

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

ЕВТЮКОВ Станислав Сергеевич

**МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ И ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ  
ЭКСПЕРТИЗ**

05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта

**ДИССЕРТАЦИЯ**  
на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Научный консультант  
д.т.н., профессор  
Добромиров Виктор Николаевич

Санкт-Петербург – 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИТУАЦИИ В РОССИИ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ФОНЕ ОБЩЕМИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ .....	14
1.1 Анализ аварийности и особенности ее возникновения на дорогах РФ и за рубежом.....	14
1.2 Анализ аварийности и особенностей её возникновения на дорогах Санкт-Петербурга .....	33
1.3 Анализ аварийности и особенности её возникновения на дорогах Ленинградской области.....	40
1.4 Результаты статистического анализа дорожно-транспортных происшествий в РФ.....	47
1.5 Управление скоростными режимами движения – резерв повышения БДД..	48
1.6 Методы оценки скорости движения ТС .....	55
1.6.1 Определение скорости ТС исходя из условий дорожной обстановки .....	57
1.6.2 Определение скорости ТС по длине следов торможения и волочения....	57
1.6.3 Определение скорости транспортных средств на основе законов сохранения энергии и количества движения .....	61
1.6.4 Определение скорости исходя из полученных деформаций конструкций транспортных средств .....	65
Выводы по главе 1, цели и задачи исследования.....	67
ГЛАВА 2. ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ЭКСПЕРТИЗ В СИСТЕМЕ «ДТП-ЭКСПЕРТИЗА-БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ» .....	70
2.1 Многоуровневая модель системы «ДТП-экспертиза-безопасность дорожного движения» .....	71
2.2 Разработка алгоритмов поиска оптимальных решений в многоуровневой модели «ДТП-экспертиза-БДД» .....	80

2.2.1 Алгоритм последовательного снятия неопределённости в системе на базе уточнения информационных ситуаций .....	80
2.2.2 Алгоритм решения задачи с использованием эмпирических (статистических) данных.....	85
2.3 Сравнение предлагаемого решения с существующими методами-аналогами снятия неопределённости в сложных организационно-технических системах ..	89
2.4 Формирование факторного пространства многоуровневой модель «ДТП-экспертиза-БДД» в системе водитель-автомобиль-дорога-среда .....	93
2.5 Разработка алгоритмов автоматизации управления с применением модели «ДТП-экспертиза-БДД» в системе ВАДС .....	102
2.6 Пример автоматизированного управления с применением модели «ДТП-экспертиза-БДД» в системе ВАДС.....	104
2.7 Выводы по главе 2.....	114
<b>ГЛАВА 3. ПРОЦЕДУРЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСПЕРТИЗ ДТП В ГРАНИЦАХ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ИХ МЕХАНИЗМА .....</b>	<b>116</b>
3.1 Модельно-ориентированная реконструкция (анализ) механизма ДТП .....	119
3.1.1 Процедуры входного анализа, предпроцессинга, процессинга и постпроцессинга в МОР .....	124
3.1.2 Уточнение методики расчета скорости движения автомобилей до столкновения с учетом полученной им объемной деформации .....	132
3.2 Техническая экспертиза в рамках МОР.....	146
3.2.1 МОР столкновения транспортных средств с использованием виртуального EDR .....	146
3.2.2 Применение цифрового двойника ТС в МОР (анализе) ДТП.....	148
3.3 Процедура трасологических исследований в рамках МОР .....	151
3.4 Дорожная экспертиза с применением цифрового двойника дороги .....	154
3.5 Исследование видеоизображений, условий, средств, материалов и фрагментов видеозаписей в экспертизе ДТП.....	159

3.6 Применение лазерного сканирования, фото и видеоматериалов в рамках МОР .....	162
3.7 Выводы по главе 3.....	173
<b>ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АКТУАЛИЗАЦИИ БАЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЕРТИЗЫ ДТП</b>	<b>176</b>
4.1 Оценка корректности отдельных справочных исходных данных для реконструкции ДТП.....	177
4.2 Цель и задачи экспериментальных исследований.....	184
4.3 Исследование замедлений АТС при разных типах и состояниях шин в различных условиях.....	184
4.3.1 Экспериментальные исследования установившегося замедления ТС при использовании летних шин.....	189
4.3.2 Экспериментальные исследования установившегося замедления ТС при использовании шин с разным типом сезонности .....	194
4.3.3 Экспериментальное исследование установившегося замедления ТС на влажном асфальтобетонном покрытии при нулевых температурах с использованием шипованной резины.....	197
4.4 Экспериментальное определение коэффициентов сцепления для опорных поверхностей дорожных покрытий.....	199
4.4.1 Экспериментальное определение коэффициентов сцепления для опорных поверхностей автомобильных дорог.....	199
4.4.2 Экспериментальное определение коэффициентов сцепления для специфических опорных поверхностей городских УДС.....	208
4.5 Исследование упругих и демпфирующих элементов подвесок АТС.....	214
4.5.1 Исследование характеристик упругих элементов подвесок АТС .....	214
4.5.2 Стендовые исследование демпфирующих характеристик амортизаторов .....	220
4.6 Выводы по главе 4.....	235
<b>ГЛАВА 5 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....</b>	<b>238</b>



5.1 Действующая функциональная структура системы ОБДД в РФ .....	238
5.2 Предлагаемая функциональная структура системы ОБДД .....	245
5.3 Экономическая оценка эффективности использования многоуровневой модели «ДТП-экспертиза-БДД» при производстве дорожно-транспортных экспертиз .....	249
5.4 Временная оценка эффективности использования многоуровневой модели «ДТП-экспертиза-БДД» при производстве дорожно-транспортных экспертиз	250
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	254
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	257
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	259
ПРИЛОЖЕНИЕ А (по 4 главе) .....	280
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (по 5 главе) .....	310
ПРИЛОЖЕНИЕ В АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ .....	315
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное) Объекты интеллектуальной собственности .....	345

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение уровня безопасности дорожного движения (БДД) за последние четверть века является одним из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации (РФ). Принятый еще в 1996г. ФЗ - 196 «О безопасности дорожного движения» определил приоритет жизни и здоровья граждан, участвующих в дорожном движении, над экономическими и прочими интересами общества и возложил ответственность за его обеспечение на государство. В нем впервые законодательно был закреплён программно-целевой подход к деятельности по обеспечению БДД. В соответствии с этим актом были разработаны, реализованы и исполняются Федерально целевые программы (ФЦП) «Повышение безопасности дорожного движения»: 2006-2012гг. и 2013-2020гг. Однако, в ходе их реализации не удалось в полной мере решить важнейшую задачу - создание эффективной системы предупреждения предпосылок к возникновению дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

Дорожно-транспортные происшествия наносят России колоссальный социальный, демографический и экономический ущерб. За период 2013-2019г. в РФ в них погибло 152 тыс. человек, 1 миллион 600 тыс. получили ранения. Около 20% из них осталось инвалидами. Более 30% погибших составляют люди наиболее активно трудоспособного возраста 25-40 лет. Ежегодные экономические потери государства от ДТП достигают 2% от внутреннего валового продукта (ВВП).

Выполнение ФЦП способствовало определенному планомерному улучшению ситуации с БДД в РФ. Однако кардинальный перелом в этом вопросе планируется обеспечить в ходе реализации Стратегии безопасности дорожного движения в РФ на 2018-2024гг., утвержденной распоряжением Правительства РФ от 08.01.2018г. №1-р. Основной её целевой особенностью является курс на обеспечение нулевой смертности на дорогах и достижение уровня социального риска не более 4-х погибших в результате ДТП на 100 тыс. человек. Все это свидетельствует о том, что остающийся высоким уровень аварийности на автомобильном

транспорте, сопряженный со значительным экономическим ущербом и потерей человеческого потенциала, остается важной актуальной народно-хозяйственной проблемой социально-экономического характера, решение которой только организационно-распорядительными методами, без привлечения научного потенциала, невозможно.

Сложившаяся ситуация в сфере организации безопасности дорожного движения (ОБДД) требует критического научного анализа и поиска резервов повышения БДД по всем направлениям, формирующим его состояние. Одной из таких составляющих является выявление взаимосвязей эффективности проведения дорожно-транспортных экспертиз (ДТЭ) и состояния БДД в стране в целом.

**Степень разработанности проблемы.** Концептуальные основы научного обеспечения БДД, реконструкции и экспертизы ДТП, снижения аварийности и смертности на автомобильных дорогах были заложены в трудах многих отечественных и зарубежных ученых, таких как: В.Ф. Бабков, В.Н. Басков, М.Я. Бликин, Б.Е. Боровский, Я.В. Васильев, В.Н. Добромиров, Э.Р. Домке, С.В. Дорохин, С.А. Евтюков, С.В. Жанказиев, Н.С. Захаров, В.В. Зырянов, В.А. Иларионов, В.Д. Кондратьев, Г.И. Клинковштейн, П.А. Кравченко, Н.М. Кристи, В.М. Курганов, В.Э. Клявин, В.Н. Ложкин, И.Г. Малыгин, А.Н. Новиков, И.А. Новиков, С.П. Озорнин, П.А. Пегин, А.М. Плотников, И.Н. Пугачев, В.А. Пучкин, В.И. Рассоха, А.И. Рябчинский, Р.Н. Сафиуллин, В.В. Сильянов, С.А. Смирнова, А.В. Терентьев, Ю.В. Трофименко, А.И. Федотов, А.В. Шемякин, Р. Байэтт, Г. Гинзбург, Д.В. Капский, Д. Клеббельсберг, Д. Коллинз, Д. Моррис, А. Мюссен и другими.

Вместе с тем, анализ проблемы показал, что несмотря на значимые результаты внедрения их разработок, сегодня на фоне решения в сфере ОБДД масштабных задач государственного уровня отчетливо проявляется научное противоречие между сложившейся в стране практикой планирования и реализации задач ОБДД и уровнем научного обеспечения их решения.

**Цель исследования** – разработка методологии совершенствования механизмов оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз в решении проблемы обеспечения безопасности дорожного движения в РФ.

Для достижения этой цели были поставлены следующие **задачи исследования**:

1. Анализ современных тенденций развития ситуации в сфере ОБДД и состояния действующей практики научного обеспечения задач расследования ДТП.
2. Разработка информационной экспертной модели системной оценки эффективности дорожно-транспортных экспертиз в системе ОБДД.
3. Алгоритмизация процедур применения расчетно-аналитических методов производства дорожно-транспортных экспертиз в границах модельно-ориентированной реконструкции (МОР) их механизма.
4. Обоснование структуры и актуализация содержания баз исходных данных для реконструкции и экспертизы ДТП.
5. Концептуальная разработка усовершенствованной функциональной структуры системы ОБДД на основе реализации методологии оценки и повышения эффективности ДТЭ.

**Объект исследования** – подсистема дорожно-транспортных экспертиз в системе ОБДД.

**Предмет исследования** – причинно-следственные связи между качеством выполнения дорожно-транспортных экспертиз и состоянием БДД.

**Рабочая гипотеза** – совершенствование механизмов оценки и повышения эффективности ДТЭ может рассматриваться как один из инструментов решения проблемы повышения БДД.

**Научная новизна исследования.**

1. Установлена взаимосвязь реализации мероприятий долгосрочных целевых программ в сфере ОБДД и динамики изменения дорожно-транспортной ситуации в Российской Федерации, г.Санкт-Петербурге (СПб) и Ленинградской области (ЛО).
2. Разработана информационная экспертная модель системной оценки эффективности дорожно-транспортных экспертиз в системе ОБДД.
3. Разработаны алгоритмы процедур применения расчетно-аналитических методов производства автотехнической, трасологической, технической,

дорожной и фото-видеотехнической экспертиз в границах модельно-ориентированной реконструкции их механизма.

4. Обосновано уточнение структуры и актуализированы базы исходных данных для производства автотехнических, трасологических и дорожных экспертиз.
5. Предложена концепция усовершенствования функциональной структуры системы ОБДД на основе реализации методологии оценки и повышения эффективности ДТЭ.

**Теоретическая значимость** работы заключается в разработке и обосновании методологии оценки и повышения эффективности ДТЭ, как совокупности реализации расчетно-аналитических методов, программного и информационного их обеспечения, отражающей объективные закономерности взаимосвязи качества проведения экспертиз и качества планирования и проведения мероприятий по ОБДД на основе использования не применяемых ранее в этой сфере экспертных и информационных подходов.

**Практическая значимость работы** заключается в прикладном характере результатов исследования, которые используются экспертным сообществом в интересах повышения объективности результатов и оперативности выполнения ДТЭ, а органами региональной исполнительной власти и федеральными государственными структурами в интересах повышения качества планирования и реализации целевых программ (ЦП) в сфере ОБДД.

**Методология и методы исследования** базируется на научном анализе актуальных статистических данных о состоянии БДД в РФ и за рубежом, критическом изучении научных трудов ведущих отечественных и иностранных специалистов в сфере ОБДД, применении общенаучных методов исследования: статистического анализа; математической статистики и теории вероятности; экспертного прогнозирования; математического моделирования и программирования; экспериментальных исследований.

**Положения, выносимые на защиту.**

1. Закономерности изменения дорожно-транспортной ситуации в сфере ОБДД в СПб, ЛО и РФ за период 2013-2019г.

2. Информационная экспертная модель системной оценки эффективности дорожно-транспортных экспертиз в системе ОБДД.

3. Алгоритмы производства автотехнической, трасологической, технической, дорожной и фото-видеотехнической экспертиз в границах модельно-ориентированной реконструкции их механизма.

4. Математическая модель расчёта начальных скоростей транспортных средств (ТС) при ДТП, отличающаяся уточнённым учетом затрат энергии на деформацию их поврежденных элементов конструкции при соударении и работы сил на стадии перемещения ТС после соударения.

5. Методика реконструкции ДТП по результатам фиксации камер видеонаблюдения.

6. Уточненная структура и актуализированные базы данных для производства автотехнических, трасологических и дорожных экспертиз.

7. Концепция усовершенствования функциональной структуры системы ОБДД на основе реализации методологии оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз.

**Достоверность и обоснованность** результатов диссертационного исследования обеспечивается корректным обоснованием цели и задач исследования, применением апробированных общенаучных методов их решения, результатами экспериментальных исследований, широким обсуждением и одобрением результатов работы отечественной и зарубежной научной общественностью.

**Апробация работы.** Основные положения работы докладывались и обсуждались на конференциях: 62-65,67,69-72-я Международные научные конференции молодых ученых и докторантов университета СПбГАСУ (2009 -2012, 2014, 2016-2019 гг.); III-IV-й Российско-Американский научно-технический семинар «Актуальные проблемы исследований обстоятельств ДТП», СПб (2008, 2010гг.); 78-я Международная научно-техническая конференции «Конструктивная безопасность

АТС НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» (2012г.); 63,65,66-я Международная научно-практическая конференция Ченстоховского политехнического университета, г.Ченстохова, Польша (2012,2014, 2015гг.); 7-я Российско-Германская конференция по БДД (2014г.); 71-я Международная конференция профессорско-преподавательского состава СПбГА СУ (2015г.); X-XIII-я Международная научно-практическая конференция «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах (2012,2014,2016,2018гг.); 5-8-я Международные конференции «Реконструкция и экспертиза ДТП» (2012,2014,2016,2018гг.); Международная научно-практическая конференция «Строительная наука -2014: теория, образование, практика, инновации», САФУ, г.Архангельск (2014г.); V-VI-й Международный конгресс «Безопасность на дорогах ради безопасности жизни», СПб (2014г.,2016г.); IV-я Международная научно-практическая конференция «Инновации на транспорте и в машиностроении», НМС университет «Горный», СПб (2016г.); Международная научно-практическая конференция «Реконструкция ДТП», г. Орландо, США (2016г.); 1-я Всероссийская межвузовская конференция «Магистерские слушания», СПбГАСУ (2017г.); 10-я Международная конференция «Современные проблемы в архитектуре и строительстве», Пекин, Китай (2018г.); IV-VI-я Международная научно- практическая конференция «Информационные технологии и инновации на транспорте», Орловский государственный университета им. И.С. Тургенева (2018-2020гг.); Международный инновационный форум пассажирского транспорта «Smart TRANSPORT», СПб (2019г.); XIV-я Международная научно- практическая конференция «Прогрессивные технологии в транспортных системах», Оренбургский государственный университет (2019г.); V-я Международная сетевая научно-техническая конференция «Интеграционные процессы в научно-техническом и образовательном пространствах», Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова (2019г.); Международная научно-техническая конференция «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электротехники: IPOME-2020», Санкт-Петербургский горный университет (2020г.); 78-я Международная научно-методическая и научно-исследовательская конференция, МАДГТУ-МАДИ (2020г.); Межведомствен-

ная научно-практическая конференция «Общественная безопасность в сфере дорожного движения: профессиональная подготовка и организационно-правовые инструментари», Санкт-Петербургский университет МВД России (2020г.), Межведомственный круглый стол Орловского юридического института МВД России им. В.В. Лукьянова «Исследование возможностей применения беспилотных летательных аппаратов для получения первичной информации о ДТП» (2020г.).

**Реализация результатов исследований.** Представленные в диссертации результаты исследований внедрены в экспертную деятельность в Экспертно-криминалистическом центре УМВД России по Белгородской области, Институтах БДД и судебных экспертиз СПбГАСУ, Экспертно-Правового Центра «КУАТ-ТРО», экспертно-техническом центра «Мегаполис», малого инновационного предприятия «СПбГАСУ-ДОРСЕРВИС» в виде информационной экспертной модели системной оценки эффективности ДТЭ, алгоритмов производства МОР механизма ДТП, актуализированных баз данных для производства ДТЭ.

Результаты исследований использованы в аудите БДД на подведомственных автомобильных дорогах в ФКУ «Центравтомагистраль», а также в УГИБДД УМВД России по Белгородской области, ОГИБДД УМВД России по Центральному и Кировскому районам СПб.

Результаты работы используются в учебном процессе АДФ СПбГАСУ, Санкт-Петербургском горном университете, Вологодском государственном университете, Тюменском индустриальном университете при подготовке студентов и аспирантов по направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (23.03.03, 23.04.03), «Технология транспортных процессов», профиль «Организация и безопасность движения» (23.03.01, 23.04.01, 23.06.01), «Наземные транспортно-технологические средства» (23.05.01); в институте повышения квалификации СПбГАСУ при переподготовке специалистов по программе «Судебная инженерно - техническая экспертиза, специализация судебная автотехническая экспертиза».

**Информационная база исследования.** Законодательные и нормативно-правовые акты, федеральные и региональные целевые программы обеспечения



БДД и развития дорожно-транспортной сети РФ, статистические материалы и базы данных федеральных и региональных органов власти, государственных ведомств и иных структур, методические документы отечественных и зарубежных экспертных и научно-исследовательских организаций, научные труды ведущих ученых в сфере ОБДД.

**Личный вклад автора.** Автором сформулированы цель и задачи работы, в соответствии с ними выполнены теоретические и экспериментальные исследования, на основе результатов которых разработана методология оценки и повышения эффективности ДТЭ. Разработан комплекс методик, алгоритмов их применения и актуализированные базы данных для реализации прилагаемой методологии. Отработаны концептуальные предложения по усовершенствованию функциональной структуры системы ОБДД на основе разработанной методологии.

**Область исследования** соответствует требованиям паспорта научной специальности 05.22.10 – «Эксплуатация автомобильного транспорта»: п.5. «Обеспечение экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса; совершенствование методов автодорожной и экологической экспертизы, методов экологического мониторинга автотранспортных потоков» и п.7. «Исследование в области безопасности движения с учетом технического состояния автомобиля, дорожной сети, организации движения автомобилей; проведение дорожно-транспортной экспертизы».

**Публикации.** Основные положения диссертации изложены в 80 работах общим объемом 208,0 п.л. (авторских – 83,35п.л.), в том числе 22 - в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ, 9 - в Международных индексируемых базах Scopus и Web of Science. Издано 8 - монографий; получено 7 патентов на полезные модели и 4 свидетельства государственной регистрации программ для ЭВМ и баз данных.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 207 наименований. Содержит 355 страниц, 116 иллюстраций, 42 таблицы и 76 страниц приложений.

# **ГЛАВА 1. ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИТУАЦИИ В РОССИИ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ФОНЕ ОБЩЕМИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ**

## **1.1 Анализ аварийности и особенности ее возникновения на дорогах РФ и за рубежом**

Одной из ведущих отраслей материального производства в мире является транспорт, без которого невозможно представить экономику любой страны. В современном мире транспорт считается двигателем прогресса и обеспечивает эффективность работы целых государств.

При этом, одной из острейших социально-экономических проблем общества является аварийность на автомобильном транспорте, которая стоит перед всеми странами мира [1,2]. Наиболее существенные негативные последствия влечет за собой такой вид аварий, как дорожно-транспортные происшествия (ДТП). ДТП – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб [3,4,5].

Первый зарегистрированный случай ДТП с участием автотранспортного средства (АТС) и велосипеда произошел в Нью-Йорке 30 мая 1896 года, а наезд на пешехода в Лондоне 17 августа того же года стал первым зарегистрированным случаем смерти от АТС [6]. За период более чем 120-летней автомобилизации человеческой цивилизации суммарное количество смертей от ДТП достигло в мире примерно 30 млн. человек.

На 2013г. по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), дорожно-транспортные происшествия являлись 9-й по значимости причиной смерти и составляли 2,2% всех смертей в мире. Но уже в докладе ВОЗ от 2018г. отмечено, что дорожно-транспортные происшествия являлись 8-й по значимости причиной смерти и составили 2,5% всех смертей в мире [7,8,9].

В 2010г. Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций (ООН) провозгласила 2011-2020 гг. десятилетием действий по обеспечению безопасности дорожного движения с глобальной целью сократить уровень смертности от травм, полученных в результате ДТП. В качестве точки отсчета для измерения достигнутого прогресса ВОЗ опубликовала доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире 2013: поддержать десятилетие действий, а также Европейские факты и доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире 2013 [10].

По данным ВОЗ на 2013г. каждый год в ДТП погибали около 1,24 млн. человек, то есть в среднем 3397 человек в день, но по данным все той же ВОЗ на 2018г. каждый год в ДТП погибали уже около 1,35 млн. человек, в среднем 3698 человек в день [7,8,9]. То есть, количество погибших в результате дорожно-транспортных происшествий не смотря на предпринимаемые во всем мире меры по обеспечению безопасности дорожного движения растет.

Поэтому тематика безопасности дорожного движения на сегодняшний день остается актуальной во всем мире. Данной проблеме посвящено большое количество зарубежной и отечественной литературы [8,11,12,13,14,15,16].

Ежегодная статистика дорожно-транспортных происшествий и их основных видов и причин во всем мире ведётся различными международными базами [9,12,13,14,17,18], но некоторые факты этой статистики остаются неизменны.

Дорожно-транспортные происшествия являются основной причиной смерти среди молодежи в возрасте от 15 до 29 лет и второй по значимости причиной смерти среди детей в возрасте от 5 до 14 лет.

На рисунке 1.1 и в таблице 1.1 приведены показатели смертности от дорожно-транспортного травматизма (ДТТ) в различных странах мира. Из представленных данных видно, что значительный рост смертности на дорогах наблюдается более чем в половине из рассмотренных государств. Это свидетельствует о том, что даже в ряде стран мира с высоким уровнем развития экономики и социальной защищённости граждан ДТП остаются проблемой.

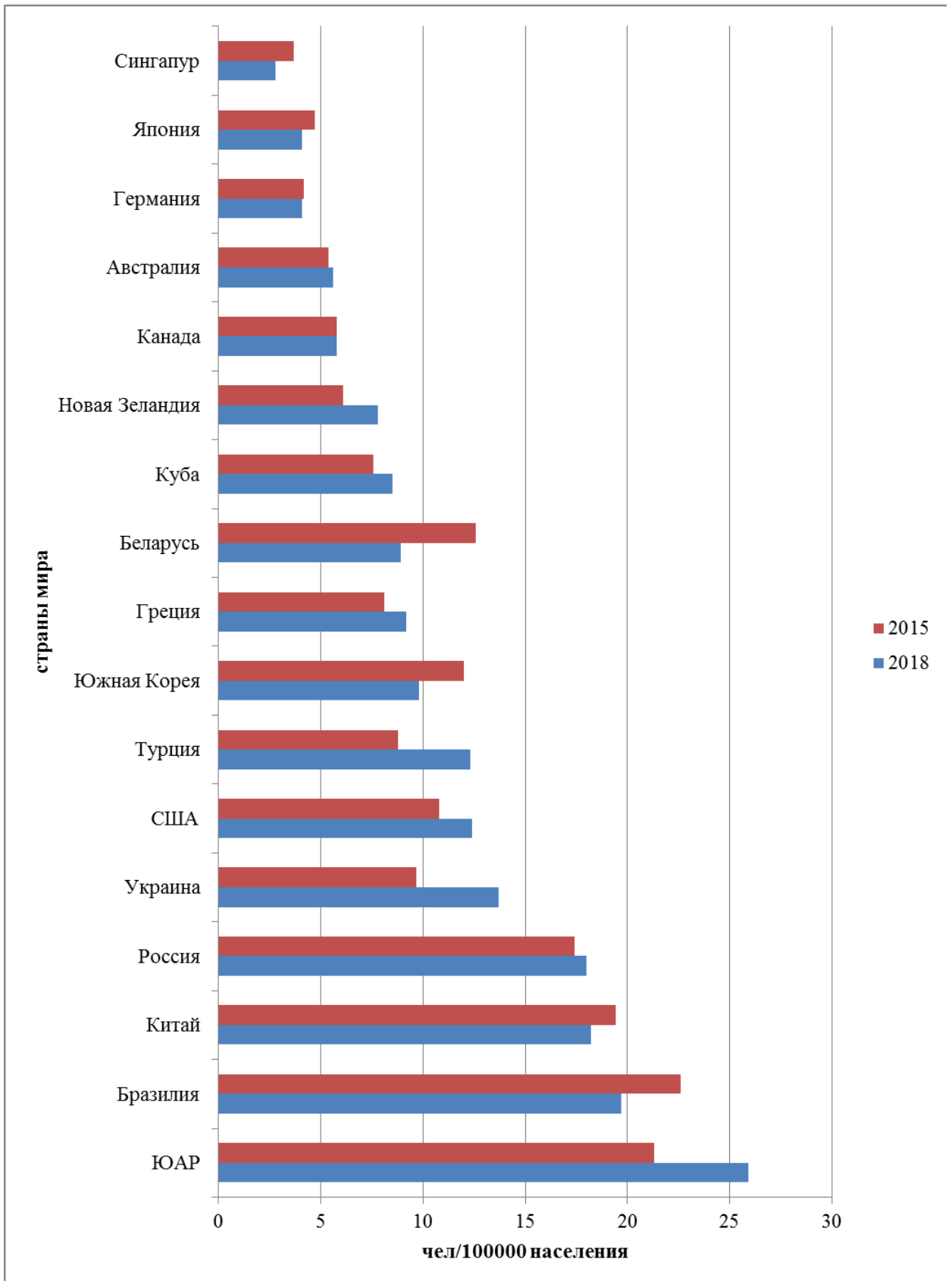


Рисунок 1.1 – Показатели смертности от ДТП в некоторых странах мира

Таблица 1.1 – Соотношение показателей смертности от ДТП в некоторых странах мира

Страны мира	2015г.	2018г.
ЮАР	21,3	25,9
Бразилия	22,6	19,7
Китай	19,4	18,2
Россия	17,4	18,0
Украина	9,7	13,7
США	10,8	12,4
Турция	8,8	12,3
Южная Корея	12	9,8
Греция	8,1	9,2
Беларусь	12,6	8,9
Куба	7,6	8,5
Новая Зеландия	6,1	7,8
Канада	5,8	5,8
Австралия	5,4	5,6
Германия	4,2	4,1
Япония	4,7	4,1
Сингапур	3,7	2,8

В сентябре 2015г. главы государств, собравшиеся на Генеральной Ассамблее ООН, утвердили исторические цели в области устойчивого развития. Две из этих целей связаны с обеспечением безопасности дорожного движения: цель 3.6 предполагает двукратное сокращение числа смертей и травм в результате ДТП во всем мире к 2020 г., а цель 11.2 состоит в том, чтобы к 2030г. обеспечить повсеместное внедрение безопасных и устойчивых транспортных систем. Однако, по современному состоянию дел можно сказать, что в указанные сроки осуществление этих целей проблематично [10].

Примером успешной борьбы со смертностью на дорогах является европейский регион. Европейский регион имеет самый низкий показатель дорожно-транспортной смертности в мире. Показатель смертности от травм, полученных в ДТП, в европейском регионе в 1,8 раза ниже, чем среднемировой (9,3 погибших

на 100 000 населения в сравнении с 17,4 на 100 000 населения в мире), и ниже, чем в остальных регионах ВОЗ. В 2013г. дорожно-транспортный травматизм стал причиной смерти 92 492 жителей европейского региона ВОЗ, при этом за 5 лет произошло снижение гибели людей в результате травм, полученных в ДТП, почти до 85 000 человек. В сравнении с 2010 г. дорожно-транспортная смертность в регионе сократилась на 8,1%, несмотря на совокупное увеличение количества транспортных средств на 7%. Однако, и в европейском регионе так же как и в мировой практике, по данным ВОЗ травмы, полученные в ДТП, являются главной причиной преждевременной смерти молодых людей в возрасте от 5 до 29 лет (рисунок 1.2) [7,8,13,15].

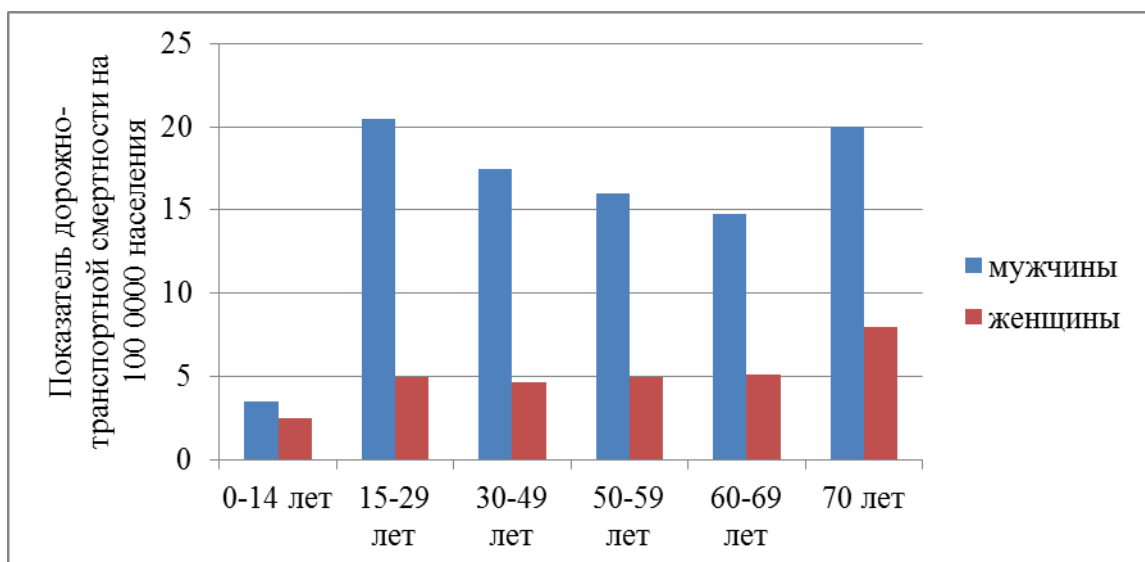


Рисунок 1.2 –Смертность в ЕС от ДТП по возрастным группам населения

Кроме того, внутри региона показатели дорожно-транспортной смертности существенно разнятся. Так, показатель дорожно-транспортной смертности в странах европейского региона, бывших республиках СССР, в три раза выше, чем аналогичный показатель в странах Европейского союза (ЕС).

Статистика смертности далеко не полностью отражает масштабы ущерба, наносимого дорожными авариями. Весьма ограничено количество систематически собираемой информации о тяжести полученных травм, о вызванной такими травмами инвалидности и их разрушительном воздействии на человеческие судьбы.

бы, о бремени, налагаемом ими на системы здравоохранения, и о расходах, которые несет общество в целом. Так, в 2018г. страны ЕС сообщили о 1,65 млн. не смертельных травм. Это позволяет предположить, что на каждого погибшего в ДТП приходится в среднем 23 пострадавших.

В таблице 1.2 и на рисунке 1.3 приведены показатели смертности от дорожно-транспортного травматизма в ЕС, Великобритании, Израиле и странах СНГ.

Таблица 1.2 – Соотношение показателей смертности от ДТП в ЕС и странах СНГ

№№	Страны	2015	2018	%
1	2	3	4	5
1	Таджикистан	17,6	18,1	+2,8
2	Россия	17,4	18,0	+3,4
3	Казахстан	23,2	17,6	-24,1
4	Армения	15,7	17,1	+8,9
5	Босния и Герцеговина	16,6	15,7	-5,4
6	Киргизия	20,1	15,4	-23,4
7	Грузия	11,6	15,3	+31,9
8	Туркменистан	17,4	14,5	-16,7
9	Украина	9,7	13,7	+41,2
10	Албания	13,6	13,6	0,0
11	Турция	8,8	12,3	+39,8
12	Узбекистан	10,2	11,5	+12,7
13	Черногория	10,3	10,7	+3,9
14	Румыния	8,9	10,3	+15,7
15	Болгария	7,6	10,2	+34,2
16	Польша	9,4	9,7	+3,2
17	Молдова	10,7	9,7	-9,3
18	Латвия	9,9	9,3	-6,1
19	Греция	8,1	9,2	+13,6
20	Беларусь	12,6	8,9	-29,4
21	Азербайджан	10,0	8,7	-13,0
22	Хорватия	9,2	8,1	-12,0
23	Литва	13,0	8,0	-38,5
24	Венгрия	7,5	7,8	+4,0

1	2	3	4	5
25	Португалия	7,7	7,4	-3,9
26	Сербия	7,4	7,4	0,0
27	Исландия	3,6	6,6	+83,3
28	Словения	6,5	6,4	-1,5
29	Македония	8,1	6,4	-21,0
30	Люксембург	7,7	6,3	-18,2
31	Эстония	6,3	6,1	-3,2
32	Мальта	5,5	6,1	+10,9
33	Словакия	8,2	6,1	-25,6
34	Чехия	6,5	5,9	-9,2
35	Бельгия	7,1	5,8	-18,3
36	Италия	5,6	5,6	0,0
37	Франция	5,1	5,5	+7,8
38	Австрия	5,7	5,2	-8,8
39	Кипр	6,5	5,1	-21,5
40	Финляндия	4,4	4,7	+6,8
41	Израиль	3,2	4,2	+31,3
42	Германия	4,2	4,1	-2,4
43	Ирландия	4,0	4,1	+2,5
44	Испания	3,6	4,1	-13,9
45	Дания	3,4	4,0	+17,6
46	Нидерланды	3,6	3,8	+5,6
47	Великобритания	2,9	3,1	+6,9
48	Швеция	2,9	2,8	-3,4
49	Норвегия	3,3	2,7	-18,2
50	Швейцария	3,6	2,7	-25,0



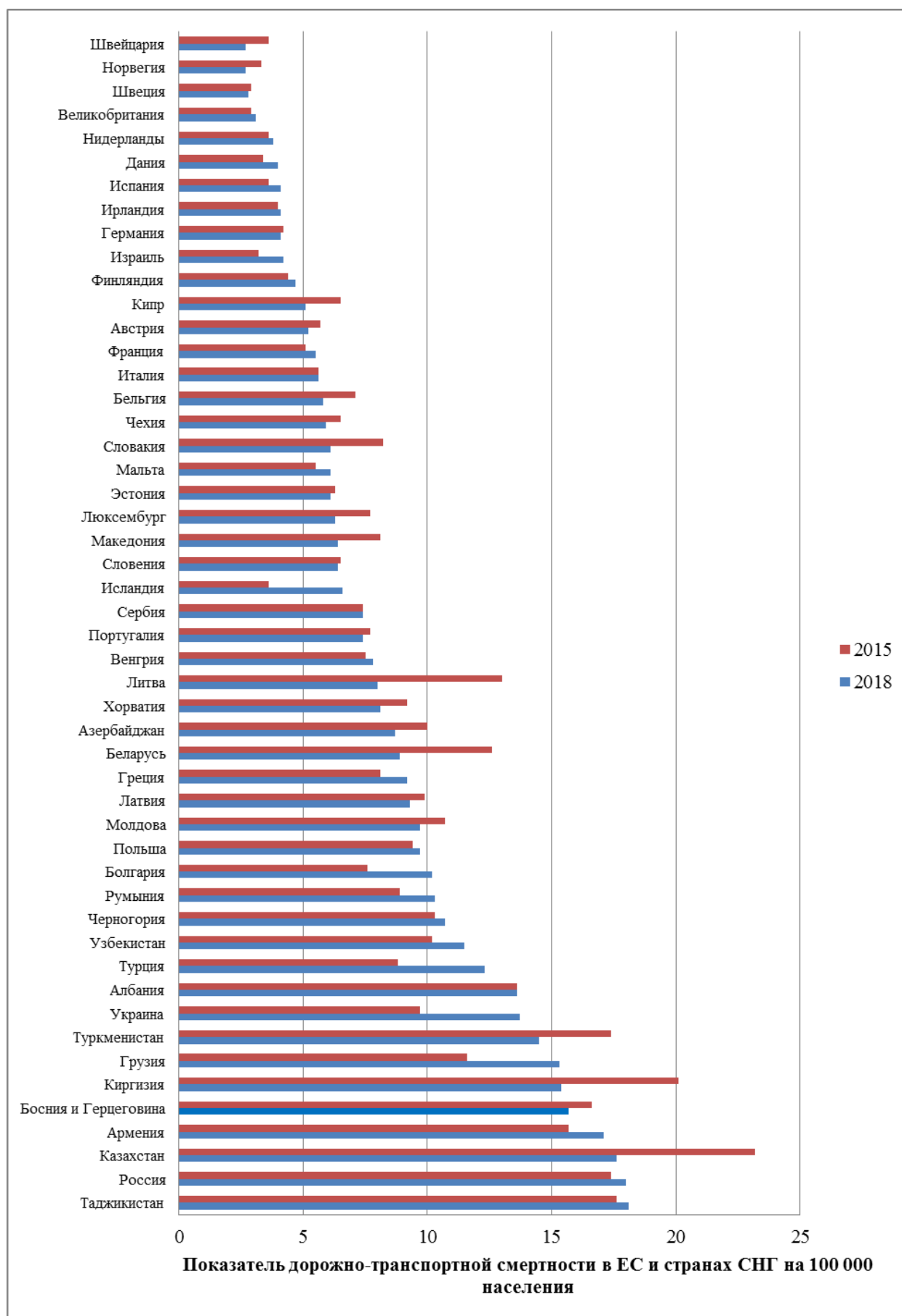


Рисунок 1.3 – Показатели смертности от ДТП в различных странах мира

Необходимо отметить, что в числе 50 проанализированных стран ЕС и СНГ, РФ находится по принятому базовому показателю (количество случаев смерти от ДТП на 100 тыс. человек населения) на 49 месте, уступая лавры такого «отрицательного первенства» лишь Таджикистану.

Конституцией РФ [19] определяется, что в ведении федеральной власти находится безопасность государства, а в совместном ведении Российской Федерации (РФ) и ее субъектов - обеспечение общественной безопасности. При этом Президент РФ является гарантом по защите безопасности государства, а Правительство РФ должно осуществлять меры по обеспечению государственной безопасности РФ. Эти положения распространяются и на безопасность дорожного движения [16,20].

Обеспечение безопасности дорожного движения имеет целью предупреждение, предотвращение и устранение явлений и опасных ситуаций, угрожающих жизни и здоровью людей, имуществу граждан, предприятий, учреждений и организаций, и их последствий [21]. Интересы безопасности дорожного движения любых видов транспортных перевозок, охрана жизни, здоровья и имущества граждан, защита их прав, законных интересов и имущества — это основные приоритеты организации дорожного движения и в России, и в зарубежных странах [21]. Именно в этих целях устанавливаются разрешительные режимы в области безопасности дорожного движения для предупреждения транспортных происшествий, снижения тяжести их последствий. Поэтому безопасность дорожного движения следует рассматривать с конституционно-правовой точки зрения как одну из гарантий конституционного права на жизнь [22,23,24]. Конституция РФ, к сожалению, не регулирует данный вопрос, относя к предметам ведения Российской Федерации лишь федеральный транспорт, и пути сообщения (п. «и» ст. 71) [19]. Конституции некоторых зарубежных стран регулируют сферу дорожного движения, что составляет основу развития текущего законодательства и положительно сказывается на безопасности дорожного движения и обеспечении права на жизнь.

Обеспечением безопасности дорожного движения является одной из важных демографических задач РФ, так как жертвами ДТП на территории РФ, как и

во всем мире, становятся в основном молодые люди в возрасте 16-25 лет, и наиболее активная и трудоспособная часть населения в возрасте от 26 до 40 лет (рисунок 1.4). Аварийность на автомобильном транспорте наносит огромный материальный и моральный ущерб как обществу в целом, так и отдельным гражданам РФ.

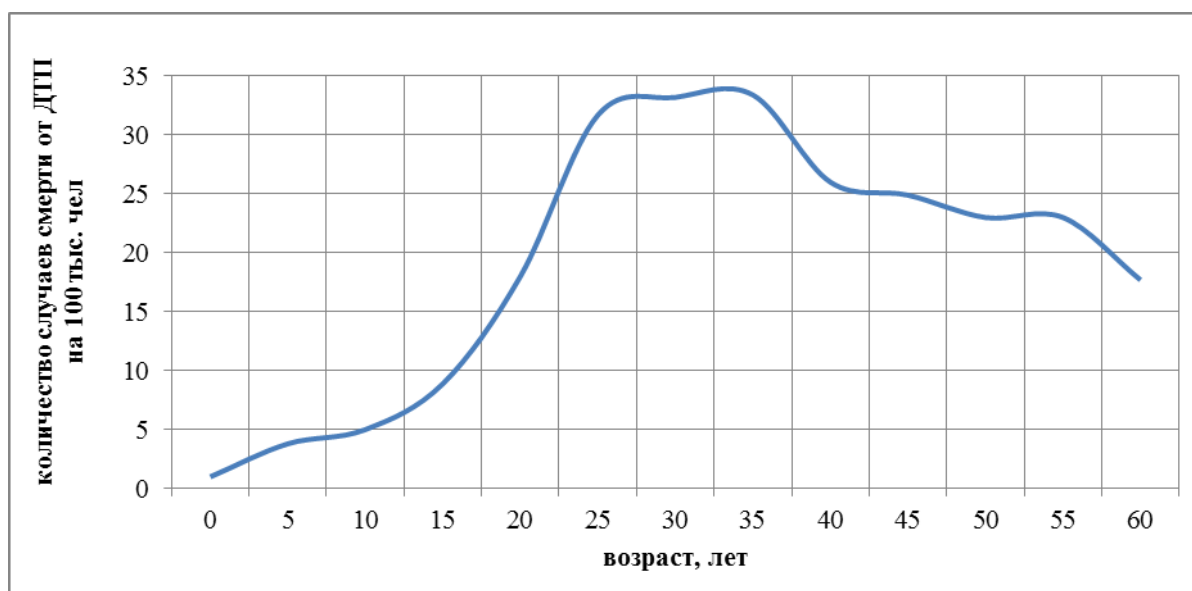


Рисунок 1.4 – Смертность в РФ от ДТП по возрастным группам населения

Помимо уничтожения «человеческого капитала» экономический ущерб от ДТП в России достигает в последние годы 2,2...2,6% валового внутреннего продукта (ВВП) страны. Это ежегодно около 370 млрд. рублей, в том числе в результате гибели и ранения людей – около 230 млрд. рублей [1,2].

Особенностями современной российской действительности, усложняющими борьбу с аварийностью и формирующими тенденции к ухудшению ситуации, являются согласно [16]:

- непрерывно возрастающие требования общества к повышению мобильности населения, сопровождаемые интенсивным ростом парка АТС;
- сохранение незначительной роли общественного транспорта в обеспечении перевозок населения и значительный объём перевозок личным транспортом;

- существенное перераспределение объемов грузоперевозок между железнодорожным и автомобильным транспортом в пользу последнего;
- низкое качество состояния, обустройства и содержания дорожной сети;
- диспропорция между увеличением количества автомобилей и протяженностью и пропускной способностью УДС страны, не рассчитанной на современные транспортные потоки: в настоящее время уровень обеспечения автомобилями в городах составляет 200 штук на 1 тыс. жителей, тогда как дорожно-транспортная инфраструктура соответствует уровню 60-100 штук на 1 тыс. жителей;
- низкая дисциплина участников дорожного движения, провоцируемая несовершенством нормативно-правовой базы в сфере обеспечения безопасности дорожного движения (ОБДД) и негативным менталитетом значительной группы водителей, сформировавшимся в годы «дорожного беспредела».

В интересах преодоления этих негативных явлений в России на государственном уровне проводится реализация целого ряда Федеральных целевых программ (ФЦП). Одни из важнейших в их числе – завершенная ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 гг.», а также аналогичная ФЦП на период 2013-2020 гг. [20,25]

Приоритетной целью Федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010 - 2020 годы)» является повышение комплексной безопасности и устойчивости транспортной системы. Достижение этой цели возможно при решении основной задачи - повышение безопасности движения на автомобильных дорогах.

Деятельность по обеспечению и организации безопасного дорожного движения в РФ, в полной мере отвечающего современным требованиям, определена действующей нормой ст.2 Федерального закона «О безопасности дорожного движения» №196-ФЗ от 26.12.1995 года, как «деятельность по предупреждению причин возникновения ДТП» [21].

На строгое выполнение законодательных актов была нацелена Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах». Ее задача – снижение смертности от ДТП к 2020 году на 8 тыс. человек

(28,82 %) по сравнению с 2012 годом.

По данным Росстата, население России на 2019г. составило около 146,8 млн. человек. В отличие от общемировой статистики, в России смертность превышает рождаемость в 1,2 раза. В некоторых регионах смертность превышает рождаемость вдвое. Причины смерти также разнятся по регионам, но в период с 2013 по 2018гг. по данным мониторинга показателей Росстат в тройку основных причин входит смертность от ДТП [17]. Вместе с тем согласно данным сайта Госавтоинспекции [18] и иным источникам Министерства внутренних дел РФ [26,27], статистика за неполные 5 лет на территории РФ выглядит благоприятно, а именно происходит снижение как общего количества ДТП, так и погибших и раненых в них. В последние годы в среднем в России ежегодно регистрируется около 180 тыс. происшествий, в результате которых причиняется вред здоровью более чем 210 тыс. человек, и погибает около 20 тыс. человек (рисунок 1.5).

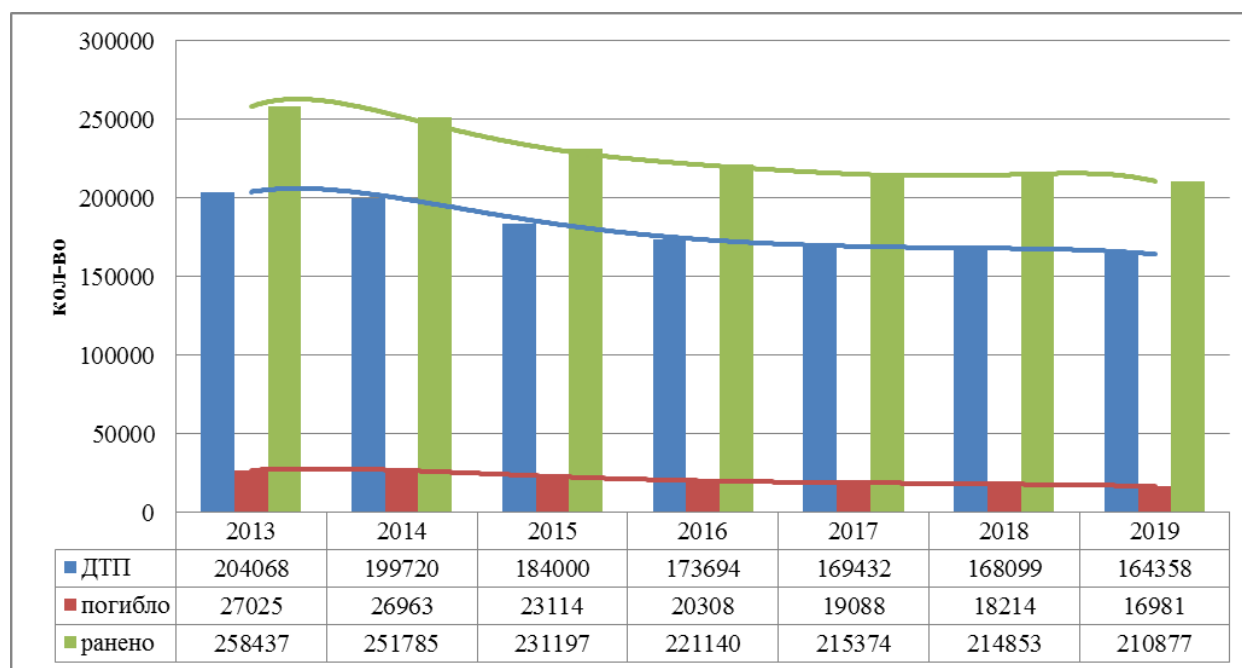


Рисунок 1.5 – Общее количество и тяжесть ДТП в РФ

Согласно Правил дорожного движения РФ, участниками дорожного движения являются водители, пешеходы и пассажиры. При этом количество дорожно-транспортных происшествий из-за нарушения ПДД водителями транспортных

*средств*, повлекшее за собой вред здоровья и/или гибель в среднем в год, за последние пять лет составляет 85% от всех участников ДТП, а из за *нарушения ПДД пешеходами* 13%. Согласно данным ГИБДД (рисунки 1.6 – 1.7), общее количество дорожно-транспортных происшествий из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств и пешеходами из года в год снижается, но это обусловлено снижением общего количества ДТП.

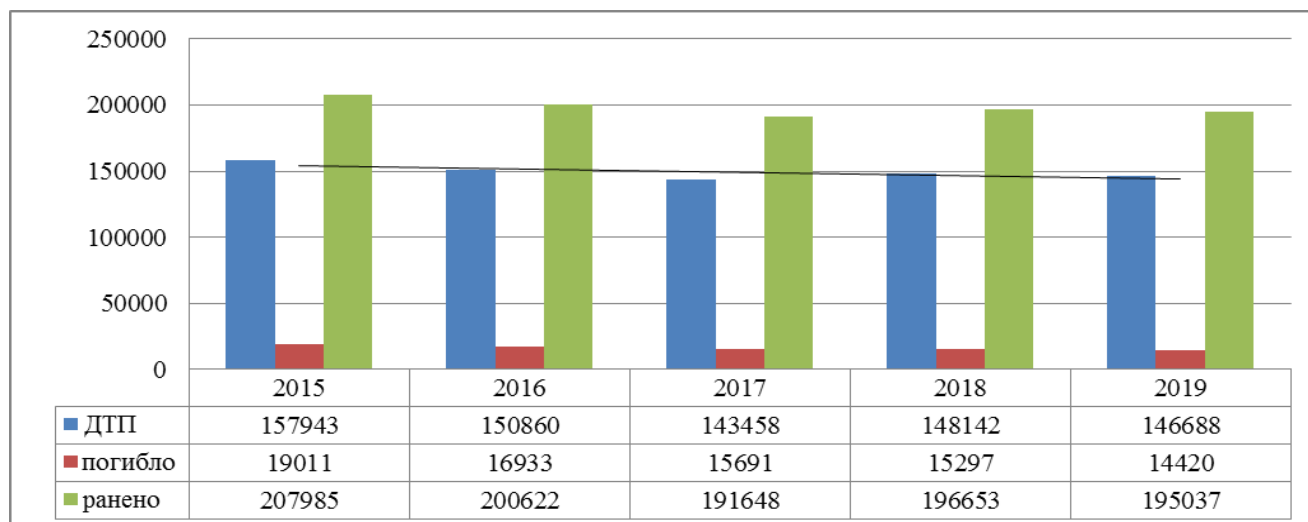


Рисунок 1.6 – ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД водителями ТС

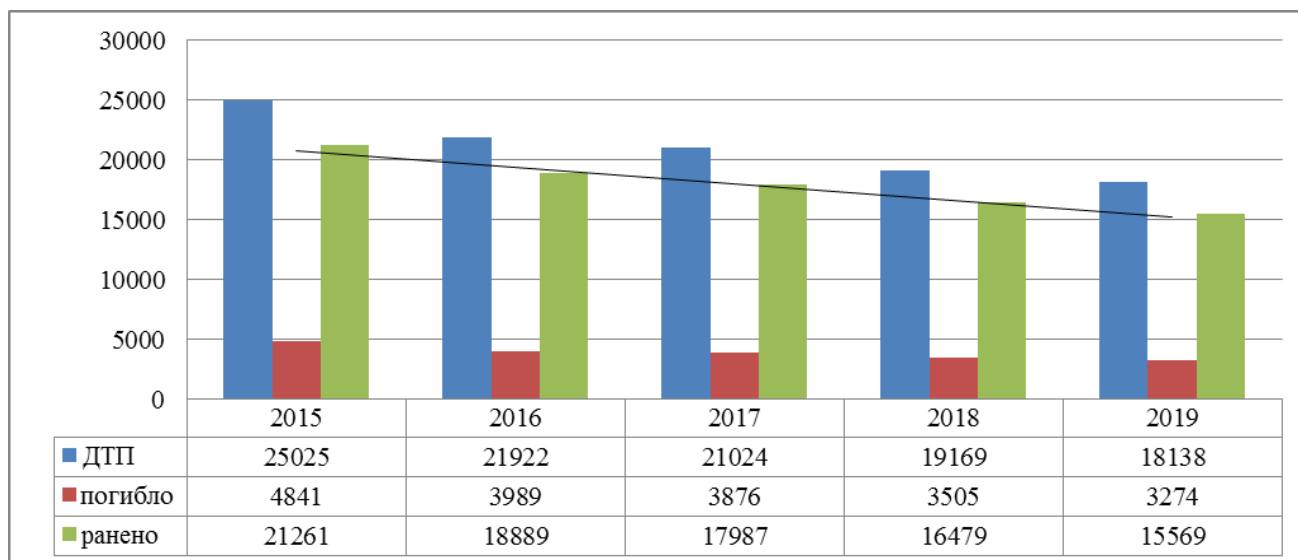


Рисунок 1.7 – ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД пешеходами

Согласно статистическим данным (рисунок 1.8), на автомобильных дорогах РФ каждое второе из пяти ДТП совершалось водителями, *стаж управления* которых составлял свыше 15 лет, а каждое пятое ДТП совершалось водителями со ста-

жем управления от 5 – 10 лет [28,29]. То есть заслуживает внимания факт возрастания тяжести последствий ДТП с увеличением стажа управления ТС.

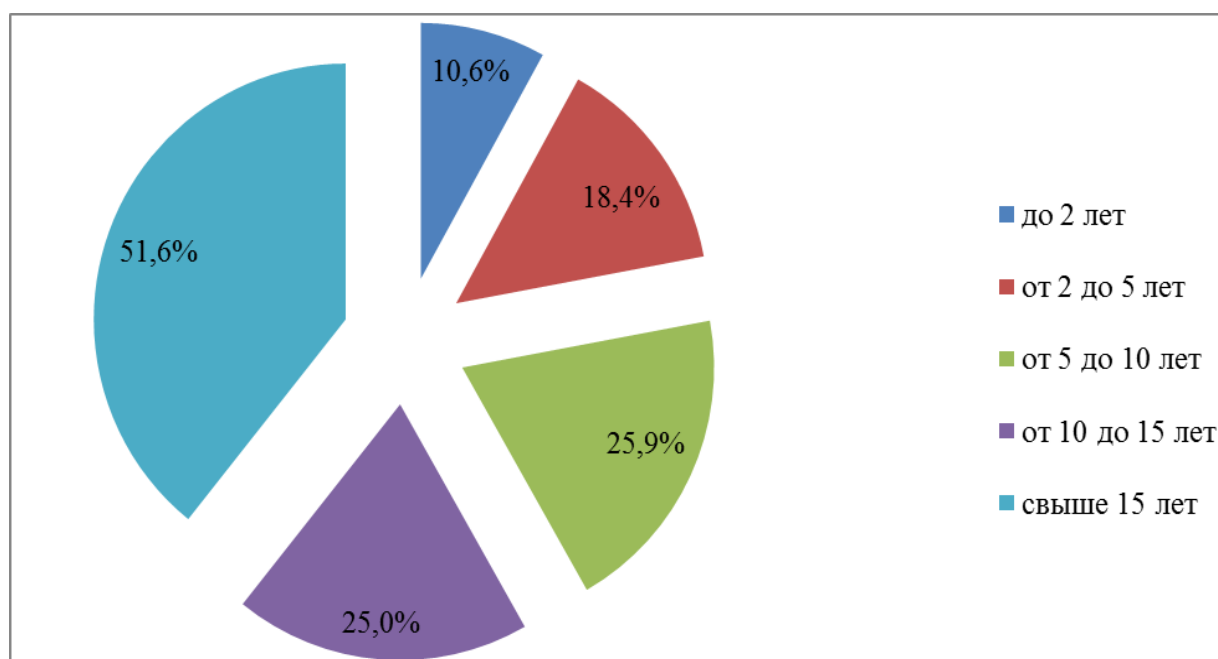


Рисунок 1.8 – Распределение ДТП, совершенных по вине водителей, в зависимости от их стажа

Основными дорогами на территории РФ являются *федеральные дороги*, которые соединяют столицу Российской Федерации — Москву со столицами республик и важнейшими промышленными и культурными центрами государства, республиканские и административные центры краев и областей.

Также они обеспечивают транспортные связи с зарубежными государствами и странами, объединяют все другие автомобильные дороги в единую сеть. Автомобильные дороги общего пользования федерального значения являются государственной собственностью и их строительство и содержание финансируется из бюджета РФ, а также за счет иных предусмотренных российским законодательством источников, что дает возможным реализовывать на них максимальное количество мер по ОБДД и делают их одними из самых дорогих, но и безопасных. Смертность на федеральных дорогах РФ с 2014г. по 2019г., упала на 40 % до 4394 человек в год (рисунок 1.9) [30,31].

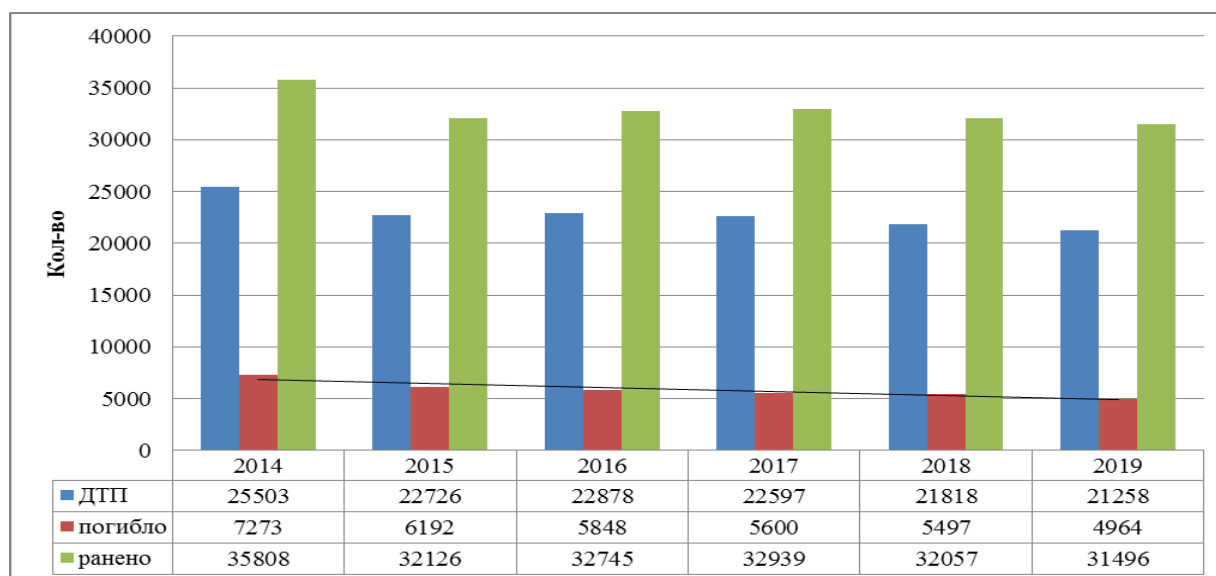


Рисунок 1.9 – Общее количество и тяжесть ДТП в РФ на федеральных дорогах

Основное количество ДТП по месяцам года за пять лет на территории РФ локализуются в период с июля по октябрь, с максимумом в августе. Доля ДТП, произошедших в данный период, от общего количества ДТП составила 40,3%, а число погибших и раненых – 40,1% и 40,4% соответственно (рисунок 1.10). При этом в этот период каждый месяц на дорогах погибают свыше 1500 человек, то есть в среднем по 50 человек в день, и свыше 20тыс. получают ранения. Самые большие абсолютные значения имеют показатели августа, что является многолетней тенденцией.

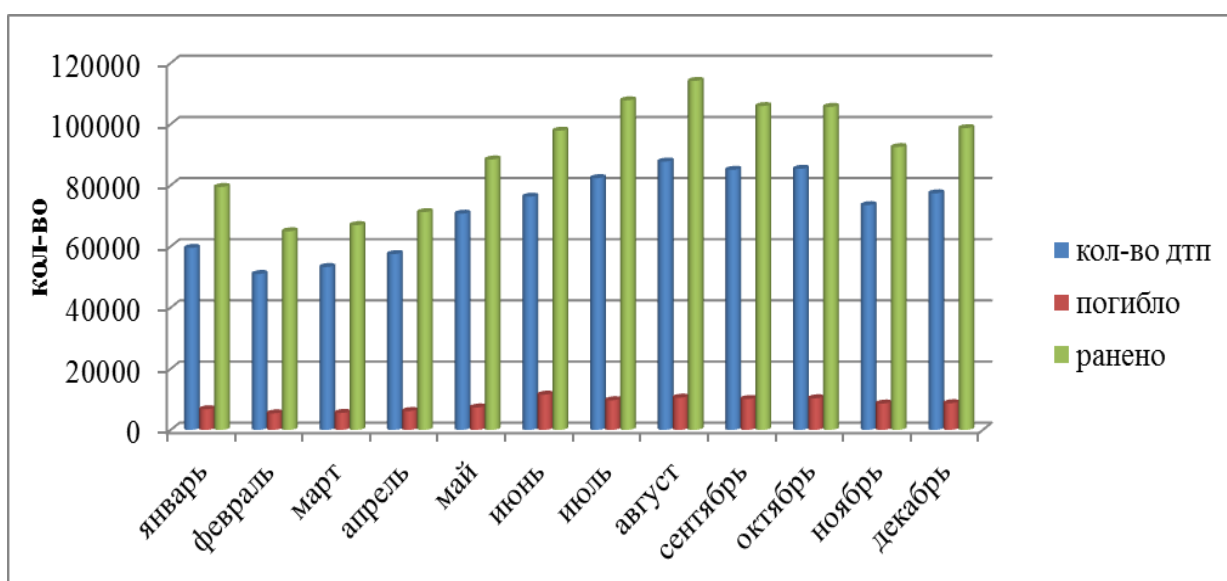


Рисунок 1.10 – Динамика распределения количества ДТП по месяцам в РФ



Одной из особенностей распределения показателей аварийности *в течение недели* являлось то, что наибольшее количество ДТП зарегистрировано в пятницу – субботу (рисунок 1.11). Данные дни недели характеризовались также самыми высокими значениями показателя тяжести последствий ДТП. На протяжении каждого года наиболее аварийно-опасным *временем суток* являлся период с 17:00 до 20:00 часов. В это время произошло каждое пятое ДТП (20,8%) (рисунок 1.12) [32].

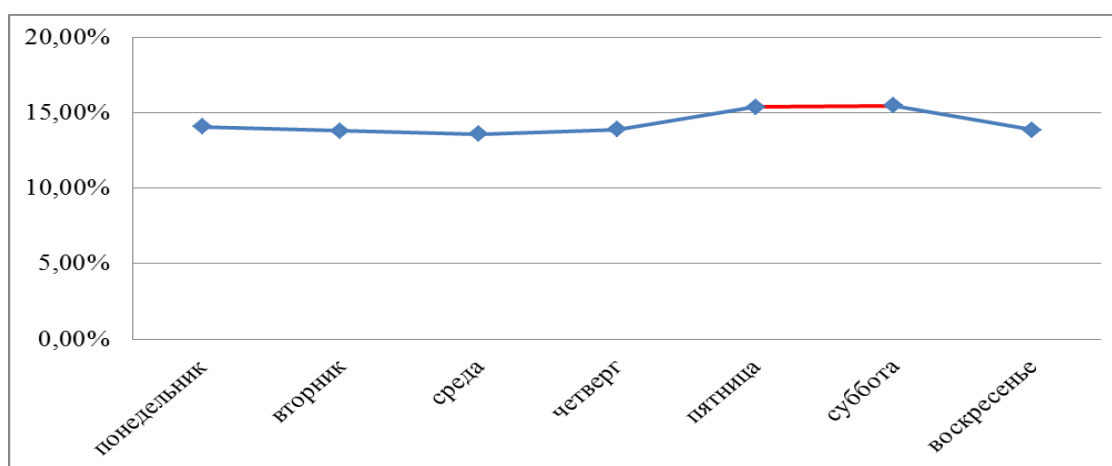


Рисунок 1.11 – Динамика изменения количества ДТП по дням недели в РФ

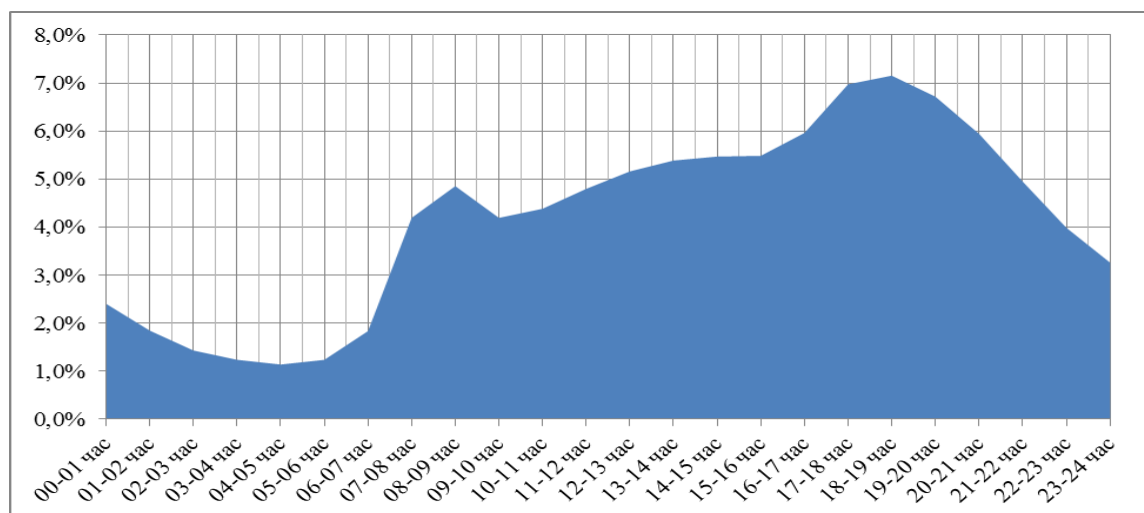


Рисунок 1.12 – Динамика изменения количества ДТП по времени суток в РФ

Рассматривая *структуру аварийности*, следует отметить, за шесть лет на территории РФ, *основными видами ДТП* являлись: столкновение транспортных средств (41,8%), наезд на пешехода (29,9%) и опрокидывание (8,1%) (рисунок

1.13). В общей сложности на них приходится более 70 % всех происшествий и пострадавших в них.

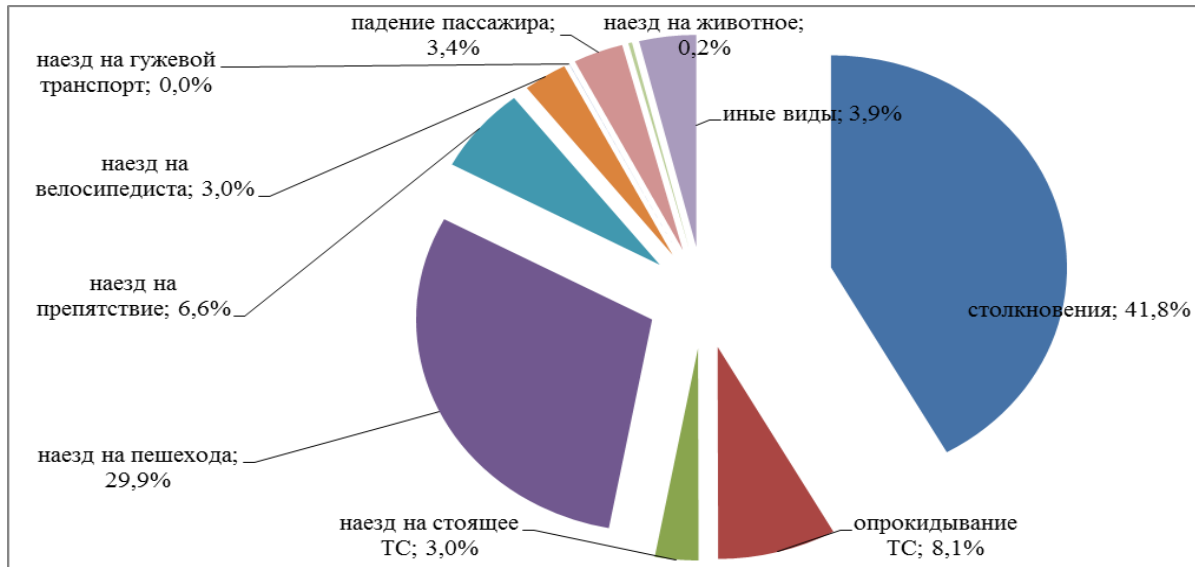


Рисунок 1.13 – Динамика распределения ДТП по видам в РФ

Нельзя не отметить тот факт, что в связи с изменениями в 2011г. процедуры проведения периодического обязательного технического осмотра транспортных средств, за последние пять лет резко увеличилось количество ДТП и пострадавших *из-за эксплуатации технически неисправных ТС* (рисунок 1.14) [33].

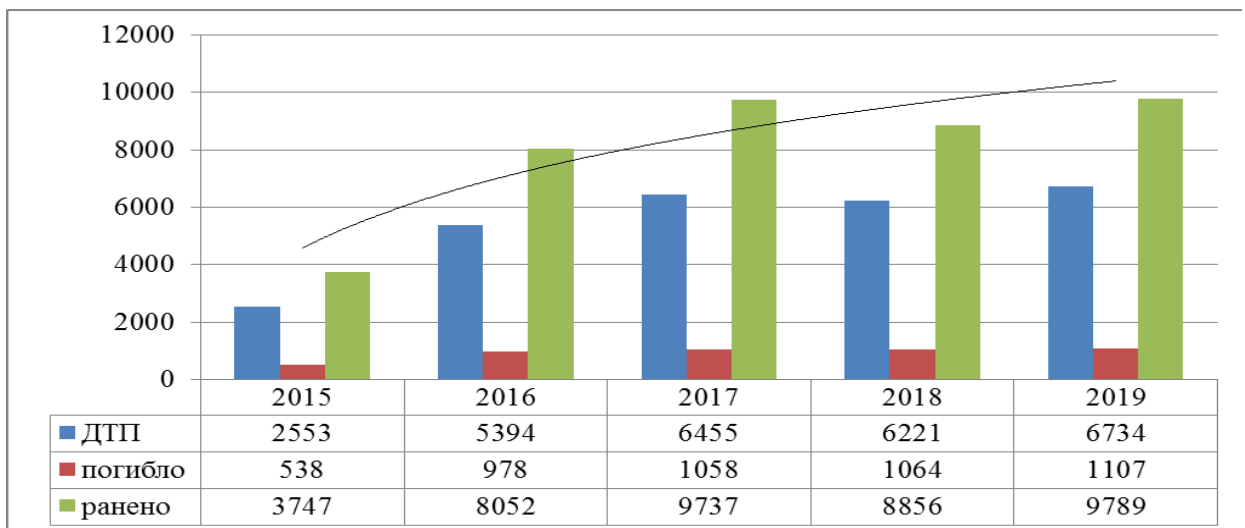


Рисунок 1.14 – Динамика распределения количества ДТП и пострадавших по причине эксплуатации технически неисправных ТС

Кроме того, каждое третье ДТП связано с нарушениями обязательных тре-

бований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог по условиям обеспечения БДД (рисунок 1.15) [34,35].

Таким образом, несмотря на определенные позитивные изменения благодаря реализации мероприятий различных целевым программ и изменению законодательной базы (рисунок 1.16), уровень дорожно-транспортной аварийности в стране остается по-прежнему высоким. В 2016г. на заседании президиума Госсовета по вопросам безопасности дорожного движения РФ отмечено, что за последние 10 лет в результате ДТП погибло 350 тысяч человек и более трех миллионов получили ранения [36]. Каждое девятое ДТП было со смертельным исходом. Такая ситуация свидетельствует о выходе проблемы ОБДД на уровень проблем национального характера.

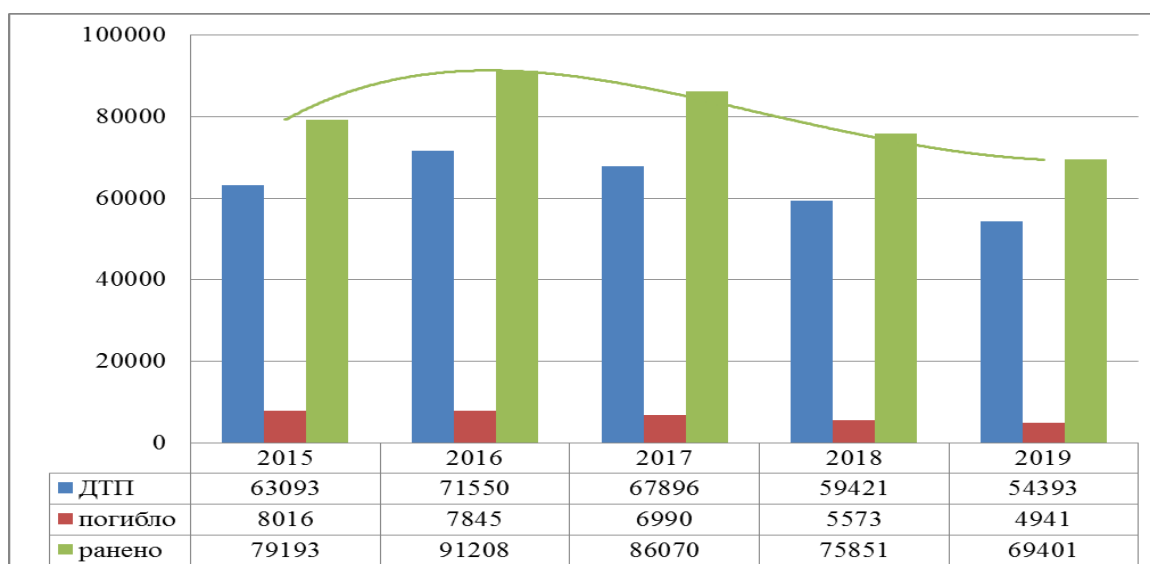


Рисунок 1.15 – ДТП и пострадавшие на местах с зафиксированными нарушениями обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог по условиям обеспечения БДД

Для исследования ситуации в сфере ОБДД на региональном уровне были выбраны одни из наиболее представительных субъектов Федерации – Санкт-Петербург и Ленинградская область. Тесные экономические и инфраструктурные связи этих субъектов обусловили формирование автодорожной сети и транспортной ситуации, характерные для многих российских областях городов-миллионников. Поэтому динамику развития ситуации по ОБДД в г.СПб и ЛО можно считать представительной для густонаселенных регионов [37].

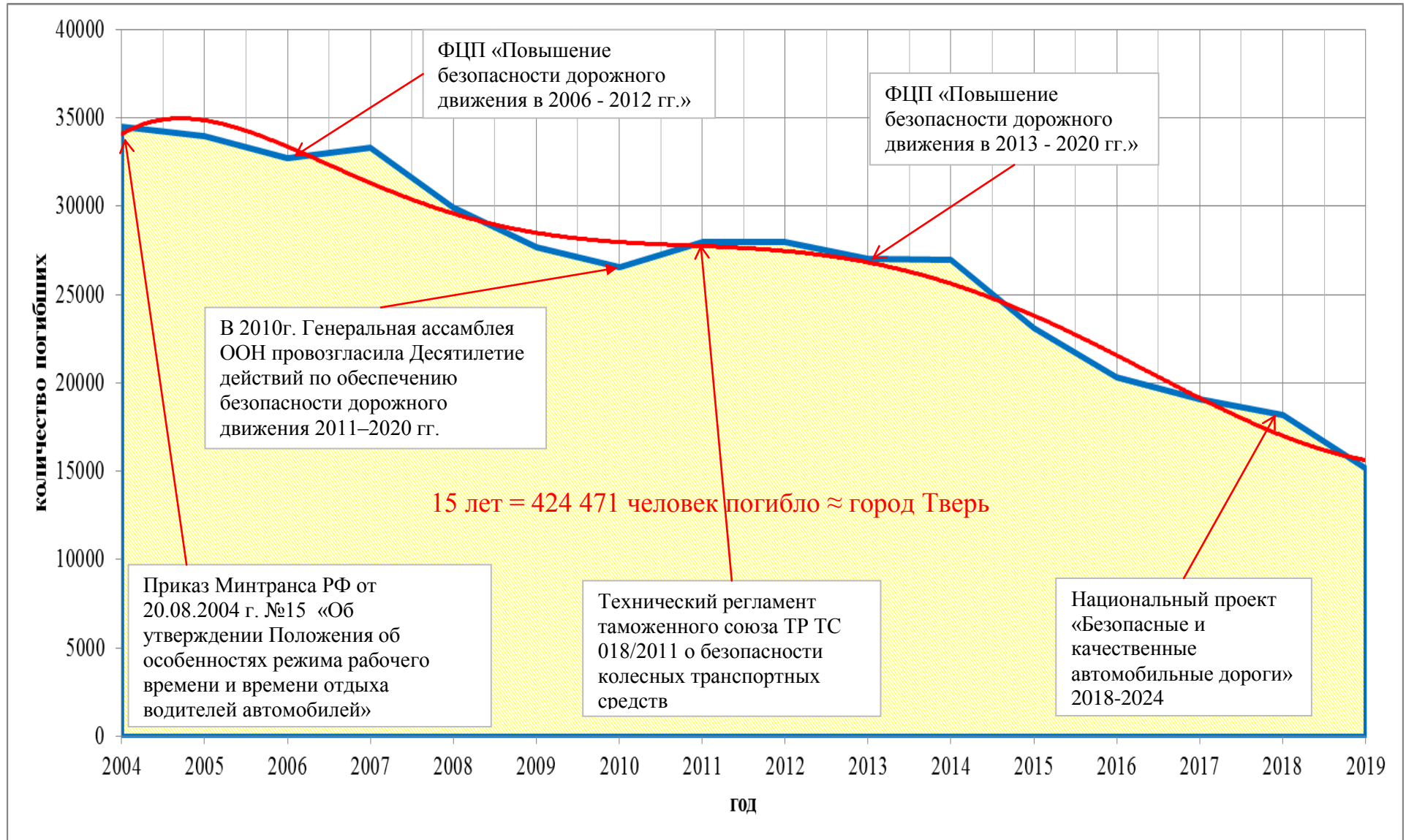


Рисунок 1.16 – Влияния мероприятий ФЦП на снижение смертности на дорогах РФ

## 1.2 Анализ аварийности и особенностей её возникновения на дорогах Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург является крупнейшим транспортным узлом России, через который осуществляются международные грузовые и пассажирские перевозки всеми видами транспорта. Это самый крупный транспортный узел северо-запада России и второй в стране после Москвы. В городе сходится ряд важных железнодорожных и автомобильных магистралей, имеются крупные морской и речной порты. Транспортную инфраструктуру города можно охарактеризовать как умеренно-загруженную, однако стабильную, так как городская инфраструктура в нынешнем виде развивается параллельно с ростом городского населения и автомобильной загруженности [38].

Результаты статистического анализа информации, содержащейся в Автоматизированной информационно-управляющей системе (АИУС) ГИБДД [39], свидетельствуют, что за 2014-2019гг. в Санкт-Петербурге было зарегистрировано 40813 ДТП с пострадавшими, в которых пострадало 48670 чел, погибло 1701 чел. Общая статистика ДТП за период 2014-2019гг. показана на рисунке 1.17.

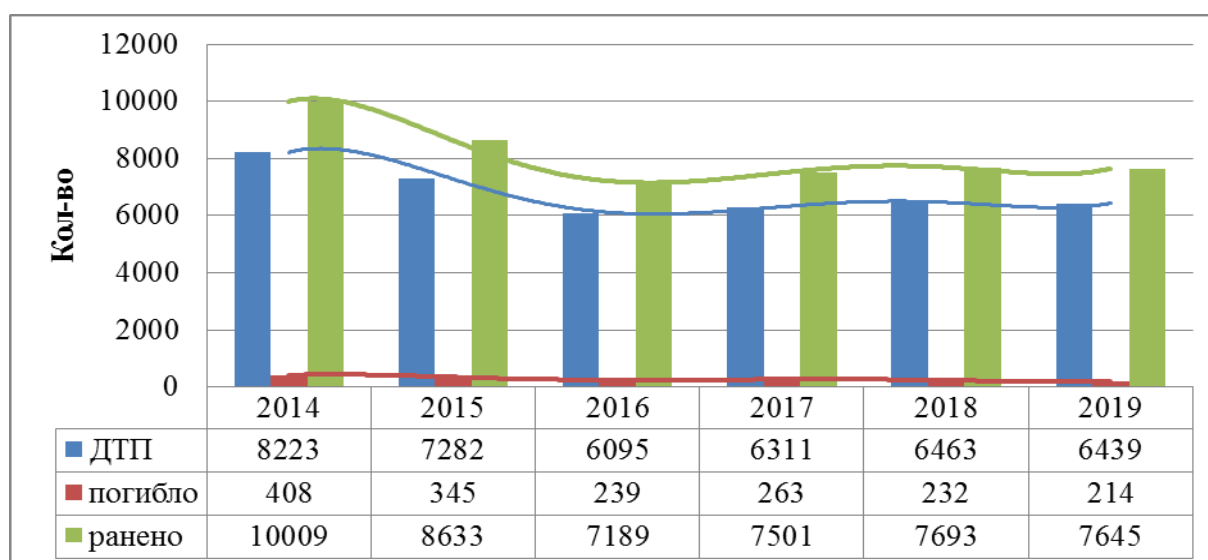


Рисунок 1.17 – ДТП в целом по СПб за период 2014-2019гг.

Анализ ДТП и распределение их по видам, показал, что как и на всей территории РФ, преобладающими видами ДТП являются: столкновение транспортных средств (40,9%), наезд на пешехода (37,1%), а также падение пассажира (6,1%), что связано с большим количеством общественного транспорта на территории города (таблица 1.3, рисунок 1.13). При этом необходимо отметить, что самым динамично-нарастающим видом ДТП является падение пассажира прирост в 2019г. по сравнению с 2014г на 51%. Это обусловлено развитием общественного транспорта в городе, что способствует пересадки людей с личного транспорта на общественный. Так же, динамично-нарастающим видом ДТП является наезд на велосипедиста - прирост в 2019г. по сравнению с 2014г. на 15%. Это связано с неудовлетворительным состоянием инфраструктуры для велосипедистов в г.СПб, а также с низкой культурой вождения данного вида транспорта.

Таблица 1.3 – Виды ДТП в г.Санкт-Петербурге за период 2014-2019гг.

№	виды ДТП	2014г.	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.	2019г.
1	столкновения	3645	2869	2455	2555	2581	2578
2	опрокидывание ТС	84	75	52	56	61	59
3	наезд на стоящее ТС	317	313	226	270	262	260
4	наезд на пешехода	3068	2865	2346	2317	2285	2279
5	наезд на препятствие	452	394	353	397	404	390
6	наезд на велосипедиста	273	290	239	235	317	313
7	наезд на гужевой транспорт	0	0	0	0	0	0
8	падение пассажира	328	408	341	420	502	496
9	наезд на животное	0	0	3	0	2	0
10	иные виды	56	68	80	61	49	64
<b>Итого</b>		<b>8223</b>	<b>7282</b>	<b>6095</b>	<b>6311</b>	<b>6463</b>	<b>6439</b>

Основной массив ДТП за пять лет на территории г.СПб, локализован с августа по октябрь, с максимумом в октябре (рисунок 1.19). При этом наибольшая тяжесть последствий, что является многолетней тенденцией как в РФ, так и в г.СПб, прослеживается в августе месяце (рисунок 1.20), а пиковое время ДТП является вечерний час-пик с 17:00-20:00 (рисунок 1.21).

Анализ состояния БДД по районам г.Санкт-Петербурга показал, что самыми небезопасными районными являются густонаселенные Приморский и Выборгский районы с большой протяжённостью автодорог (рисунок 1.22).

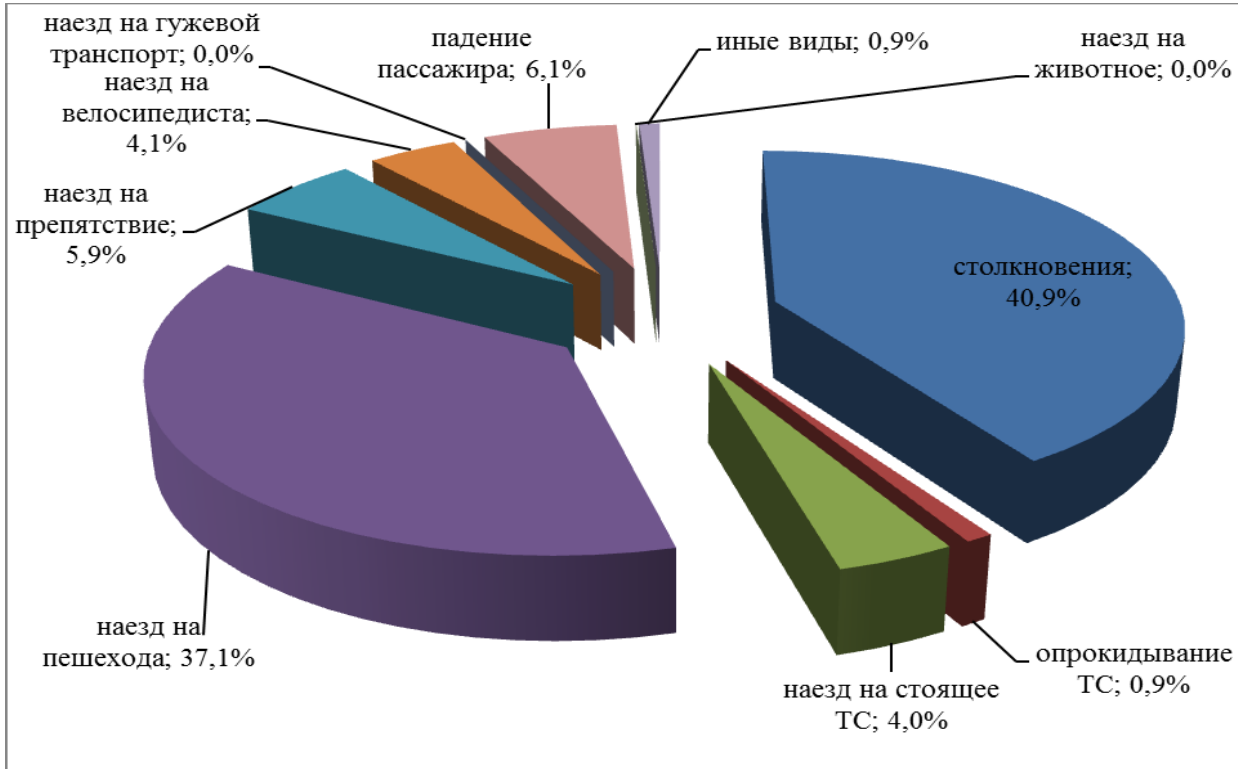


Рисунок 1.18 – Распределение количества ДТП по видам с 2014-2019гг.

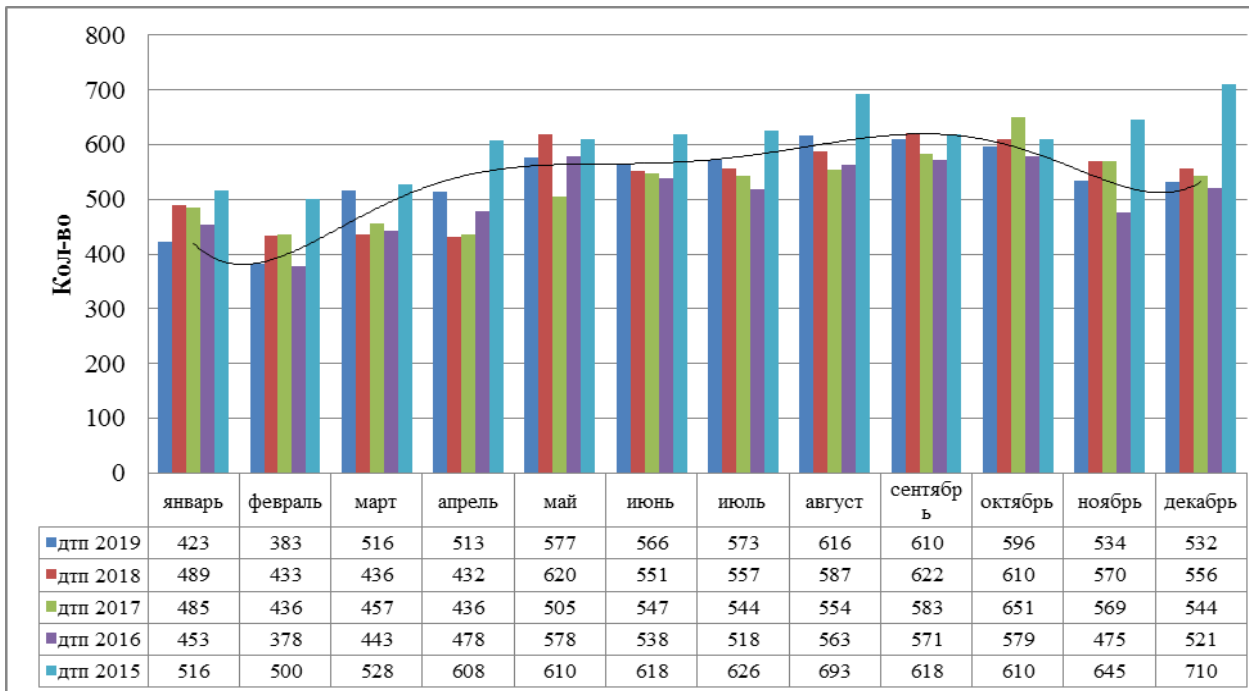


Рисунок 1.19 – Динамика распределения количества ДТП по месяцам в г.СПб с 2015-2019гг.

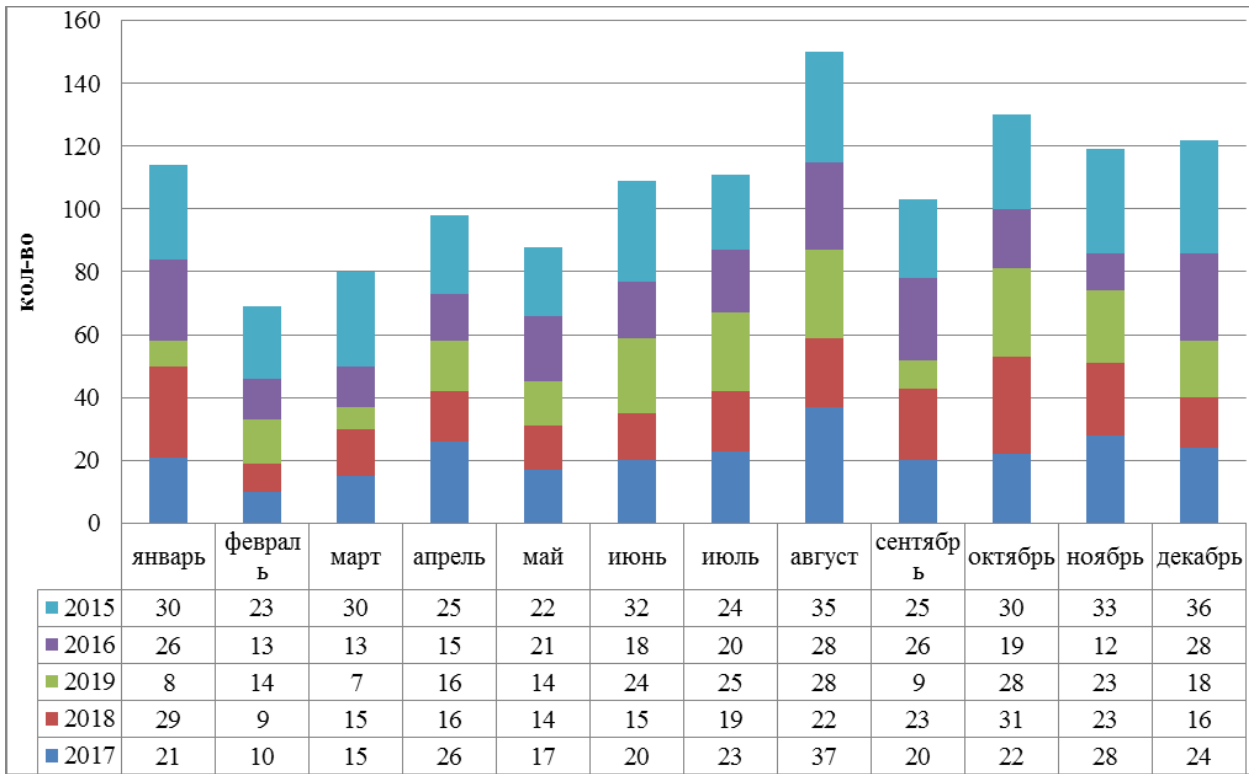


Рисунок 1.20 – Динамика изменения количества погибших в г.СПб по месяцам с 2015-2019гг.

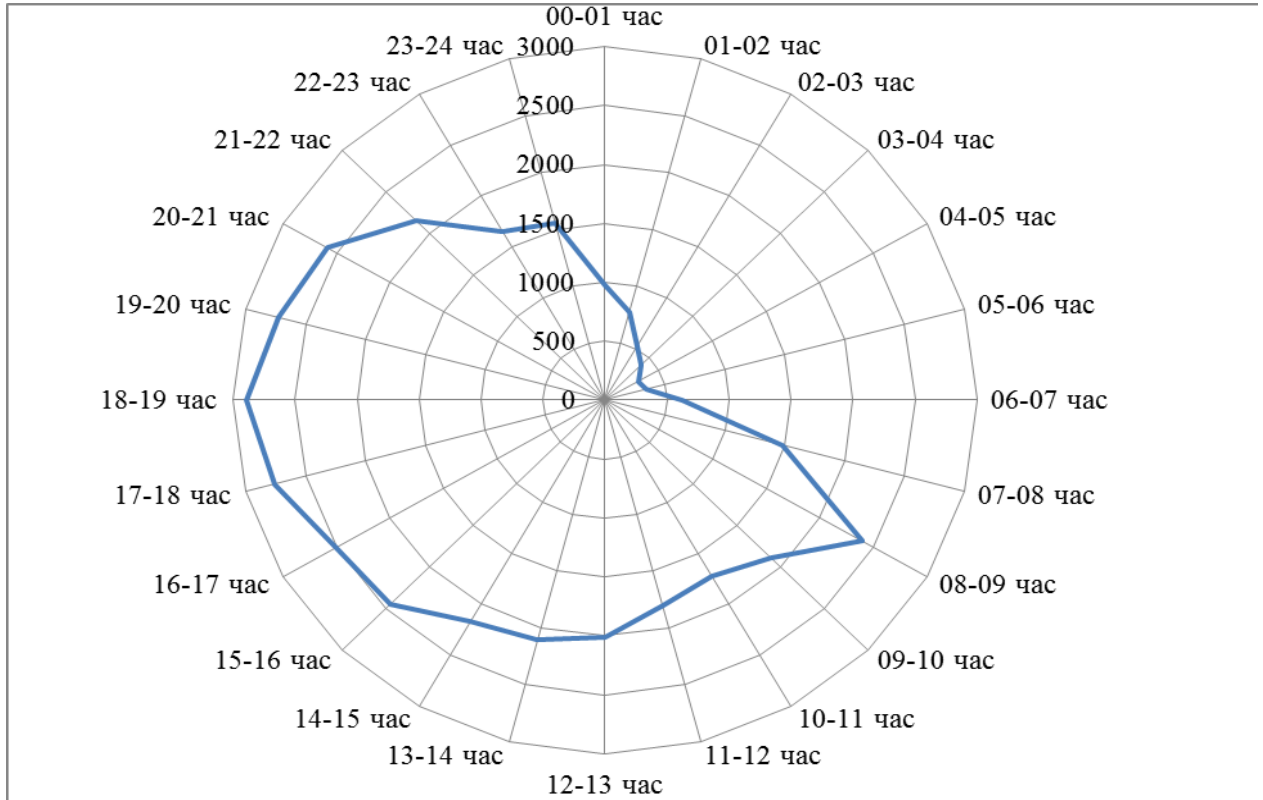


Рисунок. 1.21 – Распределение количества ДТП в г.СПб по времени суток с 2014-2019гг.



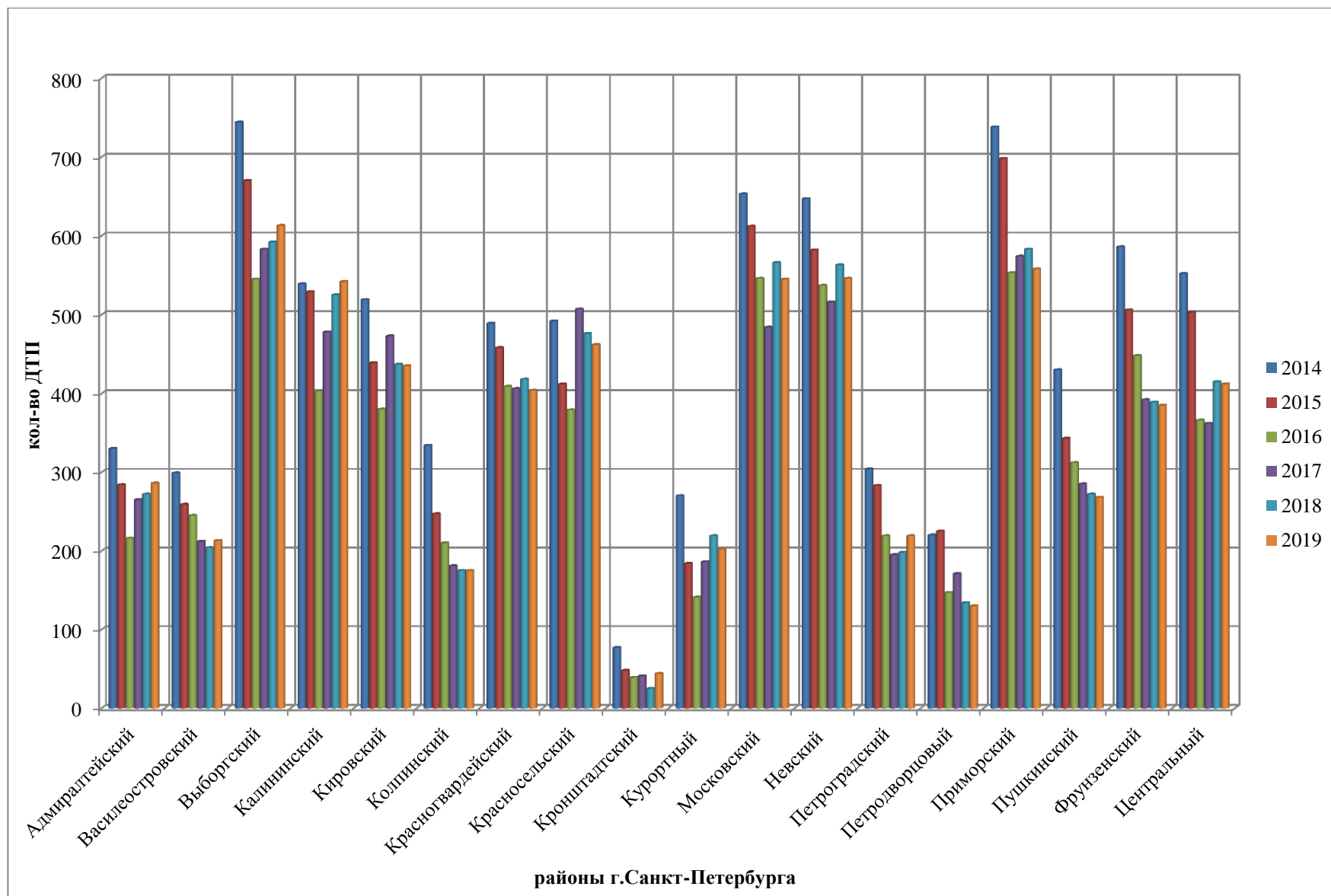


Рисунок 1.22 – Распределение количества ДТП по районам г.СПБ в 2014-2019гг.

На основании анализа массива данных по ДТП в районах г.СПб было получено для каждого района распределение ДТП по их видам ДТП, по видам дорог и по причинам возникновения (основным и сопутствующим).

На основе этих данных, путем топографического анализа были выявлены места концентрации ДТП для каждого из районов (таблица 1.4, рисунок 1.23, рисунок 1.24).

Таблица 1.4 – Число мест концентрации ДТП по районам

Наименование района	годы		
	2016	2017	2018
Адмиралтейский район (~161 911 чел.)	12	6	11
Василеостровский район (~208 713 чел.)	14	9	10
Выборгский район (~518 709 чел.)	28	29	19
Калининский район (~533 597 чел.)	17	12	3
Кировский район (~336 248 чел.)	16	12	9
Колпинский район (~191 847 чел.)	1	1	0
Красногвардейский район (~357 498 чел.)	28	22	17
Красносельский район (~397 609 чел.)	21	9	8
Кронштадтский район (~44 321 чел.)	2	0	0
Курортный район (~78 131 чел.)	5	1	0
Московский район (~354 525 чел.)	16	11	8
Невский район (~527 861 чел.)	39	21	20
Петроградский район (~131 356 чел.)	11	10	6
Петродворцовый район (~143 154 чел.)	4	2	1
Приморский район (~568 516 чел.)	13	12	10
Пушкинский район (~217 983 чел.)	10	7	12
Фрунзенский район (~394 972 чел.)	33	20	13
Центральный район (~216 939 чел.)	12	8	7

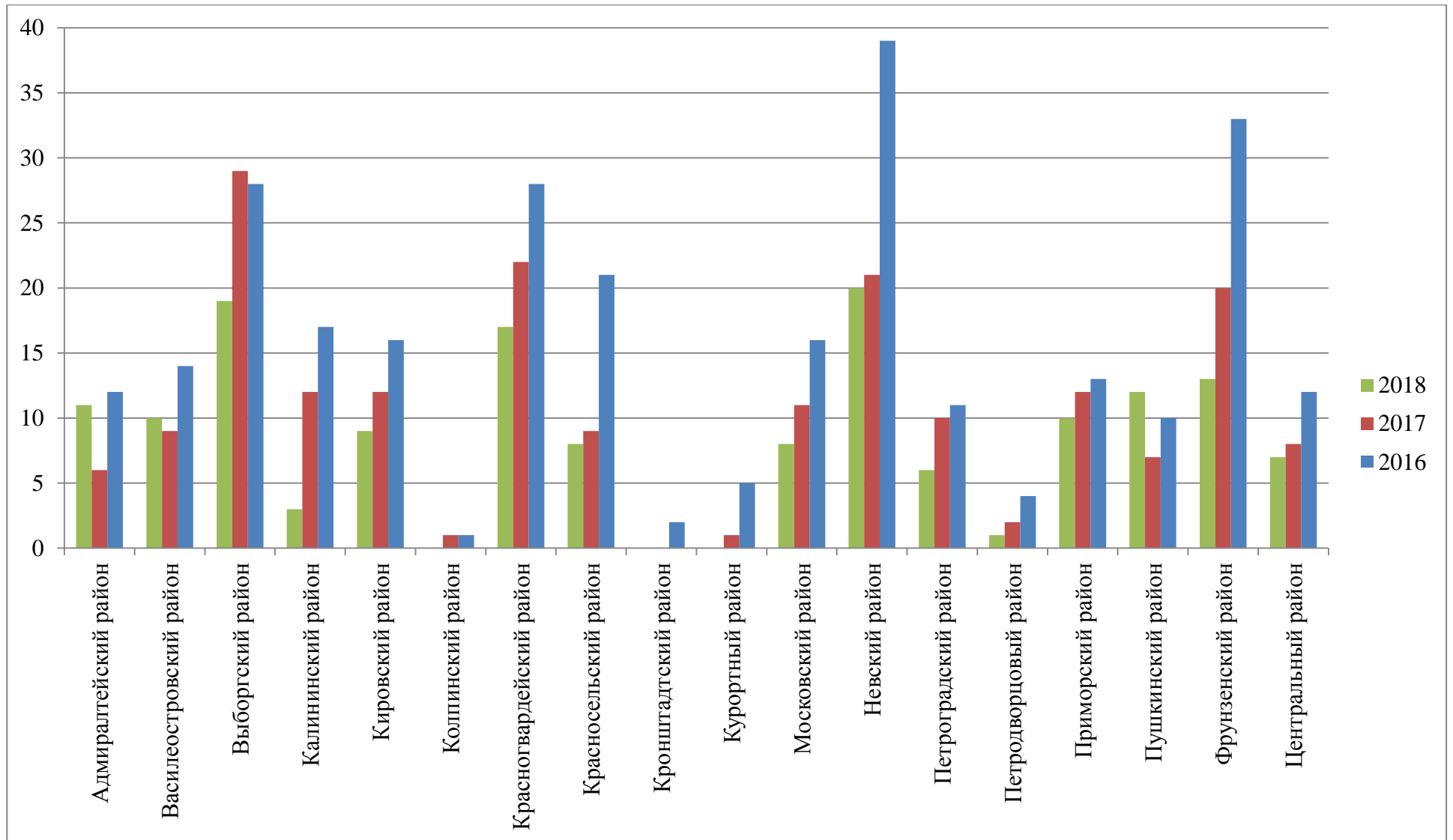


Рисунок 1.23 – Динамика изменения числа мест концентрации за 3 года

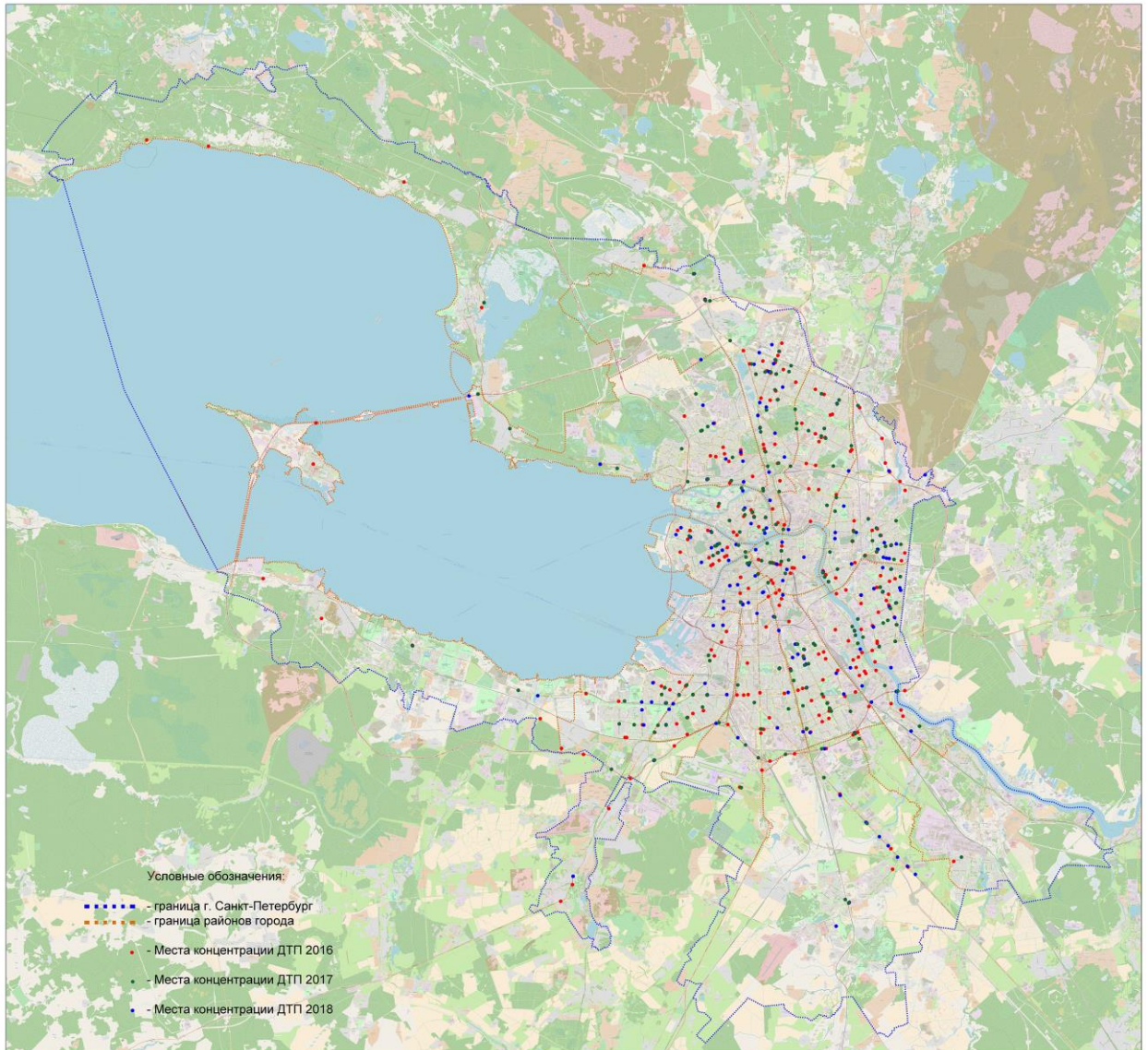


Рисунок 1.24 – План-карта районов города с местами концентрации ДТП за 2016-2018гг.

### 1.3 Анализ аварийности и особенности её возникновения на дорогах Ленинградской области

Ленинградская область имеет развитую сеть автомобильных дорог общего пользования, протяженность которой составляет 18 736,7 км, в том числе 1 496,8 км (8%) приходится на автомобильные дороги федерального значения, 9 771,9 км (52%) - на автомобильные дороги регионального и межмуниципального значения и 7 468 км (40%) - на автомобильные дороги местного значения. По показателям

протяженности автомобильных дорог общего пользования Ленинградская область занимает 2 место в Северо-Западном федеральном округе, а по плотности дорожной сети на 1000 кв. км – 4 место [40].

Существующая сеть автомобильных дорог ЛО по своему начертанию представляет радиально-кольцевую систему с центром в г.СПб. По территории области проходит восемь дорог федерального значения и 189 автодорог регионального значения, которые образуют основу дорожной сети области. Радиальные направления дорог соединяются Кольцевой автомобильной дорогой вокруг г.СПб, а также хордовыми дорогами, находящимися на различном удалении от г.СПб. Такое начертание сети автодорог определяет ее более высокую плотность в пригородной зоне г.СПб по сравнению с периферийными районами ЛО.

В настоящее время уровень развития автомобильных дорог, в отличие от г.СПб, не соответствует интенсивности социально-экономического развития ЛО. Высокие темпы роста спроса на автомобильные перевозки и увеличения численности АТС не сопровождаются соответствующими темпами развития дорожной сети, что привело к попаданию региона в первую десятку негативного рейтинга регионов РФ по аварийности.

Динамика изменения ДТП за период 2015-2019гг. [18, 41] на территории ЛО оставалась относительно стабильной, из года в год меняющейся то в лучшую, то в худшую сторону (рисунок 1.25).

Основной массив ДТП за последние 5 лет на территории ЛО локализован с июня по сентябрь (рисунок 1.26), с максимумом в августе. Это связано с летним «дачным» периодом времени, когда из города- миллионика (г. СПб численность населения 5,4 миллиона человек) транспортный поток движется в ЛО и обратно. При этом в этот период каждый месяц на дорогах погибают свыше 44 человек, а пиковым временем ДТП является вечерний час-пик с 17:00-20:00 (рисунок 1.27).

Анализ распределения ДТП по видам на областных/региональных дорогах в ЛО (рисунок 1.28) свидетельствует о том, что наиболее распространенными видами являются столкновение транспортных средств (42,8%), наезд на пешехода (24,2%) и наезд на препятствие (9,1%). При этом значительной прирост имеет та-

кой вид ДТП, как наезд на препятствие, который связан в большинстве своем с неправильной остановкой транспортных средств на дороге на региональных и федеральных дорогах.

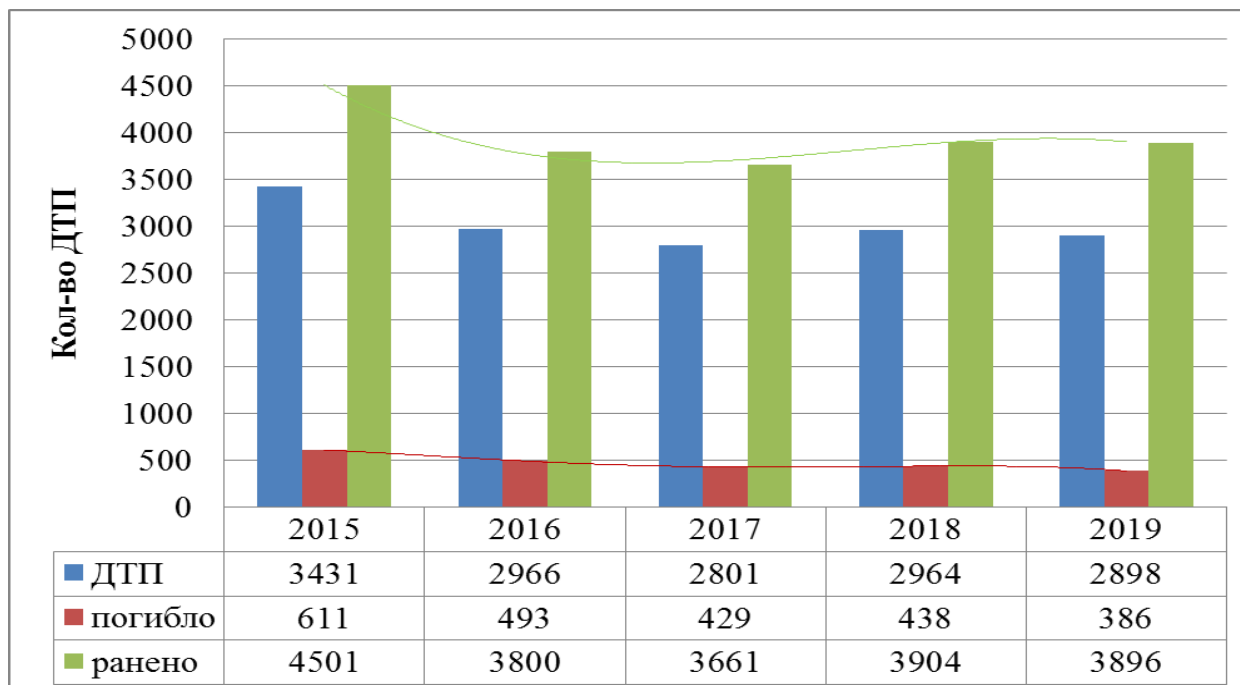


Рисунок 1.25 – Динамика изменения числа ДТП в Ленинградской области за период 2015-2019гг.

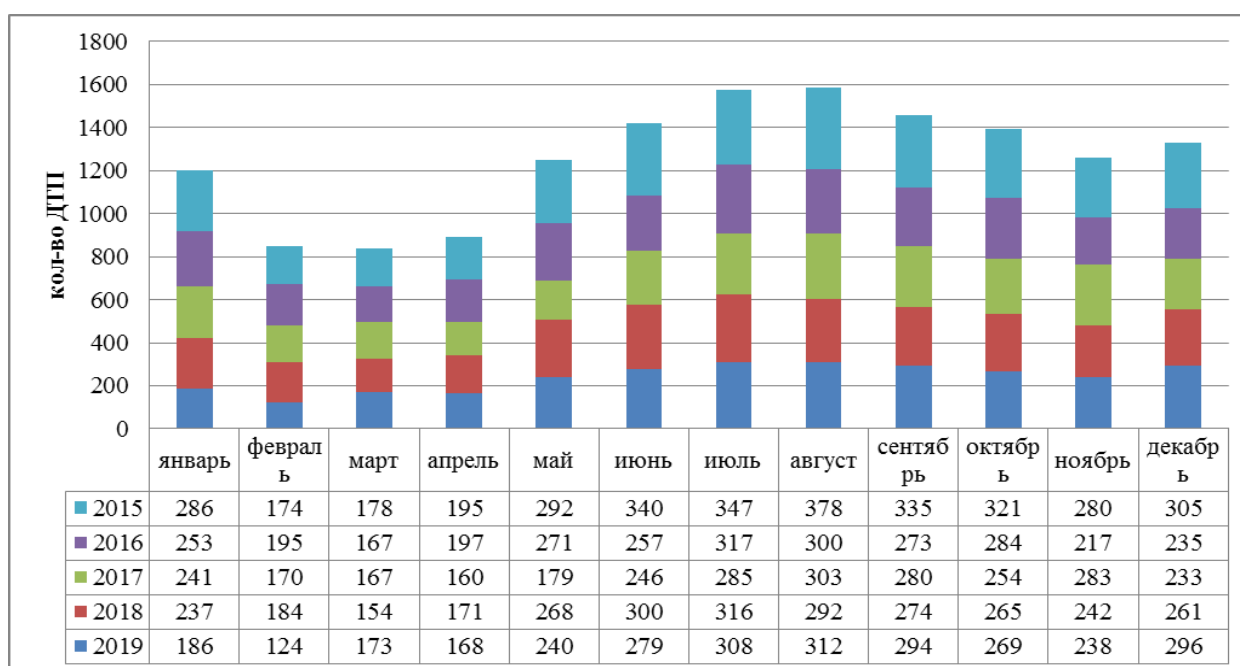


Рисунок 1.26 – Динамика изменения общего числа ДТП в ЛО по месяцам с 2015-2019гг.

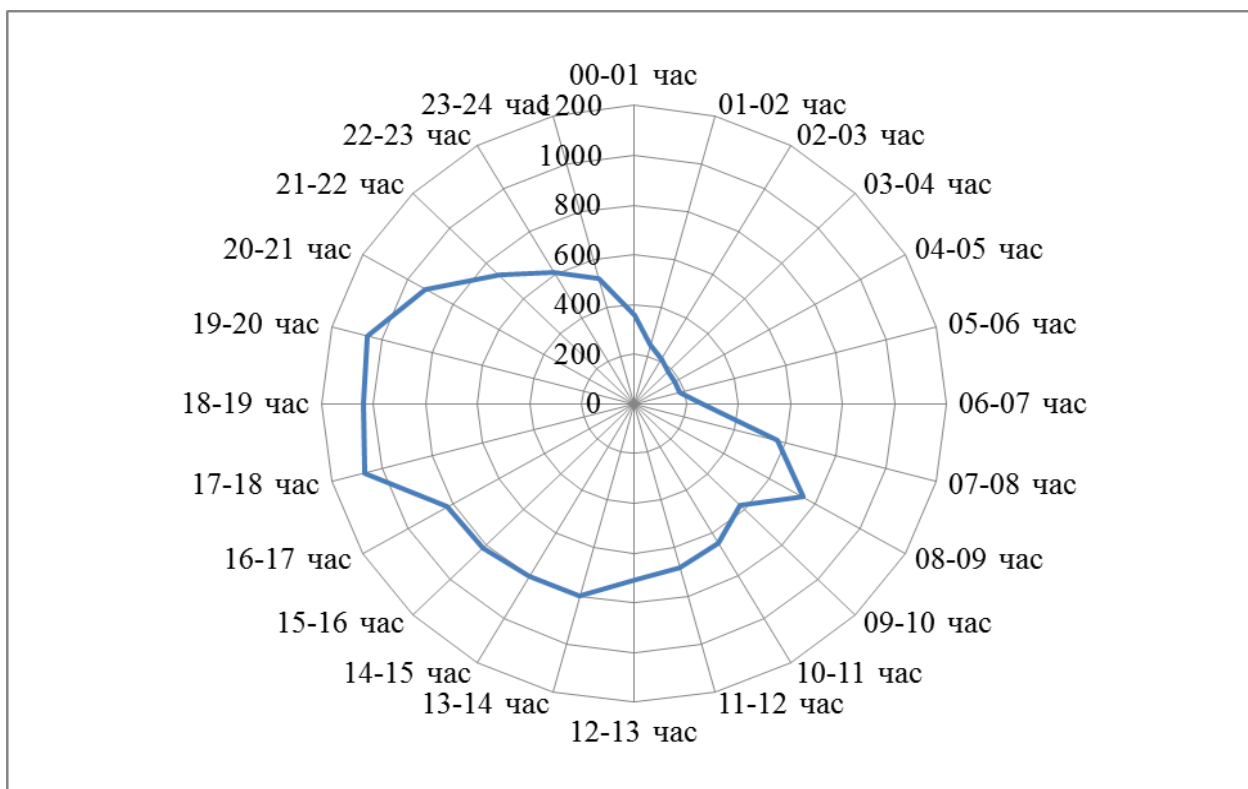


Рисунок. 1.27 – Распределение количества ДТП в ЛО по времени суток с 2015-2019гг.

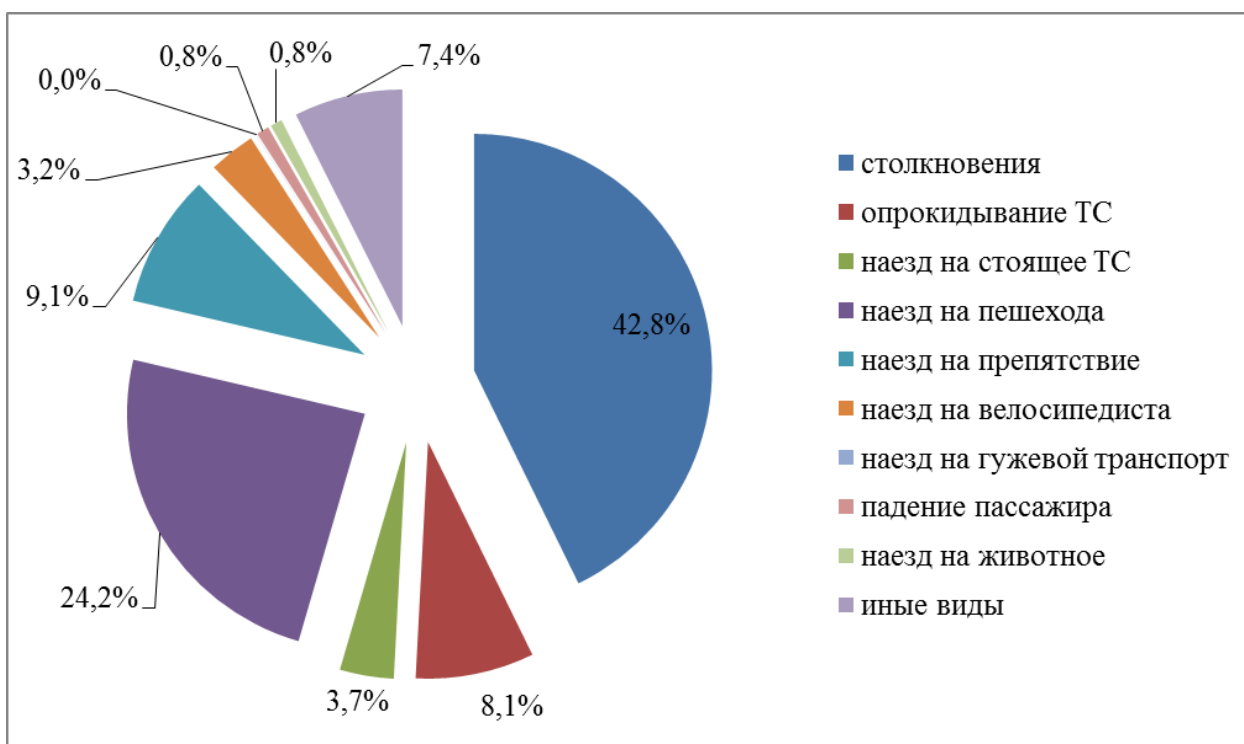


Рисунок 1.28 – Распределение количества ДТП в ЛО по видам с 2015-2019гг.

Самая неблагоприятная ситуация в сфере ОБДД среди районов ЛО имеет место во Всеволожском районе, который является крупнейшим по населению му-

ниципальным районом России. Быстрый приток населения происходит из-за активной массовой застройки населённых пунктов района, прилегающих к границе Санкт-Петербурга. При этом слабое развитие или даже полное отсутствие дорожной инфраструктуры создаёт высокий уровень предпосылок к возникновению ДТП.

В таблице 1.5 и на рисунке 1.29 показана динамика изменения дорожно-транспортных происшествий в районах ЛО в период 2015-2019гг.

Таблица 1.5 – Динамика изменения количества ДТП в районах ЛО

№	Районы ЛО	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.	2019г.
1	Бокситогорский район (~49 256 чел.)	96	85	68	78	54
2	Волосовский район (~51 668 чел.)	106	91	80	91	98
3	Волховский район (~89 070 чел.)	200	166	138	129	135
4	Всеволожский район (~398 896 чел.)	625	567	538	625	634
5	Выборгский район (~19 9571 чел.)	339	312	313	352	312
6	Гатчинский район (~24 3156 чел.)	415	299	315	323	304
7	Кингисеппский район (~76 182 чел.)	163	98	97	101	114
8	Киришский район (~62 069чел.)	115	101	85	107	107
9	Кировский район (~10 5936чел.)	180	153	133	158	156
10	Лодейнопольский район (~28 530чел.)	36	48	24	37	52
11	Ломоносовский район (~73 475чел.)	339	278	264	248	264
12	Лужский район (~72 035чел.)	195	159	140	140	127
13	Подпорожский район(~28 263чел.)	31	34	31	36	18
14	Приозерский район (~61 028чел.)	139	127	150	126	103
15	Сланцевский район (~42 494чел.)	31	24	22	24	24
16	Тосненский район (~128 327чел.)	257	225	218	197	215
17	Тихвинский район (~69 567чел.)	86	86	82	92	100
18	Сосновоборский городской округ (~68 344чел.)	78	113	103	100	81
Итого		3431	2966	2801	2964	2898

Таким образом, анализ статистических материалов по г.СПб и ЛО свидетельствует о достаточно стабильной положительной динамике в ОБДД. Характерные тенденции в её развитии в целом совпадают с общефедеральными тенден-



циями. Имеющиеся особенности обусловлены спецификой положения г.СПб и ЛО, как субъектов единого мегаполиса с сильно разнящейся плотностью дорожной сети от его центра к периферии

В целом достигнутые результаты выполнения ФЦП в сферах ОБДД и дорожного строительства можно считать положительными, однако получены они были за счет ликвидации явных недоработок в функционировании системы ОБДД. Для дальнейшего обеспечения положительной динамики необходимо более глубокое изучение причин возникновения ДТП, в том числе на основе анализа предпосылок к ним, выявленных в ходе их расследования и реконструкции.

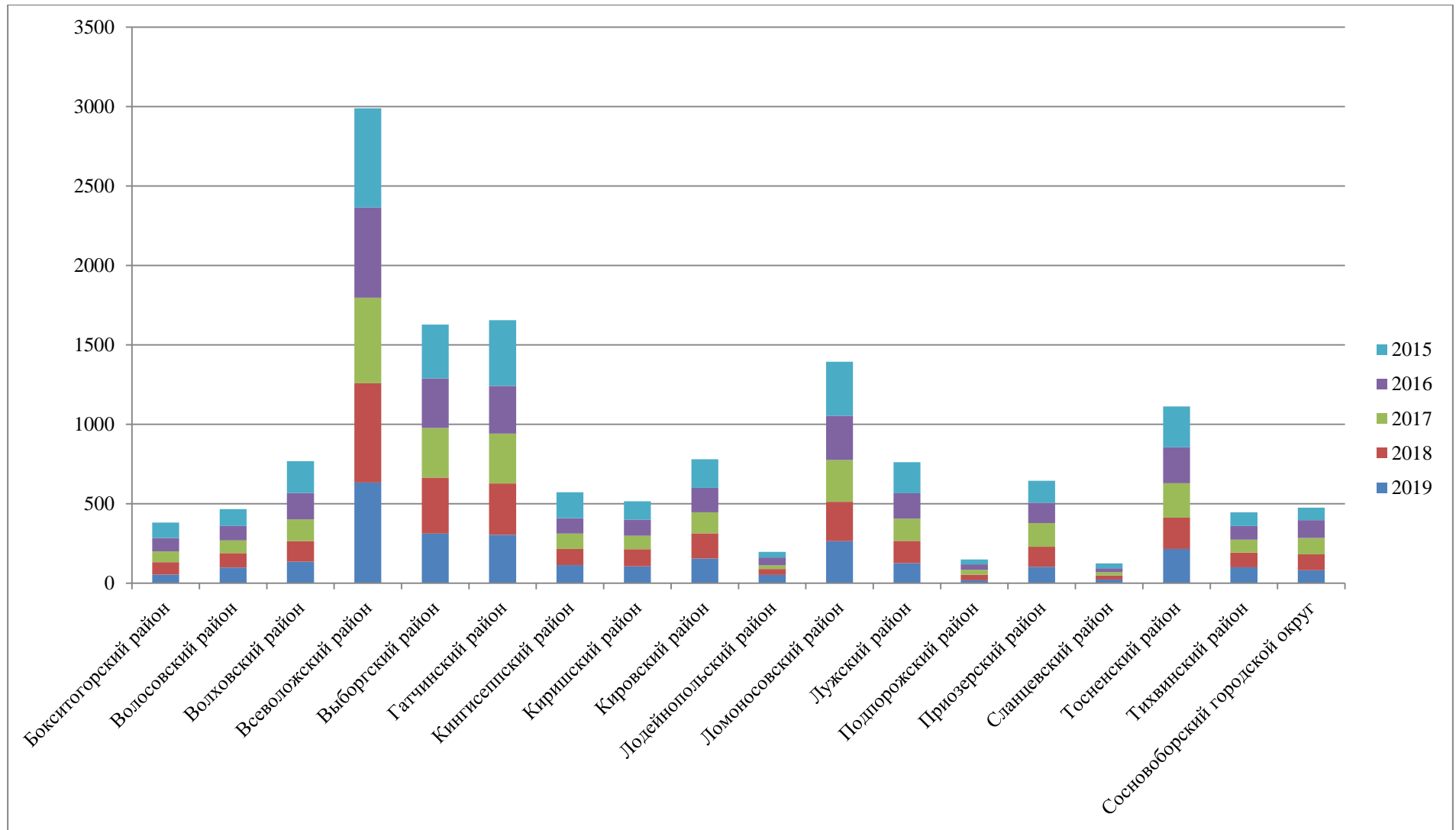


Рисунок 1.29 – Изменение количества ДТП в ЛО за 2015-2019гг.

## 1.4 Результаты статистического анализа дорожно-транспортных происшествий в РФ

Проведенный анализ состояния и динамики аварийности на дорогах РФ свидетельствует о сохранении традиционных и появлении новых проблемных составляющих в сфере причин возникновения ДТП. В частности, на общем фоне сокращения аварийности выявлены отдельные виды ДТП, число которых возрастает. Их, детальный анализ и учет в дальнейшем позволит повысить эффективность проведения мероприятий в области ОБДД.

Анализ ситуации с БДД за период 2013-2019 годы показал:

- в 31 регионе Российской Федерации произошел рост одного и более основных показателей аварийности количества ДТП, числа раненных и числа погибших. В 8 субъектах Российской Федерации по сравнению с предыдущими годами увеличилось одновременно количество ДТП, число погибших и раненных. Это оказало негативное влияние на динамику процесса ОБДД в стране;
- основной массив ДТП по всей РФ локализован с июля по октябрь, с максимумом в августе;
- максимальное количество ДТП и число пострадавших в них людей регистрируется в субботу. Данный день недели характеризуется также самыми высокими значениями показателя тяжести последствий ДТП;
- на протяжении календарного года наиболее аварийно-опасным временем суток являлся период с 17:00 до 20:00 часов, тяжесть последствий ДТП в темное время суток почти в два раза выше аналогичного показателя в светлое время суток;
- рост всех трех основных показателей аварийности имеет место в ДТП, произошедших в результате нарушения ПДД водителями возрастной группы от 14 до 18 и от 30 до 40 лет, а также водителями возрастной группы от 60 и старше;

- основное количество ДТП по вине водителей ТС произошло из-за несоблюдения очередности проезда перекрестков и нарушения правил проезда пешеходных переходов. Наиболее тяжкие последствия влекут ДТП, связанные с выездом на полосу встречного движения;
- наезд на пешехода и столкновение ТС уверено занимает лидирующее место среди всех видов ДТП;
- самыми динамично-нарастающими видами ДТП в РФ являются падение пассажира на транспорте и наезд на велосипедиста.

Результаты многоуровневого анализа по всем видам, причинам и условиям возникновения ДТП за прошедший период закладываются в основу мероприятий по ОБДД в будущих временных периодах (метод экстраполяции). Достаточный уровень надежности прогнозирования БДД с использованием этого метода обеспечивается при наличии высокого уровня достоверности статистических данных, которые формируются в свою очередь на основании результатов расследования и экспертиз ДТП.

Поэтому задачи обоснованного назначения следователем всех видов экспертиз по конкретному ДТП, повышения достоверности этих экспертиз, обеспечения экспертов актуализированными исходными данными для их проведения представляются актуальными, способствующими решению крупной социально-экономической проблемы – повышения БДД в РФ, сохранения жизни её граждан и снижению экономического ущерба от ДТП.

### **1.5 Управление скоростными режимами движения – резерв повышения БДД**

Согласно данным НЦ БДД МВД России основными причинами аварийности на дорогах являются: выезд на полосу встречного движения 14,8%, несоответствие скорости конкретным условиям движения или ее превышение 9,9% и нарушение правил расположения ТС на проезжей части 9,6% [26].

Сегодня, в условиях непрерывного насыщения мирового парка АТС высокоскоростными автомобилями, неизбежно возникает вопрос о введении разумных

скоростных ограничений на автодорогах и городских улицах. Установление таких ограничений невозможно без анализа факторов, определяющих эффективность функционирования системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС) по предупреждению ДТП и ОБДД. Основными из этих факторов являются: человеческий фактор; технический фактор; дорожный фактор и фактор дорожной среды. Каждый из факторов определяется рядом показателей, имеющих вполне определенные количественные или качественные рамки (рисунок 1.30). Ниже приведен анализ влияния основных показателей перечисленных факторов на формирование предпосылок к ДТП по причине неправильного выбора скорости.

В основе оценки воздействия *человеческого фактора* на регламентирование скорости движения лежат исследования психофизиологических возможностей организма, влияния психологического типа личности и уровня подготовки водителя на его поведение на дороге [42,43,44,45].

Главным физиологическим ограничением при этом является физическая возможность человеческого организма по восприятию импульса энергии от столкновения без летального исхода и особо тяжёлых травм. Анализ данных, приведенных в работах [46,47,48,49,50], показывает, что скоростные ограничения, действующие в РФ и в некоторых странах за рубежом для городских дорожных сетей, с учётом применения успокоителей движения в зонах пешеходных переходов, в основном соответствуют максимальным скоростям, рассчитанным с позиции порогового значения появления при ДТП риска смертельных травм для водителя, пассажиров ТС (таблица 1.6) и пешеходов (рисунок 1.31).

Таблица 1.6 – Скоростные ограничения по тяжести последствий ДТП

Вид столкновения	Элементы конструктивной безопасности АТС	Порог риска смертельных травм
Фронтальный удар	Ремни и подушки безопасности, энергопоглощающие элементы в конструкции, капсулирование обитаемого объёма	70км/ч
Боковой удар		50км/ч
Наезд на пешехода	-	30км/ч

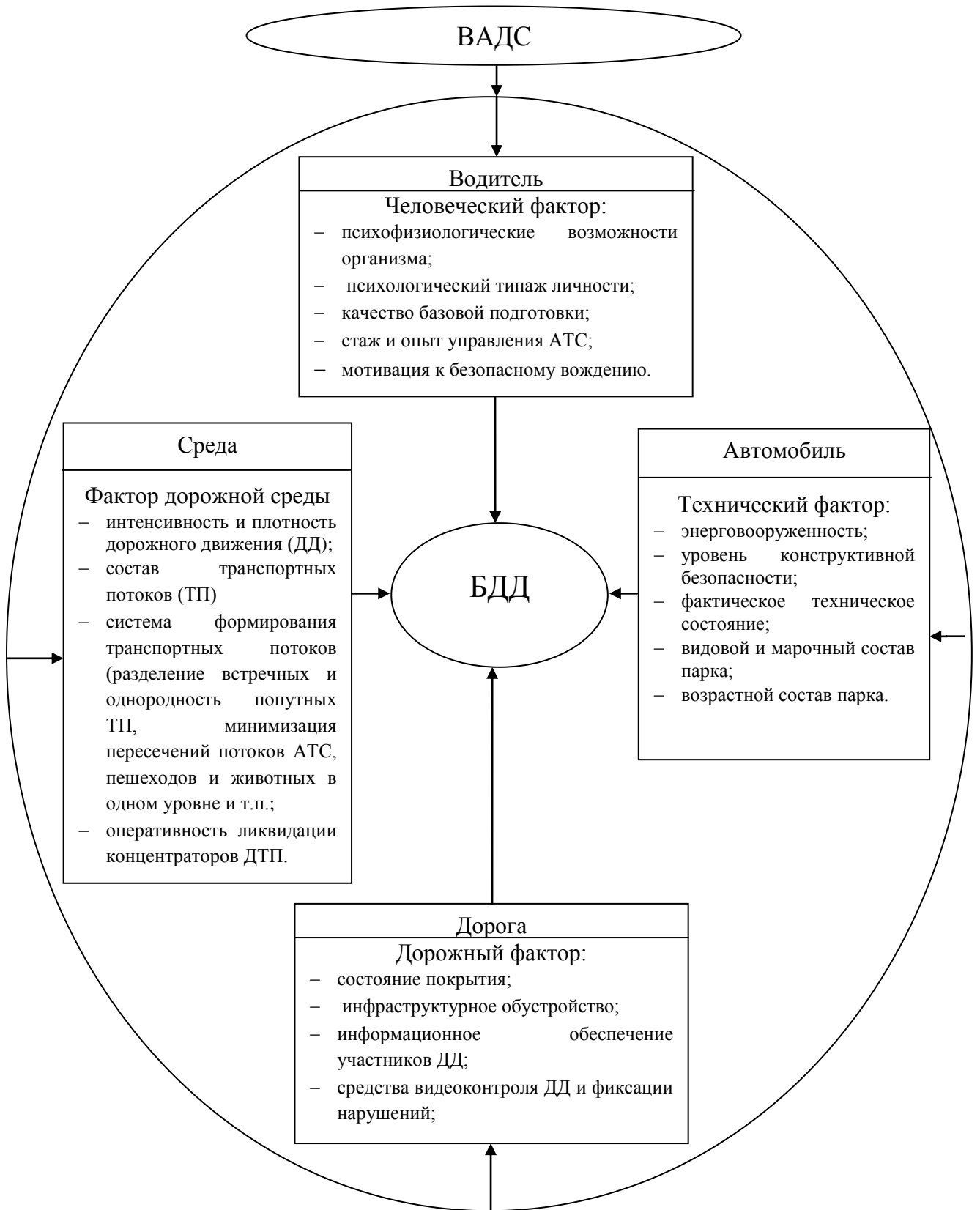


Рисунок 1.30 – Система ВАДС в применении к обеспечению БДД на основе регулирования скоростных режимов движения

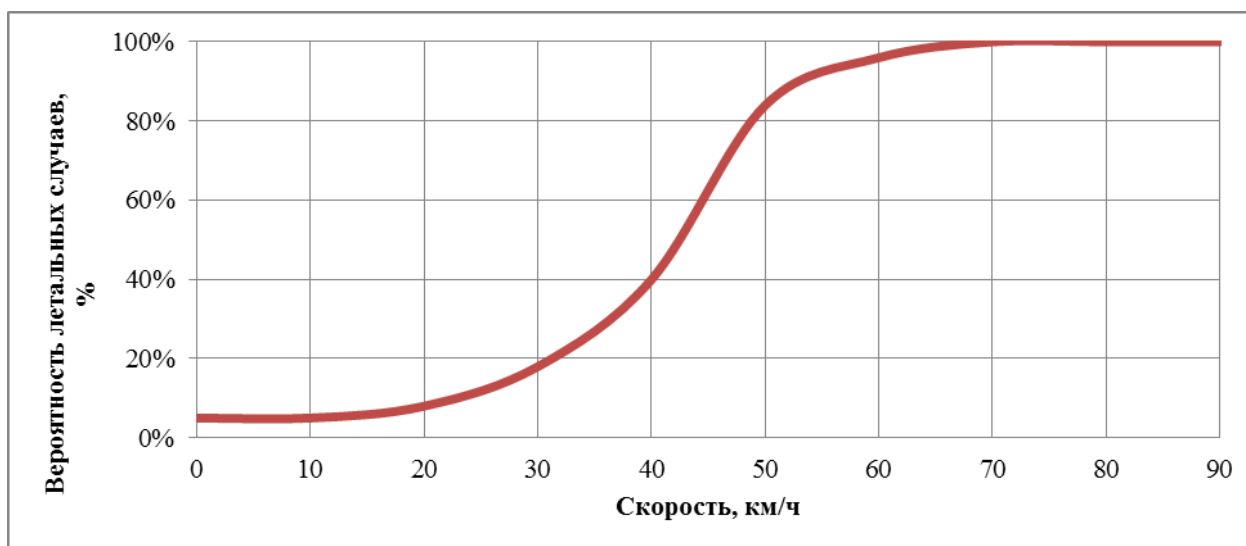


Рисунок 1.31 – Влияние скорости на вероятность получения смертельных травм при наезде транспортного средства на пешехода

При регламентировании скорости на загородных автодорогах необходимо учесть, что скоростные ограничения в 90 км/ч практически не оставляет шансов для выживания участникам ДТП при столкновении без торможения (например, боковой удар в неожиданно появившийся с примыкающей дороги автомобиль). Кроме того, снижение скорости к моменту удара при ДТП занимает определенное время и значительная часть кинетической энергии ТС может в момент столкновения оказаться не погашенной тормозными механизмами.

Вероятность возникновения подобной ситуации на повышенных скоростях возрастает вследствие увеличения пути, проходимого ТС за время реакции водителя при одновременном увеличении длины тормозного пути. На рисунке 1.32 представлены пути, проходимые ТС при экстренном торможении с различными начальными скоростями при допущении о времени реакции водителя 1с.

Приведенные результаты расчетов свидетельствуют о том, что полное погашение кинетической энергии автомобиля, двигающегося в автомобильном потоке умеренной плотности со скоростью более 80км/ч, даже при минимальном времени реакции водителя является проблематичным, не говоря уже о ситуациях,

когда это время может возрастать в силу психологического состояния и возраста водителя до 3-х секунд.

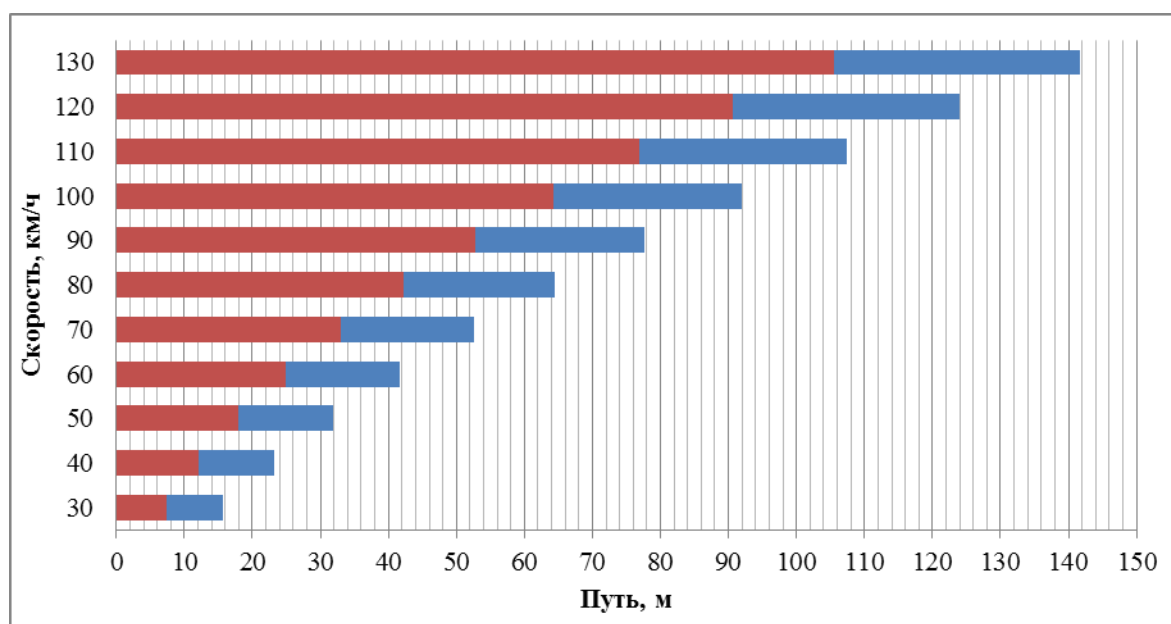


Рисунок 1.32 – Тормозные и остановочные пути при экстренном торможении

Важным психологическим показателем является способность водителя правильно оценивать скорость движения и временные интервалы. Исследования [51,52,53] показали, что в общем транспортном потоке не менее 15% водителей ведут автомобили со скоростью, превышающей скорость транспортного потока, а до 40% - допускают ошибки в сторону занижения скорости своего автомобиля. Известно [54,55,56,57], что наиболее безопасной является скорость, равная скорости транспортного потока. При отклонении скорости движения ТС в потоке от скорости потока на 30км/ч в большую или меньшую сторону вероятность возникновения ДТП возрастает в 10 раз. Реальные же отличия в скоростях движения, например на автомагистралях, в виду различных технических возможностей ТС могут достигать 60км/ч, а это еще более многократно увеличивает вероятность ДТП.

Рассматривая влияние психологического аспекта на БДД необходимо отметить, что в реальных дорожных ситуациях зачастую возникают моменты, провоцирующие даже дисциплинированных водителей на незначительное превышение



скорости. Вопреки бытующему мнению о малозначимом влиянии незначительного превышения скорости на БДД, исследования показывают, что превышение скоростного ограничения в городской черте на 5км/ч, а на загородной дороге на 10км/ч повышает риск возникновения ДТП в 2 раза.

Основными показателями влияния на БДД *технического фактора* с позиции скорости являются энерговооруженность и степень конструктивного совершенства ТС, их фактическое техническое состояние, а также состав и возрастная структура парка. Современный мировой автомобильный парк характеризуется значительной неоднородностью конструктивного совершенства и технического состояния автомобилей. Статистический анализ показывает, что по уровню энерговооруженности уже с 2006г. автомобильный парк Европы практически на 100% пополняется автомобилями, способными двигаться со скоростями 150км/ч и более (рисунок 1.33).

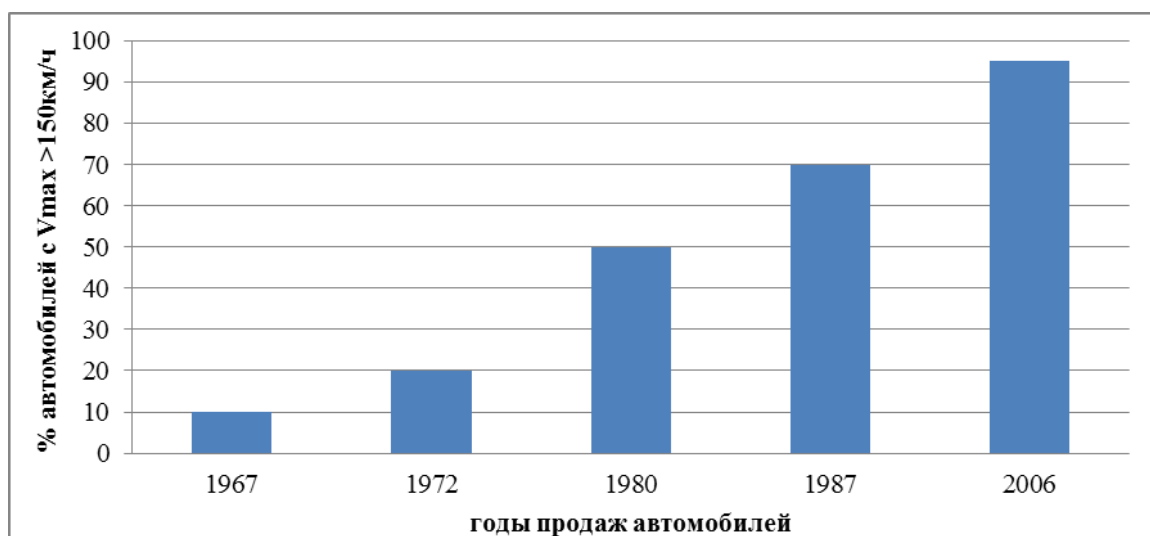


Рисунок 1.33 – Динамика насыщения европейского парка высокоэнерговооруженными ТС

При этом по данным Европейского совета по безопасности транспорта гипотетическое одномоментное обновление в такой ситуации всего ныне эксплуатируемого парка ТС до уровня самого безопасного в своём классе автомобиля способно снизить смертность на дорогах Европы на 40...50%. Приведенные циф-

ры наводят на мысль о том, что существенный рост потенциальной опасности современного парка автомобилей за счет насыщения его высокоскоростными образцами усугубляется наличием в нём значительной доли возрастных машин (до 40...50%), не в полной мере отвечающих современными требованиями по их конструктивной безопасности.

Анализ возрастного состава российского автомобильного парка показывает, что обозначенное выше соотношение автомобилей с различными уровнями конструктивной безопасности имеют место и в нём, причём в ещё более ярко выраженной форме. В таблице 1.7 представлен возрастной состав современного парка АТС в России [17,58].

Таблица 1.7 – Возрастной состав парка АТС России

Вид АТС	Количество, млн. ед.	до 1 года, %	до 6 лет, %	до 10 лет, %	более 20 лет, %
легковые и легкие коммерческие автомобили	40,11	5,6	27,9	48,6	-
автобусы	0,39	3,1	15,7	29,9	48,2
грузовые автомобили	3,75	2,5	12,3	22,2	51,2
Всего	44,25				

Учитывая, что начало интенсивного оснащения АТС современными системами конструктивной безопасности пришлось на 1990-е годы и ориентируясь на представленную возрастную структуру автомобильного парка можно предположить, что современным требованиям по конструктивной безопасности в нем отвечает не более 50% легковых автомобилей, 30% автобусов и 22% грузовиков. А это означает, что по дорогам России сегодня может передвигаться в общей сложности до 24 млн.единиц АТС, не в полной мере соответствующих современным требованиям безопасности конструкции.

Влияние *факторов дороги и дорожной среды* на выбор безопасной скорости определяется состоянием дорожного покрытия, качеством инфраструктурного обустройства УДС, уровнем совершенства управления дорожным движением.

Последнее в значительной мере способствует созданию благоприятной дорожной среды: формированию однородных транспортных потоков по полосам движения, нормированию их безопасного скоростного режима, рациональному использованию реверсивных полос, бесконфликтному светофорному регулированию на перекрестках и т.п. К сожалению, все перечисленные показатели факторов дороги и дорожной среды в российской действительности оставляют желать лучшего. Такая дорожная ситуация в совокупности с автомобильным парком, в значительной мере не соответствующим требованиям обеспечения конструктивной безопасности машин, генерирует предрасположенность дорожно-транспортной системы РФ к ДТП.

Всемирная организация здравоохранения отмечает важнейшую роль для обеспечения БДД в подобных ситуациях управления скоростью. Цель управления – определить уровень скорости, необходимый для безопасного использования улицы или дороги и принять меры для достижения этой цели.

Важнейшим элементом управления скоростью по взглядам ВОЗ является обоснованный выбор ограничения скорости, понятный и разъясненный населению. При этом необходим контроль скоростного режима и применение неотвратимых санкций к нарушителям. По анализу ВОЗ неисполнение последнего условия нигде в мире не дает хороших результатов по управлению скоростью [47].

### **1.6 Методы оценки скорости движения ТС**

Одной из важнейших задач обеспечения неотвратимости наказания за превышение скорости является повышение качества моделирования ДТП, и в частности, его математического описания. От корректности математического описания зависит точность расчетного определения параметров скорости ТС на всех исследуемых стадиях ДТП и установления виновности его участников.

При этом ключевым параметром, определяющим всю последующую динамику развития ДТП, является скорость ТС перед ДТП. Разработке методов определения скоростей ТС, предшествующих ДТП, посвящены исследования многих российских и зарубежных учёных. Наиболее известные из них, заложившие мето-

дологические основы расчёта скоростных параметров при ДТП, являются Бекасов В.А. [59,67], Боровский Б.Е. [55], Грановский Г.Л. [60,61], Жуков А.И. [62], Зотов Б.Л. [59], Иларионов В.А. [63,64], Кристи Н.М. [65-67]. За рубежом этими вопросами активно занимались Байэтт Р. [68], Коллинз Д. [69], Моррис Д. [69], R.I. Emorri [70], MC Henry R [71,72]. Разработки этих специалистов, выполненные в 1979 - 1990гг. XX века, получили дальнейшее развития в наше время в трудах Балакина В.Д. [73], Васильева Я.В. [74-80], Гречуха Н.М. [81], Григорян В.Г. [82], Евтюкова С.А. [74-80,98], Ермаков Ф. [83], Ермолович М.В. [84], Замараева И.В. [85], Ирбицкого А.Г. [81], Корухова Ю.Г. [86], Лазарев Д.А. [87], Никонова В.Н. [88-91], Новикова И.А. [87], Пегин П.А. [92-94], Пучкина В.А. [95-98], Суворов Ю.Б. [99-101], Федоров В.А. [102], Чавы И.И. [81, 101, 103-106], Jeremy Daily [107], John Daily [107], Dr. Steffan Datentechnik [108], Dr. V. Mitunevicius [109], Nathan Shigemura [107], Wiercinskiego [110].

Используемые сегодня в мировой и российской экспертной практике методы определения скоростей ТС при ДТП можно представить четырьмя основными способами. Наиболее простой способ основан на определении скорости исходя из условий дорожной обстановки, в частности условий вхождения ТС в поворот и условий видимости. Второй способ базируется на определении скорости по длине следов торможения (юза) и волочения, зафиксированных на месте происшествия. Третий способ – определение скорости на основании законов сохранения энергии и количества движения, базирующийся на учёте параметров перемещений («разлёта») ТС после столкновения. Он может применяться в совокупности со вторым способом в случае наличия следов торможения, а при их отсутствии – самостоятельно. Наконец, четвёртый способ – определение скорости исходя из полученных транспортными средствами деформаций. Способ основан на определении кинетической энергии, затраченной на деформацию элементов конструкции ТС в месте их контакта при столкновении.

### 1.6.1 Определение скорости ТС исходя из условий дорожной обстановки

Способ применяется в случае очевидной связи ДТП с условиями дорожной обстановки. Наиболее часто при решении подобных задач в экспертной практике встречается потребность определения скорости движения ТС на основе учёта максимально допустимой скорости движения по условиям вхождения в поворот [68,111,112,113].

$$V_{max} = \sqrt{127 \cdot R \cdot \varphi} \quad (1.1)$$

где:  $\varphi$  – коэффициент сцепления в поперечном направлении;  $R$  – радиус закругления дороги, м.

или по условиям видимости [7,13,46]

$$V_{max} = 3,6 \cdot \sqrt{(j_3 \cdot T)^2 + 2 \cdot j_3 \cdot S_B} - 3,6 \cdot j_3 \quad (1.2)$$

где:  $S_B$  – расстояние видимости, м;  $j_3$  – установившееся замедление при экстренном торможении, м/с<sup>2</sup>;  $T=t_1+t_2+0,5 \cdot t_3$ , с – суммарное время запаздывания начала торможения:  $t_1$  – время реакции водителя, с;  $t_2$  – время запаздывания действия тормозного привода (период от начала нажатия на тормозную педаль до момента начала уменьшения скорости ТС), с;  $t_3$  – время нарастания давления в тормозной системе до максимального, с.

При явной простоте приведенных способов их точность зависит от достоверности данных по радиусу закругления дороги  $R$  и качества следственного эксперимента по определению расстояния видимости  $S_B$ .

### 1.6.2 Определение скорости ТС по длине следов торможения и волочения

Один из наиболее распространенных методических подходов - определение скорости транспортного средства по длине следов торможения (юза), скольжения,

волочения, зафиксированных на месте происшествия. Этот способ является сегодня самым применяемым в экспертной практике, обоснованным множеством научных трудов, методических пособий с приведенными в них формулами и коэффициентами. Его достоинством является простота расчета, а значит и быстрота проведения экспертного исследования. Но при его использовании игнорируется ряд существенных недостатков. Во-первых, такой расчет проводится с учетом длины оставленных следов юза. Если их не видно или не зафиксировано, считается, что водитель ТС не предпринимал торможения, а это не всегда соответствует истине. Ведь сегодня значительная доля автомобилей в российском парке имеет систему ABS, которая исключает на определенных скоростях блокировку колес и не оставляет следов торможения. Во-вторых, в данном способе не учитывается влияние действия одного транспортного средства на перемещение другого. К примеру, автомобиль оставил следы торможения длиной 10м, а потом столкнулся с другим ТС, продвинув его еще на 20м. В расчете таким способом будет учтена только длина следов 10м и поэтому рассчитанная скорость столкновения окажется весьма незначительной. Несомненно, чтобы переместить другое ТС на расстояние 20м надо обладать большим заносом кинетической энергии, а значит и скоростью. Особенно это очевидно, когда перемещенное транспортное средство обладает большой массой. В-третьих, в данном способе не учитываются затраты кинетической энергии на образование повреждений ТС. Ведь при столкновении скорость может существенно гаситься в процессе деформаций конструкции обоих ТС.

Основная расчетная формула, используемая в российской практике для определения скорости движения транспортных средств по следам торможения, является частным случаем расчёта затрат энергии на перемещение тела заданной массы на расстояние  $S$  при нормированным значении замедления. Она выглядит следующим образом [59,114,115,116]:

$$V_A = 1,8 \cdot t_3 \cdot j_3 + \sqrt{25,92 \cdot j_3 \cdot (S_{Ю} - B)} \quad (1.3)$$

где:  $S_{Ю}$  – длина следов торможения (юза) от транспортного средства в конкретной дорожной ситуации, м;  $B$  – база конкретного транспортного средства, м;  $t_3, j_3$  – тормозные характеристики транспортных средств в конкретной дорожной ситуации, а именно, время нарастания давления в тормозной системе ( $t_3, c$ ) и установившееся замедление при экстренном торможении ( $j_3, м/с^2$ ).

Однако, даже эта самая простейшая и наиболее часто используемая формула, не учитывает многих нюансов реального столкновения, например угол взаиморасположения транспортных средств при ДТП, угол их выхода из контакта, наличие нескольких стадий следообразования и торможения и т.п. Если процесс торможения состоит из нескольких стадий, определяемых, к примеру, первичными следами торможения, вторичными следами и расстоянием между ними, то рекомендуется к использованию зависимость, которая примирительна к ситуации, изображенной на рисунке 1.34, имеет вид [73,74,117]:

$$V_A = 1,8 \cdot (2 \cdot t_3 + t_5) \cdot j_3 + \sqrt{25,92 \cdot j_3 \cdot (S'_{Ю} + S''_{Ю}) + 25,92 \cdot g \cdot f \cdot S_H} \quad (1.4)$$

где:  $S'_{Ю}$  – длина первичных следов торможения (юза) от транспортного средства, м;  $S''_{Ю}$  – длина вторичных следов торможения (юза) от транспортного средства, м;  $S_H$  – расстояние пройденное транспортным средством между первичным и вторичным следообразованием, м;  $t_3, t_5, j_3$  – тормозные характеристики транспортных средств в конкретной дорожной ситуации, а именно - время нарастания давления в тормозной системе ( $t_3, c$ ), время оттормаживания колес транспортного средства ( $t_5, c$ ), установившееся замедление при экстренном торможении ( $j_3, м/с^2$ ); Время  $t_5$  для автомобилей с гидравлическим приводом рекомендуется принимать 0,3 с, а с пневматическим приводом 1,5-2,0с [97,118];  $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 м/с^2$ ;  $f$  – коэффициент сопротивления качению для конкретной поверхности движения.

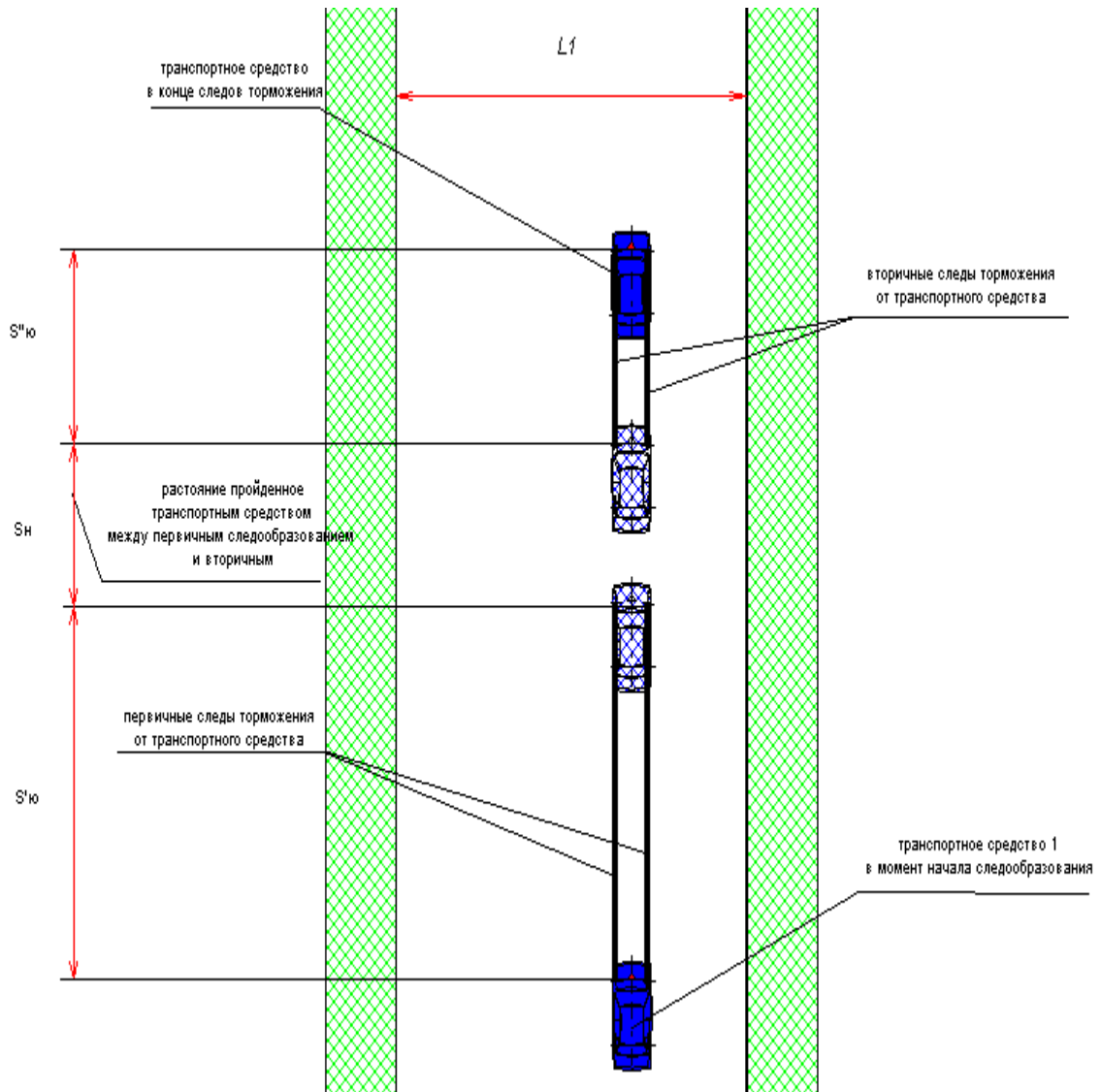


Рисунок 1.34 – Процесс торможения транспортного средства, состоящий из нескольких стадий

$S''_{Ю}$  – длина первичных следов торможения (юза) от транспортного средства;  $S''_{Ю}$  – длина вторичных следов торможения (юза) от транспортного средства;  $S_H$  – расстояние, пройденное транспортным средством между первичным и вторичным слеодообразованием

Существует еще один характерный вид следов процесса торможения, который встречается в большинстве своем вне населенных пунктов и состоит из тормозных следов юза и следов волочения транспортного средства после фактического столкновения (рисунок 1.35). В этом случае рекомендуется применять зависимость [92,100]:

$$V_A = 1,8 \cdot t_3 \cdot j_3 + \sqrt{25,92 \cdot j_3 \cdot S_{Ю} + 25,92 \cdot j_B \cdot S_B} \quad (1.5)$$

где:  $S_{Ю}$  – длина следов торможения (юза), транспортного средства на проезжей



части, м;  $S_B$  – длина следов волочения транспортного средства на проезжей части, м;  $t_3, j_3, j_B$  – тормозные характеристики транспортного средства, а именно - время нарастания давления в тормозной системе ( $t_3$ , с) и установившиеся замедления при экстренном торможении ( $j_3$ , м/с<sup>2</sup>) и при волочении ( $j_B$ , м/с<sup>2</sup>).

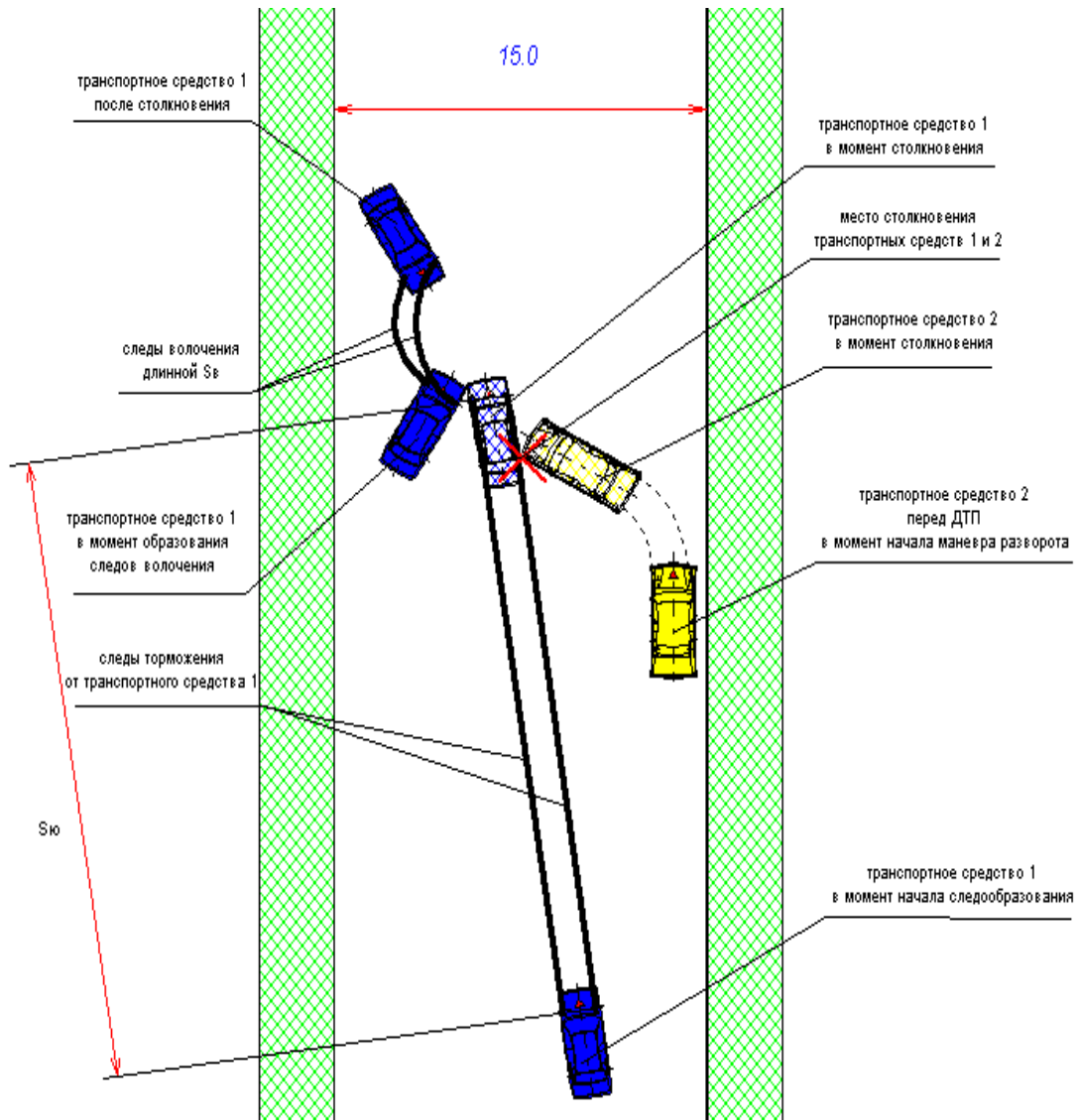


Рисунок 1.35 – Схема ДТП со слеодообразованиями юза и волочения  
 $S_{Ю}$  – длина следов торможения (юза) транспортного средства на проезжей части;  $S_B$  – длина следов волочения транспортного средства на проезжей части

### 1.6.3 Определение скорости транспортных средств на основе законов сохранения энергии и количества движения

Способ основан на определении энергетических затрат на перемещение ТС

при их разлете после столкновения [55,77,119]. Как известно из теоретической механики, количество движения некоторой системы будет постоянным по величине и направлению, если результирующий вектор внешних сил, действующих на систему, равен нулю. Вектор равнодействующей количества движения двух автомобилей до столкновения и после него остается неизменным по величине и направлению. Следовательно, параллелограммы, построенные на векторах количества движения автомобилей до столкновения и после него, будут иметь общую диагональ, представляющую собой вектор равнодействующей количества движения автомобилей в момент их столкновения (рисунок 1.36).

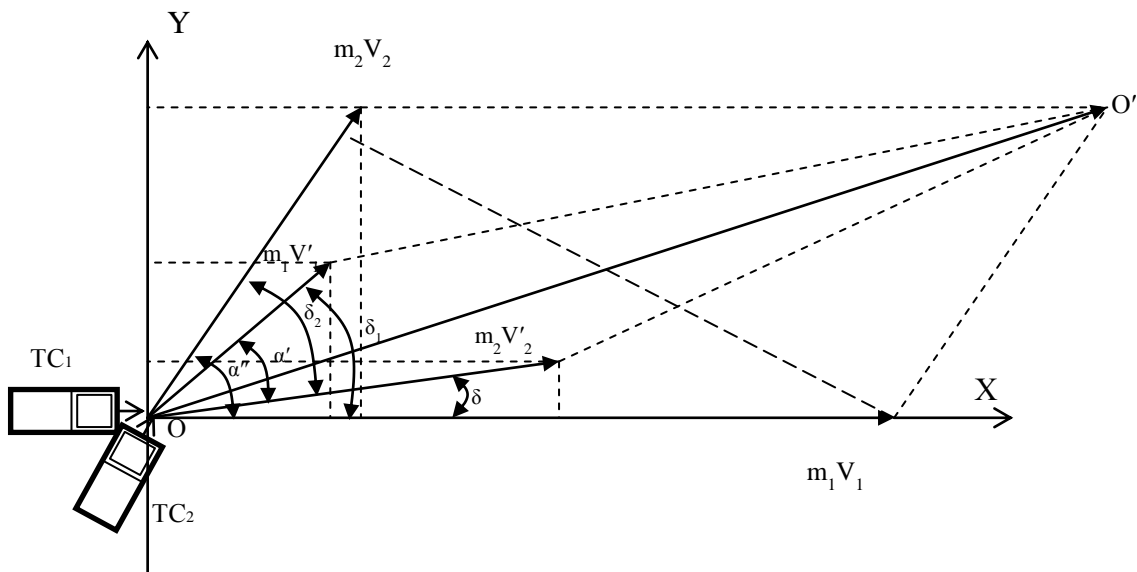


Рисунок 1.36 – Взаимосвязь векторов количества движения транспортных средств до и после столкновения

Все основные параметры процесса столкновения можно разделить на две группы: параметры, определяющие изменение скоростей движения ТС, и параметры, определяющие взаимное расположение их в момент удара. К основным параметрам, определяющим изменение скорости и направления движения ТС, можно отнести следующие величины:

- скорости транспортных средств в момент первоначального контакта при столкновении  $V_1$  и  $V_2$ ;
- скорости транспортных средств непосредственно после удара  $V'_1$  и  $V'_2$ ;

- угол между направлениями движения в момент удара (угол встречи)  $\alpha''$ ;
- угол отклонения направления движения транспортных средств после удара (угол отбрасывания)  $\delta_1, \delta_2$ ;
- угол между направлениями движения транспортных средств после удара (угол расхождения)  $\alpha'$ ;
- угол между направлениями движения ТС1 к моменту столкновения и ТС2 после него  $\delta$ .

Для определения скорости движения транспортных средств непосредственно перед ДТП необходимо выбрать координатные оси таким образом, чтобы начало координат проходило через точку соударения  $O$ . Ось  $OX$  направим по ходу движения автомобиля ТС1 до столкновения; ось  $OY$  – перпендикулярна к оси  $OX$ .

Векторы количества движения до столкновения перенесем по линии их действия в начало координат. На основании закона сохранения и количества движения имеем:

$$\overline{m_1 \cdot V_1} + \overline{m_2 \cdot V_2} = \overline{m_1 \cdot V'_1} + \overline{m_2 \cdot V'_2} = const \quad (1.6)$$

где:  $m_1$  и  $m_2$  – массы транспортных средств 1 и 2;  $V_1$  и  $V_2$  – скорости движения транспортных средств ТС1 и ТС2 до столкновения;  $V'_1$  и  $V'_2$  – скорости движения транспортных средств ТС1 и ТС2 после столкновения.

Спроектируем векторы количества движения на оси координат. В проекции на ось  $OX$  уравнение (1.6) принимает вид:

$$\overline{m_1 \cdot V_1} + \overline{m_2 \cdot V_2} \cdot \cos \alpha'' = \overline{m_1 \cdot V'_1} \cdot \cos \delta_1 + \overline{m_2 \cdot V'_2} \cdot \cos \delta_1, \quad (1.7)$$

В проекции на ось  $OY$ :

$$0 + \overline{m_2 \cdot V_2} \cdot \cos(90 - \alpha'') = \overline{m_1 \cdot V'_1} \cdot \cos(90 - \delta_1) + \overline{m_2 \cdot V'_2} \cdot \cos(90 - \delta) \quad (1.8)$$

или

$$\overline{m_2 \cdot V_2} \cdot \sin \alpha'' = \overline{m_1 \cdot V_1'} \cdot \sin \delta_1 + \overline{m_2 \cdot V_2'} \cdot \sin \delta \quad (1.9)$$

Уравнения (1.7 и 1.9) определяют взаимосвязь векторов количества движения в выбранной системе координат.

Скорости движения транспортных средств  $V_1'$  и  $V_2'$  после столкновения могут быть определены, на основании закона сохранения энергии, исходя из равенства кинетической энергии ТС на стадии разлёта и работы сил по преодолению сопротивления движению ТС на пути разлёта до полной их остановки, а именно:

$$\frac{m \cdot V^2}{2} = m \cdot g \cdot \phi \cdot S \quad (1.10)$$

где:  $m$  – масса транспортного средства, кг;  $g$  – ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $\phi$  – коэффициент сцепления в поперечном направлении,  $V$  – скорости движения транспортного средства, м/с,  $S$  – путь разлета транспортного средства после столкновения, м.

Тогда для ТС1:

$$V_1' = 3,6 \cdot \sqrt{\frac{2}{m_1} \cdot A_1} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12,96 \cdot m_1 \cdot g \cdot S_1}{m_1}} = \sqrt{254 \cdot \phi \cdot S_1} \quad (1.11)$$

Аналогично для ТС2:

$$V_2' = \sqrt{254 \cdot \phi \cdot S_2} \quad (1.12)$$

Зная углы между направления движения и углы отклонения (устанавливаются из анализа схемы ДТП) из (1.9) определяются  $V_2$ , а далее из (1.7) –  $V_1$ .

Несмотря на очевидную физическую сущность данного способа определения скорости, он далеко не всегда применяется в экспертной практике. Причины этого связаны с более сложными расчетами по сравнению со вторым способом.

При этом, однако, способ приятно считать самым «дееспособным» на рынке автоэкспертиз, так как он относительно прост в реализации, не зависит от объяснений участников ДТП, не требует предоставления ТС на осмотр эксперту – достаточно фото. Последнее обстоятельство важно, так как зачастую эксперту необходимо получать разрешение на осмотр ТС у дознавателя, следователя или судьи, ибо владельцы в большинстве случаев возражают против осмотра, а это затягивает время выполнения экспертизы (по закону эксперту на выполнение экспертизы дается 30 дней [120]).

Проведенный анализ многочисленных экспертных задач, выполненных изложенным способом, показал, что абсолютное большинство экспертов при реконструкции ДТП не учитывают наличия на путях движения ТС до и после столкновения разного рода пороговых препятствий, а также угол фактического разворота транспортных средств при ударе. Связано это с противоречивостью мнений о важности подобного учёта из-за отсутствия научно-обоснованных сведений о роли факторов разворота ТС после соударения и их контакта с пороговым препятствием в формировании общих энергетических затрат на гашение кинетической энергии ТС при ДТП.

#### **1.6.4 Определение скорости исходя из полученных деформаций конструкций транспортных средств**

Данный способ наиболее противоречив и пока не находит широкого применения. Несмотря на очевидность того факта, что чем больше скорость автомобиля, тем более серьезные повреждения он может получить, на настоящий момент не существует достаточно обоснованных и апробированных методик для решения данной задачи. Те единицы экспертов, которые определяют скорость автомобиля по деформациям на основе использования метода конечных элементов, обычно выдают заключения с декларацией результатов высокой точности, рассчитывая скорость движения до десятых долей. Такая точность весьма сомнительна, ведь на скорость движения автомобиля влияет огромное количество факторов, а на обра-

зование повреждений – еще большее. Потеря скорости при торможении и столкновении зависит от шин (давления в них, рисунка протектора, степени его износа, наличия шипов и т.п.), обтекаемости кузова, загрузки ТС, в том числе, расположения груза, коэффициента сцепления на конкретном участке дороги, эффективности системы торможения, состояния тормозных колодок, наличия антиблокировочной системы, срока службы автомобиля, а также от многих других факторов, включая силу и направление ветра. Практически все эти факторы не учитываются при проведении расчетов данным способом, а учет некоторых из них просто невозможен. Так, важным условием реализации этого способа является наличие информации по конструкции автомобиля каждой марки, каждой модели и модификации, по жесткостным характеристикам его деформированных в результате ДТП элементов. Данная информация заводами-изготовителями обычно не разглашается. Более того, по прошествии времени металл стареет и уже другим образом реагирует на нагрузки, не говоря о том, что автомобиль мог подвергаться восстановительному ремонту, а значит жесткостные свойства конструкций претерпели некоторые изменения. Как видно, для объективного, полного и обоснованного расчета по этому способу необходимо огромное количество данных, большинство из которых в настоящее время остаются малодоступными [121, 122]. Вследствие изложенного, способ является трудноприменимым для производства экспертизы ДТП.

Анализ всех вышеизложенных способов определения начальных скоростей движения ТС при ДТП показывает, что точность любого из них зависит в значительной мере от корректного выбора исходных данных для расчётов, таких как замедление ТС при экстренном и рабочем торможении, коэффициент сопротивления качению, коэффициент сцепления и т.п. В справочной литературе эти данные приводятся с достаточно большим диапазоном разброса их значений. В связи с этим представляет интерес оценка потенциального влияния диапазона разброса этих значений на конечные результаты определения скоростей ТС.

Проведенный анализ предлагаемых методов расчета параметров скорости ТС при ДТП показал, что существующие подходы к их определению в различных

типовых ситуациях постоянно совершенствуются, а наибольшее внимание при этом современные исследователи уделяют вопросу определения скорости ТС перед ДТП. Однако установлено, что в значительной части исследований при моделировании ДТП игнорируется ряд важных моментов. Так, часто не учитываются факты разворота машин вокруг их вертикальной оси и гашения скорости ТС от контакта с пороговыми препятствиями на стадии разлета после столкновения. Преодолением пороговых препятствий на стадии разлета, например, в виде трамвайных путей или бордюров, что особенно часто имеет место в крупных городах моделируются крайне упрощенно. Кроме того на эти допущения накладывается использование не актуализированных значений исходных данных, а также субъективный их выбор для расчётов из предлагаемых в справочной литературе диапазонов, не исключает получения экспертами ошибочных результатов при моделировании ДТП.

### **Выводы по главе 1, цели и задачи исследования**

1. Проведенный анализ состояния аварийности на автомобильном транспорте в мире и в РФ, структуры ДТП по их видам и причинам, а также тяжести последствий дорожно-транспортного травматизма показал, что общемировой, общероссийской и региональными тенденциями является в целом положительная динамика в сфере обеспечения БДД. В РФ существенное улучшение ситуации в период с 2006 по 2020гг. в значительной мере было достигнуто за счет реализации ФЦП в сфере ОБДД и дорожного строительства. Вместе с тем, количество ДТП, тяжесть их последствий, материальный и социально-экономический ущерб от них остается высоким.

2. Структурный многоуровневый анализ ДТП в РФ свидетельствует об идентичности тенденции развития ситуации в сфере ОБДД в России в целом, в её регионах и в крупных мегаполисах. При этом традиционно наиболее тяжкие ДТП происходят в темное время суток в выходные дни. Они связаны с выездом на полосу встречного движения и с наездом на пешеходов. В городской среде появи-

лись новые тенденции – рост числа ДТП с падением пассажиров в общественном транспорте и с участием велосипедистов. Одной из самых значимых причин ДТП с тяжелыми последствиями и гибелью людей является неправильный выбор скорости движения.

3. Наиболее действенной мерой по предупреждению таких ДТП во всём мире является ограничение скоростных режимов движения. На выбор уровня этих ограничений влияет совокупность факторов, определяющих эффективность функционирования системы ВАДС в интересах обеспечения БДД, а именно: человеческий фактор; техническое состояние АТС, их конструктивная безопасность; видовой и марочный состав, возрастная структура парка; качество улично-дорожных сетей, степень совершенства управления движением на них; состояние организации безопасной дорожной среды.

4. В условиях противоречивости действия отдельных показателей этих факторов на БДД важное значение приобретает процесс управления скоростью. При этом одним из элементов повышения эффективности процесса управления скоростью считается активное воспитательное воздействие на участников дорожного движения в направлении осознания недопустимости превышения скоростных ограничений и неотвратимости наказания за это превышение. Последнее обеспечивается как оперативным контролем скоростного режима и штрафными санкциями за его нарушение, так и объективным расследованием и установлением виновников ДТП, произошедших по причине превышения скорости.

5. Объективность расследования ДТП обеспечивается во многом качеством его реконструкции. При этом ключевую роль играет достоверное определение параметров движения АТС на всех этапах развития ДТП. Достоверность обеспечивается высоким качеством исходной информации с места ДТП и применением корректных методов расчета параметров движения (времени, пути, скорости) на основе этой информации.

6. Современная экспертная практика реконструкции ДТП в России не в полной мере реализует возможность использования средств цифровизации процессов в интересах внедрения передовых методов моделирования ДТП и получе-



ния исходных данных для них. Внедрение таких методов является насущно необходимым, а существующие нормативно определённые Минюстом подходы требуют актуализации.

На основе проведенного обзора состояния дел в сфере БДД и анализа научно-исследовательских трудов в области реконструкции ДТП сформулирована цель исследования – разработка методологии совершенствования механизмов оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз в решение проблемы ОБДД в РФ. В интересах достижения указанной цели в диссертации сформулированы следующие научные задачи исследования:

- анализ современных тенденций развития в сфере ОБДД и состояния действующей практики научного обеспечения задач расследования ДТП;
- разработка экспертной системы оценки эффективности дорожно-транспортных экспертиз в системе «ДТП-экспертиза-БДД»;
- алгоритмизация процедур применения расчетно-аналитических методов производства дорожно-транспортных экспертиз;
- актуализация структуры и содержания баз исходных данных для реконструкции и экспертизы ДТП;
- разработка методологии совершенствования механизмов оценки эффективности дорожно-транспортных экспертиз, как совокупности решения вышеприведенных задач, функционально связанных общей целью.

## ГЛАВА 2. ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ЭКСПЕРТИЗ В СИСТЕМЕ «ДТП-ЭКСПЕРТИЗА-БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ»

Управление состоянием системы обеспечения безопасности движения в РФ должно осуществляться с применением научно-обоснованных механизмов, позволяющих формировать объективную оценку предпринимаемых действий в условиях огромного количества внутренних и внешних факторов. Совокупность общего факторного пространства представляет собой сложную информационную среду, активно изменяющуюся в процессе функционирования системы БДД. Фактические данные о состоянии системы БДД в РФ говорят об отсутствии объективных механизмов текущего управления безопасностью дорожного движения. Наличие множества недостатков в действующей системе БДД, не устраняемых годами, позволяет заключить, что в РФ отсутствует методология управления, способные эффективно «перерабатывать» сложную информационную среду. Между тем, требования новой стратегии обеспечения БДД и федеральной целевой программе «Цифровая экономика РФ» обязывает решать актуальные задачи БДД в оцифрованном формате.

Основной поток входной информации в систему БДД обеспечивает экспертная оценка ДТП, проведение которой связано как с значительной длительностью процессуальных процедур так и со значительными финансовыми и материальными затратами. Системная оптимизация и «оцифровка» процессов экспертных оценок в сфере БДД позволит обеспечить оперативное решение таких важных задач, как:

— получение оценок значимости отдельных видов экспертиз для отдельных информационных состояний системы в целях управления процессами назначения экспертиз;

— снятие неопределенности в сложной информационной среде, позволяющее; принимать объективные решения по разработке целевых мероприятий, направленных на повышение эффективности всей системы БДД

## 2.1 Многоуровневая модель системы «ДТП-экспертиза-безопасность дорожного движения»

Любой уровень задач, решение которых направлены на повышение эффективности безопасности дорожного движения за счет повышения полноты и оперативности информации, а, следовательно, достоверности объектов системных решений и повышения качества вырабатываемых воздействий, требует оптимизации управляющих решений [123,124, 125]. Формирование абстрактного представления структуры любой системы принятия решений в виде иерархии необходимо для изучения функциональных взаимодействий ее объектов и их влияния на всю систему в целом. Этапы процесса построения иерархии системы «ДТП-экспертиза-БДД»:

1. Определение границ системы.
2. Фиксируются цели системы.
3. Идентифицируются подсистемы и их критерии как измерители процесса управления, влияющие на решение задач системы.
4. Определяется иерархия подсистем (критериев).
5. Разрабатывается комплекс технических показателей или формализованных значений по каждому критерию.
6. Определяется метод решения проблемы, состоящий в определении допустимых значений параметров, определяющих эффективность функционирования в целом с учётом целеполагания.

Если рассматривать процесс принятия решений как ряд определенных организационно-распорядительных технических мероприятий (дорожно-транспортной экспертизы) для обеспечения их совместной работы в системе «ДТП-экспертиза-БДД» необходим учет 4-х основных групп подсистем:

- подсистема «водитель»;
- подсистема «автомобиль»;
- подсистема «дорога»;
- подсистема «среда».

Исходная декомпозиция структуры иерархии системы «ДТП-экспертиза-БДД» для выработки решений о назначении дорожно-транспортной экспертизы и направленных на повышение эффективности БДД приведена на рисунке 2.1.

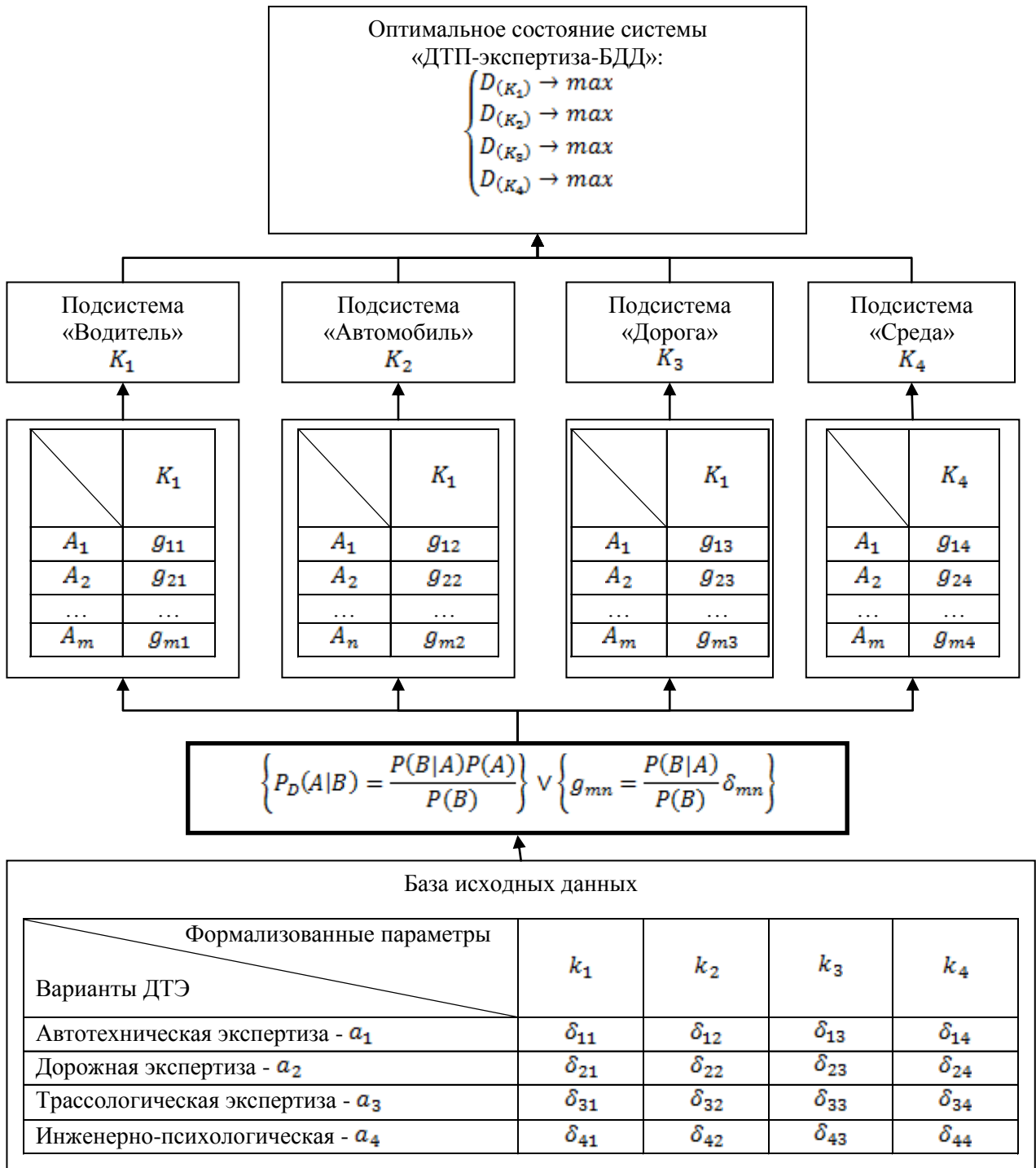


Рисунок 2.1 – Декомпозиция иерархии многоуровневой модели «ДТП-экспертиза-БДД»

$D_{(K_{1,2,3,4})}$  – эффективность в количественных оценках  $K_{1,2,3,4}$  по критериям;

$K_{1,2,3,4}$  – критерии, которые определяют целеполагания в системе;

$A_{1,2,\dots}$  – условия обозначения видов экспертиз;  $g$  – эффективность отдельной экспертизы по отдельным критериям;  $\delta$  – эмпирические исходные данные

Разработанная модель позволяет вырабатывать эффективные решения на всем поле распределения вероятностей событий в системе «ДТП-экспертиза-БДД», а используемые методы могут быть применимы к факторам любой степени неопределённости. В соответствии теоремой Байеса можно определять вероятность события, если известно статистически связанное с ним другое событие, то есть если мы обладаем известной информацией о каком-либо процессе, то можно более объективно определить вероятность нового события в исследуемом процессе [126].

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (2.1)$$

где:  $P(A)$  – вероятность (априорная) события  $A$

$P(A|B)$  – вероятность (апостериорная) события  $A$  в случае наступления события  $B$ ;

$P(B|A)$  – вероятность события  $B$  при наступления (реальности) события  $A$ ;

$P(B)$  – полная вероятность наступления события  $B$ .

Тогда

$$g_{mn} = \frac{P(B|A)}{P(B)} \delta_{mn}; g_{mn} = b_{mn} \delta_{mn} \quad (2.2)$$

где:  $g_{mn}$  – эффективность отдельного вида экспертизы подсистеме многоуровневой модели «ДТП-экспертиза-БДД»;

$\delta_{mn}$  – статистические данные, относящиеся к отдельному виду экспертизы, агрегированные в модели «ДТП-экспертиза-БДД»;

$\frac{P(B|A)}{P(B)} = b_{mn}$  – значимость (вес) отдельных видов экспертизы в общей эф-

фективности системы, агрегированные в подсистеме модели «ДТП-экспертиза-БДД».

Применение данного подхода позволят снять ряд объективных сложностей при выборе модели для рассматриваемой системы «ДТП-экспертиза-БДД», кото-

рые возникают в процессе решения задачи оценки эффективности применения экспертизы ДТП при условии наличия неопределённости. На основе теоремы Байеса базируется ряд формальных методов, аналитически решающих задачи определения вероятностей событий в случае если есть информация о состоянии системы в целом или отдельных событиях [126].

Сформируем матрицу возможных вариантов действий и (3) и применим ряд апробированных формально-логических методов решения многокритериальных задач для определения  $(b_{mn})$  - значимости или вклада в общую эффективность системы отдельного вида экспертизы.

$$\|g_{ij}\| = \begin{pmatrix} b_{11}\delta_{11} & b_{12}\delta_{12} & \dots & b_{1n}\delta_{1n} \\ b_{21}\delta_{21} & b_{22}\delta_{22} & \dots & b_{2n}\delta_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1}\delta_{m1} & b_{m2}\delta_{m2} & \dots & b_{mn}\delta_{mn} \end{pmatrix} \quad (2.3)$$

где:  $n$  – число рассматриваемых подсистем;

$m$  – число рассматриваемых вариантов экспертиз;

$\delta_{ij}$  – статистическая оценка данных по  $i$ -ой экспертизе для  $j$ -ой подсистемы,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$ ;

$b_{ij}$  – значимость  $i$ -ой экспертизы в  $j$ -ой подсистеме,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$  (является искомой величиной или вкладом отдельной экспертизы при оптимальном состоянии системы).

Для решения этой задачи используется математический аппарат, основанный на теории «игр с природой», теории игр, теориях вероятностей, линейной алгебры и математического программирования.

**Решение задачи** в общем виде сводится к задачи линейного программирования [126]:

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= \sum_{j=1}^n g_{1j} x_j \rightarrow \max \\ K_2 &= \sum_{j=1}^n g_{2j} x_j \rightarrow \max \\ K_j &= \sum_{j=1}^n g_{ij} x_j \rightarrow \max \\ \sum_{j=1}^n x_j &= N; x_j \geq 0; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; \end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$

Если рассматривать эту задачу как задачу теории «игры с природой» (под понятием «природа» подразумевается многомерная природа факторов исследуемой среды), то в нашем случае имеем  $n=4$  состояния «природы факторов подсистем» и  $m=4$  вариантов возможных действий - экспертиз.

$$\left. \begin{aligned} K_1 &= \sum_{j=1}^4 g_{1j} x_j \rightarrow \max \\ K_2 &= \sum_{j=1}^4 g_{2j} x_j \rightarrow \max \\ K_3 &= \sum_{j=1}^4 g_{3j} x_j \rightarrow \max \\ K_4 &= \sum_{j=1}^4 g_{4j} x_j \rightarrow \max \\ \sum_{j=1}^4 x_j &= N; x_j \geq 0; i = \overline{1, 4}; j = \overline{1, 4}; \end{aligned} \right\} \quad (2.5)$$

тогда, матрица эффективности в общем виде будет иметь вид:

$$G_{ij} = \begin{pmatrix} g_{11} & \dots & g_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & \dots & g_{mn} \end{pmatrix}, \sum_{j=1}^n x_j = N; x_j \geq 0; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; \dots \dots \dots (2.6)$$

Далее производится нормировка значений матрицы  $G_{ij} \rightarrow G^H_{ij}$  по столбцам

$$g^H_{ij} = \frac{g_{ij}}{\sum_{i=1}^m g_{ij}} \quad (2.7)$$

Обозначим как  $(p_j)$ ,  $j = 1, 2, 3, 4$  вероятность  $j$ -го состояния природы факторов. Тогда, каждое возможное распределение  $(p_j)$  подчинено ограничениям:

$$0 \leq p_j \leq 1, j = \overline{1, n}, \sum_{j=1}^j p_j = 1 \quad (2.8)$$

то есть определяется общим количеством  $(n - 1)$  независимых величин.

Тогда множество вероятностей, определяющие эффективность процесса определяется фигурой распределения в виде единичного гипертетраэдра в общей совокупности  $(n - 1)$  измерений. В прямоугольной системе координат  $p_1, p_2, \dots, p_{n-1}$  данная фигура определяется пересечением гипероктанта и гиперплоскостью, которая ограничивает координатные оси отрезками равными единице.

Точные значения коэффициентов  $p_i$ , как правило, неизвестны. Однако, полная совокупность решений определяются расположением вероятностей в последовательность:

$$p \geq p_2 \geq \dots \geq p_i \geq \dots \geq p_{m-1} \geq p_m \quad (2.9)$$

Совокупность последовательностей данного формата распределений в любой системе определяется общей суммой возможных перестановок

$$P_n = n! + 1 \quad (2.10)$$

При  $n = 4$  (рисунок 2.2) общая совокупность распределений вероятностей, с соответствующими им КОВ показателей, равно  $P_4 = 4! + 1 = 25$ .

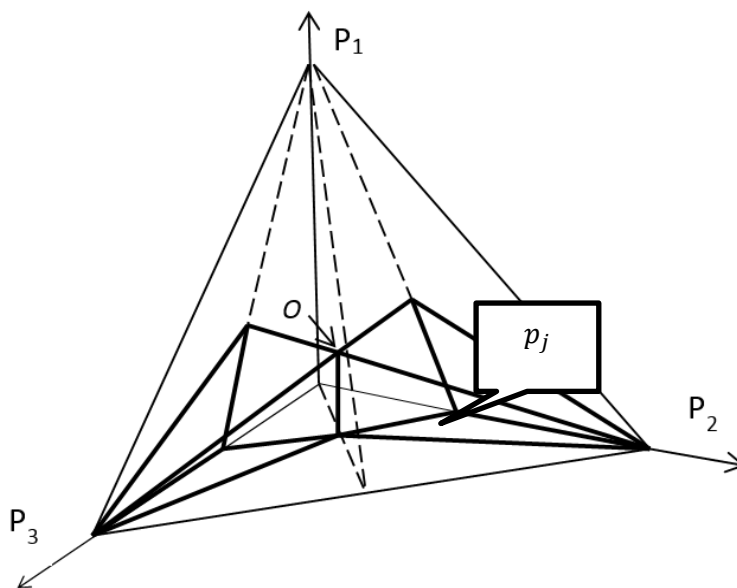


Рисунок 2.2 – Поле распределений вероятностей  $p_i$ ,  $P_4 = 4! = 24$



В таблице 2.1 представлены 24 подмножества с соответствующим распределением вероятностей. Каждому из 24 возможных вариантов поставлено в соответствие свое распределение КОВ.

Таблица 2.1 - Геометрическое поле распределения возможных вероятностей состояний соотношения подсистем

№ подмножества	Соотношение вероятностей
1	$P_1 > P_2 > P_3 > P_4$
2	$P_1 > P_2 > P_4 > P_3$
3	$P_1 > P_3 > P_2 > P_4$
4	$P_1 > P_3 > P_4 > P_2$
5	$P_1 > P_4 > P_3 > P_2$
6	$P_1 > P_4 > P_2 > P_3$
7	$P_2 > P_1 > P_3 > P_4$
8	$P_2 > P_1 > P_4 > P_3$
9	$P_2 > P_3 > P_1 > P_4$
10	$P_2 > P_3 > P_4 > P_1$
11	$P_2 > P_4 > P_3 > P_1$
12	$P_2 > P_4 > P_1 > P_3$
13	$P_3 > P_2 > P_1 > P_4$
14	$P_3 > P_2 > P_4 > P_1$
15	$P_3 > P_1 > P_2 > P_4$
16	$P_3 > P_1 > P_4 > P_2$
17	$P_3 > P_4 > P_1 > P_2$
18	$P_3 > P_4 > P_2 > P_1$
19	$P_4 > P_2 > P_3 > P_1$
20	$P_4 > P_2 > P_1 > P_3$
21	$P_4 > P_3 > P_2 > P_1$
22	$P_4 > P_3 > P_1 > P_2$
23	$P_4 > P_1 > P_3 > P_2$
24	$P_4 > P_1 > P_2 > P_3$
25	$P_4 = P_1 = P_2 = P_3$

Точка (O) имеет координаты:  $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = \frac{1}{4}$

из условия:

$$0 \leq p_j \leq 1, j = 1, 2, 3, 4; p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1 \quad (2.11)$$

Приведем алгоритм поиска искомого решения:

1. По формулам (7) определяются элементы нормированной матрицы  $g_{ij}$ ;
2. Производится последовательное формирование  $P_n = n! + 1$  – количество расчётных матриц с упорядоченными соотношениями вероятностей  $p_j$ . Для нашего случая ( $P_n = 24! + 1 = 25$ ) расчётных матриц.

3. В каждой из  $P_n$  расчётных матриц для каждого возможного варианта ( $i$ ) решается задача линейного программирования (4) и определяются все из  $m$ -возможных решений. В нашем случае для ( $i = \overline{1, 4}; j = \overline{1, 4}$ ) это  $m = 24 \cdot 4 + 1 \cdot 4 = 100$  – возможных решений.

4. Определяется Парето-эффективность каждого из  $m$ -возможных решений -  $D_i$  с учётом общего целеполагания системы (водитель-автомобиль-дорога-среда)

$$\begin{cases} D_i = \sum_{j=1}^n g_{ij} p_j \rightarrow \max, \\ \sum_{j=1}^n p_j = 1, \quad 0 \leq p_j \leq 1, i = \overline{1, m-1}, \end{cases} \quad (2.12)$$

аналитическое решение определения Парето-эффективного:

$$p_i = \begin{cases} \frac{1}{k}, \text{ если } & i \leq k, \\ 0, \text{ если } & i > k, \end{cases} \quad (2.13)$$

где индекс  $k$  определяется из условия  $g_{kj} = \max_i g_{ij}$ ,

5. Определяется оптимальный вариант решения:

$$D_{f(opt)} = \max_{1 \leq i \leq m} D_i \quad (2.14)$$

6. Определяется ( $b_{ij}$ ) – значимость  $i$ -ой экспертизы в  $j$ -ой подсистеме «водитель-автомобиль-дорога-среда».

$$b_{ij} = \frac{D_i}{\delta_{ij}}, \quad (2.15)$$

Полученные значения  $D_{f(opt)}$  и  $b_{ij}$  позволяют сделать заключение о целесообразности назначения применения одной или группы экспертиз в зависимости от условий (информационного состояния) среды принятия решений в исследуемой системе.

Приведём пример по разработанной аналитической модели на случайной выборке исходных данных

Форма 1 - Матрица исходный данных в табличном виде –  $G_{ij}(n=4; m=4)$

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
$D_0$	0,452	0,234	0,485	0,276
$D_1$	0,975	0,563	0,341	0,792
$D_2$	0,582	0,410	0,273	0,419
$D_3$	0,731	0,183	0,298	0,329
min-max	max	max	max	max

Форма 2- Нормированная матрица эффективности в табличном виде –  $G_{ij}^H$

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$
$D_0$	0,165	0,168	0,347	0,152
$D_1$	0,356	0,405	0,244	0,436
$D_2$	0,212	0,295	0,195	0,231
$D_3$	0,267	0,132	0,213	0,181
min-max	max	max	max	max

Форма 3 - Результаты расчёта по  $P_n=25$  расчётным матрицам в виде  $m=100$  – возможных решений

№ подмножества (матрицы)	Соотношение вероятностей	Результаты расчёта $D_i$ для $i=4$ -х видов экспертиз	Номер $D_{f(opt)}$
1	2	3	4
1	$P1>P2>P3>P4$	$D0=0.23; D1=0.36; D2=0.25; D3=0.27;$	<b>2</b>

1	2	3	4
2	P1>P2>P4>P3	D0=0.16; D1=0.36; D2=0.25; D3=0.27;	2
3	P1>P3>P2>P4	D0=0.23; D1=0.36; D2=0.20; D3=0.27;	2
4	P1>P3>P4>P2	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.20; D3=0.27;	2
5	P1>P4>P3>P2	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.22; D3=0.27;	2
6	P1>P4>P2>P3	D0=0.16; D1=0.36; D2=0.22; D3=0.27;	2
7	P2>P1>P3>P4	D0=0.23; D1=0.36; D2=0.25; D3=0.13;	2
8	P2>P1>P4>P3	D0=0.16; D1=0.36; D2=0.25; D3=0.13;	2
9	P2>P3>P1>P4	D0=0.23; D1=0.36; D2=0.25; D3=0.13;	2
10	P2>P3>P4>P1	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.25; D3=0.13;	2
11	P2>P4>P3>P1	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.26; D3=0.13;	2
12	P2>P4>P1>P3	D0=0.16; D1=0.36; D2=0.26; D3=0.13;	2
13	P3>P2>P1>P4	D0=0.23; D1=0.36; D2=0.25; D3=0.21;	2
14	P3>P2>P4>P1	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.25; D3=0.21;	2
15	P3>P1>P2>P4	D0=0.23; D1=0.36; D2=0.20; D3=0.21;	2
16	P3>P1>P4>P2	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.20; D3=0.21;	2
17	P3>P4>P1>P2	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.21; D3=0.21;	2
18	P3>P4>P2>P1	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.21; D3=0.21;	2
19	P4>P2>P3>P1	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.26; D3=0.18;	2
20	P4>P2>P1>P3	D0=0.16; D1=0.36; D2=0.26; D3=0.18;	2
21	P4>P3>P2>P1	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.21; D3=0.18;	2
22	P4>P3>P1>P2	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.21; D3=0.18;	2
23	P4>P1>P3>P2	D0=0.22; D1=0.36; D2=0.22; D3=0.18;	2
24	P4>P1>P2>P3	D0=0.16; D1=0.36; D2=0.22; D3=0.18;	2
25	P4=P1=P2=P3	D0=0.21; D1=0.36; D2=0.23; D3=0.19;	2

## 2.2 Разработка алгоритмов поиска оптимальных решений в многоуровневой модели «ДТП-экспертиза-БДД»

### 2.2.1 Алгоритм последовательного снятия неопределённости в системе на базе уточнения информационных ситуаций

Первый иерархический уровень в исследуемой системе – определение количества вариантов решений на первом уровне системы (виды экспертиз) (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 - Количества вариантов решений на первом уровне системы  
(виды экспертиз)

Таблица 2.2 – Определение границы исследуемой системы

Состояния (критерии)	$k_B$	$k_D$	$k_A$	$k_C$
Варианты ДТЭ				
1	2	3	4	5
Автотехническая экспертиза – $a_1$	$g_{12}$	$g_{12}$	$g_{13}$	$g_{14}$
Трассологическая экспертиза – $a_2$	$g_{22}$	$g_{22}$	$g_{23}$	$g_{24}$
Техническая экспертиза – $a_3$	$g_{32}$	$g_{32}$	$g_{33}$	$g_{34}$

1	2	3	4	5
Дорожная экспертиза – $a_4$	$g_{42}$	$g_{42}$	$g_{43}$	$g_{44}$
Фотовидео-техническая экспертиза – $a_5$	$g_{52}$	$g_{52}$	$g_{53}$	$g_{54}$
Ситуационная экспертиза – $a_6$	$g_{62}$	$g_{62}$	$g_{63}$	$g_{64}$
Пожаро-техническая экспертиза – $a_7$	$g_{72}$	$g_{72}$	$g_{73}$	$g_{74}$
Медико-техническая экспертиза – $a_8$	$g_{82}$	$g_{82}$	$g_{83}$	$g_{84}$
Прочие виды экспертиз – $a_9$	$g_{92}$	$g_{92}$	$g_{93}$	$g_{94}$

Определение количества состояний (критериев) и их взаимоотношений в первом уровне системы ВАДС (рисунок 2.4).

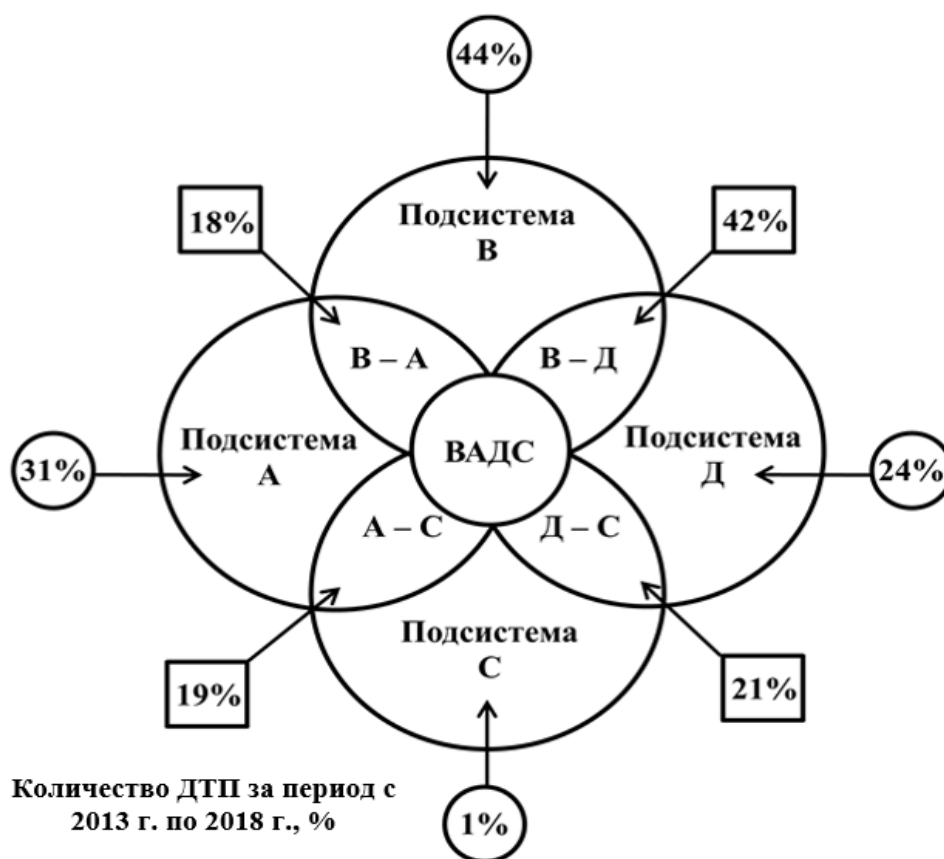


Рисунок 2.4 – Соотношение состояний (критериев) в системе

Определение соотношения типов состояний на основании эмпирических данных (рисунок 2.4).

$$P_B \geq P_A \geq P_D \geq P_C$$

Определение (формализация) управляемых и неуправляемых факторов по отдельным состояниям системы в таблицах 2.3-2.6

Таблица 2.3 – Состояние водитель ( $P_B$ )

Показатели	Возможность управления	
	Неуправляемые ( $\delta^*_{\min}$ )	Управляемые ( $\delta_{\min}$ )
Уровень подготовки водителей	+	—
Опыт и навыки вождения	+	—
Стиль вождения	+	—
Психологический типаж	+	—
Дисциплина на дороге	+	—
Понимание неотвратимости наказания	—	+

Таблица 2.4 – Состояние автомобиль ( $P_A$ )

Показатели	Возможность управления	
	Неуправляемые ( $\delta^*_{\min}$ )	Управляемые ( $\delta_{\min}$ )
Возрастная структура парка	+	-
Доля парка, соответствующая современным требованиям конструкторской безопасности	+	—
Доля парка, оснащённая электронными средствами управления движением предотвращающими столкновения и снижающими тяжесть последствий ДТП	+	—
Доля парка, оснащённая ремнями безопасности	—	+
Доля парка, оснащённая шинами по сезону	—	+

Таблица 2.5 – Состояние дорога ( $P_D$ )

Показатели	Возможность управления	
	Неуправляемые ( $\delta^*_{\min}$ )	Управляемые ( $\delta_{\min}$ )
Разделение встречных транспортных потоков	—	+
Распределение попутных транспортных потоков по полосам движения по скорости	—	+
Разноуровневые пересечения дорог	—	+
Разноуровневые пешеходные переходы	—	+

Исключения выхода животных на дорогу (ограждения)	—	+
Система эвакуации неисправных машин: информация, средства эвакуации, места эвакуации (карманы)	—	+

Таблица 2.6 – Состояние среда ( $P_C$ )

Показатели	Возможность управления	
	Неуправляемые ( $\delta_{\min}^*$ )	Управляемые ( $\delta_{\min}$ )
Въездные терминалы и безопасные полосы примыкания, исключая «пробки»	—	+
Состояние дорожного покрытия	—	+
Разметка	—	+
Информационно-указательные системы	—	+
Видеофиксация контроля скорости и нарушений ПДД	—	+
Информация о климатических условиях движения	—	+
Информация о потенциальных заторах	—	+
Наличие средств связи	—	+

Таблица 2.7 – Определение границ исследуемой системы и формализация состояний

Формализованные параметры	$k_B$	$k_D$	$k_A$	$k_C$	Эффективность
Варианты ДТЭ					
Автотехническая экспертиза – $a_1$	$g_{12}$	$g_{12}$	$g_{13}$	$g_{14}$	$D_i = d_i \sum_{j=1}^4 b_{ij} \delta_{ij}^* \delta_{ij}$ <p>где <math>d_i</math> – экспертная оценка распределения видов экспертиз при реконструкции ДТП (таблица 9)</p>
Трассологическая экспертиза – $a_2$	$g_{22}$	$g_{22}$	$g_{23}$	$g_{24}$	
Техническая экспертиза – $a_3$	$g_{32}$	$g_{32}$	$g_{33}$	$g_{34}$	
Дорожная экспертиза – $a_4$	$g_{42}$	$g_{42}$	$g_{43}$	$g_{44}$	
Фотовидео-техническая экспертиза – $a_5$	$g_{52}$	$g_{52}$	$g_{53}$	$g_{54}$	
Ситуационная экспертиза – $a_6$	$g_{62}$	$g_{62}$	$g_{63}$	$g_{64}$	
Пожаро-техническая экспертиза – $a_7$	$g_{72}$	$g_{72}$	$g_{73}$	$g_{74}$	
Медико-техническая экспертиза – $a_8$	$g_{82}$	$g_{82}$	$g_{83}$	$g_{84}$	
Прочие виды экспертиз – $a_9$	$g_{92}$	$g_{92}$	$g_{93}$	$g_{94}$	



Таблица 2.8 – Распределение видов экспертиз при реконструкции ДТП по субъектам Северо-Западного Федерального округа в 2019г. (%%) –эмпирические данные

№	Виды	СПб и Лен. обл.	Пск. обл.	Мур. обл.	Арх. обл.	Вол. обл.	Нов. обл.	Кал. обл.	респ. Коми	респ. Кар.	Нен. ав.ок.
		$d_i$ - экспертная оценка распределения видов экспертиз при реконструкции ДТП									
1	АЭ	<b>40,8</b>	45,2	46,3	44,3	48,2	47,0	46,8	47,4	46,1	47,2
2	ТЛЭ	<b>36,9</b>	35,5	32,3	34,5	30,9	32,8	33,6	31,8	32,5	31,8
3	ТЭ	<b>6,6</b>	6,2	7,1	7,9	7,4	6,8	5,9	6,9	7,0	6,8
4	ДЭ	<b>5,3</b>	6,5	6,1	6,6	7,1	6,5	5,8	7,2	6,7	6,7
5	ФЭ	<b>2,8</b>	1,1	0,9	1,2	1,0	1,8	2,2	1,3	1,4	0,9
6	СЭ	<b>2,3</b>	1,2	1,1	1,0	1,1	1,3	1,7	1,1	1,4	0,9
7	ПЭ	<b>3,1</b>	2,7	3,8	3,2	2,9	2,4	2,3	3,0	3,0	3,8
8	МЭ	<b>1,3</b>	1,1	1,4	0,9	0,8	0,9	1,1	1,0	1,1	0,9
9	ПЭ	<b>0,9</b>	0,5	1,0	0,4	0,6	0,5	0,6	0,3	0,8	1,0
	%%	<b>100</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100

### 2.2.2 Алгоритм решения задачи с использованием эмпирических (статистических) данных

1. Сформировать таблицу исходных данных (пример таблица 2.7). В этой таблице эффективность решений по каждому виду экспертизы в идеальном случае является результатом решения уравнений регрессии, полученных на основании эмпирических данных из таблиц 2.3-2.7, где  $\delta^*_{ij}$   $\delta_{ij}$  – коэффициенты регрессии,  $d_i$  – экспертная оценка распределения видов экспертиз при реконструкции ДТП,  $b_{ij}$  – искомая значимость (вклад) экспертизы в общую эффективность системы.

2. Упорядочить соотношения типов состояний системы на основании эмпирических данных (рисунок 2.4). В нашем случае это соотношение носит следующий характер:  $P_B \geq P_A \geq P_D \geq P_C$ .

3. На основании полученной таблицы исходных данных сформировать матрицу эффективностей для поиска оптимальных решений в системе (формула 2.6).

4. Решение (множество Парето) необходимо искать в виде системы линейных уравнений (формула 2.12). Для нашего случая это система из 4-х уравнений

(4 критерия) и 9-ю неизвестными (9 видов экспертиз). Показать аналитическое решение в ручном режим достаточно трудоёмко, поэтому требуется применение специализированного ПО (формы 2.1-2.3). Поэтому покажем на более простом примере - какой будет результат вычислений мы можем получить в разработанной модели.

Представим решение задачи с условно принятыми значениями коэффициентов:

$$\begin{aligned}
 k_1 &= 3x_1 + 2x_2 + 4x_3 + x_4 + 5x_5 \rightarrow \max \\
 k_2 &= x_1 + 6x_2 + 2x_3 + 8x_4 + 5x_5 \rightarrow \max \\
 k_3 &= 2x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 5x_4 + 4x_5 \rightarrow \max \\
 x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 &= N, x_i = \begin{cases} N, i = j \\ 0, i \neq j \end{cases}
 \end{aligned} \tag{2.16}$$

в данном случае имеем  $n=3$  состояния системы и  $m=5$  вариантов возможных решений.

Матрица эффективностей имеет следующий вид:

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 2 & 6 & 4 \\ 4 & 2 & 3 \\ 1 & 8 & 5 \\ 5 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$

Применим для решения этой задачи метод районирования (алгоритм решения – формулы 2.13-2.14). Обозначим  $p_j, j=1,2,3$  – вероятность  $j$ -го состояния системы. Получим парные границы в виде линейных уравнений, разделившие множество возможных состояний системы:

$$-5p_1 + 6p_2 + 1 = 0 \tag{2.17}$$

Данное решение означает следующее: если  $p_1 < 1,2$   $p_2 > 0,2$  то следует принимать пятое действие, в противном случае – четвертое, то есть эффективным могут

быть 4-е и 5-е действие, а 1,2 и 3-е при данных условиях не эффективны. В этом случае вероятности возникновения событий  $p_j$  тождественны значениям КОВ критериев  $b_j$ , т.е.  $p_j \equiv b_j$ .

Тогда, если  $b_1 < 1,2$   $b_2 > 0,2$ , решение будет следующим

$$x_i = \begin{cases} N, i = 4 \\ 0, i = 1, 2, 3, 5' \end{cases} \quad (2.18)$$

а при  $b_1 > 1,2$   $b_2 > 0,2$  то

$$x_i = \begin{cases} N, i = 5 \\ 0, i = 1, 2, 3, 4' \end{cases} \quad (2.19)$$

где:  $b_1$  и  $b_2$  – коэффициенты, определяющие значимость вариантов решений в рассматриваемой задаче в относительных единицах (**Результат 1**).

На приведенном ниже рисунке показано графическое решение задачи, как районирование множества возможных состояний системы в рассматриваемой задаче на подмножества доминирования отдельных действий.

Как видно из рисунка 2.5 всё множество состояний системы разбито на два подмножества, в одном из которых доминирует четвертое ( $x_4=N$ ), а в другом – пятое ( $x_5=N$ ) действия.

Так как процедура поиска оптимального решения сопряжена со значительным количеством вычислительных операций, поэтому целесообразно выполнять расчёты на специализированном программном обеспечении (ПО).

Проверим достоверность решения данного примера на специализированном ПО (таблица 2.9):

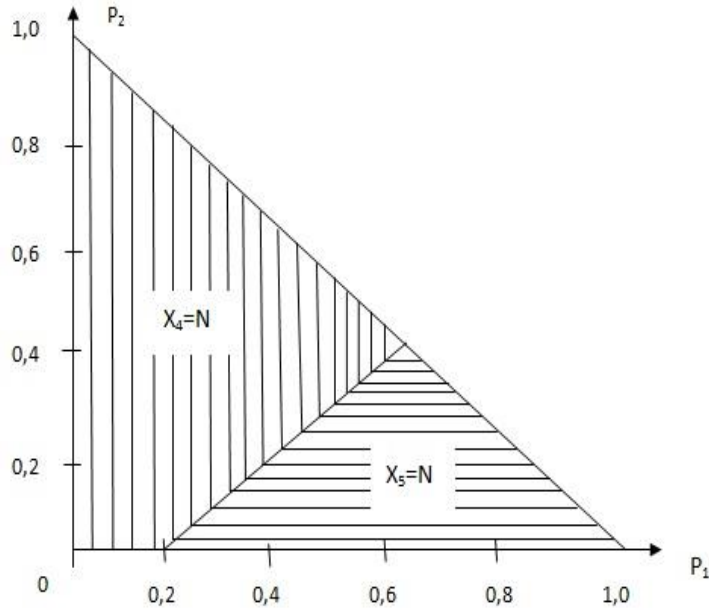


Рисунок 2.5 – Районирование множества возможных состояний системы на подмножества доминирования вариантов решений

Таблица 2.9 – Решения примера с применением специализированного ПО

<p>Введите количество критериев (N) 3    Введите количество решений (M) 5    Ввод</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>K0</th> <th>K1</th> <th>K2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D0</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>D1</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>D2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>D3</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>D4</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table> <p>min-max    max    max    max</p> <p>Нормализовать    Рассчитать</p>		K0	K1	K2	D0	3	1	2	D1	2	6	4	D2	4	2	3	D3	1	8	5	D4	5	1	4	<p>Введите количество критериев (N) 3    Введите количество решений (M) 5    Ввод</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>K0</th> <th>K1</th> <th>K2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D0</td> <td>0.200</td> <td>0.056</td> <td>0.111</td> </tr> <tr> <td>D1</td> <td>0.133</td> <td>0.333</td> <td>0.222</td> </tr> <tr> <td>D2</td> <td>0.267</td> <td>0.111</td> <td>0.167</td> </tr> <tr> <td>D3</td> <td>0.067</td> <td>0.444</td> <td>0.278</td> </tr> <tr> <td>D4</td> <td>0.333</td> <td>0.056</td> <td>0.222</td> </tr> </tbody> </table> <p>min-max    max    max    max</p> <p>Нормализовать    Рассчитать</p>		K0	K1	K2	D0	0.200	0.056	0.111	D1	0.133	0.333	0.222	D2	0.267	0.111	0.167	D3	0.067	0.444	0.278	D4	0.333	0.056	0.222																																										
	K0	K1	K2																																																																																								
D0	3	1	2																																																																																								
D1	2	6	4																																																																																								
D2	4	2	3																																																																																								
D3	1	8	5																																																																																								
D4	5	1	4																																																																																								
	K0	K1	K2																																																																																								
D0	0.200	0.056	0.111																																																																																								
D1	0.133	0.333	0.222																																																																																								
D2	0.267	0.111	0.167																																																																																								
D3	0.067	0.444	0.278																																																																																								
D4	0.333	0.056	0.222																																																																																								
<p><b>Вводим исходные данные задачи</b></p>	<p><b>Нормируем значения показателей</b></p>																																																																																										
<p>Введите количество критериев (N) 3    Введите количество решений (M) 5</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>K0</th> <th>K1</th> <th>K2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D0</td> <td>0.200</td> <td>0.056</td> <td>0.111</td> </tr> <tr> <td>D1</td> <td>0.133</td> <td>0.333</td> <td>0.222</td> </tr> <tr> <td>D2</td> <td>0.267</td> <td>0.111</td> <td>0.167</td> </tr> <tr> <td>D3</td> <td>0.067</td> <td>0.444</td> <td>0.278</td> </tr> <tr> <td>D4</td> <td>0.333</td> <td>0.056</td> <td>0.222</td> </tr> </tbody> </table> <p>min-max    max    max    max</p> <p>Нормализовать</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Laplace</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>P1&gt;P2&gt;P3</td> <td>D0=0.20; D1=0.23; D2=0.27; D3=0.26; D4=0.33; 5 D0=0.122</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>P1&gt;P3&gt;P2</td> <td>D0=0.20; D1=0.18; D2=0.27; D3=0.17; D4=0.33; 5 D1=0.229</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>P2&gt;P1&gt;P3</td> <td>D0=0.06; D1=0.23; D2=0.11; D3=0.26; D4=0.06; 4 D2=0.182</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>P2&gt;P3&gt;P1</td> <td>D0=0.06; D1=0.28; D2=0.11; D3=0.36; D4=0.06; 4 D3=0.263</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>P3&gt;P2&gt;P1</td> <td>D0=0.11; D1=0.28; D2=0.17; D3=0.36; D4=0.22; 4 D4=0.204</td> </tr> <tr> <td>*</td> <td>P3&gt;P1&gt;P2</td> <td>D0=0.11; D1=0.18; D2=0.17; D3=0.17; D4=0.22; 5</td> </tr> </tbody> </table>		K0	K1	K2	D0	0.200	0.056	0.111	D1	0.133	0.333	0.222	D2	0.267	0.111	0.167	D3	0.067	0.444	0.278	D4	0.333	0.056	0.222			Laplace	1	P1>P2>P3	D0=0.20; D1=0.23; D2=0.27; D3=0.26; D4=0.33; 5 D0=0.122	2	P1>P3>P2	D0=0.20; D1=0.18; D2=0.27; D3=0.17; D4=0.33; 5 D1=0.229	3	P2>P1>P3	D0=0.06; D1=0.23; D2=0.11; D3=0.26; D4=0.06; 4 D2=0.182	4	P2>P3>P1	D0=0.06; D1=0.28; D2=0.11; D3=0.36; D4=0.06; 4 D3=0.263	5	P3>P2>P1	D0=0.11; D1=0.28; D2=0.17; D3=0.36; D4=0.22; 4 D4=0.204	*	P3>P1>P2	D0=0.11; D1=0.18; D2=0.17; D3=0.17; D4=0.22; 5	<p>Введите количество критериев (N) 3    Введите количество решений (M) 5    Ввод</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>K0</th> <th>K1</th> <th>K2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D0</td> <td>0.200</td> <td>0.056</td> <td>0.111</td> </tr> <tr> <td>D1</td> <td>0.133</td> <td>0.333</td> <td>0.222</td> </tr> <tr> <td>D2</td> <td>0.267</td> <td>0.111</td> <td>0.167</td> </tr> <tr> <td>D3</td> <td>0.067</td> <td>0.444</td> <td>0.278</td> </tr> <tr> <td>D4</td> <td>0.333</td> <td>0.056</td> <td>0.222</td> </tr> </tbody> </table> <p>min-max    max    max    max</p> <p>Нормализовать    Рассчитать</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>Laplace</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>P1&gt;P2&gt;P3</td> <td>D0=0.20; D1=0.23; D2=0.27; D3=0.26; D4=0.33; 5 D0=0.122</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>P1&gt;P3&gt;P2</td> <td>D0=0.20; D1=0.18; D2=0.27; D3=0.17; D4=0.33; 5 D1=0.229</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>P2&gt;P1&gt;P3</td> <td>D0=0.06; D1=0.23; D2=0.11; D3=0.26; D4=0.06; 4 D2=0.182</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>P2&gt;P3&gt;P1</td> <td>D0=0.06; D1=0.28; D2=0.11; D3=0.36; D4=0.06; 4 D3=0.263</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>P3&gt;P2&gt;P1</td> <td>D0=0.11; D1=0.28; D2=0.17; D3=0.36; D4=0.22; 4 D4=0.204</td> </tr> <tr> <td>*</td> <td>P3&gt;P1&gt;P2</td> <td>D0=0.11; D1=0.18; D2=0.17; D3=0.17; D4=0.22; 5</td> </tr> </tbody> </table> <p>OK</p>		K0	K1	K2	D0	0.200	0.056	0.111	D1	0.133	0.333	0.222	D2	0.267	0.111	0.167	D3	0.067	0.444	0.278	D4	0.333	0.056	0.222			Laplace	1	P1>P2>P3	D0=0.20; D1=0.23; D2=0.27; D3=0.26; D4=0.33; 5 D0=0.122	2	P1>P3>P2	D0=0.20; D1=0.18; D2=0.27; D3=0.17; D4=0.33; 5 D1=0.229	3	P2>P1>P3	D0=0.06; D1=0.23; D2=0.11; D3=0.26; D4=0.06; 4 D2=0.182	4	P2>P3>P1	D0=0.06; D1=0.28; D2=0.11; D3=0.36; D4=0.06; 4 D3=0.263	5	P3>P2>P1	D0=0.11; D1=0.28; D2=0.17; D3=0.36; D4=0.22; 4 D4=0.204	*	P3>P1>P2	D0=0.11; D1=0.18; D2=0.17; D3=0.17; D4=0.22; 5
	K0	K1	K2																																																																																								
D0	0.200	0.056	0.111																																																																																								
D1	0.133	0.333	0.222																																																																																								
D2	0.267	0.111	0.167																																																																																								
D3	0.067	0.444	0.278																																																																																								
D4	0.333	0.056	0.222																																																																																								
		Laplace																																																																																									
1	P1>P2>P3	D0=0.20; D1=0.23; D2=0.27; D3=0.26; D4=0.33; 5 D0=0.122																																																																																									
2	P1>P3>P2	D0=0.20; D1=0.18; D2=0.27; D3=0.17; D4=0.33; 5 D1=0.229																																																																																									
3	P2>P1>P3	D0=0.06; D1=0.23; D2=0.11; D3=0.26; D4=0.06; 4 D2=0.182																																																																																									
4	P2>P3>P1	D0=0.06; D1=0.28; D2=0.11; D3=0.36; D4=0.06; 4 D3=0.263																																																																																									
5	P3>P2>P1	D0=0.11; D1=0.28; D2=0.17; D3=0.36; D4=0.22; 4 D4=0.204																																																																																									
*	P3>P1>P2	D0=0.11; D1=0.18; D2=0.17; D3=0.17; D4=0.22; 5																																																																																									
	K0	K1	K2																																																																																								
D0	0.200	0.056	0.111																																																																																								
D1	0.133	0.333	0.222																																																																																								
D2	0.267	0.111	0.167																																																																																								
D3	0.067	0.444	0.278																																																																																								
D4	0.333	0.056	0.222																																																																																								
		Laplace																																																																																									
1	P1>P2>P3	D0=0.20; D1=0.23; D2=0.27; D3=0.26; D4=0.33; 5 D0=0.122																																																																																									
2	P1>P3>P2	D0=0.20; D1=0.18; D2=0.27; D3=0.17; D4=0.33; 5 D1=0.229																																																																																									
3	P2>P1>P3	D0=0.06; D1=0.23; D2=0.11; D3=0.26; D4=0.06; 4 D2=0.182																																																																																									
4	P2>P3>P1	D0=0.06; D1=0.28; D2=0.11; D3=0.36; D4=0.06; 4 D3=0.263																																																																																									
5	P3>P2>P1	D0=0.11; D1=0.28; D2=0.17; D3=0.36; D4=0.22; 4 D4=0.204																																																																																									
*	P3>P1>P2	D0=0.11; D1=0.18; D2=0.17; D3=0.17; D4=0.22; 5																																																																																									
<p><b>Рассчитываем значения эффективностей вариантов решений</b></p>	<p><b>Проверяем сходимость результатов с результатом расчёта с результатом 1</b></p>																																																																																										

Таким образом, разработанная модель позволяет решить в системе «ДТП-экспертиза-БДД» следующие задачи:

—если имеется состав необходимых статистических данных – определить какие виды экспертиз эффективно работают на обеспечение БДД;

—определить типы экспертиз, состав показателей которых не обеспечивает эффективность мероприятий по обеспечению БДД. Поэтому необходимо сконцентрировать усилия и ресурсы системы на управляемых факторах, влияющих на показатели данных видов экспертиз.

### 2.3 Сравнение предлагаемого решения с существующими методами-аналогами снятия неопределённости в сложных организационно-технических системах

Рассмотрим ряд формально-логических методов принятия решений в условиях неопределённости для сложных организационно-технических систем. Пусть матрица 2.6 является исходной и определяет границы исследуемой системы.

$$\|G_{ij}\| = \begin{pmatrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{m1} & g_{m2} & \dots & g_{mn} \end{pmatrix} \quad (2.20)$$

где:  $n$  – количество рассматриваемых вариантов;

$m$  – количество критериев;

$g_{ij}$  – оценка эффективности  $i$ -го варианта по  $j$ -му критерию,  $i = \overline{1, m}$ ,  $j = \overline{1, n}$ .

**1-й случай - Критерий Лапласа.** В соответствии с критерием Лапласа [127], оптимальным в условиях недостаточности информации является решение, которому соответствует следующее распределение КОВ или тождественных им вероятностей [127]:

$$P_j = \frac{1}{n}, \text{ или } c_j = \frac{1}{n}, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.21)$$

Решение определяется по формуле::

$$D_i = \max_i \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n g_{ij} \quad (2.22)$$

Данный критерий является субъективным, поскольку вероятности распределения КОВ определяются из условия неопределенности возможного развития ситуации в исследуемом процессе. Данный подход к распределению вероятностей реализуется исходя из следующего утверждения «неизвестно имеют ли одни варианты более высокую степень объективной возможности проявления по сравнению с другими, или некоторые варианты действий не имеют значимой объективной возможности проявления».

**2-ой случай – оценки Фишберна.** В случае, если объективно существует и известна информация по важности критериев (эмпирические данные), принимаемых в качестве оптимизирующих параметров оптимизации в исследуемой системе, определить значения КОВ возможно с помощью метода - оценки Фишберна [128]. Согласно данному методу критерии располагаются по мере возрастания или убывания значимости:

$$k_1 \geq k_2 \geq \dots \geq k_m$$

тогда 1-я формула в соответствии с оценками Фишберна:

$$c_j = \frac{2(n-j+1)}{n(n+1)} \quad (2.23)$$

В случае наличия информации, позволяющей усилить линейное упорядочивание приоритета между критериями следующим образом:

$$\begin{cases} c_1 \geq c_2 + c_3 + \dots + c_n \\ c_2 \geq c_3 + c_4 + \dots + c_n \\ \dots \\ c_{n-1} \geq c_n \end{cases} \quad (2.24)$$

Определено, что значения КОВ представляет собой убывающую геометрическую прогрессию и рассчитываются по 2-ой формуле оценок Фишберна:

$$c_j = \frac{2^{n-i}}{2^n - 1}, j = 1, 2, \dots, n \quad (2.25)$$

Если известны некоторые интервалы возможных значений КОВ применяется 3-я формула оценок Фишберна.

$$c_j = a_j + \frac{1 - \sum_{j=1}^n a_j}{\sum_{j=1}^n (a_j - b_j)} (a_j - b_j), j = 1, 2, \dots, n \quad (2.26)$$

где

$$a_j > b_j, i = 1, 2, \dots, j, \quad \sum_{j=1}^n a_j \leq 1, \sum_{j=1}^n b_j \geq 1 \quad (2.27)$$

Приведенные формулы показывают, что все определение коэффициентов относительной важности, применяя оценки Фишберна легко формализуется и отсутствует необходимость в дальнейших расчётах в процессе исследования. При сравнении с другими методами определения КОВ применение метода оценок Фишберна обладает целым рядом преимуществ:

— нет необходимости в применении теории экспертных оценок с трудоёмким процессом опроса и обработки оценок экспертов (достаточно показать приоритет значимости КОВ, если приоритет не определён данными среды исследования);

— не устанавливаются ограничения для различных условий реализации метода;

— легко может быть формализовано и, соответственно, легко реализуемо в программном обеспечении, при этом отсутствует необходимость процедуры пе-

ребора всех возможных распределений вероятностей;

— есть возможность оперативно варьировать информацией о критериях в случае получения дополнительных данных о процессе исследования.

— Рассмотрим недостатки при применении методов снятия неопределенности на основе оценок Фишберна:

— необходимо достаточно строгое упорядочивание последовательностей важности рассматриваемых критериев, что в реальных практических ситуациях не всегда можно объективно определить.

— присутствует субъективная формализованная связь между численными значениями КОВ отдельных показателей, что снижает объективность процедуры принятия решения;

— в решении всегда присутствует субъективная связь между количественной оценкой принимаемого решения от количеством критериев.

**3 – случай – метод районирования.** Далее покажем преимущества в случае применения для решения сформулированной многокритериальной задачи моделей на основе методов районирования. Суть данного подхода заключается в дифференцировании всего множества распределения вероятностей на подмножества доминирования эффективных действий, при этом а операция определения районов доминирования является решением задачи линейного программирования (обратно параметрическая задача). Используя данный подход для расчёта множества распределений вероятностей эффективных решений можно достоверно определить подмножества доминирования отдельных вариантов решений в количественных оценках. Расположим КОВ, соответствующие отдельным критериям в упорядоченную последовательность, и выполним процедуру поиска решения по принципу соблюдения иерархического соотношения вероятностей возможных состояний среды исследования - метод доминирования критериев (МДК) [127,129,130]. В этом случае распределение КОВ подчиняется ограничениям

$$0 \leq c_j \leq 1, \quad j = \overline{1, n}, \quad \sum_{j=1}^n c_j = 1 \quad (2.28)$$



Значимости критериев располагается в виде последовательности:

$$c_1 \geq c_2 \geq \dots \geq c_i \geq \dots \geq c_{n-1} \geq c_n \quad (2.29)$$

Общее количество последовательностей данного вида в исследуемой системе определяется числом перестановок  $P_n=n!$ . В случаях применения МДК задача поиска оптимального состояния системы сводится к решению задачи линейного программирования (2.12) для *каждого их сравниваемых вариантов* (2.13):

Основные преимущества применения МДК в методике многокритериальной оценке возможных действий в системе «ДТП-экспертиза-БДД».

1. Полное отсутствие формализованных связей между КОВ по отдельным критериям.

2. При необходимости поиска оптимального решения в многокритериальной задаче достаточно только сформулировать упорядоченный приоритет или значимость критериев.

3. Эффективность решения в количественной оценке является максимально возможной на всём поле распределения его вероятностей.

4. Аналитический аппарат получения КОВ по каждому критерию полностью формализован, то есть объектно-ориентирован в части получения КОВ для отдельных критериев и для всех рассматриваемых возможных решений.

5. Легко реализуется в ПО, поэтому применим при разработке «цифровых» методов поиска оптимальных управляющих воздействий.

#### **2.4 Формирование факторного пространства многоуровневой модель «ДТП-экспертиза-БДД» в системе водитель-автомобиль-дорога-среда**

Многоуровневой модель «ДТП-экспертиза-БДД» в системе ВАДС должна описывать, то есть иметь возможность изучать сложные явления и процессы при достаточно большом количестве факторов (рисунок 2.6). То есть необходимо определить математическую модель поиска решений (ММ) исследуемой системы [131,132].

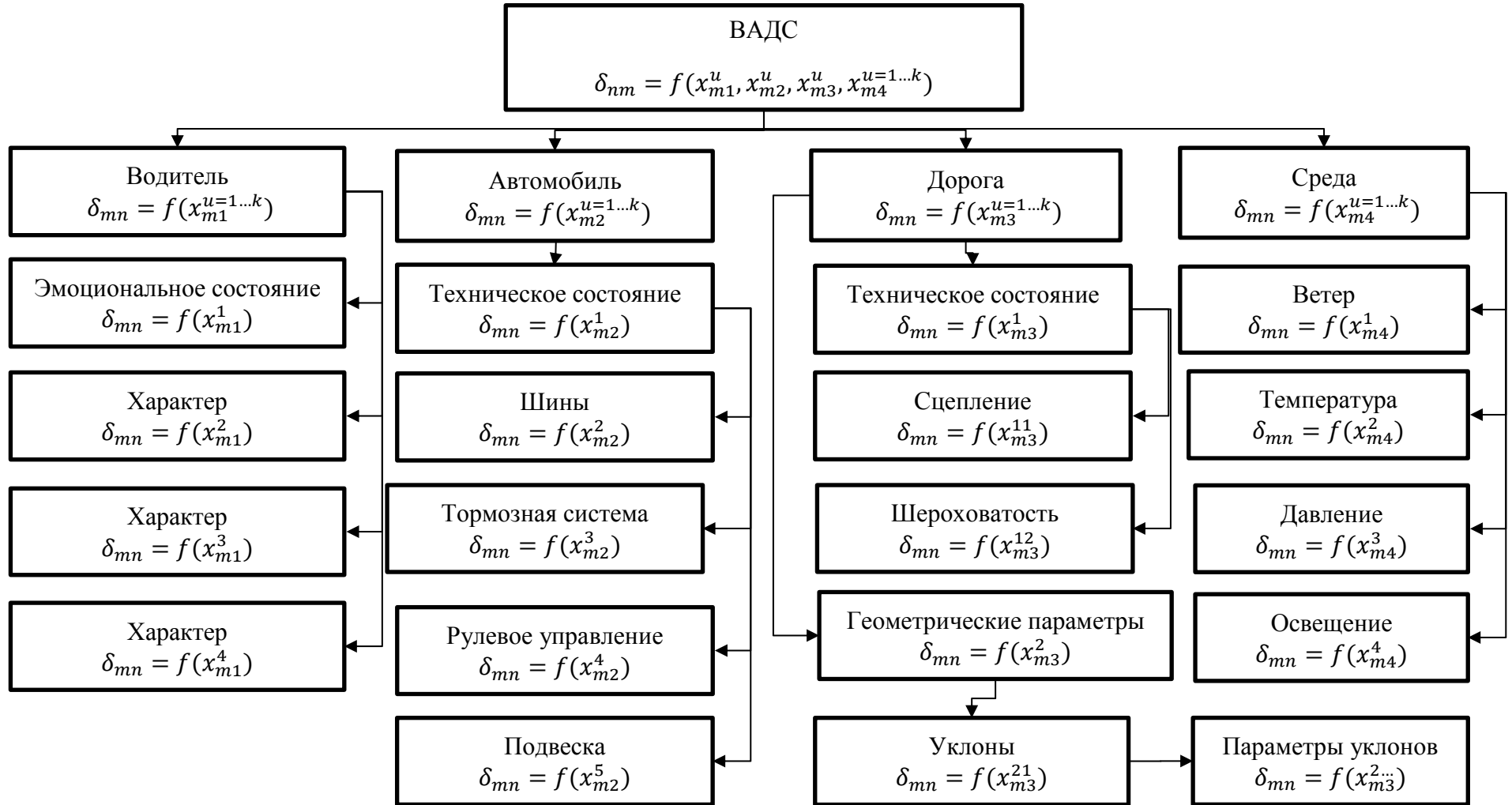


Рисунок 2.6 – Многофакторная структура системы ВАДС

Выбрать ММ это значит выбрать вид функции, связывающий параметр оптимизации с факторами влияния. Рассмотрим общий принцип определения ММ: переход от простого к сложному, то есть выбор сначала простейшей зависимости и проверка обеспечиваемой точности. В качестве ММ могут быть использованы полиномы различных степеней или уравнения показательных функций. Причем, когда это возможно, необходимо применять полиномы первой степени, потому что чем ниже степень полиномиальной функции, тем меньше в ММ членов и, тогда сокращается количество опытов, необходимых для исследования процесса. Вид ММ и количество членов в ней, кроме степени полиномиальной функции и количества факторов влияния зависит от отсутствия или наличия влияния эффекта взаимодействия факторов на параметр оптимизации. При наличии данного взаимодействия количество членов в полиномиальной функции увеличивается. Наличие взаимодействия факторов не противоречит их независимости. Основное требование к ММ, то что она должна прогнозировать с необходимой точностью направление наискорейшего улучшения параметра оптимизации. Приведем некоторые распространенные типы ММ.

1. В случае 2-х факторов – полиномиальной функции 1-ой, 2-ой и 3-ей степени:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$$

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2$$

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{112}x_1^2x_2 + b_{122}x_1x_2^2 + b_{111}x_1^3 + b_{222}x_2^3$$

- неполная квадратная модель (без членов, содержащих квадрат факторов)

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2$$

2. В случае 3-х факторов:

- неполная кубическая модель (без членов, содержащих кубы факторов)

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$$

Если не определены эффекты взаимодействия между факторами, тогда определение ММ упрощается, так как тогда нет необходимости определять члены:  $b_{12}x_1x_2$ ,  $b_{13}x_1x_3$ ,  $b_{23}x_2x_3$ ,  $b_{123}x_1x_2x_3$ .

Перечисленные виды полиномиальных функций связывают параметр «у» с

факторами  $x_1, x_2, x_3$ , и считаются *уравнениями регрессии*. В них:

-  $b_0$  – свободный член;

-  $b_1, b_2, b_3$  – коэффициенты, определяющие значимость влияния факторов на параметр оптимизации;

-  $b_{12}, b_{13}$  и т.д. – коэффициенты, определяющие значимость влияния факторов на параметр эффекта парного взаимовлияния факторов.

Чем выше численное значение коэффициента, тем выше сила влияния параметр оптимизации оказывает исследуемый фактор (или взаимодействие факторов). При знаке «-» это обратное влияние, а при знаке «+» это влияние прямое. В некоторых случаях влияние фактора на параметр оптимизации определяется не только значением коэффициента при исследуемом факторе, но величиной рассеивания или диапазоном значений параметра оптимизации при нижнем и верхнем уровнях фактора. Значимость фактора, которая рассчитывается данным способом, определяет эффект фактора (иногда эффект фактора называют главным фактором). Расчёт эффекта фактора необходимо при оценке количественной оценке качественных факторов.

Для того, чтобы формализовать на практике принятую ММ важно правильно определить значения входящих в неё коэффициентов относительной важности следующим образом. Свободный член  $b_0$  рассчитывается как среднее арифметическое всех полученных экспериментально эмпирических данных параметра оптимизации:

$$b_0 = \frac{\sum_{u=1}^k y_u}{N} \quad (2.30)$$

где  $N$  – количественная оценка данных

Линейные коэффициенты регрессии ( $b_1, b_2, b_3$ ) определяются по зависимости:

$$b_i = \frac{\sum_{u=1}^k x_{iu} y_u}{N} \quad (2.31)$$

где  $b_i$  – значение коэффициента при  $i$ -ом факторе;

$x_{iu}$  – значение коэффициента в  $u$ -ых данных (опыте);

$y_{iu}$  – значение параметра оптимизации.

При 2-х факторной ММ:

- для фактора  $x_1$

$$b_{x_1} = \frac{(-)y_1 + (+)y_2 + (-)y_3 + (+)y_4}{N} \quad (2.32)$$

- для  $x_2$

$$b_{x_2} = \frac{(-)y_1 + (-)y_2 + (+)y_3 + (+)y_4}{N} \quad (2.33)$$

Определив данные коэффициенты можно сформировать искомое уравнение регрессии (кодированный вид) и вычислить степень или силу влияния отдельных факторов на параметр оптимизации. Если необходимо проводить дальнейшие эксперименты факторы, которые не имеют численных значений коэффициентов в дальнейшем не используются. При использовании полученных расчётов на практике необходимо в рабочей модели преобразовать кодированные значения факторов в натуральные. Тогда используются следующая зависимость:

$$x_k = \frac{x_i - x_0}{\Delta x} \quad (2.34)$$

где  $x_k$  – параметр кодированного фактора ( $x_1, x_2, x_3$  и т.д);  $x_i$  – значение фактора (текущее) при натуральном выражении;  $x_0$  – среднее значение (основной уровень) фактора в натуральном виде;  $\Delta x$  – диапазон изменения фактора.

Взаимодействия ( $x_1 x_2$ ), ( $x_2 x_3$ ), ( $x_1 x_3$ ) – являются эффектами взаимовлияния 1-го порядка, а взаимодействие ( $x_1 x_2 x_3$ ) – являются эффектами взаимовлияния 2-го порядка.

Оценивание коэффициентов регрессии, характеризующих парное взаимовлияние факторов, вычисляется по формуле:

$$b_{ij} = \frac{\sum_{u=1}^k x_{iu} x_{ju} y_u}{N} \quad (2.35)$$

После определения коэффициентов уравнения регрессии полагается оценить с использованием специальных методов их значимость, то есть необходимую точность (используется критерий Стьюдента, Кохрена, Бартлера и др. Полученные уравнения интегрируются в многоуровневую модель «ДТП-экспертиза-БДД» (рисунок 2.7) в виде функций отклика:

$$\delta_{mn} = f(x_{m1}^*, x_{m2}^*, x_{m3}^*, x_{m4}^*) \quad (2.36)$$

Представленная на рисунке 2.7 многоуровневая модель «ДТП-экспертиза-БДД» определяет полную совокупность возможных объектных связей многофакторной структуре системы «ВАДС». Но в каждом конкретном случае практического применения требует локации (детализации) распределения связей при взаимодействии субъектов и объектов в системе. Границы системы определяются действующими правилами БДД. В соответствии с действующими правилами БДД:

— ссубъектами системы «ДТП-экспертиза-БДД», определяющими и влияющим на возникшую ситуацию ДТП являются участники дорожного движения (УДД), транспортное средство (ТС), дорога и её инфраструктура (Д), внешняя среда (ВС);

— объектами системы «ДТП-экспертиза-БДД», на которые направлены результаты решений в виде обратных связей в системе, являются участники дорожного движения (УДД) или объектная подсистема, состоящая из: водителя (ВД), пешехода (ПШ), пассажира (ПС).

Поэтому:

— при формировании субъектного уровня в системе «ДТП-экспертиза-БДД» необходимо исследовать взаимодействие и наложить (формализовать) связи [УДД:ТС:Д:ВС] (таблица 2.10), распределяющие ответственность между субъектами системы;

— при формировании объектного уровня в системе (произошло ДТП и субъектный уровень располагает информацией о ситуации необходимо исследо-

вать взаимодействие и наложить (формализовать) связи [ВД:ПШ:ПС] (таблица 2.11), распределяющие ответственность между объектами системы.

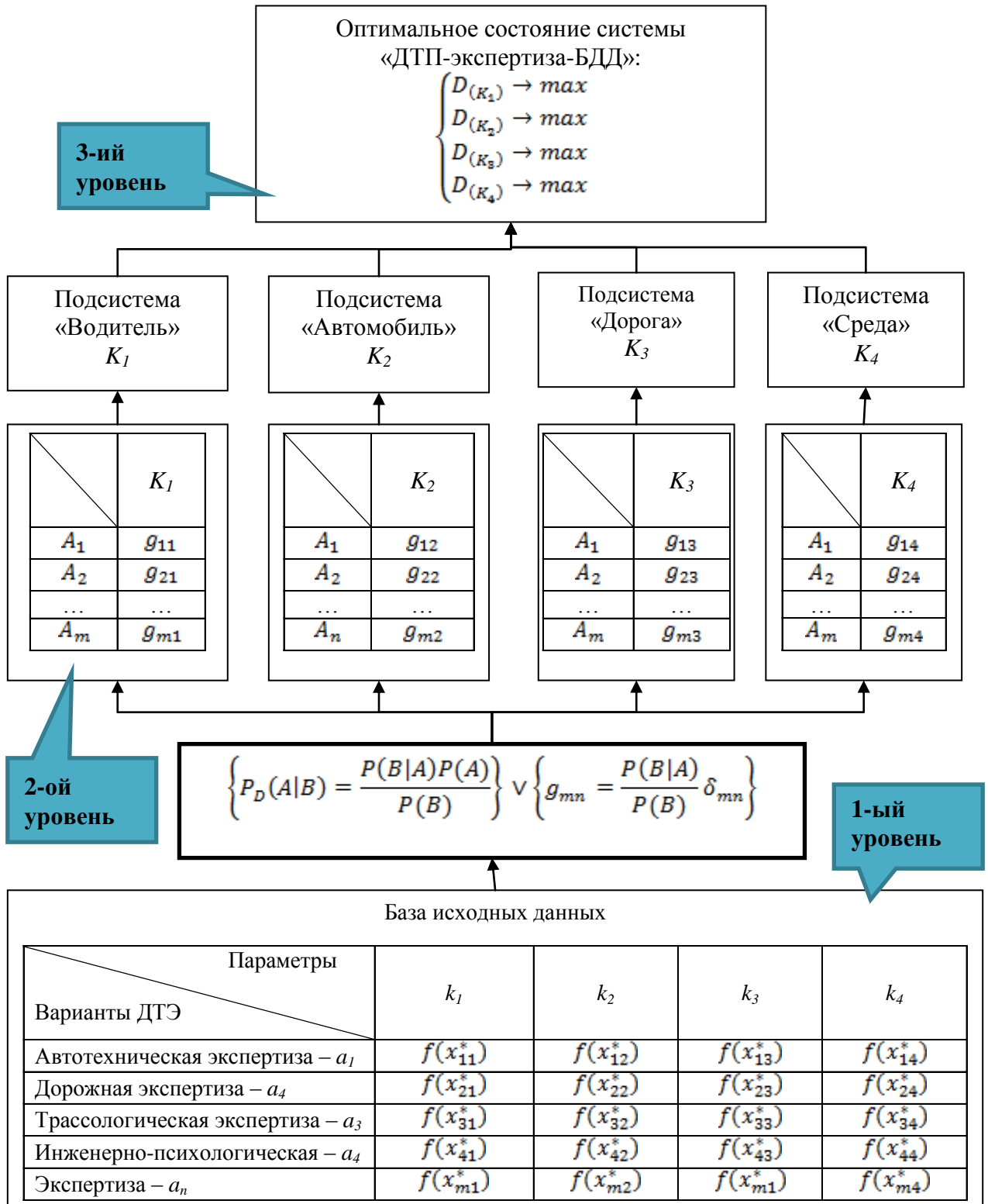


Рисунок 2.7 – Многоуровневая модель «ДТП-экспертиза-БДД» в многофакторной структуре системы ВАДС

Естественно, что информативные показатели связей в системе (в момент ДТП) либо изменяют, либо подтверждают существующие значения, следовательно, система должна включить новые данные и переоценить предыдущие

$$\left[ f(x_{11}^*) \dots f(x_{mn}^*) \right].$$

На рисунке 2.7 приведена модель «ДТП-экспертиза-БДД» с учётом распределения видов взаимодействий УДД при изменении параметров в системе (произошло ДТП).

Таблица 2.10 - Связи [УДД:ТС:Д:ВС] субъектного уровня в системе «ДТП-экспертиза-БДД»

Субъекты	Количество возможных взаимодействий $(4!+1)=25$									
	1	2	4	5	6	7	8	9	...	25
УДД	+				+			+		+
ТС		+			+	+				+
Д			+			+	+			+
ВС				+			+	+		+

Таблица 2.11 - Связи [ВД:ПШ:ПС] объектного уровня в системе «ДТП-экспертиза-БДД»

Субъекты	Количество возможных взаимодействий $(3!+1)=7$						
	1	2	3	4	5	6	7
Водитель	+			+			+
Пешеход		+		+	+	+	+
Пассажир			+		+	+	+

Таким образом с учётом таблиц 2.10 и 2.11 количество возможных видов взаимодействий в системе определяется, как:

$$(4!+1) \cdot (3!+1) = 175 \text{ – возможных исходов}$$

а с учётом таблиц 8 и 9;

$$(4!+1) \cdot (3!+1) \cdot (9!+1) = 175 \cdot 362880 = 635\,040\,000$$

– возможных вариантов назначений видов экспертиз.

Таким образом эффективность отдельного вида экспертизы может быть объективно определена только, как случай поиска оптимального решения в модели системы «ДТП-экспертиза-БДД» (рисунок 2.8).



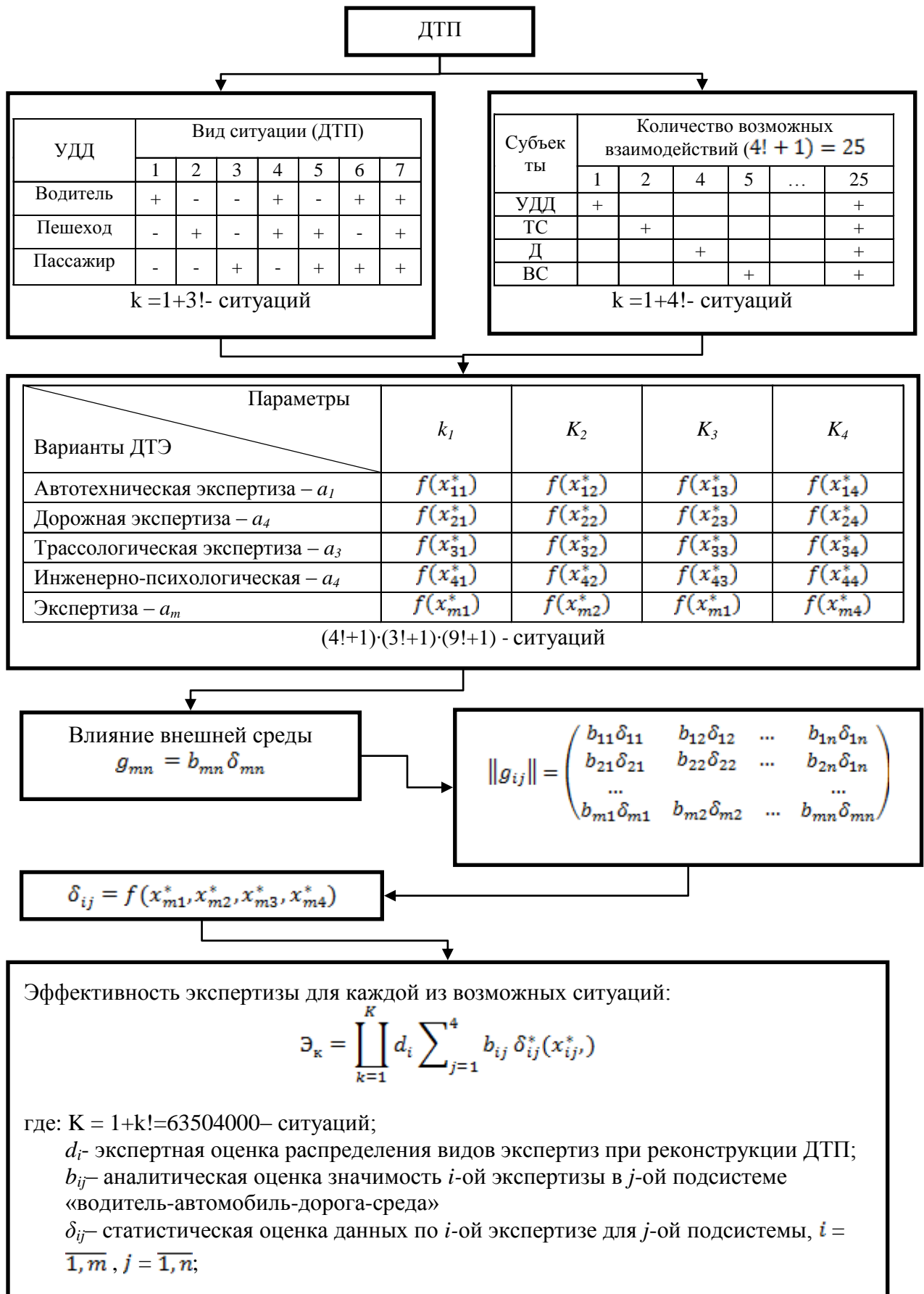


Рисунок 2.8 – Модель «ДТП-экспертиза-БДД» с учётом распределения видов взаимодействий УДД

## 2.5 Разработка алгоритмов автоматизации управления с применением модели «ДТП-экспертиза-БДД» в системе ВАДС

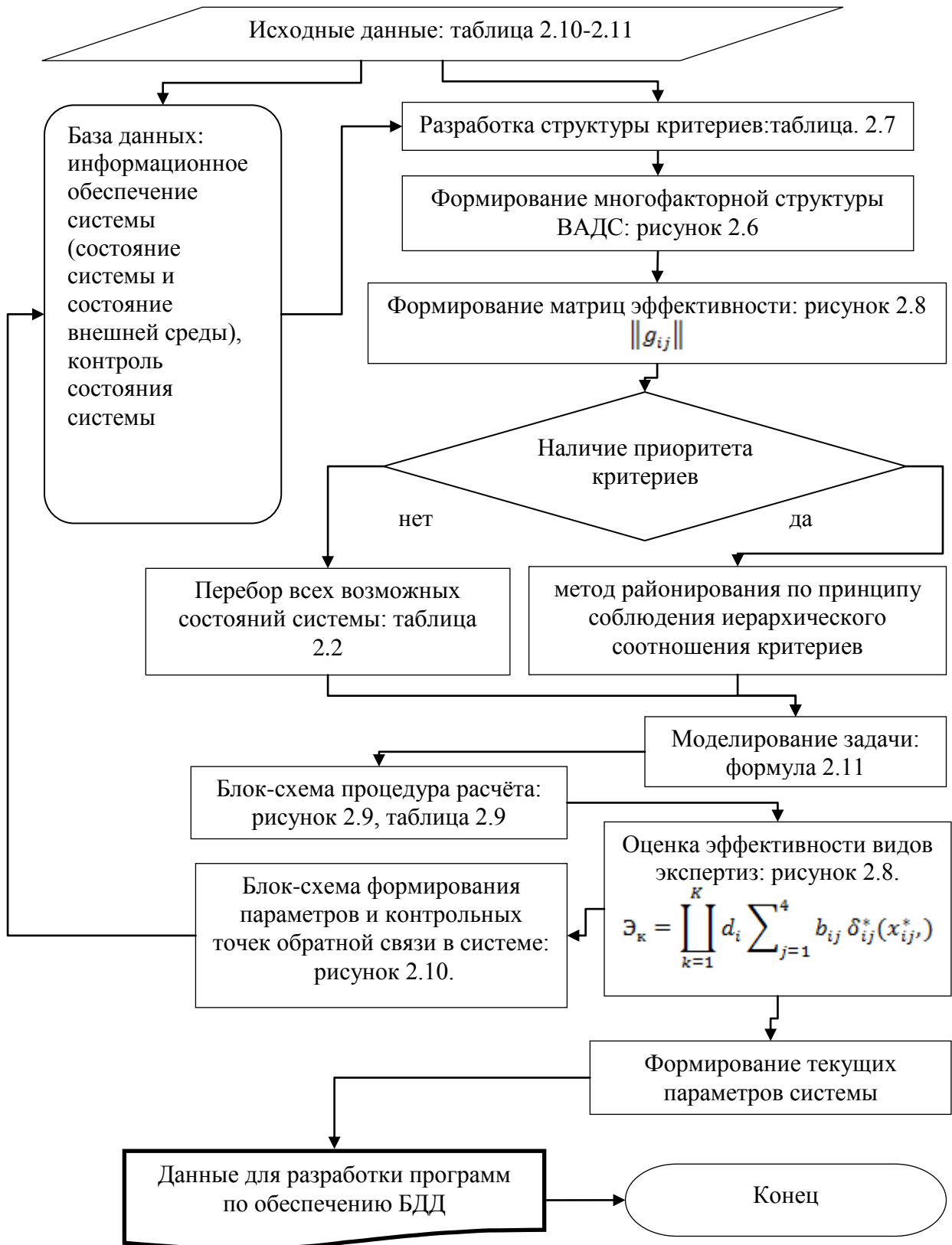


Рисунок 2.9 – Алгоритм управления процессами в модели «ДТП-экспертиза-БДД» в системе ВАДС

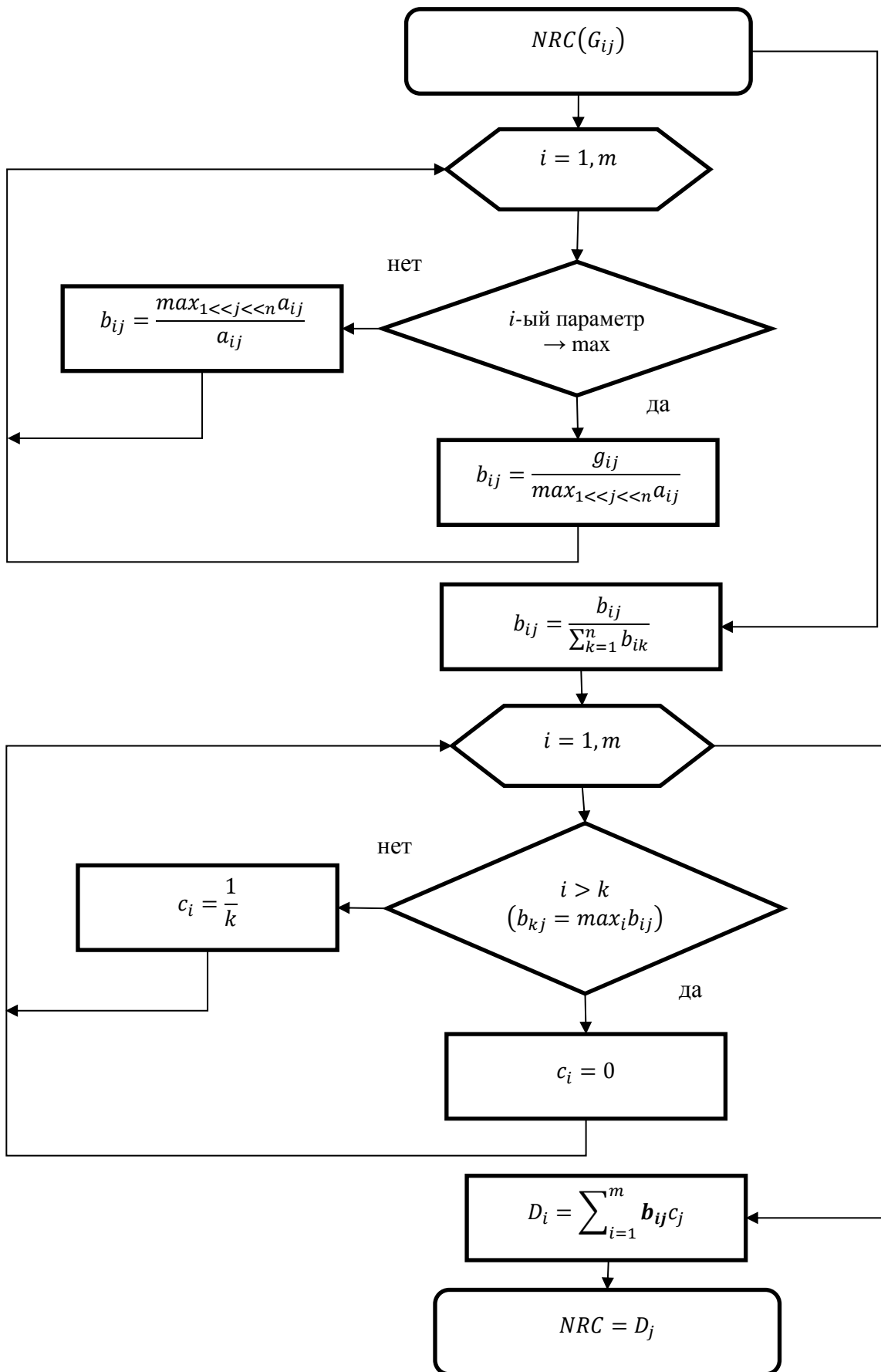


Рисунок 2.10 – Процедура расчёта многокритериальной задачи на отдельном состоянии системы

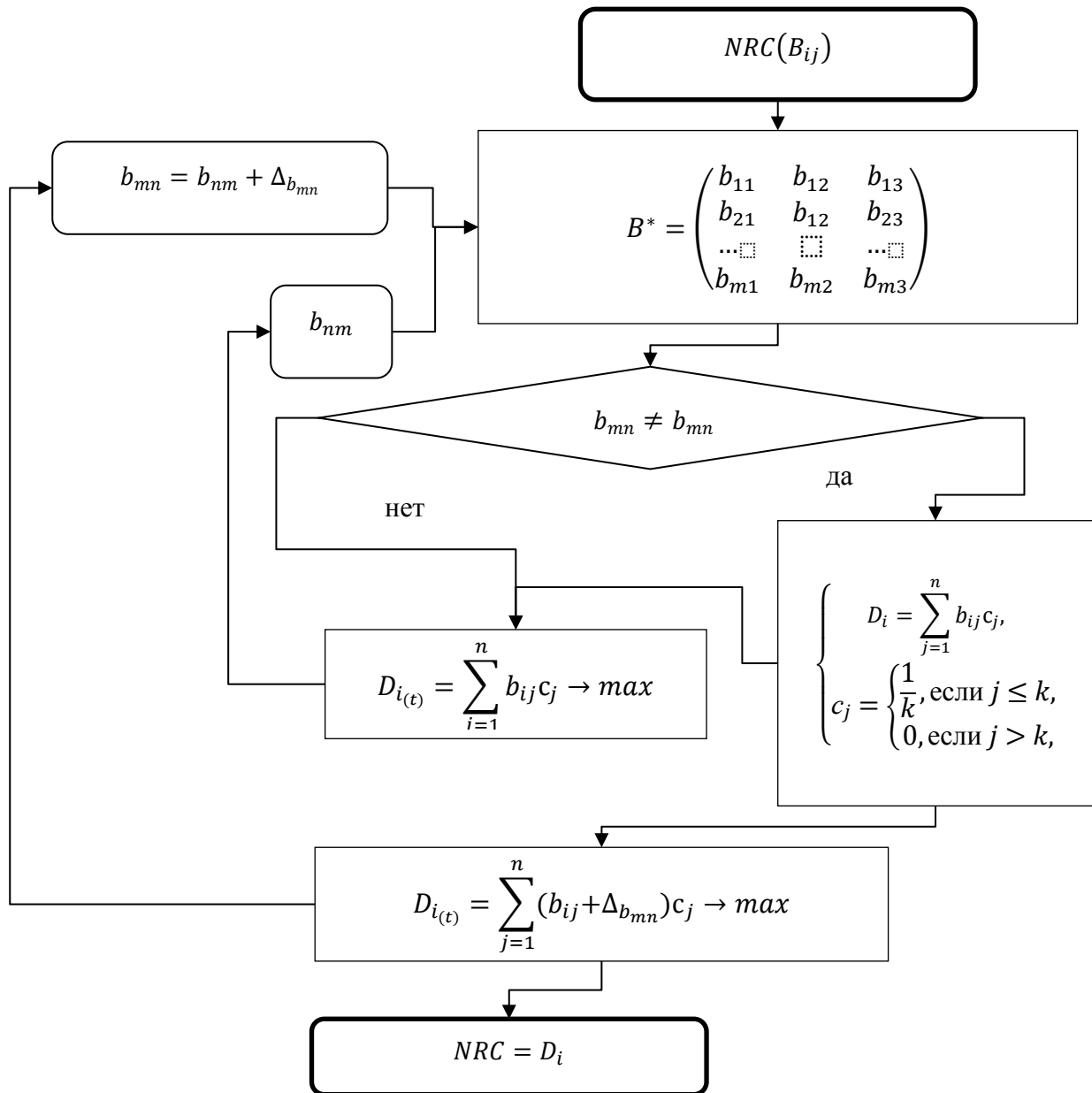


Рисунок 2.11 – Формирование параметров и контрольных точек обратной связи в системе

## 2.6 Пример автоматизированного управления с применением модели «ДТП-экспертиза-БДД» в системе ВАДС

Исследованию подвергся реальный материал уголовного дела, возбуждённого в 2019г. по факту дорожного-транспортного происшествия, которое произошёл в тёмное время суток на региональной дороге Ленинградской области. Вид ДТП - наезд на пешехода.

Задача исследования – выявить, по имеющимся исходным данным эффективность (значимость) каждой возможной экспертизы с последующим назначением наиболее значимых.

Алгоритм исследования с применением модели «ДТП-экспертиза-БДД» в системе ВАДС

Шаг 1 – из материалов уголовного дела, а именно из протокола осмотра места совершения ДТП, схемы к протоколу осмотра места ДТП, фото-таблицы, протокола осмотра ТС, протокол осмотра трупа, карточки учета ТС, карточка учета водителя, паспорта дороги и т.п. Сформировать исходные данные о наличии информации по факту ДТП и заполнить таблицы критериев для УДД (Участник Дорожного Движения), ТС (Транспортные Средства), Д (Дорога) и С (Среда) по схеме: есть в наличии – 1 и отсутствует – 0 для каждого вида экспертизы (рисунок 2.12);

Шаг 2 – для приведения к единому формату (единой шкале значения) перевести информацию по исходным данным в цифровой код или нормированное числовое значение (рисунок 2.13) и внести ее в таблицы критериев (рисунок 2.14);

Шаг 3 – привести для каждой экспертизы расчёт формализованных параметров  $K_i$  по каждой подсистеме ВАДС (таблица 2.14) и внести полученные значения в варианты дорожно-транспортных экспертиз (шаг 4 – рисунок 2.15);

Шаг 5 – определить и установить целеполагание в системе (значения min/max) (рисунок 2.16);

Шаг 6 – применить процедуру расчёта, по определению Парето-эффективных решений с помощью методов векторной оптимизации в многокритериальные задачи (кнопка «рассчитать» в программе) (рисунок 2.17);

Шаг 7 – провести анализ эффективности каждой экспертизы по рассчитанным количественным оценкам или их значимости (рисунок 2.18).

Как следует из полученных результатов (рисунок 2.18) наиболее значимой экспертизой в рассмотренном примере является автотехническая экспертиза, дающая вклад в общую эффективность расследования в объеме 70%. Трассологическая экспертиза обеспечивает 27%, дорожная экспертиза 1,2%; техническая экс-

пертиза 0,8%. На остывшие четыре вида экспертиз (фотовидео-техническая; ситуационная; пожаро-техническая; медико-техническая) в совокупности приходится 1%. Пренебрежительно малые значения вклада в эффективность расследования ДТП дорожной, технической, фотовидео-технической; ситуационной; пожаро-технической; медико-технической экспертиз служит основанием для отказа должностных лиц от их выполнения.

Начало работы

Критерий - УДД	Вод	Пасс	Пеш
1. Уровень подготовки водителей	1	0	0
2. Опыт и навыки вождения	1	0	0
3. Стиль вождения	0	0	0
4. Психологический типаж	1	0	0
5. Дисциплина на дороге	0	0	0
6. Понимание неотвратимости наказания	0	0	0
7. Физическое состояние	1	0	1
8. Степень утомления	1	0	0
9. Рост, вес	1	0	1
10. Направление и характер движения пешехода	0	0	1
11. В состоянии опьянения	0	0	1

Критерий - Дорога	Прям	Пов-т	Пер-к
7. Геометрические параметры дороги	1	0	0
8. Вид покрытия	1	0	0
9. Состояния покрытия	1	0	0
10. Наличие светофоров	1	0	0
11. Наличие дорожных знаков	1	0	0
12. Наличие дорожной разметке	1	0	0
13. Категория дорог/и	1	0	0
14. Видимость дороги	1	0	0
15. Нормативный коэффициент сцепления	1	0	0
16. Следы транспортных средств на проезжей части после ДТП	1	0	0

Критерий - ТС	Авт	Бас	Мот
3. Прохождение ТО	0	0	0
4. Прохождение гос.технический осмотр транспортных средств	1	0	0
5. Наличие электронных средств предотвращающими столкновения и снижающими тяжесть последствий ДТП	0	0	0
6. Ремни безопасности	0	0	0
7. Модель шин	1	0	0
8. Рисунок протектора	1	0	0
9. Износ и повреждение шин	1	0	0
10. Давление в шинах	1	0	0
11. Состояние рулевого управления	1	0	0
12. Состояние тормозной системы	1	0	0
13. Характер груза, вес, размеры и тд	1	0	0

Критерий - Среда	Прям	Пов-т	Пер-к
5. Информационно-указательные системы	0	0	0
6. Видеофиксация контроля скорости и нарушений ПДД	0	0	0
7. Информация о климатических условиях движения	1	0	0
8. Информация о потенциальных заторах	0	0	0
9. Температуры воздуха	1	0	0
10. Состояния погоды	1	0	0
11. Освещение	1	0	0
12. Объекты ограничивающие видимость	1	0	0
13. Наличие видеозаписи	0	0	0
14. Положение ТС на проезжей части	1	0	0

Нормирование

Варианты ДТЭ	K1	K2	K3	K4
1. Автотехническая				
2. Трассологическая				
3. Техническая				
4. Дорожная				
5. Фотовидео-техническая				
6. Ситуационная				
7. Пожаро-техническая				
8. Медико-техническая				
9. Прочие виды экспертиз				
min-max				

Нормализовать

Рассчитать

Рассчитать количество областей, принадлежащих решению

Рисунок 2.12 – Шаг 1 фрагмент заполнения данных по информации первичных документов

Начало работы

Нормирование Занести данные

Критерий - УДД	Взв.	Норм-е
1. Уровень подготовки водителей		0,303030303030303
2. Опыт и навыки вождения		
3. Стиль вождения		
4. Психологический типаж		
5. Дисциплина на дороге		
6. Понимание неотвратимости наказания		
7. Физическое состояние		
8. Степень утомления		
9. Рост, вес		
10. Направление и характер движения пешехода		
11. В состоянии опьянения		

Критерий - Дорога	Пер-к	Норм-е
1. Разделение встречных транспортных потоков	0	0,270833333333333
2. Распределение попутных транспортных потоков по полосам движения по скорости	0	
3. Одноуровневые пересечения дорог	0	
4. Одноуровневые пешеходные переходы	0	
5. Исключения выхода животных на дорогу (ограждения)	0	
6. Система эвакуации неисправных машин: информация, средства эвакуации, места эвакуации (карманы)	0	
7. Геометрические параметры дороги	0	
8. Вид покрытия	0	

Критерий - ТС	Скут	Норм-е
1. Возраст ТС	0	0,1282051282
2. Пробег ТС	0	
3. Прохождение ТО	0	
4. Прохождение гос.технический осмотр транспортных средств	0	
5. Наличие электронных средств предотвращающими столкновения и снижающими тяжесть последствий ДТП	0	
6. Ремни безопасности	0	
7. Модель шин	0	
8. Рисунок протектора	0	
9. Износ и повреждения шин	0	
10. Давление в шинах	0	
11. Состояние рулевого управления	0	

Критерий - Среда	Пер-к	Норм-е
1. Въездные терминалы и безопасные полосы примыкания, исключаящие «пробки»	0	0,214285714285714
2. Фактическое состояние дорожного покрытия	0	
3. Видимость разметки	0	
4. Видимость дорожных знаков	0	
5. Информационно-указательные системы	0	
6. Видеофиксация контроля скорости и нарушений ПДД	0	
7. Информация о климатических условиях движения	0	
8. Информация о потенциальных заторах	0	
9. Температуры воздуха	0	
10. Состояние погоды	0	

Варианты ДТЭ	K1	K2	K3	K4
1. Автотехническая				
2. Трасологическая				
3. Техническая				
4. Дорожная				
5. Фотовидео-техническая				
6. Ситуационная				
7. Пожаро-техническая				
8. Медико-техническая				
9. Прочие виды экспертиз				
min-max				

Нормализовать Рассчитать

Рассчитать количество областей, принадлежащих решению

Рисунок 2.13– Шаг 2 фрагмент ввода кодированной информации



Начало работы

Критерий - УДД	ш	Норм-е
1. Уровень подготовки водителей		0,303030303030303
2. Опыт и навыки вождения		
3. Стиль вождения		
4. Психологический типаж		
5. Дисциплина на дороге		
6. Понимание неотвратимости наказания		
7. Физическое состояние		
8. Степень утомления		
9. Рост, вес		
10. Направление и характер движения пешехода		
11. В состоянии опьянения		

Критерий - Дорога	Пер-к	Норм-е
1. Разделение встречных транспортных потоков	0	0,270833333333333
2. Распределение попутных транспортных потоков по полосам движения по скорости	0	
3. Одноуровневые пересечения дорог	0	
4. Одноуровневые пешеходные переходы	0	
5. Исключения выхода животных на дорогу (ограждения)	0	
6. Система эвакуации неисправных машин: информация, средства эвакуации, места эвакуации (карманы)	0	
7. Геометрические параметры дороги	0	
8. Вид покрытия	0	

Критерий - ТС	Скут	Норм-е
1. Возраст ТС	0	0,1282051282
2. Пробег ТС	0	
3. Прохождение ТО	0	
4. Прохождение гос.технический осмотр транспортных средств	0	
5. Наличие электронных средств предотвращающими столкновения и снижающими тяжесть последствий ДТП	0	
6. Ремни безопасности	0	
7. Модель шин	0	
8. Рисунок протектора	0	
9. Износ и повреждения шин	0	
10. Давление в шинах	0	
11.Состояние рулевого управления	0	

Критерий - Среда	Пер-к	Норм-е
1. Выездные терминалы и безопасные полосы примыкания, исключающие «пробки»	0	0,214285714285714
2. Фактическое состояние дорожного покрытия	0	
3. Видимость разметки	0	
4. Видимость дорожных знаков	0	
5. Информационно-указательные системы	0	
6. Видеофиксация контроля скорости и нарушений ПДД	0	
7. Информация о климатических условиях движения	0	
8. Информация о потенциальных заторах	0	
9. Температуры воздуха	0	
10. Состояние дорог	0	

Нормирование

Занести данные

Варианты ДТЗ	K1	K2	K3
1. Автотехническая	0,303030303030303	0,128205128205128	0,271
2. Трассологическая			
3. Техническая			
4. Дорожная			
5. Фотовидео-техническая			
6. Ситуационная			
7. Пожаро-техническая			
8. Медико-техническая			
9. Прочие виды экспертиз			
min-max			

Нормализовать

Рассчитать

Рассчитать количество областей, принадлежащих решению

Рисунок 2.14– шаг 3 фрагмент расчета формализованных параметров по подсистемам ВАДС – УДД ( $K_1$ ), ТС ( $K_2$ ), Д ( $K_3$ ), С ( $K_4$ )

Начало работы

Критерий - УДД	Вод	Пасс	Пеш
2. Опыт и навыки вождения	0	0	0
3. Стиль вождения	0	0	0
4. Психологический типаж	0	0	0
5. Дисциплина на дороге	0	0	0
6. Понимание неотвратимости наказания	0	0	0
7. Физическое состояние	0	0	0
8. Степень утомления	0	0	0
9. Рост, вес	0	0	0
10. Направление и характер движения пешехода	0	0	0
11. В состоянии опьянения	0	0	0

Критерий - Дорога	Прям	Пов-т	Пер-к
7. Геометрические параметры дороги	0	0	0
8. Вид покрытия	0	0	0
9. Состояния покрытия	0	0	0
10. Наличие светофоров	0	0	0
11. Наличие дорожных знаков	0	0	0
12. Наличие дорожной разметке	0	0	0
13. Категория дорог/и	0	0	0
14. Видимость дороги	0	0	0
15. Нормативный коэффициент сцепления	0	0	0
16. Следы транспортных средств на проезжей части после ДТП	0	0	0

Критерий - ТС	Авт	Бас	Мот
1. Возраст ТС	0	0	0
2. Пробег ТС	0	0	0
3. Прохождение ТО	0	0	0
4. Прохождение гос. технического осмотра транспортных средств	0	0	0
5. Наличие электронных средств предотвращающими столкновения и снижающими тяжесть последствий ДТП	0	0	0
6. Ремни безопасности	0	0	0
7. Модель шин	0	0	0
8. Рисунок протектора	0	0	0
9. Износ и повреждения шин	0	0	0
10. Давление в шинах	0	0	0
11. Состояние рулевого управления	0	0	0

Критерий - Среда	Прям	Пов-т	Пер-к
1. Въездные терминалы и безопасные полосы примыкания, исключяющие «пробки»	0	0	0
2. Фактическое состояние дорожного покрытия	0	0	0
3. Видимость разметки	0	0	0
4. Видимость дорожных знаков	0	0	0
5. Информационно-указательные системы	0	0	0
6. Видеофиксация контроля скорости и нарушений ПДД	0	0	0
7. Информация о климатических условиях движения	0	0	0
8. Информация о потенциальных заторах	0	0	0
9. Температуры воздуха	0	0	0
10. Состояние погоды	0	0	0

Нормирование

Варианты ДТЭ	K1	K2	K3
1. Автотехническая	0,303030303030303	0,128205128205128	0,2
2. Трассологическая	0,272727272727273	0,141025641025641	0,2
3. Техническая	0	0,166666666666667	0,0
4. Дорожная	0	0,0512820512820513	0,2
5. Фотовидео-техническая	0	0	0
6. Ситуационная	0,242424242424242	0	0
7. Пожаро-техническая	0	0	0
8. Медико-техническая	0	0	0
9. Прочие виды экспертиз	0	0	0
min-max			

Занести данные

Нормализовать

Рассчитать

Рассчитать количество областей, принадлежащих решению

Рисунок 2.15– шаг 4 фрагмент расчёта формализованных параметров подсистем ВАДС для всех видов экспертиз

Начало работы

Критерий - УДД	Вод	Пасс	Пеш
2. Опыт и навыки вождения	0	0	0
3. Стиль вождения	0	0	0
4. Психологический типаж	0	0	0
5. Дисциплина на дороге	0	0	0
6. Понимание неотвратимости наказания	0	0	0
7. Физическое состояние	0	0	0
8. Степень утомления	0	0	0
9. Рост, вес	0	0	0
10. Направление и характер движения пешехода	0	0	0
11. В состоянии опьянения	0	0	0

Критерий - Дорога	Прям	Пов-т	Пер-к
7. Геометрические параметры дороги	0	0	0
8. Вид покрытия	0	0	0
9. Состояния покрытия	0	0	0
10. Наличие светофоров	0	0	0
11. Наличие дорожных знаков	0	0	0
12. Наличие дорожной разметке	0	0	0
13. Категория дорог /и	0	0	0
14. Видимость дороги	0	0	0
15. Нормативный коэффициент сцепления	0	0	0
16. Следы транспортных средств на проезжей части после ДТП	0	0	0

Критерий - ТС	Авт	Бас	Мот
1. Возраст ТС	0	0	0
2. Пробег ТС	0	0	0
3. Прохождение ТО	0	0	0
4. Прохождение гос.технический осмотр транспортных средств	0	0	0
5. Наличие электронных средств предотвращающими столкновения и снижающими тяжесть последствий ДТП	0	0	0
6. Ремни безопасности	0	0	0
7. Модель шин	0	0	0
8. Рисунок протектора	0	0	0
9. Износ и повреждения шин	0	0	0
10. Давление в шинах	0	0	0
11. Состояние рулевого управления	0	0	0

Критерий - Среда	Прям	Пов-т	Пер-к
1. Въездные терминалы и безопасные полосы примыкания, исключющие «пробки»	0	0	0
2. Фактическое состояние дорожного покрытия	0	0	0
3. Видимость разметки	0	0	0
4. Видимость дорожных знаков	0	0	0
5. Информационно-указательные системы	0	0	0
6. Видеофиксация контроля скорости и нарушений ПДД	0	0	0
7. Информация о климатических условиях движения	0	0	0
8. Информация о потенциальных заторах	0	0	0
9. Температуры воздуха	0	0	0
10. Состояние погоды	0	0	0

Нормирование

Варианты ДТЗ	K1	K2	K3	K4
1. Автотехническая	0,370	0,263	0,342	0,391
2. Трассологическая	0,333	0,289	0,316	0,261
3. Техническая	0,000	0,342	0,026	0,087
4. Дорожная	0,000	0,105	0,316	0,261
5. Фотовидео-техническая	0,000	0,000	0,000	0,000
6. Ситуационная	0,296	0,000	0,000	0,000
7. Пожаро-техническая	0,000	0,000	0,000	0,000
8. Медико-техническая	0,000	0,000	0,000	0,000
9. Прочие виды экспертиз	0,000	0,000	0,000	0,000
min-max	max	max	max	max

Занести данные

Нормализовать

Рассчитать

Рассчитать количество областей, принадлежащих решению

Рисунок 2.16– Шаг 5 установка целеполагания функционирования программы расчета

Начало работы

Критерий - УДД	Вод	Пасс	Пеш
2. Опыт и навыки вождения	0	0	0
3. Стиль вождения	0	0	0
4. Психологический типаж	0	0	0
5. Дисциплина на дороге	0	0	0
6. Понимание неотвратимости наказания	0	0	0
7. Физическое состояние	0	0	0
8. Степень утомления	0	0	0
9. Рост, вес	0	0	0
10. Направление и характер движения пешехода	0	0	0
11. В состоянии опьянения	0	0	0

Критерий - Дорога	Прям	Пов-т	Пер-к
7. Геометрические параметры дороги	0	0	0
8. Вид покрытия	0	0	0
9. Состояния покрытия	0	0	0
10. Наличие светофоров	0	0	0
11. Наличие дорожных знаков	0	0	0
12. Наличие дорожной разметке	0	0	0
13. Категория дорог/и	0	0	0
14. Видимость дороги	0	0	0
15. Нормативный коэффициент сцепления	0	0	0
16. Следы транспортных средств на проезжей части после ДТП	0	0	0

Критерий - ТС	Авт	Бас	Мот
1. Возраст ТС	0	0	0
2. Пробег ТС	0	0	0
3. Прохождение ТО	0	0	0
4. Прохождение гос.технический осмотр транспортных средств	0	0	0
5. Наличие электронных средств предотвращающими столкновения и снижающими тяжесть последствий ДТП	0	0	0
6. Ремни безопасности	0	0	0
7. Модель шин	0	0	0
8. Рисунок протектора	0	0	0
9. Износ и повреждения шин	0	0	0
10. Давление в шинах	0	0	0
11. Состояние рулевого управления	0	0	0

Критерий - Среда	Прям	Пов-т	Пер-к
1. Въездные терминалы и безопасные полосы примыкания, исключаящие «пробки»	0	0	0
2. Фактическое состояние дорожного покрытия	0	0	0
3. Видимость разметки	0	0	0
4. Видимость дорожных знаков	0	0	0
5. Информационно-указательные системы	0	0	0
6. Видеофиксация контроля скорости и нарушений ПДД	0	0	0
7. Информация о климатических условиях движения	0	0	0
8. Информация о потенциальных заторах	0	0	0
9. Температуры воздуха	0	0	0
10. Состояние погоды	0	0	0

Нормирование

Варианты ДТЭ	K1	K2	K3	K4
1. Автотехническая	0,370	0,263	0,342	0,391
2. Трассологическая	0,333	0,289	0,316	0,261
3. Техническая	0,000	0,342	0,026	0,087
4. Дорожная	0,000	0,105	0,316	0,261
5. Фотовидео-техническая	0,000	0,000	0,000	0,000
6. Ситуационная	0,296	0,000	0,000	0,000
7. Пожаро-техническая	0,000	0,000	0,000	0,000
8. Медико-техническая	0,000	0,000	0,000	0,000
9. Прочие виды экспертиз	0,000	0,000	0,000	0,000
min-max	max	max	max	max

Нормализовать

Рассчитать

1	K1>K2>K3>K4	D1=0,3415; D2=0,333; D3=0,171; D4=0,14033333
2	K1>K2>K4>K3	D1=0,3415; D2=0,333; D3=0,171; D4=0,122; D5=
3	K1>K3>K2>K4	D1=0,3415; D2=0,333; D3=0,013; D4=0,14033333
4	K1>K3>K4>K2	D1=0,3415; D2=0,333; D3=0,013; D4=0,19233333
5	K1>K4>K3>K2	D1=0,3415; D2=0,333; D3=0,0435; D4=0,19233333
6	K1>K4>K2>K3	D1=0,3415; D2=0,333; D3=0,0435; D4=0,122; D5=
7	K2>K1>K3>K4	D1=0,3415; D2=0,289; D3=0,171; D4=0,14033333
8	K2>K1>K4>K3	D1=0,3415; D2=0,289; D3=0,171; D4=0,122; D5=
9	K2>K3>K1>K4	D1=0,3415; D2=0,289; D3=0,184; D4=0,14033333
10	K2>K3>K4>K1	D1=0,3415; D2=0,289; D3=0,184; D4=0,22733333
11	K2>K4>K3>K1	D1=0,3415; D2=0,289; D3=0,2145; D4=0,22733333
12	K2>K4>K1>K3	D1=0,3415; D2=0,289; D3=0,2145; D4=0,122; D5=
13	K3>K2>K1>K4	D1=0,3415; D2=0,316; D3=0,184; D4=0,14033333
14	K3>K2>K4>K1	D1=0,3415; D2=0,316; D3=0,184; D4=0,22733333

Рассчитать количество областей, принадлежащих решению

Рисунок 2.17– Шаг 6 фрагмент результатов определения Паретто-эффективных решений

Начало работы

Критерий - УДД	Вод	Пасс	Пеш
2. Опыт и навыки вождения	0	0	0
3. Стиль вождения	0	0	0
4. Психологический типаж	0	0	0
5. Дисциплина на дороге	0	0	0
6. Понимание неотвратимости наказания	0	0	0
7. Физическое состояние	0	0	0
8. Степень утомления	0	0	0
9. Рост, вес	0	0	0
10. Направление и характер движения пешехода	0	0	0
11. В состоянии опьянения	0	0	0

Критерий - Дорога

Критерий - Дорога	Прям	Пов-т	Пер-к
7. Геометрические параметры дороги	0	0	0
8. Вид покрытия	0	0	0
9. Состояния покрытия	0	0	0
10. Наличие светофоров	0	0	0
11. Наличие дорожных знаков	0	0	0
12. Наличие дорожной разметке	0	0	0
13. Категория дорог/и	0	0	0
14. Видимость дороги	0	0	0
15. Нормативный коэффициент сцепления	0	0	0
16. Следы транспортных средств на проезжей части после ДТП	0	0	0

Нормирование

Варианты ДТЭ	K1	K2	K3	K4
1. Автотехническая	0,370	0,263	0,342	0,391
2. Трассологическая	0,333	0,289	0,316	0,261
3. Техническая	0,000	0,342	0,026	0,087
4. Дорожная	0,000	0,105	0,316	0,261
5. Фотовидео-техническая	0,000	0,000	0,000	0,000
6. Ситуационная	0,296	0,000	0,000	0,000
7. Пожаро-техническая	0,000	0,000	0,000	0,000
8. Медико-техническая	0,000	0,000	0,000	0,000
9. Прочие виды экспертиз	0,000	0,000	0,000	0,000
min-max	max	max	max	max

Критерий - ТС

Критерий - ТС	Авт	Бас	Мот
1. Возраст ТС	0	0	0
2. Пробег ТС	0	0	0
3. Прохождение ТО	0	0	0
4. Прохождение гос. технического осмотра транспортных средств	0	0	0
5. Наличие электронных средств предотвращающими столкновения и снижающими тяжесть последствий ДТП	0	0	0
6. Ремни безопасности	0	0	0
7. Модель шин	0	0	0
8. Рисунок протектора	0	0	0
9. Износ и повреждения шин	0	0	0
10. Давление в шинах	0	0	0
11. Состояние рулевого управления	0	0	0

Критерий - Среда

Критерий - Среда	Прям	Пов-т	Пер-к
1. Выездные терминалы и безопасные полосы примыкания, исключая «пробки»	0	0	0
2. Фактическое состояние дорожного покрытия	0	0	0
3. Видимость разметки	0	0	0
4. Видимость дорожных знаков	0	0	0
5. Информационно-указательные системы	0	0	0
6. Видефиксация контроля скорости и нарушений ПДД	0	0	0
7. Информация о климатических условиях движения	0	0	0
8. Информация о потенциальных заторах	0	0	0
9. Температуры воздуха	0	0	0
10. Состояние погоды	0	0	0

Нормализовать

0,140333333333333; D5=0; D6=0,296; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,122; D5=0; D6=0,296; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,140333333333333; D5=0; D6=0,296; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,192333333333333; D5=0; D6=0,296; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,192333333333333; D5=0; D6=0,296; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,140333333333333; D5=0; D6=0; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,122; D5=0; D6=0; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,140333333333333; D5=0; D6=0; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,227333333333333; D5=0; D6=0; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,227333333333333; D5=0; D6=0; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,140333333333333; D5=0; D6=0; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,140333333333333; D5=0; D6=0; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,227333333333333; D5=0; D6=0; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,140333333333333; D5=0; D6=0; D7=0; D8=0; D9=0	1
0,227333333333333; D5=0; D6=0; D7=0; D8=0; D9=0	1

Рассчитать

Рассчитать количество областей, принадлежащих решению

Рисунок 2.18 – Шаг 7 фрагмент данных для анализа эффективности экспертиз

## 2.7 Выводы по главе 2

1. Разработанный во второй главе теоретический аппарат предназначен для определения в количественных оценках эффективности любого вида дорожно-транспортной экспертизы из всего спектра ситуаций дорожно-транспортных происшествий и позволяет:

—получать оценки значимости отдельных видов экспертиз для отдельных информационных состояний системы в целях управления процессами назначения экспертиз;

—снижать неопределенности в сложной информационной среде, позволяющей принимать объективные решения по разработке целевых мероприятий, направленных на повышение эффективности всей системы БДД.

2. Разработанный теоретический аппарат имеет принципиальные особенности, определяющие его преимущества:

—полученная аналитическая модель применима на всём поле вероятностей изменения ситуаций в системе «ДТП-экспертиза-БДД» и к факторам любой степени неопределённости;

—методология поиска решений формализована и позволяет аналитически определять вероятности возникновения возможных событий при наличии минимальной информации о состоянии системы в целом.

3. Разработанная аналитическая модель «ДТП-экспертиза-БДД» позволяет получать объективно-оптимальные решения, учитывающего существующие и возможные новые перспективные виды дорожно-транспортных экспертиз по четырем критериям эффективности в системе «Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда», а полученные значения эффективностей позволяют делать заключения о целесообразности назначения применения одной или группы экспертиз в зависимости от условий (информационного состояния) среды принятия решений в исследуемой системе.

4. Разработанная модель позволяет решить в системе «ДТП-экспертиза-БДД» следующие задачи:

— при наличии состава необходимых статистических данных определить, какие виды экспертиз эффективно работают на обеспечение БДД;

— определить типы экспертиз, недостаточный состав показателей которых не обеспечивает достоверной оценки их влияния на эффективность мероприятий по БДД, что определяет необходимость концентрации усилий и ресурсов системы на управляемых факторах, влияющих на показатели данных видов экспертиз.

Основным преимуществом разработанной модели является то, что аналитический аппарат получения коэффициента относительной важности по каждому критерию полностью формализован, то есть объектно-ориентирован в части получения КОВ для каждого отдельного критерия по всем рассматриваемым возможным решениям.

5. Разработанная модель реализована в ПО, защищенном в виде свидетельства о регистрации ПО и применима при разработке «цифровых» методов поиска оптимальных управляющих воздействий. При применении ПО для определения эффективности дорожно-транспортной экспертизы необходимо и достаточно ввести имеющиеся данные, характеризующие информационную ситуацию расследуемого дорожно-транспортного происшествия. В результате работы программы определяются виды дорожно-транспортных экспертиз, максимально снимающих неопределенность в случае конкретного дорожно-транспортного происшествия.

6. На основании полученных результатов назначаются и проводятся экспертизы ДТП, современный подход к выполнению которых должен базироваться на расчетно-аналитических методах производства в границах разработанной автором модельно-ориентированной реконструкции их механизма.

### **ГЛАВА 3. ПРОЦЕДУРЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСПЕРТИЗ ДТП В ГРАНИЦАХ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ИХ МЕХАНИЗМА**

Стремительный рост цифровизации процессов сбора и получения информации, передачи и обработки данных больших объемов, а также развитие технологии и математического аппарата, реализующего имитационное и численное моделирование сложных процессов, к которым относится реконструкция механизма ДТП во всех его стадиях с учетом многофакторного воздействия каждого элемента системы ВАДС на воспроизводимый механизм происшествия, на настоящий момент сформировал в судебно-экспертной деятельности двоякое состояние системы методического решения возникающих задач.

С одной стороны, в системе возник наблюдаемый разрыв между достижениями науки и техники, методами и методиками расчета (производства исследования), применяемыми при анализе ДТП. С другой стороны эти же достижения сформировали условия для внедрения в практику методов, отвечающих вызовам современного общества и технологическим процессам, элементы которых уже внедрились в систему ВАДС – совершенствование конструкций ТС, развитие математического аппарата EDR, внедрение систем фото и видеофиксации, появление цифровых моделей местности, накопление данных о состоянии систем А и Д и т.д.

В настоящее время в системе государственных судебно-экспертных учреждений производство экспертиз осуществляется на основании методик и методических рекомендаций, разработанных и утвержденных методическими Советами государственных судебно-экспертных учреждений, применение которых является обязательным при производстве исследований и экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях. Иная ситуация обстоит с негосударственными судебно-экспертными учреждениями и негосударственными экспертами [133,134]. При производстве исследований и экспертиз негосударственные экс-



перты и судебно-экспертные учреждения вправе применять любую экспертную методику, которая, с точки зрения негосударственного эксперта, выполняющего данную экспертизу или исследование, является наиболее правильной и позволит получить полные объективные результаты в соответствии со ст.8 Федерального закона «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» от 31.05.2001 года № 73-ФЗ [120].

Исходя из сохраняющихся длительное время тенденций развития судебно-правовой системы РФ, деятельность негосударственных судебно-экспертных учреждений становится с каждым годом все шире, как в объемах содержания исследований, так и объеме выполняемых видов исследований. По мнению Россинского С.Б. [135] «в первую очередь это связано с неготовностью существующих государственных судебно-экспертных учреждений к удовлетворению потребностей современной следственной и судебной практики». Наибольшее количество трудностей связано с производством новых родов судебных экспертиз и исследований, например, таких как видеотехническая экспертиза, имеющая целью установить государственный регистрационный номер ТС или скорость ТС. Кроме того для проведения некоторых экспертиз до настоящего времени не существует методик или методических рекомендаций, но которые в современных условиях приобретают особую актуальность в связи с компьютеризацией современного общества и тотальным переходом на использование современных цифровых технологий [135].

Существующие достоинства производства экспертиз в негосударственных экспертных учреждениях противопоставлены одному существенному их недостатку. Это невозможности оценить правильность выбора той или иной методики и сложность в проверке ее результатов, особенно в случае формирования выводов экспертного заключения на основе выполнения моделирования, которое за частую выступает в роли черного ящика. В таких случаях не возможно оценить качество и точность заложенных в модель исходных данных и соответственно не возможно верифицировать полученные результаты. Таким образом, процедуры исследования в этом случае остаются скрытыми и не пригодными к проверки. При этом как

в негосударственных так и в государственных судебно-экспертных учреждениях сложилась вопиющая по своей недоказуемости практика, когда в заключении эксперта приводятся скрин-шоты рабочей программы, в которой выполнено моделирование, и даны выводы по ним, но сама модель и отчет программы (который есть всегда в любом из современных программных комплексов для реконструкции механизма ДТП) не прилагается к составленному Заключению. Фактически в этом случае лицо, назначившее и получившее такое заключение, полностью лишено возможность сопоставить его результаты с методами, использованными для его получения. Это фактически сводит анализ полученного заключения к ситуации в форме «доверия авторитету», построенного на основе иллюстративности, а не обоснованности выводов. В связи с этим, несмотря на свободу выбора организации для проведения исследований и экспертиз, единого подхода к методикам проведения исследований и экспертиз по настоящее время все же не существует. Отсутствие единства в методическом пространстве получения и обработки ПСИ, существенным образом затрудняет проведение судебно-экспертных исследований в негосударственных судебно-экспертных организациях, снижает достоверность результатов по отношению к фактическим данным, а в некоторых случаях может приводить даже к недостоверным, некатегоричным и сугубо субъективным результатам исследований [136].

В связи с тенденцией постоянного роста в сфере БДД новых видов и способов правонарушений, методики, которые проходят апробацию и сертификацию, не всегда оказываются пригодными для решения возникающих новых задач. Поэтому постоянно будет существовать необходимость разработки новых научно обоснованных методик. Таким образом, возникает своеобразный методический вакуум, который требует упорядоченного заполнения на основе единого научно-методического подхода к судебно-экспертной практике проведения судебных экспертиз. При этом, под судебно-экспертной методикой следует понимать научно-обоснованную последовательность действий судебного эксперта для решения конкретной (типовой) судебно-экспертной задачи. В независимости от того, прошла или нет методика апробацию и сертификацию, ее содержание должно пред-

ставлять собой совокупность основных данных о судебно-экспертной задаче и способах ее решения, объектах исследования, оборудовании, расходных ресурсах и материалах, и самое главное – методика должна занимать определенное место в аппарате исследования (в иерархии методов, процедур и процессов), а не выборочно применяться на основе опыта эксперта [136].

Заполнить этот вакуум, а также реализовать все потенциально возникшие условия для совершенствования методического аппарата исследований и реконструкции ДТП, позволит смена существующий парадигмы (как принятой научным сообществом модели научной деятельности в методическом обеспечении) на модельно-ориентированную реконструкцию (МОР) механизма ДТП. В отличие от существующего аппарата она полностью ориентированную не на процессы деятельности по составлению заключения эксперта, а на процессы деятельности, по созданию высокоточной модели механизма ДТП, в которой заключение эксперта – лишь один из ее продуктов.

Таким образом, в связи с расширением видов и способов правонарушений в сфере БДД и переходом общества на использование высоких цифровых технологий возникает проблема использования единого научно-методического обеспечения судебно-экспертной деятельности. Решение данной проблемы также возможно на основе законодательного урегулирования всех аспектов судебно-экспертной деятельности, как государственных, так и негосударственных судебно-экспертных организаций.

### **3.1 Модельно-ориентированная реконструкция (анализ) механизма ДТП**

На современном этапе развития методологии экспертного анализа ДТП, в условиях роста количественного состава и скорости обработки первичной пространственно-следовой информации (ПСИ), объем входной информации (подлежащей комплексному исследованию экспертом) существенно ниже объема выходной информации (результатов ассимиляции смежных видов исследования (СВИ) и построения модели механизма ДТП) на момент составления окончатель-

ного заключения. В этой связи процесс исследования можно отобразить в виде пирамиды, вершина которой обозначает цель исследования, а своим основанием она опирается на накопленный объем информации, выходящий за пределы как достаточного. На границе основания Заключение эксперта является лишь квинт-эссенцией выводов в рамках оси исследований, заданных его целью. Иной полученный объем информации формально не используется, хотя он представляет собой наиболее ценную часть, так как именно на основании полного объема информации в основании пирамиды процессов (исследования) возможно разрабатывать решения по предотвращению ДТП.

Концепция модельно-ориентированной реконструкции (МОР) или анализа механизма ДТП по оси исследования (обработки) информации от его цели к конечному продукту - ЗаклЮчению эксперта в общем виде имеет следующие ограничения:

— модель, реконструирующая механизм ДТП во всех его стадиях (сближение (С) – контактно-следовое взаимодействие (КСВ) – разлет (Р)) является неотъемлемой частью исследования и реализует все процедуры процессинга (предпроцессинг - процессинг – постпроцессинг);

— под просессингом понимается иерархия взаимосвязанных методов и процедур обработки ПСИ, полученной из неизменяемых и валидированных (проверяемых) источников;

— концепция МОР и ее место в сфере информационного объема исследования показана на рисунке 3.1.

С момента начала формирования методик автотехнических исследований рекомендуемых к применению в широкой практике, расширения практики решения частных задач и накопления опыта производства экспертных исследований ДТП и по настоящее время, сохранилась общая атавистическая черта, характеризующая как ПСИ, так и в целом объем получаемый экспертом информации о предмете и объектах своего исследования, а именно: ПСИ может быть сугубо субъективной её качественно-количественные показатели на носителе могут быть подвергнуты изменению и/или искажению (вмешательству). Это во многих слу-

чаях лишает эксперта возможности выполнить полную и адекватную фактическим обстоятельствам реконструкцию механизма ДТП. Эволюция ориентиров исследования с 60-х годов прошлого века по настоящее время, а также характерные черты каждого из этапов развития методологии производства экспертных исследований представлены на рисунке 3.2.

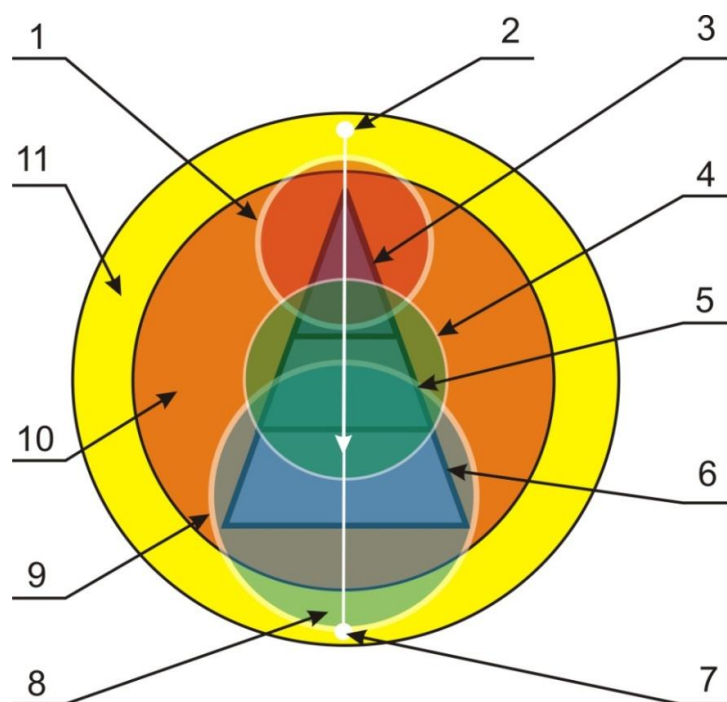


Рисунок 3.1 – Концепция модельно-ориентированной реконструкции

На рисунке обозначены: 1- исходный объем информации в начале исследования (в начале предпроцессинга); 2 – ось исследования, образуемая его целью; 3 – предпроцессинг (обработка исходных данных); 4 – объем информации на этапе процессинга; 5 – процессинг; 6 – постпроцессинг (обработка результатов); 7 – Заключение эксперта; 8 – объем накопленной информации в ходе выполнения переходов от предпроцессинга к процессингу и от него к постпроцессингу, выходящий за пределы информационного пространства исследования во внешнее пространство; 9 - объем информации на этапе постпроцессинга; 10 – информационное пространство исследования; 11 – внешнее информационное пространство исследования

Эволюционное изменение методологических подходов к исследованию при производстве экспертизы ДТП (как совокупности имеющихся знаний, опыта и понятийного аппарата, которой располагает эксперт, чтобы рассмотреть проблему с конкретной точки зрения – цели исследования), показанное на рисунке 3.2, в первую очередь во времени отражает этапы роста вычислительных скоростей персональных компьютеров ПК.

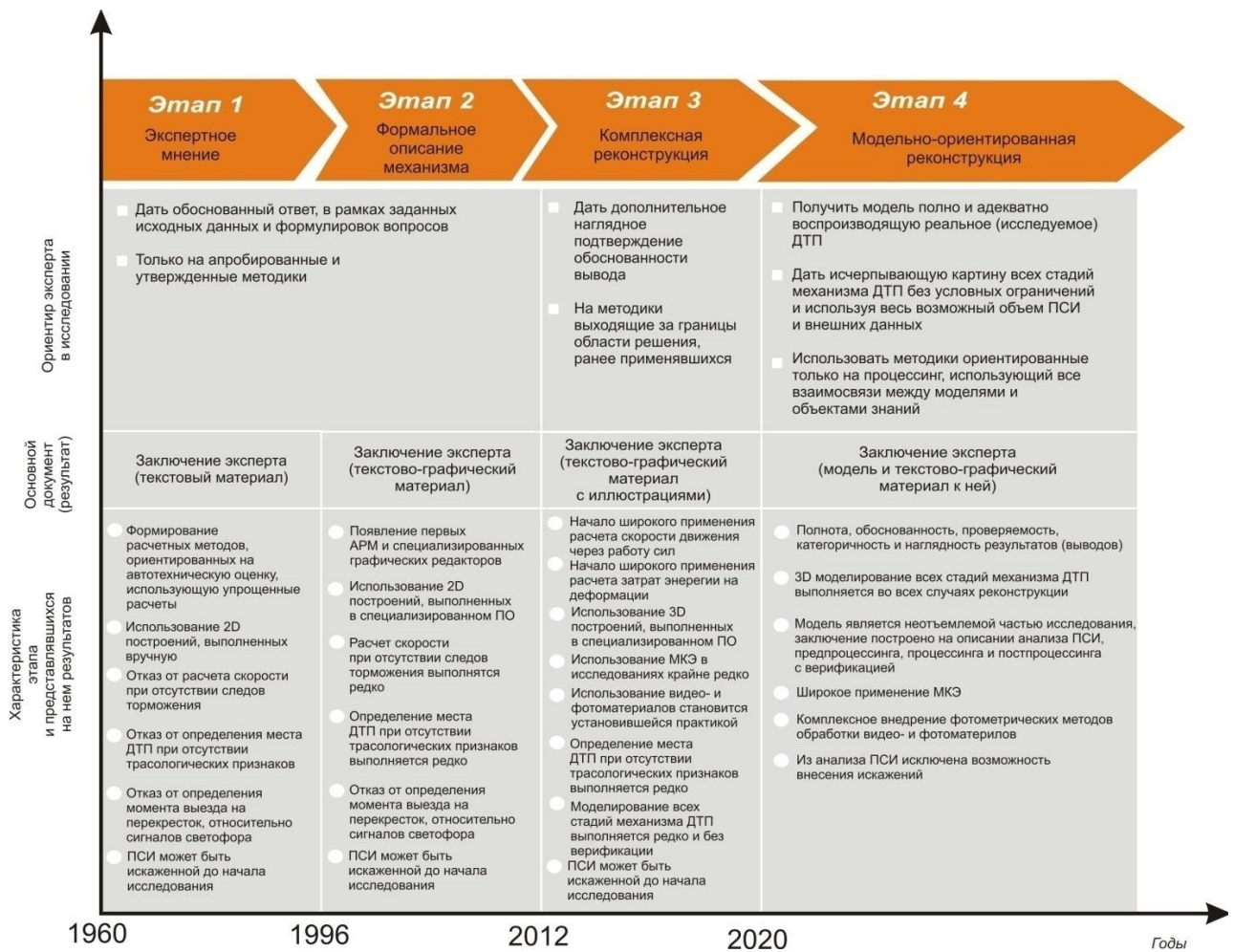


Рисунок 3.2 – Эволюция этапов развития методологии производства экспертных исследований и их характеристика

Так, до 1996 года (появлением первых широкодоступных ПК и начало формирования процессорной архитектуры нового поколения) автоматизация процедур автотехнических исследований была крайне низкой, первые автоматизированные рабочие места (АРМ) и специализированное ПО начали появляться после 1996 года и представляли собой преимущественно программы масштабной графической визуализации схем места ДТП и простейшие калькуляторы, вычисляющие общепринятые методикой формулы в границах данных, полученных на рубеже 80-х годов (значения замедлений ТС, скорости их нарастания и иных классифицированных и обобщенно унифицированных исходных данных). В дальнейшем развитии элементной базы ПК и совершенствование ПО позволило приме-

нять 3Dмодели, использовать сеточные методы (включая МКЭ), а также стремительно развивать специализированные графические редакторы от примитивного графического редактора до комплексной системы моделирования.

Следующим рубежом между этапами развития методологии формально стало решение Методического Совета при МинЮсте РФ от 20.03.12г. О рекомендации к практическому применению при производстве экспертиз ПО PC-Crash. Таким образом, формализованное решение о рекомендации, было расширено на все методы решения частных задач (т.е. на сами методики и процедуры их выполнения, включая процедуры сбора ПСИ) при моделировании ДТП с использованием данного ПО. Именно поэтому с 2012 года в экспертную практику широко внедрилась практика расчета скорости по объемным деформациям и расчет скорости до ДТП через суммирование работ сил на перемещения объектов исследования в стадиях С-КСВ-Р. Это вкуче с развитием технологий фото- и видеофиксации обусловило к настоящему времени возможность полного перехода к МОР.

Следует также выделить особо, что до настоящего времени Заключение эксперта, как результат его деятельности, отражающий последовательность выполнения им процедур, ограниченных методическими рамками частных (или обобщенных) способов расчета, представляет собой сугубо текстово-графический материал, в котором модель механизма ДТП (при ее наличии) является лишь иллюстрацией, но не основой для формирования выводов. Модель не приобщается к заключению, а следовательно не может быть воспроизведена и верифицирована (что фактически лишает экспертное исследование выполнения условия проверяемости и достоверности).

В рамках наличия условий для перехода (в данном случае условиями перехода являются развитие как элементной базы ПК, так и ПО к нему, а также рост скорости объема и передачи ПСИ, сопровождающихся технологической широтой ее накопления) в настоящее время именно к МОР механизма ДТП, необходимо выделить следующие основные отличия (помимо общей характеристики на рисунке 3.2) от существующей методологии: первое – модель есть неотъемлемый и

основой результат исследования; второе – ПСИ в условии реализации концепции МОР не может быть субъективно изменена.

Таким образом, МОР позволяет сформировать методологию производства экспертного следования, как комплексную систему, позволяющую учитывать все управляющие мотивы исследования, а именно систему, работа которой характеризуется полнотой (практической широтой), обоснованностью, проверяемостью, категоричностью и наглядностью результатов (выводов).

### **3.1.1 Процедуры входного анализа, предпроцессинга, процессинга и постпроцессинга в МОР**

Системная динамика процессов в МОР подчиняется, как было отмечено, общей оси, образуемой моделью, между целью исследований и ее непосредственным результатом – Заключением эксперта. При этом фактические результаты, выходящие за пределы исходного пространства, приобретают основополагающую ценность для анализа причин ДТП в контексте работы всей системы ВАДС. Динамическое представление оси исследований в этапах до и после процессинга в МОР показаны на рисунке 3.3.

Входной анализ источников информации (формирование пространства исходной ПСИ), показанный на рисунке 3.4, в структурном виде должен быть разделен на более широкий спектр подсистем: Водитель, Пассажир, Пешеход, Свидетель, Автомобиль (ТС), Дорога, Среда. В каждой из указанных подсистем технологические процессы накопления информации позволяют получить определенные видовые категории данных, общая совокупность которых формирует банк исходных данных, передаваемый через выход И (Информация) в процедуру предпроцессинга.

Все выходы и входы процедурных блоков в системе МОР являются многоканальными связями с передачей данных в едином формате сохранения - обработки.



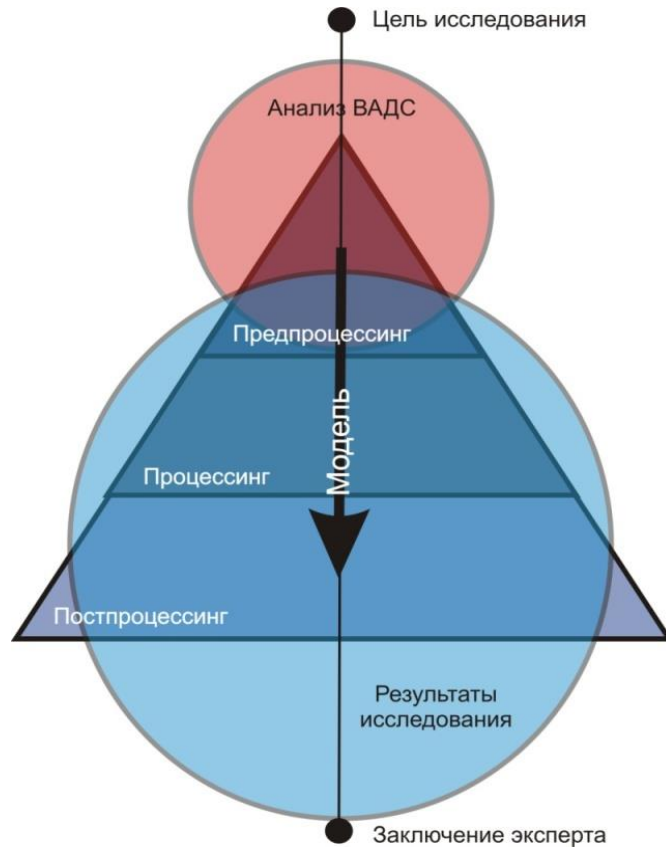


Рисунок 3.3 – Динамическое представление оси исследования в этапах до и после процессинга в МОР

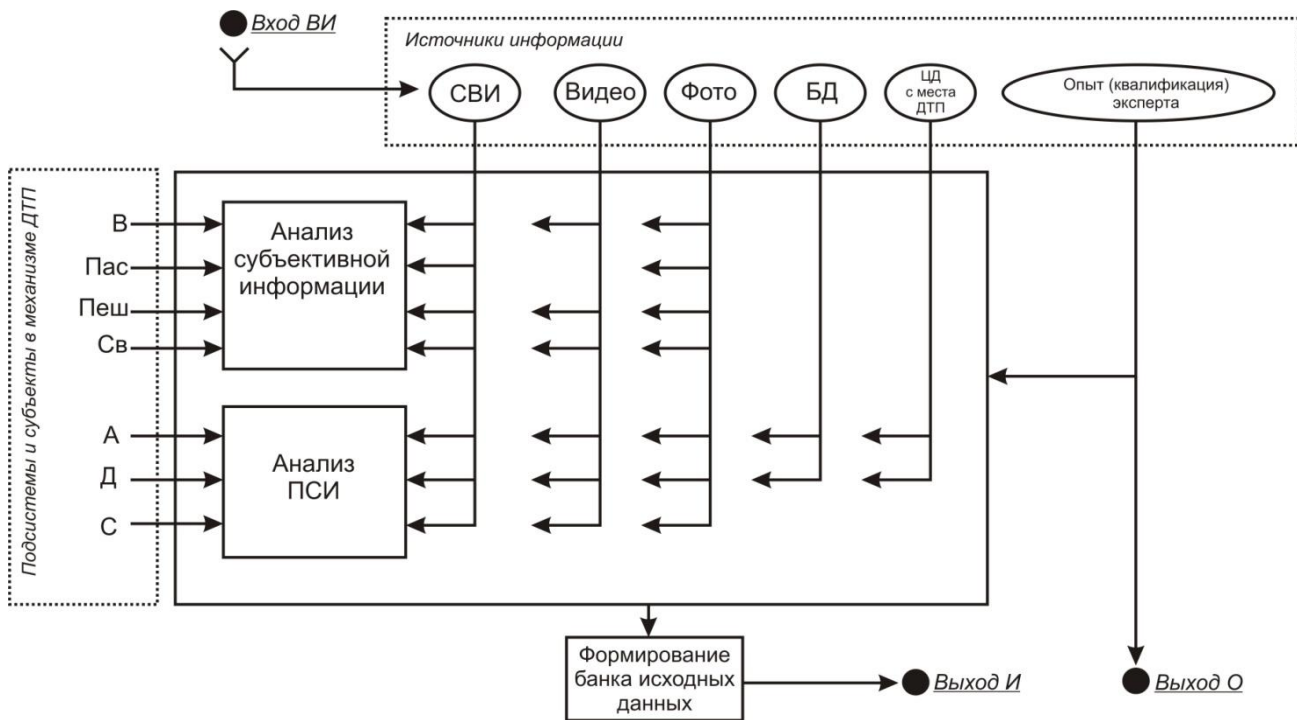


Рисунок 3.4 – Процедура анализа исходных данных в МОР

Вход ВИ (внешняя информация) предназначен для включения в анализ данных из смежных исследований (СВИ), используемых баз данных (БД), данных видео и фото-фиксации и цифровых данных (ЦД) с места ДТП. Каждому элементу пирамиды МОР подключен опыт эксперта (входы и выходы О), как сопутствующий процесс, сочетающий в себе как управляющие решения по выполнению процедур, так и его (опыта) накопление.

В связи с этим, необходимо также отметить, что пирамидальная концепция МОР также формирует базу для смежного процесса – роста квалификации эксперта вдоль линии роста его опыта работы в системе, реализующей МОР.

Процедура предпроцессинга в МОР показана на рисунке 3.5. Формализовано это подготовка и компоновка модели перед ее симуляцией в рамках процедуры процессинга, внутри которой преимущественно реализуются методы транспортной трасологии, так как установление условий КСВ (в частности угла взаиморасположения, столкновения, зоне взаимного переноса и т.п.) предшествуют размещению объектов на сцене модельного пространства. Эта связанность с транспортной трасологией в самом начале реализации процессов МОР, формально указывает на третье основное отличие МОР от существующей методологии: в МОР транспортная трасология не является и не исполняется отдельным видом исследования, а является его структурной частью, без которой выполнение МОР не возможно.

Детализированное описание процедур транспортной трасологии представлено ниже в разделе 3.3 настоящей Главы. Выход ПП (Предпроцессинга) связан с его входом в процедуру Процессинга (рисунок 3.5 и 3.6).

Показанная на рисунке 3.6 процедура Процессинга включает в себя циклы моделирования, реализуемые в рамках структурной взаимосвязи показанной на рисунке 3.7. При этом симуляция, передаваемая в результат исследования (к блоку методов автотехнической оценки Процессинга) является итерационно накопленным оптимальным решением, в модельном времени отображающим реконструкцию механизма ДТП от конечного положения объектов исследования к стадиям Р – КСВ – С (см. вертикаль цикла на рисунке 3.6).

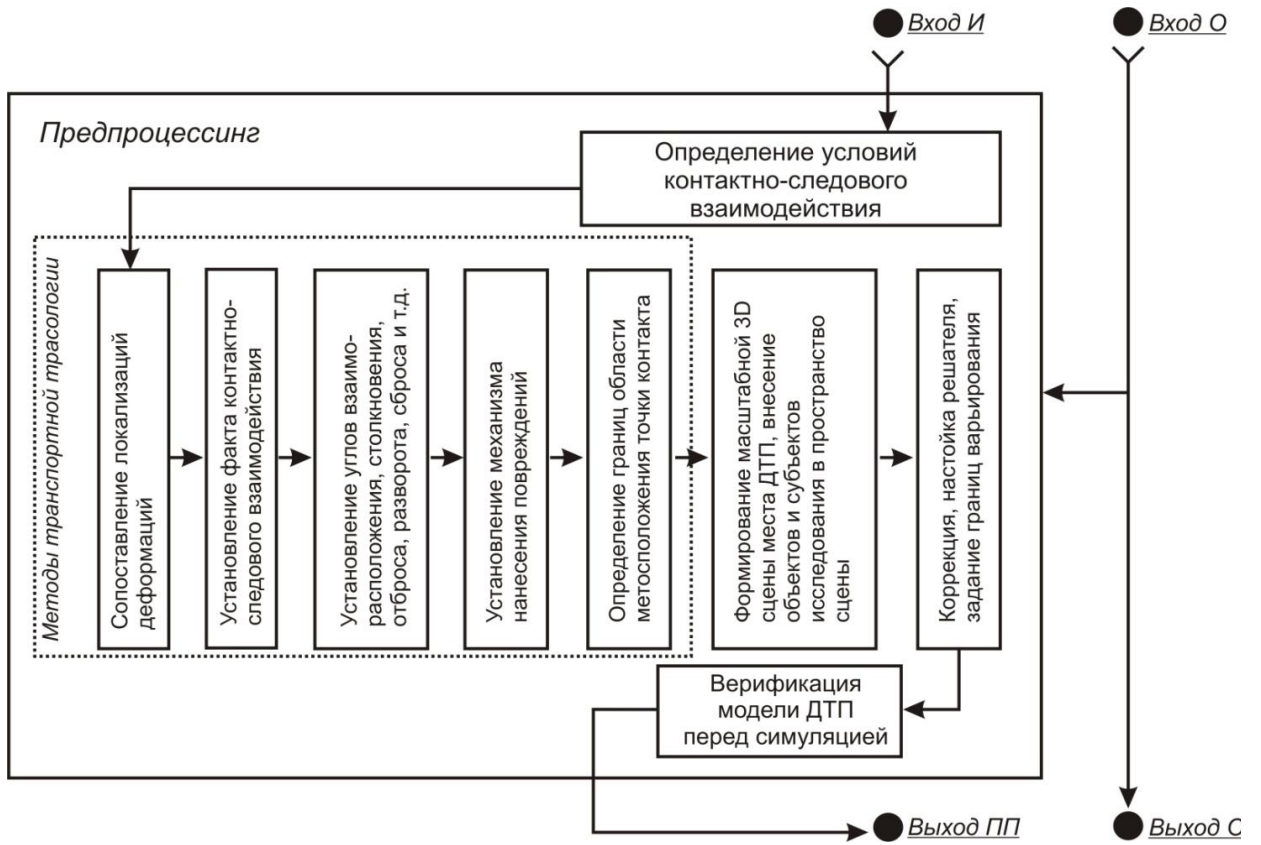


Рисунок 3.5 – Процедура предпроцессинга в МОР

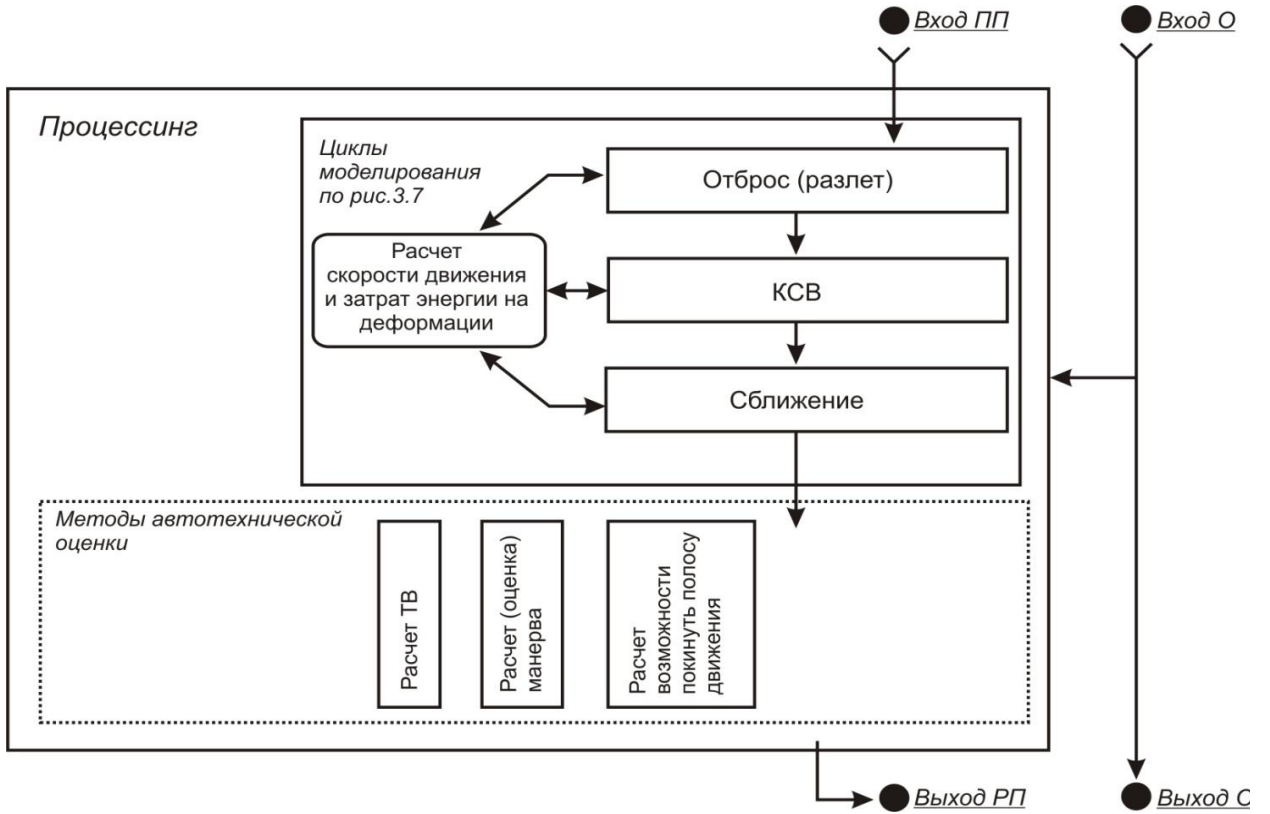


Рисунок 3.6 – Процедура процессинга в МОР

Блок методов автотехнической оценки Процессинга (рисунок 3.6) включает основные расчетные, подчиненные цели исследования, блоки. Они позволяют сформировать базис оценки в рамках основных автотехнических вопросов:

—наличие или отсутствие технической возможности (ТВ) избежать (предотвратить) ДТП;

—нахождение причинной связи между превышением скорости и последствиями ДТП (в расширенном виде – с моделированием травмирования при симуляции модели относительного перемещения тел водителя, пассажира (-ов) и/или пешехода – с применением имитации модели тела человека с параметрической фиксацией перемещений многокомпонентной модели по типу модели MADYMO [137]);

—установления соответствия или несоответствия действия водителей требованиям ПДД РФ.

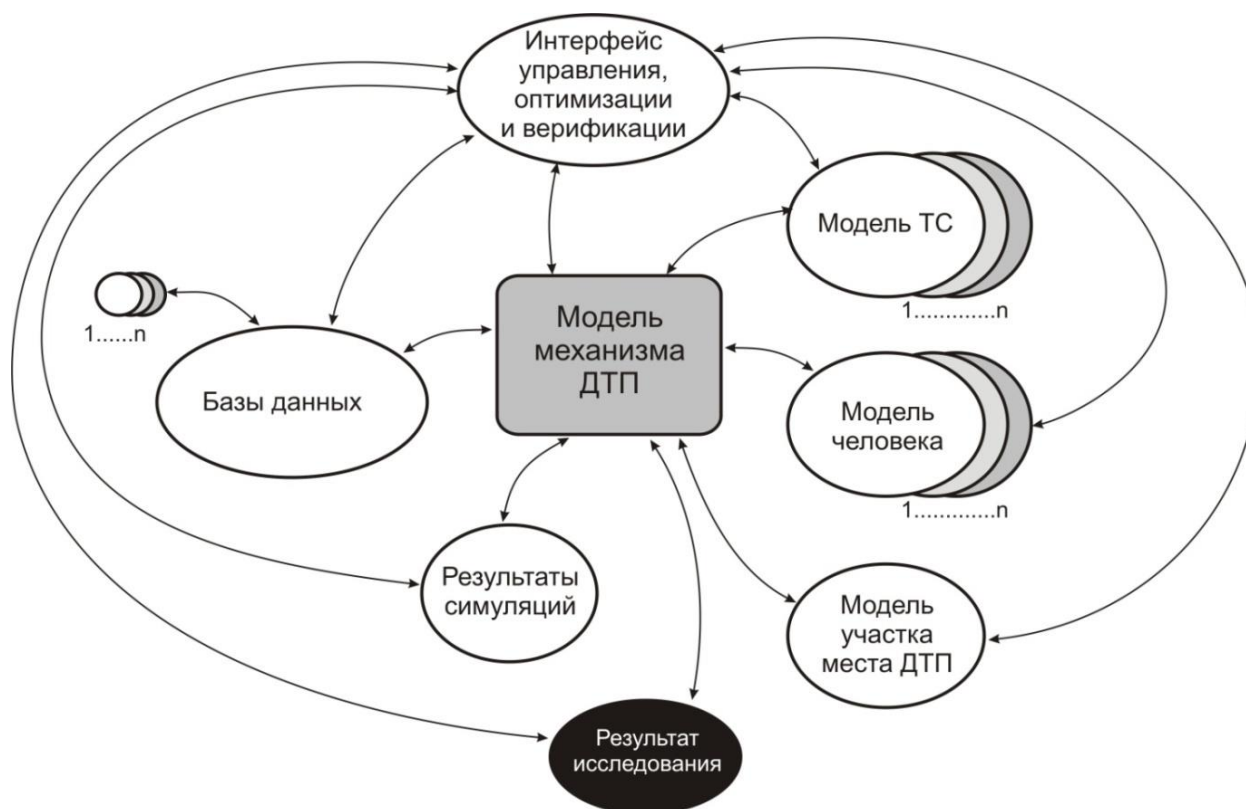


Рисунок 3.7 – Структурная взаимосвязь моделей в цикле процессинга MOR

В случаях, когда в процессинг должны входить такие показатели, как границы условной области фактического местоположения точки контакта, для выделения пятна, в пределах которого выполняются симуляции и итерационный подбор (оптимизация симуляции) к процессингу в МОР могут быть подключены специализированные процедуры исследований. Например, процедура определения границ места наезда, предшествующая процессингу (процедура показана на рисунке 3.8), включает как методы трасологии, так и инженерные расчеты скорости движения  $a/m$  в момент наезда на пешехода.

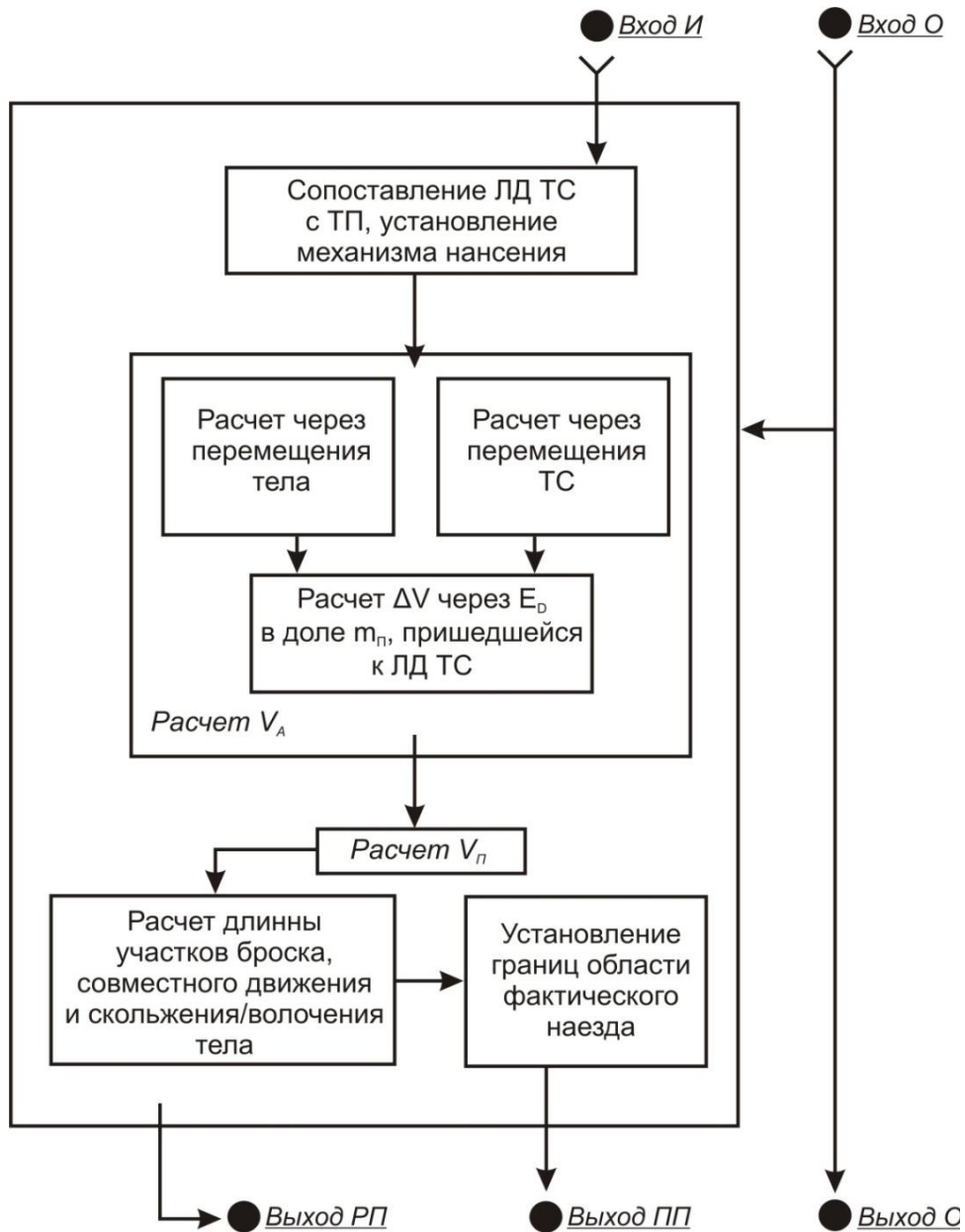


Рисунок 3.8 – Специализированная процедура определения границ места наезда на пешехода, предшествующая процессингу

На рисунке обозначены: ЛД ТС – локальная деформация транспортного средства;  $\Delta V$  – потеря скорости, затраченная на удар;  $E_D$  – энергия, затраченная на получение объемной деформации;  $m_{II}$  – масса пешехода;  $V_A$  – скорость транспортного средства в момент наезда;  $V_{II}$  – скорость тела пешехода в момент отделения от транспортного средства (приобретенная скорость).

Процедура постпроцессинга в МОР показана на рисунке 3.9. Его структура подразумевает комплексную многофакторную обработку, целесообразную персонализацию отображения (относительно объекта, подсистемы или системы в целом) результатов исследования. Также подразумевается формирование итоговых выходных документов по установленной системой, реализующей МОР, форме. В параллели широты спектра задействованных в МОР подсистем: Водитель, Пассажир, Пешеход, Свидетель, Автомобиль (ТС), Дорога, Среда в процедуре Постпроцессинга (см. рисунок 3.9) выполняется сквозное прочтение результатов, позволяющее разработать решения по предотвращению аналогичных ДТП.

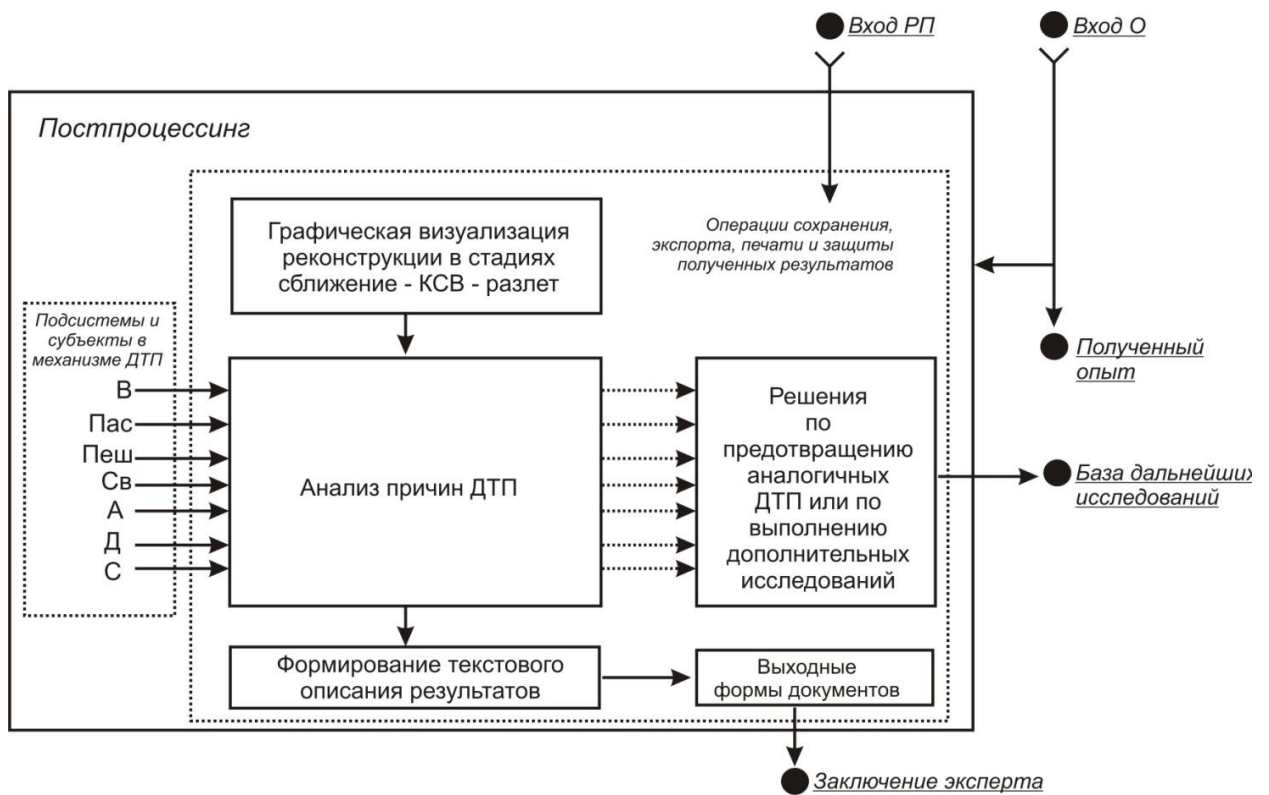


Рисунок 3.9 – Процедура постпроцессинга в МОР

В задаче анализа причин ДТП можно выделить некоторые специализированные процедуры постпроцессинга. В частности, на настоящий момент в экспертизе ДТП не используются индексы травмирования (хотя индекс ASI регламентирован ГОСТ 33464 [138]) для анализа причинной связи между ДТП и его последствиями. Эксперты чаще всего избегают исследовать вопросы, связанные с определением: были бы локализации телесных повреждений (ЛТП), их тяжесть, выраженные через комплексный показатель травмирования - КПТ [157] менее фактически полученных в случае движения ТС с максимально-допустимой скоростью движения.

Решение этих вопросов возможно только в рамках МОР. В частности, пример субпроцедуры постпроцессинга при исследовании причинно-следственной связи между фактическим КПТ, ЛТП и действиями водителя приведен на рисунке 3.10.

Таким образом, реализуя в рамках МОР вертикаль обработки процессов и накопления их результатов от цели к продукту (Заключению эксперта), Постпроцессинг позволяет как окончательно сформировать продукт её динамики – конкретное Заключение эксперта, так и получить её суперпродукт– результат, качество которого превосходит полагаемый в рамках цели. Объем полезной информации в нем превышает известный ранее, лишь частично отображенный в Заключении, и пригодный для дальнейших специализированных научных исследований (анализа) ДТП.

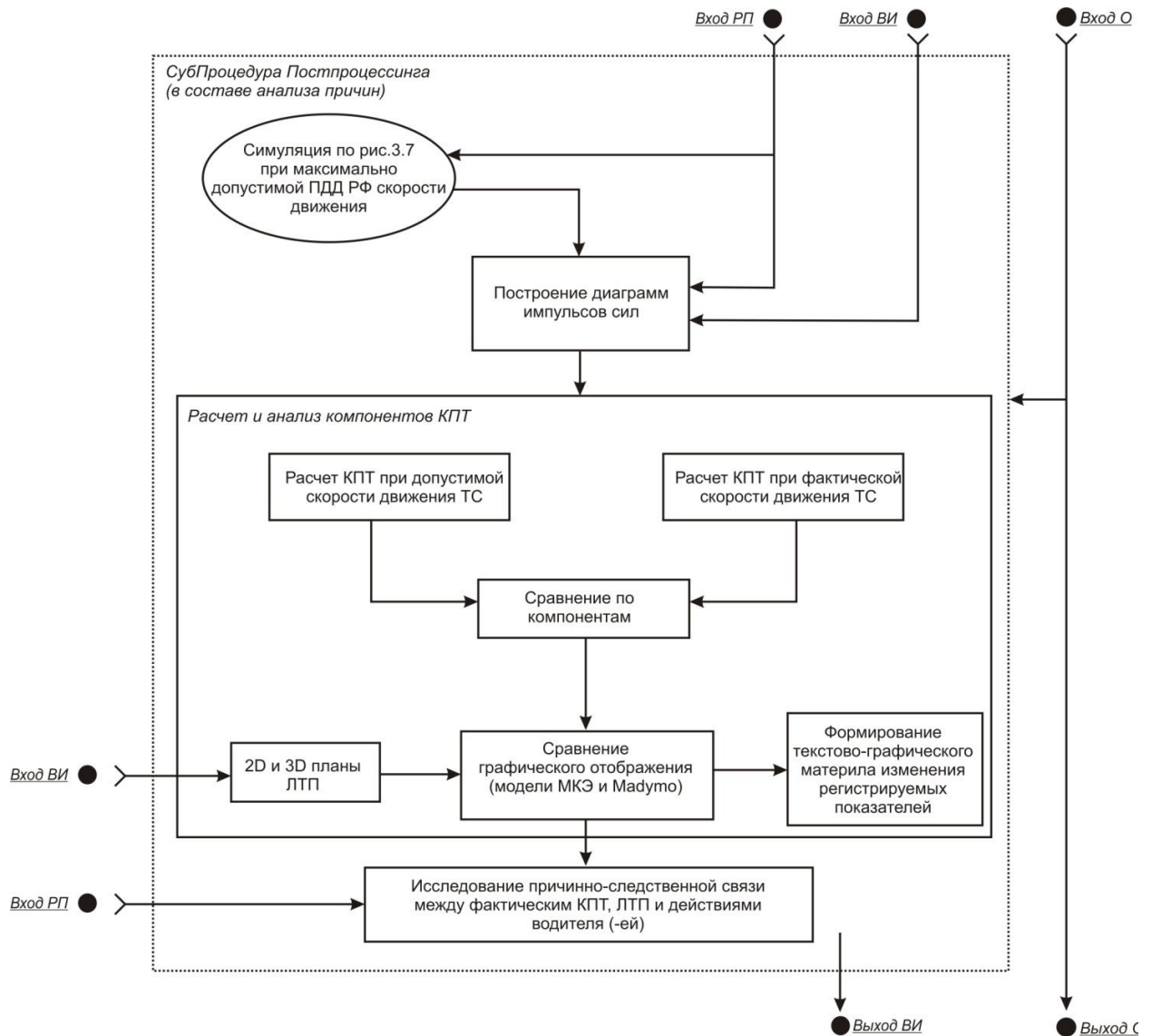


Рисунок 3.10 – Субпроцедура постпроцессинга в МОР при частной задаче анализа причин ДТП

### 3.1.2 Уточнение методики расчета скорости движения автомобилей до столкновения с учетом полученной им объемной деформации

Существующий и широко применяемый во всем мире метод расчета затрат энергии на получение объемной деформации (алгоритм Crash 3) основан на представлении зависимости роста объемной деформации во времени от скорости ТС к моменту контакта, как кривой некоторой индивидуальной для каждого модельного типа ТС функции. Дифференцирование этой кривой в геометрическом смысле описывается квадратичным уравнением с постоянными коэффициентами прира-



нения аргумента и самой функции (алгоритм Crash3 также принято называть методика трехсторонней унифицированной жесткости).

Данный метод широко описан в отечественной [80,140,141] и зарубежной литературе [142,143], однако в рамках его ограничений сам подход к расчету имеет существенные упрощения, снижающие его точность даже в условиях центрального удара с полным перекрытием. Это обусловлено в первую очередь тем, что в расчете участвуют измерения глубины внедрения только по видимому поясу максимальных прогибов (внедрения). При этом не учитывается, что данные прогибы могут находиться выше или ниже той зоны, по которой рассчитывались коэффициенты, которые определяются по унифицированным табличным данным [80,144] или по результатам краш-теста.

В рамках динамической системы, реализующей МОР, данный метод трехсторонней унифицированной жесткости был преобразован в условно сеточному. Расчет ведется не по одному линейному и параллельному к опорной поверхности поясу, а по сетке точек с непостоянным шагом замера между ними (рисунок 3.11 и 3.12).

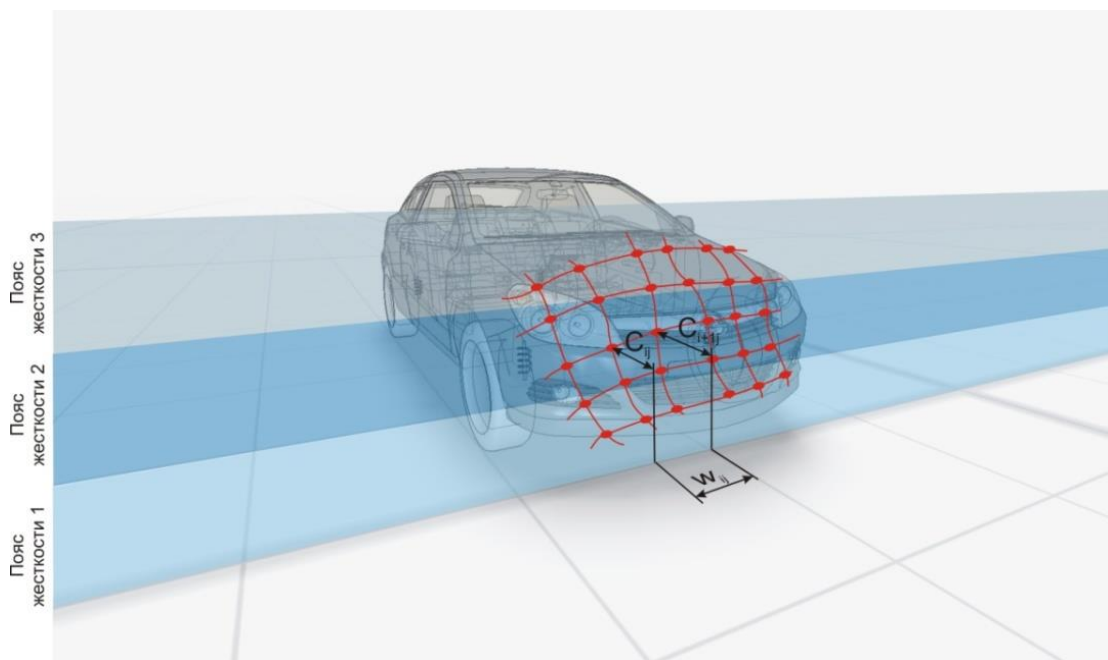


Рисунок 3.11 – Схема пояса жесткости и измерений глубины внедрения при фронтальном ударе

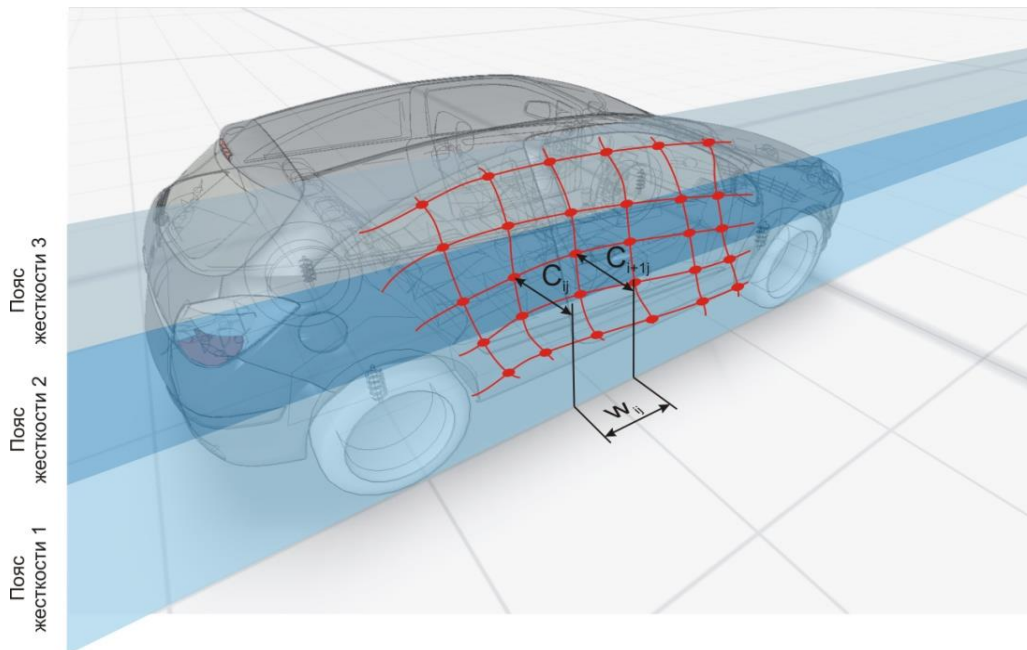


Рисунок 3.12 – Схема пояса и жесткости и измерений глубины внедрения при боковом ударе

При этом коэффициенты жесткости, фактически это коэффициент Гука, модуль Юнга и аргумент функции, принимаются с учетом поясов их значений на основании данных расширенных отчетов по краш-тестам, которые входят в БД в рамках МОР.

Последовательность специализированной процедуры расчета скорости затраченной на полученную объемную деформацию показана на рисунке 3.13. Все формулы используемые в показанной на рисунке 3.13 процедуре, приведены в таблице 3.1. При этом формулы приведены в таблице в той же последовательности, как это определено процедурой (рисунок 3.13).

Известные зарубежные публикации по валидации метода трехсторонней унифицированной жесткости расчетом конечно-элементными моделями и типовыми тестами [145-148], широко и аргументировано указывают на достижением расчетом по данному методу значений, близких к фактическим. Это достигается за счет экстраполяции и усреднения значений в широком диапазоне величин, что однако приводит к занижению реальной энергии, фактически потраченной на весь объем деформаций.

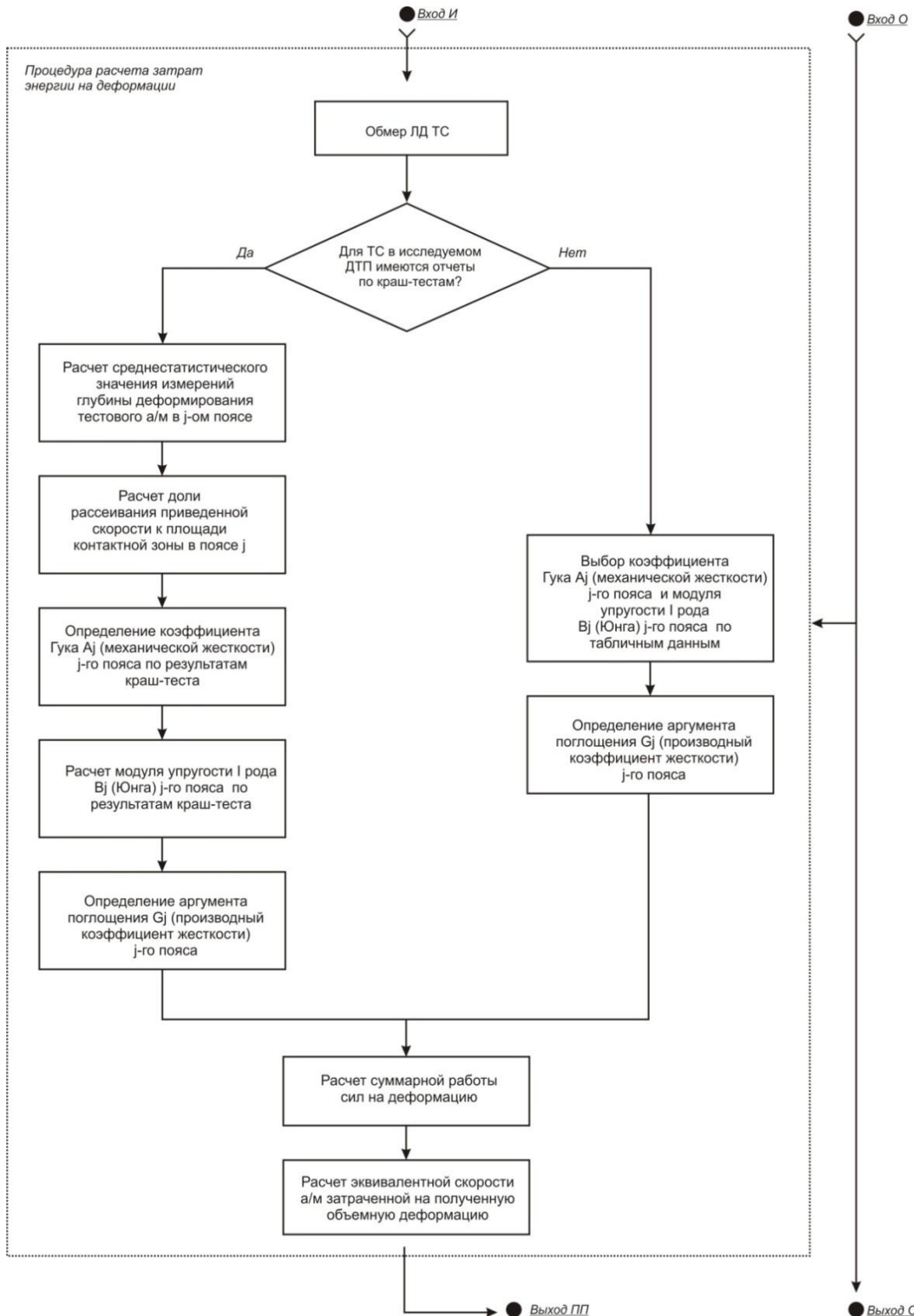


Рисунок 3.13– Специализированная процедура расчета скорости затраченной на полученную объемную деформацию

Введение обмера и расчета по сетке увеличивает число результатов замеров глубин внедрения, учтенных при расчете, а варьирование по поясам позволяет учесть прогибы в разных конструктивных элементах кузова более близко к реальности.

Кроме того, в рамках динамической системы, реализующей МОР, уточнены отдельные расчетные зависимости, используемые для определения скорости движения ТС через работы сил на различные виды перемещений и преодоление/приобретение сопротивлений этим и сопутствующим перемещениям. Все виды работ сил, учитываемых при расчете скорости движения ТС (к моменту кульминации стадии КСВ) представлены в таблице 3.2

Таблица 3.1 – Расчетные формулы, используемые в модифицированной методике трехсторонней унифицированной жесткости (расчет по сетке)

№	Физический смысл	Расчетная формула	Обозначения
1	Среднестатистическое значение измерений глубины деформирования тестового а/м в $j$ -ом поясе [121-123,124]	$C_{CP} = \frac{C_1}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} C_i + \frac{C_n}{2}, \text{ м}$	$C_{ij}$ – глубина зоны объемной деформации в $i$ -ой точке $j$ -го пояса жесткости, согласно результатов измерения профиля деформации тестового а/м, м; $n$ – число точек измерений в горизонтальном ряду $j$ -го пояса;
2	Доля рассеивания приведенной скорости к площади контактной зоны в поясе $j$ [121-123,124]	$b_{1j} = \frac{v_t - b_{0j}}{C_{CP}}, \text{ км/ч/м}$	$v_t$ – скорость тестового а/м в момент удара о деформируемый барьер, м/с; $C_{cp}$ – среднестатистическое значение измерений глубины деформирования $C_i$ поясе жесткости $j$ , для тестового а/м; $b_{0j}$ – минимальная скорость движения а/м при наезде на деформируемый барьер, при которой объемная деформация в $j$ -ом поясе еще не наступает, м/с.
3	Коэффициент Гука (механическая жесткость) $j$ -го пояса $A_j$ по результатам краш-теста [121-123,124]	$A_j = \frac{m_t b_{0j} b_{1j}}{L_t}, \text{ Н/м}$	$m_t$ – фактическая масса тестового а/м, перед его использованием в краш-тесте, кг; $L_t$ – ширина измеряемой зоны объемной деформации тестового а/м, м;

№	Физический смысл	Расчетная формула	Обозначения
4	Модуль упругости I рода (Юнга) $j$ -го пояса $B_j$ по результатам краш-теста [121-123,124]	$B_j = \frac{m_i b_{1j}^2}{L_t}, \text{ Н/м}$	
5	Аргумент поглощения (производный коэффициент жесткости) $j$ -го пояса $G_j$ [121-123,124]	$G = \frac{A_j^2}{2 \cdot B_j}, \text{ Н}$	$A_j, B_j$ – см. выше.
6	Суммарная работа сил на деформацию, при получении профиля объема деформации в каждом поясе жесткости (предложена автором)	$E_D = \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n w_{ij} \cdot \left[ \begin{array}{l} \left( \frac{B_{ij} \cdot c_{ij+1}^3 - c_{ij}^3}{6 \cdot c_{ij+1} - c_{ij}} + \right. \\ \left. + \frac{A_{ij}}{2} \cdot (c_{ij+1} + c_{ij}) + \right. \\ \left. + G_{ij} \right) \cdot (1 + \tan^2 \Theta_j) \end{array} \right]$	$\Theta_j$ – угол направления приложения приведенной деформирующей силы (по направлению вектора импульса сил) в $j$ -ом поясе, с учетом результатов проведенного осмотра а/м участвовавшего в исследуемом ДТП, град; $w_{ij}$ – длина участка измерения между точками $i$ и $i+1$ в $j$ -ом поясе, м; $c_{ij}$ – глубина объемного внедрения в $i$ -ой точке $j$ -ого пояса, по геометрии профиля смятия исследуемого а/м (участника ДТП), м.
7	Эквивалентная скорость а/м затраченная на объемную деформацию [121-123,124]	$V_D = 3,6 \sqrt{\frac{2E_D}{m}}, \text{ км/ч}$	$E_D$ – см. выше, пп.6; $m$ – масса а/м с учетом загрузки в момент столкновения, кг

Таблица 3.2 – Расчетные зависимости для определения скоростей ТС после выхода из контакта

№ п/п	Физический смысл	Расчетная формула	Обозначения
1	Работа сил на перемещение массы а/м на обособленном участке на стадии разлета [121,132]	$A_S = m \cdot g \cdot \varphi' \cdot S_s, \text{ Дж}$	<p><math>m</math> – масса ТС с учетом загрузки, кг;  <math>g</math> – ускорение свободного падения, <math>g \approx 9,81 \text{ м/с}^2</math>;  <math>\varphi'</math> – коэффициент сцепления в поперечном направлении, рекомендуется принимать в диапазоне значений от 0,5 до 0,8 от продольного с учетом угла разворота продольной оси ТС на стадии разлета, а именно при углах до <math>45^\circ</math> - 0,8, от <math>45^\circ</math> до <math>90^\circ</math> - 0,7, от <math>90^\circ</math> до <math>180^\circ</math> - 0,6, более <math>180^\circ</math> - 0,5; в случаях длительного скольжения при опрокидывании и выбеге накатом, рекомендуется принимать как тах возможное значение коэффициента сопротивления перемещениям 0,1.  <math>S_s</math> – путь перемещений центра масс ТС от точки контакта до занятия зафиксированного конечного после ДТП положения, м.</p>
2	Работа сил на разворот продольной оси а/м при перемещениях на стадии разлета [121,132]	$A_R = m \cdot g \cdot W_B \cdot \frac{2\pi\alpha_R}{360} \cdot f', \text{ Дж}$	<p><math>m, g, \varphi'</math> – см. п.1 настоящей таблицы;  <math>W_B</math> – длина колесной базы ТС, м;  <math>\alpha_R</math> – угол разворота продольной оси ТС на стадии разлета, град.</p>

№ п/п	Физический смысл	Расчетная формула	Обозначения
3	<p>Суммарная работа сил на опрокидывание ТС в процессе его перемещений на стадии разлета, для случая падения с опрокидыванием под уклоном кювета или насыпи дороги, могут быть определены как (при её учете работа сил на перемещение отдельно не вычисляется) (предложена автором)</p>	$A_{ОПР} = m \cdot g \sum_{i=1}^n \left( \sqrt{\left(\frac{P}{x}\right)^2 + h_x^2} - h_x \right) + m \cdot g (h_{СБР} + (\sin a - f \cdot \cos a) S_0) , Дж$	<p><math>m, g</math> – см. п.1 настоящей таблицы;  <math>n</math> – число переворотов, а именно при падении на бок <math>n=1</math>, при перевороте на крышу <math>n=2</math>, при перевороте на сторону, противоположную стороне опрокидывания <math>n=3</math>, при полном обороте <math>n=4</math>;  <math>P</math> – плечо опрокидывания ТС, при;  <math>x</math> – доля длины плеча к точке опрокидывания, если фаза опрокидывания через колею или шириною крыши (<math>n=1</math> и <math>n=3</math>), то <math>x=2</math>, если фаза опрокидывания через боковую сторону ТС для <math>n=2</math> соответственно <math>x = B - h_{ЦТ}</math>, где <math>B</math> – высота ТС, <math>h_{ЦТ}</math> – высота центра тяжести и для <math>n=4</math> будет: <math>x = h_{ЦТ}</math>;  <math>h_{СХ}</math> – высота центра масс ТС относительно опорной поверхности, с учетом фазы (числа переворота);  <math>h_{СБР}</math> – высота сброса, а именно расстояние по вертикали к оси дороги от точки съезда до места конечного положения ТС после ДТП;  <math>a</math> – угол сброса, для случаев если ТС не отрывалось от опорной поверхности, равен углу уклона насыпи или кювета, в иных случаях определяется графическим построением схемы сброса;  <math>f</math> – коэффициент сопротивления переме-</p>



№ п/п	Физический смысл	Расчетная формула	Обозначения
			щением при опрокидывании; $S_O$ – путь преодолеваемый ТС при опрокидывании.
4	Суммарная работа сил на опрокидывание ТС на горизонтальном участке дороги в процессе его перемещений на стадии разлета могут быть определены как (работа сил на перемещение отдельно в этом случае также не вычисляется) (предложена автором)	$A_{ОПР} = m \cdot g \sum_{i=1}^n \left( \sqrt{\left(\frac{P}{x}\right)^2 + h_x^2} - h_x \right) + m \cdot g \cdot f \cdot S_O$ , Дж	Все обозначения см. п.3 настоящей таблицы.
5	Работа сил при наезде на барьерное ограждение, в общем случае (когда не имеет место полное проникновение ТС за огражде-	$A_{ОПР} = m \cdot g \cdot (S_K \cdot f + S_D \cdot \varphi') \cdot \sin^2 \beta$ , Дж	$m, g$ – см. п.1 настоящей таблицы; $S_K$ – длина поврежденного участка ограждения (длина следов трения по удерживающим горизонтальным элементами конструкции); $S_D$ – путь ТС от момента начала контакта с ограждением до момента выхода из контакта;

№ п/п	Физический смысл	Расчетная формула	Обозначения
	<p>ние, а площадь скольжения по ограждению, равно как и площадь поверхностных следов на ТС существенно больше объемных деформаций: прогиба стоек, горизонтальных элементов ограждения или вдавливания кузовных элементов ТС) может быть определена как (при её учете работа сил на перемещение вдоль ограждения отдельно не вычисляется) (предложена автором)</p>		<p><math>\varphi'</math> – коэффициент сцепления в поперечном направлении;  <math>f_0</math> – коэффициент сопротивления скольжению, для практических случаев расчета допускается принимать равным коэффициенту трения (в парах: сталь по стали, пластик по стали и т.п.);  <math>\beta</math> – угол наезда на ограждение (а именно: угол между проекциями на плоскость дороги продольных осей транспортного средства и недеформированного ограждения в начале его контакта с ограждением).</p>
6	Работа сил на преодоление препятствия (бор-	$A_H = m \cdot g \cdot H_D, \text{ Дж}$	<p><math>m, g</math> – см. п.1 настоящей таблицы;  <math>H_D</math> – высота преодолеваемого препятствия, м. При расчетах учитывающих</p>

№ п/п	Физический смысл	Расчетная формула	Обозначения
	дюрный камень, кювет и т.п.) на стадии разлета [121,132]		съезд в кювет, пользоваться формулой в п.1 настоящей таблицы, при преодолении высоких барьеров от 0,3 м, учитывать деформацию подвески поправочным коэффициентом 1,15.
7	работа сил сопротивления скольжению колес по верхней поверхности порога (предложена автором)	$A_{CD} = S_n \cdot f_{nl} \cdot R_{Z1}, \text{ Дж}$	$\varphi_{nl}$ – коэффициент сцепления колеса автомобиля с верхней плоскостью порога
6	работа сил скольжению колес по ребру порога на стадии их подъема (предложена автором)	$A_{AC} = f_n \cdot \frac{\pi r}{180} \cdot \int_0^h \arccos \left( \frac{r-h}{r-\Delta_{ШП2}} \right) \cdot \left[ \frac{(m_a \cdot j_\vartheta - R_{Z2} \cdot f_\delta) \cdot \sqrt{(r-\Delta_{ШП2})^2 - (r-h)^2}}{r-\Delta_{ШП2}} + G'_{a2} \cdot \frac{r-h}{r-\Delta_{ШП2}} \right] dh, \text{ Дж}$	$\Delta_{ш2}$ – максимальная деформация шины, соответствующая значению её высоты, м

№ п/п	Физический смысл	Расчетная формула	Обозначения
7	затраты энергии на деформацию передней и задней подвесок в пределах динамического хода (предложена автором)	$A_{TP} = 0,11 \cdot \frac{m_{под}^{пер} \cdot g \cdot \Delta_{дин}^{пер}}{2} + 0,11 \cdot \frac{m_{под}^{зад} \cdot g \cdot \Delta_{дин}^{зад}}{2} =$ $= 0,055 \cdot g \cdot ( m_{под}^{пер} \cdot g \cdot \Delta_{дин}^{пер} + m_{под}^{зад} \cdot g \cdot \Delta_{дин}^{зад} )$ Дж	$\Delta_{ст}$ и $\Delta_{дин}$ – статический и динамический хода подвески, м;
8	затраты энергии на деформацию шин (предложена автором)	$A_{Ш} = 0,5 \cdot C_{Ш} \cdot (\Delta_{Ш2}^{max})^2$ , Дж	$\Delta_{ш2}$ – максимальная деформация шины, соответствующая значению её высоты, м
9	затраты энергии на преодоление сопротивления сил сухого трения (предложена автором)	$A_{тр} = F_{тр} \cdot \Delta_{дин}$ , Дж	$F_{тр}$ – величина силы сухого трения в шарнирах подвески, Н
10	затраты энергии на преодоление сил сопротивления перемещению штоков амортизаторов (предложена автором)	$A_{ам} = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot S_n}{V_n} \cdot S_{сж}$ , Дж	$V_n$ – скорость перемещения поршня в амортизаторе, м/с; $S_n$ – ход поршня, соответствующий перемещению штока, определяемому кинематикой подвески при её деформации, м; $S_{сж}$ – площадь фигуры на характеристике сопротивления амортизатора сжатия в клапанном режиме, ограниченная кривой характеристики и осью абсцисс при соответствующей скорости

№ п/п	Физический смысл	Расчетная формула	Обозначения
11	Скорость движения ТС после выхода из контакта с другим [121,132]	$V_{\Sigma}' = 3,6 \sqrt{\frac{2}{m} \sum_{i=1}^n A_i} , \text{ км/ч}$	<i>m</i> – см. п. настоящей таблицы; <i>A<sub>i</sub></i> – <i>i</i> -ая работа сил учитываемая в расчете.

### **3.2 Техническая экспертиза в рамках МОР**

На настоящий момент техническая экспертиза состояния ТС, в целеполагающей установке (в ориентире информационного пространства процессинга) сведена только к установлению причинной связи между обнаруженной неисправностью и имевшим место ДТП [149]. В рамках МОР техническое исследование состояния ТС, как процедура СВИ помимо обязательного построения по анализу действий водителя с точки зрения норм технической эксплуатации транспортного средства, его технического обслуживания, должна включать современные технологии получения и обработки данных о состоянии ТС, которые входят неотъемлемой частью в банк исходных данных и могут использоваться в симуляции, а так же включаться в взаимосвязи с другим подсистемами в формирование постпроцесинговых документов

#### **3.2.1 МОР столкновения транспортных средств с использованием виртуального EDR**

Модельно-ориентированная реконструкция механизма столкновения ТС с использованием архитектуры построения имитационной модели (виртуального EDR) показана на рисунке 3.14. Базируясь на общеизвестных трудах по формированию математического обеспечения программ управления реальными исполнительными блоками управления подушками безопасности ТС и сопряженных с ними EDR [80,150,151,152], виртуальный EDR в рамках МОР представляет собой имитационную модель, включающую математические модели (ММ), в которых недостаточность исходных данных корректируется методами нечеткой логики (МНЛ), с учетом концепции устранения неопределенности изложенной в [153]. Симуляция модели, построенной на данной архитектуре, позволяет также симулировать поток данных шины CAN ТС.

Кроме того, рисунок 3.14 показывает специализированную процедуру получения смежного вида исследования (технический регламент доступа к физиче-

скому носителю EDR), в рамках которого формируется ВИ, используемая в процессинге.

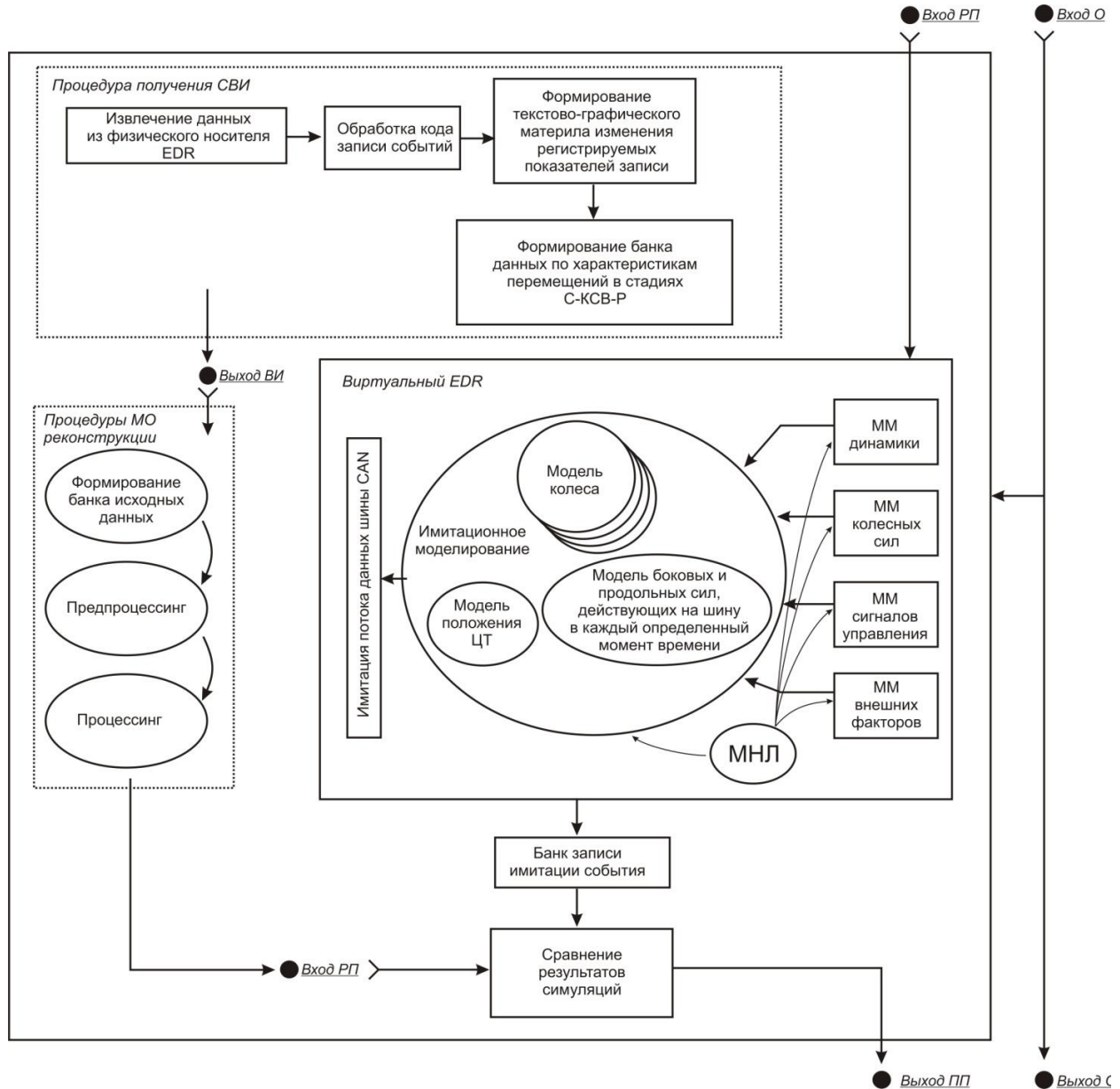


Рисунок 3.14 – Модельно-ориентированная реконструкция механизма столкновения ТС с использованием архитектуры построения имитационной модели (виртуального EDR)

Результаты сравнения используются в рамках Постпроцессинга для формирования как продукта так и суперпродукта (см. выше).

Процедура получения и обработки данных, сохраняемых в EDR, как и в случае с трасологическими исследованиями, предшествуют определению значений

групп показателей объектов на сцене модельного пространства. Эта связанность с технической экспертизой в самом начале реализации процессов МОР, формально указывает на четвертое основное отличие МОР от существующей методологии: в МОР техническая экспертиза также не является и не исполняется отдельным видом исследования, а является его структурной частью, без которой выполнение МОР не возможно.

### **3.2.2 Применение цифрового двойника ТС в МОР (анализе) ДТП**

Надежность, являясь качественной характеристикой автомобиля, как изделия, определяются отказами: их количеством, временем (частотой, периодичностью) возникновения, характером проявления, видом и связанными с ними последствиями. Общая характеристика отказов ТС может быть дана по многочисленным классификационным признакам [80]. Однако, общий вывод на текущем этапе развития методологии экспертного исследования формируется в терминологии ГОСТ 27.002-2015[154], а именно в категориях «работоспособное» или «неисправное» состояние. Предельные и опасные состояния, предотказное состояние и их критерии, как правило, не определяются.

Причинно-следственные связи между изменениями в элементах автомобиля и обусловленными ими отказами, представлены на рисунке 3.15. Придавая особое внимание причинам возникновения отказов важно оценить условия их возникновения, которые могут быть ненормальными (экстремальными, редкими) или нормальными [80,155]. При этом условия возникновения на современном этапе развития элементной базы ТС являются регистрируемыми и накапливаемыми данными.

В рамках МОР исследование вопросов, связанных с техническим состоянием транспортных средств, требует обязательного инструментального контроля и поэлементной диагностики, с разборкой отдельных узлов, механизмов и агрегатов, и виртуальных (используя цифровой двойник) и натуральных испытаний по наработке.



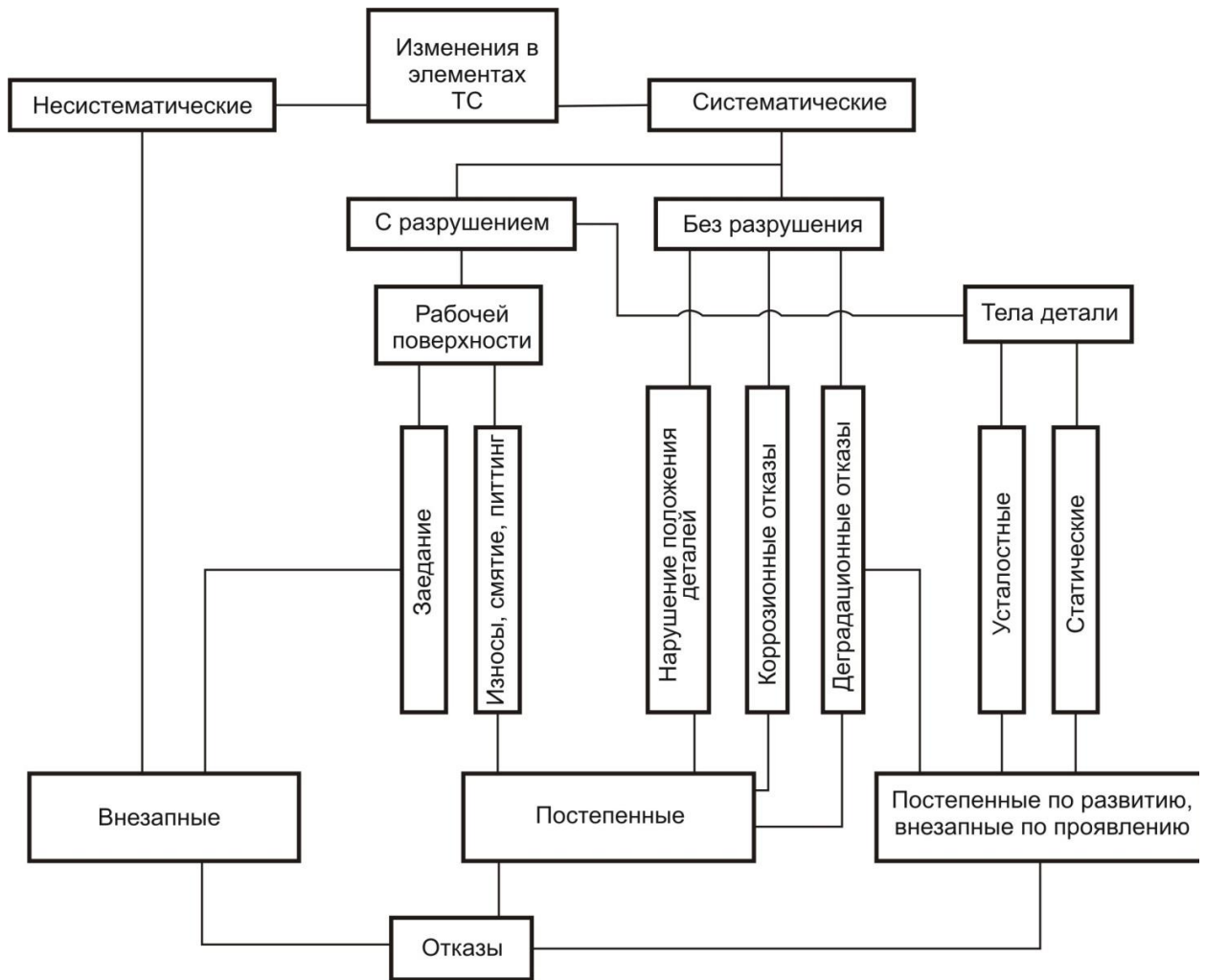


Рисунок 3.15 – Причинно-следственные связи между изменениями в элементах ТС и обусловленными ими отказами

Кроме того, так как некоторые ДТП вызываются внезапными отказами отдельных деталей и узлов, для выявления причин данных отказов зачастую требуется выполнение СВИ, включая исследования металлов, сплавов, полимерных и иных материалов.

Процедура проведения СВИ, а именно выполнения технической экспертизы состояния ТС в рамках МОР, показана на рисунок 3.16. При этом цифровой двойник ТС вынесен за пределы самой процедуры и опыта эксперта, так как имитационная модель, его реализующая, находится по концепции МОР (см. рисунок 3.1) во внешнем информационном пространстве.

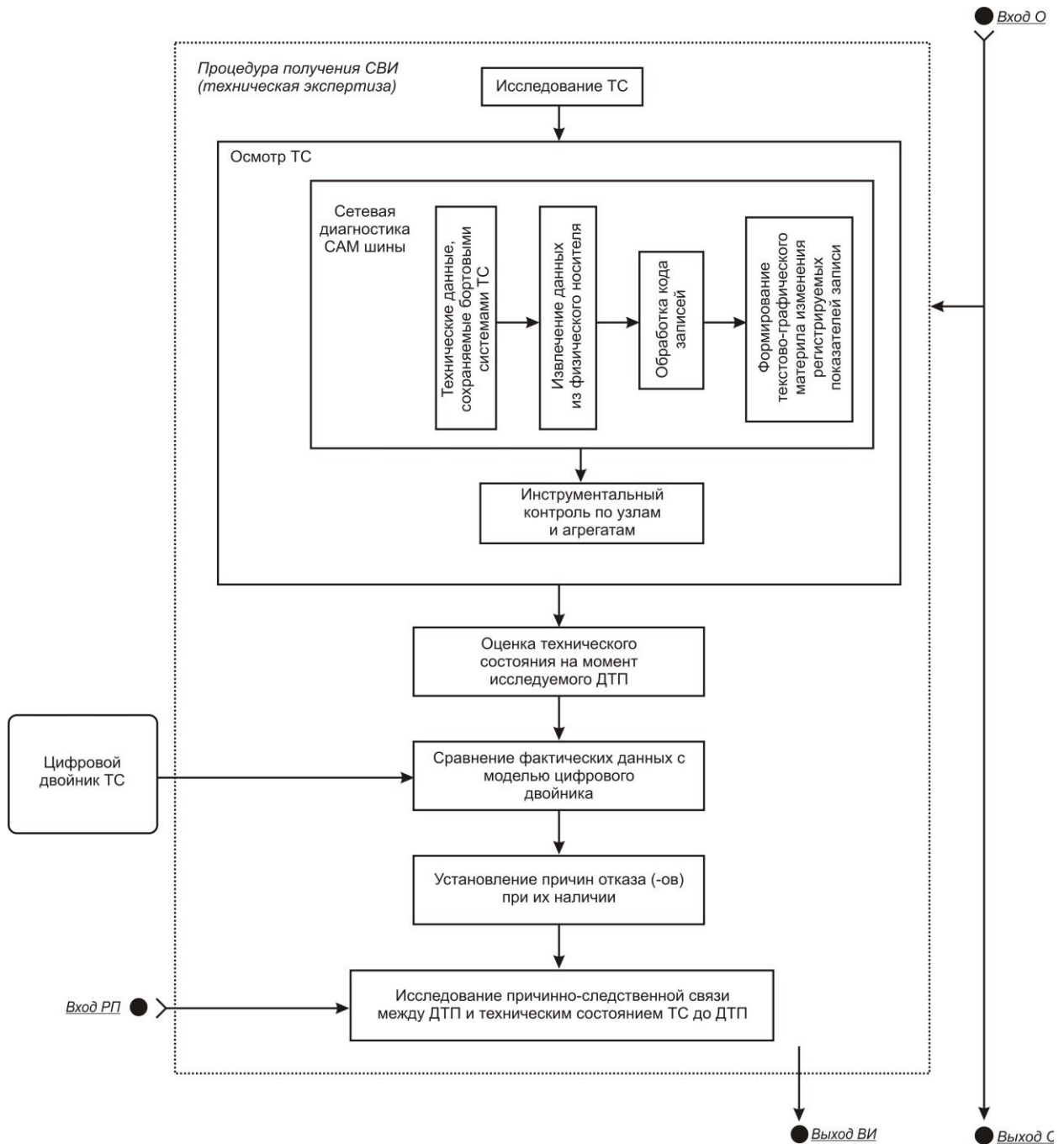


Рисунок 3.16 – Процедура проведения СВИ (выполнения технической экспертизы состояния ТС) в рамках МОР

Применение цифрового двойника, а также исследование ТС с выполнением всех процедур диагностики и инструментального контроля в увязке с реальными нагрузками, данными бортовых систем, а также данными EDR в рамках МОР позволят выделять все виды состояний по ГОСТ 27.002-2015[154], их критерии и показатели безотказности, необходимые для полнофакторного анализа причин ДТП.

### 3.3 Процедура трасологических исследований в рамках МОР

Исторически относимая к отдельному виду криминалистических экспертиз транспортная трасология в своем содержании отличается особенностями, которые заключаются в том, что для трасологической экспертизы характерно исследование следов-отражений для выявления внешнего строения отразившихся в них объектов. Предметом трасологической экспертизы, как вида практической деятельности, являются те фактические данные, которые необходимо установить из поставленной цели исследования (в рамках формулировки заданных вопросов) и самих объектов экспертизы.

В рамках МОР, трасологическая экспертиза при определении механизма ДТП и установлении факта контактного взаимодействия транспортных средств не является обособленным исследованием. Только в случае, когда требуется идентифицировать те или иные следы транспортного средства (например, шин), она приобретает характер СВИ.

КСВ объектов в рамках одноименной стадии механизма ДТП характеризуется наличием пространственно-следового изоморфизма. При этом под контактно-следовым взаимодействием двух (и более) транспортных средств следует понимать процесс одностороннего или многостороннего следообразования, обусловленный взаимообменом (переносом) следов от ТС1 на ТС2 и следов с ТС2 на ТС1 и т.д. в случае если объектов больше 2.

Терминологически из работ [79,80] под понятием «изоморфизм» (локальных зон деформаций, характерных групп следов и т.д.) понимается соответствие выделенных в исследовании групп следов (объектов, поверхностей) на ТС1, выделенным в исследовании группам следов (объектов, поверхностей) на ТС2 и наоборот. Оценка соответствия, как признака наступления изоморфизма включает в себя аналитическое подтверждение адекватности пространственных и временных изменений (повреждений) на ТС1 и ТС2. Видовая классификация изоморфизма представлена на рисунке 3.17.



Рисунок 3.17 – Видовая классификация изоморфизма

Объектами трасологических исследований помимо повреждений и следов на ТС также являются:

- слепки с объемных и оттиски с поверхностных следов;
- фотоснимки следов, изготовленные по правилам масштабной измерительной фотографии;
- предметы со следами (одежда, обувь);
- части или детали транспортного средства (шины, осколки стекол и внешних световых приборов ; и т.д.);
- части лакокрасочного покрытия;
- человек или труп, если на теле обнаружены следы шин в виде ссадин и кровоподтеков (проводить СВИ с участием судебно-медицинского эксперта).

В рамках реализации МОР, в случае когда трасологическое исследование выступает как СВИ информационное поле его исследований можно классифицировать на три основные группы: первая группа - установление групповой принадлежности транспортных средств (идентификация КСВ), вторая - установление конкретного транспортного средства (идентификация нанесения), третья - установлению целого по частям (идентификация фрагментов по принадлежности).

Процедура получения СВИ (выполнения трасологического исследования первой группы, а именно установления факта контактно-следового взаимодействия ФКВ) в рамках МОР показана на рисунке 3.18.

В данном СВИ получаемая 3D модель совмещения и наложения реализует концепцию МОР как в частном приложении (основополагающим в исследовании является именно модель воспроизводящая объект исследования), так и в цикле Предпроцессинг - Процессинг - Постпроцессинг (рисунок 3.18).

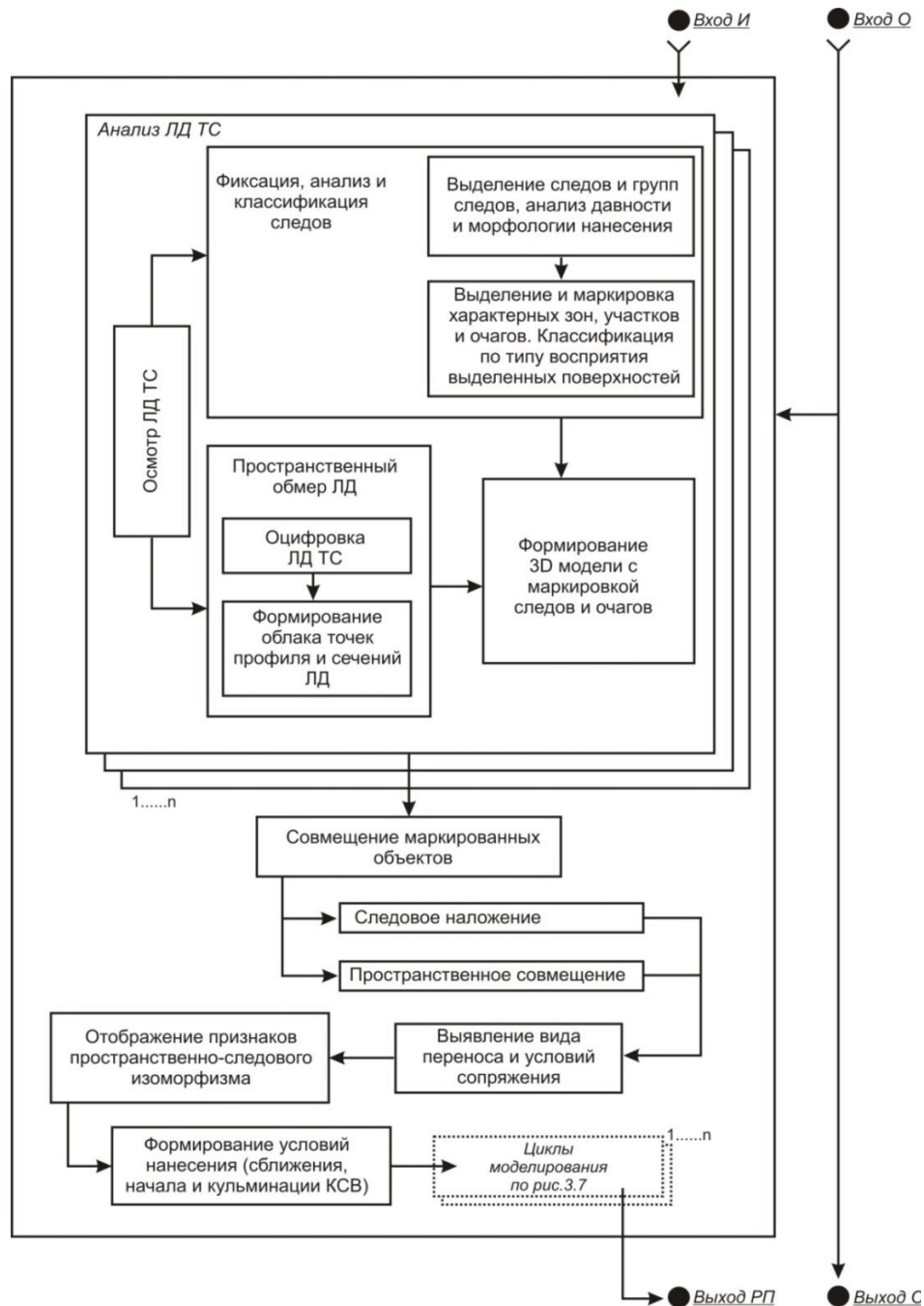


Рисунок 3.18 Процедура получения СВИ (выполнения трасологического исследования первой группы) в рамках МОР

### 3.4 Дорожная экспертиза с применением цифрового двойника дороги

В рамках национального проекта «Безопасные и качественные дороги», были поставлены основные задачи: увеличение к 2024 году доли автодорог регионального значения в нормативном состоянии с 43,1 % (на конец 2017 года) до 50,9 %, что составит порядка 260,5 тыс. км; снижение количества мест концентрации ДТП в два раза по сравнению с 2017 годом; доведение показателя протяженности дорог городских агломераций в нормативе к 2024 году до 85 %; снижение доли федеральных и региональных трасс, работающих в режиме перегрузки, на 10 % по сравнению с 2017 годом [156].

Диагностика, подразумевающая оценку транспортно-эксплуатационного состояния (ТЭС) автомобильных дорог и искусственных сооружений, прежде всего направлена на получение объективной информации о состоянии дорожно-имущественного комплекса и формирование планов дорожной деятельности уполномоченными органами государственной власти в целях эффективного использования средств дорожных фондов и обеспечения бесперебойного и безопасного движения на автомобильных дорогах. И лишь только вторично диагностика ТЭС применяется в целях реконструкции механизма ДТП (установления причинной связи между ТЭС дороги и ДТП). С 40-х годов прошлого века технологии неразрушающего контроля на дорогах прошла четыре стадии: ручное измерение, полуавтоматическое, автоматическое и высокоскоростное автоматическое.

В историческом развитии методологии на текущем этапе (рисунок 3.2) диагностическая экспертиза ТЭС автомобильной дороги, дорожных обустройств и внешних условий на участке ДТП или в общепринятом терминологическом обращении - дорожная (автодорожная) экспертиза [80,152], сильно сужена до прикладных инструментальных исследований и не использует всего объема информационного пространства, свойственного ей в условиях развития технологий. Кроме того в большинстве случаев эксперт не имеет доступа к данным дорожных метеостанций, данным банков эксплуатационных служб, накапливаемых при выполнении работ по сезонному содержанию и т.д.

Процедура получения СВИ (выполнения дорожной экспертизы) в рамках МОР показана на рисунке 3.19. Аналогично технической экспертизе цифровой двойник дороги вынесен за пределы самой процедуры и опыта эксперта, так как имитационная модель, его реализующая, находится по концепции МОР (рисунок 3.1) во внешнем информационном пространстве. Однако он двухсторонне связан с ВМ технологиями и банками облака данных, паспортами дороги, результатами их аудита и т.д. (рисунок 3.19).

Данный вид СВИ может включать параллельно исполняемые процессы как высоко скоростной диагностики, так и инструментального контроля, при этом структура показателей может уточняться (конкретизироваться в рамках перечисленных) в границах, определяемых целью (осью) информационной пирамиды МОР.

Взаимосвязь процедур анализа факторов влияния в элементах подсистемы Д при ПП МОР с ситуационными факторами обследования и воздействия на саму подсистему Д применительно к Постпроцессингу (детализация частной процедуры при анализе причин ДТП) показана на рисунке.3.20.

В условиях перехода к МОР, сдерживающим фактором её широкого внедрения на настоящий момент остается низкое качество составления первичного материала на месте ДТП и его незащищенность от субъективного вмешательства. Это обуславливает необходимость внедрения процедур СВИ, использующих такие технологические процессы, как применение БЛА (беспилотных летательных аппаратов) и лазерное сканирование (см. рисунок 3.19).

При этом ситуационные факторы обследования напрямую зависит от вида исследуемого ДТП, каждому из которых свойственны своя тактика осмотра, при реализации которой процедуры обследования и процедуры СВИ (дорожной экспертизы) коррелируют с ситуационными факторами воздействия, как по выявляемым дефектам (ТЭС по ГОСТ Р 50597 [158]), так и по содержанию(по Приказу №163 Минтранса РФ [159]).

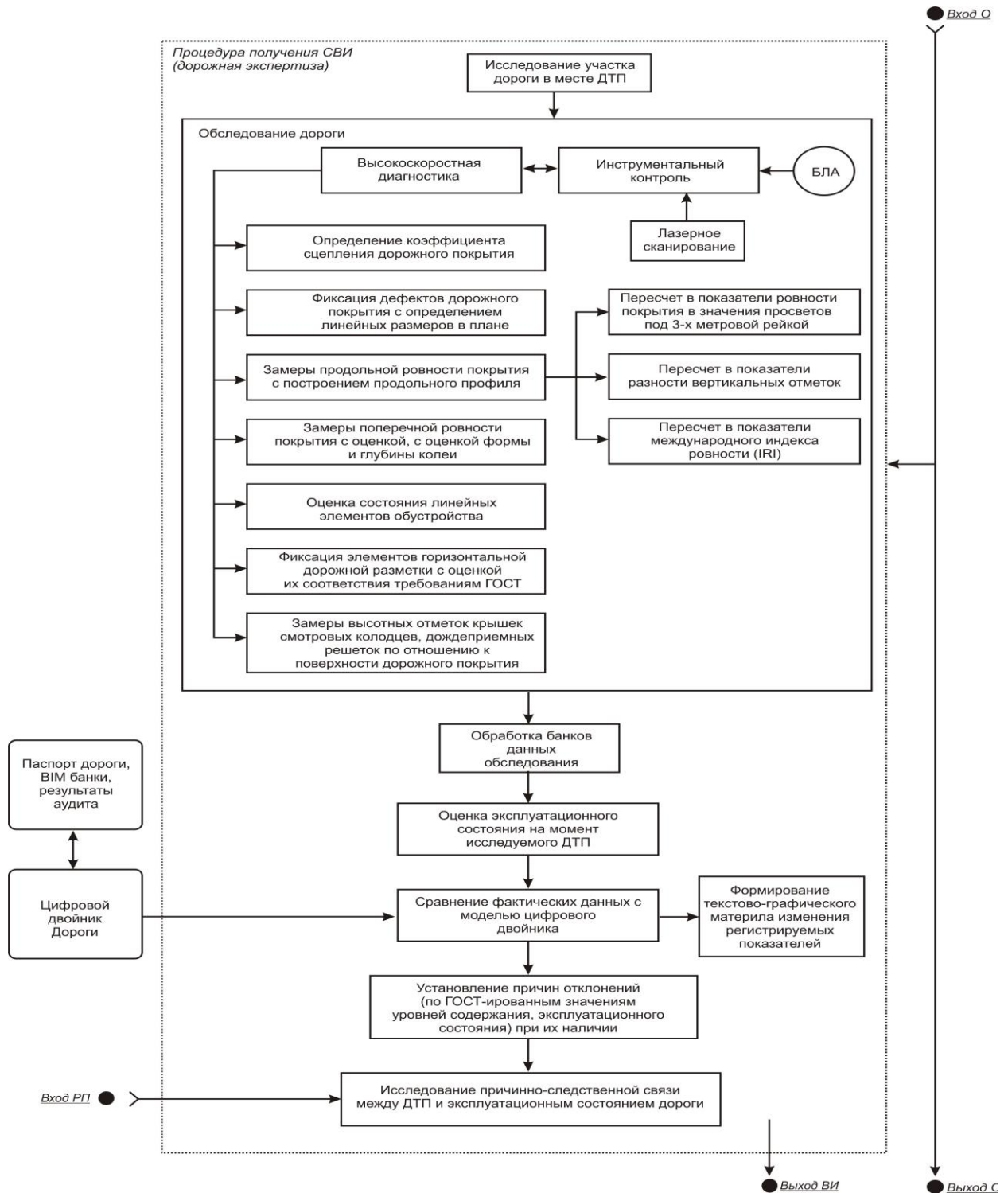


Рисунок 3.19 – Процедура получения СВИ (выполнения дорожной экспертизы) в рамках МОР

На настоящий момент данные по ТЭС на дату ДТП не доступны эксперту при производстве исследования, даже в случаях когда исследуется причина заноса на покрытие, зафиксированном на момент осмотра как гололед, т.е. зафиксированном в недопустимом по ГОСТ Р 50597[158] состоянии. В связи с этим ТЭС



на момент ДТП при отсутствии исследовательской базы экспертным путем не определяется, а любые тактические действия по осмотру места происшествия фиксируют его состояние без соотнесения к дате и времени события. В рамках МОР внедрение данных из паспортов дорог, ВІМ банков, результатов аудита БДД, как связующей базы данных (БД) между процессами изменения и процедурами наблюдения, позволяет не только выявить наличие несоответствий (отказов) ТЭС, непосредственно повлиявших на исследуемое ДТП, так и ретроспективно спрогнозировать остаточный ресурс участка дороги, и ее ТЭС на период ДТП, используя в том числе методы изложенные в [160,161].

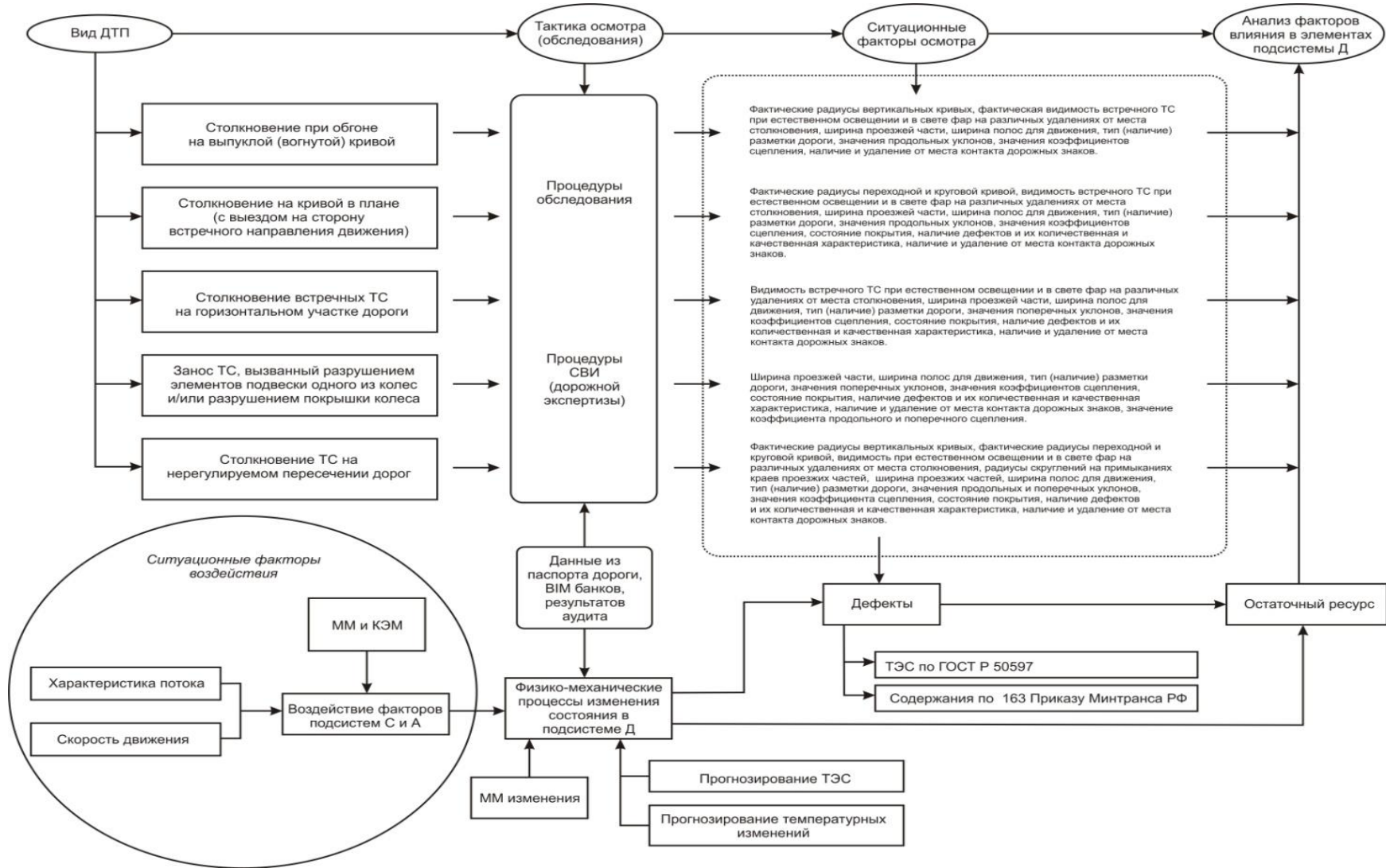


Рисунок 3.20 – Влияние взаимосвязи процедур и воздействий через тактику обследования (процедуры дорожной экспертизы) на анализ факторов влияния в элементах подсистемы Д при ПП МОР

### **3.5 Исследование видеоизображений, условий, средств, материалов и фрагментов видеозаписей в экспертизе ДТП**

Современные научно-технические процессы практически невозможны без широкого внедрения и использования современных методологических подходов и технологий, в том числе и цифровых, которые позволяют реализовать множество разноплановых научно-технических и технологических задач за кратчайшие промежутки времени. Именно оперативность и универсальность сделали цифровые системы столь востребованными в современных отраслях науки и производства.

Криминалистическая экспертиза видеозаписи относится к классу криминалистических экспертиз (к подклассу так называемых «современных криминалистических экспертиз»), формирование которых началось в последние десятилетия XX века [162].

В настоящее время с учетом интенсивного развития цифровой техники видеозапись получила широкое распространение во всех областях деятельности человека, в том числе и в сфере экспертной деятельности.

С учетом повсеместного распространения цифровых систем видеорегистраторов и с учётом реализации «Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» [163] в нашей стране с 2014г., все больше ДТП попадают под камеры.

За последнее десятилетие большое распространение получили экспертизы, связанные с идентификацией и установление механизма ДТП, запечатлённых на видеозаписях.

Все выше сказанное, привело к тому, что все чаще в распоряжении судей, органов следствия, дознания и экспертов оказываются материалы видеозаписей, зафиксировавшие события ДТП. Исследование видеоизображений этих материалов предоставляет наибольшие возможности для получения сведений об обстоятельствах происшествия.

Предметом исследования является получение фактических сведений о событии ДТП путем исследования видеogramм и иных материалов дела, содержащих объективные сведения о зафиксированном на видеозаписи событии.

Основными задачами исследования видеogramм являются установление: продолжительности события происшествия; расположения участников движения на месте происшествия в указанное время относительно заданных пространственных ориентиров; скорости движения участников событий и характер их изменения; характер движения ТС; размеров и расположения следов на месте происшествия; режима работы и фактического состояния внешних световых приборов ТС и светофорных объектов в заданные моменты времени [164].

Перечисленные задачи могут быть решены как отдельно в рамках экспертизы (исследования) видеозаписей или являться частью комплексного автотехнического исследования (см. раздел 3.1).

При исследовании видеозаписи используют общенаучные и экспертные методы, такие как наблюдение, описание, сравнение, эксперимент, моделирование, вычисление и геометрические построения, а также диалектический метод [165]. К обще экспертным методам относят: методы определения технических параметров видеogramм, методы цифровой обработки изображений, методы статического анализа массива данных изображений. К категории частно-экспертных относятся методы, применяемый только в экспертизах определенного рода или только для исследования определённых объектов.

Частно-экспертные методы, используемые при исследовании видеogramм событий ДТП, можно разделить на три группы: методы определения продолжительности событий, методы определения размеров и расстояний, методы определения характера и параметров движения.

Определения продолжительности событий является основной задачей исследования видеogramм событий ДТП. Наиболее точной мерой времени является частота кадров, сведения о которых можно получить или из программных средств из заголовка видеogramм или путем прямого перерасчета.

Определение размеров объектов, расстояний между объектами и расстояний, пройденных объектами в пространстве, наблюдаемом в поле зрения камеры – одни из наиболее актуальных задач исследования видеозаписей ДТП. Они могут быть решены различными методами, выбирать из которых следует с учетом качества исследуемой записи, возможности получения дополнительных сведений о событии и месте происшествия, трудоёмкости и требуемой точности результата. Признаком, определяющим возможность решения вопроса о размерах объектов и расстояний между ними, является наличие на видеограмме объектов, формы и размеры которых известны или могут быть установлены [166].

Количественная оценка расстояний в общем случае достигается путем нахождения в кадре объекта известных размеров и использования одного из его измерений в качестве меры длины. Мера длины сопоставляется с длиной искомого отрезка, концы которого определяются габаритами измеряемого объекта, расстоянием между объектами или между двумя положениями одного и того же объекта в разные моменты времени [164,165].

Определение скорости участников движения является наиболее распространённой задачей исследования видеограмм, фиксирующих события ДТП. Для определения средней скорости движения ТС необходимо определить расстояние, пройденное ТС за известное время, либо время, потребовавшееся ТС для преодоления известного расстояния. Расстояние, пройденное ТС, определяется как разница положений ТС в разные моменты времени.

На коротком отрезке пути скорость ТС можно считать равномерной. Чем короче выбранный отрезок пути, тем больше оснований для такого допущения и тем меньше мгновенное значение скорости отличается от ее среднего значения на выбранном участке.

Для определения средней скорости движения ТС между двумя произвольными точками пространства, в которых положение ТС зафиксировано двумя произвольными кадрами, может быть использована формула равномерного движения [164,165]:

$$V_{cp} = \frac{S}{t}, \text{ м / с}$$

где:  $V_{cp}$  – искомая средняя скорость ТС, м/с

$S$  – путь пройденный ТС между двумя точками, м;

$t$  – время движения, с.

Использование средней скорости для установления обстоятельств ДТП имеет свой недостаток: – не учитываются колебания мгновенного значения скорости, которые на больших отрезках пути могут быть достаточно значительными. Для случаев неравномерного движения средняя скорость вообще не имеет физического смысла и может быть рассматриваться как математическая абстракция.

Среди всего многообразия следует выделить следующие типовые методы определения скорости ТС:

- по величине смещения ТС в интервале между соседними кадрами;
- по времени смещения ТС на величину его базы;
- по скорости движения камеры;
- по реперам на линии его движения
- по времени перемещения на известные расстояния.

Потребность в проведении различных экспертиз по видеозаписям будет только расти. При этом будут появляться новые экспертные задачи, разрешение которых будет интересовать должностных лиц и суды.

### **3.6 Применение лазерного сканирования, фото и видеоматериалов в рамках МОР**

Как отмечено выше в разделах 3.1 и 3.4 ПСИ, используемая вне концепции МОР, на настоящий момент часто низкого качества и практически не пригодна для осуществления циклов моделирования без дополнительных СВИ и процедур обследования в них. Так часто встречается ситуация, когда на фото- материале с места ДТП наблюдаются следы на проезжей части, которых в первичном матери-

але (в Протоколе осмотра месте ДТП и на схеме ДТП к нему) нет, или они зафиксированы не полноценно (например дугообразные следы юза нанесены как линейные и/или отсутствуют размеры привязки следов к краям проезжей части).

В рамках МОР фотограмметрическая обработка фото и видеоизображений, показанная на рисунке 3.21, позволяет как устранить любые неточности допущенные при первичном осмотре, так и сформировать пригодные для реализации циклом симуляции модели и опорные масштабные планы, которые полностью воспроизводят ЛД ТС и ПСИ на месте ДТП. При этом данные на выходе СВИ могут также использоваться в иных процедурах СВИ, например в дорожной экспертизе (рисунок 3.19) при построении плана дефектов покрытия участка дороги, где имело место исследуемое ДТП.

При этом в процедуре СВИ, показанной на рисунке 3.21, используются фотоизображения, полученные с использованием реперной линейки, как показано на рисунке 3.22.

Примеры обработки фотоизображений по процедуре СВИ, показанной на рисунке 3.21 приведены в таблице 3.3. Соответственно, пример сопоставления результатов фотограмметрической обработки кадров потока видеogramмы с результатами симуляции по процедуре СВИ на рисунке 3.21 приведены в таблице 3.4.

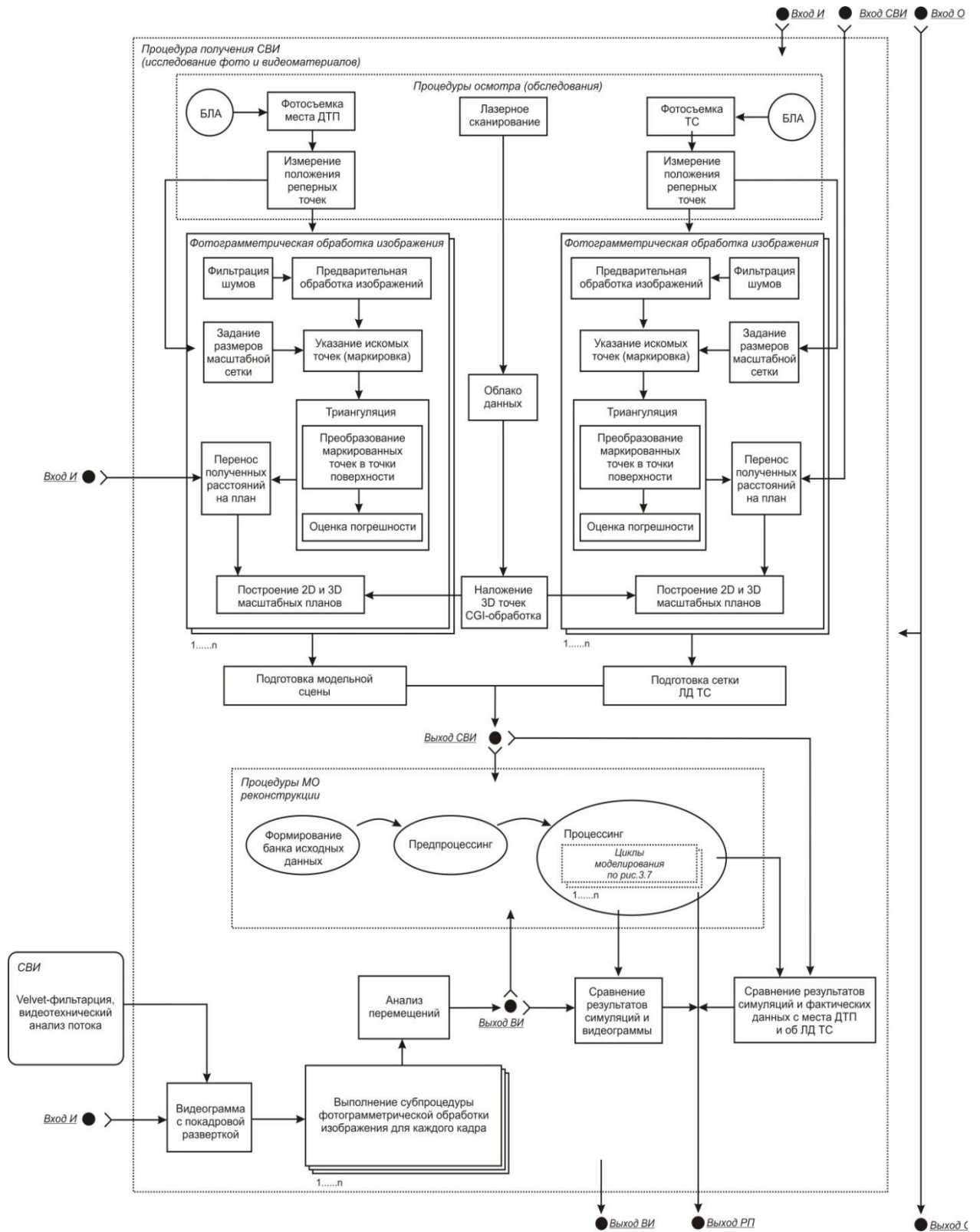


Рисунок 3.21 – Процедура получения СВИ (исследования фото-видеоматериалов) в МОР



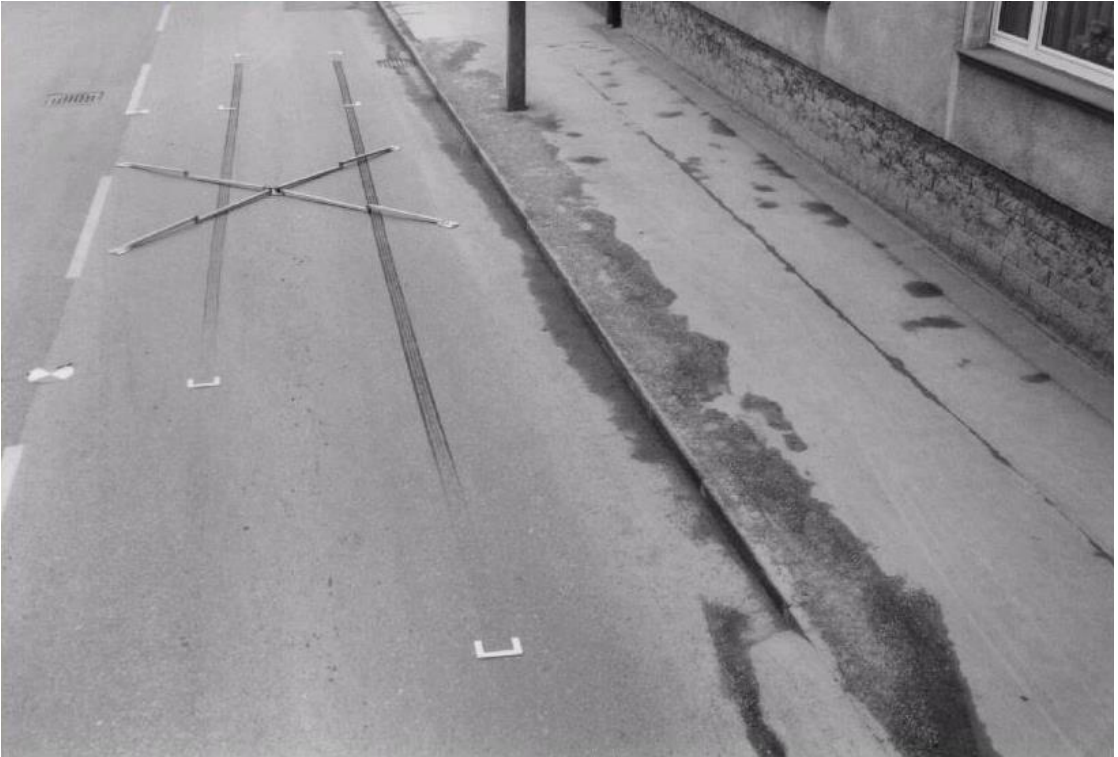
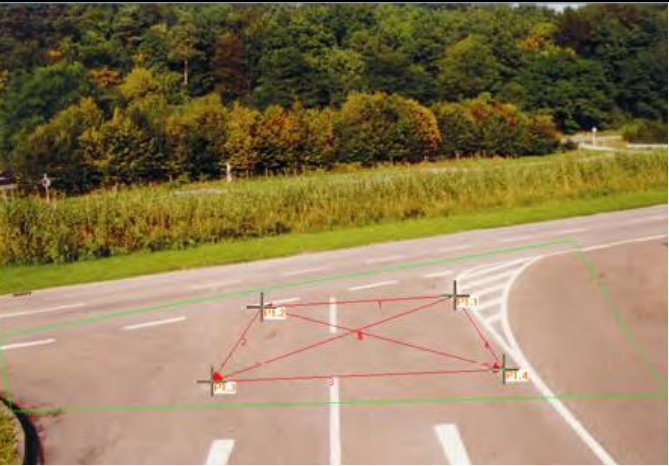
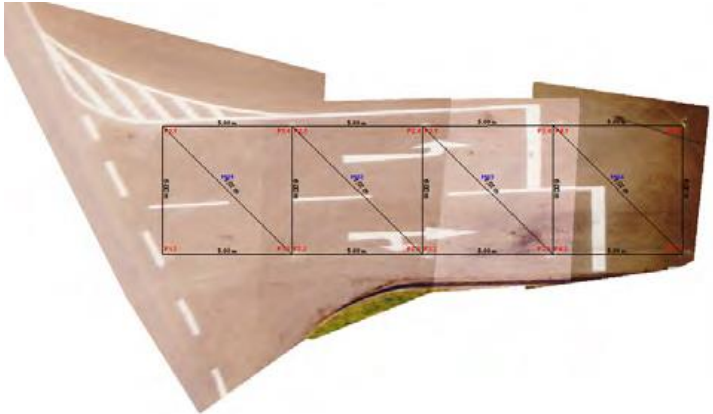
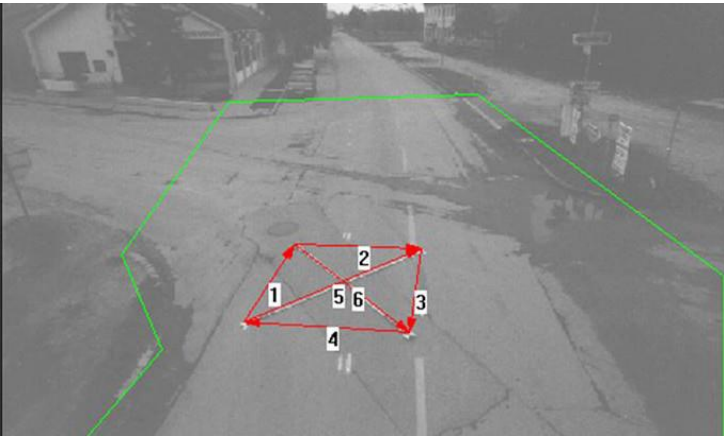

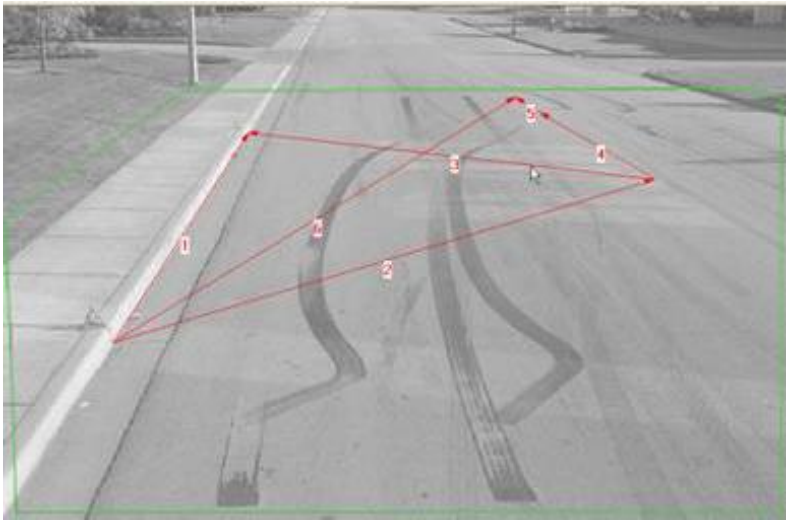
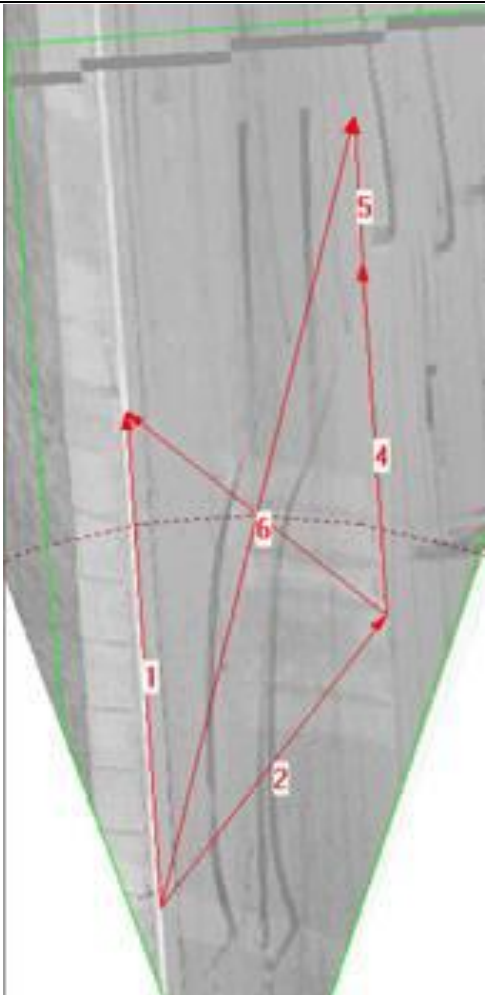


Рисунок 3.22 – Пример установки реперной линейки при съемке следов на месте ДТП

Таблица 3.3 – Примеры фотограмметрической обработки изображений по процедуре СВИ на рисунке 3.21

№ п/п	Исходное фотоизображение с реперными точками	Полученный 2D план
1		
2		

№ п/п	Исходное фотоизображение с реперными точками	Полученный 2D план
3	 <p>The original photograph shows a perspective view of a road with a white curb on the left. Six red reference points are marked on the road surface, connected by red lines to form a network. The points are numbered 1 through 6. A green horizontal line is drawn across the road in the middle ground.</p>	 <p>The 2D plan view shows the road surface flattened into a 2D plane. The six red reference points and their connecting lines are preserved. The points are numbered 1 through 6. A green horizontal line is also present, corresponding to the one in the original photo. A dashed black line indicates a horizontal reference line.</p>










№ п/п	Исходное фотоизображение с реперными точками	Полученный 2D план
4	 A photograph of a two-lane asphalt road with white dashed lane markings. The road is flanked by green grass and trees. Several small white vertical markers are placed along the edges of the road. Red markers are visible on the asphalt surface.	 A 3D perspective view of the road from the photograph. The road surface is rendered in a dark grey color, and the surrounding terrain is shown in green. The perspective is from an elevated angle, looking down the length of the road.

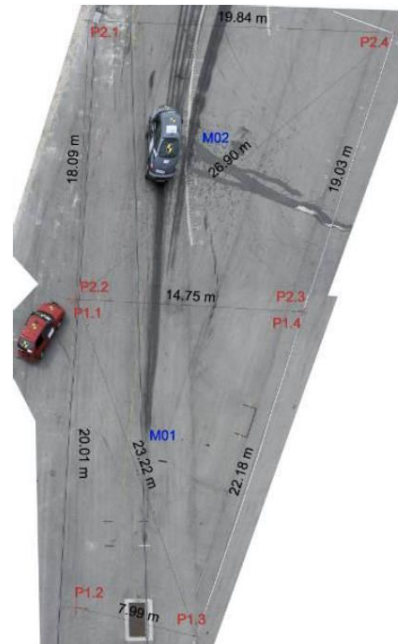


Таблица 3.4 – Пример сравнения кадров потока видеограммы с результатами симуляции по процедуре СВИ на рис.3.21

№ п/п	Стадия	Кадр потока видеограммы	Результат симуляции
1	Начало КСВ		
2	Достижение макс глубины внедрения		
3	Кульминация КСВ		
4	Вторичный контакт		

Пример фотограмметрической обработки и наложения облака 3D точек полученных лазерным сканированием при получении плана сцены моделирования в рамках процедуры СВИ, реализованной в рамках эксперимента с реализацией МОР приведенной на рисунке 3.21, показан на рисунке 3.23. На рисунке 3.24 приведен результат Совмещение облака 3D точек ЛД ТС из эксперимента на рисунке 3.23

при размещении на модельной сцене, отображающий точность получаемого видимое взаиморасположение ТС в момент КСВ [167].



а)

б)



в)

г)

Рисунок 3.23 – Пример фотограмметрической обработки и наложения облака 3D точек полученных лазерным сканированием при получении плана сцены моделирования

а – фотография места ДТП снятая с БЛА; б – результат фотограмметрической обработки фотографии; в – наложение облака 3D точек лазерного сканирования на полученный фотоплан; г – наложение облака 3D точек лазерного сканирования на ЛД ТС

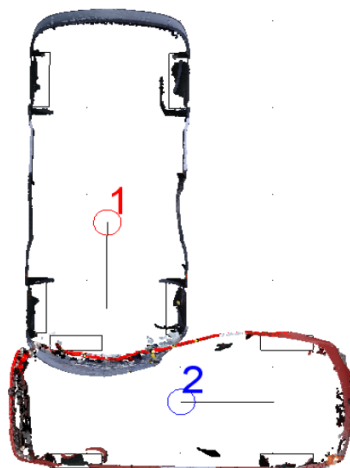


Рисунок 3.24 – Совмещение облака 3D точек ЛД ТС из эксперимента на рисунке 3.23 при размещении на модельной сцене. Видимое взаиморасположение ТС в момент КСВ

Активное применение БЛА в процедурах СВИ в рамках МОР и в частности в процедуре обработки фото и видеоизображений, представленной выше, позволяет при выполнении лазерного сканирования получать сеточные модели ЛД ТС с расположением их на модельной сцене, пригодные также для применения моделей, реализующих МКЭ и метод граничных элементов (при представлении каркаса ТС и его ЛД как граничных элементов). Пример 3Dданных лазерного сканирования, наложенных на фотографию с БЛА, показан на рисунке 3.25.

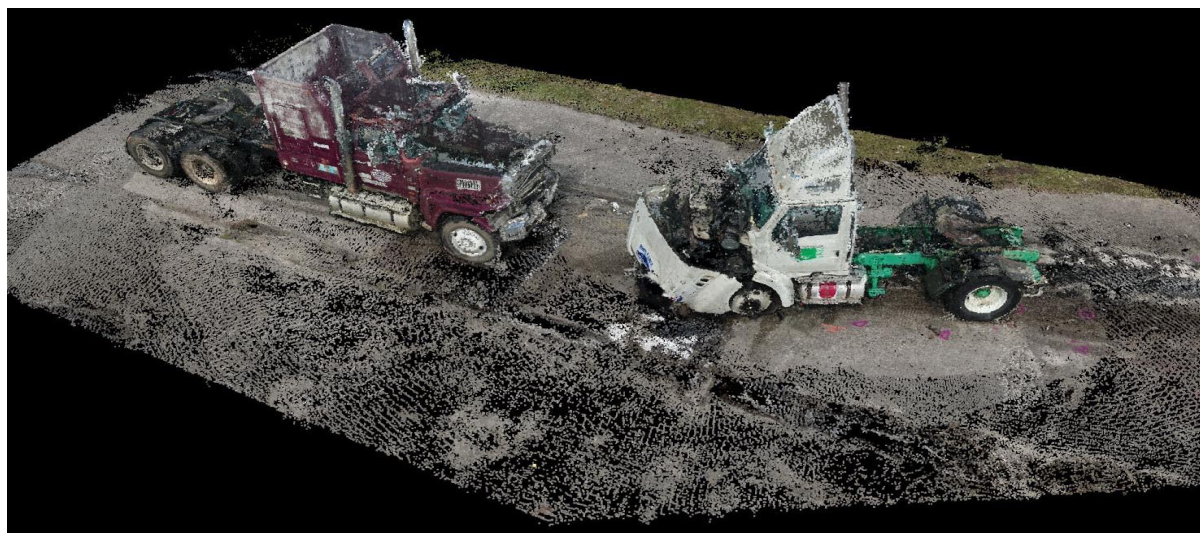
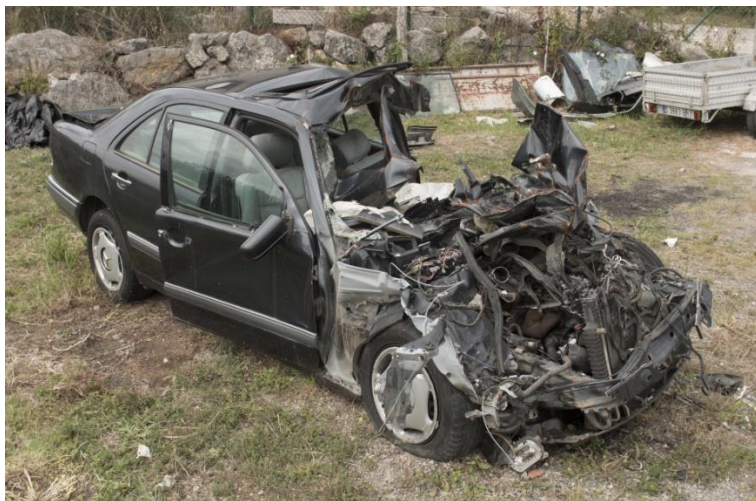


Рисунок 3.25 – Пример 3Dданных лазерного сканирования, наложенных на фотографию с БЛА





а)



б)



в)



г)

Рисунок 3.26 – Этапы CGI-обработки результатов лазерного сканирования. а– общий вид на ТС перед его съемкой лазерным тахеометром; б – рабочее поле экрана при наложении точек; в – масштабная 3D модель без текстурирования, включены шейдеры и сглаживание; г – масштабная 3D модель с полным рендерингом



Представленная на рисунке 3.21 процедура получения информации при выполнении лазерного сканирования использует CGI (computer-generated imagery, «изображения, сгенерированные компьютером») процессы обработки 3D точек из облака с формированием моделей высокой четкости для применения в симуляции деформационных процессов. Пример реализации этапов CGI-обработки результатов лазерного сканирования показан на рисунке 3.26.

Таким образом, в рамках МОР процедуры обработки фото и видеоизображений отвечают общему целевому ориентиру МОР: улучшение качества экспертиз в динамике от продукта (конкретного Заключения эксперта) до суперпродукта, являющегося базой для дальнейших специализированных научных исследований (анализа) ДТП.

### **3.7 Выводы по главе 3**

1. Предложена новая методология производства экспертных исследований на базе модельно-ориентированной реконструкции механизма ДТП, позволяющая учитывать все управляющие мотивы исследования и обеспечить полноту, обоснованность, проверяемость, категоричность и наглядность результатов. Основные отличия от существующей методологии: модель есть неотъемлемый и основой результат исследования; ПСИ в условии реализации концепции МОР не может быть субъективно изменена.

2. Доказана важность учёта всей информации, сопутствующей процессу исследования, но находящейся за пределами достаточности для формулировки выводов, в интересах обоснования решений по предотвращению ДТП, связанных с действием всех факторов системы ВАДС.

3. Разработаны алгоритмы процедур анализа исходных данных, предпроцессинга (иерархия взаимосвязанных методов и процедур обработки ПСИ в формат, пригодный для процедур процессинга), процессинга (иерархия взаимосвязанных методов и процедур использования ПСИ) и постпроцессинга (иерархия взаимосвязанных методов и процедур обработки результатов процессинга) в про-

цессе МОР механизма ДТП. Они формируют вертикаль получения, обработки и накопления результатов, обеспечивающих как формирование конечного продукта – Заключение эксперта, так и получение субпродукта – научной информации в объеме, превышающем достаточный, на полезном и пригодном для решения задач иных научных исследований.

4. Показано, что реализация концепции МОР механизма ДТП формирует базу для смежного процесса – роста квалификации эксперта.

5. Уточнена методика расчета в системе МОР скорости движения автомобилей до столкновения на основе полученной объёмной деформации, отличающаяся применением метода расчета трехсторонней унифицированной жесткости с использованием сетки обмеров и разделением кузова на пояса жесткости.

6. Систематизированы и уточнены расчётные зависимости для реализации методики трехсторонней деформации жесткости для сетки, определяемой фотограмметрическими методами, а также методики, основанной на использовании закона сохранения количества движения, в частности, в части уточнения расчетов отдельных видов затрат исходной кинетической энергии и работ сил, совершенных на различных фазах стадий Р-КСВ-С.

7. Предложены расчетные зависимости для определения затрат энергии на преодоление пороговых препятствий на стадии разлета, на опрокидывание и на касательный удар о силовое барьерное ограждение.

8. Разработаны процедуры МОР для трасологических исследований первой группы и частные методики, такие как установление ФКВ и определение местоположения фактической точки контакта объектов экспертного исследования.

9. Разработаны процедуры выполнения дорожной экспертизы, как СВИ в рамках МОР, использующего высокоскоростную диагностику, БЛА, цифровые данные и цифровые модели местности. Установлено влияние взаимосвязи процедур и воздействий через тактику обследования (процедуры дорожной экспертизы) на факторы влияния в элементах подсистемы Д при выполнении процедур пост-процессинга в рамках МОР.

10. Разработаны процедуры выполнения технической экспертизы, как СВИ в рамках МОР, использующие данные, сохраняемые в EDR (блоках управления подушками безопасности) ТС, или модели виртуального EDR, позволяющие через использование «цифрового двойника» получать полную картину эксплуатационного состояния подсистемы А в момент ДТП.

11. Разработаны процедуры выполнения видео-фото экспертиз, как СВИ в рамках МОР, позволяющие используя методы обработки данных и изображений, получаемых от различных источников, получить при предпроцессинге адекватное фактической реальности воспроизведение места ДТП, локализации деформаций ТС, а при постпроцессинге верифицировать результаты процессинга (моделировании) с поккадровым сопоставлением видеозаписи исследуемого ДТП (события) с результатами МОР.

12. Успешное применение предложенных расчетно-аналитических методов производства экспертиз ДТП обеспечивается использованием достоверных исходных данных о состоянии дорожного покрытия, условиях совершения ДТП и технических характеристик ТС, участников ДТП. Учитывая значительные усовершенствования в части дорожных покрытий, конструкции и материалов шин, оснащения АТС электронными системами конструктивной безопасности, существующие и используемые экспертами в настоящее время базы данных требуют актуализации.

#### ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПО АКТУАЛИЗАЦИИ БАЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЕРТИЗЫ ДТП

Установление реальных причин создания негативной дорожно-транспортной ситуации и обеспечения высокого уровня объективности экспертного заключения является приоритетной целью каждого расследования дорожно-транспортного происшествия. Большинство из них связаны с процессом торможения ТС, исследование которого позволяет установить, имел ли водитель возможность, с технической точки зрения, предотвратить ДТП. Анализ действующей на данный момент процедуры реконструкции ДТП, в которой непосредственную роль играет процесс торможения ТС, позволил выявлять ряд недостатков.

На сегодняшний день при реконструкции ДТП в качестве исходных данных принято использовать нормативные значения установившегося замедления, коэффициента сцепления, коэффициента сопротивления качению транспортного средства, предложенные более 30 лет назад В.А. Бекасовым и Н.М. Кристи в ВНИИСЭ [65-67,119], и полученные на основе исследования на отечественных автомобилях. Применение этих данных к современным автомобилям проблематично. Например, их тормозная эффективность значительно выше, чем у автомобилей, произведенных в 1970-80е годы, что вызывает погрешность определения скорости движения, времени и пути торможения современных ТС при реконструкции и экспертизе ДТП на основе использования рекомендованных исходных данных.

Кроме того, рекомендуемые ВНИИСЭ достаточно широкие диапазоны значений не исключают субъективности в выборе их для расчета и получения заниженных или завышенных результатов, которые могут варьироваться на границе виновности или невиновности участников ДТП.

#### 4.1 Оценка корректности отдельных справочных исходных данных для реконструкции ДТП

Устойчивость и управляемость автомобиля, его тяговые свойства и тормозные характеристики в значительной степени определяются сцеплением шины с автомобильной дорогой.

В настоящее время в распоряжении экспертов и специалистов в области проведения дорожно-транспортных экспертиз имеются рекомендуемые справочные значения, в которых прослеживается достаточно большой разброс [75,92,168].

Например, коэффициенты сопротивления качению  $f$  для различных поверхностей движения, используемые сегодня в экспертной практике, приведенные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Коэффициенты сопротивления качению  $f$  для различных поверхностей

Дорожное покрытие	$f$	$(f_{\max}/f_{\min})$	%
Асфальтобетонное в хорошем состоянии	0,014...0,018	1,29	29%
Асфальтобетонное в удовлетворительном состоянии	0,018...0,020	1,11	11%
Гравийное	0,020...0,025	1,25	25%
Каменная мостовая	0,023...0,030	1,30	30%
Грунтовая дорога, сухая, укатанная	0,025...0,035	1,40	40%
Грунтовая дорога после дождя	0,050...0,156	3,12	312%
Песок	0,100...0,300	3,00	300%
Укатанный снег	0,070...0,100	1,43	43%

Анализ данных таблицы 4.1 показывает, что разброс значений коэффициентов  $f$  даже на дорогах с твердым асфальтобетонным покрытием составляет около 30%, на укатанных грунтовых дорогах – 40%, а на грунтовой дороге после дождя и песке он может разниться в три раза.

Аналогичная ситуация с коэффициентами сцепления (таблица 4.2), рекомендованными документами Министерства юстиции СССР к использованию в экспертной деятельности еще с 80-х годов XX века [55,119].

Таблица 4.2 – Коэффициент сцепления  $\varphi$  для различных поверхностей движения

Дорожное покрытие	$\varphi$	$(\varphi_{\max}/\varphi_{\min})$	%
Асфальтобетонное, цементобетонное:			
сухое	0,7...0,8	1,14	14
мокрое	0,4...0,6	1,50	50
Щебенчатое:			
сухое	0,6...0,7	1,17	17
мокрое	0,3...0,5	1,67	67
Грунтовая дорога			
сухая	0,5...0,6	1,20	20
мокрая	0,2...0,4	2,00	200
покрытая укатанным снегом дорога	0,2...0,3	1,50	50
обледенелая дорога	0,1...0,2	2,00	200

Анализ данных таблицы 4.2 показывает, что разброс значений коэффициента  $\varphi$  на дорогах с твердыми, переходными покрытиями и грунтовых дорогах может достигать 15...20%, а на мокром асфальте, щебне, грунте, укатанном снегу и при гололеде  $\varphi$  может изменяться в 1,5...2,0 раза.

Коэффициент поперечного сцепления  $\varphi_{\text{п}}$  для различных поверхностей и движения рекомендуются определять из условия [76,169-173]:

$$\varphi_{\text{п}} = (0,50...0,85) \cdot \varphi \quad (4.1)$$

Соответствующие этому условию значения  $\varphi_{\text{п}}$  представлены в таблицы 4.3

Таблица 4.3 – Коэффициент поперечного сцепления  $\varphi_{п}$  для различных поверхностей движения

дорожное покрытие	$\varphi$	$\varphi_{п}$	
		0,50 $\varphi$	0,85 $\varphi$
Асфальтобетонное, цементобетонное:			
сухое	0,8	0,40	0,68
	0,7	0,35	0,60
мокрое	0,6	0,30	0,51
	0,5	0,25	0,43
	0,4	0,20	0,34
Щебенчатое:			
сухое	0,7	0,35	0,60
	0,6	0,30	0,51
мокрое	0,5	0,25	0,43
	0,4	0,20	0,34
	0,3	0,15	0,26
Грунтовая дорога			
сухая	0,6	0,30	0,51
	0,5	0,25	0,43
мокрая	0,4	0,20	0,34
	0,3	0,15	0,26
	0,2	0,10	0,17
покрытая укатанным снегом дорога	0,3	0,15	0,26
	0,2	0,10	0,17
обледенелая дорога	0,2	0,10	0,17
	0,1	0,05	0,09

Анализ рекомендуемых значений  $\varphi_{п}$  показывает, что уже только выполнение условия (4.1) закладывает диапазон разброса  $\varphi_{п}$  около 70%.

Кроме того, необходимо отметить отсутствие в СССР системной актуализации данных по значениям  $\varphi$  в периоде 80-х годов XX века и в России по настоящее время. За истекшие почти 40 лет менялись и развивались технологии и материалы дорожного строительства, совершенствовались автомобильные шины, что не могло не отразиться на значениях  $\varphi$ .

Во всем мире специализированными сообществами и организациями ежегодно проводятся многочисленные испытания по определению коэффициентов сцепления в различных условиях, вплоть до учёта таких факторов, как давление воздуха в шинах, скорость транспортного средства, изношенность покрытия, состав покрытия, соотношение снега и льда на одном и том же участке проезжей части и т.п. Авторский перевод некоторых результатов таких исследований [174-179] приведен в Приложениях 4.1-4.3.

Во всех приведенных в Приложении 4.3 диапазонах изменения  $\phi$  минимальные значения выбираются для более уплотненного, обледеневшего, покрытого водяной пленкой дорожного полотна, максимальные значения – для менее уплотненных, рыхлых покрытий и для чистых сухих дорог.

Анализ данных Приложений 4.1-4.3 показывает, что разброс значений коэффициента  $\phi$  на асфальтовых дорогах в зависимости от мокрого или сухого покрытия может изменяться в 2,5 раз, а при снежном покрытии изменяется в 5,5 раз. Однако, эти данные постоянно уточняются и корректируются, к примеру при снежном покрытии учитывается около 15 критериев, характеризующих состояние окружающей среды из-за чего и следует такой большой разброс.

Вместе с тем, из анализа зарубежных данных следует, что полученные в ходе современных исследований значения  $\phi$  имеют более широкий диапазон разброса, перекрывающий рекомендуемые российские значения для типовых поверхностей (таблица 4.2). Однако очевидна тенденция более подробной детализации состояния дороги для каждого вида типовой поверхности, в том числе с учётом скорости движения, типа шин, наличия шипов и цепей противоскольжения. Такое расширение диапазона справочных данных по значениям  $\phi$  представляется весьма целесообразным и способствует повышению достоверности реконструкции ДТП. Представленные в Приложениях 4.1-4.3 значения  $\phi$  могут быть рекомендованы для использования в российской экспертной практике с учётом того, что сегодня Россия использует в дорожном строительстве материалы, идентичные европейским, а по её дорогам передвигаются такие же автомобили, как и по дорогам Европы.



Нельзя не отметить, что существенный разброс значений  $\varphi$  влечет за собой и разброс значений замедления ТС при полном использовании сцепления шин с дорогой, которое рекомендуется определять по зависимости [67,119]:

$$j = \frac{\varphi}{k_3} \cdot g, \quad (4.2)$$

где:  $\varphi$  – значение коэффициента сцепления шин с дорогой,  $k_3$  – коэффициент эффективности торможения, учитывающий степень использования суммарной силы сцепления шин заторможенных колес с поверхностью проезжей части.

В экспертной практике значение  $k_3$  выбирается в зависимости от  $\varphi$ . Если при торможении все колеса транспортного средства двигались в заблокированном состоянии (юзом), то рекомендуются следующие максимальные значения коэффициента эффективности торможения:

$$\begin{aligned} k_3 &= 1,2 \text{ при } \varphi \geq 0,7; \\ k_3 &= 1,1 \text{ при } \varphi = 0,5 \div 0,6; \\ k_3 &= 1,0 \text{ при } \varphi \leq 0,4. \end{aligned} \quad (4.3)$$

Если торможение транспортного средства осуществлялось без блокировки колес, то значения  $k_3$  рекомендуется выбирать из Приложения 4.4. При этом необходимо отметить, что в этом Приложении отсутствуют какие-либо рекомендации по выбору  $k_3$  для случая торможения без блокировки колес на дорожном покрытии с  $\varphi \leq 0,4$ .

В зарубежной практике влияние на значения  $\varphi$  степени блокировки колес рекомендуется оценивать на основе анализа « $\varphi - S$ » диаграммы для случая торможения по конкретным видам поверхностей. Обобщенные результаты таких исследований проведены в Приложении 4.5.

Для оценки влияния разброса значений  $\varphi$  на результаты аналитического определения скоростей движения ТС до столкновения был проведен сравнитель-

ный расчёт для двух вариантов справочных значений исходных данных по коэффициентам  $\phi$  и  $\phi_{\text{п}}$  для случаев ДТП на мокром асфальтобетонном шоссе:

Вариант 1: минимальное значение  $\phi$ , равное 0,4 и соответствующее ему значение  $\phi_{\text{п}}$ , рассчитанное из условия  $\phi_{\text{п}}=0,5 \cdot \phi$  и составляющее 0,2.

Вариант 2: максимальное значение  $\phi$ , равное 0,6 и соответствующее ему значение  $\phi_{\text{п}}$ , рассчитанное из условия  $\phi_{\text{п}}=0,85 \cdot \phi$  и составляющее 0,51.

Расчет проведен по способу определения скорости ТС на основе законов сохранения энергии и количества движения для ситуации, представленной на рисунке 4.1.

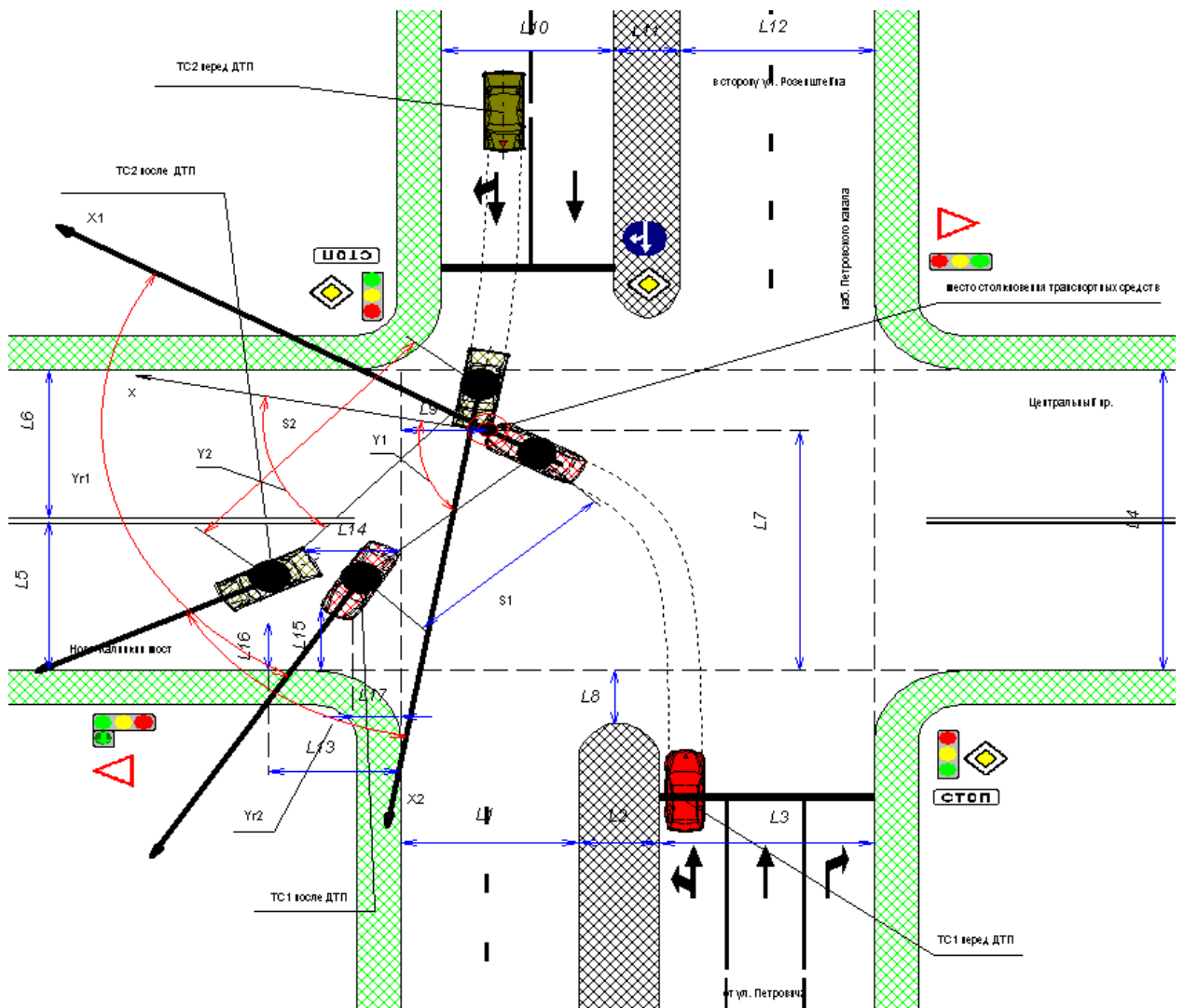


Рисунок 4.1 – Схема ДТП

Результаты сравнительного расчета начальных скоростей движения ТС до столкновения представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Начальные скорости ТС в ДТП при разбросе значений  $\varphi$  в пределах рекомендуемого диапазона

Транспортное средство	Начальная скорость перед ДТП, км/ч		$\Delta V$ , км/ч
	Вариант 1 $\varphi=0,4$ $\varphi_{п}=0,20$	Вариант 2 $\varphi=0,6$ $\varphi_{п}=0,51$	
ТС1 $m_1=1260$ , кг	$V_1=34$	$V_1=54$	20
ТС2 $m_2=1900$ , кг	$V_2=41$	$V_2=65$	24

Как следует из результатов расчета, использование справочных данных по значениям коэффициента сцепления в пределах рекомендуемого диапазона позволяет эксперту субъективно варьировать результатами расчетов с разницей до 60%, что не способствует объективности расследования. По результатам второго варианта расчета водитель ТС2 двигался в городских условиях со скоростью превышающей допустимую по ПДД.

Таким образом, рассмотренные исходные данные, в первую очередь  $\varphi$ , предпочтительнее определять экспериментально, что диктует целесообразность создания и активного применения подвижных лабораторий реконструкции ДТП. При этом условия проведения эксперимента (дорожные и метеорологические условия) должны быть близки к фактическим обстоятельствам происшествия.

Если возможность экспериментального определения  $\varphi$  на месте ДТП отсутствует, целесообразно пользоваться значениями актуализированных данных из Приложений 4.1-4.5. При этом при наличии следов торможения значения  $\varphi$  необходимо брать для случая 100% скольжения (полная блокировка колес), а в условиях отсутствия следов торможения (для автомобилей с ABS) значения выбираются соответствующими максимальным по « $\varphi - S$ » диаграмме, приведенным в Приложении 4.5. В последнем случае момент начала торможения целесообразно определять в ходе следственного эксперимента.

## 4.2 Цель и задачи экспериментальных исследований

Целью экспериментальных исследований являлось расширение базы знаний в части исходных данных для математического моделирования ДТП.

В интересах достижения поставленной в работе цели в ходе экспериментальных исследований решались следующие задачи:

- экспериментальное определение замедлений АТС на разных типах и состояниях шин в различных условиях в интересах расширения существующей базы данных по этим параметрам;
- экспериментальное определение коэффициентов сцепления для различных категорий дорог федерального и регионального уровня в интересах расширения существующей базы данных по этим параметрам;
- экспериментальное определение коэффициентов сцепления для специфических опорных поверхностей УДС в интересах расширения существующей базы данных по этим параметрам;
- стендовые исследования упругих и демпфирующих характеристик элементов подвесок ТС в интересах оценки достоверности предлагаемых расчётных зависимостей, а также для расширения базы исходных данных по этим параметрам;
- дорожные исследования энергетических затрат ТС на преодоление в процессе движения пороговых препятствий в виде трамвайных путей.

## 4.3 Исследование замедлений АТС при разных типах и состояниях шин в различных условиях

На данный момент в экспертной практике принято использовать среднее допустимое значение замедление  $6,8 \text{ м/с}^2$ , установленное ГОСТом и указанному в рекомендациях ВНИИСЭ [55,67,119].

Исходя из результатов представленного выше анализа уточнение нормативно-справочных значений коэффициента замедления и времени нарастания замед-

ления ТС для использования в экспертной практике, с учетом дополнительных факторов, непосредственно влияющих на данное значение, таких как тип и состояние шин, наличие АБС, состояние и тип дорожного покрытия, погодноклиматические условия и загруженность автомобиля, является актуальной задачей.

Её решение обеспечивает повышение уровня достоверности экспертного исследования.

Исходя из вышесказанного, целью данного этапа экспериментальных исследований являлось уточнение нормативно-справочных значений установившегося замедления ТС.

Для достижения поставленных целей необходимо было решить следующие задачи:

- определить фактические значения установившегося замедления и время его нарастания на дорожном покрытии с разным коэффициентом сцепления;
- определить фактические значения установившегося замедления и время его нарастания при различной степени загруженности автомобиля;
- определить фактические значения установившегося замедления и время его нарастания при использовании шин разного типа сезонности;
- определить фактические значения установившегося замедления и время его нарастания при наличии или отсутствия системы АБС у транспортного средства.

Эксперимент по определению установившегося замедления ТС состоял в ряде испытаний, в ходе которых при заданных значениях факторов влияния измерялось значение отклика – замедления автомобиля. Принятые в исследовании факторы влияния и диапазон их изменений приведен в таблице 4.5.

Определение установившегося замедления ( $j_{уст}$ ) проводилось трехкратным измерением по каждой точке, в которых участвовали от 11 до 36 транспортных средств разных марок категории  $M_1$  (таблица 4.6) с исправной тормозной системой при эксплуатации на различных типах резины шин в температурных услови-

ях от  $(-15^{\circ})\text{C}$  до  $(+15^{\circ})\text{C}$  на сухом, влажном, мокром, заснеженном и обледеневшем асфальто-бетонном дорожном покрытии.

Таблица 4.5 – Факторы влияния и диапазон их изменений

№	Фактор	Диапазон изменений
1	Загруженность транспортного средства, %	0%, 25%, 50%, 75%, 100%
2	Коэффициент сцепления дороги ( $\varphi$ )	0,1...1,0
3	Тип рисунка шины транспортного средства	4 вида: А, В, С, D*)
4	Износ протектора шины транспортного средства, мм (%)	1,6 (100%) 3,5 (75%) 5,5 (50%) 7,5 (25%) 9,5 (0%)
5	Температура воздуха $^{\circ}\text{C}$	$(+15^{\circ})\text{C} \dots (-15^{\circ})\text{C}$
6	Наличие ABS	да, нет
*) А – летняя, В – зимняя, С – всесезонная, D – фрикционная		

Таблица 4.6 – Общие технические характеристики некоторых использованных в эксперименте ТС категории М<sub>1</sub>

Модели ТС	год выпуска	Масса: снаряженная/полная, кг	Тормоза: передние/задние	ABS	Тип и размер шины	Тип рисунка
ВАЗ-21103	2004	1020/1480	дисковые/барабанные	нет	Cordiant Comfort 2 185/60/R14	направленный
ВАЗ-21120	2008	1060/1515	дисковые/барабанные	нет	Kama 208 185/60/R14	направленный
Lada Granta	2014	1055/1560	дисковые/барабанные	нет	Kama M+S 175/65/R14	направленный
ГАЗ Баргузин	2003	1920/2800	дисковые/барабанные	нет	Barguzin Radial Steel 215/65/R16	направленный
Reno Grand Scenie	2011	1515/2150	дисковые/дисковые	да	Bridgestone Potenza S007A 175/70/R14	направленный

Volvo S40	2012	1310/1800	дисковые/ дисковые	да	Pirelli Cinturato P7 185/60/R14	ненаправленный
BMW 530d	2014	1595/1615	дисковые/ дисковые	да	Bridgestone Turanza ER300 225/ 55/R17	ненаправленный
Mitsubishi Qutlander XL	2009	1665/2350	дисковые/ дисковые	да	Goodyear Efficient - Grip SUV 235/55/R18	направленный
VW Polo	2012	1085/1660	дисковые/ дисковые	да	Kama Euro 129 175/70/ R14	асимметричный
Nissan Juke	2013	1245/1675	дисковые/ дисковые	да	Triangle Group TR 968 215/55/ R17	асимметричный

Все измерения установившегося замедления ( $j_{уст}$ ) проводилось в дорожных условиях г.СПб и ЛО, с использованием прибора для определения эффективности тормозной системы (деселерометра) модели «LWS-2МС».

Прибор «LWS-2МС» для тестирования тормозной системы методом дорожных испытаний предназначен и рекомендован для проверки тормозных систем грузовых и легковых автомобилей, автобусов и автопоездов при проведении государственного технического осмотра, а также для выполнения автотехнической экспертизы транспортных средств и для использования в процессе эксплуатации и иных случаях, требующих оперативного контроля состояния тормозной системы автомобилей. Внешний вид прибора приведен рисунке 4.2. Использование компьютерных программ позволяет выполнять сложные анализы полученных данных. Получаемые наглядные графики значительно упрощают оценку тестируемых автомобилей.



Рисунок 4.2 – Внешний вид деселерометра BRAKE TESTER модели LWS-2MC

Технические характеристики LWS-2/MC:

- диапазон измерения ускорения - от  $-20 \text{ м/с}^2$  до  $20 \text{ м/с}^2$ ;
- дискретность измерения ускорения -  $0,1 \text{ м/с}^2$ ;
- показания датчиков записываются в память измерительного прибора LWS-2/MC 20 раз в секунду. Внутренняя память деселерометра BRAKE TESTER модели LWS-2MC позволяет собрать 32 000 образцов.

Использованный деселерометр «LWS-2MC» имеет сертификат калибровки № 19-02502, погрешность измерений установившегося замедления ( $j_{ycm}$ ) не превышает 4% (Приложение 4.6).

Замеры высоты протектора шины транспортного средства проводились с помощью штангенциркуля с глубиномером и диапазоном измерения – (0...150) мм, шагом измерения – 0,01 мм и погрешность – ( $\pm 0,01$ ) мм, оборудованного жидкокристаллическим дисплеем.

При проведении эксперимента деселерометр фиксировался в салоне автомобиля. Перед началом движения на дисплее прибора устанавливалась скорость 40 км/ч, по достижению которой производилось экстренное торможение автомобиля. При выполнении измерений датчик строго фиксировался в горизонтальном положении на лобовом стекле внутри автомобиля и перед каждым измерением



проводилось его калибровка. Отклонение показаний датчика на момент движения не превышало  $0,03 \text{ м/с}^2$

Использование программного обеспечения деселерометра модели «LWS-2МС» даёт возможность получить подробную характеристику процесса торможения транспортного средства. Пример такой характеристики для автомобиля марки BMW 530d при использовании летней резины на сухом дорожном покрытии ( $\varphi=0,7-0,8$ ) при загруженности в 25% представлен на рисунке 4.3.

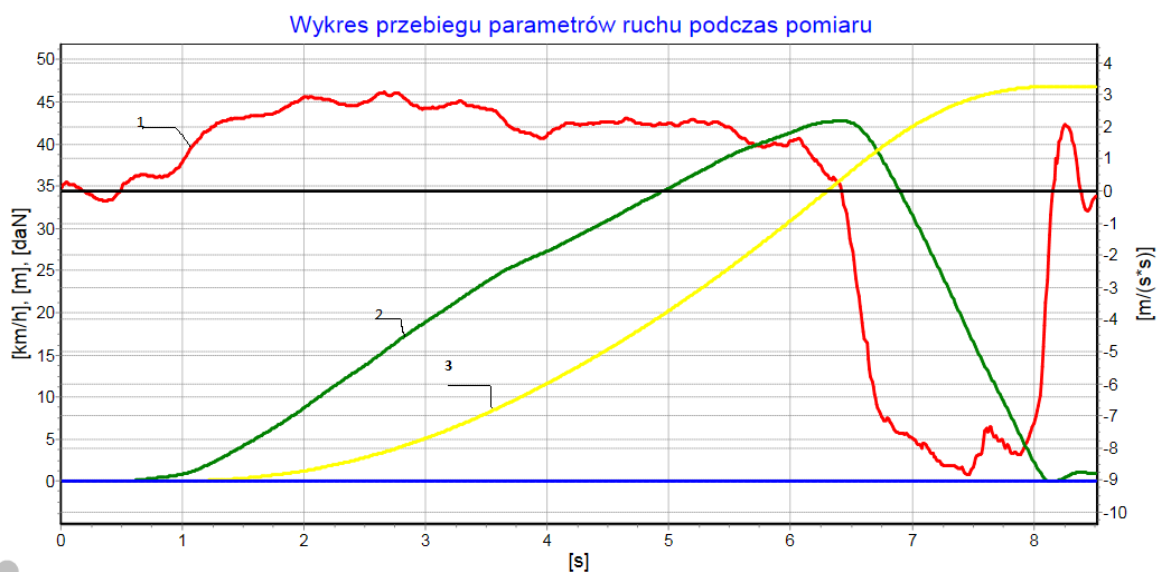


Рисунок 4.3 – Тормозная диаграмма автомобиля марки BMW 530d при эксплуатации на летней резине на сухом асфальте ( $\varphi=0,7-0,8$ ), загруженность –25%: красная линия – замедление а/м; зеленая – скорость а/м; желтая – пройденный путь а/м

#### 4.3.1 Экспериментальные исследования установившегося замедления ТС при использовании летних шин

Результаты экспериментальных исследований установившегося замедления ( $j_{ycm}$ ) транспортного средства категории  $M_1$  при различной степени нагрузки и эксплуатации на летних шинах с разной высотой рисунка протектора ( $h_{np}$ ) и торможении на разных дорожных покрытиях, с коэффициентами сцепления в диапазоне  $\varphi = 0,4 \dots 0,8$ , представлены в таблицах 4.7-4.9. В них  $h_{np}$  – высота протектора шины исследуемого транспортного средства; °C – температура воздуха на момент

исследования;  $j_{уст}$  – установившееся замедление транспортного средства, указанное прибором после замера;  $t_3$  - время нарастания замедления транспортного средства в момент исследования [180].

Анализ полученных экспериментальных значений установившегося замедления ( $j_{уст}$ ) показывает высокую значимость влияния всех факторов на него. Так на примере автомобиля марки Mitsubishi Outlander XL, 2009 г. выпуска, имеющего систему ABS, при 25% загруженности ТС и с высотой протектора в 5 мм (30% износа) на сухом дорожном покрытии ( $\varphi = 0,7 \div 0,8$ ) замедление составило  $j_{уст} = 9,34 \text{ м/с}^2$ . Но для той же категории автомобиля марки BMW 530d, 2014г. выпуска, загруженностью в 25% и имеющего систему ABS, но с высотой протектора шин 3,6 мм (50% износа) замедление на сухом дорожном покрытии ( $\varphi = 0,7 \div 0,8$ ) снизилось до  $j_{уст} = 8,74 \text{ м/с}^2$  и при загруженности 50%, с высотой протектора шин 3,6 мм (50% износа) замедление на сухом дорожном покрытии ( $\varphi = 0,7 \div 0,8$ ) снизилось до  $j_{уст} = 8,65 \text{ м/с}^2$ .

Указанный факт свидетельствует о необходимости индивидуального учета при реконструкции ДТП, по возможности, всех факторов влияния на установившееся замедление ( $j_{уст}$ ). Наиболее значимым из них является коэффициент сцепления  $\varphi$ , определяемый состоянием дорожного покрытия. В эксперименте, для исследованных автомобилей с увеличением влажности дороги (от влажного до мокрого) уменьшение  $\varphi$  достигает 50%, а установившееся замедление - до (10-12)%.

Таблица 4.7 – Результаты определения установившегося замедления ТС и время нарастания замедления ( $t_3$ ) при экстренном торможении ТС категории М<sub>1</sub> при использовании летних шин на сухом дорожном покрытии ( $\varphi = 0,7 \div 0,8$ )

№	марка и модель транспортных средств	загруженность ТС	тип шин/размер	$h_{np}$ , мм	$T$ , °С	$j_{уст}$ , м/с <sup>2</sup>	$t_3$ , 10 <sup>-1</sup> , с
1	ВАЗ-21103	50%	Cordiant Comfort 2 185/60/14	3,1	+10,0	7,83	1,98
2	ВАЗ-21120	25%	Кама 208 185/60/R14	5,1	+10,0	6,69	2,36
3	Lada Granta	25%	Кама М+S 175/65/14	3,5	+15,0	6,17	2,33
4	ГАЗ Баргузин	0%	Barguzin Radial Steel 215/65/16	4,3	+15,0	6,19	2,62
5	Reno Grand Scenic	50%	Bridgestone Potenza S007A 175/70/14	4,1	+10,0	8,13	2,02
6	Volvo S40	25%	Pirelli Cinturato P7 185/60/14	1,1	+10,0	8,47	1,92
7	BMW 530d	25%	Bridgestone Turanza ER300 225/55/17	3,6	+15,0	8,74	1,94
		50%		3,6	+15,0	8,65	2,03
8	Mitsubishi Outlander XL	25%	Goodyear Efficient -Grip SUV 235/55/18	5,0	+15,0	9,34	1,82
9	VW Polo	25%	Кама Euro 129 175/70/14	2,6	+10	6,28	2,02
10	Nissan Juke	25%	Triangle Group TR 968 215/55/17	4,8	+10	6,80	2,33

Таблица 4.8 – Результаты определения установившегося замедления ТС и время нарастания замедления ( $t_3$ ) при экстренном торможении ТС категории М<sub>1</sub> при использовании летних шин на влажном дорожном покрытии ( $\varphi = 0,5 \div 0,6$ )

№	марка и модель транспортных средств	загруженность ТС	тип шин/размер	$h_{np}$ , мм	$T$ , °С	$j_{уст}$ , м/с <sup>2</sup>	$t_3$ , 10 <sup>-1</sup> , с
1	ВАЗ-21103	100%	Cordiant Comfort 2 185/60/14	3,1	+12,0	7,33	1,75
2	ВАЗ-21120	50%	Кама 208 185/60/R14	5,1	+12,0	6,19	2,16
3	Lada Granta	50%	Кама M+S 175/65/14	3,5	+15,0	5,67	2,13
4	ГАЗ Баргузин	0%	Barguzin Radial Steel 215/65/16	4,3	+15,0	5,69	2,45
5	Reno Grand Scenie	100%	Bridgestone Potenza S007A 175/70/14	4,1	+10	7,63	1,82
6	Volvo S40	50%	Pirelli Cin- turato P7 185/60/14	1,1	+12,0	7,97	1,72
7	BMW 530d	50%	Bridgestone Turanza ER300 225/55/17	3,6	+15,0	8,24	2,10
		100%		3,6	+15,0	7,94	1,98
8	Mitsubishi Outlander XL	50%	Goodyear Efficient -Grip SUV 235/55/18	5,0	+15,0	8,84	1,65
9	VW Polo	50%	Кама Euro 129 175/70/ 14	2,6	+10	5,78	1,83
10	Nissan Juke	50%	Triangle Group TR 968 215/55/ 17	4,8	+10	6,30	2,13

Таблица 4.9 – Результаты определения установившегося замедления ТС и время нарастания замедления ( $t_3$ ) при экстренном торможении ТС категории М<sub>1</sub> при использовании летних шин на мокром дорожном покрытии ( $\varphi = 0,4 \div 0,5$ )

№	марка и модель транспортных средств	загруженность ТС	тип шин/размер	$h_{np}$ , мм	$T$ , °С	$j_{уст}$ , м/с <sup>2</sup>	$t_3, 10^{-1}$ , с
1	ВАЗ-21103	100%	Cordiant Comfort 2 185/60/14	3,1	+10,0	6,92	1,68
2	ВАЗ-21120	50%	Kama 208 185/60/R14	5,1	+10,0	5,79	1,98
3	Lada Granta	50%	Kama M+S 175/65/14	3,5	+10,0	5,27	1,13
4	ГАЗ Баргузин	0%	Barguzin Radial Steel 215/65/16	4,3	+15,0	5,29	2,27
5	Reno Grand Scenic	100%	Bridgestone Potenza S007A 175/70/14	4,1	+10	7,20	1,74
6	Volvo S40	50%	Pirelli Cinturato P7 185/60/14	1,1	+10,0	7,55	1,63
		50%	Bridgestone Turanza ER300 225/55/17	3,6	+15,0	7,64	1,94
7	BMW 530d	100%			3,6	+15,0	7,35
8	Mitsubishi Outlander XL	50%	Goodyear Efficient -Grip SUV 235/55/18	5,0	+15,0	8,45	1,45
9	VW Polo	50%	Kama Euro 129 175/70/ 14	2,6	+9,5	5,35	1,76
10	Nissan Juke	50%	Triangle Group TR 968 215/55/ 17	4,8	+10	5,80	1,98

На рисунке 4.4, представлен график фактического изменения установившегося замедления  $j_{уст}$  автомобилей марок Mitsubishi Outlander XL, BMW 530d, Volvo S40, Nissan Juke и VW Polo в зависимости от влажности дорожного покрытия.

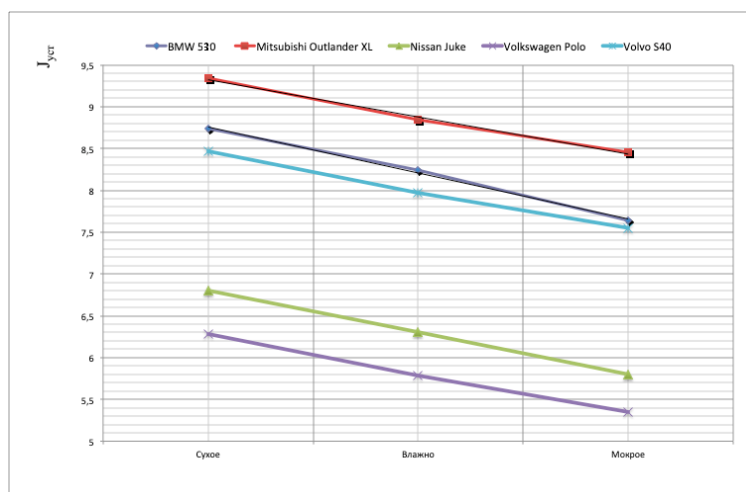


Рисунок 4.4 – Сравнительный анализ изменения замедления ( $j_{уст}$ ) в зависимости от влажности дорожного покрытия при разной высоте протектора ( $h_{пр}$ )

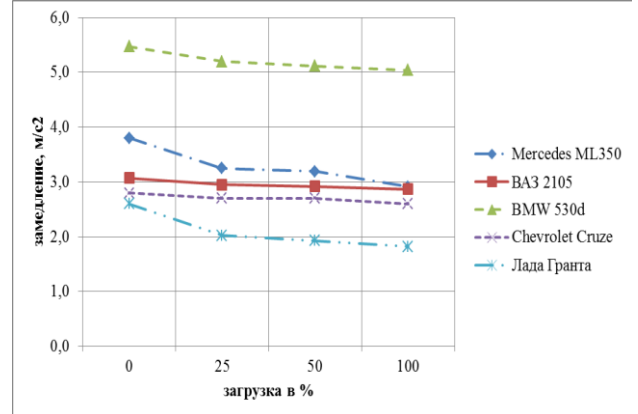
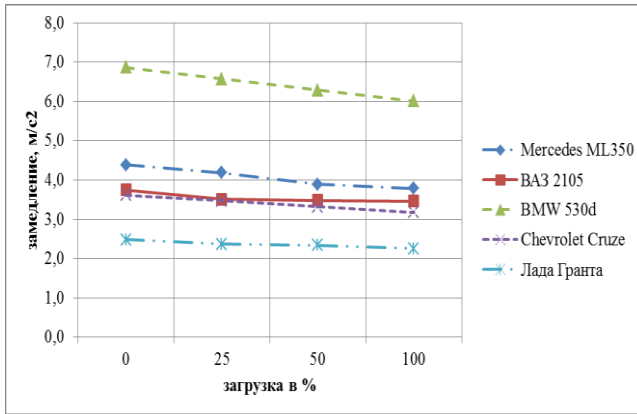
#### 4.3.2 Экспериментальные исследования установившегося замедления ТС при использовании шин с разным типом сезонности

Испытания проводились в зимний и летний периоды с ярко выраженными сезонными температурами, а также в условиях температурных переходов через 0 от +15 до -12°C.

Замеры в ходе экспериментов тормозного пути и замедления производились при использовании на ТС категории М1 проводились на различных типах асфальтобетонного покрытия на зимней шипованной и не шипованной резины и на летней резине.

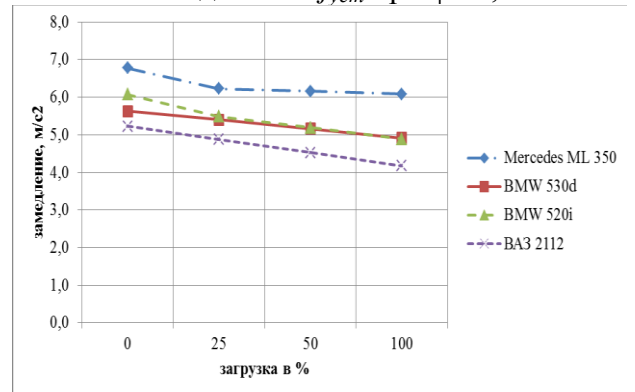
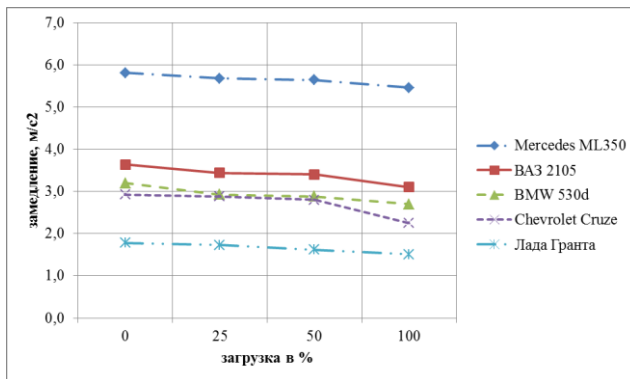
В приложениях 4.7, 4.8 представлены результаты экспериментальных исследований параметров установившегося замедления транспортного средства и времени его нарастания в летний и зимний периоды при эксплуатации шин с разным типом сезонности и рисунка, при наличии или отсутствии ABS, а также при разной загруженности автомобиля.

На рисунках 4.5-4,6 представлены графики фактического изменения установленного замедления  $j_{уст}$  автомобилями марок Mercedes ML350, BMW 530d, Chevrolet Cruze, VA3-2105, Lada Granta, Nissan Juke, VA3-21120, ГАЗ Баргузин, Citroen C4 в зависимости от их загрузки и от коэффициента сцепления проезжей части  $\phi$ .



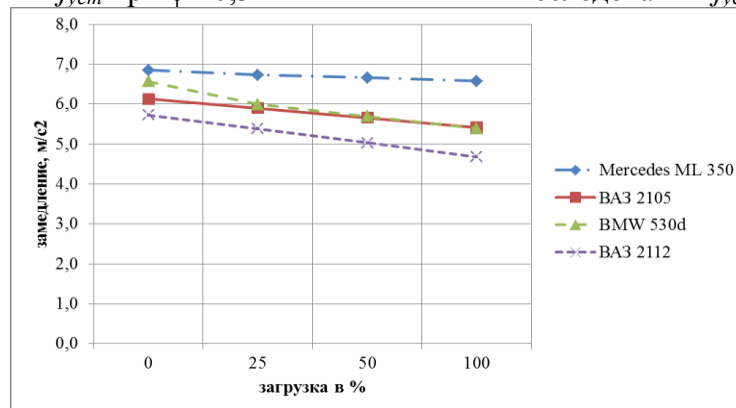
а) результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  при  $\phi = 0,1$

б) результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  при  $\phi = 0,2$



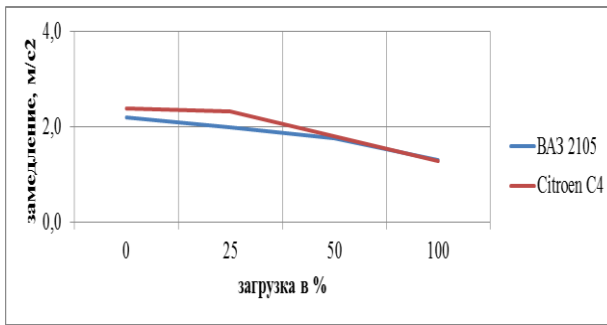
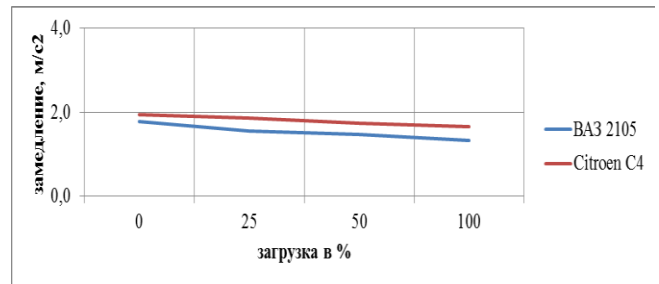
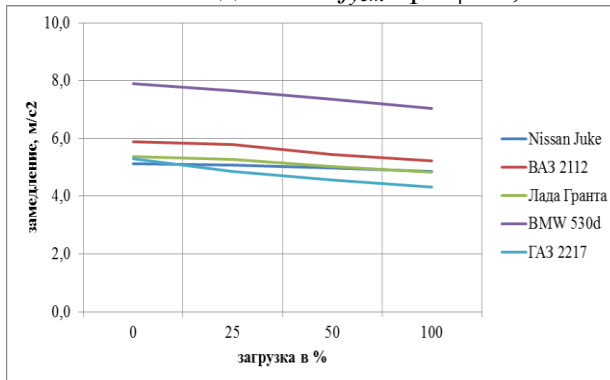
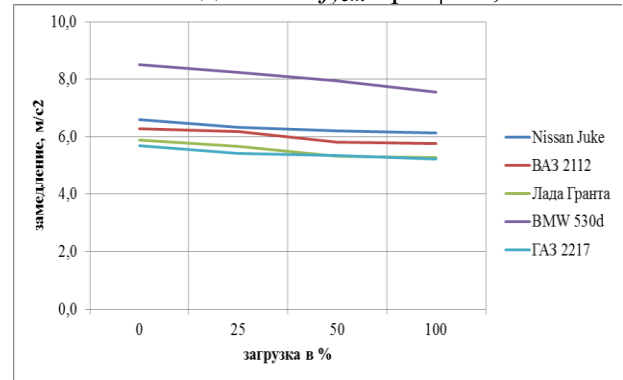
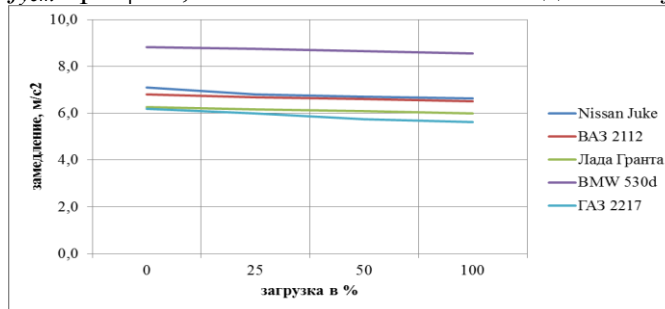
в) результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  при  $\phi = 0,3$

г) результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  при  $\phi = 0,4$



д) результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  при  $\phi = 0,7$

Рисунок 4.5 – Результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  в осенне-зимний период

а) результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  при  $\varphi=0,1$ б) результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  при  $\varphi=0,3$ в) результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  при  $\varphi=0,4$ г) результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  при  $\varphi=0,6$ д) результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  при  $\varphi=0,8$ Рисунок 4.6 – Результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$ 

в весенне-летний период

Анализ результатов исследования установившегося замедления транспортных средств  $j_{уст}$  на летних и зимних шинах на дорожном покрытии с разным коэффициентом сцепления, в разные периоды года свидетельствуют о том, что фактические экспериментальные значения установившегося замедления транспортных средств  $j_{уст}$  существенно превышают средние значения, рекомендуемые Федеральным центром судебных экспертиз МЮ России для применения экспертами в своих расчетах при реконструкции дорожно-транспортных происшествий.



### **4.3.3 Экспериментальное исследование установившегося замедления ТС на влажном асфальтобетонном покрытии при нулевых температурах с использованием шипованной резины**

Измерения замедления ТС категории  $M_1$  проводились на влажном асфальтобетонном покрытии при нулевых температурах. При эксперименте использовалась зимняя шипованная и не шипованная резина («липучка»), при высоте рисунка протектора более 5 мм. Масса транспортного средства определялась как снаряженная масса и масса одного пассажира [181].

Пример отображения полученных данных представлен на рисунках 4.7-4.8.

Из графиком видно, что в обоих случаях применялась экстренная система торможения с активной антиблокировочной системой.

В приложении 4.9 представлены результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  на влажном асфальтобетонном покрытии при нулевых температурах на шипованной резине по 30 машинам не старше 10 лет. При этом анализ полученных данных показал, что значения замедления транспортных средств на шипованной резине на влажном асфальтобетонном покрытии при нулевых температурах выше среднего значения, принимаемого экспертами в своих исследованиях на сухом асфальте при не шипованной резине. Значение этого замедления не зависит от износа проектора и определяется исключительно фактом установки шипов или фактом применения фрикционной резины (рисунок 4.9).

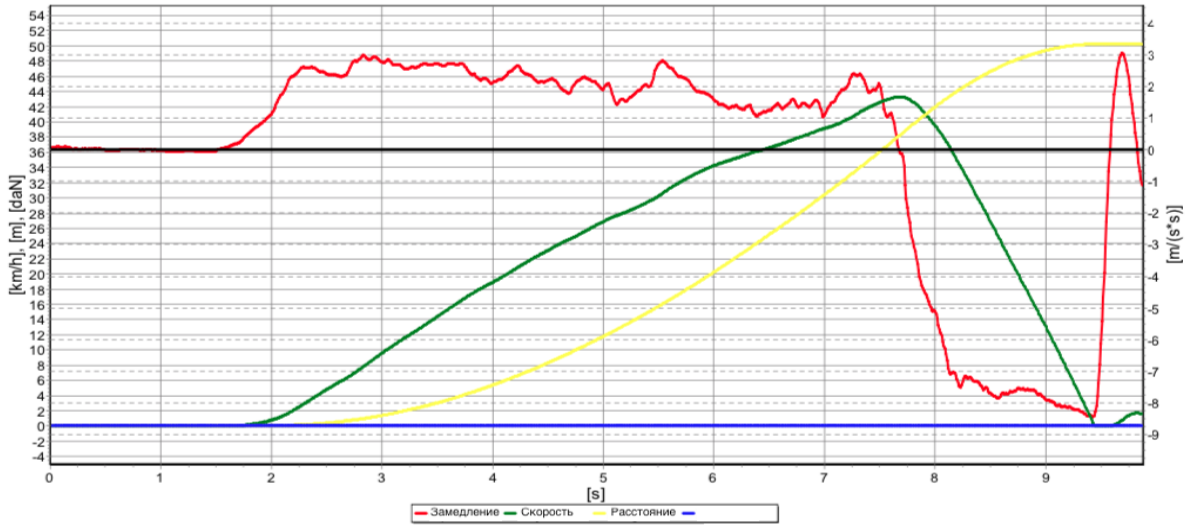


Рисунок 4.7 – Результат замера замедления ТС Audi A6  
красная линия– замедление а/м; зеленая – скорость а/м; желтая – пройденный путь а/м

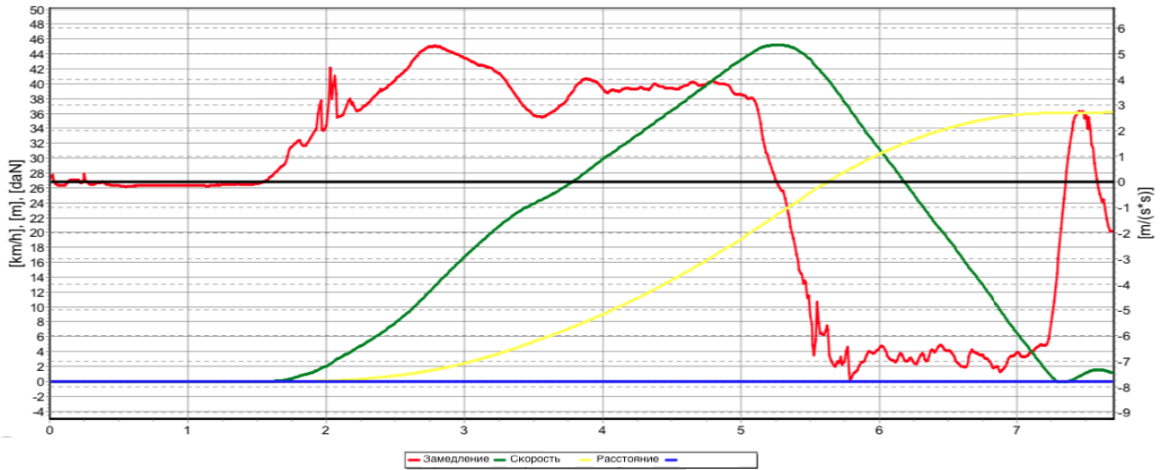


Рисунок 4.8 – Результат замера замедления ТС BMW 750D  
красная линия– замедление а/м; зеленая – скорость а/м; желтая – пройденный путь а/м

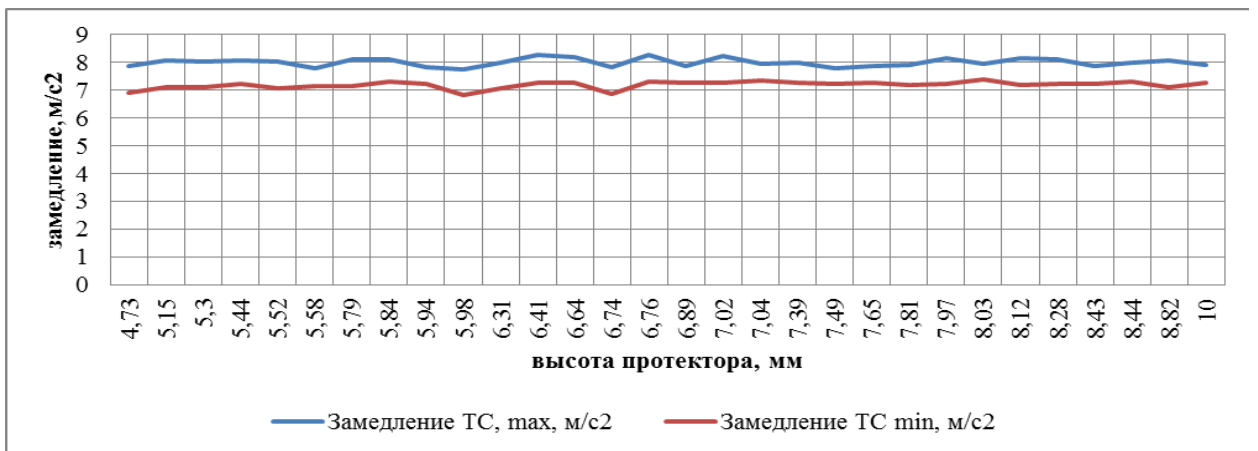


Рисунок 4.9 – Изменение замедления ТС в зависимости от высоты проектора на зимней резине при нулевой температуре и влажном асфальте

#### **4.4 Экспериментальное определение коэффициентов сцепления для опорных поверхностей дорожных покрытий**

Коэффициент сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием при испытаниях – это показатель, характеризующий сцепные свойства дорожного покрытия, определяющийся как отношение максимального касательного усилия, действующего вдоль дорожного покрытия на площади контакта испытательной установки с дорожным покрытием к нормальной реакции в площади контакта испытательной установки с дорожным покрытием.

Испытания коэффициента сцепления на территории РФ проводятся по ГОСТ 33078-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием» [182].

Рекомендуется два основных метода определения коэффициента сцепления дорожного покрытия: с помощью испытательной автомобильной установки, включающей в себя прибор контроля коэффициента сцепления дорожных покрытий типа ПКРС; с использованием портативного прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД или его аналогов.

##### **4.4.1 Экспериментальное определение коэффициентов сцепления для опорных поверхностей автомобильных дорог**

Исследования проводились с использованием измерительного комплекса КП-514 РДТ «RDT LINE» на базе «Газель» NEXT (рисунок 4.10). Работы выполнялись в соответствии с рекомендациями по диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог» ОДМ 218.4.039-2018 [183].

Передвижная дорожная лаборатория КП-514 РДТ предназначена для измерений технико-эксплуатационных параметров при строительстве, эксплуатации и ремонте автомобильных дорог и аэродромов, а именно: расстояний; географических координат; геометрических параметров (углов поворота, продольных и по-

перечных уклонов); линейных размеров различных объектов по видеоизображению; сцепных свойств опорной поверхности [184].



Рисунок 4.10 – передвижная дорожная лаборатория  
КП-514 РДТ на базе «Газель» NEXТ

Таким образом, получаемая информация представляет интерес не только как целевая по значению  $\varphi$  но и как сопутствующие с места ДТП.

Лаборатория построена по блочно-модульному принципу и оснащена: датчиком пройденного пути, измеряющего длину пройденного ТС пути при движении последнего со скоростью до 80 км/ч; навигационным GPS/ГЛОНАСС-приемником, обеспечивающим привязку к географическим координатам; гироскопической системы и/или малогабаритной интегрированной навигационной системы, позволяющих измерять продольный и поперечный уклоны, и углы поворота трассы при движении дорожной лаборатории со скоростью до 50 км/ч; видеокамерой системы видеосъёмки и измерений линейных размеров объектов по видеоизображению, обеспечивающей проведение съёмки при скорости движения установки до 80 км/ч; системой измерения коэффициента сцепления на базе прибора ПКРС-2 РДТ [184].

Последняя предназначена для измерений коэффициента сцепления на основе определения тормозной силы, возникающей в площади контакта полностью заблокированного измерительного колеса (по ГОСТ 33078 – 2014 «Дороги автомо-

бильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием» [182]) и дорожного, в том числе увлажнённого покрытия (с толщиной водяной плёнки около 1 мм), при буксировке ПКРС-2 РДТ со скоростью  $60 \pm 2$  км/ч. На рисунке 4.11 представлен общий вид ПКРС2-РДТ.



Рисунок 4.11 – общий вид ПКРС2-РДТ

Прибор контроля коэффициента сцепления дорожных покрытий типа ПКРС, обеспечивающий нормальную вертикальную нагрузку измерительного колеса на дорожное покрытие равную  $(3,00 \pm 0,10)$  кН, включает:

- устройство измерения температуры воздуха с погрешностью измерения не более  $1^{\circ}\text{C}$  в диапазоне от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $45^{\circ}\text{C}$ ;
- измерительное колесо стандартное (далее - ИКС). ИКС должно удовлетворять требованиям приложения А настоящего стандарта;
- автоматическую систему торможения, обеспечивающую полную блокировку ИКС через интервал от 0,5 до 1,0 с после подачи воды на дорожное покрытие, и обеспечивающую продолжительность блокировки ИКС от 1,0 до 4,0 с;
- динамометр для измерения силы сцепления на границе «шина - дорожное покрытие» с погрешностью не более 1% от измеряемого значения, обеспечивающий измерение силы сцепления с момента блокировки ИКС с шагом не более 0,2с в интервале времени не менее чем 3,0с;

— автоматическую систему увлажнения поверхности дорожного покрытия; расход воды, равномерно подаваемой на покрытие должен быть равен  $(2,75 \pm 0,1)$  л/с; ширина смачиваемой поверхности дорожного покрытия должна быть как минимум на 50 мм шире, чем ширина протектора ИКС;

— он должен буксироваться транспортным средством, способным развивать и поддерживать скорость, равную  $(60 \pm 2)$  км/ч;

— запас воды, подаваемой с использованием централизованной или нецентрализованной системы водоснабжения, с отсутствием сплошной пленки нефтепродуктов, жиров, масел на поверхности.

Сцепление колеса автомобиля с покрытием характеризуется значением показателя коэффициента сцепления, определяемого при полной блокировке измерительного колеса поверхности покрытия автомобильной дороги при стандартных условиях, с последующим вычислением отношения полученного значения касательного усилия к значению нормальной реакции дорожного покрытия.

В рабочем положении ПКРС-2 РДТ крепится к сцепному устройству транспортного средства.

Проведение измерений на каждом измерительном участке предполагает следующие операции: определение температуры окружающего воздуха и дорожного покрытия; движение испытательной установки со скоростью равной  $60 \pm 2$  км/ч на протяжении всего интервала измерения; подача воды на дорожное покрытие перед измерительным колесом; блокировка измерительного колеса; проведение серии измерений силы сцепления с момента блокировки измерительного колеса; отключение блокировки измерительного колеса и подачи воды.

При наличии на автомобильной дороге двух и более полос в одном направлении движения измерения проводились на каждой из них. На автомобильных дорогах, находящихся в эксплуатации, измерения проводились при движении ИКС по полосе наката левых колес транспортных средств, использующих данную полосу движения, а на дорогах с вновь устроенным покрытием - в пределах всей ширины полосы движения.

Участки автомобильной дороги длиной более 1 км разбивались на несколько участков длиной до 1 км. На участке автомобильной дороги длиной не более 1 км последовательно выполнялись измерения коэффициента сцепления не менее чем на трех измерительных участках.

Минимальная длина участка автомобильной дороги, на котором было возможно применение прибора типа ПКРС из условий безопасности с учетом разгона и полной остановки составляла 300м

Сила сцепления на измерительном участке рассчитывалась как среднеарифметическое сил сцепления, полученных по результатам всех измерений.

Коэффициент сцепления рассчитывают по формуле:

$$\varphi = \frac{F}{N} + K \quad (4.4)$$

где  $F$ - сила сцепления на измерительном участке, Н;

$N$ - нормальная реакция дорожного покрытия в зоне контакта с ИКС, Н.

$K$ - температурная поправка по таблице 4.10.

Исследованиям подвергались реальные участки проезжих частей разной категории дорог в разных регионах, в сухом и увлажненном состоянии, выбранные на дорожных сетях ЛО и респ. Удмуртия, в условиях положительных температур окружающего воздуха (от +10° до +25°). Фрагменты записи результатов измерений представлены на рисунках 4.12-4.13, а обработанные результаты всех исследований в таблицах 4.11-4.12. Сертификат о калибровке прибора представлен в Приложении 4.10

Таблица 4.10 – Значение температурных поправок к значению коэффициента сцепления

Температура воздуха в момент проведения измерений, °С	5	10	15	20	25	30	35	40
Значения поправки	-0,04	-0,03	0,02	0,00	+0,01	+0,01	+0,02	+0,02

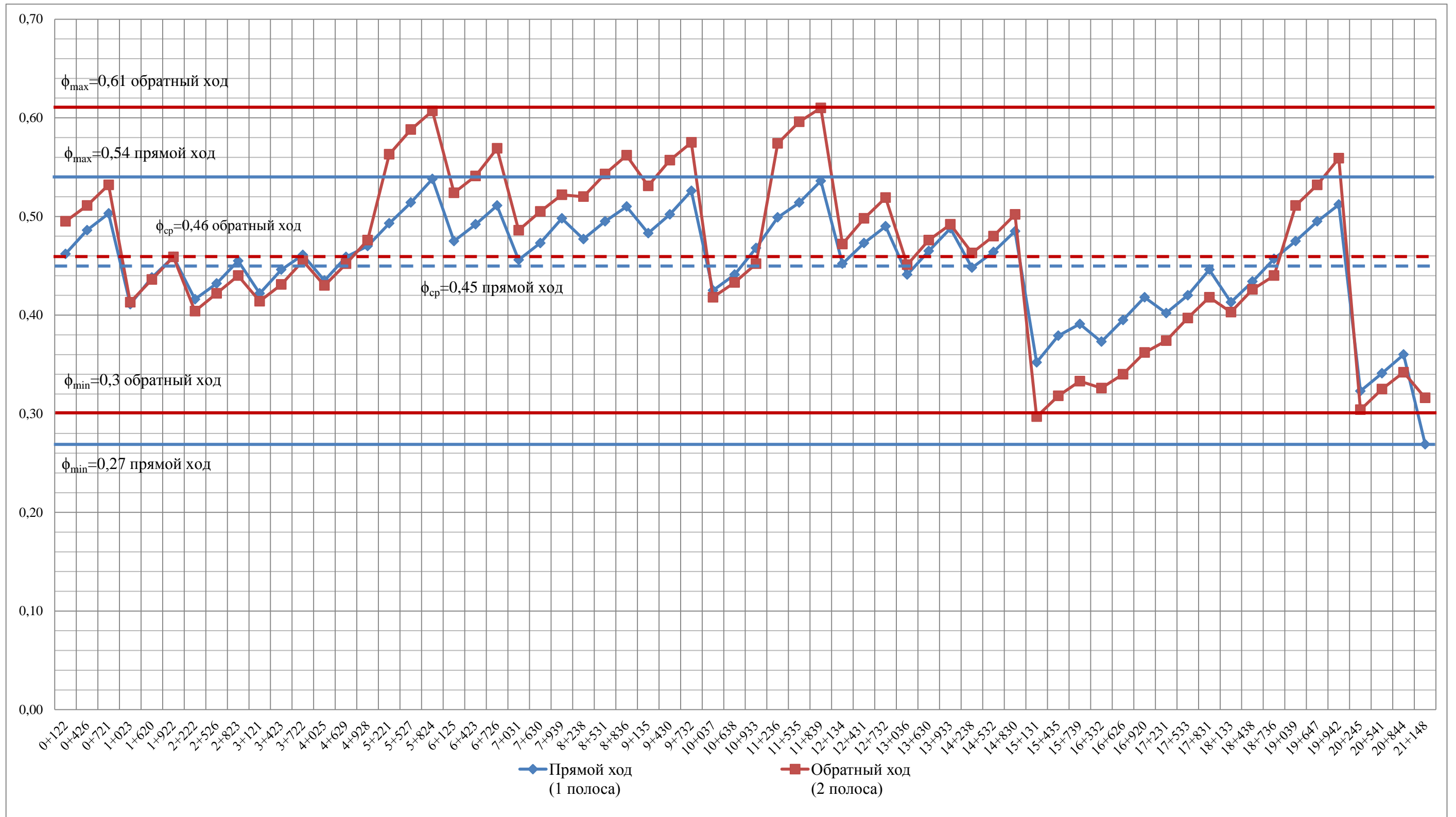


Рисунок 4.12 – Значения коэффициентов сцепления на а/д «Алнаши-Варзи-Ятчи» респ. Удмуртия



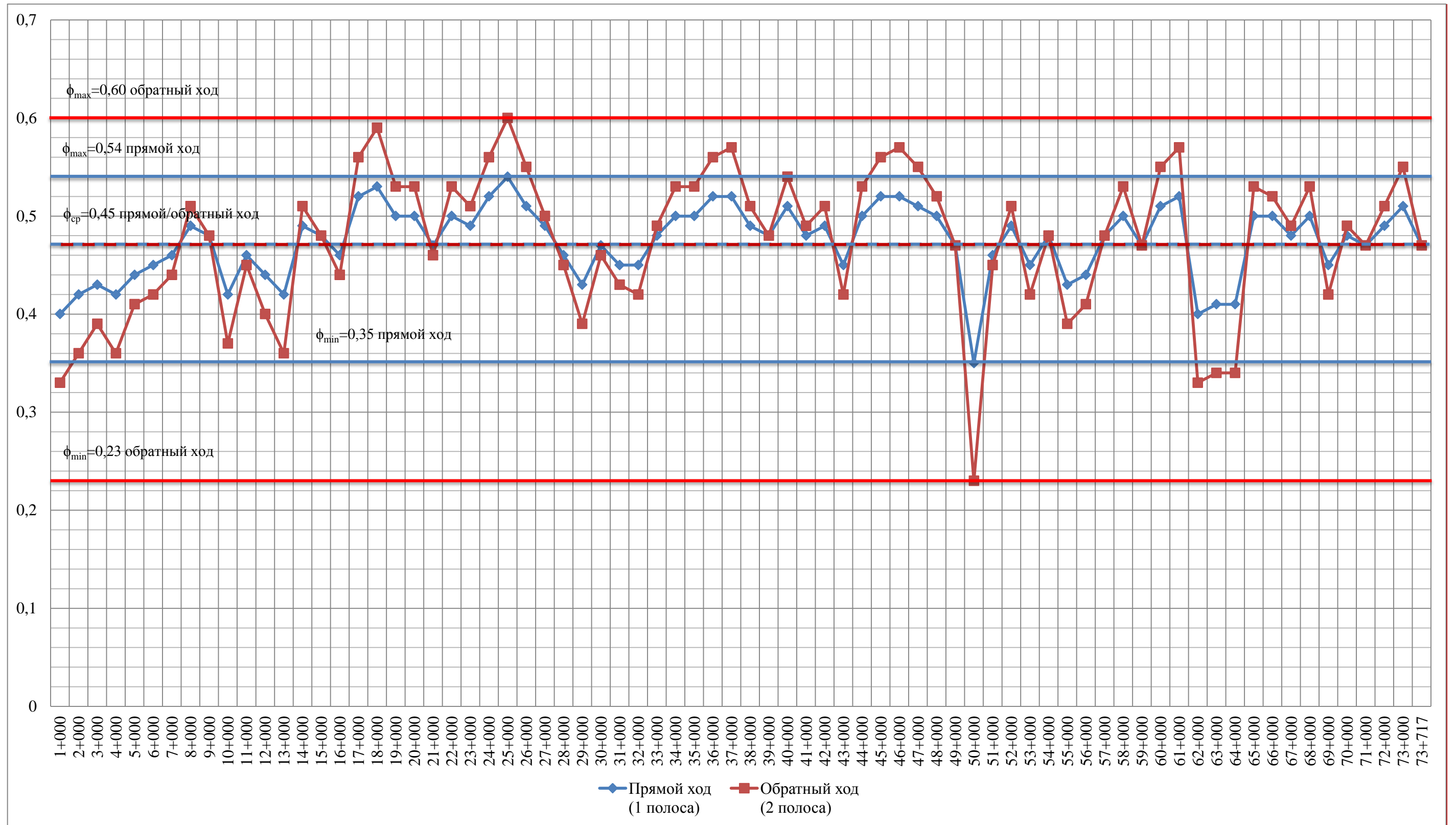


Рисунок 4.13 – Значения коэффициентов сцепления на а/д «Игра-Глазов» респ. Удмуртия

Таблица 4.11 – Коэффициент сцепления  $\phi$  для различных дорог в Ленинградской области

№ пп	наименование дороги	категория	интенсивность авт/сутки	протяжённость, км	t, °С	покрытие	коэффициент сцепления						Соотношение		
							прямой ход (1 полоса)			обратный ход (2 полоса)			кол-во измерений	прямой ход	обратный ход
							$\phi_{\min}$	$\phi_{\max}$	$\phi_{\text{ср}}$	$\phi_{\min}$	$\phi_{\max}$	$\phi_{\text{ср}}$		( $\phi_{\max} / \phi_{\min}$ )	( $\phi_{\max} / \phi_{\min}$ )
1	Подъезд к ст. Лейпясую	4	79	1,5	15	асфальт сухой	0,42	0,46	0,49	0,46	0,51	0,49	9	1,1	1,11
2	Подъезд к пос. Оградное	4	158	3,4	16		0,49	0,57	0,53	0,49	0,57	0,53	20	1,2	1,16
3	Остров – Струпово	4	289	7	16		0,41	0,48	0,44	0,29	0,55	0,42	42	1,2	1,90
4	Подъезд к ст. Кутузово	3,4,5	327	20	16		0,45	0,51	0,48	0,45	0,51	0,48	120	1,1	1,13
5	Подъезд к пос. Кондратьево	3,4,5	336	17,5	17		0,32	0,49	0,57	0,24	0,58	0,41	105	1,5	2,42
6	Подъезд к пос. Уткино	4	395	5,7	17		0,50	0,54	0,52	0,50	0,54	0,52	34	1,1	1,08
7	Котлы – Семейское – Урмизно	4	658	22,7	15°С		0,46	0,57	0,51	0,40	0,67	0,54	136	1,2	1,68
8	Пальцево-Гвардейское	3	734	7,7	15°С		0,46	0,54	0,51	0,46	0,54	0,51	46	1,2	1,17
9	Подъезд к пос. Харитоново	4	974	1,1	21		0,48	0,56	0,52	0,47	0,56	0,52	7	1,2	1,19
10	Белокаменка – Лебяжье	3,4	987	13,5	22		0,48	0,57	0,53	0,44	0,70	0,60	81	1,2	1,59
11	Лесогорский-Светогорск	4	1684	10	21		0,44	0,52	0,49	0,45	0,52	0,49	60	1,2	1,16
12	Кингисепп – Манновка	4	1776	24,2	22		0,31	0,61	0,45	0,34	0,70	0,51	145	2,0	2,06
13	Выборг – Смирново	3	1796	9	20		0,40	0,54	0,48	0,44	0,63	0,52	54	1,4	1,43
14	Лужицы – Первая Мая	4,5	2112	86,5	20		0,28	0,55	0,44	0,30	0,60	0,45	519	2,0	2,00
15	Молодежное – Верхнее Черкасово	3,4	2487	64,9	20		0,43	0,55	0,49	0,40	0,70	0,55	389	1,3	1,75
16	Каменногорск – Лесогорский	4	2776	20	20		0,40	0,53	0,49	0,41	0,67	0,56	120	1,3	1,63
17	Кириши – Будогощь – Смолино	3,4	3191	54,9	17		0,30	0,55	0,45	0,22	0,54	0,39	329	1,8	2,45
18	Кингисепп – Порхово	4	3724	7,2	17		0,47	0,54	0,50	0,46	0,62	0,55	43	1,1	1,35
19	Подъезд к Выборгу	4	6829	3,6	17		0,43	0,48	0,45	0,37	0,45	0,41	22	1,1	1,22
20	Подъезд к Кингисеппу	4	6875	6,1	17		0,38	0,45	0,42	0,38	0,47	0,41	37	1,2	1,24
21	Парголово-Огоньки	2	25579	20	17		0,42	0,49	0,44	0,42	0,50	0,44	120	1,2	1,19

Таблица 4.12 – Коэффициент сцепления  $\phi$  для различных дорог в респ. Удмуртия

№ пп	наименование дороги	кате- го- рия	интенсивность авт/сутки	протяжён- ность, км	t, °С	покрытие	коэффициент сцепления						кол-во из- мерений	Соотношение	
							прямой ход (1 полоса)			обратный ход (2 полоса)				прямой ход ( $\phi_{\max} / \phi_{\min}$ )	обратный ход ( $\phi_{\max} / \phi_{\min}$ )
							$\phi_{\min}$	$\phi_{\max}$	$\phi_{\text{ср}}$	$\phi_{\min}$	$\phi_{\max}$	$\phi_{\text{ср}}$			
1	Кез - Кулига - Карсовой	4	309	6,3	18	асфальт сухой	0,44	0,54	0,49	0,38	0,59	0,49	38	1,23	1,55
2	Игра-Селты-Сюмси-граница Ки- ровской области)-Гура-Зятцы	4	434	6,7	16		0,43	0,50	0,46	0,40	0,54	0,45	40	1,16	1,35
3	Большая Докья – Каменный Ключ	4	853	3,7	18		0,46	0,52	0,49	0,46	0,51	0,48	22	1,13	1,11
4	Ува - Селты	3	903	14,0	16		0,24	0,46	0,36	0,13	0,57	0,36	84	1,92	4,38
5	Яр- Укан- Юр	4	905	11,7	16		0,27	0,53	0,40	0,14	0,62	0,40	70	1,96	4,59
6	Глазов- Красногорское	3	957	50,3	14		0,34	0,61	0,50	0,35	0,62	0,51	302	1,79	1,77
7	Дебесы - Кез	3	1069	30,0	10		0,27	0,54	0,45	0,30	0,61	0,46	180	2,00	2,03
8	Дебесы - Уйвай	4	1070	1,3	14		0,46	0,47	0,47	0,45	0,47	0,46	8	1,02	1,04
9	М-7 «Волга» от Москвы через Владимир, Нижний Новгород, Казань до Уфы подъезд к горо- дам Ижевск и Пермь)- Асановский совхоз-техникум - граница Татарстана	4	1182	5,0	18		0,40	0,52	0,46	0,35	0,57	0,46	30	1,30	1,63
10	Игра-Селты-Сюмси-граница Ки- ровской области	3	1249	18,7	15		0,23	0,54	0,46	0,18	0,62	0,46	112	2,35	3,44
11	(Ижевск-Ува)-Лудорвай- Ильинка	5	1344	3,7	17		0,24	0,25	0,25	0,24	0,27	0,26	22	1,05	1,13
12	Вавож-Кильмезь	4	1367	30,0	17		0,25	0,50	0,43	0,08	0,56	0,43	180	2,00	7,18
13	Глазов – Яр - Пудем	3	1634	44,7	14		0,35	0,73	0,51	0,31	0,73	0,53	268	2,09	2,35
14	Алнаши- Варзи - Ятчи	3	1822	21,3	18		0,27	0,54	0,45	0,30	0,61	0,46	128	2,00	2,03
15	Кизнер- Грахово	3	1834	39,7	18		0,27	0,52	0,43	0,29	0,60	0,44	238	1,93	2,07
16	Глазов - Юкаменское	3	2039	36,7	14		0,19	0,59	0,49	0,32	0,70	0,50	220	3,11	2,19
17	Алнаши -Грахово	3	2064	41,7	19		0,26	0,53	0,42	0,29	0,62	0,45	250	2,04	2,14
18	объездная с. Селты	3	2156	2,3	17		0,36	0,46	0,40	0,39	0,45	0,42	14	1,28	1,15
19	Объездная с. Бемьж	3	2656	3,7	18		0,46	0,53	0,49	0,42	0,54	0,49	22	1,15	1,29
20	Игра - Глазов	2,3	7033	24,7	18		0,35	0,54	0,47	0,23	0,60	0,47	148	1,54	2,61
21	Окружная г. Ижевска-Ст. Ми- хайловское	5	11256	2,0	16		0,17	0,38	0,31	0,22	0,45	0,37	12	2,21	2,09
22	Каменное-река Иж-Можгинский тракт	2	12677	1,3	17		0,28	0,38	0,34	0,21	0,43	0,34	8	1,38	2,05
23	Участок объездной дороги г. Ижевска от автодороги Ижевск- Аэропорт до автодороги Ижевск- Воткинск	2	14945	6,3	16		0,27	0,39	0,31	0,24	0,47	0,31	38	1,44	1,96
24	(Завьялово-Гольяны)-(Ижевск Аэропорт)	3	24044	2,0	17		0,34	0,37	0,36	0,33	0,37	0,36	12	1,09	1,12

Анализ фактических коэффициентов сцепления на исследованных дорогах, позволяет сделать следующие выводы:

- разброс значений коэффициента  $\varphi$  на одной полосе одной дороги в зависимости от места измерения может изменяться на дорогах в Ленинградской области от 1,08 до 2,45 раз, в республике Удмуртия – от 1,02 до 7 раз;
- разброс значений коэффициента  $\varphi$  на соседних полосах одной дороги в зависимости от места измерения дороги может изменяться в ЛО в 1,3 раза, а в республике Удмуртия - в 2,3 раз;
- средние значения коэффициентов  $\varphi$  прямого и обратного хода движения у всех исследованных дорог достаточно близки;
- вне зависимости от категории дорог, фактическое значение коэффициента сцепления различно на всем протяжении дороги.

Вышеуказанные выводы показывают значимость проведения экспертного исследования по установлению фактического значения коэффициента сцепления для каждого дорожно-транспортного происшествия, так как одними из основных причин резкого изменения коэффициента сцепления дороги, даже на участке протяженностью в 1 км, могут являться различные их износы, вызванные разной интенсивностью движения, а также ремонты дорог на различных участках разными методами.

#### **4.4.2 Экспериментальное определение коэффициентов сцепления для специфических опорных поверхностей городских УДС**

Экспериментальное определение коэффициентов сцепления проводилось на базе СПбГАСУ с использованием динамометрической установки ППК-МАДИ-ВНИИБД, поверенной в установленном порядке, с соблюдением требований Инструкции по пользованию прибором, по методу, стандартизованному решением НТК Госстандарта СССР (Государственный реестр мер и весов № 10912 – 87).

К числу специфических опорных поверхностей УДС были отнесены такие их участки, движение по которым в штатном режиме не является характерным (крайне ограничено или вообще исключено), но с которыми в силу специфики ДТП неизбежно приходится контактировать колесному движителю АТС. Это поверхности тротуаров, как асфальтированных, так и выложенных тротуарной плиткой или тротуарным камнем, поверхности ограничивающих проезжую часть бордюров, придорожных газонов, фрагментов дорожной разметки, трамвайных путей и т.п.

Данные о значениях коэффициентов сцепления для перечисленных видов поверхностей в специальной литературе крайне ограничены, противоречивы или вообще отсутствуют. В тоже время их наличие необходимо для повышения точности математического моделирования процесса столкновения ТС в случае их перемещения после удара по пути разлёта с преодолением этих поверхностей и препятствий.

Исследованиям подвергались реальные участки указанных поверхностей, в сухом и увлажненном состоянии, выбранные на УДС г. Санкт-Петербурга, в условиях слабо положительных температур окружающего воздуха (от 0° до +3°). Схема прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД, его общие виды и фрагменты проведения измерений представлены на рисунках 4.14-4.20.

При определении коэффициента сцепления прибор устанавливался на покрытие так, чтобы имитаторы шин 7 (рисунок 4.14) находились на расстоянии 10...15 см от его опорной стойки 2. Затем подвижный груз 1 поднимался по стойке в верхнее положение и фиксировался там защелкой, а регистрирующая шайба 4 поднималась до упора в подвижную муфту 3. После этого подвижный груз освобождался от защелки. Груз, падая по стойке, ударялся о подвижную муфту, которая через толкающие тяги проводила в движение имитаторы, заставляя их скользить по поверхности покрытия. Регистрирующая шайба, перемещаясь вместе с муфтой, фиксировала самое нижнее ее положение. Участок нижней части стойки снабжен шкалой 5, отградуированной в значениях коэффициента сцепления, по которой считывались результаты измерений и заносились в протокол испытаний.

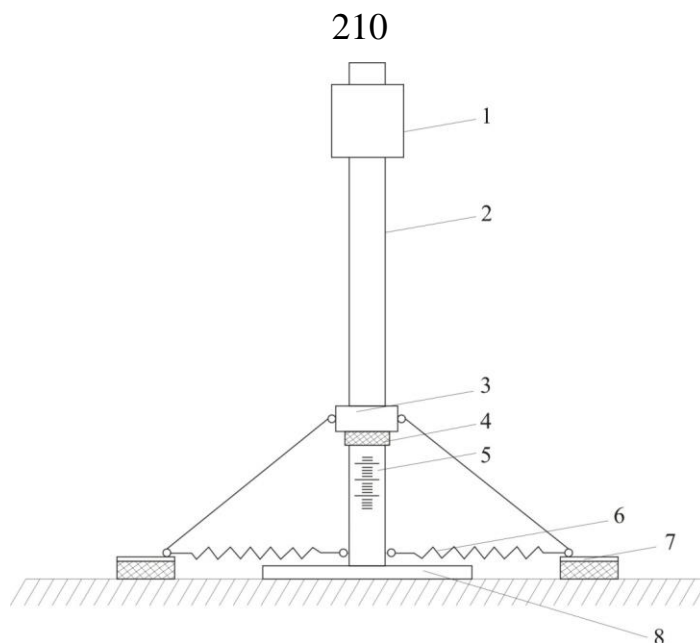


Рисунок 4.14 – Принципиальная схема устройства прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД

1 – подвижный груз; 2 – полая опорная стойка; 3 – подвижная муфта, соединенная шарнирно с толкающими тягами, а через них с имитаторами шины 7; 4 – шайба регистрирующая; 5 – шкала; 6 – пружины; 8 – плита основания

#### Фрагменты исследований



Рисунок 4.15 – общий вид прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД перед началом измерения



Рисунок 4.16 – общий вид прибора ППК-МАДИ-ВНИИБД после измерения



Рисунок 4.17 – Измерения на тротуарном покрытии из тротуарного камня



Рисунок 4.18 – Измерения на поверхности дорожного бордюрного ограждения (каменное)



Рисунок 4.19 – Измерения на поверхности новой дорожной разметки



Рисунок 4.20 – Измерения на рельсе трамвайных путей

На каждом виде поверхностей в соответствии с рекомендациями проводилось не менее трех замеров, а в качестве итогового принималось среднее арифметическое их значение, округленное до второго знака после запятой. Если в результате какого-либо замера имелась грубая ошибка измерения («выброс»), то такой результат не учитывался, а замер повторялся.

Результаты экспериментального определения коэффициентов сцепления для специфических опорных поверхностей городской УДС представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13 – Значения коэффициентов сцепления для некоторых специфических участков УДС

№ п/п	Вид поверхности	Значение коэффициента сцепления $\phi$			
		сухая поверхность		мокрая поверхность	
		$\phi$	$\phi_{\text{ср}}$	$\phi$	$\phi_{\text{ср}}$
1	2	3	4	5	6
1	тротуарное покрытие асфальтовое	0,6	0,59	0,43	0,43
		0,59		0,43	
		0,58		0,44	
2	тротуарное покрытие из тротуарного камня	0,63	0,63	0,46	0,45
		0,62		0,44	
		0,64		0,44	
3	поверхность газона травянистое	0,53	0,55	0,38	0,39
		0,55		0,39	
		0,57		0,41	
4	поверхность газона грунтово-травянистая (с редкой растительностью и рыхлым грунтом)	0,57	0,57	0,4	0,41
		0,56		0,41	
		0,57		0,42	
5	поверхность дорожного бордюрного ограждения (бетонное)	0,57	0,57	0,41	0,41
		0,57		0,41	
		0,57		0,42	
6	поверхность дорожного бордюрного ограждения (каменное)	0,64	0,63	0,43	0,43
		0,63		0,43	
		0,61		0,42	



1	2	3	4	5	6
7	поверхность новой дорожной разметки	0,63	0,63	0,44	0,45
		0,63		0,44	
		0,63		0,46	
8	поверхность истертой дорожной разметки	0,62	0,62	0,39	0,40
		0,62		0,39	
		0,61		0,41	
9	грунтовая дорога	0,56	0,54	0,41	0,40
		0,54		0,39	
		0,53		0,39	
10	мелкий гравий - отсев	0,48	0,49	0,35	0,35
		0,49		0,35	
		0,49		0,35	
11	брусчатку из гранита	0,67	0,68	0,59	0,57
		0,67		0,55	
		0,69		0,57	
12	мощение дорог плитами	0,58	0,56	0,51	0,51
		0,55		0,51	
		0,55		0,51	
13	поверхность рельс трамвайных путей	0,33	0,32	0,22	0,23
		0,32		0,23	
		0,3		0,23	
14	гравийная поверхность	0,5	0,50	0,37	0,35
		0,5		0,35	
		0,51		0,33	

Анализ данных таблицы 4.13 показывает хорошую их сходимость с отдельными данными литературных источников [168,174] и позволяет сделать вывод о допустимости и целесообразности их использования в экспертной практике, при этом, целесообразно отметить, что все больше и больше центральных улицы в городах, с численностью населения более миллиона человек, выполняются не из асфальтобетонного покрытия, а путем мощения дорог плитами, камнем и т.п.

## **4.5 Исследование упругих и демпфирующих элементов подвесок АТС**

Целью исследования являлось расширение базы данных по упругим и демпфирующим характеристикам элементов подвески АТС и способным их определения в интересах обеспечения реализации предложенных автором в главе 3 расчётно-аналитических методов определения затрат энергии на деформации подвески.

Указанные данные, в случае их отсутствия в имеющихся базах, могут быть получены в результате стендовых испытаний упругих элементов и амортизаторов ТС – участников ДТП.

Отработка технологии такого подхода проводилась на базе испытательного центра (ИЦ) Санкт-Петербургского амортизаторного завода «Плаза» (СПАЗ «Плаза») с использованием поверенных установленным порядком стендов и оборудования, в соответствии с требованиями ГОС Р 53827-2010 [185], по аттестованным методиками ИЦ СПАЗ «Плаза».

### **4.5.1 Исследование характеристик упругих элементов подвесок АТС**

Цель исследования – построение упругих характеристик пружин для последующего определения их энергоемкости при сжатии в процессе математического моделирования взаимодействия ТС с пороговым препятствием.

Снятие упругих характеристик пружин производилось на универсальной разрывной машине Р-5 с использованием регистрирующего устройства, записывающего процесс в координатах «нагрузка- деформация».

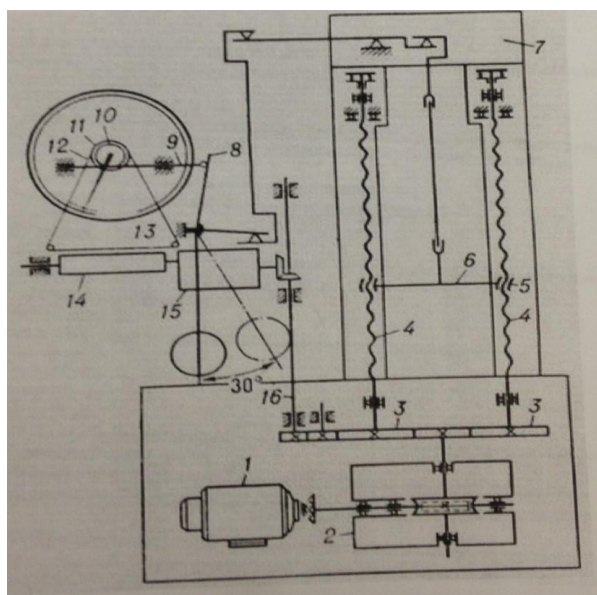
Общий вид машины Р-5 представлен на рисунке 4.21а, а её кинематическая схема, иллюстрирующая принцип работы – на рисунке 4.21б. Основные технические характеристики машины Р-5 приведены в Приложении 4.11

Объекты испытания

Испытаниям в ходе обработки технологий подвергались новые пружины передней и задней подвесок автомобилей семейства ВАЗ (рисунок 4.22а,б).



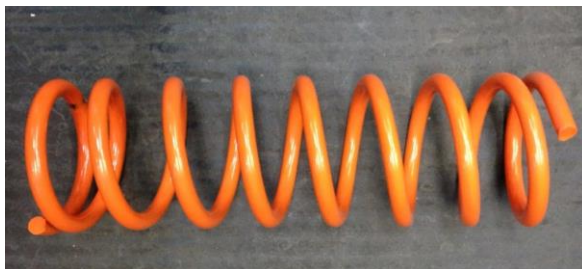
а) внешний вид



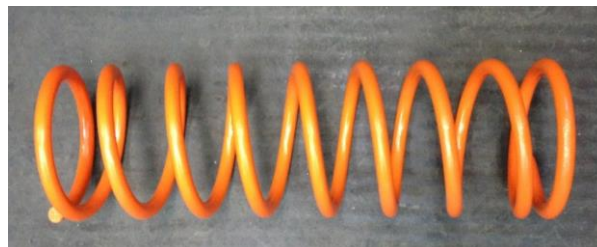
б) кинематическая схема

Рисунок 4.21 – Разрывная машины Р-5

1 – электродвигатель; 2 – силовой редуктор; 3 – цилиндрические шестерни; 4 – вращающиеся винты; 5 – гайки подвижной траверсы; 6 – подвижная траверса; 7 – неподвижная траверса; 8 – поводок; 9 – рейка; 10 – шестерня реечной передачи; 11 – шкив; 12 – тросик; 13 – перо; 14 – барабан лентопротяжного механизма; 15 – редуктор масштаба записи; 16 – валик.



а) пружина передняя



б) пружина задняя

Рисунок 4.22 – Пружины подвески автомобиля ВАЗ

### Методика и результаты испытаний

Пружина в свободном состоянии устанавливалась в крепежные приспособления разрывной машины Р-5, предусмотренные для работы в режиме сжатия упругого элемента (рисунок 4.23а).



а) пружина перед началом сжатия



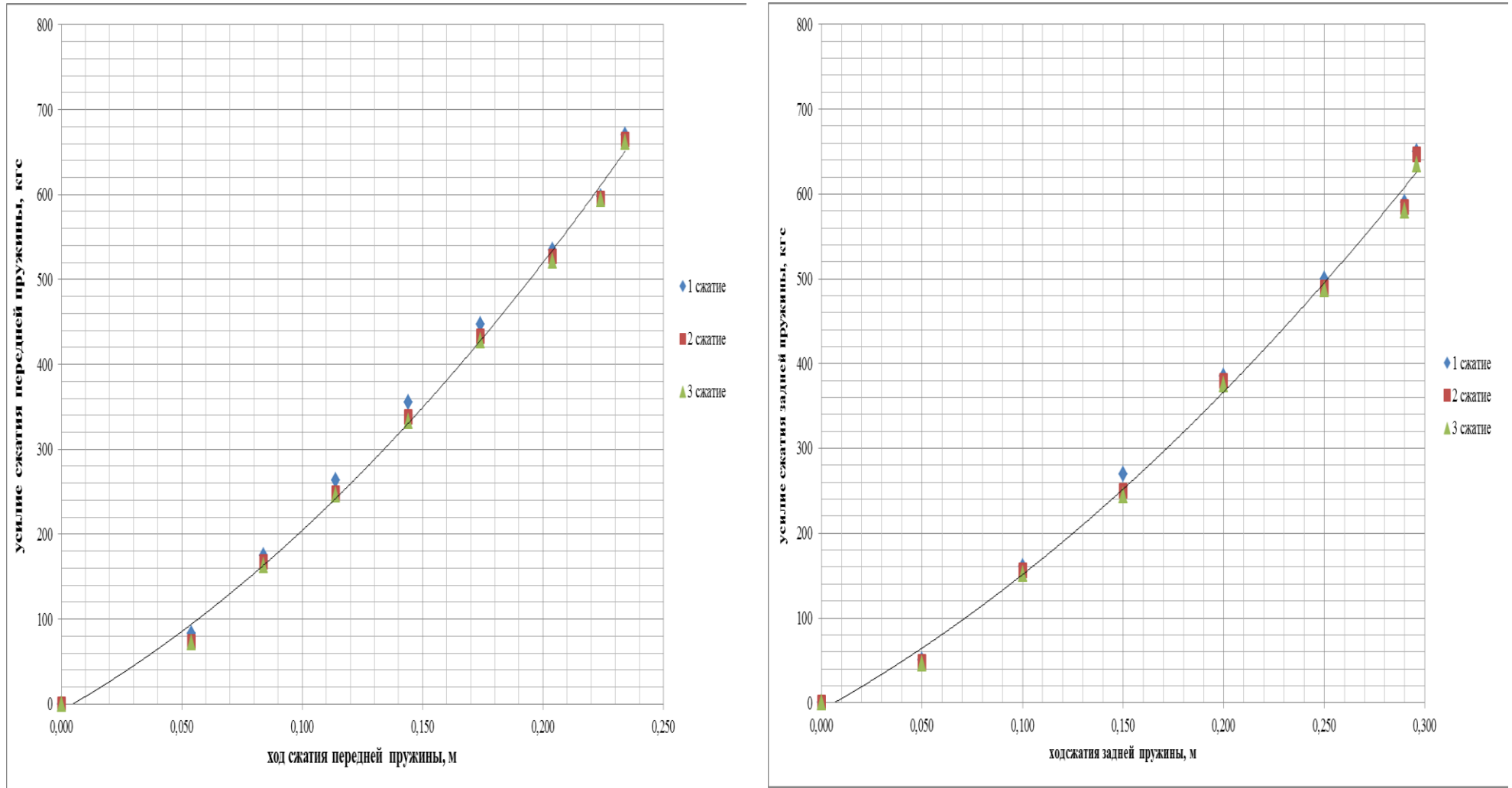
б) пружина в момент полного сжатия

Рисунок 4.23 – Установка пружины на стенде

Затем проводилось её по-шаговое сжатие на величину, соответствующую уменьшению длины пружины передней подвески на 1-м шаге до длины 320мм, на 2-6м шагах – на 30мм для каждого, на 7 шаге на 20мм, на 8-м шаге – до полного сжатия пружины (рисунок 4.23б). При каждом фиксированном изменении (уменьшении) длины пружины фиксировалось соответствующее ему усилие сжатия.

Увеличение нагрузки пружины задней подвески приводилось на первом шаге сжатием её до 400мм, далее - шагами сжатия по 50мм на 2-5 шаге, 40мм – на 6 шаге, и до полного сжатия на 7 шаге.

Изложенная выше серия замеров для каждой пружины повторялось трижды. По результатам замеров самописец в координатах «ход сжатия пружины, мм – усилие сжатия пружины, кгс» выводил результаты замеров, обозначая серию из 9 замеров по 3 результатам в каждом. Автоматизированная запись результатов испытаний представлена точками на рисунках 4.25а,б. Построение экспериментальной кривой упругой характеристики проводилось на ПЭВМ с использованием стандартного программного обеспечения Microsoft Excel.



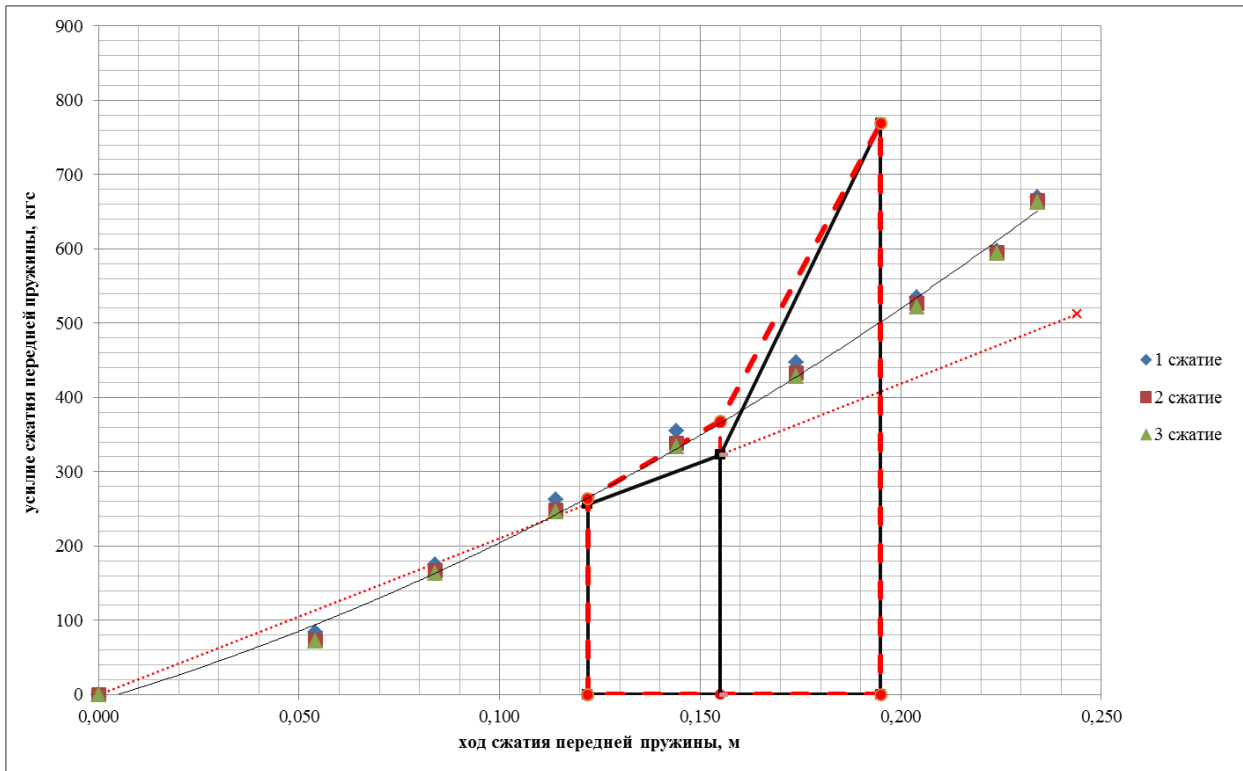
а) упругая характеристика передней пружины

б) упругая характеристика задней пружины

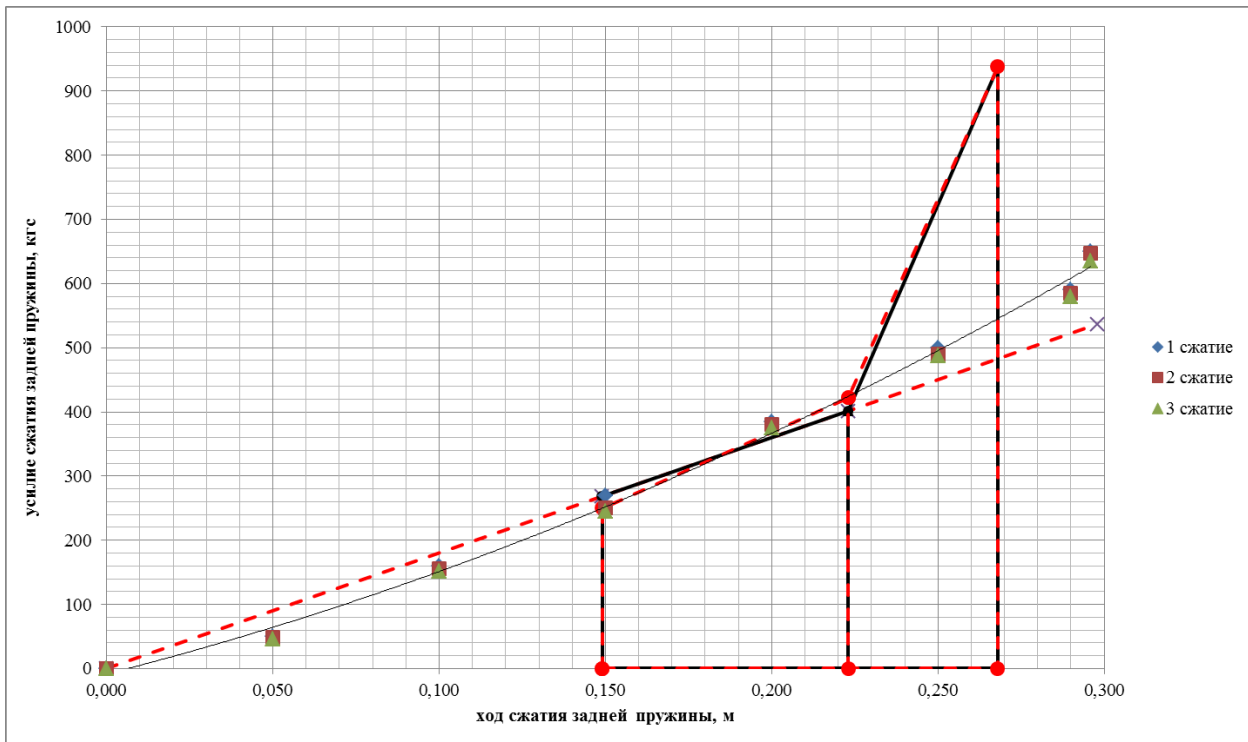
Рисунок 4.24 – Упругая характеристика пружин подвески

### Обработка результатов испытаний.

Обработка результатов испытаний заключалась в построении графиков упругих характеристик пружин по полученным экспериментальным данным и по результатам статистического анализа с последующим расчётом работы на преодоление силы сопротивления сжатию пружины совместно с дополнительным упругим элементом (противоударником) в пределах динамического хода сжатия. Величина деформации противоударника принималась из расчёта  $2/3$  его длины, а его упругая характеристика строилась графически с учётом расчётного значения  $F_{\text{дин}}=3 \cdot F_{\text{ст}}$  на переднюю ось и  $F_{\text{дин}}=3,5 \cdot F_{\text{ст}}$  на заднюю ось [186,187]. Сравнительный анализ полученных результатов расчёта работы сил сопротивления сжатию упругих элементов подвески в пределах её динамического хода проводился путём сопоставления площадей зон динамического хода сжатия для случаев их ограничения расчётной и экспериментальной кривыми, описывающими упругие характеристики (рисунки 4.25а,б). Анализ показывает, что величины работ на сжатия упругих элементов подвески автомобилей семейства ВАЗ, полученные на основе экспериментальных и расчётно-статистических данных, различаются не более, чем на 5,5% на передней оси и не более чем на 1,0% на задней оси, что дает основание рекомендовать рассмотренную технологию к использованию в экспертной практике для определения работы на сжатие упругого элемента подвески ТС.



а) расчётные и экспериментальные упругие характеристики передней подвески



б) расчётные и экспериментальные упругие характеристики задней подвески

Рисунок 4.25 – Расчётные и экспериментальные упругие характеристики подвески

#### 4.5.2 Стендовые исследование демпфирующих характеристик амортизаторов

В интересах исследования демпфирующих характеристик амортизаторов была проведена серия их стендовых испытаний. Цель испытания – построение рабочих характеристик амортизаторов в координатах «перемещение штока – усилие на штоке» при заданных скоростях перемещения штока, и характеристик сопротивления на штоке амортизатора при заданных скоростях его перемещения для последующего расчёта энергоёмкости амортизатора при моделировании взаимодействия ТС с пороговым препятствием.

Исследование проводились с использованием динамометрического стенда фирмы «Miletto» для испытаний амортизаторов. Особенность данного стенда заключается в возможности изменять величину предельного хода штока амортизаторов и проводить испытания при высоких скоростях перемещения рабочего поршня амортизатора – до 0,9 м/с. Внешний вид стенда представлен на рисунке 4.26а, а принцип его действия представлен на схеме рисунка 4.26б. При движении ползунка вверх в амортизаторе происходит ход сжатия, а при движении вниз – ход отбоя. Скорость перемещения задается частотой вращения эксцентрика. От начала до середины хода на сжатии (отбое) – движение штока ускоренное, а от середины и до конца хода – замедленное. При этом усилия, возникающие на штоке  $F_{шт}$ , через рычаг – траверсу создают крутящий момент на торсионе измерителя. Его величина фиксируется с помощью тензодатчиков, наклеенных на торсионный вал, а также еще и путём записи оттарированным самописцем. Основные технические характеристики стенда приведены в Приложении 4.12.

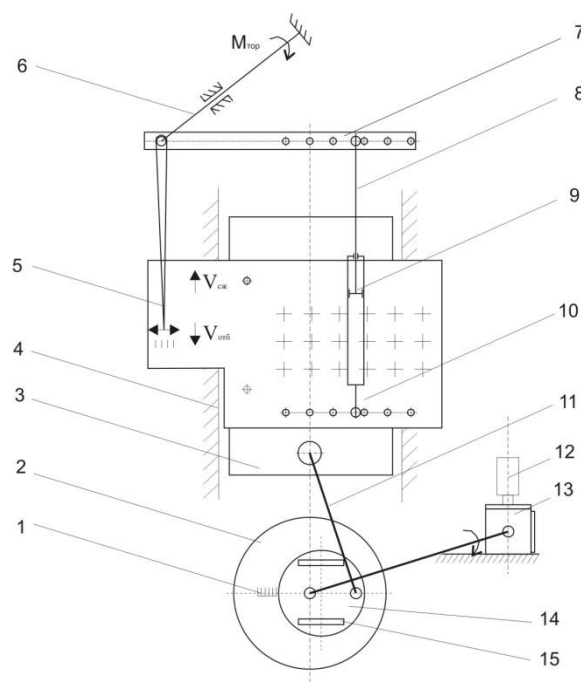
Объекты испытаний.

Испытаниям подвергались новые амортизаторы гидравлические двухтрубные и гидропневматические однотрубные с газовой полостью высокого давления для передней и задней подвесок легковых и малотонажных грузовых автомобилей.





а) внешний вид



а) кинематическая схема

Рисунок 4.26 – Динамометрический стенда «Miletto»

1-шкала установки хода; 2 – маховик; 3 – ползун; 4 – салазки; 5 – самописец; 6 – торсион; 7 – рычаг измерителя; 8 – шток амортизатора; 9 – цилиндр амортизатора; 10 – установочная плита; 11 – шатун; 12 – электродвигатель; 13 – редуктор; 14 – кривошип; 15 – эксцентрик; 16 – регулировочный паз

В интересах формирования базы данных для расчётов энергоёмкости амортизаторов были проведены испытания около 70 образцов амортизаторов для более чем 40 различных моделей автомобилей парка РФ (приложение 4.13, 4.14)

Методика и результаты испытаний.

Для построения рабочих характеристик амортизаторов в координатах «ход поршня  $S$ , м – максимальное усилие сопротивления на штоке  $F$ , Н» испытания проводились на 12-ти скоростных режимах  $V_{п}$ , м/с. Условия испытаний по ходу поршня, его скоростному режиму и полученные результаты по силам сопротивления на сжатии и отбое, в качестве примера для автомобильного семейства ВАЗ, приведены в таблицах 4.14-4.17

Таблица 4.14 – Двухтрубный передний амортизатор

Ход поршня, $S_m$	Скорость поршня, $V_p$ , м/с	Максимальное значение сил сопротивления, F, кгс	
		Сжатие, $F_c$	Отбой, $F_o$
±0,045	0	0	0
	0,050	2,9	32,2
	0,088	7,3	69,1
	0,150	12,1	108,8
	0,200	15,2	125,2
	0,250	18,7	144,1
	0,290	20,1	155,9
	0,350	23,1	172,6
	0,400	25,0	187,9
	0,450	27,6	199,3
	0,500	29,1	210,2
	0,700	39,1	253,0
	0,900	50,0	292,1

Таблица 4.15 – Двухтрубный задний амортизатор

Ход поршня, $S$ , м	Скорость поршня, $V_p$ , м/с	Максимальное значение сил сопротивления, F, кгс	
		Сжатие, $F_c$	Отбой, $F_o$
±0,075	0	0	0
	0,050	15,1	4,4
	0,088	20,4	21,8
	0,150	25,9	61,8
	0,200	28,9	79,7
	0,250	31,7	94,6
	0,290	34,2	105,7
	0,350	38,8	121,1
	0,400	40,3	131,1
	0,450	43,2	139,5
	0,500	46,5	150,2
	0,700	56,8	194,0
	0,900	66,7	231,6

Таблица 4.16 – Однотрубный передний амортизатор

Ход поршня, S, м	Скорость поршня, V <sub>п</sub> , м/с	Максимальное значение сил сопротивления, F, кгс	
		Сжатие, F <sub>с</sub>	Отбой, F <sub>о</sub>
±0,045	0	0	0
	0,050	24,2	53,3
	0,088	28,6	72,1
	0,150	34,2	98,0
	0,200	39,6	116,0
	0,250	44,6	134,6
	0,290	50,0	148,0
	0,350	54,6	168,3
	0,400	58,7	181,4
	0,450	63,2	199,9
	0,500	66,8	213,7
	0,700	104,8	288,6
	0,900	160,5	355,4

Таблица 4.17 – Однотрубный задний амортизатор

Ход поршня, S, м	Скорость поршня, V <sub>п</sub> , м/с	Максимальное значение сил сопротивления, F, кгс	
		Сжатие, F <sub>с</sub>	Отбой, F <sub>о</sub>
±0,075	0	0	0
	0,050	9,3	50,4
	0,088	11,5	74,9
	0,150	15,4	104,4
	0,200	17,7	125,6
	0,250	22,7	145,2
	0,290	23,4	160,3
	0,350	26,6	183,5
	0,400	28,7	198,7
	0,450	31,8	215,5
	0,500	39,1	231,3
	0,700	68,1	309,8
	0,900	121,1	380,4

При этом максимальные значения скоростей перемещения поршня определялись условиями контакта с пороговым препятствием в режиме пробоя подвески, а хода поршня – значениями, определенными для испытаний в технических условиях на соответствующие амортизаторы.

Определение необходимого количества измерений по каждой точке характеристик для получения результата необходимой точности проводились в соответствии с рекомендациями [188-190].

Для обеспечения требуемой точности  $\varepsilon$  с надежностью  $P$  необходимо знать допустимую среднюю квадратичную ошибку измерений  $\sigma$ .

Так как эта величина заранее не была известна, то учитывая допустимую доверительную точность измеряемой искомой величины  $|a - \bar{x}| < \varepsilon$  с заданной надежностью  $P$ , количество приемлемых измерений  $n$  определялось по зависимости

$$n \geq \left| \frac{t(P)}{\varepsilon} \right|^2 \cdot \sigma^2 \quad (4.5)$$

где  $\varepsilon$  – требуемая точность измерений;  $P$  – требуемая надежность измерений, определяемая вероятностью полученная результата с заданной точностью;  $a$  – истинное значение искомой величины;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое значение искомой величины по результатам замеров;  $\sigma$  – средняя квадратическая ошибка измерений;  $t(p)$  – табличная функция  $t=t(p)$  при вероятности  $P$ .

Учитывая, что для равноточных измерений рекомендуется принимать  $0,5\delta \leq |a - \bar{x}| \leq \sigma$  с надежностью  $0,95 \leq P \leq 0,99$ , для расчёта принималось  $|a - \bar{x}| = \sigma$ , а  $P=0,95$ .

Тогда по формуле (4.5) с учётом табличного значения  $t=t(p)=1,96$  получили

$$n > \frac{1,96^2}{\sigma^2} \cdot \sigma^2 = 3,84. \quad (4.6)$$

Округлив результат в большую сторону приняли  $n=4$

Фрагменты проведения испытаний представлены на рисунке 4.27а,б.

По результатам, представленным в табулированном виде, проводилось построение рабочих диаграмм амортизаторов в координатах «ход поршня ( $S_n$ ) – усилие сопротивления на отбое, сжатии ( $F_{отб,сж}$ )» при различных заданных скоростях поршня ( $V_n$ ) (рис.4.28а,в-4.29а,в), а также характеристик сопротивления амортизаторов в координатах « $V_{II} - F_{отб, сж}$ » (рисунки 4.28б,г-4.29б,г).



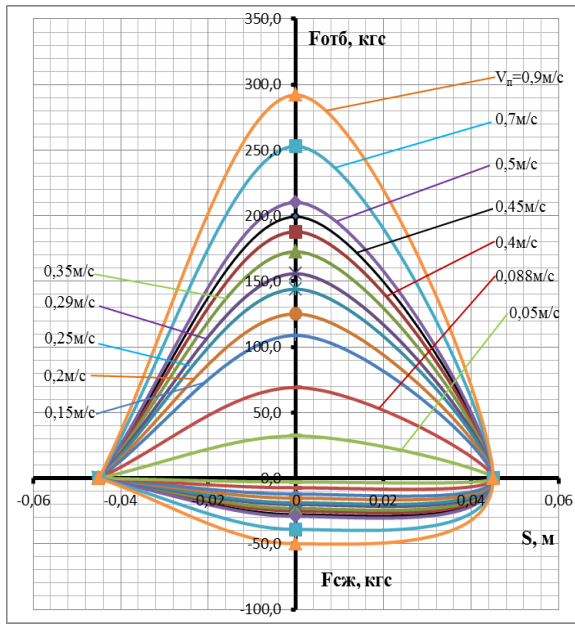
а) передний



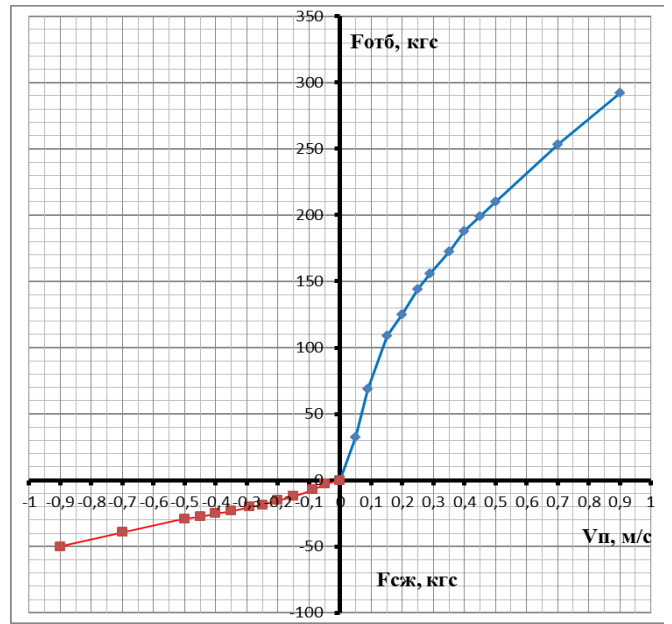
б) задний

Рисунок 4.27 – Двухтрубные гидравлические амортизаторы  
в момент испытания

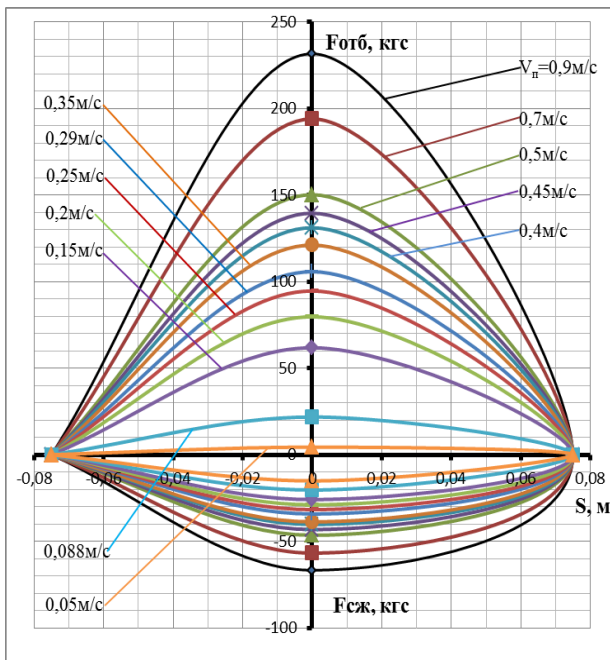
Полученные графические зависимости (рисунок рисунки 4.28б,г-4.29б,г) используются для расчета энергоемкости амортизаторов по методике, изложенной ниже.



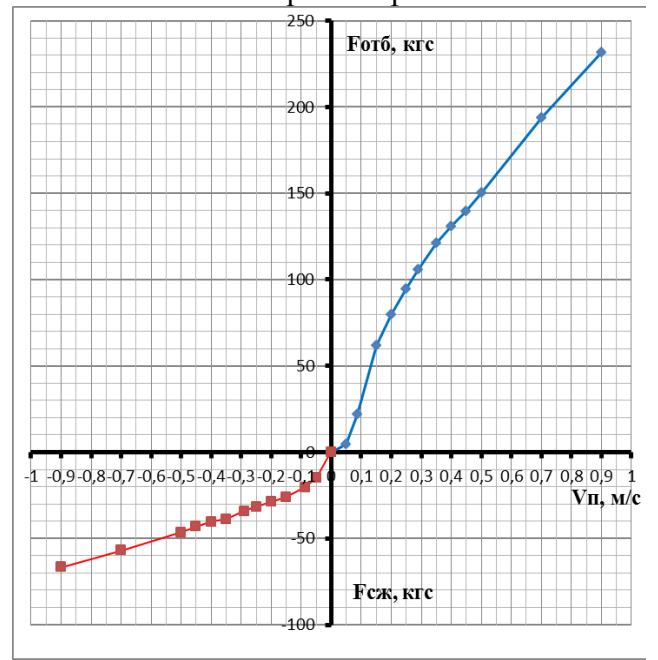
а) рабочая характеристика двухтрубного переднего гидравлического амортизатора



б) характеристика сопротивления двухтрубного переднего гидравлического амортизатора

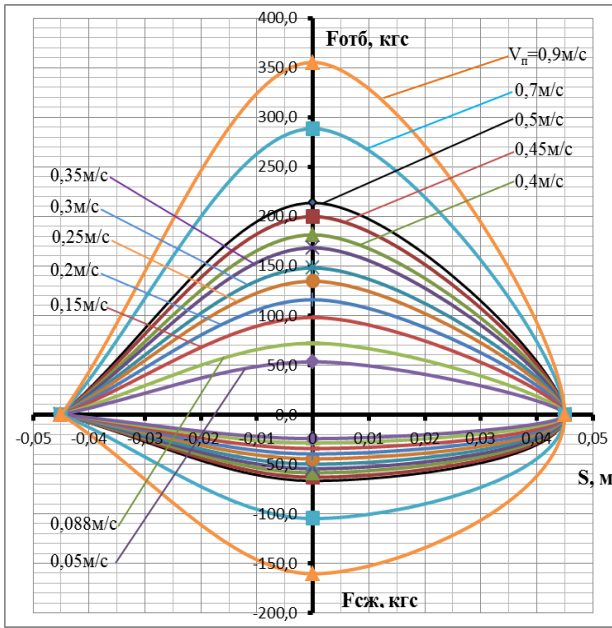


в) рабочая характеристика двухтрубного заднего гидравлического амортизатора

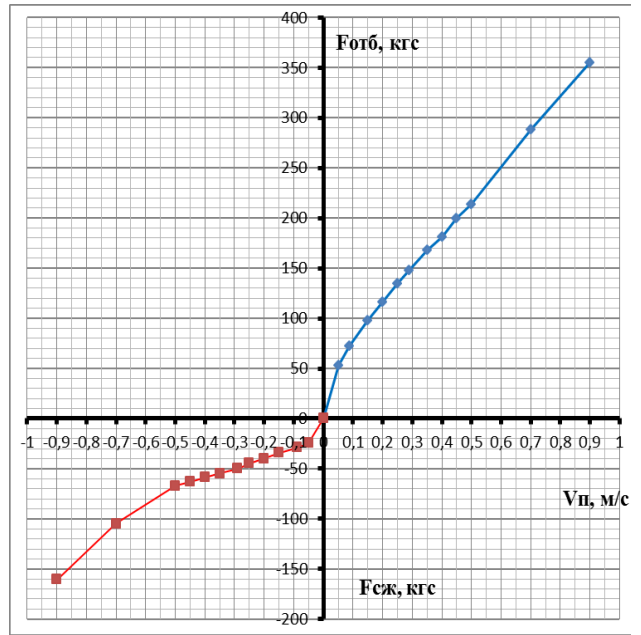


г) характеристика сопротивления двухтрубного заднего гидравлического амортизатора

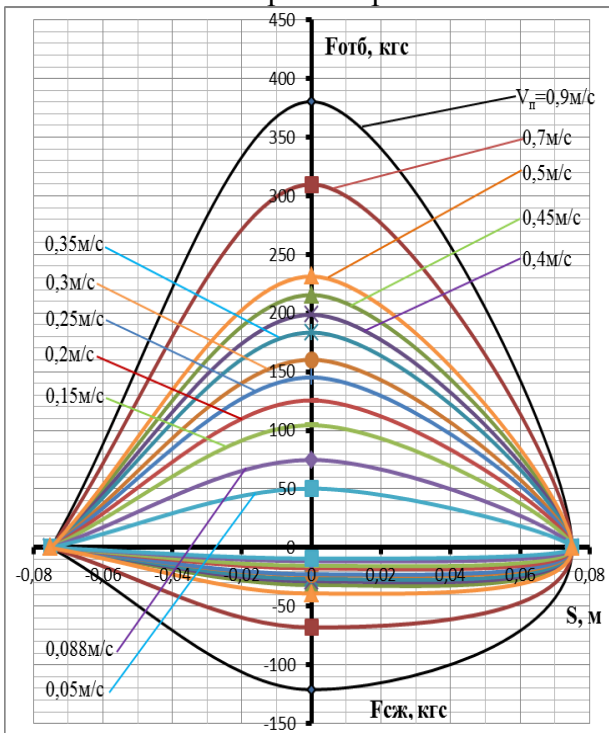
Рисунок 4.28 – рабочая характеристика и характеристика сопротивления двухтрубных гидравлических амортизаторов



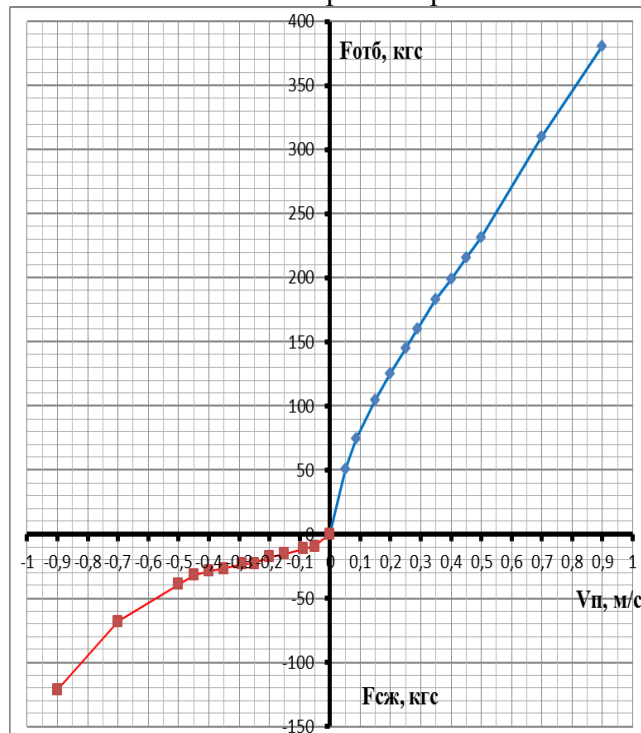
а) рабочая характеристика однотрубного переднего гидропневматического амортизатора



б) характеристика сопротивления однотрубного переднего гидропневматического амортизатора



в) рабочая характеристика однотрубного заднего гидропневматического амортизатора



г) характеристика сопротивления однотрубного заднего гидропневматического амортизатора

Рисунок 4.29 – рабочая характеристика и характеристика сопротивления одно-  
трубных гидравлических амортизаторов

**Расчётно-экспериментальный метод определения энергоёмкости амортизатора на ходе сжатия при его работе в клапанном режиме в процессе преодоления порогового препятствия**

Характеристики сопротивления, построенные по экспериментальным данным рабочих диаграмм, использовались для определения энергоёмкости амортизаторов  $A_{ам}$  на ходе сжатия по методике, приведенной в [188] и доработанной автором в интересах задач исследования. Для этого участки характеристик на ходе сжатия и отбоя были аппроксимированы прямыми линиями. Это допущение позволило интегрировать характеристику сопротивления амортизатора за время  $0,5T$  площадью фигур, образуемых линией характеристик и осью абсцисс. При этом  $T$  – период одного цикла гармонических колебаний, с.

Выполняемая амортизатором работа определяется выражением:

$$A_{ам} = 0,5 \cdot T \cdot (S_{сж} + S_{отб}), \quad (4.7)$$

где:  $S_{сж}$  и  $S_{отб}$  – площади фигур характеристики сопротивления на сжатии и отбое соответственно, м<sup>2</sup>.

Значение  $T$  определялось из выражения для расчёта максимальной скорости поршня

$$V_{Пmax} = \pi \cdot S_n \cdot H, \quad (4.8)$$

где:  $S_n$  – ход поршня, м;  $H$  – частота колебания поршня, Гц.

С учётом  $T = \frac{1}{H}$  и зависимости период колебаний поршня определяется по формуле:

$$T = \frac{\pi \cdot S_n}{V_{Пmax}}, \quad (4.9)$$



Для определения энергоёмкости амортизатора только на ходе сжатия с учётом (4.9) зависимость (4.7) трансформируется к виду:

$$A_{ам} = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot S_n}{V_{Пmax}} \cdot S_{сж}, \quad (4.10)$$

Рассчитанные по представленной методике значения  $A_{ам}$  для ходов сжатия по испытанным и проведённым в качестве примера амортизаторам семейства автомобилей ВАЗ представлены в таблице 4.18.

Таблица 4.18 – Энергоёмкость амортизаторов на ходе сжатия

№	Вид амортизатора	$S_{сж}$ , Н·м/с	$S_{п}$ , м	$V_{п max}$ , м/с	$A_{ам}$ , Дж
1	гидравлический двухтрубный передней подвески	245,3	0,09	0,9	38,5
2	гидравлический двухтрубный задней подвески	327,2	0,15	0,9	85,6
3	гидропневматический однотрубный передней подвески	609,8	0,09	0,9	95,7
4	гидропневматический однотрубный задней подвески	410,2	0,15	0,9	107,3

Приведенные в таблице 4.18 значения  $A_{ам}$  получены для случая пробоя подвески, когда скорость поршня достигает 0,9...1,0м/с. Такая ситуация имеет место при контакте колеса с пороговым препятствием достаточно большой высоты (до 0,15...0,20м), например с бордюром дорожного ограждения. При преодолении менее высоких неровностей, например трамвайных путей (высота рельса над дорожным полотном не более 0,05м) скорость перемещения поршня в клапаном режиме у легковых автомобилей находится в пределах 0,4...0,5м/с. Как видно из рисунков 4.28-4.29 при таких значениях  $V_n$  площадь фигур, образуемых на ходе сжатия линией характеристики и осью абсцисс с небольшой погрешностью может быть заменена площадью треугольника с гипотенузой, аппроксимирующей прямой линией соответствующей участок характеристики. Такое допущение позволяет для случая контакта колеса с порогом без пробоя подвески определять энер-

гоемкость амортизатора на ходе сжатия, располагая известными значениями усилия на штоке и скорости поршня по зависимости (4.10). Предложенный метод рекомендуется к использованию в экспертной практике.

#### **4.6 Дорожные исследования энергетических затрат ТС на преодоление малых пороговых препятствий**

Цель исследования – выявление значимости энергетических затрат ТС на преодоление пороговых препятствий малой высоты (до 0,03м) в формировании совокупных затрат энергии на полное гашение скорости автомобиля при торможении в режиме юза.

Испытания проводились на специально выбранных участках УДС с трамвайными путями в г.Санкт-Петербурге. В качестве объекта испытаний использовались автомобили ВАЗ-2107 и Форд Фокус снаряженной массы.

##### **Методика испытаний**

В соответствии с целью исследований в ходе испытаний необходимо было получить исходные данные для расчёта энергетических затрат на полное гашение скорости автомобиля при его торможении в режиме юза при движении по участку дороги с ровным горизонтальным асфальтовым покрытием и по аналогичному участку дороги с пересечением трамвайных путей под углом  $90^\circ$  для случая удовлетворительного состояния покрытия в зоне укладки рельс.

Учитывая относительную нестабильность характеристик дорожного покрытия городских УДС из-за его неравномерного износа количества заездов для замеров параметров движения по каждому участку испытаний составляло в соответствии с [191] для получения надежности измерений  $P=0,95$  не менее 9.

В ходе каждого заезда измерялись и фиксировались: начальная скорость торможения  $V_0$ , км/ч; длина тормозного пути  $S_T$ , м; установившейся замедление  $j_{уст}$ , м/с<sup>2</sup>. Для проведения измерений использовался поверенный установленным порядком прибор «Эффект – 02» (рисунок 4.30), технические характеристики прибора представлены в Приложении 4.15.



Рисунок 4.30 – Общий вид прибора «Эффект – 02»

Кроме того, на каждом из испытательных участков был проведен замер коэффициентов сцепления  $\varphi$  для дорожного покрытия и поверхности рельс, а до начала испытаний было произведено определение снаряженной массы автомобиля с водителем с использованием поверенных ладометров марки IW2 SCREEN/EUROTTEST (приложение 4.16).

Фотографии установки аппаратуры на автомобилях, участков испытаний и фрагменты заездов представлены на рисунках 4.31а-г.

Обработка результатов испытаний

Затраты энергии на полную остановку ТС определяются работой торможения до его полной остановки при движении в режиме экстренного торможения

$$A = m_a \cdot g \cdot \varphi \cdot S, \quad (4.11)$$

где:  $m_a$  – масса автомобиля, кг;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $\varphi$  – коэффициент сцепления;  $S$  – тормозной путь, м.



а) местоположение прибора в автомобиле Форд Фокус



б) автомобиль марки Форд Фокус в момент экстренного торможения при преодолении трамвайных путей



в) местоположение прибора в автомобиле ВАЗ-2107



г) автомобиль марки ВАЗ-2107 в момент экстренного торможения при преодолении трамвайных путей

Рисунок 4.31 – Фрагменты заезда автомобилей с прибором «Эффект – 02»

Условия проведения испытаний и их результаты представлены в приложении 4.17

Затраты энергии на преодоление препятствий в виде рельс на пути торможения автомобиля ( $A_p$ ) определялись, как разница суммарных энергетических затрат на остановку ТС в идентичных начальных условиях при движении по участкам без препятствий ( $A$ ) и с препятствиями ( $A_{np}$ )

$$A_p = A - A_{np}, \quad (4.12)$$

Результаты обработки данных экспериментов представлены в таблице 4.19.

Таблица 4.19 – Результаты обработки данных экспериментов

Условия движения	$A$ , Дж	$A_{np}$ , Дж	$A_p$ , Дж	$\frac{A_p}{A} \cdot 100\%$
горизонтальное ровное покрытие с $\varphi=0,8$ (сухая проезжая часть), прямолинейное движение с преодолением 2х трамвайных путей удовлетворительной укладки с углом встречи $90^\circ$ (Форд фокус)	100086,5	92807,5	7279,0	7,3
горизонтальное ровное покрытие с $\varphi=0,8$ (сухая проезжая часть), прямолинейное движение с преодолением 2х трамвайных путей удовлетворительной укладки с углом встречи $90^\circ$ (ВАЗ-2107)	92936,0	87286,8	5649,2	6,5
горизонтальное ровное покрытие с $\varphi=0,6$ (мокрая проезжая часть), прямолинейное движение с преодолением 2х трамвайных путей удовлетворительной укладки с углом встречи $90^\circ$ (Форд фокус)	95147,2	89454,0	5693,2	6,0

Анализ данных таблицы 4.19 показывает, что затраты энергии ТС на преодоление в режиме торможения до юза трамвайных путей высотой  $h=0,03$ м (рисунок 4.32) для автомобиля Форд Фокус на сухой проезжей части могут достигать



7,3%, на мокрой проезжей части – 6,0% от затрат энергии на полную остановку ТС, а для транспортного средства отечественного производства ВАЗ-2107 на сухой проезжей части – 6,5%.



Рисунок 4.32 – Внешний вид участка трамвайного полотна

Расчётный анализ значений, составляющих эти затраты, выполненный в пересчёте на один рельс по предложенным в работе зависимостям (таблица 3.2) показывает (таблица 4.20), что при преодолении рельса высотой 0,03м при его удовлетворительной укладке доля затрат энергии на деформацию подвески и шин находится в пределах 5% от затрат энергии на преодоление рельса и составляет менее 0,4% от общих затрат энергии на полную остановку ТС с преодолением двухпутного трамвайного полотна. Полученные результаты свидетельствуют о малозначимости энергетических затрат на деформацию подвески и шины при преодолении трамвайных путей удовлетворительной укладки и дают основание не учитывать их при реконструкции ДТП в подобных дорожных ситуациях [192].

Таблица 4.20 – Значения составляющих затрат энергии на преодоление рельс трамвайных путей при торможении ТС, Дж

	$A_p$ , Дж	$A_h$ , Дж	$A_{AC}$ , Дж	$A_{CD}$ , Дж	$A_{под} + A_{ш}$ , Дж
Форд Фокус сухая проезжая часть	1819,8	389,9	1030,1	312,0	87,8
	100%	21,4	56,6	17,1	4,9
Форд Фокус мокрая проезжая часть	1423,3	389,9	740,6	224,2	68,6
	100%	27,4	52,0	15,8	4,8
ВАЗ-2107 сухая проезжая часть	1412,3	281,1	810,5	224,9	74,9
	100%	19,9	57,4	15,9	5,3

#### 4.6 Выводы по главе 4

1. Получены значения установившегося замедления ТС категории  $M_1$  ( $j_{ycm}$ ) при различной степени нагрузки и эксплуатации на летних шинах с разной высотой рисунка протектора на разных дорожных покрытиях. При этом, полученные значения свидетельствует о необходимости индивидуального учета при моделировании ДТП всех факторов влияния на установившееся замедление.

2. Получены значения установившегося замедления ТС категории  $M_1$  на зимней шипованной и не шипованной резине, при высоте рисунка протектора более 5 мм (малоизношенные шины), на влажном асфальтобетонном покрытии при нулевых температурах. При этом анализ данных показал, что значения замедления транспортных средств на шипованной резине значительно выше значений, принимаемых в настоящее время экспертами в стране.

3. Получены значения коэффициентов сцепления  $\phi$  для II, III, IV категорий дорог в разных регионах страны, которые показывают значимость проведения экспертного исследования по установлению фактического значения  $\phi$  для каждого ДТП в конкретном месте его совершения.

4. Получены значения коэффициентов сцепления для опорных поверхностей на участках УДС, движение по которым в штатном режиме не является характерным, но с которыми часто приходится взаимодействовать колёсами ТС при ДТП на стадии разлёта после соударения, таких как поверхности тротуаров с различными типами покрытия, газонов в различном состоянии, блоков бордюрного ограждения из различных материалов, дорожной разметки с различной степенью изношенности, рельс трамвайных путей. Полученные значения рекомендуется использовать в экспертной практике при моделировании ДТП.

5. Предложена к использованию в экспертной практике методика экспериментально-расчетного определения энергоёмкости упругих элементов подвесок автомобилей. Сопоставление результатов расчётов энергоёмкости подвесок, выполненных с использованием экспериментальных данных, и результатов, полученных с применением рекомендованных в 3-й главе расчётных зависимостей, показывает, что их разница не превышает 5,5%. Это приемлемо при проведении инженерных расчётов и дает основание рекомендовать эти зависимости для использования при моделировании взаимодействия ТС с пороговым препятствием при ДТП.

6. Предложена к использованию в экспертной практике методика определения энергоёмкости амортизаторов на ходе сжатия в клапанном режиме с использованием экспериментальных характеристик их сопротивления.

7. Сформирована база экспериментальных данных, необходимых для расчётного определения энергоёмкости автомобильных амортизаторов на ходе сжатия в клапанном режиме для более чем для 70 моделей. Данная база рекомендуется к использованию при расчётном определении энергоёмкости подвески ТС при моделировании его взаимодействия с пороговыми препятствиями.

8. Проведены дорожные исследования взаимодействия транспортного средства с пороговыми препятствиями типа «трамвайные рельсы» в состоянии их удовлетворительной укладки в дорожное полотно при движении колес ТС в режиме юза. Установлено, что при начальной скорости торможения 40км/ч энергетические затраты легкового автомобиля на преодоление в указанном режиме трамвай-



ных путей при высоте выступа рельс до 0,03м составляют не более 0,4% от общих затрат энергии на полную остановку ТС с преодолением двухпутного трамвайного полотна. Пренебрежительно малое значение указанных затрат дает основание не учитывать их при реконструкции ДТП в подобной дорожной ситуации

## ГЛАВА 5 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

### 5.1 Действующая функциональная структура системы ОБДД в РФ

Основной задачей ФЗ «О безопасности дорожного движения» №196-ФЗ является деятельность, направленная на предупреждение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий, снижение тяжести их последствий.

Эффективным способом снижения аварийности является использование комплексного подхода к проблеме управления БДД, требующего совместной работы многих секторов (транспорта, полиции, здравоохранения, образования, средств массовой информации).

Принятой в РФ системой при анализе ДТП в практической деятельности является система «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда». В её рамках на первом этапе производится сбор исходных данных по каждой подсистеме (рисунок 5.1). Этап сбора первичной информации при дорожно-транспортных происшествиях играет наиболее значимую роль в реконструкции ДТП. На эту процедуру должностные лица (сотрудники ГИБДД, ГСУ МВД РФ, скорой помощи) тратят несколько часов, работая достаточно автономно, в рамках инструкций своих ведомств. Однако, опыт расследований происшествий с самолётами, суднами и поездами, показывает целесообразность более плотного взаимодействия структур, участвующих в расследовании. Для этого создаются комиссии по расследованию причин происшествий. Основной задачей таких комиссий является подробное исследование всех возможных причин, приводящих к отдельному происшествию. При этом комплексная комиссия из разных ведомств проводит на самом месте происшествия не менее двух-трех дней и собирает все необходимые исходные данные для последующих исследований в лабораториях [193].

Далее специалисты разных ведомств в созданной комиссии работают первоначально отдельно друг от друга, после чего в составе общей группы обсуждают итоги этой работы, приходят к консолидированному выводу с обобщением всех множественных сопутствующих катастрофе факторов, ставших ее причиной. Такой подход способствует более тщательному расследованию и реконструкции происшествий, а функциональная схема его реализации приемлема для расследования и реконструкции ДТП.

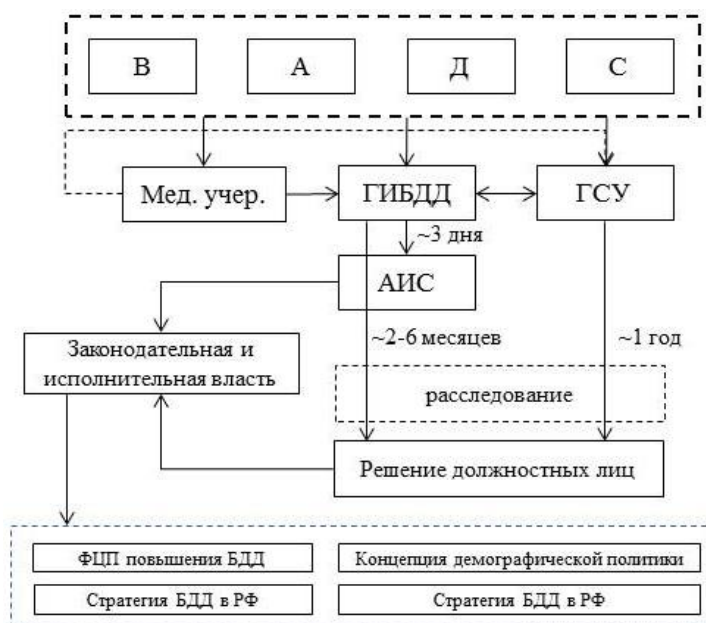


Рисунок 5.1 Упрощенная схема исполнительных действий по расследованию ДТП в РФ

В рамках действующей функциональной структурной схемы расследования ДТП весь комплекс исходных данных в административных делах собираются сотрудниками ГИБДД на основе ст.ст. 266-305 Приказа МВД России от 23.08.2017 N 664 «Об утверждении Административного регламента исполнения Министерством внутренних дел Российской Федерации государственной функции по осуществлению федерального государственного надзора за соблюдением участниками дорожного движения требований законодательства Российской Федерации в области безопасности дорожного движения» (Зарегистрировано в Минюсте России 06.10.2017 N 48459) [194]. В со-

ответствии с ним составляется протокол осмотра места совершения административного правонарушения, к которому прилагается схема места совершения административного правонарушения; осуществляется фотосъемка (видеосъемка) обстановки на месте ДТП; производится опрос участников, очевидцев и свидетелей ДТП, их объяснения и показания приобщаются к материалам дела об административном правонарушении; фиксируются и приобщаются к материалам дела об административном правонарушении вещественные доказательства; составляется при необходимости рапорт, в котором излагаются дополнительные сведения, имеющие непосредственное значение для выяснения обстоятельств ДТП и принятия объективного решения по делу.

Информация об административных делах в области дорожного движения размещается на Едином портале автоматизированной информационно-управляющей системы (АИУС) ГИБДД не позднее трех суток с момента происшествия [195]. Единый портал был разработан в рамках исполнения мероприятия 5.59 федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах», и используется на всей территории РФ. Это автоматизированная система предназначена для учета и хранения данных о дорожно-транспортных происшествиях и обеспечивает:

- сбор, обработку, хранение и обмен информацией обо всех ДТП на основе единой карточки, форма которой утверждена приказом МВД России от 19 июня 2015 г. № 699 [196];
- подготовку сведений о ДТП для включения в государственную статистическую отчетность;
- автоматизированный контроль за деятельностью подразделений Госавтоинспекции по учету ДТП, выявлению недостатков дорожно-транспортной инфраструктуры и принятию мер, направленных на их устранение;
- подготовку сводной оперативной отчетности по различным показателям аварийности;

- подготовку для предоставления заинтересованным органам государственной власти сведений в рамках межведомственного взаимодействия;
- предоставление гражданам сведений в сети Интернет о фактах участия транспортных средств в ДТП.

Однако, согласно кодекса РФ об административном правонарушении [197] срок рассмотрения ДТП без пострадавших составляет 2 месяца, а срок рассмотрения ДТП, в которых выявлены пострадавшие с легким или средним вредом здоровья, исчисляется 6-ю месяцами. Это время позволяет должностным лицам провести полное расследование ДТП и рассмотреть все факторы системы ВАДС, которые могли привести к дорожно-транспортному происшествию. Но все эти выявленные факторы, их причины и последствия уже не могут быть внесены в базу АИУС ГИБДД в связи с истечением установленного срока в трое суток. Результат этой кропотливой работы только в конце административного расследования сотрудники ГИБДД вносят в карточку учета ДТП в виде данных о виновности или не виновности водителя. Вся же сопутствующая информация о причинах ДТП, выявления в ходе расследования, остается невостребованной.

В связи с этим в основу статистических данных, которые в дальнейшем анализируются различными органами законодательной и исполнительной власти (см. рисунок 5.1), проводящими аудит безопасности дорожного движения, планирование мероприятий по повышению БДД и разработку различных целевых программ, концепций и национальных проектов, ложится только первичная информация, собранная на месте ДТП в рамках административных дел по факту ДТП и внесенная в базу АИУС ГИБДД.

Если в результате ДТП погибли люди или был выявлен тяжкий вред здоровья у людей, то сотрудники ГИБДД на месте ДТП осуществляют сбор исходных данных под руководством следователя ГСУ МВД РФ.

Как показывает практика, предварительное расследование по уголовным делам о преступлениях такого вида не всегда проводится достаточно

эффективно. Так, в 2017г. из числа расследованных 18449 преступлений, предусмотренных статьей 264 УК РФ, в суд с обвинительным заключением были направлены уголовные дела только о 11619 (63%) из них, 1760 (9,5%) приостановлены в связи с не установлением лица, подлежащего привлечению в качестве обвиняемого, 4693 (25,4%) прекращены производством по различным основаниям [198,199,200,201]. Как показывает анализ следственной практики, недостаточная эффективность расследования таких преступлений нередко связана с несвоевременным и некачественным производством осмотра места дорожно-транспортного происшествия, приводящем к невосполнимым утратам следов и вещественных доказательств, а также необходимой ориентирующей информации, что связано с размытой ответственностью участников осмотра и человеческим фактором в их действиях.

Осмотр места дорожно-транспортного происшествия производится в соответствии с общими правилами производства следственных действий [198] и правилами производства осмотра, предусмотренными, ст. 164 и 177 Уголовно процессуального кодекса РФ (далее – УПК РФ) [202], а также иными нормами действующего законодательства о порядке производства по уголовному делу. Основным способом фиксации хода и результатов следственного действия является протоколирование. Специализированный бланк протокола осмотра места дорожно-транспортного происшествия в настоящее время разработан и используется на практике. В нем определены действия, последовательно осуществляемые при производстве следственного действия, особенности объектов, подлежащих исследованию на месте происшествия, последовательность исследования и фиксации объектов в протоколе следственного действия.

После выявления и заполнения всех этих данных следователь ГСУ МВД РФ передает необходимые сведения в ГИБДД для занесения в АИУС ГИБДД. Однако срок проведения расследования уголовных дел, связанных с нарушением правил дорожного движения и эксплуатации транспортных средств, может достигать нескольких лет. За этот период расследова-

ния могут выявляться различные обстоятельства совершения ДТП, как основные, так и сопутствующие. Но только по завершению расследования и вступлению в законную силу решения суда, на основе выявленных причин, следователь ГСУ МВД РФ передает представление в органы законодательной и исполнительной власти, реализация мероприятий по которому вполне может оказаться не актуальными спустя долгое время расследования.

Таким образом, органы законодательной и исполнительной власти долгое время не имеют объективной и достоверной информации о причинах ДТП, которая могла бы способствовать своевременному устранению мест концентрации ДТП и предотвращению их появления в последующем.

Кроме того, как показывает практика, решения по уголовным делам, связанным с нарушениями правил дорожного движения и эксплуатации транспортных средств, в итоге не всегда показывают реальную картину события, что связано с достоверностью и точностью собранной первичной информации и личностными качествами должного лица – следователя.

Таким образом, важнейшая информация следственных органов по причинам наиболее тяжких ДТП поступает к анализу в заинтересованные структуры со значительным запозданием и несвоевременно учитывается в мероприятиях по перспективному планированию ОБДД. Расширенная схема исполнительных действий по расследованию ДТП в РФ, действующая в настоящее время, представлена на рисунке 5.2.

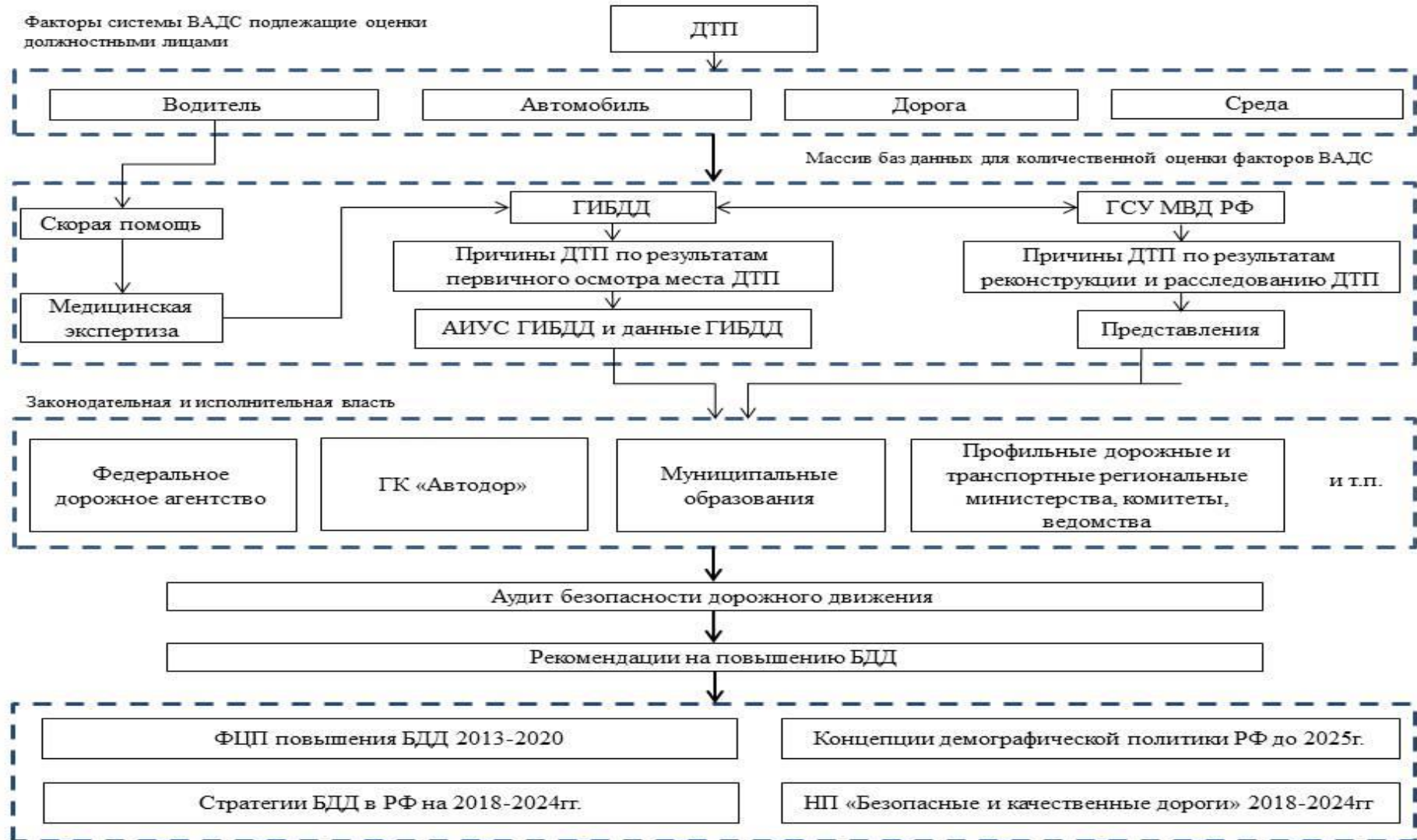


Рисунок 5.2 – Расширенная схема исполнительных действий по расследованию ДТП в РФ, действующая в настоящее время



## 5.2 Предлагаемая функциональная структура системы ОБДД

Концепция предлагаемой структуры основывается на повышении эффективности её функционирования за счёт реализации методологии оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз. Согласно этому систему ВАДС предлагается расширить до системы «Участники дорожного движения–Транспортные средства–Дорога–Внешняя среда» (УДД-ТС-Д-ВС), что позволяет более полно охватить весь спектр факторов, подлежащих оценке должностными лицами сразу после ДТП (рисунок 5.3).

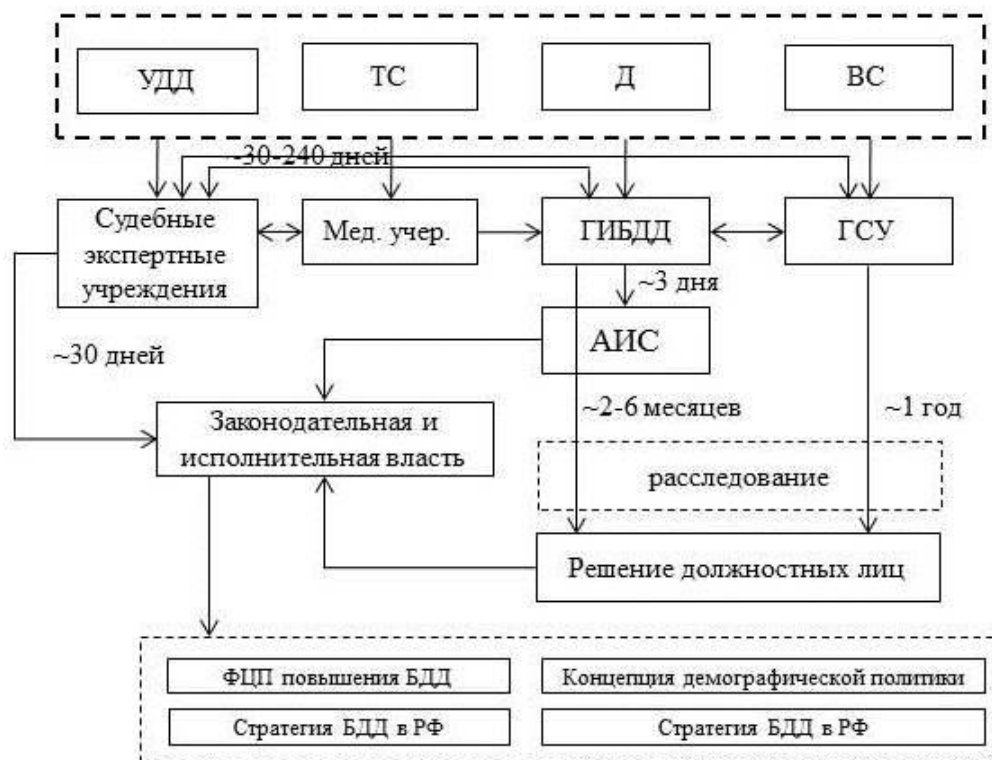


Рисунок 5.3 – Предлагаемая упрощенная схема исполнительных действий по расследованию ДТП в РФ

Всесторонняя первичная информация по каждой из этих подсистем поступает, наряду с традиционными пользователями (ГИБДД, ГСУ МВД РФ, мед. учреждения) в судебно-экспертную структуру и ложится в основу их исследований.

На основе анализа исходных данных, полученных на месте ДТП, использования актуализированных баз данных в области ДТЭ и определения объективно-оптимального решения по целесообразности назначения одной или группы наиболее значимых экспертиз определяются причинно–следственной связи механизма ДТП. Применение алгоритмов модельно-ориентированной реконструкции ДТП позволяет при этом выявить все возможные причины ДТП, как основные так и сопутствующие, по всем факторам системы «УДД-ТС-Д-ВС». Таким образом, в общей схеме взаимодействия появляется звено, которое может научно обосновывать и оперативно представлять рекомендации по повышению БДД органам законодательной и исполнительной власти. Такая тесная взаимосвязь между экспертами и органам законодательной и исполнительной власти позволяет систематизировать и расширить вклад научной составляющей в деятельность по предупреждению причин возникновения дорожно-транспортных происшествий, повысить качество планирования и реализации различных целевых программ, концепций и национальных проектов. Предлагаемая схема исполнительных действий по расследованию ДТП в РФ в рамках функциональной структуры системы ОБДД, представлена на рисунке 5.4

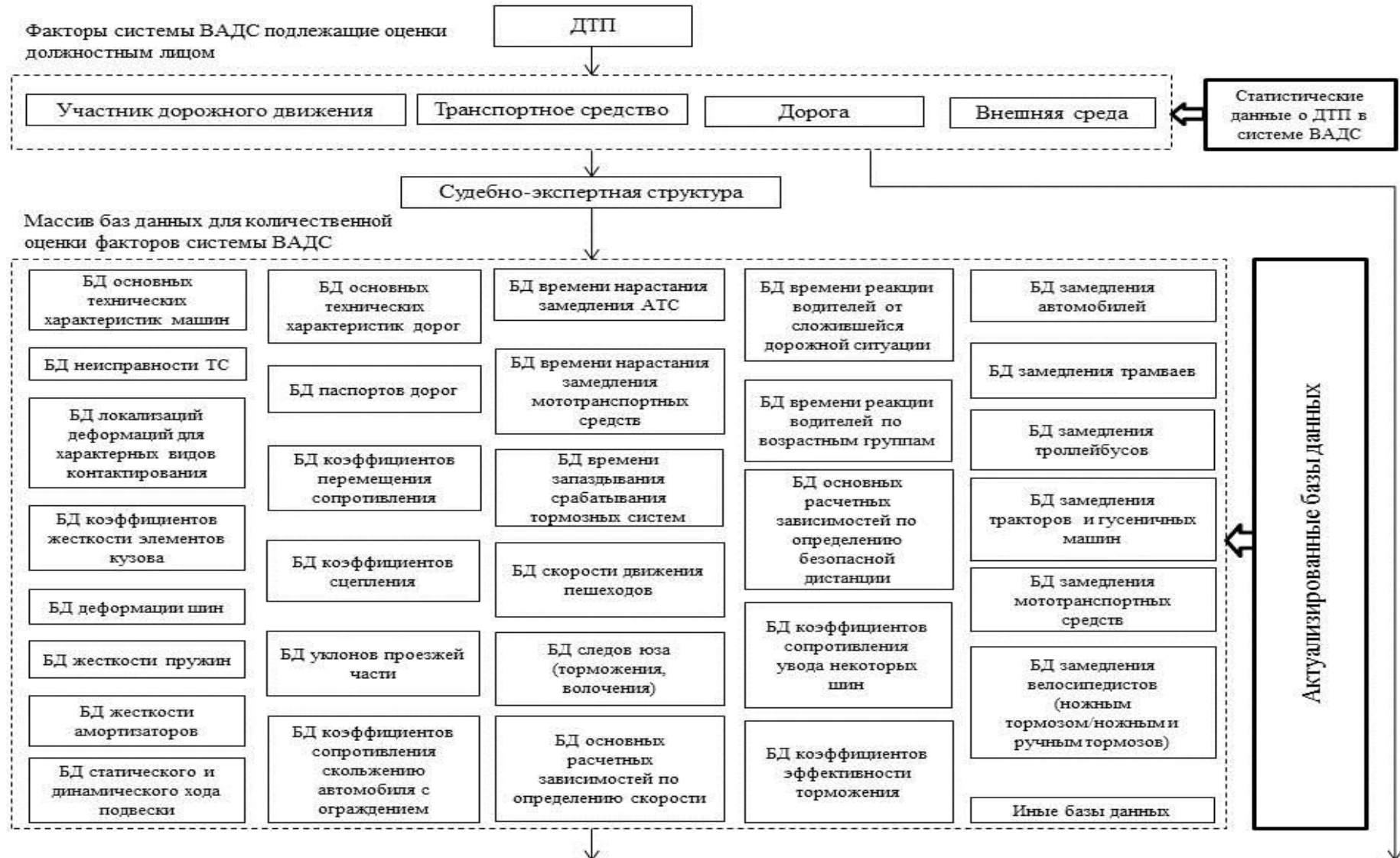


Рисунок 5.4 – Предлагаемая схема исполнительных действий по расследованию ДТП в РФ в рамках функциональной структуры системы ОБДД

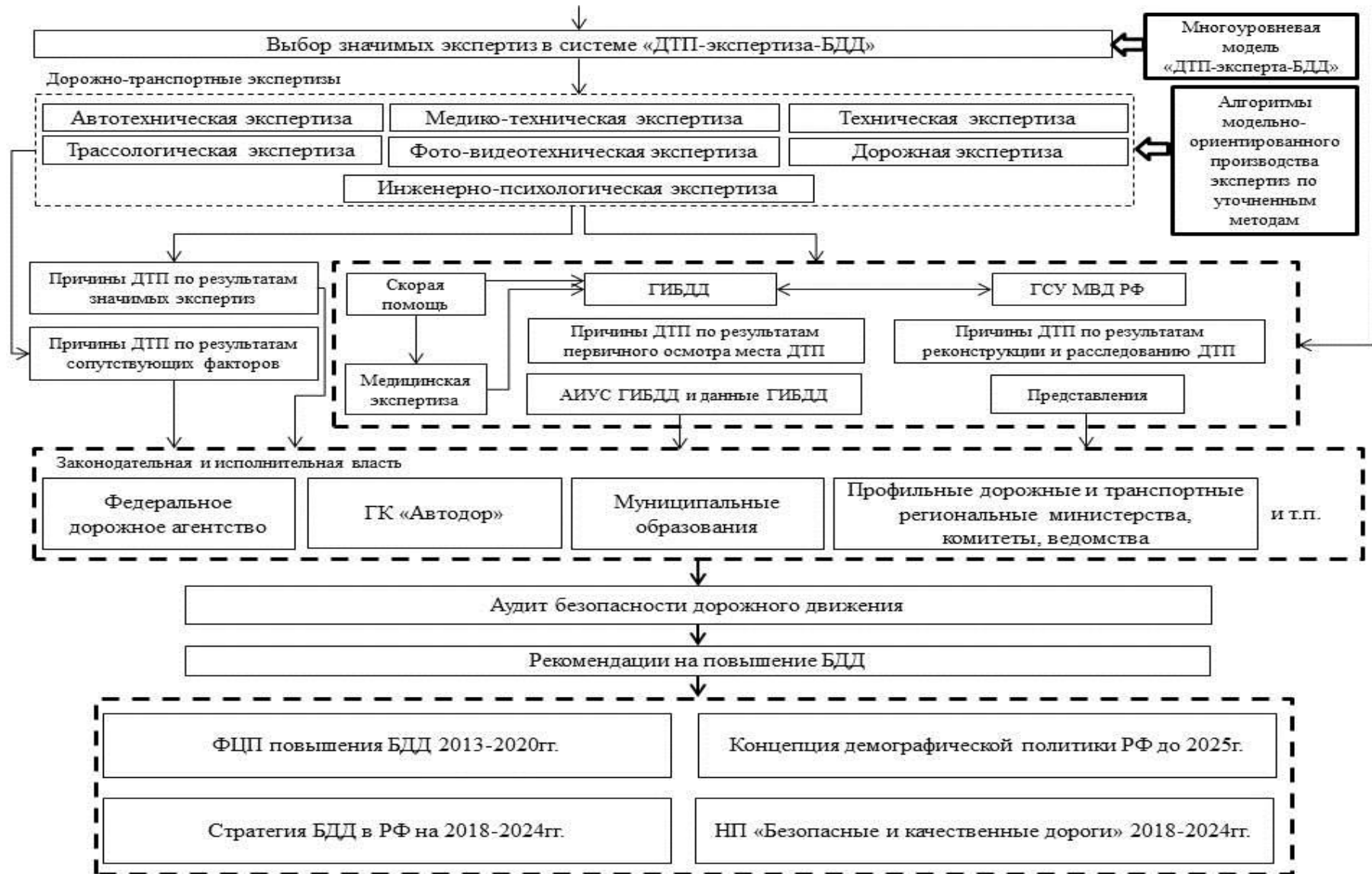


Рисунок 5.4 – продолжение

### 5.3 Экономическая оценка эффективности использования многоуровневой модели «ДТП-экспертиза-БДД» при производстве дорожно-транспортных экспертиз

Основными видами дорожно-транспортных экспертиз, согласно перечня родов (видов) судебных экспертиз, выполняемых в федеральных бюджетных судебно-экспертных учреждениях Минюста России [203], являющихся основными органами в стране в системе судебно-экспертных учреждений, являются:

- 1 – автотехническая экспертиза;
- 2 – транспортно-трасологическая экспертиза;
- 3 – техническая экспертиза;
- 4 – дорожная экспертиза;
- 5 – криминалистическая экспертиза видео- и звукозаписей (фото-видео техническая экспертиза);
- 6 – медико-техническая экспертиза;
- 7 – психологическая экспертиза (инженерно-психологическая экспертиза);
- 8 – пожара-техническая экспертиза.

В состав системы государственных судебно-экспертных учреждений Минюста России входят 9 региональных центров судебной экспертизы и один федеральный центр судебной экспертизы, при этом региональные центры самостоятельно составляют прејскурант на проведение различного рода экспертиз (Приложения 5.1-5.4).

Возможные суммарные затраты на проведение всей гаммы дорожно-транспортных экспертиз ( $P_{общ.}$ ) на примере ФБУ Северо-Западного РЦСЭ Минюст России могут составить:

$$P_{общ.} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8$$

где:  $P_{1-8}$  – затраты на проведение каждого из перечисленных видов экспертиз.

Согласно приложениям 5.1-5.4, Приказ от 8.02.2019г. №34/1-1 «Об установлении стоимости экспертного часа и утверждении перечня платных работ, выпол-

няемых сверх государственного задания при производстве судебных экспертиз по гражданским, арбитражным делам и по делам об административных правонарушениях» рассчитаем минимально возможные затраты на проведение расследования ДТП по всем видам экспертиз при категории их сложности 2 и учитывающих не более трех вопросов по одной экспертизе.

$$\begin{aligned} P_{\text{общ.}} &= 36820 + 38753 + 29067 + 38753 + 33909 + 54496 + 46019 + 44372,60 = \\ &= 322189,6 \text{ руб.} \end{aligned}$$

В соответствии с данными приведённого примера по факту реального дорожно-транспортного происшествия (гл.2, п.2.6), сделан вывод о необходимости проведения по данному ДТП только двух видов экспертиз: автотехнической и транспортно-трассологической. Общие затраты на них с учётом приведённых цен могут составить 75 573 рублей. Вывод о нецелесообразности назначения некоторых экспертиз, которые не обеспечивают в данном примере получения эффективных рекомендаций по повышению БДД, экономит 76,5% затрат от их общей суммы.

#### **5.4 Временная оценка эффективности использования многоуровневой модели «ДТП-экспертиза-БДД» при производстве дорожно-транспортных экспертиз**

Время является важнейшим ресурсом в достижении любых целей, в том числе определенных ФЗ №196 «О безопасности дорожного движения», а во многих случаях — даже добиться более значимых результатов в реализации планов по обеспечению безопасности дорожного движения.

Одним из принципов делопроизводства (административного, уголовного и гражданского) является оперативность рассмотрения дела. Он должен обеспечиваться (гарантироваться) процессуальной формой, в том числе одним из её элементов - законодательно закрепленными юридическими сроками.

Юридический срок - законодательно определённый промежуток времени, исчисляемый согласно установленной процедуре [204]. Согласно определению процессуальных сроков, предложенного в работе А. П. Гуляевым [205] – это установленная в уголовно-процессуальном законе разновидность процессуальных гарантий, заключающаяся в ограничении времени для выполнения тех или иных процессуальных действий. В какой-то мере сроки можно рассматривать как гарантии, но не все, поскольку они подчас назначаются с учётом разных целей. Из приведенных понятий можно выделить признаки, присущие срокам [206] :

- срок устанавливается законом, подзаконными актами или правоприменительным актом должностного лица, в производстве которого находится дело;
- срок – это определенный промежуток времени, момент наступления чего-либо, который можно считать началом или окончанием исчисления времени, предназначенного для производства процессуального действия;
- срок – это специфическая область общественных отношений, где он применяется и характеризуется своевременным выполнением конкретного процессуального действия.

Согласно кодекса об административном правонарушении, сроки проведения административного дела по ДТП с пострадавшими исчисляется 6 месяцами согласно ст.28.7 КОАП РФ, но при этом срок привлечения к ответственности доходит до года согласно ст.4.5 КОАП РФ.

Согласно уголовно-процессуального кодекса срок предварительного следствия исчисляется 12 месяцами согласно ст.162УПК РФ, но и этот срок не окончательный из-за различных бюрократических препон, которые встречаются при производстве дел.

Согласно Приказа N 346 от 20 декабря 2002 года «Об утверждении Методических рекомендаций по производству судебных экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях системы Министерства юстиции Российской Федерации» [207] сроки производства судебных экспертиз устанавливаются ру-

ководителем СЭУ при даче соответствующего поручения эксперту (экспертам) в пределах 30 календарных дней.

При невозможности производства судебной экспертизы в пределах 30 календарных дней, например, из-за сложности экспертизы или из-за высокой занятости экспертов, данный срок можно продлить. При этом рекомендуется письменно уведомлять об этом орган или лицо, назначившее судебную экспертизу, и согласовывать с ними срок ее завершения.

Срок производства судебной экспертизы рекомендуется исчислять со дня регистрации постановления или определения о назначении судебной экспертизы, а днем окончания считать день подписания Заключения экспертом.

Таким образом, учитывая средней срок проведения одной экспертизы, и 8 видов возможных дорожно-транспортных экспертиз, получается, что при принятой схеме их последовательного исполнения только на выполнение всех видов экспертиз необходимо 240 дней, что составляет две трети от общего срока предварительного следствия. При этом, эти 240 дней не учитывают процессуальные действия по ознакомлению участников с экспертизами и иные процессуальные действия, в том числе возможное назначения дополнительных и повторных экспертиз, что еще более увеличивает срок рассмотрения дела.

Это обстоятельство негативно сказывается на оперативности планирования и внедрения мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения. Реализация концепции совершенствования функциональной структуры системы ОБДД позволит сократить сроки предоставления заинтересованным ведомствам актуальной информации по судебно-экспертному каналу её поступления в ходе расследования ДТП до 60 дней. Это достигается за счёт параллельного назначения и проведения дорожно-транспортных экспертиз по результатам объективного обоснования необходимого их перечня и обеспечивает гарантию её учёта даже в мероприятиях текущего планирования.



## 5.5 Выводы по главе 5

1. В случае реализации предлагаемой функциональной структурной системы ОБДД, в ней появляется звено, которое может научно обосновывать и оперативно представлять рекомендации по повышению БДД органам законодательной и исполнительной власти. Взаимосвязь между экспертами и органам законодательной и исполнительной власти позволяет систематизировать и расширить вклад научной составляющей в деятельность по предупреждению причин возникновения дорожно-транспортных происшествий, повысить качество планирования и реализации различных целевых программ, концепций и национальных проектов.

2. Экономическая оценка эффективности использования многоуровневой модели «ДТП-экспертиза БДД» при производстве дорожно-транспортных экспертиз показывает возможность получения экономии от общей стоимости их производства до 76,5%, что достигается обоснованным исключением из расследования значительного количества малозначимых экспертиз.

3. В результате проведения временной оценки эффективности использования многоуровневой модели «ДТП-экспертиза БДД» при производстве дорожно-транспортных экспертиз выявлена возможность сокращения сроков предоставления заинтересованным ведомствам актуальной информации по судебнo-экспертному каналу её поступления в ходе расследования ДТП с 240 до 60 дней.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научно-практические результаты диссертационного исследования.

1. Проведенный анализ состояния аварийности на автомобильном транспорте в мире и России, структуры ДТП по их видам и причинам, а также тяжести последствий дорожно-транспортного травматизма показал, что общемировой, общероссийской и региональными тенденциями является в целом положительная динамика в сфере обеспечения БДД. В России существенное улучшение ситуации в период с 2006 по 2020гг. в значительной мере было достигнуто за счет реализации ФЦП в сфере ОБДД и дорожного строительства. Вместе с тем, количество ДТП, тяжесть их последствий, материальный и социально-экономический ущерб от них остается высоким.

2. Объективность расследования ДТП во многом обеспечивается качеством его реконструкции. При этом ключевую роль играют как обоснованность назначения необходимых видов экспертиз так и достоверное определение параметров движения АТС на всех этапах развития ДТП. Достоверность обеспечивается высоким качеством исходной информации с места ДТП и применением корректных методов расчета параметров движения (времени, пути, скорости) на основе этой информации.

3. Важную роль в расследовании ДТП играет научная составляющая. При этом в действующей российской экспертной практике сложилась противоречивая ситуация отставания нормативной научно-методологической базы экспертных исследований от современных возможностей их математического, программного и информационного обоснования и обеспечения. Это противоречие снижает эффективность использования результатов ДТЭ в интересах ОБДД. Разрешению указанного противоречия в определенной мере может способствовать разработанная информационная экспертная модель системной оценки эффективности ДТЭ в системе ОБДД, которая позволяет в системе «ДТП-экспертиза-БДД» получать объективно-оптимальные решения, по целесообразности применения одной или

группы экспертиз в зависимости от условий (информационного состояния) среды принятия решений в исследуемой системе.

4. Предложенная новая методология производства экспертных исследований на базе МОР механизма ДТП позволяет учитывать все управляющие мотивы исследования и обеспечить полноту, обоснованность, компетентность, точность, категоричность и наглядность результатов. Основные отличия её от существующей методологии состоит в том, что модель рассматривается как неотъемлемый и основной результат исследования, а ПСИ в условии реализации концепции МОР не может быть субъективно изменена.

5. Уточнена методика расчета в системе МОР скорости движения ТС до ДТП на основе полученной объёмной деформации, отличающаяся применением метода расчета трехсторонней унифицированной жесткости с использованием сетки обмеров и разделением кузова на пояса жесткости. Это позволяет более достоверно определять скорость ТС в момент столкновения.

6. Разработаны процедуры выполнения фото-видеотехнических экспертиз, как сопутствующих видов исследования в рамках МОР, позволяющие используя методы обработки данных и изображений, получаемых от различных источников, получить при предпроцессинге адекватное фактической реальности воспроизведение места ДТП, локализации деформаций ТС, а при постпроцессинге верифицировать результаты процессинга (моделировании) с покадровым сопоставлением видеозаписи исследуемого ДТП (события) с результатами МОР.

7. Выполнены экспериментальные исследования в интересах расширения информационных баз по значениям отдельных исходных данных для математического моделирования ДТП, а именно: установившегося замедления  $j_{уст}$  ТС категории  $M_1$  при различной степени нагрузки и эксплуатации на летних шинах с разной высотой рисунка протектора на разных дорожных покрытиях; установившегося замедления  $j_{уст}$  ТС категории  $M_1$  на зимней шипованной и нешипованной резине, при высоте рисунка протектора  $>5$  мм (малоизношенные шины), на влажном асфальтобетонном покрытии при нулевых температурах; значения коэффициента сцепления  $\phi$  для II-IV категорий дорог в разных регионах страны, которые пока-

зывают значимость проведения экспертного исследования по установлению фактического значения  $\phi$  для каждого ДТП в конкретном месте его совершения; значения коэффициентов  $\phi$  для опорных поверхностей на участках УДС, движение по которым в штатном режиме не является характерным, но с которыми приходится взаимодействовать колёсами ТС при ДТП на стадии разлёта после соударения, таких как поверхности тротуаров с различными типами покрытия, газонов, бордюрного ограждения, дорожной разметки с различной степенью изношенности, рельс трамвайных путей. Полученные значения рекомендованы использовать в экспертной практике при моделировании ДТП.

8. Рекомендованы для экспертной практики методики экспериментально-расчетного определения энергоемкости упругих элементов подвесок ТС и амортизаторов на ходе сжатия в клапанном режиме с использованием полученных характеристик их сопротивления.

9. Оценены энергетические затраты на деформацию подвесок ТС, при преодолении ими трамвайных путей скрытой укладки на стадии разлёта после соударения. Доказана возможность исключения этих затрат в расчетах ввиду мало значимости.

10. Разработана концепция функциональной структуры системы ОБДД, в которой предлагается новый подход к использованию экспертного звена в интересах научного обоснования и оперативно предоставления рекомендаций по повышению БДД органам законодательной и исполнительной власти. Прямая взаимосвязь между экспертами и органам законодательной и исполнительной власти позволяет систематизировать и расширить вклад научной составляющей в деятельность по предупреждению причин возникновения ДТП, повысить качество планирования и реализации различных целевых программ, концепций и национальных проектов.

11. Реализация концепции позволит существенно сократить сроки получения и предоставления заинтересованным организациям актуальной информации для деятельности в сфере ОБДД, а также снизить стоимость проведения расследований ДТП.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ДТП	– дорожно-транспортное происшествие
АТС	– автотранспортное средство
ВОЗ	– Всемирной организации здравоохранения
ОНН	– Организации Объединенных Наций
ДТТ	– дорожно-транспортный травматизм
ЕС	– Европейский союз
СНГ	– Содружество Независимых Государств
РФ	– Российская Федерация
ВВП	– Валовой внутренний продукт
ОБДД	– обеспечение безопасности дорожного движения
ФЦП	– Федеральная целевая программа
ПДД	– правила дорожного движения
ТС	– транспортное средство
АИУС	– автоматизированная информационно-управляющая система
БДД	– безопасность дорожного движения
НЦ БДД	– Научный центр безопасности дорожного движения Министер-
МВД РФ	– ства внутренних дел Российской Федерации
ВАДС	– водитель – автомобиль – дорога – среда
ДД	– дорожное движение
ТП	– транспортный поток
УДС	– улично-дорожная сеть
ABS	– антиблокировочная система (Antiblockiersystem)
АЭ	– автотехническая экспертиза
ТЛЭ	– трассологическая экспертиза
ТЭ	– техническая экспертиза
ДЭ	– дорожная экспертиза
ФЭ	– фотовидео-техническая экспертиза
СЭ	– ситуационная экспертиза
ПЭ	– пожаро-техническая экспертиза
МЭ	– комплексная медико-техническая экспертиза
ПЭ	– прочие экспертизы
ПО	– программное обеспечение
КОВ	– коэффициент относительной важности
МДК	– метод доминирования критериев
ММ	– математическая модель
УДД	– участник дорожного движения
ВС	– внешняя среда
ДТЭ	– дорожно-транспортная экспертиза
ПСИ	– пространственно-следовая информация
СВИ	– смежные виды исследования
МОР	– модельно-ориентированной реконструкция
С	– сближение
КСВ	– контактно-следовое взаимодействие

Р	– разлёт
ПК	– персональные компьютеры
АРМ	– автоматизированные рабочие места
ПК	– персональный компьютер
МКЭ	– метод конечных элементов
И	– информация
ВИ	– внешняя информация
БД	– база данных
ЦД	– цифровые данные
ФКВ	– факт контактно-следового взаимодействия
ПП	– предпроцессинг
ТВ	– техническая возможность
ТП	– телесные повреждения
КПТ	– комплексный показатель травмирования
ЛТП	– локализации телесных повреждений
EDR	– Event Data Recorder
МНЛ	– метод нечеткой логики
CAN	– Controller Area Network
BIM	– Building Information Model
ТЭС	– технико-эксплуатационные свойства
ЛД	– локализации деформаций
CGI	– Computer-Generated Imagery
РП	– результаты процессинга

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Лазаренко О.Н. Социально-экономические последствия дорожно-транспортных происшествий / Вестник Московского университета МВД России. – 2014, №10. – С.89–92.
2. Методологические особенности оценки экономических потерь от дорожно-транспортных происшествий / М.Г. Полозков, С.А. Аблалиев, Д.К. Саканов, Д.А. Аспанбетов // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. – 2016, №7–8. – С.61–93.
3. Правила дорожного движения Российской Федерации: утв. постановление Правительства Российской Федерации от 23.10.1993 №1090 (в редакции постановления правительства Российской Федерации от 26.03.2020).
4. ГОСТ Р 56083-2014. Глобальная навигационная спутниковая система. Система экстренного реагирования при авариях. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2014г.
5. ОДМ 218.6.015-2015. Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах. – М.: РОСАВТОДОР, 2015.–81с.
6. Горяинов М.И. Организационные, правовые и экономические аспекты оказания стационарной медицинской помощи пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях: диссертация кан. мед.наук: 14.00.33. –СПБ, 2009.- 184с.
7. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире. Всемирная организация здравоохранения, 2013, – 11с., [www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013).
8. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире, 2018 - WHO Library Cataloguing-in-Publication – 404 с.
9. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.who.int/ru>.
10. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

[https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1\\_ru.pdf](https://unctad.org/meetings/en/SessionalDocuments/ares70d1_ru.pdf).

11. Профили Европейских стран и доклад о безопасности дорожного движения в мире, 2015 г., – 63 с., [www.euro.who.int/ru/publications/abstracts/european-country-profiles-and-the-global-status-report-on-road-safety-2015-2016](http://www.euro.who.int/ru/publications/abstracts/european-country-profiles-and-the-global-status-report-on-road-safety-2015-2016).
12. International transport forum [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.itf-oecd.org>.
13. Mobility and transport road safety [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/specialist/statistics\\_en](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics_en).
14. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.nhtsa.gov/>.
15. Европейские факты и Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире 2015. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0009/298386/European-facts-Global-Status-Report-road-safety-ru.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/298386/European-facts-Global-Status-Report-road-safety-ru.pdf).
16. Распоряжение правительства Российской Федерации от 08.01.2018 г. №1-р «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 - 2024 годы» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/g6BXGgDI4fCEiD4xDdJUwIwIudPATBC12.pdf>.
17. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gks.ru/>.
18. Государственная инспекция безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru/stat>.
19. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ)
20. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах» (утв. постановлением Правительства РФ от 3 октября 2013 г. N 864). М.: 2013.



21. Федеральный закон РФ от 10.12.1995 N 196-ФЗ (ред. от 30.07.2019) «О безопасности дорожного движения», Российская газета, Федеральный выпуск.
22. Федоров В.А., Кравченко П.А. Кардинальное совершенствование законодательного обеспечения деятельности по предупреждению причин возникновения ДТП в России / Транспорт Российской Федерации. – 2013, №2. – С.14–18.
23. Кравченко П.А., Олещенко Е.М., Добромиров В.Н. Механизмы реализации государственной концепции обеспечения безопасности дорожного движения / Вестник гражданских инженеров. – 2017, №6. – С. 280–284.
24. Кравченко П.А., Жанказиев С.В., Олещенко Е.М. Концепция обеспечения нулевой смертности на дорогах России как механизм борьбы с причинами дорожно–транспортных происшествий / Транспорт Российской Федерации. – 2019, №2. – С.2–4.
25. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 гг. (утв. Постановлением Правительства РФ от 20.02.2006г., №100). – М.: 2006.
26. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 12 месяцев 2018 года / Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России» - 2018, - 18 с.
27. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 12 месяцев 2017 года / Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ НИЦ БДД МВД России, - 2017, - 18 с.
28. Блянкинштейн И.М., Ковалев В.А., Морозов Д.А. Теоретические основы экспертного анализа на автомобильном транспорте. Анализ дорожно-транспортных происшествий с участием автомобильного транспорта: Учебн. пособ. / Под общ. ред. В.А. Ковалева.–Красноярск: СФУ, 2019.– 342с.
29. Капитанов В.Т., Моница О.Ю., Чубуков А.Б. Анализ дорожно-транспортной аварийности в регионах Российской Федерации на основе методов математической статистики / Вестник МВД России. – 2014, №4. – С. 27–34.

- 30.Короткий А.А., Бахтеев О.А. Дорожно – транспортные происшествия: основные причины, анализ аварийности, методы снижения / Безопасность техногенных и природных систем. – 2019, №2, С.1–6.
- 31.Корчагин В.А., Ляпин С.А., Клявин В.Э. Повышение безопасности движения автомобилей на основе анализа аварийности и моделирования ДТП / Фундаментальные исследования. – 2015, №6. – С.251–256.
- 32.Есипова А.А., Лисовая А.А. К вопросу о взаимосвязи дорожно-транспортных происшествий, днях недели и времени суток / Педагогика высшей школы. – 2016, №3. – С.7–10.
- 33.Рябокоть Ю.А. Государственное управление безопасностью дорожного движения: Учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2013.–280с.
- 34.ОДМ 218.4.005-2010. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах.– М.: ФГПУ Инфрмавтодорог, 2011.–269с.
- 35.ОДМ 218.6.027 – 2017. Рекомендации по проведению аудита безопасности дорожного движения при проектировании, строительства и эксплуатации автомобильных дорог. – М.: РОСАВТОДОР, 2017. –108с.
- 36.Доклад Президента РФ В.В.Путина от 14 марта 2016г. Заседание президиума Госсовета по вопросам безопасности дорожного движения.
- 37.Лукинский В. С. Логистика: тенденции развития // В кн.: Логистика: современные тенденции развития: Материалы XIII международной научно-практической конференции, 24, 25 апреля 2014 г. / Отв. ред.: В. С. Лукинский. СПб. : ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2014. с. 194-195.
- 38.<https://www.gov.spb.ru/helper/day/transport/>
- 39.Евтюков С.С., Куракина Е.В. Аудит безопасности дорожного движения как элемент системного управления деятельностью по предотвращению ДТП / Сб. трудов материалы 4-ой Международной научно-практической конференции «Информационный технологии и инновации на транспорте». – Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева: Орел, 2019г. – с.126-132.
- 40.<http://old.road.lenobl.ru/>.

- 41.Евтюков С.С., Голов Е.В. Аудит безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах регионального значения в Ленинградской области / Транспорт Урала. – 2017, №2. – С.85–89.
- 42.Столяров В.В. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий на основе теории риска: Учебное пособие. – Саратов: СГТУ, 1996.–176с.
- 43.Столяров В.В. Теория риска в судебно-технической экспертизе ДТП (+АБС): Монография. – Саратов: ИД «МарК», 2010.–412с.
- 44.Степина П.А., Тюлькин Е.В. Инженерно-психологическая (ситуационная) экспертиза: Метод. указания – СПб.: СПбГАСУ, 2014.– 68с.
- 45.Капский Д.В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении. – Мн.: БНТУ, 2008.–243с.
- 46.Автомобильные дороги России: Состояние и перспектива/А.Н. Шумейко, И.М. Юрковский, М.В. Немчинов. – М.:МАДИ (ГТУ), 2007, – 268с.
- 47.Европейский доклад о состоянии безопасности дорожного движения «За безопасные дороги и более здоровые транспортные альтернативы». Всемирная организация здравоохранения, 2009, – 161с.
- 48.Lay, M.G., Ways of the World: A History of the World's Roads and of the Vehicles That Used Them. 1992, New Brunswick: Rutgers University Press.
- 49.Committee, S.H., The Automobile: A Century of Progress. 1997, Warrendale: Society of Automotive Engineers, Inc. 48.
- 50.Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма. Всемирная организация здравоохранения, 2004, – 54с.
- 51.Методические рекомендации по исследованию причин ДТП с особо тяжкими последствиями. – М.: ФГУП НИИАТ, 2003.–56с.
- 52.Трофименко Ю.В. Методические подходы к обеспечению транспортной безопасности в России и странах Европейского союза / Транспорт Российской Федерации. – 2011, №6. – С.24–29.
- 53.Хаапаниemi Е.П, Сваткова Е. Принципы и инструменты для повышения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования: Россия–Финляндия. – Архангельск, 2008.–270с.

54. Анализ дорожно-транспортных происшествий / Волошин Г.Я., Мартынов В.П., Романов А.Г. – М.: Транспорт, 1987, с. 4-5.
55. Боровский Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта – Л.: Лениздат, 1984. – 304с.
56. Евтюков С.А., Щербаков А.Е. Безопасность и правила движения на автотранспорте: Учеб. Пособие / Под ред. С.А. Евтюкова. – СПб.: СПбГАСУ, 1993. – 168 с.
57. Evtiukov St., Dobromirov V.N., В.Н., Kurakina E.V. Skorostnoi regim: problemy i vozmognosti / Budownictwo 21. Zeszyty Naukowe Politechniki Czestochowskiej 171. Czestochowa, 2015. – P.39–50.
58. Добромиров В.Н., Евтюков С.С. Скорость, как фактор влияния на безопасность дорожного движения/ Современные проблемы науки и образования, 2013. – №5. – URL: [www.science-education.ru / 111- 10248](http://www.science-education.ru/111-10248).
59. Бекасов В.А., Боград Г.Я., Зотов Б.Л., Индиченко Г.Г. Автотехническая экспертиза. – М.: Издательство «Юридическая литература», 1967, -255с.
60. Грановский Г.Л. Транспортно- трасологическая экспертиза по делам о ДТП (диагностические исследования): Методическое пособие для экспертов, следователей, судей. – ч.1/ Г.Л. Грановский, Ю.Г. Корухов, Н.М. Кристи, И.В. Горская. – М. ВНИИСЭ, 1977.
61. Грановский Г.Л. Транспортно- трасологическая экспертиза по делам о ДТП (диагностические исследования): Методическое пособие для экспертов, следователей, судей. – ч.2/ Г.Л. Грановский, Ю.Г. Корухов, Н.М. Кристи, И.В. Горская. – М. ВНИИСЭ, 1977. – 104с.
62. Жуков А.И. Уточненное определение скорости и удаление повторно заторможенного транспортного средства: Методическое письмо для экспертов / А.И. Жуков, В.И. Чернов. – М.: ВНИИСЭ 1989.
63. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1989. – 255.
64. Иларионов В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля. – М.: Машиностроение, 1966. – 280с.

- 65.Кристи Н.М. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы. М.: ЦНИИСЭ, 1971 – 112с.
- 66.Кристи Н.М. Решение отдельных типовых задач судебной автотехнической экспертизы: справочное пособие для экспертов-автотехников. М.:ВНИИСЭ, 1988. – 72.
- 67.Кристи Н.М., Бекасов В.А. Методические рекомендации по некоторым вопросам автотехнической экспертизы М.: ЦНИИСЭ, 1966. – 112с.
- 68.Байэтт Р. Расследование дорожно-транспортных происшествий / Р.Байэтт, Р. Уоттс / Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1983. – 288с.
- 69.Коллинз Д., Моррис Д. Анализ дорожно-транспортных происшествий. Изд-во «Транспорт», 1971. — 128с.
- 70.R.I. Emori, Analytical approach to automobile collisions. SAE Technical Paper Series, no.680016, 1968.
- 71.R.R. McHenry, Development of a computer program to aid the investigation of highway accidents. Tech.Rep.DOT/HS 800 621,Contact Number FH-11-7526, Cornel Aeronautical Laboratory, Inc. (CALSPAN Corp.), December 1971.
72. R.R. McHenry, Mathematical Reconstruction of highway accidents. Washington, D.C.: DOT HS 801-405, Calspan Report No. ZQ-5341-V-2, 1975.
- 73.Балакин В.Д. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебное пособие. – Омск: Издательство СибАДИ, 2005. – 136с.
- 74.Евтюков С.А., Васильев Я.В. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий.- СПб.: ООО «Издательство ДНК», 2-ое издание, 2005. – 288с.
- 75.Евтюков С.А., Васильев Я.В. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий. Справочник. – СПб.: Издательство ДНК, 2006. – 536с.
- 76.Евтюков С.А., Васильев Я.В. ДТП: Расследование, реконструкция и экспертиза – СПб.: Издательство ДНК, – 2008. – 390с.
- 77.Евтюков С.А., Васильев Я.В. Реконструкция и экспертиза ДТП в примерах – СПб.: Издательский дом Петрополис, 2012. – 323с.

- 78.Евтюков С.А., Васильев Я.В. Экспертиза ДТП: методы и технологии. – СПбГАСУ.- СПб., 2012. – 310 с.
- 79.Евтюков С.А., Васильев Я.В. Судебная автотехническая экспертиза. Теория и практика. Том 1. СПб.: Издательский дом Петрополис, 2018. –с.
- 80.Евтюков С.А., Васильев Я.В. Справочник по экспертизе дорожно-транспортных происшествий. – СПб.: ИД Петрополис, 2020. – 516с.
- 81.Чава И.И., Гречуха Н.М., Ирбицкий А.Г. Судебная автотехническая экспертиза. Конспект лекций. Учебно-методическое пособие для экспертов. – М.: НП «СУДЭКС», 2015. – 97с.
- 82.Григорян В.Г. Применение в экспертной практике параметров торможения автотранспортных средств: Методические рекомендации для экспертов. – М.: ВНИИСЭ, 1995.-10с.
- 83.Ермаков Ф. Судебная автотехническая экспертиза // Российская юстиция, 1996. - №12. – С.28-29.
- 84.Ермолович М.В. Экспертиза по делам о ДТП / под ре.Басецкого И.И. – Минск: Амалфея, 2001. – 96с.
- 85.Замараев И.В., Бочаров Т.А. Современное состояние производства автотехнических экспертиз в ФБУ Северо-Западный РЦСЭ Минюста России с использованием компьютерных программ // Армянский журнал судебной экспертизы и криминалистики, № 1, 2019.
86. Корухов Ю.Г. Криминалистическая фотография и видеозапись для экспертов-автотехников: Практическое пособие / Ю.Г. Корухов, М.И. Замиховский. – М.: ИПК РФЦСЭ, 2006. – 73с.
- 87.Лазарев Д.А., Новиков И.А. Повышение эффективности проведения дорожно-транспортной экспертизы на основе теоретического подхода при изучении процесса торможения / Альтернативные транспортные технологии. – 2018, №1(8). – С.286-292.
- 88.Никонов В. Н., Куприянов А. А. Экспертиза механизма дорожно-транспортных происшествий // Уголовный процесс. 2005. № 6. С.53-57.

89. Никонов В. Н. Метод конечных элементов и судебная инженерно-техническая прочностная экспертиза. – Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Реконструкция обстоятельств дорожно-транспортного происшествия при проведении судебных экспертиз. Правовые и методические вопросы судебной экспертизы». Уфа, 24-25 апреля 2008г.
90. Никонов В. Н. Классификация математических моделей ДТП и их допустимость в судебном процессе // Законность. 2007. № 5. С. 30-34.
91. Никонов В. Н. Классификация методов реконструкции обстоятельств ДТП, применяемых в мировой практике, и их допустимость в качестве доказательства в суде // Материалы Всероссийской конференции «Реконструкция обстоятельств дорожно-транспортного происшествия при проведении судебных экспертиз. Правовые и методические вопросы судебной экспертизы». Уфа, 24-25 апреля 2008г.
92. Пегин П.А. Обеспечение безопасности движения и сохранности автомобильных дорог. Требования нормативных и законодательных актов РФ. Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – 137 с
93. Пегин П.А. Законодательство в сфере дорожного движения. Базовый цикл : учебник водителя транспортных средств всех категорий и подкатегорий / П. А. Пегин. – М. : Издательский центр «Академия», 2018. – 112 с.
94. Пегин П.А. Метод проектирования автоматизированных тормозных систем / П.А. Пегин, Л.В. Дементьев // Вестник гражданских инженеров. – СПб: СПбГАСУ, 2019. №3(74). С.193-200.
95. Пучкин В.А. Актуальные проблемы судебной автотехнической экспертизы/ Юж. Региональной центр суд. экспертизы. Ростов-на-Дону, 2001. – 80с.
96. Пучкин В.А., Лозовой В.И. Справочно-нормативные материалы для эксперта-автотехника. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. – 172с.
97. Пучкин В.А. Основы экспертного анализа дорожно-транспортных происшествий: Базы данных. Экспертная техника. Методы решений. – Ростов н/д: ИПО ЮФУ, 2010. – 400с.

98. Пучкин В.А., Евтюков С.А. Энциклопедия эксперта-автотехника. Том 1. ИД «Петрополис»: СПб, 2018. – 452с.
99. Суворов Ю.Б. Свод методических и нормативно-технических документов в области экспертного исследования обстоятельств дорожно-транспортных происшествий – М.: ВНИИСЭ, 1993. – 322 с.
100. Суворов Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза: Учеб. пособие. – М.: Изд. «Экзамен», «Право и закон», 2003. – 208с.
101. Суворов Ю.Б. Экспертная оценка действий участников дорожного движения и иных лиц, ответственных за обеспечение его безопасности: Методические рекомендации для экспертов, следователей и судей / Ю.Б. Суворов, И.И. Чава. – М.: РФЦСЭ при Минюсте России, 2008. – 46с.
102. Федоров В.А. Расследование дорожно-транспортных происшествий / под общей ред. В.А. Федорова, Б.Я. Гавриова. – 2е изд., –М.: Экзамен, 2003 – 464с.
103. Чава И.И. Определение параметров движения авто-транспортного средства при торможении с переменным замедлением: Методическое письмо для экспертов / И.И. Чава, Чернов В.И. – М.: ВНИИСЭ, 1990. – 82с.
104. Чава И.И. Судебная автотехническая экспертиза. Исследование обстоятельств дорожно-транспортного происшествия: Учебно-методическое пособие / И.И. Чава // Библиотека эксперта. – М.: ИПК РФЦСЭ. 2007. -98с.
105. Чава И.И. Основы теории судебной автотехнической экспертизы: Учебно-методическое пособие для экспертов, дознавателей, следователей и судей / И.И. Чава. – Казань: Изд. «Познание» Института экономики , управления и права, 2011.- 290с.
106. Чава И.И. Судебная автотехническая экспертиза. Учебно-методическое пособие для экспертов, судей, следователей, дознавателей и адвокатов. – М.: «СУДЭКС», 2014. – 312с.
107. John Daily, Nathan Shigemura, Jeremy Daily. Fundamentals of traffic crash reconstruction. Volume 2 of the Traffic crash reconstruction series. July 2014. – 754p.



108. Dr. Steffan Datentechnik GmbH, Simulation of Vehicle Accidents using PC-Crash (English Edition) Kindle Ausgabe, Linz, Austria; Auflage: 1 (22. Oktober 2012).
109. Валентинас Митунявичус. К вопросу о точности расчетов и категоричности выводов при производстве автотехнических экспертиз / международной конференции «Проблемные вопросы развития современных методологий экспертного анализа ДТП», Киев. – 2006.
110. Zagadnienia bezpieczeństwa samochodu. Jerzy Wicher/ Oficyna wydawnicza politechniki warszawskiej Warszawa 1998.
111. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов. М.: Транспорт, 1993. – 271с.
112. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда: Производ. Изд. – М.: Транспорт, 1986. – 136с.
113. Фаробин Я.Е. Теория поворота транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1970. – 176с.
114. Волошин Г.А. и др. Анализ дорожно-транспортных происшествий/Волошин Г.А., Мартынов В.П., Романов А.Г. – М.: Транспорт, 1987. – 240 с.
115. Евтюков С.С. Оценка скорости транспортных средств при проведении дорожно–транспортных экспертиз: диссертация...канд. техн. наук: 05.22.10. – СПб, 2014.–174с.
116. Колесников В.С. Неуправляемое движение автотранспортных средств при экстренном торможении,- Волгоград: Комитет по печати, 1996,- 208с.
117. Ермолович М.В. Экспертиза по делам о ДТП. /Под ред. Басецкого И.И. Из-во «Амалфея», 2001. – 96 с.
118. Вахламов В.К. Автомобили: Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 528с.
119. Судебная автотехническая экспертиза: пособие для экспертов - автотехников, следователей и судей. Часть II Теоретические основы и методика

- экспериментального исследования при производстве автотехнической экспертизы/под ред. В.А. Иларионова. – М.:ВНИИСЭ,1980. – 492с.
120. Федеральный закон РФ от 31.05.2001 №73- ФЗ (ред. от 25.11.2013) «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации», Российская газета, Федеральный выпуск №2718.
121. Тартаковский Д.Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий. – СПб.: Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с.
122. Евтюков С.С. Российский опыт совершенствования методик определения скорости движения транспортных средств при экспертизах ДТП / С.С. Евтюков, В.Н. Добромиров // Вестник гражданских инженеров. - 2013. - №5. С.160-165 (0,75п.л./0,5п.л.).
123. Терентьев А.В. Методы районирования, как методы оптимизации автотранспортных процессов / А.В. Терентьев, Д.Б. Ефименко, М.Ю. Карелина // Вестник гражданских инженеров. – СПб: СПбГАСУ, 2017. № 6 (65). С. 291-294.
124. Терентьев, А.В. Векторная оптимизация / А.В. Терентьев, Б.Д. Прудовский //Материалы 2-ой международной научно-практической конференции. Инновационные системы планирования и управления на транспорте и в машиностроении. –СПб.: НМСУ «Горный», 2014, – С. 64-66.
125. Евтюков С.С. Объектно-ориентированные модели управления - основа цифровой транспортной логистики / А.В.Терентьев, С.С.Евтюков, Е.А. Карелина, В.А. Терентьева // Грузовик. - 2019. - №8. - С.32-35 (0,5п.л./0,2п.л.).
126. Динер, И.Я. Исследование операций / И.Я. Динер. – Ленинград: ВМО-ЛУА, 1969. – 606 с.
127. Терентьев, А.В. Развитие метода районирования / А.В. Терентьев // Материалы 4-ой международной научно-практической конференции. Инновации на транспорте и в машиностроении. – СПб.: НМСУ «Горный», 2016. – С. 127-130

128. Вентцель, Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. - М.: Высшая школа, 2001. - 208 с.
129. Б.Д. Прудовский. Методы определения множества Парето в некоторых задачах линейного программирования/ Б.Д. Прудовский, А.В. Терентьев // Записки Горного института. Том 211. – СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. С. 86-90.
130. Терентьев, А.В. Методы принятия решений в условиях неопределённого состояния «внешней среды» / А.В. Терентьев, Б.Д. Прудовский // Транспортное планирование и моделирование: сб. трудов Международной научно-практической конференции (26-27 мая 2016) СПбГАСУ. – СПб., 2016. С. 145-149.
131. Терентьев, А.В. Методы решения автотранспортных задач [Электронный ресурс] / А.В. Терентьев // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; - Режим доступа: <http://www.science-education.ru/125-19863>.
132. Аналитические методы снятия неопределённости – основа цифровизации автотранспортного производства. А.В. Терентьев, С.С. Евтюков, Е.А. Карелина, Е.В. Куракина/ - СПб: Издательский дом «Петрополис», 2018г. - 210 с.
133. Смирнова С.А. Эксперт в правоприменительном процессе – СПб.: Питер, 2001. – 256с.
134. Смирнова С.А. Р.С. Белкин и развитие взглядов на управление качеством судебно-экспертной деятельности / Теория и практика судебной экспертизы №3. Изд. РФ ЦСЭ при МЮ РФ. – М., 2017. – 15-19
135. Россинский, С. Б. О практике производства экспертиз в негосударственном судебно-экспертном учреждении — [Электронный ресурс] — Режим доступа — URL: [http://www.juristlib.ru / book\\_10318. Html](http://www.juristlib.ru / book_10318. Html).
136. Евтушенко И. Г. Тенденции развития научно-методического обеспечения судебно-экспертной деятельности в негосударственных судебно-экспертных учреждениях Российской Федерации / И. Г. Евтушенко. — Текст : непосредственный // Право: современные тенденции : материалы

- II Междунар. науч. конф. (г. Уфа, апрель 2014 г.). — Т. 0. — Уфа : Лето, 2014. — С. 121-124.
137. MADYMO Theory Manual Version 7.8, TASS BV, 2019.
138. ГОСТ 33464-2015 Глобальная навигационная спутниковая система. Система экстренного реагирования при авариях. Устройство/система вызова экстренных оперативных служб. Общие технические требования
139. Gildfind D., Rees D. Acceleration-Displacement Crash Pulse Optimisation – A New Methodology to Optimise Vehicle Response for Multiple Impact Speeds // Young Automotive and Transport Executives Conference, Melbourne, VIC Australia, 2002
140. Никонов В.Н. Реконструкция обстоятельств ДТП. Введение в современные методы экспертных исследований. Использование краш-тестов. ISBN 978-5-4485-8175-5 Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero.
141. Евтюков С.С. Выбор коэффициентов при определении затрат кинетической энергии на деформацию автомобиля / С.С.Евтюков, Е.В.Голов // Вестник гражданских инженеров. - 2019. - №1. - С.152-157 (0,6п.л./0,4п.л.).
142. Crash 3 Technical manual. NHTSA. 1986
143. Moser A., Steffan H., Automatic Optimization of Pre-Impact Parameters Using Post-Impact Trajectories and Rest Positions, SAE Technical Paper No. 980373, Warrendale PA 1998.
144. Osterholt, G., Cummings, J., Biller, B., and Calhoun, V., "Updating Generic Crush Stiffness Coefficients for Accident Reconstruction," SAE Technical Paper 2010-01-1581, 2010
145. Balci, Osman, «Verification, Validation and Accreditation of Simulation Models,» Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference.
146. Sargent, Robert G., «Verification and Validation of Simulation Models,» Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference.

147. Kleijnen, Jack P.C., «Theory and Methodology: Verification and Validation of Simulation Models,» *European Journal of Operational Research* 82 (1995) 145-162.
148. Brach, Raymond M., Brach, R. Matthew, “Tire Models for Vehicle Dynamic Simulation and Accident Reconstruction,” *SAE Technical Paper* 2009-01-0102, 2009, doi:10.4271/2009-01-0102.
149. Подопригора Н.В. Методика определения параметров процесса торможения автотранспортных средств при реконструкции и экспертизе дорожно-транспортных происшествий : диссертация ... кан.тех. наук : 05.22.10. - СПб, 2013. - 145 с.
150. M.Hiemer Model based detection and reconstruction of road traffic accidents. Dissertation, Universitat Karlsruhe, 2004.
151. Евтюков С.А., Васильев Я.В. Применение данных сохраняемых в штатных системах управления пассивной безопасностью легковых автомобилей в экспертизе ДТП // *Materiały trzeciego międzynarodowego seminarium naukowego zwiększenie efektywności procesów przemysłowych i budowlanych*. Częstochowa. 2014.
152. Евтюков С.А., Васильев Я.В., Грушецкий С.М. Использование в экспертизе ДТП данных о параметрах движения транспортного средства из модулей управления подушками безопасности с функцией записи (EDR) // *Сборник докладов 9-ой международной научно-практической конференция «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах»* СПб 23-24 сентября 2010 г. СПбГАСУ., 2010. с. 254-259.
153. Евтюков С.А., Васильев Я.В., Rajczyk Pavel Концепция количественной оценки неопределенности знаний в задачах реконструкции ДТП // *Сборник докладов 12-ой международной научно-практической конференция «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах»*, 2016.
154. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения

155. Техническая диагностика транспортно-технологических систем в теоретических исследованиях // Васильев Я.В., Нестеренко М.В., Грушецкий С.М. Доклады 62-й научно-практической конференции молодых ученых. Сборник докладов, ч.2., СПбГАСУ., 2009. с.150-155.
156. Паспорт национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» Утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам. Протокол от 24.12.2018 №15.
157. Евтюков С.А., Степина П.А., Васильев Я.В. Дорожная экспертиза. Сборник научно-практических трудов группы предприятий «Дорсервис».- СПб.: ООО «Издательство ДНК», 2006. С.75-81
158. ГОСТ Р 50597-2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля
159. Об утверждении порядка проведения оценки уровня содержания автомобильных дорог общего пользования федерального значения. Приказ от 8 июня 2012 г. №163 Министерства транспорта российской федерации
160. Евтюков С.А., Васильев Я.В., Евтюков С.С., Голов Е.В. Прогнозирование изменения технико-эксплуатационных показателей подсистемы автомобильных дорог в системе ВАДС. СПб, ООО Издательский дом «Петрополис», 2017 – 232 с.
161. Евтюков С.А., Васильев Я.В., Евтюков С.С., Голов Е.В. Методы измерения и прогнозирования изменения температуры во времени и по глубине дорожной одежды (при оценке уровня безопасности дорожного движения). СПб, ООО Издательский дом «Петрополис», 2017 - 208 с.
162. Корухов Ю.Г., Замиховский М.И. Криминалистическая фотография и видеозапись для экспертов-автотехников (практическое пособие). Москва, Библиотека эксперта, 2006г -69с.
163. Распоряжение правительство Российской Федерации от 3 декабря 2014 года N 2446-р «Об утверждении Концепции построения и развития ап-

паратно-программного комплекса «Безопасный город» (с изменениями на 5 апреля 2019 года).

164. Определение по видеозаписям, фиксирующим событие дорожно-транспортного происшествия, положения и параметров движения его участников : методические рекомендации для экспертов / подгот.: С.М. Петров [и др.]. – М.: ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, 2016. – 88с.
165. Сборник примеров заключений эксперта по объектами судебной автотехнической экспертизы : практическое пособие для экспертов / В.Г. Григорян, И.В. Замараев, Д.А. Николаев, О.В. Попова. М.: ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, 2018. – 152с.
166. Петров С.М. Исследование материалов видеозаписи с целью установления обстоятельств дорожно-транспортного происшествия / Теория и практика судебной экспертизы №4 (32). Изд. РФ ЦСЭ при МЮ РФ. – М., 2013. – 62-82.
167. Евтюков С.С. К вопросу определения расстояния до объекта по фотографическим снимкам при реконструкции ДТП / С.А.Евтюков, И.В. Ворожейкин // Мир транспорта и технологических машин.- 2020.- №2.- 63-68 (0,6 п.л./0.3п.л.)/
168. Домке Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий. М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 288с.
169. Якимов О.Ю. Дорожно-транспортное происшествие. Выпуск 5. –М.: Юрайт-Издат, 2008. – 175 с.
170. Евтюков С.С. Влияние параметров дороги на определение скорости движения при экспертном исследовании ДТП / С.С.Евтюков, Е.В.Куракина // Вестник гражданских инженеров. - 2014. - №1. - С.103-109 (0,9п.л./0,45п.л.).
171. Евтюков С.С. Исследование сцепных характеристик дорожного покрытия при автотехнической экспертизе ДТП / Е.В.Куракина, С.С.Евтюков // Вестник гражданских инженеров. - 2015. - №5. - С.216-223 (0,8п.л./0,4п.л.).

172. Евтюков С.С. Метод расчета тормозного пути, учитывающий изменение коэффициента сцепления колеса с дорогой в зависимости от скорости / С.С.Евтюков, И.С.Гладушевский // Вестник гражданских инженеров. - 2018. - №6. - С.175-179 (0,5п.л./0,35п.л.).
173. Евтюков С.С. Методика расчета тормозного пути на сухом асфальтобетонном покрытии при движении на шипованных шинах/ С.С.Евтюков, И.С.Гладушевский // Вестник гражданских инженеров. - 2019. - №2. - С.142-146 (0,5п.л./0,4п.л.)
174. Wypadki drogowe - element analizy technicznej i opiniowania.
175. Project funded by the European Community under the 'Competitive and Sustainable Growth' Programme (1998- 2002) Ernst Tomasch Graz University of Technology, AT October, 2004 – 136p.
176. Gillespie, T.D., Fundamentals of Vehicle Dynamics. 1992, Warrendale: Society of Automotive Engineers, Inc.
177. Handbook of Automotive Engineering, ed. H.-H. Braess and U. Seiffert. 2005, Warrendale: SAE International. 425.
178. Bakker, E., H. Pacejka, and L. Lidner, A New Tire Model with an Application in Vehicle Dynamics Studies. 1989.
179. H. Steffan, B. C. Geigl, A. Moser, H. Hoschopf: Comparison of 10 to 100 km/h rigid barrier impacts; Graz University of Technology, Institute for Mechanics and Mechanisms, Austria, NHTSA Paper Number 98-S3-P-12.
180. Евтюков С.С. Совершенствование методики исследования замедления ТС при эксплуатации летних шин с разной высотой протектора / С.С. Евтюков, И.С.Гладушевский // Мир транспорта и технологических машин. - 2020. - №1. - С.72-78 (0,7п.л./0,5п.л.).
181. Евтюков С.С. Оценка свойств замедления автомобиля при использовании зимнего типа шин на укатанном снежном покрытии / И.С. Гладушевский, С.С.Евтюков // Вестник гражданских инженеров. - 2019. - №5. - С. 217-221 (0,5п.л./0,4п.л.).



182. ГОСТ 33078-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Методы измерения сцепления колеса автомобиля с покрытием».
183. ОДМ 218.4.039-2018 Рекомендации по диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог.
184. <https://rosdorteh.ru/>
185. ГОСТ Р 53827-2010 Автомобильные транспортные средства. Пружины цилиндрические винтовые, торсионы, стабилизаторы подвески. Технические требования и методы испытаний.
186. Васильченко В.Ф., Веденеев А.И., Горячев В.А., Жолнин А.Д., Журихин Ю.И., Савченко В.А., Ширяев П.П. Военные автомобили. Конструкция и расчёт./Под ред. проф. В.Ф. Васильченкова - Рыбинск, Издание ОАО «РДП», 1997 – 664с.
187. Литвинов А.С. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240с.
188. Добромиров В.Н., Гусев Е.П., Карунин М.А., Хавхонов В.П. Амортизаторы. Конструкция, расчёт, испытания/под ред. проф. В.Н. Добромирова – М.: МГТУ «МАМИ», 2006 – 184с.
189. Евтюков С.С. Сопротивление амортизатора сжатию, как фактор влияния на энергетические затраты автомобиля при преодолении порогового препятствия / С.С.Евтюков // Современные проблемы науки и образования, - 2014. - №3. - URL: [www.science-education.ru](http://www.science-education.ru) / 117 - 13246 (0,45п.л.).
190. Лысенко А.В. Дорожный метод контроля технического состояния амортизатора автотранспортных средств в условиях эксплуатации: диссертация кад. тех.наук:05.22.10 – Иркутск, 2019.-286с.
191. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. М.: Наука, 1971 – 192с.
192. Евтюков С.С. Определение силовых факторов взаимодействия колесного транспортного средства с абсолютно жестким пороговым препятствием при реконструкции ДТП / С.С.Евтюков // Вестник гражданских инженеров. - 2014. - №2. - С.118-123 (0,9п.л.).

193. Рунэ Эльвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трюле Во. Справочник по безопасности дорожного движения / пер. с Норвежского. Под редакцией проф. В.В. Лазаа. М.: МАДИ (ГТУ), 2001-754с.
194. Приказа МВД России от 23.08.2017 N 664 «Об утверждении Административного регламента исполнения Министерством внутренних дел Российской Федерации государственной функции по осуществлению федерального государственного надзора за соблюдением участниками дорожного движения требований законодательства Российской Федерации в области безопасности дорожного движения» (Зарегистрировано в Минюсте России 06.10.2017 N 48459).
195. Линьков В.В. АИУС Госавтоинспекции как система сбора информации о дорожно-транспортных происшествиях / Орловский юридический институт МВД РФ имени В.В. Лукьянова. Сборник научных статей, 2017. С. 6-9.
196. Приказ МВД России от 19 июня 2015 г. № 699 «Об организации учета, сбора и анализа сведений о дорожно-транспортных происшествиях».
197. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 N 195-ФЗ ред. от 24.04.2020г.
198. Методически рекомендации «Тактика и методика осмотра места происшествия с использованием специализированного бланка протокола осмотра места ДТП с приложением памятки следователю». ФГКУ «ВНИИ МВД России»: М. 2018г., 90с.
199. Евтюков С.С. Современные технологии первичного осмотра места дорожно-транспортного происшествия / В.Н.Добромиров, С.С.Евтюков, Е.В. Голов // Вестник гражданских инженеров. - 2017. - №2. - С. 232-239 (0,8п.л. / 0,35п.л.)
200. Кравцов А.Ю. Криминологическая характеристика и предупреждение ДТП в условиях крупного города: диссертация канд. юрид. наук.: 12.00.08. – М, 2014. – 246с.

201. Кудряшов Д.А. Теория и практика комплексной судебной экспертизы: диссертация канд. юрид. наук.: 12.00.12. – М, 2018. – 264с.
202. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 N 174-ФЗ (ред. от 24.04.2020).
203. Приказ от 27 декабря 2012 года N 237 Об утверждении Перечня родов (видов) судебных экспертиз, выполняемых в федеральных бюджетных судебно-экспертных учреждениях Минюста России, и Перечня экспертных специальностей, по которым представляется право самостоятельного производства судебных экспертиз в федеральных бюджетных судебно-экспертных учреждениях Минюста России (с изменениями на 13 сентября 2018 года).
204. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. 4-е изд., доп. М., 1997. – 760с.
205. Гуляев А.П. Процессуальные сроки в стадиях возбуждения уголовного дела и предварительного расследования., 1976. -144с.
206. Кайгародова Ю.Е. К вопросу о понятии и значении процессуальных сроков уголовного судопроизводства / Вестник Омской юридической академии. – Омск: Омская юридическая академия, 2012. №2(19). С.105-108.
207. Приказа N 346 от 20 декабря 2002 года «Об утверждении Методических рекомендаций по производству судебных экспертиз в государственных судебно-экспертных учреждениях системы Министерства юстиции Российской Федерации»

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**(по 4 главе)**

Приложение 4.1 Коэффициент сцепления для различных дорожных покрытий (по данным европейской ассоциации реконструкции ДТП)

дорожное покрытие	состояние покрытия	Коэффициент сцепления, $\phi$			
		сухое покрытие		мокрое покрытие	
		V < 48км/ч	V > 48км/ч	V < 48км/ч	V > 48км/ч
бетон	новое	0,80...1,20	0,70...1,00	0,50...0,80	0,4...0,75
	изношено на 50%	0,60...0,80	0,60...0,75	0,45...0,70	0,45...0,65
	сильно изношенное	0,55...0,75	0,50...0,65	0,45...0,65	0,45...0,60
асфальт	новое	0,80...1,20	0,65...1,00	0,50...0,80	0,45...0,75
	изношено на 50%	0,60...0,80	0,55...0,70	0,45...0,70	0,40...0,65
	сильно изношенное	0,55...0,75	0,45...0,65	0,45...0,65	0,40...0,60
	чрезмерно изношенный	0,50...0,60	0,35...0,60	0,30...0,60	0,25...0,55
гравий	укрепленное	0,55...0,85	0,50...0,80	0,40...0,80	0,40...0,60
	рассыпчатое	0,40...0,70	0,40...0,70	0,45...0,75	0,45...0,75
шлак	укрепленное	0,50...0,70	0,50...0,70	0,65...0,75	0,65...0,75
камень	дробленый	0,55...0,75	0,55...0,75	0,55...0,75	0,55...0,75
лед	гладкий	0,10...0,25	0,07...0,20	0,05...0,10	0,05...0,10
снег	уплотненный	0,30...0,55	0,35...0,55	0,30...0,60	0,30...0,60
	рыхлый	0,10...0,25	0,10...0,20	0,30...0,60	0,30...0,60

Приложение 4.2 Коэффициент сцепления для шин грузовых и легковых (по данным европейской ассоциации реконструкции ДТП)

Дорожное покрытие	шина легкового автомобиля	шина грузового автомобиля
сухой бетон	0,85	0,65
сухой асфальт	0,80	0,60
влажный бетон	0,70...0,80	0,50
мокрый асфальт	0,45...0,80	0,30
плотный снег	0,15	0,15
лед	0,05	0,11 (сухой)
		0,07 (мокрый)
сухая грязь	0,65	-
грязь	0,40...0,50	-
гравий или песок	0,55	-

Приложение 4.3 Коэффициент сцепления шин со снежной и ледяной поверхностью (по данным европейской ассоциации реконструкции ДТП)

Вид поверхности, особенности шины, окружающей среды	Описание поверхности (температур от -42° до -4°С)	диапазон коэффициента сцепления
лед	толстый твердый слой льда, не продавливаемый насквозь шипами шины или цепями противоскольжения, с водяной плёнкой на следах торможения	0,054...0,19
лед в контакте с шипованной резиной	лед, как указан выше	0,092...0,16
лед в контакте с шиной, оснащенной стальной цепью противоскольжения	лед, как указано выше	0,12...0,18
лед в контакте с шиной, при сниженном давлении в ней (221...83кПа)	лед, как указано выше	0,13...0,15
толстая ледяная корка	сплошной слой льда на асфальте или бетоне, различимый на дороге.	0,12...0,26
тонкая ледяная корка	сплошной слой льда на асфальте, бетоне, чаще на тротуарах, плохо различимый на дороге	0,17...0,49
утрамбованный заледеневший снег	сплошной слой снега, уплотненный до образования ледяной поверхности	0,12...0,39
утрамбованный заледеневший снег, перед светофоре	компактный участок уплотненного до ледяной поверхности снега перед светофорами, подтаявший от теплового воздействия стоящих не нём машин и дающий блики на поверхности дороги	0,09...0,22
утрамбованный	сплошной слой снега уплотненный до обра-	0,15...0,45

заледеневший снег, посыпанный песком	зирования ледяной поверхности, обработанный песком или гравием с частицами диаметром 3...6 мм	
утрамбованный заледеневший снег в колеях, посыпанный песком	заледеневший снег, как указано выше, с колеиностью, обработанный песком или гравием с частицами диаметром 3...6мм, с выкосом их из колеи	0,20...0,29
утрамбованный заледеневший снег, покрытый свежес выпавшим снегом	заледеневший снег, как указано выше, покрытый слоем свежес выпавшего неуплотненного снега толщиной 3...100мм.	0,18...0,45
утрамбованный заледеневший снег, покрытый слоем неуплотненного старого снега	заледеневший снег, как указано выше, на котором накопился слой старого грубого твердого не утрамбованного снега толщиной 100...200мм	0,43...0,45
разбитый асфальтобетон с 20% покрытием утрамбованным заледеневшим снегом	разбитый асфальтобетон с выбоинами, заполненными утрамбованным заледеневшим снегом	0,2
снег утрамбованный	снег, выпавший на чистый асфальтобетон и уплотненный колесами автотранспорта лишь до состояния, не сопровождающегося образованием гололедицы	0,24...0,37
снег не утрамбованный	свежес выпавший на чистый асфальт снег, не уплотненный колесами ранее двигавшегося автомобиля	0,15...0,42
снег глубоко не утрамбованный	снежная целина с глубиной неуплотненного снежного покрова, исключаящей контакт колес АТС с опорной поверхностью дороги	0,92...0,95
чистый асфальтобетон при отрицательной температуре окружающего воздуха	чистое сухое асфальтобетонное покрытие при отрицательных температурах	0,59...0,72
тоже при сла-	легкое частичное подмораживание чистой	0,61...0,64



боотрицательных температурах (до минус 1...3°C)	асфальтобетонной поверхности дороги в виде отдельных участков наледи	
тоже при среднеотрицательных температурах (до минус 10°C)	Промерзшая чистая асфальтобетонная поверхность дороги с характерным белом налетом	0,48...0,58
тоже при сильноотрицательных температурах (до минус 10°C)	промерзшая чистая асфальтобетонная поверхность дороги, покрытая тонкой тяжелой коркой белого налета	0,37...0,48

Приложение 4.4 Коэффициент эффективности торможения  $k$ , при отсутствии следов торможения

Категория транспортных средств	Без нагрузки				С нагрузкой 50%				С полной нагрузкой			
	$\varphi = 0,8$	$\varphi = 0,7$	$\varphi = 0,6$	$\varphi = 0,5$	$\varphi = 0,8$	$\varphi = 0,7$	$\varphi = 0,6$	$\varphi = 0,5$	$\varphi = 0,8$	$\varphi = 0,7$	$\varphi = 0,6$	$\varphi = 0,5$
Легковые автомобили и автомобили, сконструированные на их базе	1,2	1,1	1,0	1,0	1,3	1,2	1,1	1,1	1,4	1,3	1,2	1,2
Грузовые автомобили с полной массой до 8т, а также автопоезда, сконструированные на их базе, автобусы до 7,5м	1,3	1,2	1,1	1,1	1,5	1,4	1,3	1,2	1,6	1,5	1,5	1,2
Грузовые автомобили с полной массой более 8т, а также автопоезда, сконструированные на их базе, автобусы длиной более 7,5м	1,5	1,4	1,4	1,2	1,6	1,5	1,5	1,25	1,8	1,7	1,5	1,25
Мотоциклы (мотороллеры) и мопеды без коляски	1,2	1,1	1,0	1,0	1,4	1,3	1,2	1,1	1,5	1,4	1,3	1,2
Мотоциклы (мотороллеры) и мопеды с рабочим объемом двигателя менее 49,8см <sup>3</sup>	1,4	1,3	1,3	1,2	1,6	1,5	1,4	1,2	1,7	1,6	1,4	1,2
Примечание: Для мотоциклов (мотороллеров) и мопедов значение $k$ , приведены для случая торможения при одновременном действии ножного и ручного тормозов												

Приложение 4.5 – Коэффициент сцепления при различной степени блокировки колес

Вид покрытия	Состояние покрытия	Коэффициент сцепления	
		при частичной блокировки колес	при полной блокировки колес
бетон	сухой	0,8...1,08	0,7...0,9
	мокрый	0,25...0,75	0,15...0,65
асфальт	сухой	0,7...1,08	0,6...0,9
	мокрый	0,4...0,5	0,3...0,4
брусчатка каменная, чистая	сухой	0,7...0,8	-
	мокрый	0,4...0,5	-
брусчатка каменная, запыленная	сухой	0,6...0,7	-
	мокрый	0,25...0,35	-
клинкер	сухой	0,7...0,8	-
	мокрый	0,4...0,5	-
твердая грунтовая дорога	сухой	0,5...0,6	0,2...0,3
	мокрый	0,3...0,4	0,2...0,3
гравий	-	0,45	0,5
дорога покрытая снегом	-	0,1...0,4	0,1...0,3
обледенелая дорога	-	0,05...0,15	0,05...0,2

Приложение 4.6 Сертификата о калибровке прибора Деселерометр, модель «LWS-2МС»

<b>РОССИЙСКАЯ СИСТЕМА КАЛИБРОВКИ</b>	
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ"	
Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области» (ФБУ "Тест-С.-Петербург")	
<small>реестр 01438, срок действия до 11.01.2022 г., 190103, г. Санкт-Петербург, ул. Курляндская, д.1 номер и срок действия аттестата аккредитации, юридический адрес</small>	
<b>СЕРТИФИКАТ О КАЛИБРОВКЕ</b>	
<b>№ 19-02502</b>	
Действителен до <u>16</u> января 2020 г.	
Средство измерений	<u>Прибор для определения эффективности тормозной системы автомобиля (Деселерометр), модель LWS-2/МС</u> <small>наименование, тип средства измерений</small>
заводской №	<u>BTF-345</u>
изготовитель	<u>TEST-POL, Краков</u>
принадлежащее	<u>СПБ ГАСУ</u> <small>наименование юридического (физического) лица, ИНН</small>
	<u>ИНН 7809011023</u>
Методика калибровки	<u>Методика поверки М 016.000.00 РЭ</u> <small>наименование и номер документа</small>
Условия проведения калибровки	<u>Температура (20±5)°С; относительная влажность (65±15)%;</u> <small>приводят перечень влияющих факторов, нормированных в документе на методику калибровки, с указанием их значений</small>
Сведения об используемых при калибровке эталонах	<u>Динамометр ДОСМ-3-0,25 3</u> <small>наименование, заводской номер, разряд, класс или погрешность</small>
	<u>разряд; квадрант оптический КО-60 ПГ±30";</u>
<b>Результаты калибровки</b>	
Погрешность прибора при определении устоявшегося замедления не превышает 4 %.	

Приложение 4.7 – Результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  и  $t_3$  в осенне-зимний период

№	марка а/м	ABS	тип сезонности шины	нагрузка на а/м, %	тип дорожного покрытия/ φ	$j_{уст}, м/с^2$	$t_3, с$	$S_T, м$	$°C, град$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Mercedes ML350	да	фрикционная	0	обледенелый асфальт/0,1	4,4	0,54	20,9	-11
2	Mercedes ML 350	да	фрикционная	25		4,2	0,55	21,3	-11
3	Mercedes ML 350	да	фрикционная	50		3,9	0,55	22	-11
4	Mercedes ML 350	да	фрикционная	75		3,8	0,55	22,2	-11
5	Mercedes ML 350	да	фрикционная	100		3,8	0,55	22,2	-11
6	ВАЗ 2105	нет	фрикционная	0		3,8	0,15	22,3	-12
7	ВАЗ 2105	нет	фрикционная	25		3,5	0,15	20,6	-12
8	ВАЗ 2105	нет	фрикционная	50		3,4	0,15	21,4	-12
9	ВАЗ 2105	нет	фрикционная	75		3,4	0,15	21,4	-12
10	ВАЗ 2105	нет	фрикционная	100		3,4	0,15	21,4	-12
11	BMW 530d	да	зимняя шипованная	0		6,9	0,33	17,2	-10
12	BMW 530d	да	зимняя шипованная	25		6,6	0,35	17,5	-10
13	BMW 530d	да	зимняя шипованная	50		6,3	0,35	17,7	-10
14	BMW 530d	да	зимняя шипованная	75		6,2	0,35	17,8	-10
15	BMW 530d	да	зимняя шипованная	100		6,0	0,35	18,1	-10
16	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	0		3,6	0,22	21,3	-11
17	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	25		3,5	0,25	21,8	-11
18	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	50		3,3	0,25	22,3	-11
19	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	75		3,3	0,25	22,7	-11
20	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	100		3,2	0,25	22,7	-11
21	Lada Granta	нет	всесезонная	0		2,5	0,1	26	-10
22	Lada Granta	нет	всесезонная	25		2,4	0,1	24,6	-10
23	Lada Granta	нет	всесезонная	50		2,3	0,1	26,5	-10
24	Lada Granta	нет	всесезонная	75		2,2	0,1	26,8	-10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
25	Lada Granta	нет	всесезонная	100		2,2	0,1	26,8	-10
26	Mercedes ML350	да	фрикционная	0	снег укатанный/0,2	3,8	0,35	22,9	-12
27	Mercedes ML 350	да	фрикционная	25		3,3	0,35	23,1	-12
28	Mercedes ML 350	да	фрикционная	50		3,2	0,35	23,4	-12
29	Mercedes ML 350	да	фрикционная	75		3,1	0,35	23,6	-12
30	Mercedes ML 350	да	фрикционная	100		2,9	0,35	24,1	-12
31	BA3 2105	нет	фрикционная	0		3,1	0,28	23,2	-12
32	BA3 2105	нет	фрикционная	25		3,0	0,28	23,7	-12
33	BA3 2105	нет	фрикционная	75		2,9	0,28	23,8	-12
34	BA3 2105	нет	фрикционная	50		2,8	0,28	24,1	-12
35	BA3 2105	нет	фрикционная	100		2,8	0,28	24,1	-12
36	BMW 530d	да	зимняя шипованная	0		5,5	0,28	18,3	-12
37	BMW 530d	да	зимняя шипованная	25		5,2	0,31	18,7	-12
38	BMW 530d	да	зимняя шипованная	50		5,1	0,31	18,8	-12
39	BMW 530d	да	зимняя шипованная	75		5,1	0,31	18,8	-12
40	BMW 530d	да	зимняя шипованная	100		5,0	0,31	18,9	-12
41	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	0		2,8	0,27	24,3	-11
42	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	25		2,7	0,27	24,3	-11
43	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	50		2,7	0,27	24,2	-11
44	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	75		2,6	0,27	24,7	-11
45	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	100		2,6	0,27	24,7	-11
46	Lada Granta	нет	всесезонная	0	2,6	0,21	24,0	-9	
47	Lada Granta	нет	всесезонная	25	2,0	0,21	28,8	-9	
48	Lada Granta	нет	всесезонная	50	1,9	0,21	29,6	-9	
49	Lada Granta	нет	всесезонная	75	1,8	0,21	30,7	-9	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	Lada Granta	нет	всесезонная	100		1,8	0,21	30,7	-9
51	Mercedes ML350	да	фрикционная	0	снег рыхлый/0,3	5,8	0,28	17,9	-5
52	Mercedes ML 350	да	фрикционная	25		5,7	0,28	18,1	-5
53	Mercedes ML 350	да	фрикционная	50		5,6	0,28	18,2	-5
54	Mercedes ML 350	да	фрикционная	75		5,5	0,28	18,3	-5
55	Mercedes ML 350	да	фрикционная	100		5,5	0,28	18,3	-5
56	BA3 2105	нет	фрикционная	0		3,6	0,25	21,3	-5
57	BA3 2105	нет	фрикционная	25		3,4	0,25	21,9	-5
58	BA3 2105	нет	фрикционная	50		3,4	0,25	21,9	-5
59	BA3 2105	нет	фрикционная	75		3,3	0,25	22,4	-5
60	BA3 2105	нет	фрикционная	100		3,1	0,25	23,0	-5
61	BMW 530d	да	зимняя шипованная	0		3,2	0,24	22,6	-5
62	BMW 530d	Да	зимняя шипованная	25		2,9	0,24	23,6	-5
63	BMW 530d	да	зимняя шипованная	50		2,9	0,24	23,6	-5
64	BMW 530d	да	зимняя шипованная	75		2,8	0,24	24,1	-5
65	BMW 530d	да	зимняя шипованная	100		2,7	0,24	24,6	-5
66	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	0		2,9	0,27	23,7	-6
67	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	25		2,9	0,27	23,7	-6
68	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	50		2,8	0,27	24,3	-6
69	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	75		2,5	0,27	26,8	-6
70	Chevrolet Cruze	да	зимняя шипованная	100		2,3	0,27	27,3	-6
71	Lada Granta	нет	всесезонная	0		1,8	0,18	31,0	-5
72	Lada Granta	нет	всесезонная	25		1,7	0,18	36,6	-5
73	Lada Granta	нет	всесезонная	50		1,6	0,18	37,9	-5
74	Lada Granta	нет	всесезонная	75		1,6	0,18	37,9	-5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
75	Lada Granta	нет	всесезонная	100		1,5	0,18	34,5	-5
76	BA3 21120	нет	зимняя шипованная	0	асфальт мокрый/0,4	5,2	0,25	27,5	+7
77	BA3 21120	нет	зимняя шипованная	25		4,9	0,25	28,4	+7
78	BA3 21120	нет	зимняя шипованная	50		4,5	0,25	29,4	+7
79	BA3 21120	нет	зимняя шипованная	75		4,3	0,25	30,2	+7
80	BA3 21120	нет	зимняя шипованная	100		4,2	0,25	30,5	+7
81	BMW 530d	да	зимняя шипованная	0		6,1	0,27	26,1	+7
82	BMW 530d	да	зимняя шипованная	25		5,5	0,27	27,1	+7
83	BMW 530d	да	зимняя шипованная	50		5,2	0,27	27,8	+7
84	BMW 530d	да	зимняя шипованная	75		5,0	0,27	28,1	+7
85	BMW 530d	да	зимняя шипованная	100		4,9	0,27	28,5	+7
86	BA3 2105	нет	фрикционная	0		5,6	0,27	26,7	+7
87	BA3 2105	нет	фрикционная	25		5,4	0,27	27,2	+7
88	BA3 2105	нет	фрикционная	50		5,2	0,27	27,7	+7
89	BA3 2105	нет	фрикционная	75		5,1	0,27	27,9	+7
90	BA3 2105	нет	фрикционная	100		4,9	0,27	28,3	+7
91	Mercedes ML 350	да	фрикционная	0		6,8	0,23	25,1	+7
92	Mercedes ML 350	да	фрикционная	25		6,2	0,23	25,5	+7
93	Mercedes ML 350	да	фрикционная	50		6,2	0,23	25,5	+7
94	Mercedes ML 350	да	фрикционная	75		6,1	0,23	25,8	+7
95	Mercedes ML 350	да	фрикционная	100		6,1	0,23	25,8	+7
96	Mercedes ML 350	да	фрикционная	0	асфальт сухой/0,7	6,9	0,34	25,3	+10
97	Mercedes ML 350	да	фрикционная	25		6,7	0,34	25,5	+10
98	Mercedes ML 350	да	фрикционная	50		6,7	0,34	25,5	+10
99	Mercedes ML 350	да	фрикционная	75		6,6	0,34	25,6	+10



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	Mercedes ML 350	да	фрикционная	100	асфальт сухой/0,7	6,6	0,34	25,6	+10
101	ВАЗ 2105	нет	фрикционная	0		6,1	0,35	26,4	+10
102	ВАЗ 2105	нет	фрикционная	25		5,9	0,35	26,8	+10
103	ВАЗ 2105	нет	фрикционная	50		5,7	0,35	27,2	+10
104	ВАЗ 2105	нет	фрикционная	75		2,6	0,35	27,5	+10
105	ВАЗ 2105	нет	фрикционная	100		5,4	0,35	27,7	+10
106	BMW 530d	да	зимняя шипованная	0		6,6	0,35	25,7	+10
107	BMW 530d	да	зимняя шипованная	25		6,0	0,35	26,6	+10
108	BMW 530d	да	зимняя шипованная	50		5,7	0,35	27,2	+10
109	BMW 530d	да	зимняя шипованная	75		5,5	0,35	27,5	+10
110	BMW 530d	да	зимняя шипованная	100		5,4	0,35	27,8	+10
111	ВАЗ 21120	нет	зимняя шипованная	0		5,7	0,35	27,1	+10
112	ВАЗ 21120	нет	зимняя шипованная	25		5,4	0,35	27,8	+10
113	ВАЗ 21120	нет	зимняя шипованная	50		5,0	0,35	28,6	+10
114	ВАЗ 21120	нет	зимняя шипованная	75		4,8	0,35	29,1	+10
115	ВАЗ 21120	нет	зимняя шипованная	100	4,7	0,35	29,5	+10	

Приложение 4.8 – Результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  и  $t_3$  в весенне-летний период

№	марка а/м	ABS	Тип сезонности шины	Нагрузка на а/м, %	Тип дорожного покрытия/ f	$j_{уст},$ м/с <sup>2</sup>	$t_3, c$	$S_T, м$	°С, град
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Nissan Juke	да	летняя	0	асфальт сухой/0,8	7,1	0,35	25,1	+10
2	Nissan Juke	да	летняя	25		6,8	0,35	25,4	+10
3	Nissan Juke	да	летняя	50		6,7	0,35	25,5	+10
4	Nissan Juke	да	летняя	75		6,6	0,35	25,6	+10
5	Nissan Juke	да	летняя	100		6,6	0,35	25,6	+10
6	ВАЗ 21120	нет	летняя	0		6,8	0,32	25,2	+10
7	ВАЗ 21120	нет	летняя	25		6,7	0,32	25,4	+10
8	ВАЗ 21120	нет	летняя	50		6,6	0,34	25,6	+10
9	ВАЗ 21120	нет	летняя	75		6,5	0,34	24,7	+10
10	ВАЗ 21120	нет	летняя	100		6,5	0,34	25,7	+10
11	Lada Granta	нет	всесезонная	0		6,3	0,25	25,6	+10
12	Lada Granta	нет	всесезонная	25		6,2	0,25	25,8	+10
13	Lada Granta	нет	всесезонная	50		6,1	0,25	25,9	+10
14	Lada Granta	нет	всесезонная	75		6,0	0,25	26,1	+10
15	Lada Granta	нет	всесезонная	100		6,0	0,25	26,1	+10
16	BMW 530d	да	летняя	0		8,8	0,36	23,4	+15
17	BMW 530d	да	летняя	25		8,7	0,36	23,4	+15
18	BMW 530d	да	летняя	50		8,7	0,36	23,5	+15
19	BMW 530d	да	летняя	75		8,6	0,36	23,6	+15
20	BMW 530d	да	летняя	100		8,6	0,36	23,6	+15
21	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	0		6,2	0,53	27,3	+15
22	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	25		6,0	0,53	27,4	+15
23	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	50		5,8	0,53	27,5	+15
24	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	75		5,7	0,53	27,6	+15
25	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	100		5,6	0,53	27,6	+15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	Nissan Juke	да	летняя	0	асфальт влажный/0,6	6,6	0,29	25,3	+8
27	Nissan Juke	да	летняя	25		6,3	0,29	25,4	+8
28	Nissan Juke	да	летняя	50		6,2	0,29	25,5	+8
29	Nissan Juke	да	летняя	75		6,1	0,29	25,7	+8
30	Nissan Juke	да	летняя	100		6,1	0,29	25,7	+8
31	BA3 21120	нет	летняя	0		6,3	0,31	25,9	+9
32	BA3 21120	нет	летняя	25		6,2	0,31	26,1	+9
33	BA3 21120	нет	летняя	50		5,8	0,31	26,2	+9
34	BA3 21120	нет	летняя	75		5,8	0,31	26,2	+9
35	BA3 21120	нет	летняя	100		5,8	0,31	26,3	+9
36	Lada Granta	нет	всесезонная	0		5,9	0,23	26,1	+8
37	Lada Granta	нет	всесезонная	25		5,7	0,23	26,3	+8
38	Lada Granta	нет	всесезонная	50		5,3	0,23	26,4	+8
39	Lada Granta	нет	всесезонная	75		5,3	0,23	26,5	+8
40	Lada Granta	нет	всесезонная	100		5,3	0,23	26,5	+8
41	BMW 530d	да	летняя	0		8,5	0,31	23,3	+8
42	BMW 530d	да	летняя	25		8,2	0,31	23,4	+8
43	BMW 530d	да	летняя	50		7,9	0,31	23,4	+8
44	BMW 530d	да	летняя	75		7,8	0,31	24,0	+8
45	BMW 530d	да	летняя	100		7,6	0,31	23,5	+8
46	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	0		5,7	0,35	27,2	+8
47	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	25		5,4	0,35	27,3	+8
48	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	50		5,4	0,35	27,4	+8
49	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	75		5,3	0,35	27,5	+8
50	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	100		5,2	0,35	27,6	+8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
51	Nissan Juke	да	летняя	0	асфальт мокрый/0,4	5,1	0,26	27,8	+10
52	Nissan Juke	да	летняя	25		5,1	0,26	27,8	+10
53	Nissan Juke	да	летняя	50		5,0	0,26	28,1	+10
54	Nissan Juke	да	летняя	75		5,3	0,23	28,4	+10
55	Nissan Juke	да	летняя	100		4,9	0,26	28,6	+10
56	BA3 21120	нет	летняя	0		5,9	0,29	26,5	+10
57	BA3 21120	нет	летняя	25		5,8	0,29	26,7	+10
58	BA3 21120	нет	летняя	50		5,5	0,29	26,8	+10
59	BA3 21120	нет	летняя	75		5,3	0,29	26,9	+10
60	BA3 21120	нет	летняя	100		5,2	0,29	27	+10
61	Lada Granta	нет	всесезонная	0		5,4	0,21	27,1	+9
62	Lada Granta	нет	всесезонная	25		5,3	0,21	27,2	+9
63	Lada Granta	нет	всесезонная	50		5,0	0,21	27,4	+9
64	Lada Granta	нет	всесезонная	75		4,9	0,21	27,5	+9
65	Lada Granta	нет	всесезонная	100		4,8	0,21	27,6	+9
66	BMW 530d	да	летняя	0		7,9	0,3	23,9	+10
67	BMW 530d	да	летняя	25		7,6	0,3	24,1	+10
68	BMW 530d	да	летняя	50		7,4	0,3	24,2	+10
69	BMW 530d	да	летняя	75		7,2	0,3	24,4	+10
70	BMW 530d	да	летняя	100		7,1	0,3	24,5	+10
71	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	0		5,3	0,3	27,7	+10
72	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	25		4,9	0,3	27,9	+10
73	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	50		4,6	0,3	28,2	+10
74	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	75		4,4	0,31	28,4	+10
75	ГАЗ Баргузин	нет	летняя	100		4,3	0,31	28,5	+10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
76	BA3 2105	нет	летняя	0	снег укатанный/0,3	1,8	0,25	50,4	-7
77	BA3 2105	нет	летняя	25		1,6	0,25	55,2	-7
78	BA3 2105	нет	летняя	50		1,5	0,25	57,6	-7
79	BA3 2105	нет	летняя	75		1,4	0,25	61,7	-7
80	BA3 2105	нет	летняя	100		1,3	0,25	62,4	-7
81	Citroen C4	да	летняя	0		2,0	0,26	47,4	-7
82	Citroen C4	да	летняя	25		1,9	0,26	49,1	-7
83	Citroen C4	да	летняя	50		1,7	0,26	51,4	-7
84	Citroen C4	да	летняя	75		1,7	0,26	53,1	-7
85	Citroen C4	да	летняя	100		1,7	0,26	53,1	-7
86	BA3 2105	нет	летняя	0	обледенелый асфальт/0,1	2,2	0,15	43,2	-8
87	BA3 2105	нет	летняя	25		2,0	0,15	46,3	-8
88	BA3 2105	нет	летняя	50		1,8	0,15	50,2	-8
89	BA3 2105	нет	летняя	75		1,6	0,15	50,9	-8
90	BA3 2105	нет	летняя	100		1,3	0,15	51,9	-8
91	Citroen C4	да	летняя	0		2,4	0,18	41,4	-8
92	Citroen C4	да	летняя	25		2,3	0,18	41,9	-8
93	Citroen C4	да	летняя	50		1,8	0,18	42,8	-8
94	Citroen C4	да	летняя	75		1,5	0,18	43,1	-8
95	Citroen C4	да	летняя	100		1,3	0,18	43,8	-8

Приложение 4.9 – Результаты экспериментальных исследований  $j_{уст}$  на влажном асфальтобетонном покрытии при нулевых температурах на шипованной резине

№	марка ТС	модель ТС	ГОД ВЫ- пуска ТС	сезон	шипы	$h_{пр}$ , мм	$j_{min}$ , м/с <sup>2</sup>	$j_{max}$ , м/с <sup>2</sup>
1	Audi	A8	2016	зимняя	да	6,31	7,07	8,01
2	BMW	750D	2017	зимняя	да	8,82	7,1	8,09
3	Genesis	G80	2017	зимняя	да	6,74	6,87	7,82
4	Hyundai	Equus	2014	зимняя	да	5,98	6,83	7,76
5	Lexus	LS	2013	зимняя	да	4,73	6,91	7,89
7	Audi	A6	2018	зимняя	да	8,03	7,38	7,96
10	Volvo	S80	2011	зимняя	да	7,04	7,34	7,97
11	Toyota	Camry	2017	зимняя	да	5,84	7,3	8,1
12	Lexus	IS	2013	зимняя	да	6,64	7,28	8,18
14	Audi	A4	2016	зимняя	да	5,94	7,23	7,84
15	BMW	3	2013	зимняя	да	5,58	7,17	7,81
18	Volkswagen	Passat	2015	зимняя	да	5,44	7,22	8,09
19	Volvo	S40	2011	зимняя	да	5,79	7,17	8,13
20	Skoda	Octavia	2017	зимняя	да	5,15	7,1	8,09
21	Volkswagen	Polo	2015	зимняя	да	5,52	7,07	8,02
22	Hyundai	Solaris	2014	зимняя	да	5,3	7,12	8,05
23	Audi	Q3	2015	зимняя	да	6,41	7,26	8,29
24	BMW	X1	2012	зимняя	да	7,02	7,29	8,24
25	Mersedes-Benz	GLA	2014	зимняя	да	6,76	7,32	8,27
26	Mazda	CX-5	2015	зимняя	да	6,89	7,28	7,88
27	Nissan	Qashqai	2014	зимняя	да	7,49	7,22	7,8
28	Hyundai	Tucson	2015	зимняя	да	7,65	7,26	7,88
29	Honda	CR-V	2015	зимняя	да	7,81	7,21	7,9
30	Audi	Q5	2012	зимняя	да	7,97	7,23	8,17
31	Mersedes-Benz	GLC	2016	зимняя	да	8,12	7,2	8,15
32	BMW	X3	2014	зимняя	да	8,28	7,24	8,13
33	BMW	X5	2014	зимняя	да	8,44	7,3	8,01
34	Toyota	Land Cruiser 150	2019	зимняя	да	10	7,29	7,92
35	Mersedes-Benz	GL	2012	зимняя	да	8,43	7,23	7,89
36	Audi	Q7	2015	зимняя	да	7,39	7,27	8



Приложение 4.10 Сертификат о поверке передвижной лаборатории КП-514 РДТ  
123456709 рег57066-14

	
<b>ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ</b>	
<small>Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний им. Б.А. Дубовикова в Саратовской области» (ФБУ «Саратовский ЦСМ им. Б.А. Дубовикова») 410065, г. Саратов, ул. Тверская, 51А, тел: (845-2) 63-26-09, факс: 63-24-26, E-mail: scsm@gosmetra.ru, www.gosmetra.ru Аттестат аккредитации № RA.RU.311232, дата внесения сведений в реестр аккредитованных лиц 20.07.2015 г., бессрочный</small>	
	<b>СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ № 375955</b>
	Действительно до <u>21.05.2020 г.</u>
<b>Средство измерений комплекс измерительный аэродромно- дорожной лаборатории</b> <small>наименование, тип, модификация средства измерений, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений, присвоенный при утверждении типа</small>	
<b>КП-514 РДТ.123456709 рег. № 57066-14</b>	
заводской (серийный) номер <b>19099</b>	
в составе <b>ПКРС-2 РДТ зав. № 1830</b>	
номер знака предыдущей поверки <b>17006094767</b>	
поверено <b>в полном объеме</b> <small>наименование единиц величины, диапазонов измерений, по которым поверено средство измерений</small>	
в соответствии с <b>МН АПМ 24-13</b> <small>наименование или обозначение документа, на основании которого выполнена поверка</small>	
с применением эталонов: <b>см. на обороте</b> <small>регистрационный номер и (или) наименование, тип, заводской номер, разряд, класс или погрешность эталонов, применяемых при поверке</small>	
при следующих значениях влияющих факторов: <b>температура окружающей среды 12,0 °С</b> <small>перечень влияющих факторов</small>	
<b>относительная влажность воздуха 48 % атмосферное давление 102,26 кПа</b> <small>нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений</small>	
и на основании результатов <b>первичной (первоначальной) поверки</b> признано <small>необязательно зачеркивать</small>	
пригодным к применению.	
Знак поверки:	
Начальник отдела	 <small>подпись</small> <b>Юмашев Дмитрий Александрович</b> <small>фамилия, имя и отчество (при наличии)</small>
Поверитель	 <small>подпись</small> <b>Карнова Тамара Валерьевна</b> <small>фамилия, имя и отчество (при наличии)</small>
Дата поверки	<b>22.05.2019 г.</b>
	стр. 1 из 2



## Продолжение приложения 4.10

**МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И (ИЛИ) ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ**

(приводит в соответствии с требованиями пункта 43 Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержденного приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» в форме, рекомендуемой методикой поверки; и в случае отсутствия рекомендаций — в произвольной форме)

**СИ, применяемые при поверке:**

линейки измерительные металлические, зав. № 1412, зав. № 1201;  
 рулетка измерительная металлическая тип PR 100/5, зав. № 155;  
 динамометр переносной эталонный 3-го разряда на растяжение тип ДОР-3-СИ, зав. № 068642;  
 динамометр электронный переносной тип ДЭП1-1Д-100У-2, зав. № 012222;  
 весы платформенные передвижные ВСП 4-600 А 9, зав. № 18518;  
 измеритель лазерный триангуляционный РФ 603, зав. № 21130;  
 головка микрометрическая с ценой деления 0,01 мм, зав. № 3831;

**ИО, применяемое при поверке:**

контрольный участок дороги № 4, контрольный участок дороги № 5, аттестат № 48 от 31.05.2017 г.;  
 контрольный участок дороги № 2, аттестат № 47 от 21.05.2015 г.;  
 стенд ориентации СНПЦ 024.00.00.000 зав. № 02, аттестат № 41 от 15.05.2013 г.;  
 стенд-построитель профиля РДГ 695.44.00.000 зав. № 01, аттестат № 43 от 10.06.2014 г.;

**Поверено по каналам:**

№ 1 «путь» в диапазоне от  $10^2$  до  $10^3$  м;  
 № 2 «координаты»;  
 № 3 «геометрия» в диапазонах:  
 - угол поворота трассы от минус  $180^\circ$  до плюс  $180^\circ$ ;  
 - продольный уклон от минус 105 до плюс 105 ‰;  
 - поперечный уклон от минус 105 до плюс 105 ‰;  
 № 4 «ровность» в диапазоне от 1 до 10 мм/м;  
 № 5 «колебательность» в диапазоне от 2 до 150 мм;  
 № 6 «видеосъемка» в диапазоне от 0,5 до 20 м;  
 № 7 «сцепление» в диапазоне от 0,1 до 1,0;  
 № 9 «толчкомер» в диапазоне от минус 100 до плюс 100 мм.

**Коэффициенты пересчета каналов измерений:**

длины пройденного пути	К путь =	0,8023967
	К лев.борт =	0,855
	К прав.борт =	0,841
	К нос =	0,97
геометрических параметров	К корма =	0,97
	К сцепл =	1,29593
коэффициент сцепления	К сцепл =	1,29593

Наименование заказчика

ООО «СПбГАСУ-Дорсервис», г. С-Петербург

наименование юридического (физического) лица



№ пп	Наименование показателя	Количественная характеристика
1	2	3
Тип силоизмерителя -маятниковый		
1	наибольшая нагрузка, кгс	5000
2	количество поясов по шкале силоизмерителя	3
3	предельное значение шкалы нагрузок, кгс	
	на поясе А	1000
	на поясе Б	2500
	на поясе В	500
4	рабочая часть шкалы, кгс	
	на поясе А	200...1000
	на поясе Б	500...2500
	на поясе В	1000...5000
5	цена деления шкалы, кгс	
	на поясе А	2
	на поясе Б	5
	на поясе В	10
6	допустимая погрешность показаний нагрузки в пределах рабочей части каждого пояса шкалы при прямом ходе (нагружений) %	±1
6а	разность между прямым и обратным ходом %	не более 2%
7	масштаб записи диаграммы	
	а) по нагрузке – I, 6 ординаты	
	соответствует кгс	
	на поясе А	5
	на поясе Б	12,5
	на поясе В	25
	а) по деформации 10:1 50:1 100:1	-
8	погрешность записи на диаграмме:	
	по нагрузке от максимального значения высоты ординаты, %	±1
	по деформации, %, начиная с 10% от предела измерения	±3%
9	предельное значение шкалы деформации, мм	200
10	цена деления шкалы деформации, мм	1
11	скорость перемещения активного захвата, мм/мин	1...100
12	скорость обратного хода захвата, мм/мин	200
13	наибольшее расстояние между захватами, мм	700
14	расстояние от оси образцы до винта, мм	214

1	2	3
15	габариты машины, мм	
	ширина	710
	длина	1400
	высота	2065
16	вес машины, кг	790
17	потребляемая мощность, кВт	2
18	питание машины от сети переменного тока напряжением, В	380/220

Приложение 4.12 Технические данные испытательного стенда «Miletto»

Тип привода	электромеханический
Тип колебателя	КШМ
Тип зажима амортизатора	Механический
Максимальное усилие, Н	10000
Рабочий ход, мм	10-110
Частота колебаний, Гц	0,17 – 2,6
Максимальная скорость, м/с	0,03 – 0,9
Установочная длина, мм	230 – 700
Точность измерений, %	0,2
Потребляемая мощность, кВт	5
Разработчик	фирма «Гайнц Валь», Италия

## Приложение 4.13 Амортизаторы передней подвески

№	обозначение амортизатора	применяемость	величина силы сопротивления, при перемещении поршня в клапанном режиме, Н (кгс)	
			скорость поршня, м/с	усилие при сжатии
1	2	3	4	5
1	23.2905010 (AB 36.00.00)	ГАЗ 3302 «Газель»	0,414	882±176 (250±38)
2	AB 36.00.00-02	ГАЗ 3302 «Газель»	0,393	1401±137 (143±14)
3	25.2905010 (AB 52.00.00)	ВАЗ 2101...2107 и их модификаций	0,29	294±59 (30±6)
4	252.2905010 (AB 71.00.00)	ВАЗ 2121 и его модификаций		294±59 (30±6)
5	252.2905010-01 (AB 71.00.00-01)	ВАЗ 2131 и его модификаций		382±77 (39±8)
6	232.2905010 (AB 50.00.00)	ГАЗ 24, 2410, 3102, 31029, 3110	0,42	490±100 (50±10)
7	232.2905010-01 (AB 50.00.00-01)	ГАЗ 24, 2410, 3102,31029, 3110		
8	231.2905010 (AB 63.00.00)	ГАЗ 2217 «Соболь»	0,414	1176±235 (120±24)
9	231.2905010-01 (AB 63.00.00-01)	ГАЗ 2217 «Соболь»		
10	AB 63.00.00-02	ГАЗ 2217 «Соболь»	0,393	1215±118 (124±12)
15	AB 73.00.00	«Москвич 2140» и его модификаций	0,414	490±147 (50±15)
16	AB 109.00.00	Ford Granada/Consul, 72 - 85		735±147 (75±15)
17	AB 127.00.00	Nissan Patrol 160-743,260-743, 89 -		1666±343 (170±35)
18	AB 131.00.00	SAAB 900, 84 - 93		1372±294 (140±30)
19	AB 147.00.00	Mercedes-Benz C (202), 93 -		490±98 (50±10)
20	AB 149.00.00	Mercedes-Benz (W126), 85-91		343±68,6 (35±7)
21	AB 152.00.00	Nissan Primera (P10), 90 - 96	0,414	735±147 (75±15)
22	AB 161.00.00	Hyundai Chorus		1029±206 (105±21)
23	AB 168.00.00	Toyota 4-Runner: (RN 61) 87, (LN, KZN, VZN) 89 - 95		980±196 (100±20)
24	AB 170.00.00	Nissan Terrano I/Pathfinder (WD 21) 87-93, Ford Maverick 93-		882±147 (90±15)
25	AB 180.00.00	Volkswagen Transporter T2, 79-92		1078±216 (110±22)
26	AB 184.00.00	Volkswagen Transporter T4, 90-		

1	2	3	4	5	
27	AB 190.00.00	BA3 2123 и его модификаций		328±49 (33,5±5)	
28	AB 190.00.00-01	BA3 2123 и его модификаций		343±49 (35±5)	
29	AB 193.00.00	ГАЗ 3102 (original 1)		725±147 (74±15)	
30	AB 201.00.00	Mitsubishi Pajero/Shogun/Montero (L040) 11.88-91		882±147 (90±15)	
31	AB 205.00.00	Mercedes-Benz E (210) 06.95-		441±98 (45±10)	
32	AB 209.00.00	Volkswagen Passat (3B)/(5B) 10.96-, Audi A6 (4B) 01.97-		637±147 (65±15)	
33	AB 220.00.00	Mitsubishi Pajero/Shogun/Montero (V20) 90-		1078±216 (110±22)	
34	AB 228.00.00	Volkswagen Transporter T4, 90-		1078±215,5 (110±22)	
35	AB 235.00.00	Mitsubishi Pajero/Shogun/Montero (V20) 90-		1078±216 (110±22)	
36	AB 246.00.00	BA3 21214 M «Нива»		510±102 (52±10)	
37	AB 276.00.00	Hover Great Wall		0,414	686±147 (70±15)
38	AB 291.00.00	УАЗ 3162-10 (с колеей 1600 мм)		0,52	1274±167 (130±17)
39	AB 291.00.00-10	УАЗ 3162-10 (с ув. дор. просветом «+30»)			
40	AB 291.00.00-20	УАЗ 3162-10 (с ув. дор. просветом «+50»)			
41	AB 294.00.00	УАЗ 3162 (с колеей 1445 мм)	803±167 (82±17)		
42	AB 294.00.00-10	УАЗ 3162 (с ув. дор. просветом «+30»)			
43	AB 294.00.00-20	УАЗ 3162 (с ув. дор. просветом «+50»)			
44	AB 295.00.00	УАЗ 31514 и его модификации			803±167 (82±17)

## Приложение 4.14 Амортизаторы задней подвески

№№	обозначение амортизатора	применяемость	величина силы сопротивления, при перемещении поршня в клапанном режиме, Н (кгс)	
			скорость поршня, м/с	усилие при сжатии
1	25.2915010-01 (AB 32.00.00)	ВАЗ 2101... 2107 и их модификаций	0,414	343±98 (35±10)
2	AB 36.00.00-01	ГАЗ 2217 «Соболь»	0,393	1117±108 (114±11)
3	24.2915010 (AB 37.00.00)	Москвич 2141 и его модификаций	0,414	343±98 (35±10)
4	251.2915010 (AB 39.00.00)	ВАЗ 2108,2109 и их модификаций		343±98 (35±10)
5	251.2915010-01 (AB 39.00.00-01)	ВАЗ 2110 и его модификаций		510±78 (52±8)
6	AB 47.00.00	ИЖ 2126 Орбита и его модификаций		343±98 (35±10)
7	232.2915010 (AB 51.00.00)	ГАЗ 24, 2410, 3102, 31029, 3110	0,420	490±100 (50±10)
8	AB 55.00.00	Москвич 2140 и его модификаций	0,414	490±147 (50±15)
9	26.2915010 (AB 62.00.00)	ЗАЗ 1102 Таврия и его модификаций	0,314	343±69 (35±7)
10	261.2915010 (AB 67.00.00)	ВАЗ 1111 Ока и его модификаций		282,5±58,9 (28,8±6)
11	252.2915010 (AB 72.00.00)	ВАЗ 2121 и его модификаций	0,414	637±147 (65±15)
12	252.2915010-01 (AB 72.00.00-01)	ВАЗ 2131 и его модификаций		573±114 (58,5±12)
15	AB 70.00.00	Mercedes-Benz: (W124) 84 - 93,124E 93-95	0,414	490±98 (50±10)
16	AB 77.00.00	Opel Vectra A, 88 - 95		392±78,4 (40±8)
17	AB 78.00.00	Peugeot 405, 87-93		833±196 (85±20)
18	AB 78.00.00-01 (45 002011)	Samand, 2000 -		
19	AB 80.00.00	Opel Kadett D/E, 79-91, Astra F Caravan 91-98	0,414	539±147(55±15)
20	AB 88.00.00	BMW3 (E30), 82-90		490±98 (50±10)
21	AB 92.00.00	Ford Transit, 91 -		735±147 (75±15)
22	AB 94.00.00	Volvo 740/760 - 940/960, 84 - 92		784±157 (80±16)
23	AB 99.00.00	Audi 100/200, 82-90		490±98 (50±10)

## Приложение 4.15 Технические характеристики прибора Эффект – 02

Измеряемые параметры	Диапазон значений
установившееся замедление $j_{уст}$ , м/с <sup>2</sup>	0...9,81
усилие нажатия на педаль $P_{п}$ , кгс (Н)	10...100 (98...980)
тормозной путь $S_T$ , м	0...50
начальная скорость торможения $V_0$ , км/ч	20...50
пересчитанная норма тормозного пути $S_{T*}$ , м	0...50
время срабатывания тормозной системы $t_{ср}$ , с	0...3
Пределы основной допускаемой относительной погрешности, %	
установившееся замедление	±4
усилие нажатия на педаль	±5
время срабатывания тормозной системы	±0,1
Параметры прибора	
напряжение питания, В	12±2
потребляемая мощность, Вт, не более	2
Габаритные размеры прибора, мм	
электронный блок	206x75x38
датчик усилия	135x95x70
Масса прибора, кг	
электронный блок	0,4
датчик усилия	0,5

Приложение 4.16 – Поверка ладометров марки IW2 SCREEN/EUROTTEST  
(взять у Доценко в понедельник-вторник)

*САН ПАСУ*



Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

Федеральное бюджетное учреждение  
«Государственный региональный центр  
стандартизации, метрологии и испытаний  
в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области»  
(ФБУ «Тест-С.-Петербург»)



ОСНОВАН В 1900 г.

Регистрационный номер аттестата аккредитации RA.RU.311483 от 29.12.2015 г.

## СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ 0176627

Действительно до 04 октября 2019

Средство измерений Весы автомобильные электронные передвижные ВА-П-

20Т, №19766-03

наименование, тип, модификация, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (если в состав средства измерений входят

несколько автономных измерительных блоков, то приводится их перечень и заводские номера)

серия и номер клейма предыдущей поверки Отсутствуют  
(если такая серия и номер имеются)

заводской номер (номера) 13599

поверено в соответствии с описанием типа  
наименование величины, диапазонов, на которых поверено средство измерений

(если предусмотрено методикой поверки)

поверено в соответствии с документом "Весы автомобильные электронные передвижные ВА-П. Методика поверки." ГНИИИ МО РФ 18.07.00  
наименование документа, на основании которого выполнена поверка

с применением эталонов: гири 500кг 4 разряд рег. №3. 1.ЗСП.1181.2015; гири 20кг 4разряд рег. №3. 1.ЗСП.1173.2015.  
наименование, тип, заводской номер  
(регистрационный номер (при наличии), разряд, класс или погрешность эталона,

применяемого при поверке)

при следующих значениях влияющих факторов: температура окружающего воздуха +9°C относительная влажность 57%  
приводят перечень

влияющих факторов, нормированных в документе на методику поверки,

с указанием их значений

и на основании результатов первичной перисодической поверки признано соответствующим установленным в описании типа метрологическим требованиям и пригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Знак поверки



начальник отдела

должность

поверитель

Дата поверки 05 октября 2019 г.

С.А.Тихонов

Фамилия И.О.

П.И. Кирсанов

Фамилия И.О.

## Приложение 4.17 – Результаты испытаний с прибором «Эффект – 02»

характеристика участка и условия заезда	измеряемые параметры	Номер заезда $i$ и результат измерения $X_i$									
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{cp}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Транспортное средство Форд Фокус снаряженная масса 1325кг											
горизонтальное ровное покрытие с $\varphi=0,8$ (сухая проезжая часть), прямолинейное движение	$V_0$ , км/ч	44,0	40,3	41,0	42,2	39,6	42,0	43,3	41,0	40,6	41,6
	$S_T$ , м	11,6	10,5	10,9	11,3	10,1	11,4	11,4	10,8	10,7	11,0
	$j_{уст}$ , м/с <sup>2</sup>	7,6	7,2	7,5	7,3	7,5	7,4	7,2	7,5	7,5	7,4
горизонтальное ровное покрытие с $\varphi=0,8$ (сухая проезжая часть), прямолинейное движение с преодолением 2х трамвайных путей удовлетворительной укладки с углом встречи 90° ( $\varphi=0,32$ )	$V_0$ , км/ч	43,2	40,0	40,5	41,0	42,0	44,1	41,6	39,8	40,2	41,4
	$S_T$ , м	10,4	9,6	10,0	10,3	10,9	11,3	10,4	9,5	9,8	10,2
	$j_{уст}$ , м/с <sup>2</sup>	7,2	7,4	7,3	7,5	7,0	7,3	7,6	7,3	7,3	7,3
горизонтальное ровное покрытие с $\varphi=0,6$ (мокрая проезжая часть), прямолинейное движение	$V_0$ , км/ч	40,9	38,3	39,3	40,3	42,1	41,0	43,3	41,0	40,6	40,8
	$S_T$ , м	12,2	11,4	12,0	10,5	13,2	12,4	14,1	12,3	12,1	12,2
	$j_{уст}$ , м/с <sup>2</sup>	6,9	6,5	6,4	7,0	6,7	6,8	6,5	6,9	6,9	6,7
горизонтальное ровное покрытие с $\varphi=0,6$ (мокрая проезжая часть), прямолинейное движение с преодолением 2х трамвайных путей удовлетворительной укладки с углом встречи 90° ( $\varphi=0,23$ )	$V_0$ , км/ч	42,1	39,4	43,8	44,5	41,3	40,5	41,6	39,8	39,2	40,4
	$S_T$ , м	13,0	11,6	13,7	14,0	11,5	10,5	11,7	11,0	11,0	11,5
	$j_{уст}$ , м/с <sup>2</sup>	6,3	6,2	6,4	6,5	7,0	7,6	7,0	6,8	6,6	6,8



Транспортное средство ВАЗ-2107 снаряженная масса 955кг											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
горизонтальное ровное покрытие с $\varphi=0,8$ (сухая проезжая часть), прямолинейное движение	$V_0$ , км/ч	39,7	41,3	39,8	40,7	42,1	41,0	40,4	40,9	41,6	40,8
	$S_T$ , м	11,8	12,2	12,0	12,1	12,7	12,5	12,3	12,8	12,9	12,4
	$j_{уст}$ , м/с <sup>2</sup>	6,9	7,3	6,8	7,1	7,2	6,9	6,8	6,7	6,9	7,0
горизонтальное ровное покрытие с $\varphi=0,8$ (сухая проезжая часть), прямолинейное движение с преодолением 2х трамвайных путей удовлетворительной укладки с углом встречи 90° ( $\varphi=0,32$ )	$V_0$ , км/ч	38,4	39,5	40,6	41,2	40,2	39,1	41,4	40,8	40,5	40,2
	$S_T$ , м	11,7	11,9	12,2	12,4	12,1	11,9	12,5	12,3	12,3	12,1
	$j_{уст}$ , м/с <sup>2</sup>	6,5	6,8	7,0	7,1	6,9	6,6	7,1	7,0	6,9	6,8

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

**(по 5 главе)**

"Утверждаю"  
 Начальник ФБУ Северо-Западного  
 РЦСЭ Минюста России  
 Замараева Н.А.  
 "06" февраля 2019 года

**Прейскурант № 3**  
 на проведение автотехнических и транспортно-трасологических экспертиз (исследований)  
 в Санкт-Петербурге на 2019 год

№ п/п	Виды исследований	Категория сложности		
		1	2	3
1.	Исследование обстоятельств ДТП			
1.1.	по материалам дела	19984	29067	40968
1.2.	с обследованием места ДТП или получением необходимых экспериментальных данных	26643	38753	50989
2.	Исследование технического состояния одного транспортного средства (ТС)			
2.1.	с обследованием основных узлов и деталей	19984	29067	40968
2.2.	с изучением демонтированного узла (детали) в стационарных условиях	26643	38753	50989
3.	Транспортно-трасологическая диагностика			
3.1.	по материалам дела	19984	29067	40968
3.2.	с обследованием одного ТС на месте его нахождения	26643	38753	50989
4.	Исследование дорожных условий на участке автомобильной дороги, где произошло ДТП	26643	38753	50989
5.	Изготовление одной масштабной схемы конкретной дорожно-транспортной обстановки с использованием компьютерных технологий	5329	7753	10501
6.	Изготовление одной динамической модели конкретного дорожно-транспортного происшествия с использованием компьютерных технологий	13315	19378	33928
7.	Участие в судебном заседании	5400		
8.	Устная консультация по вопросам, входящим в компетенцию эксперта (стоимость первого часа – 2700 рублей, каждый последующий – 1211 рублей)	От 2700 рублей		

Примечание:

1. Стоимость увеличивается на 10% за каждый поставленный вопрос свыше трех.
2. Стоимость увеличивается на 15% за каждое ТС свыше одного.
3. Стоимость исследований, выполненных за пределами Санкт-Петербурга, увеличивается на сумму расходов, связанных с выездом на место проведения исследований.
4. Стоимость исследований, проводимых комиссионно, увеличивается на 50% в случае комиссии из двух экспертов; на 100% — в случае комиссии из трех и более экспертов.
5. При необходимости производства исследования в сроки менее нормативных, увеличение стоимости определяется договором и составляет не менее 30%.

Главный бухгалтер



А.В. Семенов

"Утверждаю"  
 Начальник ФБУ Северо-Западного  
 РЦСЭ Минюста России  
 Замараева Н.А.  
 "06" февраля 2019 года

**Прейскурант № 11.1**  
 на проведение экспертиз (исследований) видео- и звукозаписей  
 в Санкт-Петербурге на 2019 год

№ п/п	Виды исследований	Категория сложности		
		1	2	3
1.	Исследование звукозаписей			
1.1.	Установление дословного содержания разговора	от 4839	от 16959	от 33909
1.2.	Установление пригодности фонограммы для проведения идентификационного исследования	8480	16954	33909
1.3.	Идентификация человека по голосу и речи	-	33909	69028
1.4.	Исследование звуковой среды, условий, средств, материалов и следов звукозаписей	33909	69028	139267
1.5.	Установление наличия/отсутствия признаков монтажа на фонограмме	16954	33909	69028
2.	Исследование видеозаписей			
2.1.	Исследование видеозаписей, условий, средств, материалов и следов видеозаписей	33909	69028	139267
2.2.	Установление наличия/отсутствия признаков монтажа на видеозаписи	16954	33909	69028
2.3.	Установление скорости и траектории движения транспортного средства по видеозаписи	16954	33909	69028
2.4.	Установление государственного регистрационного номера транспортного средства по видеозаписи	16954	33909	69028
3.	Участие в судебном заседании	5400		
4.	Устная консультация по вопросам, входящим в компетенцию эксперта (стоимость первого часа – 2700 рублей, каждый последующий – 1211 рублей)	От 2700 рублей		

Примечания:

1. Стоимость увеличивается на 10% за каждый поставленный вопрос свыше трех.
2. При увеличении количества объектов исследования без изменения категории сложности, стоимость исследования увеличивается на 25%.
3. Стоимость исследований, выполненных за пределами Санкт-Петербурга, увеличивается на сумму расходов, связанных с выездом на место проведения исследований.
4. Стоимость исследований, проводимых комиссионно, увеличивается на 50% в случае комиссии из двух экспертов; на 100% — в случае комиссии из трех и более экспертов.
5. При необходимости производства исследования в сроки менее нормативных, увеличение стоимости определяется договором и составляет не менее 30%.
6. При необходимости проведения комплексного исследования (например, исследования на предмет наличия признаков монтажа на записи, содержащей как аудио- так и видеодорожку) его стоимость складывается из стоимости соответствующих частей.

Главный бухгалтер



А.В. Семенов



"Утверждаю"  
 Начальник ФБУ Северо-Западного  
 РЦСЭ Минюста России  
 Замараева Н.А.  
 "06" февраля 2019 года

**Прейскурант № 8**  
 на проведение экспертиз (исследований) огнестрельного и холодного оружия,  
 слеодообразующих объектов и маркировочных обозначений транспортных средств  
 в Санкт-Петербурге на 2019 год

№ п/п	Виды исследований	Категория сложности		
		1	2	3
1.	Баллистические исследования			
1.1.	Исследование охотничьего, спортивного огнестрельного оружия либо патронов к нему	12114	24216	48456
1.2.	Исследование следов выстрела	12114	24216	48456
1.3.	Исследование макетов огнестрельного оружия	7284	10924	21852
1.4.	Исследование холодного оружия	8477	16953	33906
2.	Трасологические исследования			
2.1.	Исследование следов человека	19376	54496	93248
2.2.	Исследование следов орудий, инструментов, механизмов, транспортных средств	19376	54496	93248
3.	Исследование маркировочных обозначений			
3.1.	Определение подлинности маркировки номера кузова (рамы) одного транспортного средства (ТС) без выезда эксперта	13321	38753	93248
3.2.	Определение подлинности маркировки номера двигателя одного ТС без выезда эксперта	13321	38753	93248
4.	Участие в судебном заседании	5400		
5.	Устная консультация по вопросам, входящим в компетенцию эксперта (стоимость первого часа – 2700 рублей, каждый последующий – 1211 рублей)	От 2700 рублей		

Примечания:

1. Стоимость увеличивается на 10% за каждый поставленный вопрос свыше трех.
2. При увеличении количества объектов исследования без изменения категории сложности, стоимость исследования увеличивается на 25%.
3. Стоимость исследований, выполненных за пределами Санкт-Петербурга, увеличивается на сумму расходов, связанных с выездом на место проведения исследований.
4. Стоимость исследований, проводимых комиссионно, увеличивается на 50% в случае комиссии из двух экспертов; на 100% — в случае комиссии из трех и более экспертов.
5. При необходимости производства исследования в сроки менее нормативных, увеличение стоимости определяется договором и составляет не менее 30%.

Главный бухгалтер



А.В. Семенов

"Утверждаю"  
 Начальник ФБУ Северо-Западного  
 РИСЭ Минюста России  
 Замараева Н.А.  
 "06" февраля 2019 года

**Прейскурант № 11.2**  
 на проведение лингвистических, психологических и автороведческих экспертиз  
 (исследований) в Санкт-Петербурге на 2019 год

№ п/п	Виды исследований	Категория сложности		
		1	2	3
1.	Лингвистические исследования			
1.1.	Исследования, связанные с оскорблением личности	12102	24217	48446
1.2.	Исследования, связанные с унижением чести, достоинства и деловой репутации	24217	48446	121118
1.3.	Исследования, связанные с экстремистской деятельностью	19376	46019	115046
1.4.	Исследования, связанные с установлением степени сходства товарных знаков, доменных имен, фирменных наименований и других объектов	41837	83686	12118
1.5.	Исследования, связанные с установлением смыслового содержания текстов документов, нормативных актов, договоров и т.п.	41837	83686	12118
1.6.	Исследования, связанные с выявлением завуалированной информации в устных разговорах и письменных текстах	21792	38756	98103
1.7.	Исследования, связанные с угрозой или вымогательством	21792	43595	102953
2.	Психологические исследования	23004	46019	93248
3.	Автороведческие исследования	19376	46019	115046
4.	Участие в судебном заседании	5400		
5.	Устная консультация по вопросам, входящим в компетенцию эксперта (стоимость первого часа – 2700 рублей, каждый последующий – 1211 рублей)	От 2700 рублей		

**Примечания:**

1. Стоимость увеличивается на 10% за каждый поставленный вопрос свыше трех.
2. При увеличении количества объектов исследования без изменения категории сложности, стоимость исследования увеличивается на 25%.
3. Стоимость исследований, выполненных за пределами Санкт-Петербурга, увеличивается на сумму расходов, связанных с выездом на место проведения исследований.
4. Стоимость исследований, проводимых комиссионно, увеличивается на 50% в случае комиссии из двух экспертов; на 100% — в случае комиссии из трех и более экспертов.
5. При необходимости производства исследования в сроки менее нормативных, увеличение стоимости определяется договором и составляет не менее 30%.
6. При необходимости проведения комплексного психолого-лингвистического исследования (например, исследования, связанного с экстремистской деятельностью) его стоимость складывается из стоимости психологического исследования и соответствующего лингвистического исследования.

Главный бухгалтер



А.В. Семенов

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
**АКТЫ ВНЕДРЕНИЯ**

МВД РОССИИ  
УМВД РОССИИ ПО БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ  
ЭКСПЕРТНО-КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

г.Белгород, ул Князя Трубецкого, 60

тел. 354-645, 354-944

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник ЭКЦ  
УМВД России по Белгородской области

Р.В. Курбанский

« 04 »



**АКТ**

внедрения результатов работы  
«Методология оценки и повышения эффективности  
дорожно-транспортных экспертиз»  
докторанта к.т.н., доцента С.С. Евтюкова  
(научный консультант - д.т.н., профессор В.Н. Добромиров)

г. Белгород

« 04 » 2020 г.

В результате выполнения диссертационной работы на тему «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз», докторантом, к.т.н., доцентом кафедры наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета С.С. Евтюковым получены патенты, в том числе: «Устройство для определения сцепных качеств дорожного покрытия» (№146815 РФ, опубл. 20.10.2014 г.), «Система безопасности при остановке трамвая» (№ 191581, опубл. 13.08.2019 г.), «Внешняя подушка безопасности» (№196651 РФ, опубл. 11.03.2020 г.); свидетельства о регистрации программы для ЭВМ, в том числе: «UNIKAT» (№2016617249, гос.рег. 29.07.2016 г.), «Система многокритериальной оценки коэффициента сохранения эффективности автобусов (№ 2020611000, гос.рег. 23.01.2020 г.); изданы моногра-



фии, в том числе: «Современные методы автотехнической экспертизы на основе математических моделей» (С.С. Евтюков / изд. СПб.:ИД «Петрополис», 2019 г.), «IT-технологии в автодорожной экспертизе» (С.С. Евтюков, Е.В. Куракина, Н.В. Перевалов / изд. СПб.:ИД «Петрополис», 2019 г.), «Реконструкция дорожно-транспортных происшествий (С.С. Евтюков, Е.В. Куракина, Е.В. Голов / изд. СПб.:ИД «Петрополис», 2017 г.).

Комиссия в составе А.Е. Боровского, Д.А. Лазарева и В.А. Шаповаловой, изучив представленные материалы, составила настоящий акт в том, что результаты работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» докторанта, к.т.н., доцента С.С. Евтюкова, могут быть рекомендованы для использования в экспертной деятельности ЭКЦ УМВД России по Белгородской области для повышения эффективности проведения автотехнических, технических и дорожных экспертиз путем получения более точных исходных данных для экспертных расчетов, сокращения времени на мероприятия по проведению осмотра места дорожно-транспортного происшествия и повышение производительности труда экспертов.

Члены комиссии:

Начальник  
отдела специальных экспертиз

Старший эксперт  
отдела специальных экспертиз

Эксперт  
отдела специальных экспертиз



А.В. Фатеев

Д.А. Лазарев

В.А. Шаповалова

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ЭКСПЕРТНО-ПРАВОВОЙ ЦЕНТР «КУАТТРО»**

---

190121, г. Санкт - Петербург, Лермонтовский пр., 7а, офис 117, тел./факс +7 (812) 714-07-40, тел. +7 (921) 939-31-47, ОГРН 1097847969960, ИНН 7838423656, КПП 783801001,  
E-mail: gronik@mail.ru

**АКТ**

внедрения результатов диссертационной (докторской) работы:  
**«Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз»** кандидата технических наук, доцента  
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургского государственного  
архитектурно-строительного университета»  
**ЕВТЮКОВА Станислава Сергеевича**

Настоящий акт подтверждает, что результаты диссертационной (докторской) работы кандидата технических наук, доцента автомобильно-дорожного факультета СПбГАСУ Евтюкова С.С. на тему **«Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз»** приняты к использованию в экспертной практике и научной деятельности первого независимого экспертного центра «Санкт-Петербургский экспертно-правовой центр «КУАТТРО».

Автором диссертационной (докторской) работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» дана оценка существующим в экспертной практике методикам и методам, используемых, в том числе, и экспертами Санкт-Петербургского экспертно-правового центра «КУАТТРО». В диссертационной (докторской) работе Евтюкова Станислава Сергеевича разработаны: новые методы реконструкции дорожно-транспортных происшествий на основе фотограмметрического исследования дорожной обстановки и повреждения транспортных средств, видеозаписей камер наблюдений и транспондеров; методы моделирования дорожно-транспортных происшествий на основе использования цифровых

технологий и математического моделирования дорожно-транспортных ситуаций (ДТС), предшествующие дорожно-транспортным происшествиям.

Использование результатов диссертационной (докторской) работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» докторанта кафедры наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета СПбГАСУ, кандидата технических наук, доцента Евтюкова Станислава Сергеевича в экспертной практике и научной деятельности специалистами и экспертами первого независимого экспертного центра «Санкт-Петербургский экспертно-правовой центр «КУАТТРО» позволило повысить достоверность автотехнических, транспортно-трасологических, психофизиологических, дорожных и фото-видео-технических экспертиз при реконструкции дорожно-транспортных происшествий за период 15.01.2019г. - 25.01.2020г. на 9% и снизить себестоимость одной автотехнической (дорожной, транспортно - трасологической) экспертизы в среднем на (14-16)%.

Генеральный директор  
СПб ЭПЦ «КУАТТРО»,  
канд.техн.наук, с.н.с.



**Еройсер Н.С.**  
25.01.2020г.



Общество с ограниченной ответственностью  
«Экспертно-технический центр «Мегаполис»  
190005, г. Санкт-Петербург,  
Набережная реки Фонтанки дом 130А, офис №3  
Тел:+7(812)983-60-86; e-mail:info@etc-megapolis.ru

ОГРН 1157847063824 ИНН 7839027415  
КПП 783901001 р/с 40702810503500019068  
Филиал Точка ПАО Банка «ФК Стриптиз»

Исх. № 14/01/2020  
г. Санкт-Петербург  
от 24.01.2020 г.

### АКТ

**внедрения результатов диссертационного исследования  
кандидата технических наук, доцента Евтюкова Станислава Сергеевича,  
выполненного на кафедре НТТМ автомобильно-дорожного факультета  
Санкт-Петербургского государственного архитектурно-  
строительного университета на тему  
«Методология оценки и повышения эффективности  
дорожно-транспортных экспертиз»**

При проведении диссертационного исследования на тему «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» доцентом кафедры наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, кандидатом технических наук, доцентом Евтюковым Станиславом Сергеевичем была создана система оценки эффективности дорожно-транспортных экспертиз при реконструкции дорожно-транспортных происшествий; были получены теоретические зависимости, повышающие достоверность экспертных исследований при производстве основных видов дорожно-транспортных экспертиз: автотехнических, дорожных, транспортно-трасологических, ситуационных и технических; даны рекомендации к снижению тяжких ДТП (дорожно-транспортных происшествий) путем совершенствования методологических основ расчетно-аналитического, информационного, программного и инструментального обеспечения задач при реконструкции дорожно-транспортных происшествий.



Предложенная методология, основанная на использование новых подходов и методов, разработанных доцентом кафедры наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, кандидатом технических наук, доцентом Евтюковым Станиславом Сергеевичем позволяет повысить их эффективность и качество: достоверность результатов дорожно-транспортных экспертиз повышается на ~ (8-11)%, и время их выполнения сокращается на ~ (12-15)%, в том числе: автотехнических, транспортно-трассологических, технических, дорожных, инженерно - психологических (ситуационных), материалов и изделий транспортных средств в области реконструкции дорожно-транспортных происшествий, включая и новый вид экспертиз - исследование видеоизображений, условий, средств, материалов и следов видеозаписей, выполняемых экспертами «Экспертно-технического центра «Мегаполис».

Генеральный директор,  
канд. техн. наук, доцент



/ Подопригора Н.В. /



**Общество с ограниченной ответственностью  
«СПБГАСУ-Дорсервис»**

«14» января 2020г.

№ 68.06.03/03а

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор малого  
инвестиционного предприятия  
ООО «СПБГАСУ-Дорсервис»  
к.э.н., доцент Е.Е.Медрес

**АКТ**

об использовании результатов диссертационной работы доцента  
автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского  
государственного архитектурно-строительного университета  
ЕВТЮКОВА Станислава Сергеевича

Настоящий акт подтверждает, что предложенные доцентом автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета кандидатом технических наук Евтюковым С.С., уточненные типовые структурные схемы осмотра мест дорожно-транспортных происшествий (ДТП), разработанные с учетом современной научно - методической, инструментальной базы, российского и зарубежного опыта приняты к использованию специалистами (экспертами) малого инвестиционного предприятия ООО «СПБГАСУ-Дорсервис» при производстве экспертных исследований реконструкции дорожно-транспортных происшествий. Разработанное оборудование для анализа места ДТП - снятие характеристик состояния дорожного покрытия (патент №146815 «Устройство для определения сцепных качеств дорожного покрытия», в соавторстве), представляет практический интерес для комплектования мобильных лабораторий обследования автомобильных дорог, в том числе, и места ДТП; а также созданный математический аппарат для оптимального выбора вида экспертиз и дальнейшего их производства применяется в экспертной и научно-исследовательской работе малого инвестиционного предприятия ООО «СПБГАСУ-Дорсервис».



**Общество с ограниченной ответственностью  
«СПбГАСУ-Дорсервис»**

Результаты работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно - транспортных экспертиз» использовались в следующих научно - исследовательских работах малого инвестиционного предприятия ООО «СПбГАСУ-Дорсервис»:

-проведения аудита дорожной безопасности, выявлению участков концентрации ДТП и разработке мероприятий по сокращению участков дорог с тяжкими последствиями на автомобильных дорогах общего пользования регионального значения Ленинградской (2015-2019гг., общий объем работ 25млн.руб.),

-комплексная схема организации дорожного движения Ногинского района Московской области (2015г., объем работ 2,5млн.рубл.),

-корректировка организации дорожного движения на автомобильных дорогах общего пользования с выявлением мест концентрации ДТП в Московской области (2017-2018гг., общий объем работ 17млн.руб.),

-проведение технического надзора о текущем состоянии автомобильной дороги Кечь-Севастополь с рекомендациями повышения безопасности дорожного движения ( 2018г., объем работ 39млн.рубл.).

Производство экспертиз по реконструкции дорожно-транспортных происшествий в малом инвестиционном предприятии ООО «СПбГАСУ-Дорсервис» по рекомендациям доцента, к.т.н. Евтюкова С.С. на основании диссертационной работа «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» позволил выявить слабые места в системе ВАДС (в области безопасности дорожного движения) и рекомендовать повысить качество автомобильных дорог с увеличением жизненного цикла дорог, в том числе, и устранением колеиности, как фактора аварийности с тяжкими ДТП на автомобильных дорогах (патенты: №135328 «Дорожное останавливающее ограждение», №163575 «Многофункциональный дорожный каток», №189894 «Защитное ограждение для фонарных столбов и колонн», №191581 «Система безопасности при остановке трамвая»;





**Общество с ограниченной ответственностью  
«СПБГАСУ-Дорсервис»**

2

свидетельство о государственной регистрации базы данных №2016620224 «Расчетные характеристики материалов и грунтов, адаптированных для использования в программе по расчету дорожных одежд»; свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ: №2016612345 «Анализ напряженно - деформированного состояния многослойной конструкции методом конечных элементов», №2016617249 «UNIKAT», в соавторстве), а также повысить надежность конструкции транспортного средства (патенты: №136400 «Бампер с повышенной энергопоглощающей способностью», №194004 «Двухтрубный гидропневматический амортизатор», №196651 «Внешняя подушка безопасности»; свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020611000 «Система многокритериальной оценки коэффициента сохранения эффективности автобуса», в соавторстве).

В целом, использование результатов диссертационных исследований «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» в малом инвестиционном предприятии ООО «СПБГАСУ-Дорсервис» позволило повысить эффективность и качество выполняемой работы с экономическим эффектом более 2,5 млн. руб. в год.

Руководитель отдела по  
научному сопровождению,  
к.т.н., доцент, Лауреат премии  
Правительства Санкт-Петербурга



Я.Васильев



«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель начальника

ФКУ «Центравтомагистраль»

В.В. Воронин

\_\_\_\_\_ 2020г.



### **АКТ ВНЕДРЕНИЯ**

результатов диссертационной работы докторанта ФГБОУ ВО Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, кандидата технических наук, доцента  
**ЕВТЮКОВА Станислава Сергеевича**

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы докторанта автомобильно-дорожного факультета Санкт - Петербургского государственного архитектурно-строительного университета кандидата технических наук, доцента Евтюкова Станислава Сергеевича «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз», выполненной на кафедре наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета внедрены при выполнении аудита безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах общего пользования Федерального значения, выявлению участков концентрации дорожно-транспортных происшествий и статистического анализа экспертной практики обеспечения безопасности дорожного движения в Федеральном казенном учреждении «Федеральное управление автомобильных дорог «Центральная Россия» Федерального дорожного агентства» (ФКУ «Центравтомагистраль»).

Вид внедренных результатов: аудит безопасности дорожного движения, выявление опасных участков концентрации дорожно-транспортных происшествий, в том числе, с тяжкими последствиями на автомобильных дорогах общего пользования длиной более 2000км в Московской, Калуж-

ской, Тульской и др. областях, подведомственных ФКУ «Центравтомагистраль».

Период внедрения результатов диссертационной работы: 2017-2019гг.

Характеристика масштаба внедрения: общая протяженность дорог, подведомственных ФКУ «Центравтомагистраль» - 2092км (в оперативном управлении автомобильные дороги: М-2 - «Крым», М-4 - «Дон», М-5 - «Урал», М-8 - «Холмогоры», М-9 -«Балтия», А-103 - А-112), включая 418 мостовых сооружений общей протяженностью 36 626 п.м. и 66 пешеходных переходов в разных уровнях.

Форма внедрения: рекомендации к разработке оперативных мероприятий по локализации возникающей опасности дорожно-транспортных происшествий на конфликтных точках опасных участков автомобильных дорог, совершенствование дорожных конструкций с целью повышения безопасности дорожного движения и, исключения тяжких последствий в результате дорожно-транспортных происшествий.

Новизна результатов диссертационной, научно-исследовательской работы: результаты качественно новые, имеющие государственную регистрацию, полученные в соавторстве:

патенты:

- №135328 «Дорожное останавливающее ограждение», государственный реестр от 10.12.2013,

- №146815 «Устройство для определения сцепных качеств дорожного покрытия», государственный реестр от 20.10.2014,

- №163575 «Многофункциональный дорожный каток», государственный реестр от 27.07.2016,

- №189894 «Защитное ограждение для фонарных столбов и колонн», государственный реестр от 07.06.2019,

базы данных и программы для ЭВМ:

- № 2016620224 «Расчетные характеристики материалов и грунтов, адаптированных для использования в программе по расчету дорожных одежд» (база данных), государственная регистрация - 15.02.2016,

- №2016612345 «Анализ напряженно-деформированного состояния многослойной конструкции методом конечных элементов» (программа для ЭВМ), государственная регистрация - 25.02.2016,

- №2016617249 «UNIKAT» (программа для ЭВМ), государственная регистрация - 29.07.2016,

Социальный и научно-технический эффект: использование представленных программных продуктов и патентов, полученных в результате научно-исследовательской (диссертационной) работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» докторанта кафедры наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета СПбГАСУ, кандидата технических наук, доцента Евтюкова С.С. позволило прогнозировать количество дорожно-транспортных происшествий на опасных участках, в том числе, с тяжкими последствиями на автомобильных дорогах общего пользования, подведомственных ФКУ «Центравтомагистраль».

Выводы: В Федеральном казенном учреждении «Федеральное управление автомобильных дорог «Центральная Россия» Федерального дорожного агентства» внедрение результатов диссертационной работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» повысило безопасность дорожного движения со снижением уровня аварийности на величину  $>1,5\%$ , а также - безопасность и качество дорожных конструкций со снижением тяжких ДТП на  $\sim 4\%$  (статистические данные в 2018-2019гг.).

Начальник отдела содержания АД  
и безопасности дорожного движения

  
\_\_\_\_\_ Лукьяница А.В.





МВД РОССИИ  
УПРАВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ПО БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ  
УГИБДД УМВД РОССИИ ПО БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ



УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УГИБДД УМВД России  
по Белгородской области  
*Н.В. Смоляков* Н.В. Смоляков  
2020г.

**АКТ**

внедрения результатов диссертационного исследования  
«Методология оценки и повышения эффективности  
дорожно-транспортных экспертиз»  
к.т.н., доцента Евтюкова С.С.  
(научный консультант - д.т.н., профессор В.Н. Добромиров)

г. Белгород

«12» 02 2020г.

В результате выполнения диссертационного исследования к.т.н., доцентом кафедры наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета на тему «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз», проведен анализ автотехнических экспертиз по дорожно-транспортным происшествиям в Северо-Западном регионе и даны рекомендации по повышению эффективности всех видов экспертиз при реконструкции дорожных аварий в субъектах Российской Федерации, включая Белгородскую область.


В диссертационной работе установлены взаимосвязи между подсистемами в системе водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС) и их влияние на количество дорожно-транспортных происшествий. На примере двух субъек-

тов: Санкт-Петербурга и Ленинградской области дана экспертная оценка распределения восьми видов экспертиз по реконструкции дорожно-транспортных происшествий. Данный анализ экспертной оценки на примере двух субъектов применим и в Белгородской области.


Комиссия в составе: Толстой О.В. - заместитель начальника Управления ГИБДД УМВД России по Белгородской области, Кравченко А.А. - начальник отдела надзора Управления ГИБДД, Решетников А.А. - государственный инспектор отдела надзора Управления ГИБДД подтверждает настоящим актом применение результатов диссертационной работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз», которые направлены на повышение безопасности дорожного движения и уменьшение тяжких дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации.

Использование научно - методической базы расчетно-аналитического, информационного и программного обеспечения в области реконструкции дорожно-транспортных происшествий, в том числе методики формирования пакета первичной информации о месте ДТП и состояния транспортных средств, участвующих в дорожных авариях, диссертационного исследования доктора автомобильно-дорожного факультета СПбГАСУ, к.т.н. Евтюкова С.С. рекомендовано для последующей работы экспертов-автотехников, инспекторов по ИАЗ ГИБДД и криминалистов Белгородской области, что позволит повысить качество и уровень работы специалистов в области безопасности дорожного движения.

Председатель комиссии:

 Толстой О.В.

Члены комиссии:

 Кравченко А.А.

 Решетников А.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник ОГИБДД УМВД России  
по Центральному району г.Санкт-  
Петербурга майор полиции

  
« 25 » 05 2020г.

### АКТ

внедрения результатов диссертационного исследования  
«Методология оценки и повышения эффективности дорожно-  
транспортных экспертиз» к.т.н., доцента  
Евтюкова Станислава Сергеевича

В результате выполнения диссертационного исследования докторантом, кандидатом технических наук, доцентом Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета на тему «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз», проведен анализ экспертиз при реконструкции дорожно-транспортных происшествий в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, в том числе, и ОГИБДД УМВД России по Центральному району Санкт-Петербурга. Даны рекомендации по повышению безопасности дорожного движения и эффективности всех видов экспертиз при реконструкции дорожно-транспортных происшествий. В диссертационной работе установлены взаимосвязи между подсистемами: водитель, автомобиль, дорога, среда в системе ВАДС и их влияние на количество дорожно-транспортных аварий, включая тяжкие дорожные происшествия. На примере двух субъектов: Санкт-Петербурга и Ленинградской области дана экспертная оценка распределения восьми видов экспертиз по реконструкции дорожно-транспортных происшествий. Данный анализ экспертной оценки и опыт работы автотехнического эксперта, докторанта, к.т.н. Евтюкова С.С. в Санкт-Петербурге и Ленинградской области применим в практической работе ОГИБДД УМВД России по Центральному району Санкт-Петербурга.

Комиссия в составе: Антошкин В.В. - заместитель начальника ОГИБДД УМВД России по Центральному району Санкт-Петербурга, Костюков С.В. -



старший инспектор по исполнению Административного Законодательства ОР ДПС ГИБДД УМВД России по Центральному району Санкт-Петербурга, Король М.С. - старший инспектор по исполнению Административного Законодательства ОР ДПС ГИБДД УМВД России по Центральному району Санкт-Петербурга, подтверждает настоящим актом применение результатов диссертационной работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз», направленное на повышение безопасности дорожного движения в Центральном районе Санкт-Петербурга и уменьшения тяжких дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах района.

Использование научно-методической базы расчетно-аналитического, информационного и программного обеспечения в области реконструкции дорожно-транспортных происшествий, в том числе методик формирования пакета первичной информации о месте ДТП и состояния транспортных средств, участвующих в ДТП, диссертационного исследования докторанта кафедры наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета СПбГАСУ, к.т.н., доцента Евтюкова С.С. рекомендовано для работы экспертов-автотехников и инспекторов по исполнению Административного Законодательства ОГИБДД УМВД России по Центральному району Санкт-Петербурга, что позволило повысить качество и уровень работы специалистов в области безопасности дорожного движения.

Председатель комиссии:

Члены комиссии



\_\_\_\_\_  
Антошкин В.В.

\_\_\_\_\_  
Костюков С.В.

\_\_\_\_\_  
Король М.С.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ОГИБДД УМВД России  
по Кировскому району г. Санкт-  
Петербурга п/полковник полиции

« 16 » 03 2020г.

**АКТ**

внедрения результатов диссертационной работы на тему:  
**«Методология оценки и повышения эффективности дорожно-  
транспортных экспертиз»** к.т.н., доцента  
**Евтюкова Станислава Сергеевича**

При выполнении диссертационной работы на тему «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» кандидатом технических наук, доцентом автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского архитектурно - строительного университета Евтюковым Станиславом Сергеевичем (научный консультант – доктор технических наук, профессор Добромиров В.Н.) выполнен статистический анализ всех видов экспертиз по дорожно-транспортным происшествиям (ДТП) на территории Кировского района г. Санкт-Петербурга, выявлены аварийные участки и даны рекомендации по уменьшению количества ДТП, в том числе и с тяжкими последствиями. Практическая работа автотехнического эксперта, к.т.н. Евтюкова С.С. в районе, с использованием его научных разработок, описанных в диссертации, позволила выявить слабые места в организации безопасности дорожного движения и разработать алгоритм по их устранению; повысить уровень и качество работы специалистов в области безопасности дорожного движения и экспертов-автотехников в районе. В диссертационной работе Евтюкова С.С. установлены взаимосвязи между подсистемами: участник дорожного движения (Водитель), транспортное средство (Автомобиль), автомобильная дорога (Дорога) и внешняя среда (Среда) в системе ВАДС и их влияние на количество дорожно-транспортных аварий, в том числе в Кировском районе Санкт-Петербурга. Дана экспертная оценка распределения всех видов дорожно-транспортных экспертиз по реконструкции аварий на автомобильных дорогах в целом по Санкт-Петербургу. Данный анализ экспертной оценки и опыт работы автотехнического эксперта, к.т.н. Евтюкова



С.С. в Санкт-Петербурге применим в практической работе ОГИБДД УМВД России по Кировскому району Санкт-Петербурга.

Комиссия в составе: Беспалова М.Г. – старший инспектор по исполнению административного законодательства ОР ДПС ГИБДД УМВД России по Кировскому району г.Санкт-Петербурга, Данилина А.В. – старший инспектор по исполнению административного законодательства ОР ДПС ГИБДД УМВД России по Кировскому району г.Санкт-Петербурга, Юркина Е.А. – инспектор по исполнению административного законодательства ОР ДПС ГИБДД УМВД России по Кировскому району г.Санкт-Петербурга, Воронковой И.А. – инспектор по исполнению административного законодательства ОР ДПС ГИБДД УМВД России по Кировскому району г.Санкт-Петербурга, подтверждают настоящим актом применение результатов диссертационной работы **«Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз»** к.т.н. Евтюкова С.С., направленное на уменьшение сроков выполнения автотехнических экспертиз, повышения их качества, и уменьшения тяжких дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Кировского района Санкт-Петербурга.

Использование научно-методической базы расчетно-аналитического, информационного и программного обеспечения в области реконструкции ДТП, в т.ч. методик формирования пакета первичной информации о месте ДТП и состояния транспортных средств, участвующих в ДТП, диссертационного исследования к.т.н. Евтюкова С.С., рекомендовано для работы экспертов-автотехников и инспекторов по исполнению Административного Законодательства ОГИБДД УМВД России по Кировскому району Санкт-Петербурга.

Председатель комиссии:

Беспалов М.Г.

Члены комиссии:

Данилин А.В.

Юркин Е.А.

Воронкова И.А.





**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение высшего образования**  
**«Санкт-Петербургский государственный**  
**архитектурно-строительный университет»**  
**(СПбГАСУ)**

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

11.03.2020 № 68.06.03/07

[Акт внедрения материалов диссертации]  
 в учебный процесс



### АКТ

внедрения материалов, содержащихся в докторской диссертации «Методология оценки и повышения эффективности дорожно–транспортных экспертиз» кандидата технических наук, доцента ЕВТЮКОВА Станислава Сергеевича в учебный процесс Санкт-Петербургского государственного архитектурно–строительного университета

Комиссия в составе:

*председателя:* кандидата технических наук, доцента А.В. Зазыкина - и.о. декана автомобильно-дорожного факультета;

*членов комиссии:* доктора экономических наук, доцента А.И. Солодкого - заведующий кафедрой транспортных систем; доктора технических наук, профессора С.В. Репина - профессор кафедры наземных транспортно-технологических машин; кандидата технических наук, доцента И.О. Черняева - заведующий кафедрой технической эксплуатации транспортных систем; кандидата технических наук, доцента Е.М. Олещенко - заместитель директора института повышения квалификации,

настоящим актом подтверждает внедрение материалов, содержащихся в докторской диссертации «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» доцента кафедры наземных транспортно-технологических машин С.С. Евтюков (научный консультант: доктор технических наук, профессор В.Н. Добромиров) в учебный процесс выпускающих кафедр автомобильно-дорожного факультета (транспортных систем, наземных транспортно-технологических машин, технической эксплуатации транспортных систем) и института повышения квалификации для изучения дисциплин: «Экспертиза дорожно-транспортных происшествий», «Организация дорожного движения», «Судебная автотехническая экспертиза», «Инструментальный контроль и диагностика транспортных средств», «Техническая экспертиза транспортных средств» со студентами направления подготовки:

23.04.01 «Технология транспортных процессов», 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», 40.05.03 «Судебная инженерно - техническая экспертиза» (специализация «Судебная автотехническая экспертиза») и аспирантами 23.06.01 «Эксплуатация автомобильного транспорта».

В учебный процесс внедрены также результаты диссертационной работы, изложенные в следующих учебно-методических изданиях:

- Евтюков С.С. Основы обучения водителей автотранспортных средств: Учебно-методическое пособие. Часть I / В.Ф. Глазков, С.А. Евтюков, С.С. Евтюков, Т.А. Мешечко, Ю.И. Лобанова // СПб.: ИД «Петрополис», 2015.– 404с.;

- Евтюков С.С. Основы обучения водителей автотранспортных средств: Учебно-методическое пособие. Часть II / В.Ф. Глазков, С.А. Евтюков, С.С. Евтюков, Т.А. Мешечко, Ю.И. Лобанова // СПб.: ИД «Петрополис», 2015.– 348с.;



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

- Евтюков С.С. Автотракторный транспорт. Основы теории движения и элементы расчета: Учебное пособие / В.Н. Добромиров, С.С. Евтюков, В.И. Алейник: Под общ. ред. В.Н. Добромирова // СПб.: ИД «Петрополис», 2017. – 644с.;

- Евтюков С.С. Анализ Правил дорожного движения в Европейских странах: Учебное пособие / В.П. Чмиль, С.С. Евтюков // СПб.: СПбГАСУ, 2017. – 162с.

Результаты докторской диссертации «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» кандидата технических наук, доцента С.С. Евтюкова также нашли практическое применение в экспертной деятельности при выполнении сотрудниками выпускающих кафедр и экспертами института безопасности дорожного движения при выполнении заключений: «специалиста» и «эксперта» по дорожно-транспортным происшествиям. Основные положения диссертации (новые методики, методы и в целом методология оценки и повышения эффективности дорожно - транспортных экспертиз) для экспертной деятельности в области безопасности дорожного движения изложены в основных работах (монографиях) автора:

- Евтюков С.С. Прогнозирование изменения технико- эксплуатационных показателей подсистемы автомобильных дорог в системе ВАДС / С.А. Евтюков, Я.В. Васильев, С.С. Евтюков, Е.В. Голов // СПб.: ИД «Петрополис», 2017.- 232с.

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

- Евтюков С.С. Методы измерения и прогнозирования изменения температуры во времени и по глубине дорожной одежды (при оценке уровня

безопасности дорожного движения) / С.А. Евтюков, Я.В., Васильев, С.С. Евтюков, Е.В. Голов // СПб.: ИД «Петрополис», 2017.- 208с.

- Евтюков С.С. IT-технологии в автодорожной экспертизе / С.С. Евтюков, Е.В. Куракина, Н.В. Перевалов // СПб.: ИД «Петрополис», 2019.- 2019с.

- Евтюков С.С. Современные методы автотехнической экспертизы на основе математических моделей / СПб.: ИД «Петрополис», 2019.- 156с

Внедрение результатов докторской диссертации «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» доцента кафедры наземных транспортно-технологических машин С.С. Евтюкова (научный консультант: доктор технических наук, профессор В.Н. Добромиров) обсуждено на заседании учебно-методической комиссии автомобильно - дорожного факультета Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета 20 февраля 2020г., протокол №5.

Председатель комиссии:  
и.о. декана АДФ, к.т.н., доцент

А.В. Зазыкин

Члены комиссии:  
заведующий кафедрой ТС,  
д.э.н., доцент  
заведующий кафедрой ТЭТС  
к.т.н., доцент  
профессор кафедры НТТМ  
д.т.н., профессор  
заместитель директора ИПК  
к.т.н., доцент

А.И. Солодкий

И.О.Черняев

С.В. Репин

Е.М. Олещенко



### АКТ

внедрения результатов научных исследований в учебный процесс диссертации «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» кандидата технических наук, доцента ЕВТЮКОВА Станислава Сергеевича

*Заказчик:* Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра транспортно - технологических процессов и машин механико - машиностроительного факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»

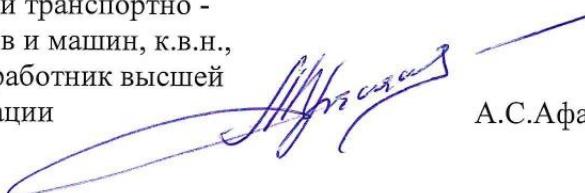
Актом внедрения подтверждается, что результаты диссертационной работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» докторанта кафедры наземных транспортно - технологических машин автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного кандидата технических наук, доцента Евтюкова Станислава Сергеевича внедрены в учебный процесс кафедры транспортно - технологических процессов и машин механико - машиностроительного факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет».

*Вид внедряемых результатов:* разработка системы оценки и повышения эффективности автотехнических экспертиз при реконструкции дорожно-транспортных происшествий.

*Форма внедрения:* результаты диссертационной работы используются в учебном процессе на кафедре транспортно-технологических процессов и машин при изучении дисциплин: «Теория транспортных процессов и систем», «Транспортная психология» бакалавриата по профилю 23.03.01 («Технология транспортных процессов») и 23.03.03 («Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»), дисциплин: «Транспортная безопасность» магистратуры по профилю 23.04.01, 23.04.03 и по научной специальности 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта».

*Эффективность практической реализации:* повышение качества подготовки, бакалавров, магистров и аспирантов в области эксплуатации автомобильного транспорта, транспортных процессов и безопасности дорожного движения с умением производства технических, автотехнических и транспортно-трассологических экспертиз по реконструкции дорожно-транспортных происшествий на современном уровне с использованием новых методик и методов, созданных докторантом, кандидатом технических наук, доцентом Евтюковым Станиславом Сергеевичем.

И.о. заведующего кафедрой транспортно -  
технологических процессов и машин, к.в.н.,  
профессор, Заслуженный работник высшей  
школы Российской Федерации



А.С.Афанасьев



**«УТВЕРЖДАЮ»**

проректор по образовательной деятельности  
ФГБОУ ВО Вологодский государственный  
университет

\_\_\_\_\_  
« 16 » \_\_\_\_\_ 2020г.  
Виноградова С.Б.

### **АКТ ВНЕДРЕНИЯ**

в учебный процесс результатов научно-исследовательской  
(диссертационной) работы «Методология оценки и повышения  
эффективности дорожно-транспортных экспертиз»

Комиссия в составе: Фролова А.А., директора института машиностроения, энергетики и транспорта, кандидата технических наук, доцента; Пикалева О.Н. - заведующего кафедрой автомобилей и автомобильного хозяйства, кандидата технических наук, доцента; Верхорубова В.В. – доцента кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства, кандидата технических наук, настоящим актом подтверждает внедрение результатов научно - исследовательской (диссертационной) работы на тему «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз», выполненную на кафедре наземных транспортно-технологических машин автомобильного-дорожного факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» кандидатом технических наук, доцентом Евтюковым С.С., в учебный процесс кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство» для преподавания спецдисциплин у бакалавров направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и специалистов направления подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Результаты научно-исследовательской (диссертационной) работы к.т.н., доцента Евтюкова Станислава Сергеевича для учебного процесса изложены в следующих учебных изданиях:

1. Евтюков С.С. Основы обучения водителей автотранспортных средств: Учебно - методическое пособие. Часть I / В.Ф. Глазков, С.А. Евтюков, С.С. Евтюков, Т.А. Мешечко, Ю.И. Лобанова // СПб.: ИД «Петрополис», 2015. - 404с.;



2. Евтюков С.С. Основы обучения водителей автотранспортных средств: Учебно - методическое пособие. Часть II / В.Ф. Глазков, С.А. Евтюков, С.С. Евтюков, Т.А. Мешечко, Ю.И. Лобанова // СПб.: ИД «Петрополис», 2015. - 348с.;

3. Евтюков С.С. Инженерно-техническая экспертиза наземных транспортных средств: Учебное пособие / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков // СПб.: СПбГАСУ, 2016. - 99с.;

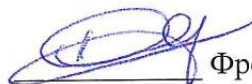
4. Евтюков С.С. Автотракторный транспорт. Основы теории движения и элементы расчета: Учебное пособие / В.Н. Добромиров, С.С. Евтюков, В.И. Алейник: Под общ. ред. В.Н. Добромирова // СПб.: ИД «Петрополис», 2017. - 644с.;

5. Евтюков С.С. Анализ Правил дорожного движения в Европейских странах: Учебное пособие / В.П. Чмиль, С.С. Евтюков // СПб.: СПбГАСУ, 2017. - 162с.

Использование результатов диссертационной (докторской) работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» доцента кафедры НТТМ Евтюкова С.С., кандидата технических наук, доцента для внедрения в учебный процесс обсуждено на заседании кафедры «Автомобили и автомобильное хозяйство» института машиностроения, энергетики и транспорта ФГБОУ ВО Вологодский государственный университет «12» марта 2020 г., протокол № 6.

Председатель комиссии:

директор института машиностроения,  
энергетики и транспорта, к.т.н., доцент



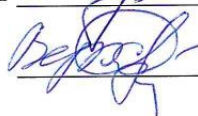
Фролов А.А.

Члены комиссии:

заведующий кафедрой автомобилей и  
автомобильного хозяйства, к.т.н., доцент  
доцент кафедры автомобилей и автомо-  
бильного хозяйства, к.т.н., доцент



Никалев О.Н.



Верхорубов В.В.



«Утверждаю»

Проректор по образовательной деятельности  
Тюменского индустриального университета  
Л.К. Габышева

«17» 03 2020г.

### АКТ

внедрения материалов диссертации «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» к.т.н., доцента ЕВТЮКОВА Станислава Сергеевича в учебный процесс Тюменского индустриального университета

Комиссия в составе:

кандидата технических наук, доцента Захарова Д.А. - заведующий кафедрой «Эксплуатации автомобильного транспорта»; кандидата технических наук, доцента Мальшакова А.В. - начальник управления ПОиКДП; кандидата технических наук, доцента Базанова А.В. - доцента кафедры «Сервиса автомобилей технологических машин»,

настоящим актом подтверждает внедрение материалов, содержащихся в диссертации «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» доцента кафедры наземных транспортно-технологических машин автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета Евтюкова Станислава Сергеевича (научный консультант - доктор технических наук, профессор Добромиров В.Н.), в учебный процесс Тюменского индустриального университета для изучения дисциплин по направлению подготовки:

23.04.01 «Технология транспортных процессов», 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

В учебный процесс внедрены также результаты диссертационной работы, изложенные в следующих учебных изданиях:

1. Евтюков С.С. Основы обучения водителей автотранспортных средств: Учебно-методическое пособие. Часть I / В.Ф. Глазков, С.А. Евтюков, С.С. Евтюков, Т.А. Мешечко, Ю.И. Лобанова // СПб.: ИД «Петрополис», 2015.-404с.

2. Евтюков С.С. Основы обучения водителей автотранспортных средств: Учебно-методическое пособие. Часть II / В.Ф. Глазков, С.А. Евтюков, С.С. Евтюков, Т.А. Мешечко, Ю.И. Лобанова // СПб.: ИД «Петрополис», 2015.-348с.

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

4. Евтюков С.С. Автотракторный транспорт. Основы теории движения и элементы расчета: Учебное пособие / В.Н. Добромиров, С.С. Евтюков, В.И. Алейник: Под общ. ред. В.Н. Добромирова // СПб.: ИД «Петрополис», 2017.-644с.

5. Евтюков С.С. Анализ Правил дорожного движения в Европейских странах: Учебное пособие / В.П. Чмиль, С.С. Евтюков // СПб.: СПбГАСУ, 2017.-162с.




Результаты диссертационной работы «Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз» доцента кафедры НТТМ автомобильно-дорожного факультета Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета Евтюкова С.С. (научный консультант - доктор технических наук, профессор Добромиров В.Н.) нашли и практическое применение:

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

2. Евтюков С.С. IT-технологии в автодорожной экспертизе / С.С. Евтюков, Е.В.Куракина, Н.В.Перевалов // СПб.: ИД «Петрополис», 2019.- 2019с.

3. Евтюков С.С. Современные методы автотехнической экспертизы на основе математических моделей. - СПб.: ИД «Петрополис», 2019.- 156с

Члены комиссии:  
заведующий кафедрой ЭАТ,  
к.т.н., доцент  
к.т.н., доцент  
начальник управления ПОиКДП  
к.т.н., доцент  
доцент кафедры САТМ

  
\_\_\_\_\_ Д.А. Захаров  
  
\_\_\_\_\_ А.В. Мальшаков  
  
\_\_\_\_\_ А.В. Базанов

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

(справочное)

**Объекты интеллектуальной собственности**



## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 135328

## ДОРОЖНОЕ ОСТАНАВЛИВАЮЩЕЕ ОГРАЖДЕНИЕ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013130368

Приоритет полезной модели 02 июля 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 декабря 2013 г.

Срок действия патента истекает 02 июля 2023 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов





РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 136400

**БАМПЕР С ПОВЫШЕННОЙ ЭНЕРГОПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013140937

Приоритет полезной модели 05 сентября 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 января 2014 г.

Срок действия патента истекает 05 сентября 2023 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.И. Симонов





## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 146815

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ  
КАЧЕСТВ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013148264

Приоритет полезной модели 29 октября 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 18 сентября 2014 г.

Срок действия патента истекает 29 октября 2023 г.

*Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности*

*Л.Л. Кирий*





## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 189894

ЗАЩИТНОЕ ОГРАЖДЕНИЕ ДЛЯ ФОНАРНЫХ СТОЛБОВ  
И КОЛОНН

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет" (RU)*

Авторы: *Репин Сергей Васильевич (RU), Евтюков Станислав Сергеевич (RU), Грушецкий Станислав Михайлович (RU), Орлов Денис Сергеевич (RU)*

Заявка № 2019108754

Приоритет полезной модели 26 марта 2019 г.

Дата государственной регистрации в  
Государственном реестре полезных  
моделей Российской Федерации 07 июня 2019 г.Срок действия исключительного права  
на полезную модель истекает 26 марта 2029 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*Г.П. Ивлиев* Г.П. Ивлиев





РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 196651

**Внешняя подушка безопасности**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет" (RU)*

Авторы: *Репин Сергей Васильевич (RU),  
Евтюков Станислав Сергеевич (RU)*

Заявка № 2019143513

Приоритет полезной модели 19 декабря 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации 11 марта 2020 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 19 декабря 2029 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 191581

**Система безопасности при остановке трамвая**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет" (RU)*

Авторы: *Репин Сергей Васильевич (RU), Евтюков Станислав Сергеевич (RU), Грушецкий Станислав Михайлович (RU), Орлов Денис Сергеевич (RU), Зазыкин Андрей Вячеславович (RU)*

Заявка № 2019112365

Приоритет полезной модели 23 апреля 2019 г.

Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 13 августа 2019 г.

Срок действия исключительного права на полезную модель истекает 23 апреля 2029 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

*Г.П. Ивлиев* Г.П. Ивлиев





## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 194004

## Двухтрубный гидроневматический амортизатор

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет" (RU)*

Авторы: *Репин Сергей Васильевич (RU), Евтюков Станислав Сергеевич (RU), Орлов Денис Сергеевич (RU)*

Заявка № 2019124449

Приоритет полезной модели 30 июля 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 22 ноября 2019 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 30 июля 2029 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2016620224

Расчетные характеристики материалов и грунтов,  
адаптированные для использования в программе по расчету  
дорожных одежд

Правообладатель: *Российская Федерация, от имени которой  
выступает Федеральное дорожное агентство (RU)*

Авторы: *Бондарева Эльвира Дмитриевна (RU), Квитко Александр  
Владимирович (RU), Овчинников Максим Алексеевич (RU), Медрес  
Евгений Петрович (RU), Евтюков Станислав Сергеевич (RU), Зайцев  
Денис Михайлович (RU), Инденбом Александр Гермонович (RU)*

Заявка № 2015621662

Дата поступления 25 декабря 2015 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 15 февраля 2016 г.

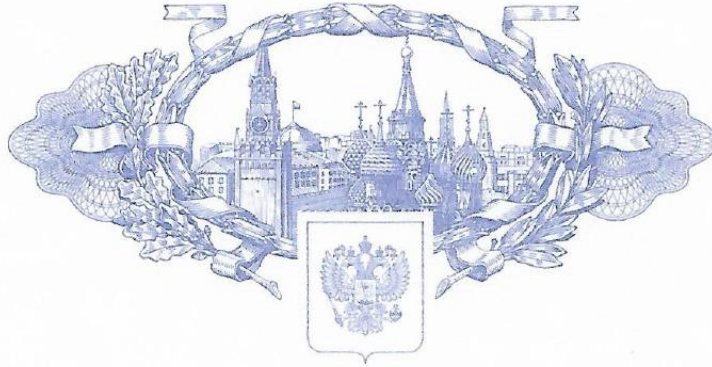


Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



## РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2016612345

**Анализ напряженно-деформированного состояния  
многослойной конструкции методом конечных элементов**

Правообладатель: *Российская Федерация, от имени которой  
выступает Федеральное дорожное агентство (RU)*

Авторы: *Васильев Ярослав Владимирович (RU), Медрес Екатерина  
Евгеньевна (RU), Евтюков Станислав Сергеевич (RU),  
Овчинников Максим Алексеевич (RU)*

Заявка № 2015662797

Дата поступления 25 декабря 2015 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 25 февраля 2016 г.



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ислюев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2020615719

**Система оценки эффективности дорожно-транспортной экспертизы**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (RU)*

Авторы: *Евтюков Станислав Сергеевич (RU), Терентьев Алексей Вячеславович (RU)*

Заявка № 2020614704

Дата поступления 12 мая 2020 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 29 мая 2020 г.



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев