности отдельных видов транспорта в границах исследуемой системы (рисунок 4.7)

The screenshot displays a software interface for calculating passenger service quality indicators. It features several overlapping windows:

- Window 1 (Top Left):** A table with columns: Доступность, Безопасность, Комфортность. Rows include: Автобус (0,370, 0,204, 0,227), Трамвай (0,237, 0,530, 0,339), Троллей (0,289, 0,460, 0,297), рсто (0,540, 0,240, 0,405).
- Window 2 (Top Right):** A table with columns: Ценовая доступность, Информационная доступность, Временная доступность, Эффективность. Rows include: 0,247, 0,305, 0,265, 0,370; 0,237, 0,221, 0,236, 0,237; 0,289, 0,214, 0,250, 0,289; 0,368, 0,540, 0,277, 0,540; max, max, max, max.
- Window 3 (Middle Right):** A table with columns: Доля ДТП по причине неисправности ТС, Доля ДТП по вине водителей, Доля ТС соответствующих ЭУ, Эффективность. Rows include: 0,106, 0,092, 0,192, 0,204; 0,530, 0,276, 0,308, 0,530; 0,212, 0,460, 0,260, 0,460; 0,117, 0,152, 0,172, 0,240, 0,240; min, min, min, max.
- Window 4 (Bottom Left):** A table with columns: Комфортность, Доля рейсов, выполняемых по расписанию, Наполняемость на 1 кв.м пола ТС, Время на передвижение пассажиров между ОП, Доля ТС с комфортными условиями РСТО, Доля ТПУ на 1 км маршрута, Эффективность. Rows include: Автобус (0,169, 0,226, 0,196, 0,227, 0,123, 0,227); Трамвай (0,306, 0,339, 0,244, 0,243, 0,226, 0,339); Троллей (0,297, 0,193, 0,267, 0,268, 0,246, 0,297); рсто (0,228, 0,242, 0,293, 0,263, 0,405, 0,405); max, min, min, max, min.

Рисунок 4.5 – Интерфейс расчета данных на втором уровне системы оценки качества обслуживания пассажиров с учетом показателей качества РСТО.

Источник: [разработано автором].

4.3 Результаты расчёта показателей оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта

Результаты расчёта показателей оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта выводятся в виде таблиц Excel, как совокупность всех возможных КОЭ при определении функциональных зависимостей взаимодействия показателей в границах исследуемой системы. Результаты расчёта показателей оценки качества

обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта представлены для всех подсистем на всех иерархических уровнях. Это дает 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. Количество возможных сочетаний приоритетов критериев в рамках каждой исследуемой подсистемы определяется как $(n!)$ возможных решений, где n – количество критериев или отдельных свойств, определяющих качество пассажирских перевозок.

«Приоритет критериев», при котором определяется КОЭ транспортного обслуживания в каждом конкретном случае применения разработанной системы оценки качества транспортного обслуживания населения, 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. Набор всех возможных решений для полной совокупности «Приоритетов критериев качества» приведен в таблицах 4.1 ...4.7

Таблица 4.1 – 1-ый уровень системы оценки качества обслуживания пассажиров, подсистема «Территориальная доступность»

Территориальная доступность (лучшие решения)				
n	Приоритет критериев качества	Автобус	Трамвай	Троллейбус
1	«Норма-расстояние до ОП» > «Доля населения в пределах нормы-расстояния до ОП»> «Максимальное расстояние до ОП»	0,3373	0,3495	0,385
2	«Норма-расстояние до ОП» > «Максимальное расстояние до ОП» > «Доля населения в пределах нормы-расстояния до ОП»	0,3935	0,3447	0,385

3	«Доля населения в пределах нормы-расстояния до ОП» > «Норма-расстояние до ОП» > «Максимальное расстояние до ОП»	0,3373	0,468	0,346
4	«Доля населения в пределах нормы-расстояния до ОП» > «Максимальное расстояние до ОП» > «Норма-расстояние до ОП»	0,3135	0,468	0,318
5	«Максимальное расстояние до ОП» > «Доля населения в пределах нормы-расстояния до ОП» > «Норма-расстояние до ОП»	0,402	0,4015	0,318
6	«Максимальное расстояние до ОП» > «Норма-расстояние до ОП» > «Доля населения в пределах нормы-расстояния до ОП»	0,402	0,3447	0,3235

Таблица 4.2 – 1-ый уровень системы оценки качества обслуживания пассажиров, подсистема «Ценовая доступность»

Ценовая доступность (лучшие решения).				
n	Приоритет критериев качества:	Автобус	Трамвай	Троллейбус
1	«Расходы населения на осуществление поездок» > «Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой проезда» > «Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа»	0,3535	0,333	0,3393
2	«Расходы населения на осуществление поездок» > «Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа» > Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой проезда»	0,3487	0,333	0,347
3	Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой проезда» > «Расходы населения на осуществление поездок» > «Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа»	0,374	0,317	0,3393
4	Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой проезда» > «Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа» > «Расходы населения на осуществление поездок»	0,374	0,3113	0,3425
5	«Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа» > Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой проезда»	0,3565	0,3113	0,361

	>«Расходы населения на осуществление поездок»			
6	«Доля маршрутов с оплатой универсального проездного документа»>«Расходы населения на осуществление поездок» > Доля маршрутов с дифференцируемой оплатой проезда»	0,3487	0,3165	0,361

Таблица 4.3 – 1-ый уровень системы оценки качества обслуживания пассажиров, подсистема «Информационная доступность»

Информационная доступность (лучшие решения)				
n	Приоритет критериев качества	Автобус	Трамвай	Троллейбус
1	«Доля населения, с возможность получения информации о времени прибытия ТС на ОП или с помощью мобильной связи» > «Доля ТС, подключенных к ИТС» > «Доля ТС электронными информационным табло»	0,3467	0,3143	0,3541
2	«Доля населения, с возможность получения информации о времени прибытия ТС на ОП или с помощью мобильной связи» >К3>«Доля ТС, подключенных к ИТС»	0,358	0,3179	0,3389
3	«Доля ТС, подключенных к ИТС»>«Доля населения, с возможность получения информации о времени прибытия ТС на ОП или с помощью мобильной связи» >«Доля ТС электронными информационным табло»	0,3467	0,3137	0,372
4	«Доля ТС, подключенных к ИТС»> «Доля ТС электронными информационным табло»>«Доля населения, с возможность получения информации о времени прибытия ТС на ОП или с помощью мобильной связи»	0,346	0,312	0,372
5	«Доля ТС электронными информационным табло»>«Доля ТС, подключенных к ИТС»>«Доля населения, с возможность получения	0,368	0,32	0,342

	информации о времени прибытия ТС на ОП или с помощью мобильной связи»			
6	«Доля ТС электронными информационным табло»>«Доля населения, с возможность получения информации о времени прибытия ТС на ОП или с помощью мобильной связи» >«Доля ТС, подключенных к ИТС»	0,368	0,32	0,3397

Таблица 4.4 – 1-ый уровень системы оценки качества обслуживания пассажиров, подсистема «Временная доступность»

Временная доступность (лучшие решения).				
n	Приоритет критериев качества	Автобус	Трамвай	Троллейбус
1	«Дельта начала и окончания движения ТС» > «Интервал движения ТС» > «Запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение к месту назначения»	0,381	0,332	0,3335
2	«Дельта начала и окончания движения ТС» >«Запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение к месту назначения»>«Интервал движения ТС»	0,37	0,367	0,2973
3	Интервал движения ТС» >«Дельта начала и окончания движения ТС» >«Запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение к месту назначения»	0,402	0,332	0,335
4	«Интервал движения ТС» >«Запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение к месту назначения»>«Дельта начала и окончания движения ТС»	0,402	0,344	0,335
5	«Запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение к месту назначения» > «Интервал движения ТС» >«Дельта начала и окончания движения ТС»	0,375	0,426	0,28
6	«Запас времени, закладываемый пассажиром на передвижение к месту назначения»>«Дельта начала и окончания движения ТС» >«Интервал движения ТС»	0,37	0,426	0,2973

Таблица 4.5 – 2-ой уровень системы оценки качества обслуживания пассажиров, подсистема «Доступность»

Доступность (лучшие решения)				
n	Приоритет критериев качества	Автобус	Трамвай	Троллейбус
1	«Территориальная доступность» > «Ценовая доступность» > «Информационная доступность» > «Временная доступность»	0,402	0,468	0,385
2	«Территориальная доступность» > «Ценовая доступность» > «Временная доступность» > «Информационная доступность»	0,402	0,468	0,385
3	«Территориальная доступность» > «Информационная доступность» > «Ценовая доступность» > «Временная доступность»	0,402	0,468	0,385
4	«Территориальная доступность» > «Информационная доступность» > «Временная доступность» > «Ценовая доступность»	0,402	0,468	0,385
5	«Территориальная доступность» > «Временная доступность» > «Информационная доступность» > «Ценовая доступность»	0,402	0,468	0,385
6	«Территориальная доступность» > «Временная доступность» > «Ценовая доступность» > «Информационная доступность»	0,402	0,468	0,385
7	«Ценовая доступность» > «Территориальная доступность» > «Информационная доступность» > «Временная доступность»	0,388	0,4005	0,373
8	«Ценовая доступность» > «Территориальная доступность» > «Временная доступность» > «Информационная доступность»	0,388	0,4005	0,373
9	«Ценовая доступность» > «Информационная доступность» > «Территориальная доступность» > «Временная доступность»	0,3813	0,3737	0,3727
10	«Ценовая доступность» > «Информационная доступность» > «Временная доступность» > «Территориальная доступность»	0,3813	0,3868	0,3632
11	«Ценовая доступность» > «Временная доступность» > «Информационная доступность» > «Территориальная доступность»	0,388	0,3868	0,3632
12	«Ценовая доступность» > «Временная доступность» > «Территориальная доступность» > «Информационная доступность»	0,388	0,409	0,3603
13	«Информационная доступность» > «Ценовая доступность» > «Территориальная доступность» > «Временная доступность»	0,3813	0,3737	0,3727

14	«Информационная доступность» >«Ценовая доступность»> «Временная доступность»>«Территориальная доступность»	0,3813	0,3868	0,3632
15	«Информационная доступность» >«Территориальная доступность»> «Ценовая доступность»> «Временная доступность»	0,385	0,394	0,3785
16	«Информационная доступность» >«Территориальная доступность»> «Временная доступность»>«Ценовая доступность»	0,385	0,394	0,3785
17	«Информационная доступность» >К4>«Территориальная доступность»> «Ценовая доступность»	0,385	0,4047	0,364
18	«Информационная доступность» >«Временная доступность»>«Ценовая доступность»>«Территориальная доступность»	0,385	0,3868	0,3632
19	«Временная доступность»>«Ценовая доступность»> «Информационная доступность» >«Территориальная доступность»	0,402	0,3868	0,3632
20	«Временная доступность»>«Ценовая доступность»>«Территориальная доступность»> «Информационная доступность»	0,402	0,409	0,3603
21	К4>«Информационная доступность» >«Ценовая доступность»> «Территориальная доступность»	0,402	0,3868	0,3632
22	«Временная доступность»> Информационная доступность» >«Территориальная доступность»> «Ценовая доступность»	0,402	0,4047	0,364
23	«Временная доступность»>«Территориальная доступность»> Информационная доступность» >«Ценовая доступность»	0,402	0,447	0,36
24	«Временная доступность»>«Территориальная доступность»> «Ценовая доступность»> Информационная доступность»	0,402	0,447	0,36

Таблица 4.6 – 2-ой уровень системы оценки качества обслуживания пассажиров, подсистема «Безопасность»

Безопасность (лучшие решения).				
n	Приоритет критериев качества	Автобус	Трамвай	Троллейбус
1	«Доля ДТП по маршрутным условиям» > «Доля ДТП по причине неисправности ТС» > «Доля ДТП по вине водителей» > «Доля ТС соответствующих ЭУ»	0,259	0,429	0,429
2	«Доля ДТП по маршрутным условиям»> «Доля ДТП по причине неисправности ТС»> Доля ТС	0,259	0,429	0,429

	соответствующих ЭУ»> Доля ДТП по вине водителей»			
3	«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по причине неисправности ТС»> Доля ТС соответствующих ЭУ»	0,249	0,429	0,429
4	«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ДТП по вине водителей»>К4>«Доля ДТП по причине неисправности ТС»	0,249	0,429	0,429
5	«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ТС соответствующих ЭУ»> Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по причине неисправности ТС»	0,2523	0,429	0,429
6	«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ТС соответствующих ЭУ»>«Доля ДТП по причине неисправности ТС»> Доля ДТП по вине водителей»	0,259	0,429	0,429
7	«Доля ДТП по причине неисправности ТС»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ДТП по вине водителей»> Доля ТС соответствующих ЭУ»	0,259	0,3665	0,4235
8	«Доля ДТП по причине неисправности ТС»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ТС соответствующих ЭУ»> Доля ДТП по вине водителей»	0,259	0,3665	0,4235
9	«Доля ДТП по причине неисправности ТС»> Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ТС соответствующих ЭУ»	0,317	0,3353	0,4063
10	«Доля ДТП по причине неисправности ТС»> Доля ДТП по вине водителей»> «Доля ТС соответствующих ЭУ»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»	0,317	0,346	0,3955
11	«Доля ДТП по причине неисправности ТС»> Доля ТС соответствующих ЭУ»> Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»	0,2977	0,346	0,3955
12	«Доля ДТП по причине неисправности ТС»> Доля ТС соответствующих ЭУ»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ДТП по вине водителей»	0,259	0,3703	0,4033
13	Доля ДТП по вине водителей»> Доля ДТП по причине неисправности ТС» >«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ТС соответствующих ЭУ»	0,355	0,3353	0,4063
14	Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по причине неисправности ТС»> Доля ТС соответствующих ЭУ»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»	0,355	0,346	0,3955
15	Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> «Доля ДТП по причине	0,355	0,351	0,4005

	неисправности ТС»> Доля ТС соответствующих ЭУ»			
16	Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ТС соответствующих ЭУ»>«Доля ДТП по причине неисправности ТС»	0,355	0,351	0,4005
17	Доля ДТП по вине водителей»> Доля ТС соответствующих ЭУ»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> «Доля ДТП по причине неисправности ТС»	0,355	0,36	0,388
18	Доля ДТП по вине водителей»> Доля ТС соответствующих ЭУ»>«Доля ДТП по причине неисправности ТС»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»	0,355	0,346	0,3955
19	Доля ТС соответствующих ЭУ»> Доля ДТП по причине неисправности ТС» > Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»	0,2977	0,346	0,3955
20	Доля ТС соответствующих ЭУ»>«Доля ДТП по причине неисправности ТС»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ДТП по вине водителей»	0,259	0,3703	0,4033
21	Доля ТС соответствующих ЭУ»> Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по причине неисправности ТС»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»	0,307	0,346	0,3955
22	Доля ТС соответствующих ЭУ»> Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> «Доля ДТП по причине неисправности ТС»	0,307	0,36	0,388
23	Доля ТС соответствующих ЭУ»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> Доля ДТП по вине водителей»>«Доля ДТП по причине неисправности ТС»	0,2523	0,4035	0,396
24	Доля ТС соответствующих ЭУ»>«Доля ДТП по маршрутным условиям»> «Доля ДТП по причине неисправности ТС»> Доля ДТП по вине водителей»	0,259	0,4035	0,396

Результаты расчёта в подсистеме «Комфортность» на 2-ом уровне системы оценки качества обслуживания пассажиров подсистема представлены в *Приложении А*.

Таблица 4.7 – 3-ий уровень системы оценки качества обслуживания пассажиров «Эффективность отдельных видов транспорта»

Эффективность отдельных видов транспорта (лучшие решения)				
n	Приоритет критериев качества	Автобус	Трамвай	Троллейбус
1	«Доступность» > «Безопасность» > «Комфортность»	0,419	0,4807	0,407
2	«Доступность» > «Комфортность» > «Безопасность»	0,451	0,5065	0,4007
3	«Безопасность» > «Доступность» > «Комфортность»	0,419	0,4807	0,429
4	«Безопасность» > «Комфортность» > «Доступность»	0,4275	0,487	0,429
5	«Комфортность» > «Доступность» > «Доступность»	0,5	0,545	0,4085
6	«Комфортность» > «Доступность» > «Безопасность»	0,5	0,545	0,4007

4.4 Индексы оценки качества обслуживания пассажиров в логистической системе взаимодействия видов транспорта

Полученные в результате проведения вычислительного эксперимента КОЭ для всех исследуемых видов транспорта и выявленные аналитические зависимости между всеми значениями показателей качества в исследуемой системе позволяют их сравнивать со значениями показателей эффективности РСТО (рисунки 4.6 ... 4.8), а также определить универсальную формулу индекса эффективности отдельных видов транспорта (индекс КОЭ).

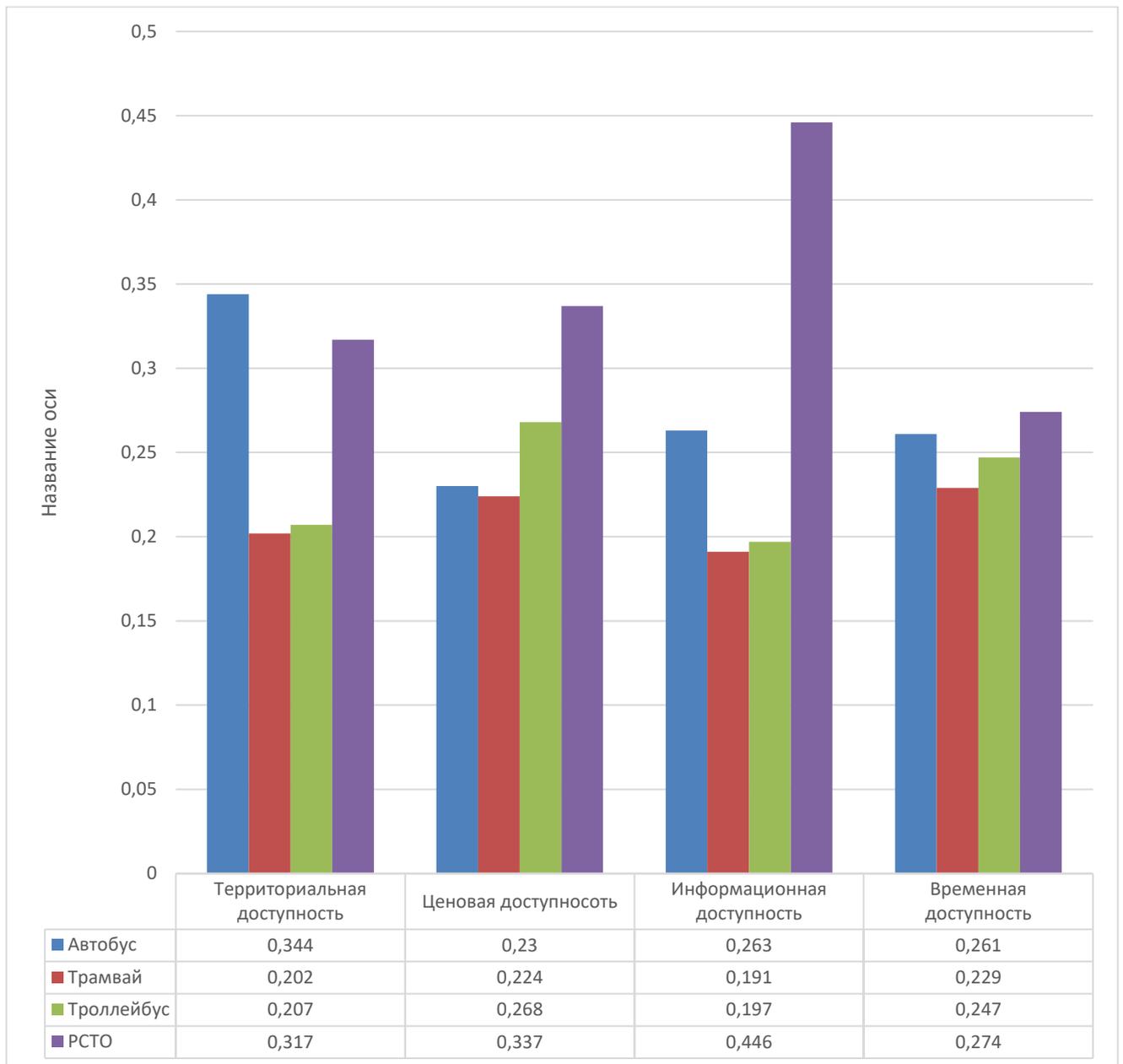


Рисунок 4.6 - График изменения значений КОЭ на 1-ом уровне в системе оценки качества транспортного обслуживания пассажиров. Источник: [разработано автором]

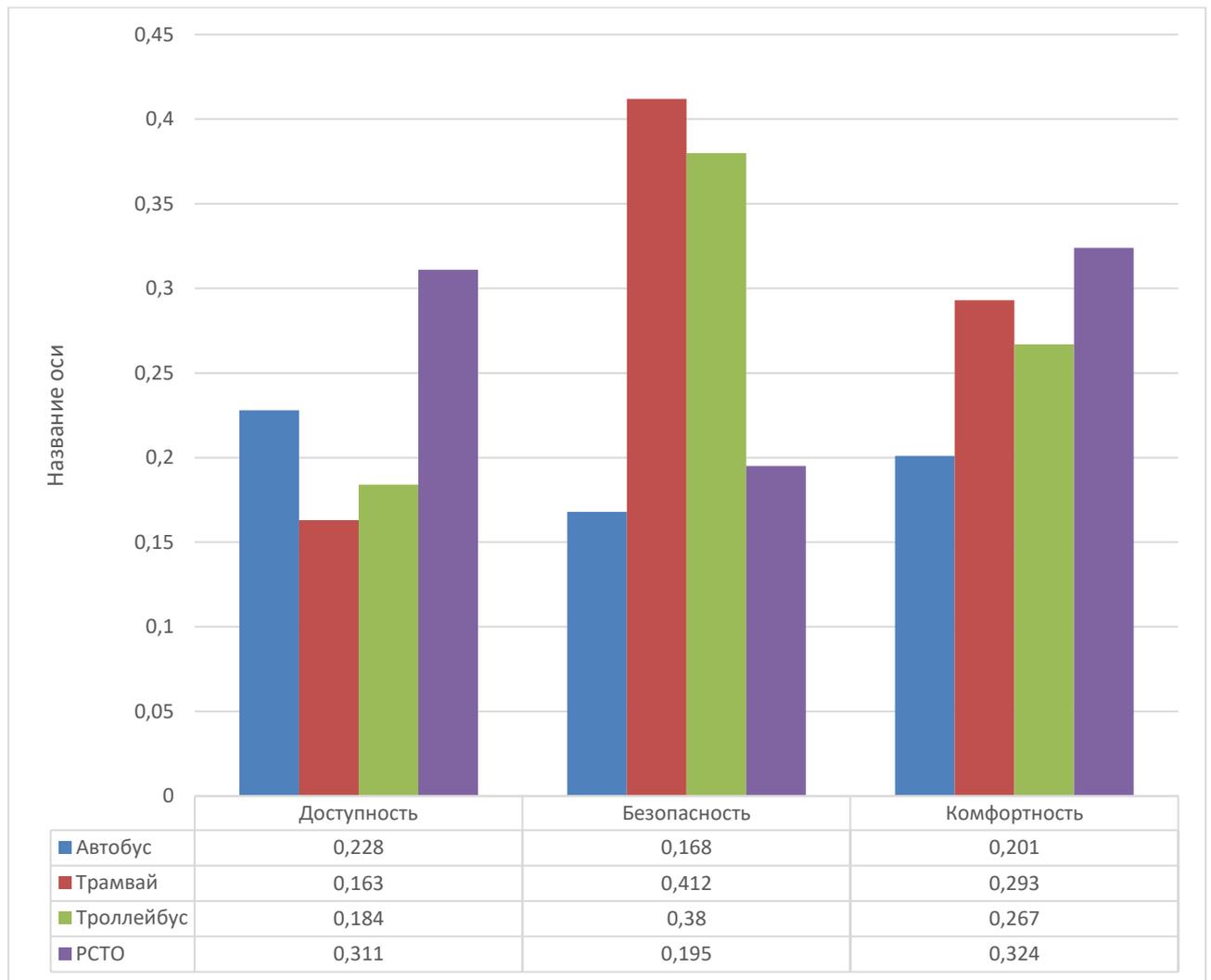


Рисунок 4.7 - График изменения значений КОЭ на 2-ом уровне в системе оценки качества транспортного обслуживания пассажиров. Источник: [разработано автором]

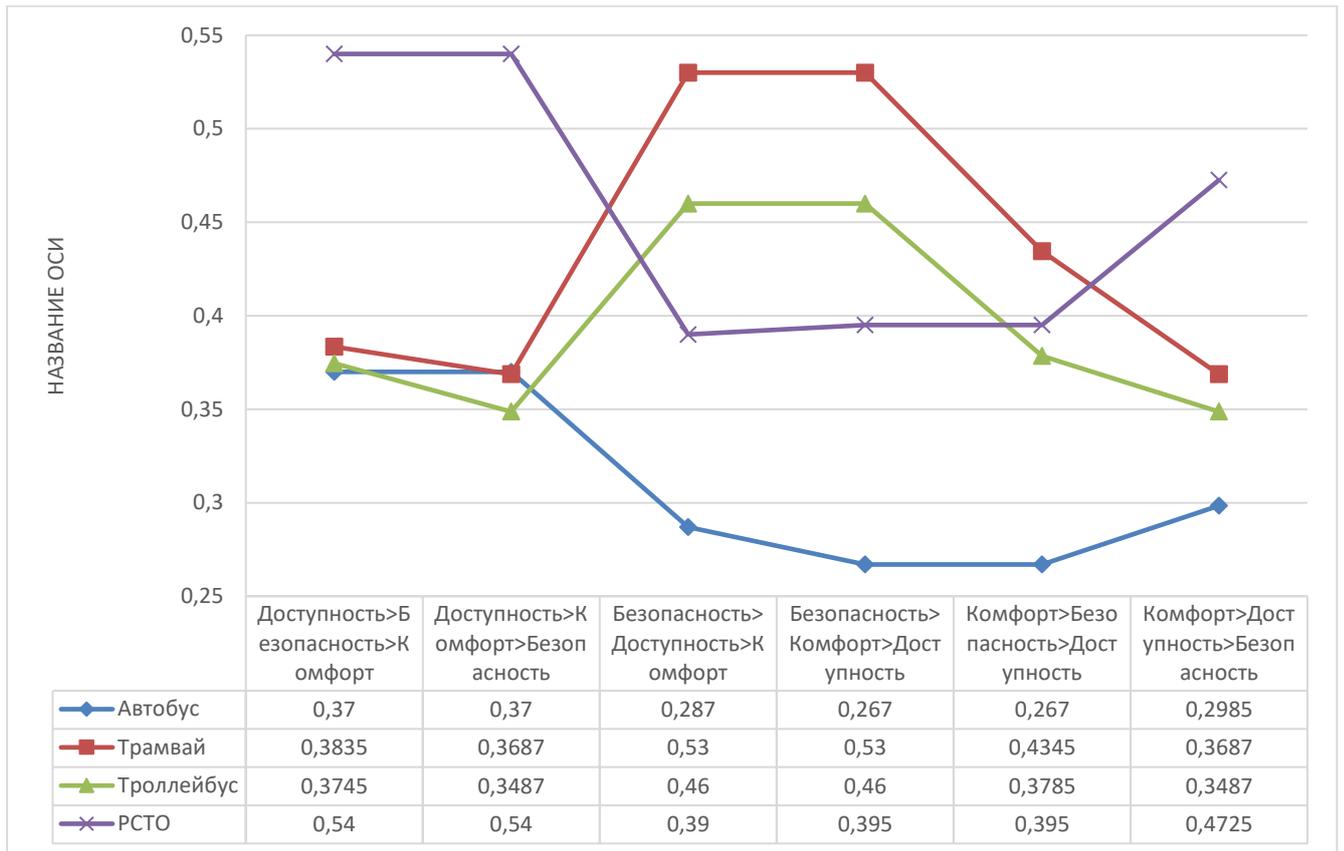


Рисунок 4.8 - График изменения значений КОЭ 3-ом (результатирующем) уровне в системе оценки качества транспортного обслуживания пассажиров с учетом показателей качества РСТО. Источник: [разработано автором]

Индекс КОЭ для каждой подсистемы для отдельных видов транспорта определяется по формуле:

$$I_i^{\text{КОЭ}} = \frac{\sum_{i=1}^m \mathcal{E}_{ij}^{pk}}{n_k^p} \quad i = 1 \dots m, p = 1 \dots r, k = 1 \dots u \quad (4.1)$$

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.

Сравнительная оценка эффективности отдельных видов транспорта для различных систем транспортного обслуживания населения (для различных городов, регионов и т.д.) может быть произведена с помощью системного индекса эффективности транспортного обслуживания по формуле.

$$S_i^{\text{КОЭ}} = \frac{I_i^{\text{КОЭ}}}{\sum_{i=1}^m I_{ij}^{\text{КОЭ}}}, i = 1 \dots m. \quad (4.2)$$

Разработанная система оценки качества транспортного обслуживания населения, основанная на определении индексов КОЭ отдельных видов транспорта и системного индекса транспортного обслуживания, может быть использована для обоснования и оценки проектных решений территориального и транспортного планирования крупных городов, а также в моделях транспортного прогнозирования при оптимизации взаимодействия различных видов транспорта в транспортно-логистических системах.

Выводы по четвертой главе

В четвертой главе была произведена апробация метода оценки качества обслуживания пассажиров в логистической информационной системе взаимодействия видов транспорта в виде вычислительного эксперимента по оценке эффективности трёх видов транспорта (автобус, трамвай и троллейбус) и оценке их эффективности в сравнении с показателями качества РСТО для Ленинградской области. Основными требованиями при апробации разработанного метода были следующие:

1. Система индикаторов и показателей качества должна полностью воспроизводить структуру исследуемой многоуровневой и многокритериальной системы ГПТОП.

2. Система индикаторов и показателей качества должна быть полностью определена аналитическими закономерностями, соответствующим ИН 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 подсистемы определяется как $(n!)$ возможных решений, где n – количество критериев или отдельных свойств, определяющих качество пассажирских перевозок. «Приоритет критериев», при котором определяется КОЭ транспортного обслуживания в каждом конкретном случае применения разработанной системы оценки качества транспортного обслуживания населения, 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): $I_i^{\text{КОЭ}} = \frac{\sum_{j=1}^m \mathcal{E}_{ij}^{pk}}{n_k^{p!}}$ $i = 1 \dots m$, $p = 1 \dots r$, $k = 1 \dots u$, 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 системного индекса эффективности транспортного обслуживания по формуле $S_i^{\text{КОЭ}} = \frac{I_i^{\text{КОЭ}}}{\sum_{i=1}^m I_i^{\text{КОЭ}}}$, $i = 1 \dots m$, позволяющую производить сравнительную оценку эффективности отдельных видов транспорта для различных систем транспортного обслуживания населения (для различных городов, регионов и т.д.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АТС – автотранспортное средство

АТП – автотранспортное предприятие

ВК – весовой коэффициент

ГПТ – городской пассажирский транспорта

ГПТОП – городской пассажирский транспорта общего пользования

ДТП – дорожно-транспортное происшествие

ИППР – информационное пространство принятия решений

ИН – информационная неопределенность

ИКТ – информационно-коммуникационные технологии

ИС – информационная ситуация

КВП – коэффициенты весомости показателей

КОЭ – количественная оценка эффективности

ЛИС – логистическая информационная система

ЛПР – лицо принимающее решение

ЛТС – логистическая транспортная система

ПОПТ – пассажирский транспорта общего пользования

РСТО – региональная система транспортного обслуживания

СИМ – средства индивидуальной мобильности

МО – математическое описание

ПО – программное обеспечение

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горев, А.Э. Проектирование систем городского пассажирского транспорта/ А.Э. Горев, Д.Т. Остапов. -СПБ.: Издательство «КОСТА», 2018 г. – 256 с.
2. Леончик, В.П. Устойчивая мобильность и устойчивый транспорт – европейская мода или веление времени/ В.П. Леончик // ОДБ Брюссель [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://by.odboffice.eu/files/valenitina_leonchik_ustoychivaya_mobilnost_i_ustoychivyy_transport_.pdf (дата обращения: 15.05.2024)
3. Личный транспорт против общественного: транспортное поведение молодежи Москвы при новой модели городской мобильности/Электронный ресурс. Режим доступа: <https://olymp.hse.ru/mirror/pubs/share/841501189.pdf>. Дата обращения: 12.10. 2024 г.
4. Из доклада заместителя Мэра Москвы и руководителя Департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы М.С. Лоскутова «Изменение модели транспортного поведения в мегаполисе», 2021 г.
5. Климанов, В.В. Бюджетная политика Москвы: возможности ответа на вызовы новой реальности/ В.В. Климанов, А.А. Михайлова, З.И. Егорышева// Финансовый журнал. 2023. Т. 15. № 5. С. 79–93. <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2023-5-79-93>.
6. Афанасьев М.П. Бюджет города Москвы и рост эффективности государственных финансов/ М.П. Афанасьев, Н.Н. Шаш// Вопросы государственного и муниципального управления. 2016. № 2. С. 72–95.
7. Солдатенко, И.А. Результаты развития транспортного комплекса Москвы в 2010 – 2020 гг./ И.А. Солдатенко. //Экономическое развитие России, том 28, № 2, Февраль 2021. С. 55-60.

8. UITP Millennium Cities Database for Sustainable Transport – Официальный сайт Международного союза общественного транспорта. Электронный ресурс. Режим доступа: [www.uitp.com](http://www UITP.com). Дата обращения: 10. 09. 2024 г.
9. Развитие транспортной системы Москвы с 2010 до 2019 года/Единый транспортный портал города Москвы, 2020. Электронный ресурс. Режим доступа:https://transport.mos.ru/common/upload/docs/prez/MosDepTrans_Brochure2019_alex_13.08f_3.pdf/ Дата обращения: 12.10. 2024 г.
10. Индекс развития транспортного комплекса ведущих мегаполисов мира: Аналитический доклад МГУ им. М.В. Ломоносова, 2020 г. URL: https://www.msu.ru/upload/pdf/2020/Transport_Index_MSU_2020.pdf/ Дата обращения: 12.10. 2024 г.
11. Терентьев, А.В. Развитие метода районирования/ А.В. Терентьев // Материалы 4-ой международной научно-практической конференции. Инновации на транспорте и в машиностроении. – СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016. – С. 127-13.
12. Халтурин, Р.А. Модель снятия неопределенности в сложных системах распределения ресурсов / Р.А. Халтурин, Р.О. Судоргин, М.Ю. Карелина // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. – 2024. – Т. 18, № 9. – С. 41-47.
13. Карелина, М.Ю. Аналитическое определение весовых коэффициентов при многокритериальной оценке эффективности автотранспортных средств /М.Ю. Карелина, И.В. Арифиллин, А.В. Терентьев//Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). - 2018. № 1 (52) С.3-9.
14. Бочкарев, А.А. Логистика городских транспортных систем / А.А. Бочкарев, П.А. Бочкарев. – М.: Издательство «Юрайт», 2019. – 150 с.
15. Горев, А.Э. Информационные технологии на транспорте: учебник для вузов / А. Э. Горев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2020. –289 с.

16. Горев, А.Э. Проектирование систем городского пассажирского транспорта / А.Э. Горев, Д.Т. Оспанов. Серия «Библиотека транспортного инженера». СПб.: «Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2018. 256 с.
17. Михайлов, А. С. Управление рынком перемещений городского населения. / А. С. Михайлов – Алматы: НИЦ Гылым, 2003. – 237 с.
18. Синергия концептов развития транспортных систем в условиях современной урбанизации России: моногр. / И.Н. Пугачев, Ю.И. Куликов, А.Э. Горев, Г.Я. Маркелов, Т.Е. Кондратенко. СПб.: СПбГАСУ, 2019. – 212 с.
19. Спирин, И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник / И.В. Спирин. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.
20. Горбанев, Р.В. Теория городских пассажирских перевозок: учебное пособие/ Р.В. Горбанев. -М.: Издательство «Улей», 2017 г. -248 с.
21. Сафронов, Э.А. Транспортные системы городов и регионов: учебное пособие/ Э.А. Сафронов. -М.: Издательство «АСВ», 2005 г. -272 с.
22. Коньчева, Н. А. Управление эффективностью и качеством пассажирских автоперевозок в регионе: дисс ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Коньчева Наталья Александровна. – Тамбов, 2005. – 171 с.
23. Андреев, К. П. Проведение мероприятий для повышения качества обслуживания пассажиров / К. П. Андреев, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017: сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. – 2017. – С. 33–35.
24. Чеканов, О. С. Экономическая оценка выполнения перевозок пассажиров / О. С. Чеканов, А. Б. Мартынушкин // Актуальные вопросы применения инженерной науки: Материалы международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 306–312.
25. Терентьев, А. С. Метод экономической оценки качества обслуживания населения пассажирским транспортом / А. С. Терентьев, Г. К. Рембалович, А. В. Шемякин [и др.] // Transport Business In Russia. – 2019. – № 5. – С 111–113.

26. Мартынушкин, А. Б. Методика расчета интегрального показателя качества обслуживания населения автомобильным пассажирским транспортом / А. Б. Мартынушкин // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ – 2019): сборник статей XI Международной научно-технической конференции. – Курск, 2019. – С. 199–203.
27. ГОСТ Р 51004-96 «Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества» (введен в действие в 1997 г.)/ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4293741/4293741054.htm/> Дата обращения: 7.10. 2024 г.
28. Постановление Правительства РФ «Об утверждении требований к региональному стандарту качества транспортного обслуживания населения» от 8 декабря 2023 г. № 2086/ Электронный ресурс. Режим доступа <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408074203/> Дата обращения: 7.10. 2024 г.
29. Лавриненко, П.А. Сравнение эффективности видов транспорта на основе прямых и косвенных издержек/Электронный ресурс. Режим доступа https://ecfor.ru/publication/12_zatraty-na-transport/ Дата обращения: 7.01. 2022 г.
30. Янков, К.В. Анализ роли железнодорожного транспорта в развитии городских агломераций/ К.В. Янков// Инновации и инвестиции. 2013. № 2. С. 223-225.
31. Мишарин, А. ВСМ – новый импульс развития экономики/ А. Мишарин // Пульт управления. Журнал для руководителей компаний транспортной отрасли. 2015. № 4. С. 6-9.
32. Щербанин, Ю.А. Транспорт и транспортная инфраструктура – 2030: некоторые прогнозные оценки/Ю.А. Щербанин // Проблемы прогнозирования. 2013. № 3. С. 92-100.
33. Пугачев, И.Н. Методология развития эффективного и безопасного функционирования транспортных систем городов: Монография / И. Н. Пугачев. - Владивосток: Дальнаука, 2009. – 260 с.

34. Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки: Учебник для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности «Эксплуатация автомобильного транспорта» / Л. Л. Афанасьев, А. И. Воркут, А. Б. Дьяков, Л. Б. Миротин, Н. Б. Островский; под ред. Н. Б. Островского. — М.: Транспорт, 1986. - 220 с.
35. Блатнов, М.Д. Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки/М.Д. Блатнов. - М.: Транспорт, 1981. - 224 с.
36. Леончик, В. П. Устойчивая мобильность и устойчивый транспорт – европейская мода или веление времени / В. П. Леончик // ОДБ Брюссель [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://by.odboffice.eu/files/valenitina_leonchik_ustoychivaya_mobilnost_i_ustoychivyy_transport_.pdf (дата обращения: 25.04.2024)
37. Евсеева, А. И. Новая городская мобильность: тенденции развития транспортных систем / А. И. Евсеева // Государственное управление. Электронный вестник. – 2016. – № 59. – С. 238–266.
38. Блинкин, М.Я. "О транспортном моделировании" / М.Я. Блинкин. // Координационный совет по организации дорожного движения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ksodd.ru/bdd/files/blinkin-2014.pdf> (дата обращения: 25.04.2024).
39. Воробьева, И.Б. Логистический подход к организации перевозки пассажиров в мегаполисе/ И.Б. Воробьева// Транспорт Российской Федерации, №7, 2006 г, С. 38-40.
40. Тарханова, Н. В. Анализ показателей качества пассажирских перевозок / Н.В. Тарханова// Совершенствование организации дорожного движения и перевозка пассажиров и грузов: сборник научных статей Международной научно – практической конференции. – Минск: БНТУ, 2009. – С. 33–38.
41. Большаков, А.М. Повышение уровня обслуживания пассажиров автобусами на основе комплексной системы управления качеством/А.М. Большаков// Дис ... к.э.н. – М.: 1981 г. – 174 с.

42. Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки: учебник для ВУЗов/В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин, С.А. Ширяев; по ред. Гудкова В.А.. -М.: Горячая линия – Телеком, 2004. -448 с.
43. Шабанов, А.В. Региональные логистические системы общественного транспорта: методология формирования и механизмы управления. – Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВВЦ, 2001. – 205 с.
44. Кирзнер, Ю.С. Модель оценки качества системы пассажирского транспорта /Ю.С. Кирзнер//Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния /материалы XVI международной (шестнадцатой екатеринбургской) науч.-практ. конф. – Екатеринбург: издательство АМБ, 2007.
45. Кирзнер Ю.С. Качество пассажирских транспортных систем городов: оценка и применение в проектной практике//Ю.С. Кирзнер//Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния /материалы XIV международной (семнадцатой екатеринбургской) науч.-практ. конф. – Екатеринбург: издательство АМБ, 2008.
46. Новаторов, Э.В. К вопросу об измерении и контроле качества транспортных услуг/Э.В. Новаторов // В кн.: Развитие экономической науки на транспорте: новые решения. Материалы II Международной научно-практической конференции, 6-7 июня 2013 года, Санкт-Петербург. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2013. С. 368-382.
47. Гудков, В.А. Качество пассажирских перевозок: возможность исследования методами социологии: учеб. пособие / В. А. Гудков, М. М. Бочкарева, Н. В. Дулина, Н. А. Овчар; ВолгГТУ. – Волгоград, 2008. – 163 с.
48. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. № 1734-р: ред. от 11 июня 2014 г.
49. Россия в цифрах. 2017: крат. стат. сб. / Росстат. М., 2017. 511 с.

50. Винченко, В.А. Параметры оценки эффективности транспортного обслуживания/ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/parametry-otsenki-effektivnosti-transportnogo-obsluzhivaniya/viewer>. Дата обращения 21.01.2024 г.
51. Давидович, Н.В. Оценка качества перевозочного процесса городского пассажирского транспорта/Н.В. Давидович//Национальная ассоциация ученых (НАУ). Технические науки, № 3 (19), 2016, С 15-17.
52. Радченко, С.Г. Устойчивые методы оценивания статистических моделей: Монография /С. Г. Радченко – Киев: ПП Санспарель, 2010. - 504 с.
53. Соболев, И.М. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями /И. М. Соболев, Р. Б. Стадишев – М.: Наука, 2010. – 108с.
54. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий /Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976.
55. Аоки, М. Введение в методы оптимизации: пер. с англ /М. Аоки – М: Наука, 2010 / под ред. Б.Т. Поляка.
56. Мулеев, Е.Ю. Краткий обзор методик по оценке качества перевозок пассажирским транспортом/Е.Ю. Мулеев// Электронный ресурс. Режим доступа <https://publications.hse.ru/pubs/share/folder/ea44xcct5a/201795040.pdf>. Дата обращения. 17.12.2024.
57. Кирзнер, Ю.С. Качество пассажирских транспортных систем городов: оценка и применение в проектной практике. Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния /Ю.С. Керзнер//материалы XIV международной (семнадцатой Екатеринбургской) науч.-практ. конф. – Екатеринбург: издательство АМБ, 2008.
58. Морозов, А.С. Формирование городской транспортной политики на основе расчета объективных показателей качества перевозок /А.С. Морозов, Г.В. Таубкин, А.А. Черников // Транспорт Российской Федерации, №4 (53), с.54-59.

59. Мулеев, Е.Ю. Транспортное поведение населения России: краткий отчет о социологическом исследовании. / Е.Ю. Мулеев//Институт экономики транспорта и транспортной политики НИУ ВШЭ, Москва, 2015.
60. Новаторов, Э.В. К вопросу об измерении и контроле качества транспортных услуг/Э.В. Новаторов // В кн.: Развитие экономической науки на транспорте: новые решения. Материалы II Международной научно-практической конференции, 6-7 июня 2013 года, Санкт-Петербург. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2013. С. 368-382.
61. Белова, Е.А. Применение принципов логистики как основа повышения качества обслуживания пассажиров/ Е.А. Белова//Вестник Академии знаний №40(5), 2020. С.33-41.
62. Носов, А.Л. Показатели оценки качества транспортного обслуживания пассажиров/ А.Л. Носов // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2016. – № 12. С.1 – 5.
63. Дроздов, А. Использование средств описания процессов при внедрении корпоративных информационных систем / А. Дроздов, А. Коптелов // Проблемы теории и практики управления. – 2006. - №10. - С. 54-70.
64. Еремин, Л. Информационные технологии в системах организационно-экономического управления: перспективы развития и применение / Л. Еремин // Проблемы теории и практики управления. – 2006. - №5. С. 64-78.
65. Турпищева, М.С. Методика оценки качества системы пассажирских автоперевозок/ М.С. Турпищева, Е.Р. Нургалев// Вестник АГТУ (технические науки). №1(57). 2014 г. С. 42-46.
66. Турпищева, М.С. Функциональный анализ логистической системы мультимодального портового терминала (на примере Астраханского водно-транспортного узла): моногр. / М. С. Турпищева // Астрахан. гос. техн. ун-т. Астрахань, 2007. Деп. в ВИНТИ 17.10.07, № 971-В 2007. 50 с.
67. Разработка научно обоснованных предложений по использованию программных продуктов математического моделирования при разработке

- региональных стандартов транспортного обслуживания населения и региональных комплексных планов транспортного обслуживания населения. Отчет о научно-исследовательской работе/ОАО НИИАТ. под рук. Н.О. Блудяна//Рег. № НИР 124070400026-6. Москва, 2024 г. -с. 218.
68. Семчугова, Е.Ю. Определение уровня удовлетворенности потребителей качеством транспортного обслуживания/ Е.Ю. Семчуговв, А.Н. Чернова, В.А. Кожанова, Д.А. Тимофеев// Вестник Евразийской науки, 2018 №1, Электронный ресурс. Режим доступа: <https://esj.today/PDF/37ECVN118.pdf>. Дата обращения 07.03.2025 г.
69. Миротин Л.Б. Транспортная логистика / Л.Б. Миротин, А.С. Балалаев, В.А. Гудков; под общ. ред. Л.Б. Миротина. – М.: Горячая линия-Телеком, 2014. – 302 с.
70. Райнер Лавренц, Норберт Вагнер Управление качеством. Соответствие ожиданиям клиентов / Логинфо. – 2007. – № 5 – С. 16-26.
71. Латыпова, Л.В. Современные методы оценки системы менеджмента качества / Л.В. Латыпова// Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 6 (ч.3) – С. 845.
72. Мишин В.М. Управление качеством / В.М. Мишин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 465 с.
73. Алексеева, С. Контракция в общественном пассажирском транспорте/С. Алексеева // Автоперевозчик. – № 4. – 2010.
74. Вакуленко, С.П. Логистика пассажирских перевозок: особенности и основные понятия/ С.П. Вакуленко, Е.В. Копылова// Мир транспорта. Том 13, 2015 г., № 3, С. 32-36.
75. Киселев, А.Н. Интермодальные системы в пригородных пассажирских перевозках/ А.Н. Киселев, К.В. Копылова // Железнодорожный транспорт. 2003 г., № 10, – С. 65-6.

76. Вакуленко, С.П. Оценка целесообразности формирования логистических систем обслуживания пассажиров / С.П. Вакуленко, Е.В. Копылова, А.Ю. Белянкин//Мир транспорта. – 2015 г., №2. С. 122-128.
77. Нестеренко, Д.Х. Методика повышения привлекательности городских пассажирских автомобильных перевозок на основе управления структурой транспортных потоков: автореф. ... к-та. техн. наук: 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта/ НЕСТЕРЕНКО Дина Халиловна. - Оренбург, 2021. 19 с.
78. Якунина, Н.В. Факторный анализ направлений повышения активности использования городского пассажирского автомобильного транспорта/Н. В. Якунина, Д. Х. Нестеренко, М. А. Арсланов// Вестник МГТУ. 2018. Т. 21, № 4. С. 533–540.
79. Якунина, Н.В. Исследование направлений повышения привлекательности услуг пассажирского автомобильного транспорта/Н.В. Якунина, Н.Н. Якунин, Д.Х. Нестеренко // Тринадцатая междунар. науч.-практ. конф. "Прогрессивные технологии транспортных системах": сб. ст., Оренбург, 15–17 ноября 2017 г. Оренбург: ОГУ, 2017. С. 311–314.
80. Солодкий, А. И. Современные подходы к решению транспортных проблем в крупных городах на постсоветском пространстве: [презентация доклада]/А.И. солодкий // Междунар. практ. конф. "Эффективное управление транспортными системами". 24 августа 2017 г., Астана, 2017. URL: https://docs.wixstatic.com/ugd/15671a_df4ad7f529734b9bb1fb4b325671a62b.pdf. Дата обращения: 16.09.2024 г.
81. Цой, М.Е. Исследование факторов, влияющих на удовлетворенность потребителей качеством услуг городского общественного транспорта/ М.Е. Цой, В.Ю. Щеколдин, И.В. Долгих// Российское предпринимательство, № 21. 2017 г. (ноябрь). С. 3237-3260.
82. Долгих, И.В. Применение концепции ABC при использовании факторного анализа в задаче оценки персонификации бренда/И.В. Долгих, В.Ю.

- Щеколдин // Логистика – Евразийский Мост: Материалы 11-ой междуна­род. науч. практ. конф. Красноярск, 28–30 апр. 2016 г. Красноярск, 2016. – с. 373377.
83. Завьялов, Д.В. Удовлетворенность потребителей в системе управления качеством транспортного обслуживания/ Д.В. Завьялов, И.В. Лопатинская, Д.М. Ефимова, Д.К. Волков// Человеческий капитал и профессиональное образование. – 2015. – № 4(16). – с. 2631.
84. Сидорчук, Р.Р. Исследование удовлетворенности услугами транспортного обслуживания московским городским пассажирским транспортом/ Р.Р. Сидорчук, Д.М. Ефимова // Маркетинг в России и за рубежом. – 2015. – № 6. – с. 3240.
85. Терентьев, Е.А. Влияние визуализации опросного инструментария в онлайн исследованиях на качество данных/ Е.А. Терентьев, А.И. Нефедов, И.А. Груздев// Мониторинг общественного мнения: Экономические и социальные перемены. – 2016. – № 5. – с. 115. – doi: 10.14515/monitoring.2016.5.01.
86. Малахова, Т.А. Методика организации мультимодальных пассажирских перевозок/ автореф. ... к-та. техн. наук: 2.9.4. Управление процессами перевозок//МАЛАХОВА Татьяна Александровна. – Санкт-Петербург, 2023. 16 с.
87. Абдюшева, Д.Р. Характеристика структуры перевозок транспортного логистического комплекса/ Д.Р. Абдюшева, А.А. Степанов// УПРАВЛЕНИЕ. Межотраслевой менеджмент. Т. 7 № 4 / 2019. С.24-31.
88. Транспортная логистика: Учебник для транспортных вузов. / Л.Б. Миротин, Ы.Е. Ташбаев, В.А. Гудков. Под общ. ред. Л.Б. Миротина. – М.: Издательство «Экзамен», 2002. – 512 с.
89. Курганов В.М. Современный менеджмент. Теория и практика управления / В.М. Курганов//Монография. - М.: Книжный мир, 2004. -182 с.
90. Вельможин, А.В. Теория транспортных процессов и систем/ А.В. Вельможин, В.А Гудков, Л.Б. Миротин. -М.: Транспорт, 1998.-167 с.

91. Плоткин, Б.К. Экономико-математические методы и модели в логистике: Учебное пособие. /Б.К. Плоткин, Л.А. Делюкин. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 96 с.
92. Колесов, Ю.Б. Компонентные технологии математического моделирования: учеб. пособие / Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Синиченков. – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2013. - 233 с.
93. Кудж, С.А. Многоаспектность рассмотрения сложных систем/ С.А. Кудж // Перспективы науки и образования. 2014, №1. – С. 38-43
94. Шикин, Е. В. Математические методы и модели в управлении / Е. В. Шикин, А. Г. Чхартишвили. - М.: Дело, 2000. 440 с.
95. Луман, Н. Введение в системную теорию/ Н. Луман// — Из-во «Логос», 2007. - 360 с.
96. Покровская О. Д. Логистические транспортные системы России в условиях новых санкций/О.Д. Покровская // Бюллетень результатов научных исследований. — 2022. — Вып. 1. — С. 80–94. DOI: 10.20295/2223-9987-2022-1-80-94.
97. Гудков, В.А. Взаимодействие видов транспорта: Учебное пособие/ В.А. Гудков, В.Н. Тарновский// - ПО «Полиграф»; Волгоград, 1994.- 104 с.
98. Терентьев, А.В. Развитие метода районирования/ А.В. Терентьев // Материалы 4-ой международной научно-практической конференции. Инновации на транспорте и в машиностроении. – СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2016. – С. 127-13.
99. Терентьев, А.В. Методы определения множества Парето в некоторых задачах линейного программирования / А.В. Терентьев, Б.Д. Прудовский // Записки Горного института. Том 211. – СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. – С. 89-90.
100. Карелина, М.Ю. Аналитическое определение весовых коэффициентов при многокритериальной оценке эффективности автотранспортных средств /М.Ю. Карелина, И.В. Арифиллин, А.В. Терентьев//Вестник Московского

автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). - 2018. № 1 (52) С.3-9.

101. Терентьев, А.В. Аналитическое определение весовых коэффициентов при многокритериальной оценке эффективности автотранспортных средств /М.Ю. Карелина, И.В. Арифиллин, А.В. Терентьев//Вестник МАДИ. - 2018. № 1 (52)
102. Таха. Введение в исследование операций / Таха, Хемди А. – М.: ИД «Вильямс», 2005. – 912 с.
103. Карманов В.Г. Математическое программирование. /В.Г. Карманов - М.: Физматлит, 2000.
104. Городецкий С.Ю. Нелинейное программирование и многоэкстремальная оптимизация/ С.Ю. Городецкий, В.А. Гришагин – Н. Новгород: ННГУ, 2007.
105. Ногин, В.Д. Основы теории оптимизации / В.Д. Ногин. И.О. Протодьяконов, И.И. Евлампиев. - М.: Высшая школа, 1986. - 383 с.
106. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат: пер. с англ. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. -798 с
107. Подиновский, В.В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В.В. Подиновский, В.Д. Ногин. - М.: Наука, 1982. - С.9-64.
108. Саати, Томас Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Томас Л. Саати. Пер. с англ., науч. ред. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 360 с.
109. Хоменюк, В.В. Элементы теории многокритериальной оптимизации/ В.В. Хоменюк. - М.: Наука, 1983, -С.8-25.
110. Черноруцкий, И.Г. Методы принятия решений / И.Г. Черноруцкий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
111. Фишберн, П. Теория полезности для принятия решений/П. Фишберн – М.: Наука, 1978. – 352 с С.3-9.
112. Петровский А.Б. Теория принятия решений. /А.Б. Петровский. - М.: Изд. центр «Академия», 2009, - 400 с.

113. Райфа, Г. Анализ решений. Введение в проблему выбора в условиях неопределенности: [пер. с англ.] / Г. Райфа; [под ред. С. В. Емельянова]. М.: Наука, 1977. 406 с.
114. Ротштейн, А. П. Нечеткий многокритериальный выбор альтернатив: метод наихудшего случая / А. П. Ротштейн // Изв. РАН. Теория и системы управления. 2009. № 3. С. 51—55.
115. Рыжов, А. П. Элементы теории нечетких множеств и измерения нечеткости / А. П. Рыжов. М.: Диалог-МГУ, 1998. 116 с.
116. Кузьмин, В. Б. Построение групповых решений в пространствах четких и нечетких бинарных отношений / В. Б. Кузьмин. М.: Наука, 1982. 168 с.
117. Левин, В. И. Новое обобщение операций над нечеткими множествами / В. И. Левин // Изв. РАН. Теория и системы управления. 2001. № 1. С. 143—146.
118. Нечеткие множества и теория возможностей: [пер. с англ.] / под ред. Р. Р. Ягера, С. И. Травкина. М.: Радио и связь, 1986. 405 с.
119. Орловский, С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С. А. Орловский. М.: Наука. 1981. 208 с.
120. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Эффективность отдельных видов транспорта на 2-ом уровне системы оценки качества обслуживания пассажиров в подсистеме «Комфортность»

Комфортность (лучшие решения)			
Приоритет критериев качества	Автобус	Трамвай	Троллейбус
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Время на передвижение пассажиров между ОП» > «Доля ТС с комфортными условиями РСТО» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,4645	0,339
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Время на передвижение пассажиров между ОП» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,3238	0,4645	0,339
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО» > «Время на передвижение пассажиров между ОП» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,4645	0,351
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута» > «Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,3025	0,4645	0,3308
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута» > «Доля ТС с комфортными условиями РСТО» > «Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,314	0,4645	0,3308
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута» > «Время на передвижение пассажиров между ОП» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,314	0,4645	0,3167
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Время на передвижение пассажиров между ОП» > «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,396	0,372
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Время на передвижение пассажиров между ОП» > «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,3238	0,396	0,372
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Время на передвижение пассажиров между ОП» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО» > «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,3832	0,372

«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,3452	0,3566	0,372
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,371	0,3566	0,372
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,371	0,3595	0,372
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,3832	0,377
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,3452	0,3566	0,377
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,4247	0,351
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,3025	0,4247	0,3308
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,3427	0,381	0,3308
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»>К4>«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,3427	0,3566	0,3452
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,38	0,3566	0,3313
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,38	0,3595	0,3313

«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,38	0,3566	0,3452
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,38	0,381	0,3308
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,38	0,393	0,3308
«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,38	0,393	0,3167
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,545	0,339
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,3238	0,545	0,339
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,545	0,351
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> «Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,3025	0,545	0,3308
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,314	0,545	0,3308
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,314	0,545	0,3167
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,545	0,3305

«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,3238	0,545	0,3305
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Время на передвижение пассажиров между ОП»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,545	0,3305
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Время на передвижение пассажиров между ОП»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,3258	0,545	0,3305
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,345	0,545	0,3305
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,345	0,545	0,3305
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,545	0,3493
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,3258	0,545	0,3493
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,545	0,351
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,3025	0,545	0,3308
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,3167	0,545	0,3308
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,3167	0,545	0,3245

«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,341	0,545	0,3037
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,341	0,545	0,3037
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,341	0,545	0,3245
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,341	0,545	0,3308
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,341	0,545	0,3308
«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,341	0,545	0,3167
Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,402	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,3238	0,402	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,402	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,3258	0,402	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,345	0,402	0,388

Время на передвижение пассажиров между ОП»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,345	0,402	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» >«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,396	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» >«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,3238	0,396	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,3832	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,3452	0,3566	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,371	0,3566	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,371	0,3595	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» > «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,3832	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» > «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,3452	0,3566	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» > «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию» > «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,383	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» > «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,3258	0,383	0,388

Время на передвижение пассажиров между ОП»» «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»K5»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» »«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,3737	0,3498	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»» «Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,3737	0,3566	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»» «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,4265	0,3566	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»» «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» »«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,4265	0,3595	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»»K4»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»» «Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,4265	0,3566	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» »«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,4265	0,3498	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» »«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,4265	0,3513	0,388
Время на передвижение пассажиров между ОП»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» »«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»» «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,4265	0,3513	0,388
K4»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» » Время на передвижение пассажиров между ОП»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,445	0,3493
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» » Время на передвижение пассажиров между ОП»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»»«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,3258	0,445	0,3493
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» »«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»» Время на передвижение пассажиров между ОП»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,445	0,351
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»»«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» »«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»» «Доля ТПУ на 1 км маршрута»» Время на передвижение пассажиров между ОП»»	0,3025	0,445	0,3308

«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,3167	0,445	0,3308
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,3167	0,445	0,3245
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,383	0,3875
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,3258	0,383	0,3875
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,3832	0,3875
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»>K5>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,3452	0,3566	0,3875
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,3737	0,3566	0,3875
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>K2>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,3737	0,3498	0,3875
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,3832	0,377
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,3452	0,3566	0,377
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»	0,3126	0,4247	0,351

«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,3025	0,4247	0,3308
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,3427	0,381	0,3308
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,3427	0,3566	0,3452
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,384	0,3566	0,3417
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>К5> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,384	0,3498	0,3417
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,384	0,3566	0,3452
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,384	0,381	0,3308
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,384	0,38	0,3308
«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,384	0,38	0,3245
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,5	0,3975	0,3037
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,5	0,3975	0,3037

«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,5	0,3975	0,3245
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,5	0,3975	0,3308
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»>К4> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,5	0,3975	0,3308
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,5	0,3975	0,3167
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,5	0,3513	0,319
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,5	0,3513	0,319
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,5	0,3498	0,319
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,5	0,3566	0,319
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,5	0,3566	0,319
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >К4	0,5	0,3595	0,319
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,5	0,3498	0,3417

«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,5	0,3566	0,3417
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС»> Время на передвижение пассажиров между ОП>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»	0,5	0,38	0,3245
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,5	0,38	0,3308
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,5	0,381	0,3308
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,5	0,3566	0,3452
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,5	0,3566	0,3313
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,5	0,3595	0,3313
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС»	0,5	0,3566	0,3452
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»>«Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,5	0,381	0,3308
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» >«Доля ТС с комфортными условиями РСТО»> Время на передвижение пассажиров между ОП»	0,5	0,393	0,3308
«Доля ТПУ на 1 км маршрута»>«Доля рейсов, выполняемых по расписанию»> «Наполняемость на 1 м ² пола ТС» > Время на передвижение пассажиров между ОП»> «Доля ТС с комфортными условиями РСТО»	0,5	0,393	0,3167

