

На правах рукописи



Куракина Елена Владимировна

**МЕТОДОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ
ПО КРИТЕРИЮ «НУЛЕВОЙ СМЕРТНОСТИ»
В ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ
ПРОИСШЕСТВИЯХ**

Специальность 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

Орёл – 2022

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

Научный консультант: **Евтюков Сергей Аркадьевич**
доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы РФ.

Официальные оппоненты: **Сильянов Валентин Васильевич**
Заслуженный деятель науки и техники, доктор
технических наук, профессор, профессор
кафедры «Изыскания и проектирование дорог»,
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)»;

Пегин Павел Анатольевич
доктор технических наук, доцент, заведующий
кафедрой «Аэропорты и авиационные перевозки»,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
университет гражданской авиации»;

Дорохин Сергей Владимирович
доктор технических наук, доцент, декан
автомобильного факультета, ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова».

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Белгородский государственный
технологический университет им. В.Г. Шухова».

Защита состоится «19» октября 2022 г. в 11 ч. 00 мин. на заседании объединенного диссертационного совета 99.2.032.03 на базе ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» по адресу: 302030, г. Орёл, ул. Московская., д. 77, ауд. 426.

С диссертацией можно ознакомиться на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>) и в фундаментальной библиотеке по адресу: 302028, г. Орёл, пл. Каменская, д. 1.

Автореферат разослан «___» _____ 2022 года. Объявление о защите диссертации и автореферат диссертации размещены в сети Интернет на официальном сайте ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева» (<http://oreluniver.ru>) и на официальном сайте Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (<https://minobrnauki.gov.ru>).

Отзывы на автореферат, заверенные печатью организации, в двух экземплярах направлять в диссертационный совет 99.2.032.03 по адресу: 302030, г. Орёл, ул. Московская, д. 77, тел.: +7960 6476660, e-mail: srmostu@mail.ru.

Учёный секретарь
диссертационного совета
канд. техн. наук, доцент

Виктория Владимировна Васильева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Безопасность дорожного движения (БДД) на автомобильном транспорте в Российской Федерации является составной частью задач обеспечения личной безопасности, решения демографических, социальных и экономических проблем, повышения качества жизни и содействия развитию общества. Состояние БДД оценивается взаимодействием функционирующих элементов, составляющих этот процесс, формирующий общесистемный уровень. Определение сущности информационного взаимодействия элементов в дорожно-транспортной среде (ДТС) на основе новых методов управления этими элементами и достижения поставленной цели направлены на обеспечение БДД по критерию «нулевой смертности» в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП).

В Российской Федерации приоритет здоровья и жизни участников дорожного движения (УДД) в обеспечении БДД нашел отражение в «нулевой смертности» – целевом показателе Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 – 2024 годы и Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Внедрение и реализация программно-целевого подхода (ПЦП): федеральные целевые программы «Повышение безопасности дорожного движения»: 2006-2012гг., 2013-2020гг. – существенно оказало воздействие на положительную динамику снижения показателей аварийности на автомобильном транспорте в масштабе страны. Однако в некоторых регионах и субъектах наблюдается стабильное состояние смертности или ее возрастание, в том числе и в местах концентрации ДТП. Дорожно-транспортная аварийность наносит колоссальный социальный, демографический, экономический ущерб, снижает качество жизни пострадавших, получивших инвалидность в результате ДТП. За период с 2003 по 2020 год на дорогах Российской Федерации погибло 442 тыс. человек, ранено 4 млн. 177 тыс., за последние 10 лет детский дорожно-транспортный травматизм унес 7459 жизней детей, получили инвалидность около 20% УДД трудоспособного возраста.

Направленность стратегических документов связана с обеспечением снижения ДТП, достижения целевого показателя не более 4 погибших на 100 тыс. населения. Все это свидетельствует о значимости приоритетного направления государственной политики в целях сохранения жизни и здоровья граждан и повышения БДД, а также об актуальности решения научной проблемы, имеющей социально-экономическое значение. Для реализации целевого показателя стратегий БДД поставлена актуальная социально-экономическая задача – разработка методологии обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП, имеющая важное значение в развитии страны. Сложившаяся ситуация в системе БДД обосновывает необходимость критического научного анализа, обоснованных концептуальных

положений, системного подхода к повышению уровня БДД, обеспечению нулевой смертности в ДТП.

Степень разработанности темы исследования. Научные основы обеспечения и повышения уровня БДД, снижения аварийности на автомобильном транспорте, реконструкции ДТП заложены в научных трудах ведущих российских и зарубежных ученых: М.Б. Афанасьева, В.Ф. Бабкова, М.Я. Блинкина, Б.Е. Боровского, У. Бранольте, Я.В. Васильева, М.В. Власова, В.Н. Добромирова, Э.Р. Домке, С.В. Дорохина, С.А. Евтюкова, С.С. Евтюкова, С.В. Жанказиева, Д.В. Капского, Г.И. Клинковштейна, П.А. Кравченко, Н.М. Кристи, В.Э. Клявина, И.М. Кикоть, Д. Коллинза, В.Н. Ложкина, О.В. Лукошавичене, И.Г. Малыгина, А.Н. Новикова, И.А. Новикова, М.В. Немчинова, П.А. Пегина, А.М. Плотникова, И.Н. Пугачева, В.В. Сильянова, Ю.Б. Суворова, А.В. Терентьева, Ю.В. Трофименко, М.В. Хапатнюковского, А.Б. Чубукова, А.В. Шемякина и других авторов.

Анализ исследуемой проблемы показал, что, несмотря на значимые научные результаты, в настоящее время наблюдается противоречие между задачами государства к обеспечению БДД и отсутствием научного обеспечения их решения.

Цель работы – разработка методологии обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП на основе теории информационного взаимодействия (ТИВ).

Задачи исследования:

1. Анализ состояния уровня БДД, целевых показателей и индикаторов в Российской Федерации и ее субъектах, методов и мероприятий выявления дорожно-транспортной аварийности, основанный на принципах информационного взаимодействия в сложных системах.

2. Построение структуры и функциональных принципов к разработке информационной модели системы «Участник дорожного движения – транспортное средство – автомобильная дорога – среда» в системе обеспечения БДД.

3. Разработка алгоритмов оценки эффективности информационного взаимодействия в многофакторном пространстве ДТС.

4. Разработка математической модели распределения ресурсов систем при планировании мероприятий для повышения уровня БДД, в том числе в местах концентрации (МК) ДТП, определяемого сочетанием возможных вариантов ДТП и взаимоисключающими свойствами информационных состояний ДТС.

5. Разработка расчетно-аналитических методов оценки ДТС с целью обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП и алгоритмизация их процедур.

6. Разработка рекомендаций по планированию эффективных мероприятий обеспечения «нулевой смертности» и повышения уровня БДД, в том числе в МК ДТП.

Объект исследования – информационная система, предназначенная для снижения влияния негативных факторов возникновения ДТП в ДТС.

Предмет исследования – методы выявления причинно-следственных связей, позволяющих снижать уровень аварийности с тяжкими последствиями при взаимодействии объектов в ДТС.

Рабочая гипотеза заключается в том, что разработка методологии обеспечения БДД по установленному критерию «нулевой смертности» в ДТП возможна с применением математических моделей теории принятия решений и прикладных инструментов на их основе. Базовым элементом должна служить ТИВ, позволяющая работать с большим количеством неустановленных факторов, и характеризующая информационную ситуацию, сложившуюся в сфере обеспечения БДД.

Научная новизна исследования:

1. Установлены аналитические взаимосвязи между ДТП как массовым явлением и причинами, провоцирующими развитие аварийно-опасной ситуации и возникновение МК ДТП, в ДТС.

2. Разработана информационная модель системы «Участник дорожного движения – транспортное средство – автомобильная дорога – среда» на основе ТИВ с целью обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП.

3. Разработаны научные методы, основанные на теории принятия решений, позволяющие выполнить количественную оценку эффективности состояний в ДТС и смоделировать распределение ресурсов при планировании мероприятий для повышения БДД.

4. Разработаны модель и алгоритмы процедур применения расчетно-аналитических методов оценки эффективности дорожно-транспортных исследований (ДТИ) с целью повышения БДД, включая МК ДТП.

5. Получены зависимости, характеризующие величину параметров, влияющих на разработку рекомендаций и выбор эффективных мероприятий обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в разработке и обосновании методологии обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП на основе системного подхода как совокупности реализации расчетно-аналитических методов, программного и информационного их обеспечения, отражающего объективные закономерности взаимосвязи в ДТС с использованием нового подхода для решения актуальной проблемы снижения смертности на автомобильных дорогах.

Практическая значимость работы заключается в прикладном характере результатов исследований, возможности применения результатов исследования в деятельности органов исполнительной власти и структурами на уровне субъектов в интересах снижения аварийности на автомобильных дорогах, повышения БДД, подготовке квалифицированных специалистов отрасли, что подтверждено

актами внедрения, выданными ФКУ «Центравтомагистраль», ОГИБДД УМВД России по Центральному, Кировскому районам Санкт-Петербурга, Всеволожскому району Ленинградской области, УГИБДД УМВД России по Курской, Белгородской областях, ООО «СПбГАСУ Дорсервис», ФГБОУ ВО: «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», «Тюменский индустриальный университет», «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», «Вологодский государственный университет», «Санкт-Петербургский горный университет».

Методология и методы исследования основаны на научном анализе актуальных статистических данных о состоянии БДД в Российской Федерации и за рубежом, изучении результатов научных трудов ведущих отечественных и иностранных специалистов в сфере БДД, применении общенаучных методов исследования: ТИВ, концептуальные и математические основы кибернетики, теория управления, теория вероятности, системология (теория сложных систем), системный анализ, теория информации, математическая статистика.

Положения, выносимые на защиту:

1. Информационная модель «Участник дорожного движения – транспортное средство – автомобильная дорога – среда» в системе обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП на основе ТИВ.

2. Научный метод определения количественной оценки эффективности состояний в ДТС.

3. Математическая модель распределения ресурсов при планировании мероприятий для повышения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП.

4. Модель и алгоритмы процедур применения расчетно-аналитических методов оценки эффективности ДТИ с целью повышения БДД, включая МК ДТП.

5. Теоретические и экспериментальные зависимости, характеризующие изменение величины параметров, определяющих выбор эффективных мероприятий повышения уровня БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов работы подтверждается применением апробированного математического аппарата: методов системного анализа и решения многокритериальных задач, векторной оптимизации, теории вероятностей и математической статистики; подтверждается отсутствием противоречий с научными результатами ранее выполненных исследований; обеспечена внедрением разработок проведенных исследований в практическую деятельность предприятий.

Основные положения и результаты исследования докладывались, обсуждались и одобрены на 51, 59, 61-й Международной научно-технической конференции молодых ученых (СПбГАСУ, 2004, 2006, 2008); научно-практической конференции «Актуальные вопросы обеспечения БДД» (СПб, 2008); 66-й Международной научно-технической конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов (СПб, 2009);

Российской конференции «Новое в профессиональном образовании специалистов для сферы ОБДД в рамках ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах», (СПб, 2009); Международной научно-технической конференции «Строительная наука – 2014: теория, образование, практика, инновации» (Архангельск); 71-й, 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета, (СПбГАСУ, 2015, 2017); 69-й международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторов «Актуальные проблемы БДД», (СПбГАСУ, 2016); 8-14-ой Международных конференциях – «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» (СПбГАСУ, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020); 6–9-й Международной научно-практической конференции «Реконструкция и экспертиза ДТП», ИБДД (СПбГАСУ, 2014, 2016, 2018, 2020); межведомственной научно-практической конференции «Актуальные проблемы управления деятельностью по обеспечению БДД (состояние, проблемы, пути совершенствования)», СПбУ МВД России (2018, 2019); 10th International Conference on contemporary problems of architecture and construction], (Beijing, China, 2018); 3-7-ой Международной научно-практической конференции «Информационные технологии и инновации на транспорте», Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (2017–2021); межвузовском научном круглом столе «Повышение эффективности применения и безопасности работы транспортно-технологических машин», (Санкт-Петербург, 2019); международный инновационный форум пассажирского транспорта SMART TRANSPORT 2019 (СПб); международной научно-практической конференции «Цифровизация развития автомобильно-дорожного комплекса», 2019, (Бишкек, г. Чолпон-Ата, Кыргызская Республика); XIV международной научно-практической конференции «Прогрессивные технологии в транспортных системах», 2019, (ОГУ); 78-ой Международной научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ, посвященной 90-летию юбилею университета, 27-31 января 2020, (Москва); Межведомственной научно-практической конференции «Общественная безопасность в сфере дорожного движения: профессиональная подготовка и организационно-правовые инструментари», 26-27 февраля 2020, (СПбУ МВД России, 2020); межведомственном круглом столе «Исследование возможностей применения беспилотных летательных аппаратов для получения первичной информации о ДТП», 19 марта 2020, (Орловский юридический институт МВД Российской Федерации им. В.В. Лукьянова); международной научно-практической конференции «Общественная безопасность в сфере дорожного движения», (СПбУ МВД России, 2021); международной научно-технической конференции «Улучшение эксплуатационных показателей и технический сервис автомобилей, тракторов и двигателей», посвященная 90-летию со дня основания кафедры «Тракторы и автомобили», 2021-2022 (СПбГАУ); международной конференции «Транспортная доступность Арктики: сети и системы»,

4–9 июня 2021, (СПбГАСУ), международной научно-практической конференции «Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте» (Липецк, 20-21 апреля 2022).

Реализация результатов работы. Значимость результатов диссертационного исследования подтверждается научно-исследовательскими и хозяйственными работами: «Проведение аудита дорожной безопасности автомобильных дорог общего пользования регионального значения, выявление опасных МК ДТП, разработка мероприятий по их сокращению в Ленинградской области» (ГК Комитета по дорожному хозяйству Ленинградской области №0147, 2013г.; №0093, 2015г.); «Научно-методическое обеспечение ДТИ неразрушающим методом» (АААА-А16- 116092810070-7, 2017г.); НИР на проведение специального обследования МК ДТП, выявленных на автомобильных дорогах общего пользования регионального значения Ленинградской области и разработку мероприятий, направленных на их сокращение (ГК № 0195, № 0431 2017г.; №1-0258/0259/18, 2018г., ГК №0279, 2019г.); корректировка организации дорожного движения на автомобильных дорогах общего пользования с выявлением МК ДТП в Московской области (№28/17, №36/2018, №08/2018); обследование трасс регулярных автобусных маршрутов на соответствие требованиям обеспечения БДД (4-01-2/18/1134, 2018г.); разработка методики прогнозирования МК ДТП на автомобильных дорогах (Комитет по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга, 2017г.); обследование технического состояния автомобильной дороги Керчь – Феодосия – Белогорск – Симферополь – Бахчисарай – Севастополь (№4-01-02/18/1130-СП, 2018г.); разработка методики сокращения ДТП в МК (Комитет по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга, 2019г.); комплексное обследование, оценка технического состояния и разработка паспортов организации ДД автомобильных дорог Федерального уровня: Р-132 «Золотое кольцо» (Тверская область) и А –122 «Новгородская область» (ГК № 321-2020).

Личный вклад автора заключается в формулировании цели и задач исследования, определении и осуществлении направлений теоретических и экспериментальных исследований, разработке концептуальных положений, методов их реализации, комплексе научных методов и методик, отражающих предложенную методологию.

Соответствие диссертационной работы паспорту специальности.

Выполненные исследования отвечают формуле паспорта научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта: пункт 6. Обеспечение экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса; совершенствование методов автодорожной и экологической экспертизы, методов экологического мониторинга автотранспортных потоков, пункт 9. Исследования в области безопасности движения с учетом технического состояния автомобиля, дорожной сети, организации движения автомобилей, качеств водителей; проведение дорожно-транспортной экспертизы, разработка мероприятий по снижению аварийности.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 63 работах, в том числе 16 – в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ, 10 – в изданиях, включенных в международную базу данных Scopus и Web of Science. В результате проведения исследований опубликовано 6 монографий, получен патент на полезную модель и 2 свидетельства государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 282 наименований. Диссертация изложена на 424 страницах, включает 35 таблиц, 140 иллюстраций, 5 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснованы актуальность темы исследования и научная проблема, сформулированы их цель и задачи, раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимость, приведены положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен анализ и проведена оценка эффективности нормативного, научно-методического и информационного обеспечения в системе БДД. Выполненный анализ состояния уровня БДД, целевых показателей и индикаторов в РФ и ее субъектах позволил отметить тенденцию их изменения. Интенсивная урбанизация, автомобилизация, развитие сети автомобильных дорог (АД) с внедрением и эксплуатацией современных интеллектуальных ТС повлияли на развитие и социально-экономический уровень страны. Однако анализ статистических данных аварийности позволил отметить в регионах и субъектах страны незначительное их изменение, включая в МК ДТП. Смертность в результате ДТП имеет международный масштаб, занимает 8-ю строчку причин всех смертей в мире, согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). Этап внедрения и реализации национальных целевых программ повышения БДД в значительной мере повлиял на изменение международной статистики ДТП, и позволил определить вектор в направлении обеспечения «нулевой смертности». Обозначенный критерий «нулевой смертности» в ДТП нашел отражение в целевом показателе Стратегии безопасности дорожного движения в РФ на 2018–2024 годы и Транспортной стратегии РФ до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года.

Особую роль в изменении показателей аварийности сыграла эпидемиологическая обстановка в период распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) и ее режим, в этот период отмечены востребованность в велосипедах, средствах индивидуальной мобильности (СИМ) и рост ДТП с пострадавшими с участием последних. По результатам анализа статистической аварийности в 2021 году в Российской Федерации зарегистрировано 133331 ДТП с погибшими более 14,8 тыс. человек, отмечено некоторое

снижение этого показателя на 7,9% относительно аналогичного периода прошлого 2020 года (АППГ), однако тяжесть последствий имеет динамику к росту (+1 АППГ), в Ленинградской области и Санкт-Петербурге – соответственно +12,6 и стабильно. Анализ статистики аварийности менее, чем за 20 лет позволил оценить изменение ситуации в сфере обеспечения БДД, отметить динамику к снижению в результате внедрения и реализации ПЦП (рисунок 1). Обеспечение БДД является структурным направлением в формировании политики многих европейских стран и международных организаций.

Анализ международного опыта повышения уровня БДД показал, что сократить уровень смертности до целевого показателя – «нулевая смертность» за сжатые сроки еще не удавалось ни одной стране.

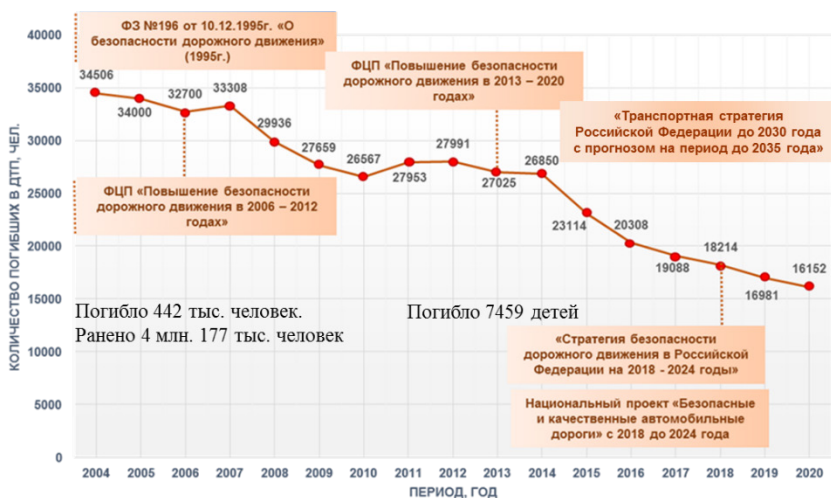


Рисунок 1 – Динамика изменения целевого показателя – фактическое количество лиц, погибших в результате ДТП – в 2004-2020 годах

Проанализировав статистический массив данных в субъектах Российской Федерации за 2016-2021гг, отмечена динамика целевых показателей и индикаторов (рисунок 2); фактические значения превышают прогнозируемые в регионе около 1,5, в областях составляет от 4,3 до 16,9.

Анализ причин и факторов возникновения ДТП выявил тенденции в изменении их количественного соотношения по видам. Отмечена динамика роста ДТП по причинам неудовлетворительного эксплуатационного состояния АД, включая МК, и нарушении правил дорожного движения (ПДД) УДД: пешеходами, велосипедистами, владельцами СИМ (рисунки 3,4); динамика количества МК ДТП, в зависимости от периода, района и дорожных условий их число меняется в пределах от 13% до 29%.

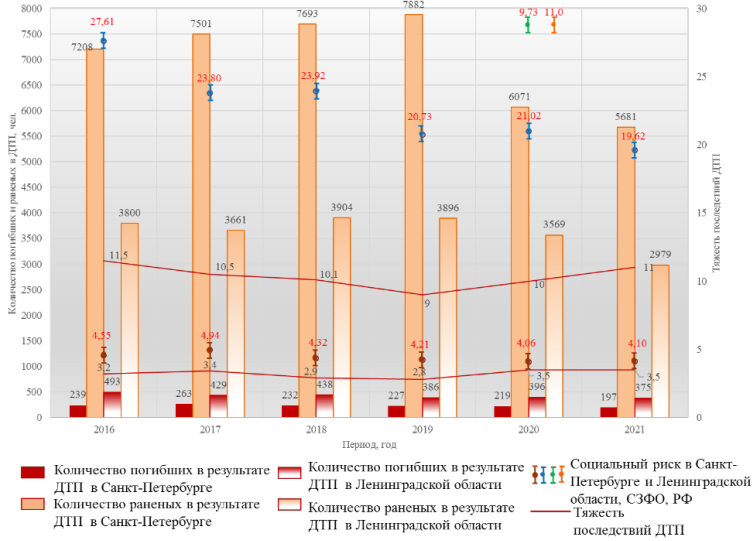


Рисунок 2 – Состояние уровня БДД и критерия «нулевой смертности» в ДТП в субъектах РФ

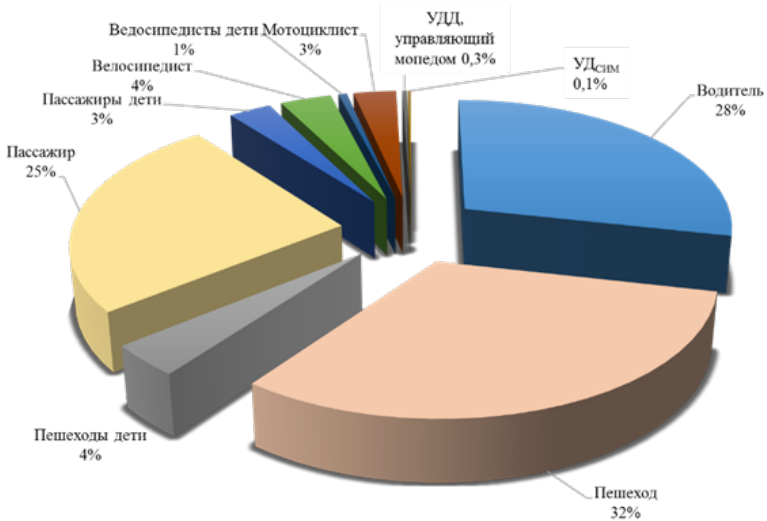


Рисунок 3 – Динамика распределения ДТП с пострадавшими УДД в Санкт-Петербурге

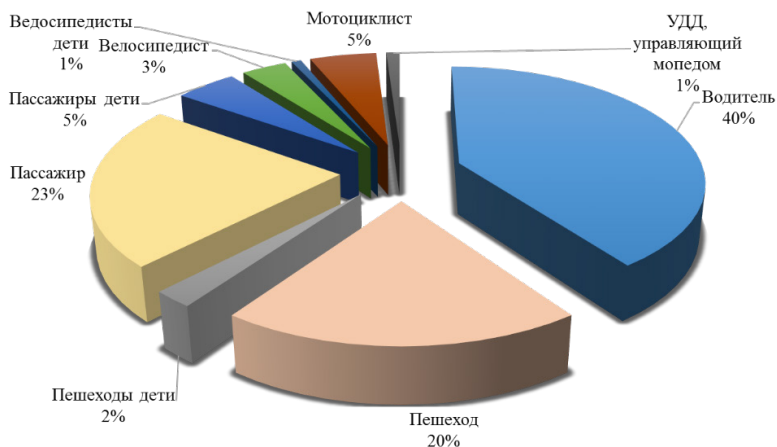


Рисунок 4 – Динамика распределения ДТП с пострадавшими УДД в Ленинградской области

Самыми массовыми местами совершения ДТП являются перегон, регулируемые и нерегулируемые перекрестки и пешеходные переходы и остановки транспорта.

При обеспечении БДД по критерию «нулевой смертности» оценено взаимодействие функционирующих элементов, составляющих этот процесс. Определение сущности информационного взаимодействия (ИВ) элементов в ДТС основано на систематизировании массива данных (рисунок 5) и комплекса средств работы с ними. ИВ исследуемых элементов системы БДД имеет свои пространственно-временные характеристики и закономерности развития, преследующие цель – отсутствие погибших в результате ДТП.

Согласно теории сложных систем, ТИВ функционирование системы является процессом достижения поставленной цели при наличии ресурсов, определенной организационной структуры, технологических процессов и условий среды, взаимодействующих между собой через информационные каналы. Согласно концептуальным основам системологии сложность системы БДД определено состояниями множества элементов и их связями. В процессе функционирования система достигает определенного результата – эффекта. Эффект такого управления определен наличием полного набора функциональных и необходимых элементов в системе каналов обратной связи. Наглядное подтверждение этому факту функциональная структура, представленная на рисунке 6. Системное описание проблемы аварийности обосновало необходимость в разработке новых методов и моделей принятия решения, их оценки и реализации в обеспечении БДД, средств по обозначенному критерию.

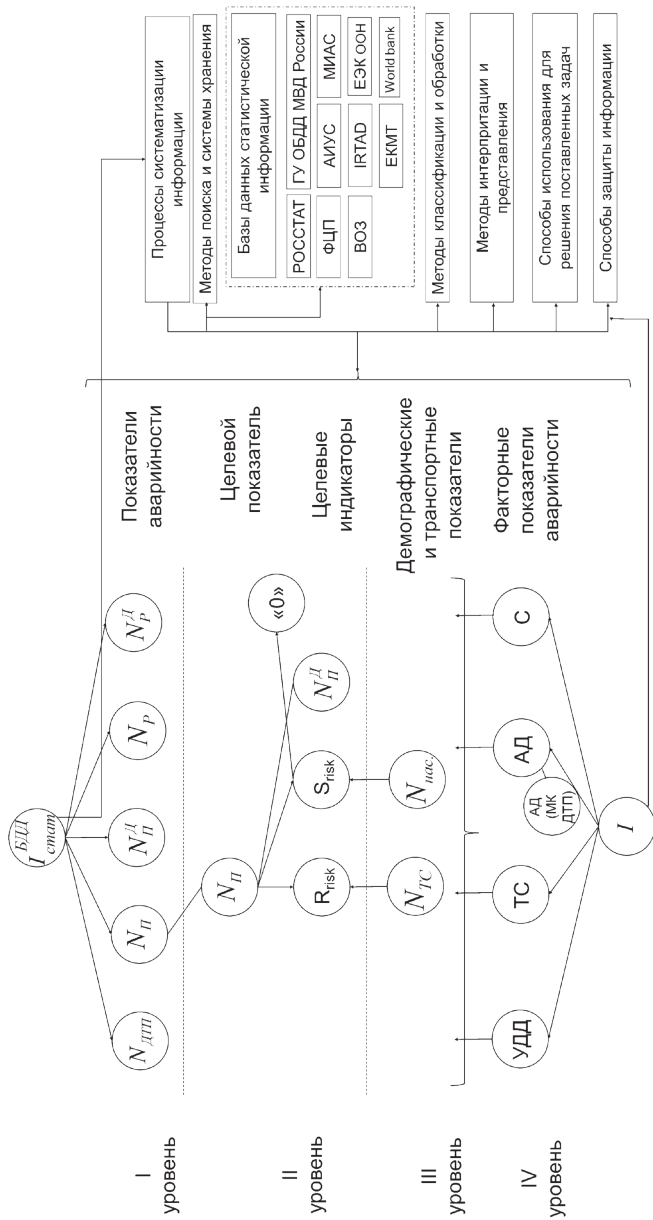


Рисунок 5 – Систематизация статистической информации в системе БДД с учетом критерия «нулевой смертности» в ДТП

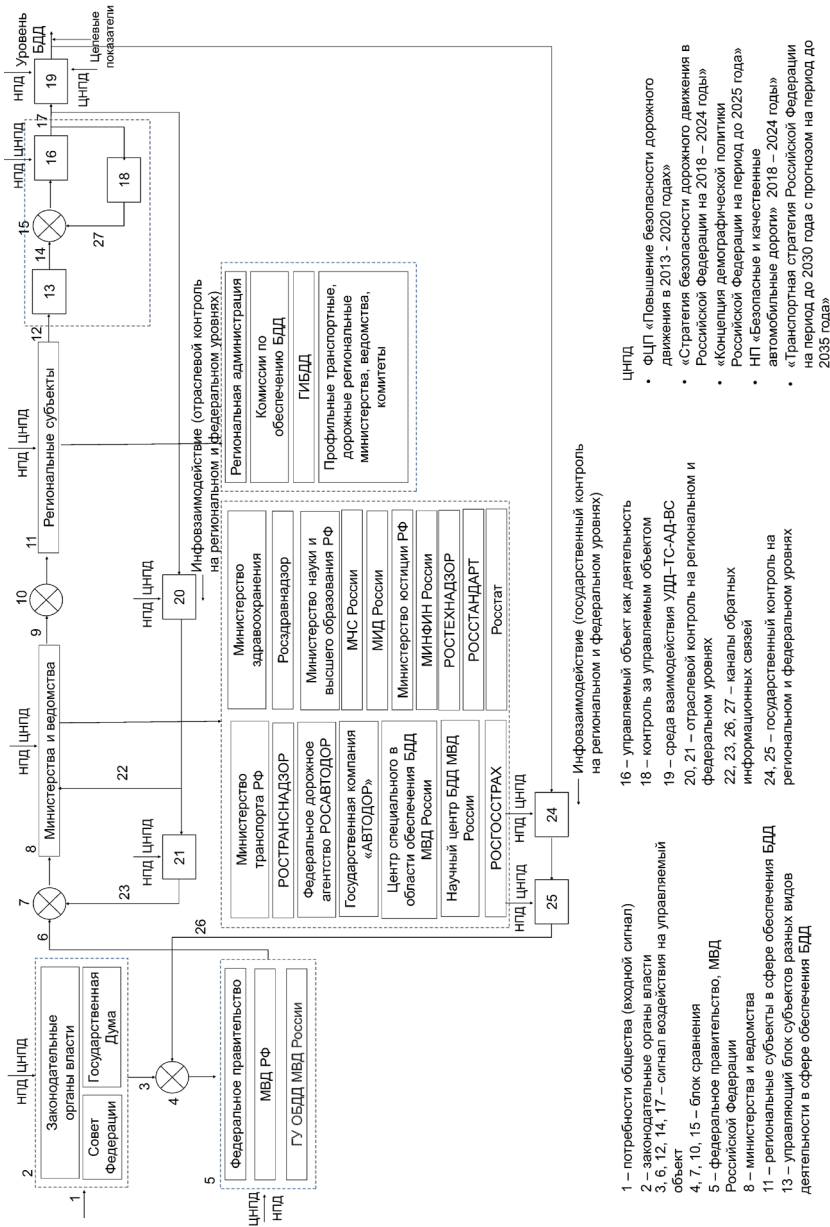


Рисунок 6 – Функциональная структура системной организации и управления уровнем БДД

Во второй главе на основе системного подхода раскрыта целостность исследуемых подсистем, предложена ранее не используемая информационная модель УДД-ТС-АД-С, разработана ее структура в системе обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП на основе ТИВ. Отмечены иерархичность и многоуровневость УДД-ТС-АД-С, характеризующие ее строение, морфологию и функционирование, а также процессы передачи информации и управления. Уровень задач, решение которых направлено на обеспечение БДД по критерию «нулевой смертности», за счет полноты и оперативности поступающей информации, позволил выполнить оптимизацию решения.

Предлагаемое новое понятие модели УДД-ТС-АД-С (Z) обосновано необходимостью учета полного ее содержания – структуры, требованиям внешней среды. Состояние Z в любой момент времени (t) принято, как $Z(t)$, и зависит от функции входов $X(t)$. Под воздействием на систему – входы системы – принимается информация о состоянии Z :

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n), \quad (1)$$

где n – множество всех входов системы.

Выход системы (Y) представляет собой результат преобразования информации в момент времени t , поэтому функция выходов представлена как $Y(t)$. Оценка состояния системы выполняется при наличии обратной связи $Y(t) \rightarrow X(t)$ системы для постоянного контроля за изменением выхода – результата. Возможность наблюдения за состоянием на различных пространственно-временных этапах (ПВЭ) позволяет функция состояний системы (F_c). Следовательно, состояние системы на различных ПВЭ:

$$Z(t) = F_c [X(t)]. \quad (2)$$

Состояние системы $Z(t)$ на различных ПВЭ в любой момент времени t зависит от ее предшествующих состояний в моменты $Z(t-1)$, $Z(t-2)$, ..., то есть от функций ее состояний (переходов) на ПВЭ:

$$Z(t) = F_c [X(t), Z(t-1), Z(t-2), \dots]. \quad (3)$$

Система Z зависит не только от $X(t)$, но и от функций ее состояний (переходов) на ПВЭ. Подтверждая динамичный характер системы, представлена функция выхода:

$$Y(t) = F_s [X(t), Z(t), Z(t-1), Z(t-2), \dots, Z(t-u)]. \quad (4)$$

где u – множество предшествующих состояний в моменты на ПВЭ.

Следовательно, исследуемое состояние $Z(t)$ обладает динамичным характером, наблюдаемостью, учитывает предыдущие и текущие состояния системы, X и Y системы, отражает ИВ состояний и связей элементов своей структуры. При деятельности системы Z учитывалось качество ее функционирования, определяемое показателем эффективности, в данном случае обеспечение БДД по критерию «нулевой смертности» – модель результата (M).

Структурный метод выявил и позволил представить структуру системы с учетом всех объектов в дорожном движении (ДД) (рисунок 7):

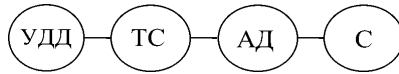


Рисунок 7 – Предлагаемая новая структура УДД-ТС-АД-С:
УДД – участник дорожного движения, ТС – транспортное средство,
АД – автомобильная дорога, С – среда

Функциональный метод (ФМ) позволил описать структуру системы посредством уравнений, отражающих ее физические закономерности функционирования во внешней среде G (система управления уровнем БДД). Показатели свойств при этом связаны непосредственно с характеристиками подсистем и с воздействующими на них факторами (рисунок 8). Основные требования к ФМ обусловлены необходимостью принять решения в условиях некоторой неопределенности.

Разработанная модель M , отражающая информационные связи между подсистемами и их элементами, с позиции системного подхода также явилась системой во внешней среде G .



Рисунок 8 – ФМ разработки информационной модели системы: Ц – цель ФМ, Т – требования, И – информация, ПК – потребное качество, $Y(t)$ – функция выхода

Процесс синтеза модели M представлен на рисунке 9. Представлены формализованные параметры функционирования информационной модели и состояний системы:

– группа элементов S_1 принадлежит множеству Z_1 (УДД);

- группа элементов S_2 принадлежит множеству Z_2 (ТС);
- группа элементов S_3 принадлежит множеству Z_3 (АД);
- группа элементов S_4 принадлежит множеству Z_4 (С).

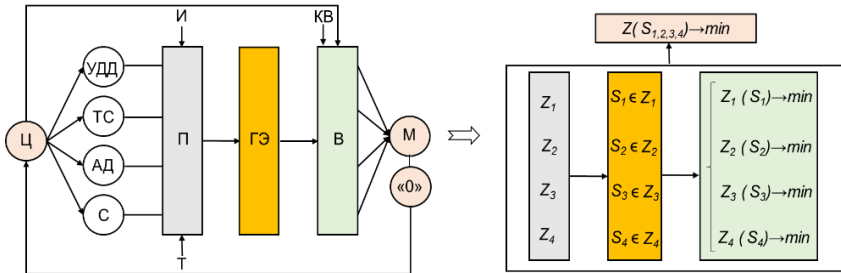


Рисунок 9 – Процесс синтеза модели на основе системного подхода для целей обеспечения БДД: Ц – цель – БДД, П – подсистемы, ГЭ – группа элементов с их свойствами и состояниями, В – выбор критерия, И – информация, Т – требования, КВ – критерии выбора, М – модель результата

Представлена концептуальная модель информационной системы и факта ДТП как массового события в ДТС на рисунке 10. Уровень обеспечения БДД характеризуется уровнем риска, его количественной характеристикой – вероятностью проявления неблагоприятных состояний, которая может оцениваться и в каждый момент ДД, и при создании АОС.

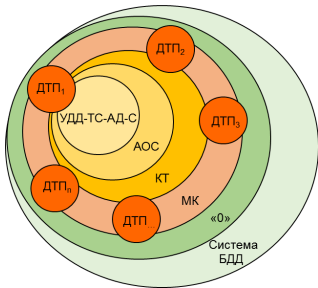


Рисунок 10 – Концептуальная модель информационной системы и факта события ДТП в ДТС: АОС – аварийно-опасная ситуация, КТ – конфликтная точка, МК – место концентрации

ДТП как массовое событие – источник существенного количества информации об объектах этого события, которое также является системой.

Новая структура УДД-ТС-АД-С представлена на схеме (рисунок 11).

Иерархия элементов и объектов информационной модели системы УДД-ТС-АД-С включает в себя: УДД, ТС, АД, С – подсистемные элементы; В – водитель; П – пешеход; $P_{ТС}$ – пассажир ТС; $B_{ТС}$ – велосипедист; $M_{МТС}$ – мотоциклист; $УД_{СИМ}$ – участник движения, передвигающийся на СИМ; $B_{л/а}$ – В, управляющий легковым ТС; $B_{г/а}$ – В, управляющий грузовым ТС; $B_{авт}$ – В, управляющий автобусом; $B_{ТБ}$ – В, управляющий троллейбусом; $B_{ТМ}$ – В, управляющий трамваем; $B_{ТРУСХ}$ – В, управляющий тракторами и другими самоходными механизмами;

$B_{ГУЖТ}$ – В, как «...погонщик...», управляющий гужевым транспортом; $P_{Вз}$ – П, взрослый УДД; $P_{Д}$ – П, как УДД в возрасте до 16 лет; $P_{ТС}^{Bз}$ – П_{ТС}, взрослый УДД; $P_{ТС}^Д$ – пассажир-ребенок; $P_{ГУЖТ}$ – пассажир гужевого транспорта; $B_{ТС}^{Bз}$ – В_{ТС}, взрослый УДД; $B_{ТС}^Д$ – УДД в возрасте до 16 лет, $M_{МТС}$ – УДД; $B_{ТС}^Д$ – УДД, управляющий мопедами, квадрициклами с аналогичными техническими характеристиками; L – категория ТС (мототранспортные средства), M – категория ТС (имеющие не менее 4 колес и используемые для перевозки $P_{ТС}$), N – категория ТС, используемые для перевозки грузов – автомобили грузовые и их шасси), O – прицепы (полуприцепы) к ТС категорий M, N, L; $ТС_{L_1}$ – двухколесные ТС категории L₁: мопеды, мотовелосипеды, мокики со скоростью не более 50 км/ч, $ТС_{L_2}$ – трехколесные ТС категории L₂ с любым расположением колес и скоростью не более 50 км/ч; $ТС_{L_3}$ – двухколесные ТС категории L₃; $ТС_{M_1}$ – ТС категории M₁; $ТС_{M_2}$ – ТС категории M₂; $ТС_{M_3}$ – ТС категории M₃; $ТС_{N_1}$ – ТС категории N₁; $ТС_{N_2}$ – ТС категории N₂; $ТС_{N_3}$ – ТС категории N₃; $ТС_B$ – велосипед; $O_{ТС}^M$, $O_{ТС}^N$, $O_{ТС}^L$ – прицепы (полуприцепы) к ТС категорий M, N, L; $T_{ГУЖТ}$ – гужевой транспорт; $O_{ДИ}$ – геометрия объектов дорожной инфраструктуры (ДИ); ТЭУ – транспортно-эксплуатационные условия; $TЭУ_{АД}$ – технико-эксплуатационные условия АД; $OУ_{ДД}$ – организация и управление ДД; $C_{внешн}$ – внешняя среда; $C_{внутр}$ – внутренняя среда.

Впервые представлена многоуровневая системная модель (МСМ): [ДТП – «УДД-ТС-АД-С» – БДД] → «нулевая смертность». Для определения причин возникновения ДТП, прогнозирования риска ДТП определены границы исследуемой системы, измерители объектов системы, подсистем (рисунок 12).

Выявлены факторные весовые показатели (ФВП) в УДД-ТС-АД-С в многофакторном пространстве ДТС для оценки их состояний Z (таблица 1). При решении поставленных задач в исследовании учтены группы факторов на перспективу, как существенные, так и малейшие, тем самым исключая роль («вес») случайного (неосмысленного) фактора.

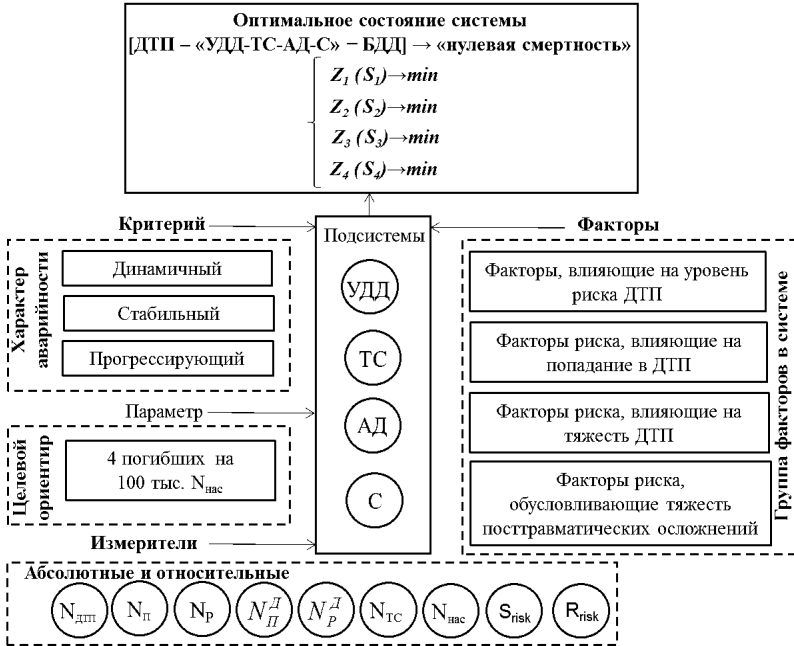


Рисунок 12 – Структурная схема характеристик состояния МСМ
[ДТП – «УДД-ТС-АД-С» – БДД] → «нулевая смертность»

Таблица 1 – Система уравнений влияния многофакторного пространства ДТС на МСМ на примере двух субъектов

ФВП	Система уравнений	
	ДТС Санкт-Петербурга	ДТС Ленинградской области
$z_{см}$ $z_{т}$	$\begin{cases} y = 463,75x^3 - 4303,7x^2 + \\ + 13467x - 7874,6 \\ y = 65,621x^4 - 939,77x^3 + \\ + 3654,3x^2 - 2165,4x + 1196,1 \end{cases}$	$\begin{cases} y = -137,3x^3 + 727,1x^2 + \\ + 294,4x + 130,2 \\ y = 63,88x^3 - 1079x^2 + \\ + 4888x - 3100 \end{cases}$
$z_{бдд}^B$	$y = 178,39x^2 - 2314,8x + 8624,2$	$y = 10,642x^3 - 136,98x^2 + 144,49x + 2482,3$
$z_{дтп^B}^{П/Р}$	$y = 0,011x^3 - 0,048x^2 - 0,074x + 3,4$	$y = 0,278x^2 - 2,095x + 13,46$
$z_{ддд}^П$	$y = 53,238x^2 - 645x + 1956,2$	$y = -0,6291x^3 + 30,918x^2 - 416,92x + 1881,4$
$z_{удс}^П$	$y = 13,102x^2 - 351,75x + 2435,3$	$y = -2,495x^3 + 63,73x^2 - 537,3x + 1592$

$z_{ПДД}^{ПТС}$	$y = 280,25x^2 - 1581,6x + 2294,3$	$y = 91,5x^3 - 752,5x^2 + 1849x - 1124$
$z_{ПДД}^{БТС}$	$y = 2,625x^2 + 33,327x + 111,16$	$y = 0,575x^3 - 9,427x^2 + 26,59x + 99,21$
$z_{УДС}^{БТС}$	$y = 0,1204x^3 - 1,7266x^2 + 1,707x + 54,198$	$y = 9,166x^3 - 91,429x^2 + 251,4x + 119,8$
$z_{см}^{МТС}$	$y = 16,643x^2 - 38,757x + 163,6$	$y = 0,003x^3 + 0,261x^2 - 8,879x + 84,60$
$z_{ПДД}^{МТС}$	$y = 0,4111x^2 - 6,2941x^2 + 10,414x + 151,43$	
$z_{ПДД}^{УДСМ}$	$y = 0,9405x^2 - 6,869x + 16,679$	
$z_{УДС}^{УДСМ}$	$y = 0,088x^3 - 1,3345x^2 + 3,6533x + 13,567$	
$z_{ДТПТС}^{П/Р}$ (M_1)	$y = 0,343x^3 - 2,2556x^2 + 1,8114x + 7,7063$	$y = 0,947x^4 + 12,992x^3 - 58,978x^2 + 99,812x - 38,374$
$z_{ДТПТС}^{П/Р}$ (TC_{N_2})	$y = 0,5833x^3 + 4,1786x^2 - 7,2381x + 21$	$y = 4,333x^3 - 35,5x^2 + 90,16x + 3$ (TC_{O_2})
$z_{УДС}^{АД_{НДВ}}$	$y = 12,333x^3 - 119,74x^2 + 446,79x + 321,51$	$y = 7,7753x^3 - 111,78x^2 + 422,21x - 145,21$
$z_{ДТП}^{I_{см}}$	$y = -0,765x^3 + 23,207x^2 - 99,657x + 496,5$	$y = -0,4749x^3 + 15,342x^2 - 88,706x + 365,3$
$z_{ДТП}^{T_{ос}}$	$y = 1869,7x^2 - 13701x + 25914$	$y = 248,1x^2 - 2810x + 8417$
$z_{ДТП}^{СП}$	$C = 853,5x^2 - 8813x + 23169$	$y = 362,5x^2 - 3697x + 9923$
$z_{ДТП}^{СПЧ}$	$y = -113,6x^3 + 2190x^2 - 13664x + 27889$	$y = -13,34x^3 + 403,2x^2 - 3470x + 9238$
$z_{ДД}^{Фр}$	$y = -0,441x^3 + 11,94x^2 - 105,2x + 318,2$	$y = 4,808x^2 - 74,34x + 288,0$

В третьей главе разработаны научные методы, основанные на теории принятия решений, позволяющие выполнять количественную оценку эффективности состояний в ДТС и моделировать распределение ресурсов при планировании мероприятий для повышения БДД.

Оценка эффективности информационных состояний ДТС выполнена с учетом множества вариантов событий – ДТП и множества состояний исследуемой среды – места совершения ДТП, в том числе МК ДТП. Результат их ИВ определен в эффективности системы, определяемой сочетанием возможных вариантов ДТП и взаимоисключающими свойствами состояний среды (место ДТП). Такой результат подразумевал работу с большими базами данных, что требовало разработки и применения алгоритмов и программ, обеспечивающих устойчивость функционирования для достижения

поставленной цели. Для изучения функциональных взаимодействий в МСМ, учета полного множества ее структуры, критерия определены границы исследования (рисунок 13):

- варианты событий – виды ДТП;
- количество N_{II} ;
- количество N_p ;
- место совершения ДТП, МК;
- временной период исследования;
- исследуемый субъект, район, АД, УДС.

Для определения эффективности системы, определяемой сочетанием возможных вариантов ДТП и взаимоисключающими свойствами состояний среды (место ДТП), а также для распределения ресурсов при планировании мероприятий для повышения БДД по обозначенному критерию предложены 35 мест совершения ДТП.

Выбор осуществлялся на основе анализа результатов научных трудов, НПД, разработанной факторной карты рисков в ДТС и их влияния на состояние МСМ по результатам анализа ДТС в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Схема множества связей для оценки эффективности состояний ДТС отражает «пересечения» множества мест ДТП, включая МК, количественную характеристику каждого вида ДТП (N_{II} , N_p), и участников ДТП.

Иерархия исследуемой системы отображает процесс перехода общей цели к подцелям на подсистемных уровнях до достижения результата. Построенная иерархия МСМ [ДТП – «УДД-ТС-АД-С» – БДД] → «нулевая смертность» основана на этапах:

1. Определена стратегическая цель как результат достижения.
2. Определены задачи достижения цели с учетом всех возможных уровней и подсистемных взаимосвязей.
3. Определены границы функционирования МСМ.
4. Идентифицированы подсистемы и их критерии как измерители процесса управления, влияющего на решение поставленных задач МСМ.
5. Разработан комплекс показателей или формализованных значений измерителей процесса управления.
6. Определен метод решения проблемы, позволяющий учесть взаимосвязь между всеми исследуемыми показателями и вероятностями их изменения, с учетом целеполагания.

Учитывая структуру и функциональные принципы информационной модели, входящей в МСМ, а также целеполагание системы, приведена декомпозиция иерархии МСМ [ДТП – «УДД-ТС-АД-С» – БДД] → «нулевая смертность» для выработки решений о количественной оценке эффективности состояний в ДТС (рисунок 14).

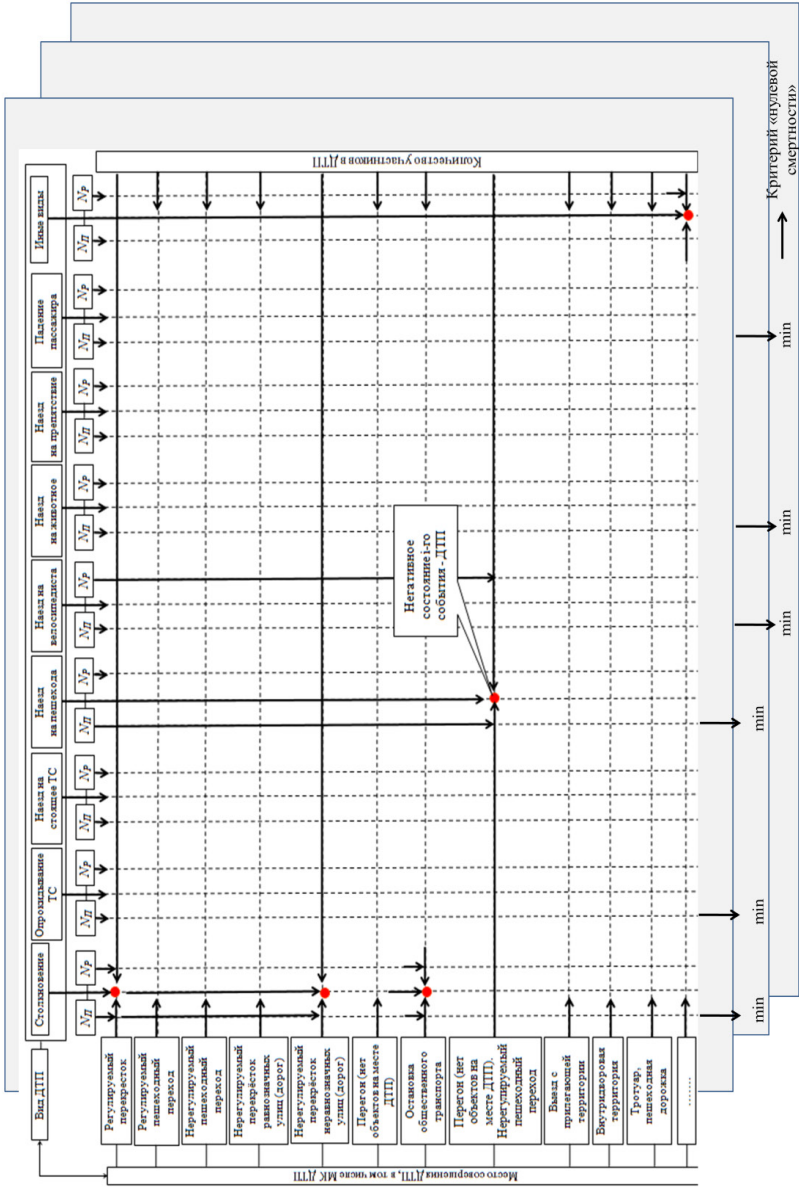


Рисунок 13 – Схема множества связей для оценки эффективности состояний ДТС

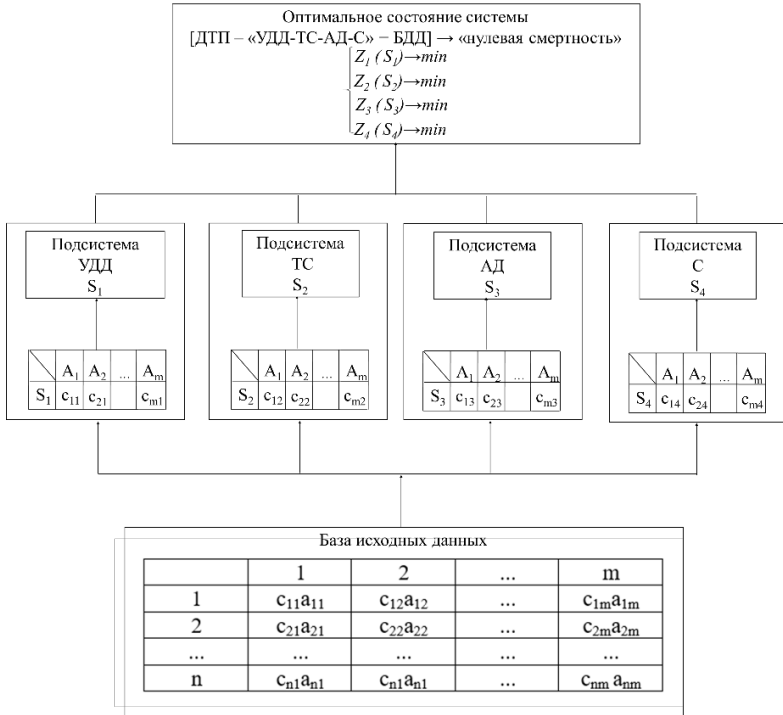


Рисунок 14 – Декомпозиция иерархии многоуровневой системной модели [ДТП – «УДД-ТС-АД-С» – БДД] → «нулевая смертность»

Комплексный характер решаемой задачи обусловлен необходимостью учесть взаимосвязь между всеми исследуемыми показателями и вероятностями их изменения, то есть изменение любого показателя приведет к изменению остальных элементов системы. При этом задача имеет характер стохастически неопределенной при постановке её в общем виде, так исследуемая система носит открытый характер (вероятностные характеристики исследуемых событий неопределены известными законами распределения случайных величин). Поэтому решение данной задачи может быть локализовано (перенесено) на инфраструктурное образование. При наличии любой подтвержденной (научно-обоснованной) информации о вероятностных характеристиках исследуемых показателей она интегрируется в исследуемую систему и упрощает решение поставленной оптимизационной задачи.

Задача оптимизации (снижения показателей ДТП) охарактеризована следующими тремя основными понятиями с принятыми обозначениями: m – множество вариантов событий (видов ДТП) $i = \overline{1, m}$; n – число

информационных состояний внешней среды (места совершения ДТП, включая МК) $i = \overline{1, n}$; a_{ij} – негативная эффективность системы i -го события (ДТП) для j -го места совершения ДТП, МК. Матрица эффективностей для информационных состояний системы примет вид:

$$\|a_{ij}\| = \begin{pmatrix} p_{11}a_{11} & p_{12}a_{12} & \dots & p_{1n}a_{1n} \\ p_{21}a_{21} & p_{22}a_{22} & \dots & p_{2n}a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{m1}a_{m1} & p_{m2}a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}, \quad (5)$$

где $0 < p_{ij} < 1$ – вероятность количественной оценки ДТП

Представлена таблица 2 описания исходных данных с учётом целеполаганий в исследуемой системе.

Таблица 2 – Таблица формирования исходных данных

Участки ДТП \ Виды ДТП	Статистические данные, отражающие негативную эффективность системы			
	1	2	...	m
1	$c_{11}a_{11}$	$c_{12}a_{12}$...	$c_{1m}a_{1m}$
2	$c_{21}a_{21}$	$c_{22}a_{22}$...	$c_{2m}a_{2m}$
...
n	$c_{n1}a_{n1}$	$c_{n2}a_{n2}$...	$c_{nm}a_{nm}$
Целеполагание в системе	min	min	min	min

Вероятности информационных состояний p_j могут быть тождественны коэффициентам относительной важности – c_j , то есть ($p_{ij} \equiv c_{ij}$) в том случае если достигается неизменность (однородность) характеристик (параметров) свойств мест совершения ДТП, МК. Например, прямолинейность участков АД, отсутствие или постоянство уклонов и т.д.

Задача снижения показателей ДТП в сложной ДТС сведена к определению оптимальных коэффициентов относительной важности (с учётом целеполагания), которые перераспределили управляемые ресурсы в системе. В качестве управляемых ресурсов выступают мероприятия по изменению характеристик в системе или МК ДТП. Полученное решение в виде матрицы коэффициентов относительной важности (коэффициентов распределения управляемых ресурсов) является искомым решением поставленной задачи оптимизации.

$$\|c_{ij}\| = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Возможность обработки «больших баз данных» с помощью метода, построенного на математических моделях ТИВ, является метод измерения формальной эффективности (метод оболочечного анализа данных) – Data Envelopment Analysis (DEA), направленный на повышение эффективности системы.

Постановка задачи: DMU (Decision Making Unit) – единица принятия решения; x_{1j}, \dots, x_{mj} – входные параметры DMU_j ; y_{1j}, \dots, y_{sj} – выходные параметры DMU_j ; v_1, \dots, v_m – веса входных параметров; u_{1j}, \dots, u_s – веса выходных параметров; m – количество входных параметров; s – количество выходных параметров; n – количество DMU .

Для каждой DMU_j

$$\frac{Virtualinput}{Virtualoutput} \rightarrow \max, \quad (7)$$

$$\text{где } Virtualinput = v_1x_{1_0} + \dots + v_mx_{m_0},$$

$$Virtualoutput = u_1y_{1_0} + \dots + u_sy_{s_0}$$

при ограничениях $x_{1_0}, \dots, x_{m_0} > 0$; $y_{1_0}, \dots, y_{s_0} > 0$, тогда

матрица входных параметров: матрица выходных параметров:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix} \quad (8)$$

$$Y = \begin{pmatrix} y_{11} & \dots & y_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ y_{s1} & \dots & y_{sn} \end{pmatrix} \quad (9)$$

Решение оптимизационной задачи для каждого DMU_j выражено:

$$\max_{u,v} \Theta = \frac{u_1y_{1_0} + u_2y_{2_0} + \dots + u_sy_{s_0}}{v_1x_{1_0} + v_1x_{1_0} + \dots + v_mx_{m_0}}, \quad \Theta = 1, \dots, n \quad (10)$$

$$\text{при } \frac{u_1y_{1j} + u_2y_{2_0} + \dots + u_sy_{sj}}{v_1x_{1j} + v_1x_{1j} + \dots + v_mx_{mj}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n, \quad \begin{matrix} v_1, \dots, v_m \geq 0, \\ u_{1j}, \dots, u_s \geq 0. \end{matrix}$$

Отмеченное ограничение в применении метода DEA по принципу соблюдения иерархического соотношения вероятностей возможных состояний внешней среды для сложных социально-организационных систем снято уточнением аналитической модели решения оптимизационной задачи. Предложено аналитическое определение коэффициентов c_{ij} и пояснена его суть на рисунке 15.

$$c_{ij} \begin{cases} \frac{1-\lambda}{k}, & \text{если } j \leq k, \\ \frac{\lambda}{n-k}, & \text{если } k < j < n, \text{ где } 0 < \lambda < \frac{1}{n}, \\ \frac{1}{k}, & \text{если } j = n \end{cases} \quad (11)$$

где индекс k определяется из условия $a_{kj} = \max_j a_{ij}$.

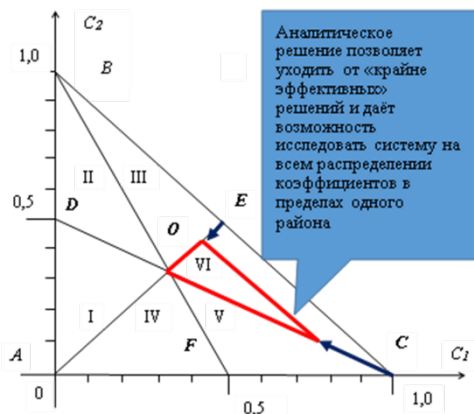


Рисунок 15 – Графическая иллюстрация предлагаемого аналитического решения для 3-х критериев эффективности

Введенный параметр λ является инструментом настройки аналитической модели к конкретным условиям её применения. Каждая инфраструктура (мегаполис, город, отдельный район, АД, УДС), для которой применяется модели имеет свои характерные особенности, определяемые множеством информационных состояний среды и определяемые конкретным соотношением между количественными показателями ДТП. Именно эти характерные соотношения определяют значения параметра λ и легко рассчитываются для каждого конкретного случая, инфраструктуры.

С позиции рассмотрения процесса принятия решения как ряд процедур или мероприятий (исследование МК ДТП) для определения характерных свойств, влияющих на возможность возникновения негативного события в системе «[ДТП – «УДД-ТС-АД-С» – БДД] → «нулевая смертность» учтены 9 групп подсистем – виды ДТП и 35 мест совершения ДТП. С учетом границ исследования разработаны алгоритм и программное обеспечение, позволяющие выбрать критерий, по которому необходимо произвести аналитическое решение (например, вид ДТП – столкновение, N_{II}).

Установленные взаимосвязи между множеством вариантов событий – видов ДТП и множеством информационных состояний ДТС, определяемых характерными свойствами, влияющими на возможность возникновения негативного события – ДТП, определили эффективности сочетания возможных вариантов ДТП и взаимоисключающими свойствами состояний среды. Количество областей, принадлежащих решению при введенных параметрах, составило тысячи значений.

В четвертой главе разработаны структуры и алгоритмы расчетно-аналитических методов оценки ДТИ в местах совершения ДТП, учтены особенности взаимодействия подсистем в системе УДД-ТС-АД-С в МК ДТП на основе математических моделей, разработаны математические модели исследований подсистем «ТС – ТС», «ТС – АД», «ТС – УДД», «ТС – С»

при определении замедления, остановочного пути и скорости движения ТС в местах совершения ДТП.

МСМ [ДТП – «УДД-ТС-АД-С» – БДД] → «нулевая смертность» отразила структуру, морфологию своей системности и функционирование, а также процессы ИВ. Каждый компонент представляет собой отдельный уровень системы и обуславливает определенные аспекты функционирования, а целостное функционирование является результатом взаимодействия всех ее сторон, уровней. Описание аналитической модели применения расчетно-аналитических методов оценки эффективности ДТИ в ДТС с целью повышения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП представлено в таблице 3. Механизм описания основан на концептуальной модели информационной системы и факта события ДТП в ДТС.

Таблица 3 – Описание аналитической модели применения расчетно-аналитических методов оценки эффективности ДТИ в ДТС

№ этапа	Наименование этапа	Описание этапа
1	Оценка условий системы обеспечения БДД	1.1. Оценка требований и ограничений ДТС и БДД 1.2. Определение метода теории принятия управляющих решений для реализации действий в информационной системе 1.3. Определение стратегической цели как результата достижения
2	Определение негативного события в ДТС	2.1. ДТП как массовое событие с измерителями в МСМ. 2.2. ДТП как явление с количественными показателями: N_{II} , N_P 2.3. m – множество вариантов событий (видов ДТП) $i = \overline{1, m}$.
3	Определение состояния информационной модели системы УДД-ТС-АД-С (Z)	3.1. ДТП результат неблагоприятного сочетания ИВ в системе УДД-ТС-АД-С. 3.2. Состояние системы Z имеет динамичный характер, обладает наблюдаемостью 3.3. Система Z зависит от функций входов, функций ее переходов на различных ПВЭ. $Y(t) = F_g [X(t), Z(t), Z(t-1), Z(t-2), \dots, Z(t-u)]$
4	Анализ взаимодействия в информационной системе	4.1. n – число информационных состояний ДТС, места совершения ДТП, включая их МК, $i = \overline{1, n}$. 4.2. Определение критериев концентрации ДТП в местах совершения – МК ДТП: $T_c = 1$, $L_{МК} \begin{cases} \leq 1000 \text{ м;} \\ \leq 200 \text{ м;} \\ \text{перекресток.} \end{cases} \quad N_{ДТП} \begin{cases} > 3 \in m_i; \\ > 5 \in m_1 \dots m_n \\ N_{II}, N_P \end{cases}$

5.	Определение показателя сочетания 9 видов ДТП и 35 их мест совершения	<p>5.1. a_{ij} – негативное состояние системы i-го ДТП для j-го места совершения ДТП, включая МК.</p> <p>5.2. Определение множества вариантов событий и множества информационных состояний среды</p>																									
6.	Выбор стратегии в соответствии критериями качества системы	<p>6.1. Оценка структуры и функциональных принципов подсистемных элементов по критерию</p> $Z \begin{cases} Z_1(S_1) \rightarrow \min; \\ Z_2(S_2) \rightarrow \min; \\ Z_3(S_3) \rightarrow \min; \\ Z_4(S_4) \rightarrow \min. \end{cases}$ <p>6.2. Показатель качества – $П^{(1)}$ – отсутствие $N_{п1}$, 6.3. Показатель качества – $П^{(2)}$ – отсутствие N_p</p>																									
7.	Устанавливается приоритет критериев	<p>Множество информационных состояний ДТС и соответствующие им показатели c_{ij} упорядочиваются в виде последовательности</p> $c_1 \geq c_2 \geq \dots \geq c_j \geq \dots \geq c_{n-1} \geq c_n$																									
8.	Определение эффекта информационного состояния системы	<p>Формируется матрица планируемых состояний ДТС в многокритериальной структуре показателей качества</p> <table border="1" data-bbox="452 887 943 1070"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>...</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>1</th> <td>$c_{11}a_{11}$</td> <td>$c_{12}a_{12}$</td> <td>...</td> <td>$c_{1m}a_{1m}$</td> </tr> <tr> <th>2</th> <td>$c_{21}a_{21}$</td> <td>$c_{22}a_{22}$</td> <td>...</td> <td>$c_{2m}a_{2m}$</td> </tr> <tr> <th>...</th> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> <tr> <th>n</th> <td>$c_{n1}a_{n1}$</td> <td>$c_{n1}a_{n1}$</td> <td>...</td> <td>$c_{nm}a_{nm}$</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	...	m	1	$c_{11}a_{11}$	$c_{12}a_{12}$...	$c_{1m}a_{1m}$	2	$c_{21}a_{21}$	$c_{22}a_{22}$...	$c_{2m}a_{2m}$	n	$c_{n1}a_{n1}$	$c_{n1}a_{n1}$...	$c_{nm}a_{nm}$
	1	2	...	m																							
1	$c_{11}a_{11}$	$c_{12}a_{12}$...	$c_{1m}a_{1m}$																							
2	$c_{21}a_{21}$	$c_{22}a_{22}$...	$c_{2m}a_{2m}$																							
...																							
n	$c_{n1}a_{n1}$	$c_{n1}a_{n1}$...	$c_{nm}a_{nm}$																							
9.	Определение возможных вариантов сочетаний состояний ДТС	<p>Для каждого сравниваемого варианта i решается задача линейного программирования:</p> $\begin{cases} D_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}c_j \rightarrow opt, \\ \sum_{j=1}^n c_j = 1; 0 \leq A_j \leq 1, c_j \geq c_{j+1}, j = \overline{1, n-1} \end{cases}$ <p>Реализуется аналитическое решение, где индекс k определяется как $a_{ij} = \max_j a_{ij}$.</p> $c_j \begin{cases} \frac{1}{k}, & \text{если } j \leq k, \\ 0, & \text{если } j > k \end{cases}$																									

10.	Применение алгоритмов ДТИ ДТС в местах совершения ДТП, включая МК	<p>10.1. Метод исследования и оценки ДТС в местах совершения ДТП (рисунок 16).</p> <p>10.2. Метод исследования ДТС неразрушающим способом с учетом взаимодействия структур с множеством параметров</p> <p>10.3. Метод ДТИ при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и АД (рисунок 17)</p>
11.	Определение параметров и факторов при реконструкции ДТП	<p>11.1. Формирование базы данных о состоянии в ДТС.</p> <p>11.2. Система ресурсов планирования мероприятий по БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП</p>
12.	Принятие решения о распределении ресурсов системы при планировании мероприятий для повышения уровня БДД	<p>12.1 Определение сочетания возможных вариантов ДТП и взаимоисключающих свойств информационных состояний среды</p> <p>12.2 Формирование матрицы коэффициентов относительной важности (коэффициентов распределения управляемых ресурсов):</p> $\ c_{ij}\ = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nm} \end{pmatrix}$
13.	Определение эффекта влияния мероприятия на критерий качества системы	<p>Принимается решение о выборе мероприятий по повышению уровня БДД в местах совершения ДТП, включая МК</p> <p>Для каждого сравниваемого варианта i решается задача линейного программирования. Реализуется аналитическое решение, где индекс k определяется как $a_{kj} = \max_j a_{ij}$:</p> $c_{ij} = \begin{cases} \frac{1-\lambda}{k}, & \text{если } j \leq k, \\ \frac{\lambda}{n-k}, & \text{если } k < j < n, \text{ где } 0 < \lambda < \frac{1}{n}, \\ \frac{1}{k}, & \text{если } j = n \end{cases}$
14.	Формирование информационной системы для снижения влияния негативных факторов возникновения ДТП в ДТС	<p>Фиксируются значения, входящие в систему ресурсов планирования мероприятий по БДД по критерию «нулевой смертности».</p> <p>Фиксируются значения показателей качества – $П^{(1)}, П^{(2)}$</p>

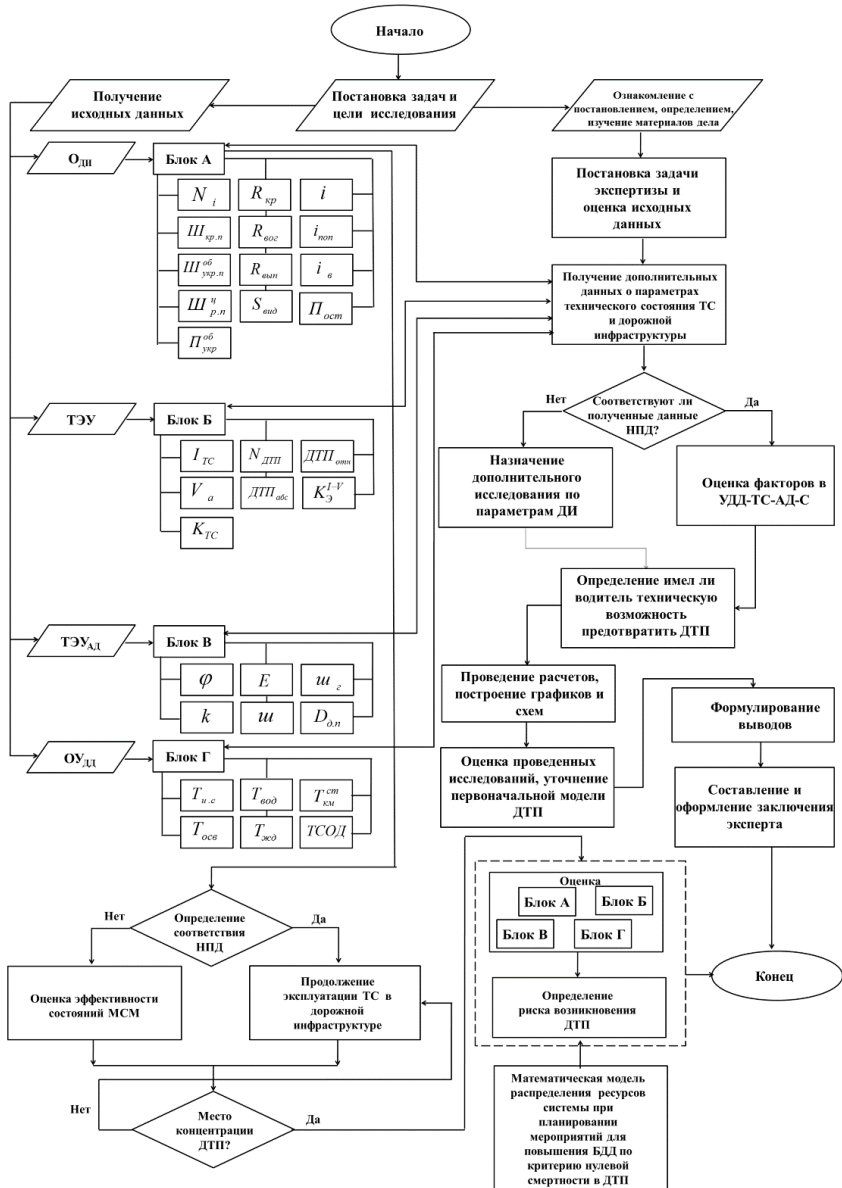


Рисунок 16 – Алгоритм реализации процесса исследования и оценки ДТС в местах совершения ДТП, включая МК ДТП

Последовательная реализация алгоритмов процедур применения расчетно-аналитических методов оценки эффективности ДТИ позволила обеспечить БДД по установленному критерию «нулевой смертности» в ДТП с применением математических моделей теории принятия решений и прикладных инструментов на их основе. Базовым элементом послужила ТИВ, позволившая работать с неустановленными факторами, и характеризующая информационную ситуацию, сложившуюся в сфере обеспечения БДД.

Выполненные экспериментальные исследования в местах совершения ДТП с пострадавшими, включая МК, проводились на реальных участках проезжих частей АД разной категории в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Анализ полученных фактических значений позволил сделать выводы о состоянии ДТС.

В пятой главе выполнена оценка ущерба от ДТП и установлена эффективность мероприятий по БДД в местах совершения ДТП на основе разработанных расчетно-аналитических методов и методов распределения эффективности ресурсов с учетом особенностей МСМ.

Предложенные методы обоснования эффективности мероприятий по БДД в местах совершения ДТП, МК на основе модели распределения ресурсов направлены на:

- разработку предложений, направленных на снижение числа ДТП и тяжести их последствий;
- разработку предложений по повышению ТЭУ АД;
- разработку мероприятий, направленных на устранение МК ДТП;
- разработку предложений по приведению элементов обустройства, уровня содержания и ТСОДД в подсистеме АД в соответствие с нормативными требованиями.

Принято решение о выборе мероприятий по повышению уровня БДД в местах совершения ДТП, включая МК ДТП. Для каждого сравниваемого варианта решена задача с определением наилучшего результата:

$$\left\{ \begin{array}{l} D_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} c_j \rightarrow opt, \\ \sum_{j=1}^n c_j = 1; 0 \leq A_j \leq 1, c_j \geq c_{j+1}, j = \overline{1, n-1} \end{array} \right. \quad (12)$$

Результаты по снижению уровня смертности на участках УДС и АД Санкт-Петербурга и Ленинградской области на основе апробированных методов и разработанных моделей представлены в таблице 4. Значения экономического эффекта от снижения ДТП с N_{Π} , N_p зависели от границ исследования.

Таблица 4 – Оценка изменений показателей уровня БДД после внедрения мероприятий по БДД

№ п/п района	Наименование дороги	Общее количество ДТП по району	N _{ДТП}	N _{пр} чел.	N _р чел.		Ожидаемое снижение пострадавших после внедрения мероприятий	
					Общее, чел.	в т.ч. детей	N _п	N _р
1	Дьми – Бор – Колбеки – Бочevo	3	3	–	4	1	–	1,36±3,6
2	Новая Пустошь – Невская Дубровка	46	4	1	4	–	0,34±0,9	1,36±3,6
	Парголово – Огоньки		4	4	3	–	2,08±3,92	1,56±2,94
	Санкт-Петербург – завод им. Свердлова – Всеволожск		6	–	8	–	–	2,72±6,72
3	Подъезд к Выборгу	3	3	–	3	–	–	2,07±2,82
4	Санкт-Петербург – Кировск	11	3	1	2	–	0,35–0,83	0,7±1,66
5	Петродворец – Кейкино	20	4	1	5	–	0,34±0,82	1,7±4,1
	Подъезд к Красносельскому району СПб		4	1	5	–	0,35±0,83	1,75±4,15
6	Форт Красная горка – Ко-ваши – Сосновый Бор	6	6	1	12	1	0,28±0,76	3,36±9,12
7	Подъезд к г.Колпино	5	5	1	4	2	0,41±0,93	1,64±3,72

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных теоретико-методологических и научно-методологических исследований, разработанных научных методов, реализованных в математических моделях, экспериментальных исследований и организационных предложений, направленных на повышение БДД на автомобильном транспорте, решена научная проблема, имеющая социально-экономическое значение – разработана научно-обоснованная методология обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП, использование результатов которой обеспечит повышение уровня БДД на АД и снижение тяжких ДТП, включая места их концентрации. На основе системного подхода как совокупности реализации расчетно-аналитических методов, программного и информационного их обеспечения, отражающего объективные закономерности взаимосвязи в ДТС предложен новый подход для решения актуальной проблемы.

Основные научно-практические результаты диссертационного исследования заключаются в следующем:

1. Проведенный анализ уровня БДД, целевых показателей и индикаторов в Российской Федерации и ее субъектах, методов и мероприятий выявления дорожно-транспортной аварийности выполнен на принципах информационного взаимодействия в сложных системах. Определение сущности информационного взаимодействия этих элементов в сложной системе основано на систематизированном комплексе средств управления ими и достижения поставленной цели – обеспечение БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП. Результаты ПЦП свидетельствуют о положительной динамике снижения смертности в целом. Однако отмечена отрицательная динамика показателя в субъектах страны. Анализ статистических данных показателей аварийности позволил отметить расхождение в разных базах хранения, что затрудняет анализ, интерпритацию и дальнейшую выработку средств обеспечения по критерию «нулевой смертности» в ДТП.

2. Разработана информационная модель «Участник дорожного движения – транспортное средство – автомобильная дорога – среда» на основе ТИВ с целью обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП. Предложенная структура модели позволяет учесть влияние каждого ее элемента на обеспечение БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП. Состояния подсистемных элементов информационной модели позволили выявить более 110 факторов, как причину процесса – ДТП, характер влияния которых оценивался значимым или весовым влиянием показателя. Предложенная концептуальная модель информационной системы и факта события – ДТП в сложной ДТС позволила выработать комплексному решению нахождения метода оценки эффективности состояний в ДТС.

3. Предложена МСМ: [ДТП – «УДД-ТС-АД-С» – БДД] → «нулевая смертность», предназначенная для оценки эффективности информационных

состояний в многофакторном пространстве ДТС. Функциональное взаимодействие в МСМ и учет полного множества ее структуры с позиции рассмотрения процесса принятия решения как ряд процедур или мероприятий, включая исследование МК ДТП, для определения характерных свойств, влияющих на возможность возникновения негативного события в МСМ учтены 9 групп – виды ДТП и 35 видов мест совершения ДТП.

4. Выполнена оценка эффективности информационных состояний ДТС с учетом множества вариантов событий – ДТП и множества состояний исследуемой среды – места совершения ДТП, в том числе МК ДТП. Разработана математическая модель распределения ресурсов систем при планировании мероприятий для повышения уровня БДД, в том числе в МК ДТП, определяемого сочетанием возможных вариантов ДТП и взаимоисключающими свойствами информационных состояний ДТС. Разработана аналитическая модель и алгоритм процедуры применения расчетно-аналитических методов оценки эффективности ДТИ.

5. Разработана структура и алгоритмы расчетно-аналитических методов оценки ДТП, включая места их концентрации, с целью обеспечения БДД включает в себя:

- метод исследования и оценки ДТС в местах совершения ДТП позволил учесть информацию о подсистемных элементах: $O_{дн}$, ТЭУ, ТЭУ_{ад}, ОУ_{дд}. Для структурирования информации предложена аналитическая зависимость структуры множества значений параметров, полученных в процессе диагностического способа. Предложена математическая модель реализации процесса ДТИ и оценки ДТС, в которой присутствует множество значений параметров. Разработан алгоритм реализации процесса исследования и оценки ДТС в местах совершения ДТП, включая МК ДТП;

- метод исследования ДТС неразрушающим способом с учетом взаимодействия структур с множеством параметров позволил получить данные о модуле упругости покрытия, оценить состояние структуры ДП, расчет несущей способности дорожной одежды и предполагаемый остаточный срок службы верхнего слоя, смоделировать «слабые» участки АД. Разработан алгоритм реализации исследования ДТС неразрушающим методом с учетом взаимодействия структур с множеством параметров;

- метод ДТИ при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и АД позволил оценить влияние на эффективность процесса торможения ТС и состояния АД, определить техническую возможность предотвращения ДТП. Разработан алгоритм реализации процесса ДТИ при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и АД. Пошаговая реализация алгоритма отражает не только поэтапно выполнение расчетов и анализа, но и содержит рекомендации по повышению точности и качества ДТИ. В частности, предложены коэффициенты: φ_p , $k_{СП}$, $k_{ш}$, $k_{КО}$, $k_{ш}$, $K_{Э}^{I-V}$. Обоснование их применения основано на последующей разработке эффективных мероприятия по обеспечению БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП.

6. Разработаны рекомендации по планированию эффективных мероприятий обеспечения «нулевой смертности» и повышения уровня БДД, в том числе в МК ДТП с учетом алгоритмов оценки эффективности информационных состояний в ДТС, математической модели и программного обеспечения распределения ресурсов при планировании мероприятий и расчетно-аналитических методов оценки ДТИ в местах их совершения, включая МК. Получение теоретических и экспериментальных зависимостей, характеризующих изменение величины параметров, определили выбор эффективных мероприятий повышения уровня БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП. Выполненная апробация результатов на УДС Санкт-Петербурга и дорог Ленинградской области выполнена на 10 аварийных участках, на которых отмечено снижение абсолютных показателей аварийности. В районах Санкт-Петербурга в 2020 году отмечена динамика снижения около 29 % ДТП АППГ, в 2021 году около 30 % АППГ, в Ленинградской области около 13,6 %. Годовой экономический эффект от снижения ДТП, погибших и раненых, в зависимости от мероприятий составил 82,2–172,28 млн руб.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПУБЛИКОВАНЫ

**В изданиях из перечня рецензируемых научных журналов
для опубликования основных научных результатов диссертаций (ВАК)**

1. Куракина, Е.В. Исследование влияния сцепных качеств дорог на безопасность дорожного движения / Е.В. Куракина, С.А. Евтюков // Вестник гражданских инженеров. №5. – 2013. – С. 166–173.
2. Куракина, Е.В. Экспертная характеристика автомобильной дороги в дорожно-транспортной экспертизе / Е.В. Куракина // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL:<http://www.science-education.ru/111-r10273>.
3. Куракина, Е.В. Влияние параметров дороги на определение скорости движения при экспертном исследовании ДТП / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков С.С. // Вестник гражданских инженеров. №1. – 2014. – С. 103–109.
4. Куракина, Е.В. Об отклонении нормативных характеристик показателей автомобильной дороги (на примере аварийно-опасных участков дорог Ленинградской области) / Е.В. Куракина // Современные проблемы науки и образования. 2014. – № 2. URL:<http://www.science-education.ru/116-12865>.
5. Куракина, Е.В. Исследование параметров торможения транспортных средств / Е.В. Куракина // Вестник гражданских инженеров. №2. – 2014. – С.1 27–134.
6. Куракина, Е.В. Исследование сцепных характеристик дорожного покрытия при автотехнической экспертизе ДТП / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков // Вестник гражданских инженеров. №5. – 2015. – С. 216–223.
7. Куракина, Е.В. Диагностическое исследование элементов автомобильных дорог на участках ДТП неразрушающим контролем / Е.В. Куракина // Вестник гражданских инженеров. № 6. – 2016. – С. 231–237.

8. Куракина, Е.В. Совершенствование методов оценки безопасности дорожного движения на скоростных автомобильных дорогах / Е.В. Куракина, В.Н. Добромиров, С.С. Евтюков // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – №1(56). – С. 94–101.
9. Куракина, Е.В. Совершенствование алгоритма дорожно-транспортного исследования неразрушающим методом / Е.В. Куракина // Вестник гражданских инженеров. № 1. – 2017. – С. 262–269.
10. Куракина, Е.В. Об эффективности проведения исследований мест концентрации ДТП / Е.В. Куракина // Вестник гражданских инженеров. – №2. – 2018. – С. 231–237.
11. Куракина, Е.В. Оценка уровня содержания и факторов риска автомобильных дорог / Е.В. Куракина, Д.А. Лутов, У.Н. Мейке // Вестник гражданских инженеров. №1. – 2019. – С. 177–183. DOI: 10.23968/1999-5571-2019-16-1-177-183.
12. Куракина, Е.В. Анализ коэффициента трения при боковом скольжении двухколесного механического транспортного средства на сухом и мокром асфальтобетонном покрытии / Е.В. Куракина, И.С. Брылев, И.В. Ворожейкин // Вестник гражданских инженеров. №1. – 2019. – С. 136–141. DOI: 10.23968/1999-5571-2019-16-2-136-141.
13. Куракина, Е.В. Комплексный анализ аварийности и причин осложнения дорожно-транспортной обстановки / Е.В. Куракина, С.В. Рязанов // Вестник гражданских инженеров. №4. – 2020. – С. 189–196. DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-4-189-196.
14. Куракина, Е.В. Повышение уровня безопасности дорожного движения в системе «участник дорожного движения – транспортное средство – дорога – внешняя среда» / Е.В. Куракина Е.В., А.А. Склярова // Вестник СибАДИ. 2020; 17 (4): 488–499. DOI: 10.26518/2071-7296-2020-17-4-488-499.
15. Куракина, Е.В. Возможности совершенствования обеспечения автоматизированного управления при подготовке водителей транспортных средств / Е.В. Куракина, А.А. Коломеец А.А. // Вестник гражданских инженеров. №2.2021. С. 215–221. DOI: 10.23968/1999-5571-2021-18-2-215-221.
16. Куракина, Е.В. Оценка взаимодействия объектов дорожно-транспортного комплекса в целях обеспечения «нулевой смертности» / Е.В. Куракина // Мир транспорта и технологических машин. 2021. – №3(74). – С. 57–64. DOI: 10.33979/2073-7432-2021-74-3-57-64.

В изданиях, входящих в базы Scopus и Web of Science

17. Kurakina, E. Methodology for the reconstruction and investigation of causes of accidents in the parameters of vehicle condition and road environment / E. Kurakina, S. Evtiukov, V. Lukinskii, A. Ushakov // Transportation Research Procedia. Elsevier/ Science Direct, 185–192 Volume 20, 2017, Pages 185–192. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.01.049.
18. Kurakina, E. Forecasting of road accident in the DVRE system / E. Kurakina, S. Evtiukov, J. Rajczyk // Transportation Research Procedia, Volume 36, 2018, Pages 380–385. DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.111.
19. Kurakina, E., The influence of surface topography on the safety of road and utility surfaces / E. Kurakina, P. Rajczyk, M. Knapiński // Transportation Research Procedia, Volume 36, 2018, Pages 640–648. DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.139.

20. Kurakina, E.V. Smart Transport in road transport infrastructure / E.V. Kurakina, S.A. Evtukov, S.S. Evtukov // Materials Science and Engineering №832, 2020. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 832 (2020) 012094 DOI:10.1088/1757-899X/832/1/012094.

21. Kurakina, E. Systemic indicators of road infrastructure at accident clusters / E. Kurakina, S. Evtukov, G. Ginzburg // Architecture and Engineering, Volume 5, № 1 (2020), Pages 51–58. DOI: 10.23968/2500-0055-2020-5-1-51-58.

22. Kurakina, E. Impact of static and dynamic loads of vehicles on pavement / E. Kurakina, S. Evtukov // E3S Web of Conferenses 164, 03025 (2020) TPACEE-2019, DOI:10.1051/e3sconf/2020016403025.

23. Kurakina E. Potential for improving the procedure of inspecting road traffic accident black spots / E. Kurakina, S. Evtukov, J. Rajczyk // Architecture and Engineering, Volume 5, № 3 (2020), Pages 56–62. DOI: 10.23968/2500-0055-2020-5-3-56-62.

24. Kurakina E. Systemic approach to auditing road traffic accident black spots / E. Kurakina, P. Kravchenko, I. Brylev, J. Rajczyk // Transportation Research Procedia, Volume 50, 2020, Pages 330–336. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.039.

25. Kurakina, E. Assessing the interaction between M_1 vehicle tire tread and a packed snow surface depending on the type of tread / E. Kurakina, S. Evtukov, I. Gladushevskiy // Transportation Research Procedia, Volume 57, 2021, Pages 145–153. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.09.036.

26. Kurakina, E. Comparative analysis of the entropic organization of road transport systems in the representative regions of the Arctic zone of Russia / E. Kurakina, A. Petrov, S. Evtukov, A. Marusin, G. Ginzburg // Transportation Research Procedia, Volume 57, 2021, Pages 409–420, DOI: 10.1016/j.trpro.2021.09.068.

Патенты

27. Куракина, Е.В. Устройство для определения сцепных качеств дорожного покрытия: патент № 146815 РФ: заявл. 29.10.2013: опубл. 18.09.2014 / Е.В. Куракина, С.А. Евтюков, А.И. Ушаков, В.В. Гришин, С.С. Евтюков.

Программы для ЭВМ, имеющие государственную регистрацию

28. Куракина, Е.В. Программа для оценки эффективности состояний в сложной дорожно-транспортной среде: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022611033, опубл. 18.01.2022 / А.В. Терентьев, С.А. Евтюков.

29. Куракина, Е.В. Модель распределения ресурсов для повышения безопасности дорожного движения: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № RU 2022610826, опубл. 17.01.2022 / А.В. Терентьев, С.А. Евтюков.

Монографии

30. Куракина, Е.В. Реконструкция дорожно-транспортных происшествий / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков, Е.В. Голов // СПб.: ИД «Петрополис», 2017. – 204 с.

31. Куракина, Е.В. Аналитические методы снятия неопределенности - основа цифровизации автотранспортного производства / Е.В. Куракина, А.В. Терентьев, Е.А. Карелина, С.С. Евтюков, // СПб.: ИД «Петрополис», 2018. – 210 с.

32. Куракина, Е.В. IT-технологии в автодорожной экспертизе / Е.В.Куракина, С.С. Евтюков, Н.В. Перевалов // СПб.: ИД «Петрополис», 2019. – 132 с.
33. Куракина, Е.В. Комплексная модель эффективности эксплуатации транспортного средства / Е.В. Куракина, А.В. Терентьев, С.С. Евтюков, Е.А. Карелина // СПб.: ИД «Петрополис», 2019. – 234 с.
34. Куракина, Е.В. Аналитическая модель управления жизненным циклом эксплуатации транспортного средства / Е.В. Куракина, А.В. Терентьев, С.С. Евтюков, Е.А. Карелина, С.А. Жихарева // СПб.: ИД «Петрополис», 2019. – 306 с.
35. Куракина, Е.В. Повышение БДД в местах концентрации ДТП на основе математических моделей / СПб.: ООО ИД «Петрополис», 2021. – 190 с.

В других изданиях

36. Куракина, Е.В. Проблема повышения надежности водителей транспортных средств / Е.В. Куракина // Сборник докладов 51-й Междунар. научно-технической конф. молодых ученых. СПбГАСУ. СПб.2004. С. 93–99.
37. Куракина, Е.В. Методика транспортного обследования табличным методом, технико-эксплуатационные показатели работы городского общественного транспорта / Е.В. Куракина // Сборник докладов 59-й Междунар. научно-технической конф. молодых ученых. СПбГАСУ. СПб. 2006. С. 77–82.
38. Куракина Е.В. Особенности разработки мероприятий по повышению дорожной безопасности для грузовых автомобилей / Е.В. Куракина // Сборник докладов 61-й Междунар. научно-технической конф. молодых ученых. СПбГАСУ. СПб. 2008. С.112–114.
39. Куракина, Е.В. Зарубежный опыт ОБДД: приоритетные малозатратные мероприятия / Е.В. Куракина, Е.М. Олещенко // Материалы 8-й междунар. конф. «Орг. и безопасность дорож. движения в круп. городах». (С.-Петербург, 22-24 сент. 2008г.) – С.-Петербург гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб., 2008. С. 22–24.
40. Куракина, Е.В. Современная идеология обеспечения безопасности дорожного движения. Мировой опыт / Е.В. Куракина, Е.М. Олещенко // Сборник докладов и статей науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы обеспечения безопасности дорожного движения». (С.-Петербург, 27 – 28 ноябр. 2008 г.) / С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб., 2008. – 162 с. С. 49–52.
41. Куракина Е.В. Идеология обеспечения безопасности дорожного движения в успешных развитых странах / Е.В. Куракина // Сборник 66-й междунар. науч.-техн. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов СПбГАСУ–СПб., 2009. – С. 46–51.
42. Куракина, Е.В. Сравнительный анализ программ обеспечения безопасности дорожного движения в России и за рубежом / Е.В. Куракина // Сборник докладов и статей целевой конференции федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 годах» «Новое в проф. образовании специалистов для сферы ОБДД». С. 17–19.
43. Куракина, Е.В. Исследование состояния безопасности и качества подсистемы Д / Е.В. Сборник трудов междунар. научн.-техн. конф. «Строительная наука-2014: теория, образование, практика, инновации», (Архангельск, 2014г.). Изд-во ООО «Типография «ТОЧКА», 2014. С. 232–244.

44. Куракина Е.В. Совершенствование алгоритма автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП, учитывающей техническое состояние транспортного средства и дороги / Е.В. Куракина, С.А. Евтюков // Материалы 11-й международной конф. «Орг. и безопасность дорожного движения в круп. городах». (СПб, сент. 2014 г.) //С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб., 2014. С. 518–527.
45. Kurakina, E. О мероприятиях по безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах (на примере районов Ленинградской области) / E.Kurakina, St. Evtyukov, J.Rajczyk // Budownictwo 20. Zeszyty Naukowe Politechniki Czestochowskiej 170. Czestochowa, 2014. – P. 55–61.
46. Куракина, Е.В. Исследование процесса торможения автомобиля в экспертной практике / Е.В. Куракина // Budownictwo 20 Zeszyty Naukowe Politechniki Czestochowskiej 170, 2014 – P. 121–125.
47. Куракина, Е.В. Безопасное поведение водителей автотранспортных средств с целью снижения ДТП (на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области) / Е.В. Куракина // Вестник Тувинского государственного университета. №1 Социальные и гуманитарные науки. 2014. № 1 (20). С. 148–155.
48. Kurakina, E. Скоростной режим: проблемы и возможности / E. Kurakina, St. Evtyukov, V. Dobromirov // Budownictwo 21. Zeszyty Naukowe Politechniki Czestochowskiej 171. Czestochowa, 2015. – P. 39–50.
49. Kurakina, E. Фактор «Дорога» в обеспечении БДД / E. Kurakina, St. Evtyukov // Budownictwo 21. Zeszyty Naukowe Politechniki Czestochowskiej 171. Czestochowa, 2015. – P. 168–176.
50. Куракина, Е.В. Техническая эксплуатация наземных транспортно-технологических машин / Е.В. Куракина, С.М. Грушецкий // Материалы 69-й международной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и докторов «Актуальные проблемы безопасности дорожного движения» СПбГАСУ, 2016. – С.112–117.
51. Kurakina, E. Results of research of a condition of parameters in the sphere of road construction / E. Kurakina, St. Evtyukov, // Architecture and Engineering Volume 3, Issue 1, 2018. – P. 29–37.
52. Куракина, Е.В. Обеспечение экспертных исследований при оценке состояния и качества дорожного покрытия после ДТП / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков // Сборник 71-ой конф. профессорско-преподавательского состава. (СПб, 7-9 октяб. 2015). С. 38–42.
53. Куракина, Е.В. О возможностях проведения дорожно-транспортного исследования неразрушающим контактным методом / Архитектура – строительство – транспорт: материалы 73-й науч. конф. профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 4–6 октября 2017 г.: [в 3 ч.]. Ч.II. Транспортные и инженерно-экологические системы; СПбГАСУ. – СПб., 2017. – 196 с. С. 59–64.
54. Kurakina E. Improvement of the system for accounting of parameters during construction of motor roads / E. Kurakina., S. Evtiukov // Architecture and Engineering. Volume 2, Issue 3, P. 34–42, 2017. DOI: 10.23968/2500-0055-2017-2-3-34-42.
55. Kurakina E. Results of a research of a condition of parameters in the sphere of road construction / E. Kurakina, S. Evtukov // Architecture and Engineering, V. 3, № 1 (2018), P. 29–37. DOI: 10.23968/2500-0055-2018-3-1.

56. Kurakina E. A concept of traffic safety audit in regions / E. Kurakina, S. Evtukov, S. Evtukov // Proceedings of 10th International conference on contemporary problems of architecture and construction. P. 320–324.

57. Куракина, Е.В. Исследование сцепных характеристик двухколесных механических транспортных средств на дорожном покрытии / Е.В. Куракина, И.С. Брылев // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник материалов XIV Междунар. науч.-практич. Конф., 20–22 ноября 2019 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос.ун-т». – Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, 2019 – 776 с. С. 69–77.

58. Kurakina, E.V. Concept of traffic safety audit in regions / E.V. Kurakina, S.A. Evtukov, S.S. Evtukov // Proceedings of the 10th International conference on contemporary problems of architecture and construction, 22–24 september 2018, Beijing, China / 2018. – P. 320–324.

59. Куракина, Е.В. Аудит безопасности дорожного движения как элемент системного управления деятельностью по предотвращению ДТП / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков // В сборнике трудов: Информационные технологии и инновации на транспорте. Материалы 4-ой междунар. науч.-практ. конф.. Под ред. проф. А.Н. Новикова. – Орловский госуниверситет: Орел, 2019. – С. 126–132.

60. Куракина, Е.В. Статистический анализ и аудит экспертной практики обеспечения безопасности дорожного движения / Е.В. Куракина, С.А. Евтюков, С.С. Евтюков // Сборник материалов межведомственной науч.-практ. конф. 26-27 февраля 2020г. «Общественная безопасность в сфере дорожного движения: профессиональная подготовка и организационно-правовые инструментари». Под ред. проф. А.С. Квитчука. – СПб.: Санкт-Петербургский университет МВД России, 2020. – С.103–110.

61. Kurakina, E., Diagnostic assessment of an impact of static and dynamic vehicle loads on covering of roadway / E. Kurakina, P. Kravchenko, I. Brylev, J.Rajczyk // MATEC Web Conf. Volume 334, 2021 The VI International Scientific and Practical Conference «Information Technologies and Management of Transport Systems» (ITMTS 2020) Article Number 01014. Number of page(s) 7, doi: 10.1051/mateconf/202133401014.

Учебные пособия

62. Куракина, Е.В. Инженерно-техническая экспертиза наземных транспортных средств: Учебн. пособие / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков // СПб.: СПбГАСУ, 2016. – 99 с.

63. Куракина, Е.В. Наземные транспортно-технологические машины и комплексы: Учебник для ВУЗов / Е.В. Куракина, С.А. Евтюков, С.С. Евтюков, А.В. Чудаков // Санкт-Петербург: ИД «Петрополис», 2017. – 644 с.

Компьютерная верстка *М. В. Смирновой*

Подписано к печати

Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 2,4. Тираж 150 экз. Заказ 72.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская, д. 4.

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

