

На правах рукописи

КУРАКИНА Елена Владимировна

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОТЕХНИЧЕСКОЙ
ЭКСПЕРТИЗЫ, УЧИТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
АВТОМОБИЛЯ И ДОРОЖНОЙ СРЕДЫ**

Специальность: **05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2014

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Евтюков Сергей Аркадьевич

Официальные оппоненты: **Сильянов Валентин Васильевич**,
доктор технических наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-
дорожный государственный технический
университет (МАДИ)», советник ректора;

Терентьев Алексей Вячеславович,
кандидат технических наук,
ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-
сырьевой университет «Горный» (Горный
университет), г. Санкт-Петербург, кафедра
организации перевозок и безопасности
движения, заведующий;

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная
автомобильно-дорожная академия
(СибАДИ)», г. Омск**

Защита диссертации состоится «23» сентября 2014 года в 13⁰⁰ часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д **212.223.02** при ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (СПбГАСУ) по адресу: 190103, Санкт-Петербург, ул. Курляндская д. 2/5, ауд. 340-К

Тел./Факс: (812) 316-58-73, E-mail: rector@spbgasu.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» и на сайте www.spbgasu.ru

Отзывы на автореферат (в 2-х экземплярах, заверенные печатями) просьба отправлять по адресу СПбГАСУ: 190005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, диссертационный отдел (219 ауд.)

Автореферат разослан « » августа 2014 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук,
доцент

Олещенко Елена Михайловна

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. По статистике 20–25% всех дорожно-транспортных происшествий (ДТП) происходят по причине ненадлежащего состояния подсистемы «дорога», а по техническому состоянию транспортных средств (ТС) в развитых европейских странах – по данным Всемирной организации здравоохранения – не менее 2÷4%. В сочетании с факторами подсистем «водитель», «автомобиль» и «дорожная среда» ДТП существенно увеличивается. При возникновении аварийно – опасной дорожно – транспортной ситуации (ДТС) действия водителя направлены на предотвращение ДТП, в целях сохранения своей жизни, жизни участвующих в ДТП людей и снижения общей тяжести последствий ДТП. В таких ситуациях водитель не учитывает состояние и качество подсистемы «дорога», взаимодействие подсистем «автомобиль-дорога», инстинктивно концентрируя внимание на экстренном или рабочем торможении ТС. В экспертной практике в этой связи, основные задаваемые вопросы экспертам сводятся к определению скорости ТС $-V_a$, его остановочного пути $-S_o$ и удалению ТС от места ДТП в момент возникновения опасности для движения $-S_{yo}$, т.е. вопросы для оценки технической возможности предотвращения ДТП. При реконструкции же ДТП с учетом технического состояния автомобиля и дорожной среды, очевидно, должны быть учтены для подсистемы «автомобиль»: параметры торможения (замедления), маневрирования ТС с использованием рулевой системы и системы тяги, техническое состояние этих систем, значения тормозного и остановочного путей и других факторов; для подсистем «дорога» и «дорожная среда»: ровность и сцепление покрытий проезжей части и обочин, прочность и состояние дорожной одежды, геометрические параметры проезжей части и обочин, продольные и поперечные уклоны, радиусы кривых в плане и профиле, расстояние видимости, состояние элементов инженерного оборудования и обустройства дороги и др.

Действующая практика производства автотехнических экспертиз не требует количественного учета оценки и общего пробега ТС и его возраста параметров, влияющих на общее техническое состояние ТС, уровня реализованных в конструкции свойств управляемости, устойчивости и проходимости и т.п. Она не учитывает и многие другие факторы. Действующая практика осуществляется на основе общих и давно принятых алгоритмов, методик, методов, приемов, технологий, рекомендуемых методическими изданиями и документами ВНИСЭ, ФЦСЭ. Она не участвует в формировании и развитии базы знаний с развитым математическим обеспечением в интересах решения проблемы обеспечения безопасности дорожного движения (БДД), не позволяет решать прогнозные задачи в связи с непрерывным ростом численности и многообразия конструкций ТС, напряженности дорожного движения. Анализ используемых методов расчета и рекомендуемых методик реконструкций ДТП, разработанных для выполнения автотехнических экспертиз еще в 80-е позволяет без труда прийти к выводу о том, что методики реконструкции ДТП обладают значительным числом недостатков,

нуждающихся в их устранении. В настоящей работе, в частности рассмотрена задача разработки научно-методического обеспечения для выполнения экспертного исследования, учитывающего техническое состояние ТС и автомобильной дороги. Необходимость в определении дополнительных параметров оценки параметров ТС и дороги и условий движения в этой задаче, т.е. в подсистеме «автомобиль - дорога», таких как состояние покрытия в различных погодных-климатических условиях, износ покрытия, сцепные свойства и шероховатость дорожного покрытия, колеиность на проезжей части и эффективность торможения, и т.д. объясняет актуальность исследования и определяет его целью повышение точности и достоверности исходных данных расчетов при оценке тормозного, остановочного пути ТС и удаления ТС от места ДТП в момент возникновения опасности для движения, эффективности его торможения и скорости движения ТС. Качественный анализ дорожных условий и точное определение эффективности торможения ТС создают возможность ответа на вопрос – какова вероятность совершения ДТП по причине неудовлетворительного состояния исследуемых подсистем?

Степень разработанности темы исследования. Существующая практика реконструкции ДТП, совершающихся в различных ДТС, как самостоятельный объект исследования – тема содержания научно-методического обеспечения автотехнической экспертизы не рассматривалась ранее. В первую очередь обуславливается необходимостью применения в них последовательных расчетных процедур и методов с использованием нормативных данных для определения технических параметров как ТС, так и дорожных параметров. Поэтому выбираемые параметры из числа рекомендуемых значений характеризуют некоторое их множество используемых близких по целям исследований в поставленных задачах. Их значения в настоящее время экспертами применяются осредненными и относятся к конкретному виду ДТП косвенно, по мнению исследователя - наиболее вероятны. Обязательность тщательного обоснования объектов исследования ТС и дорожной среды нормативами не предусмотрена. Вопросам преодоления различных частных недостатков средств обеспечения задач реконструкции ДТП посвятили свои теоретические и практические разработки: Бекасов В.А., Боровский Б.Е., Иларионов В.А., Домке Э.Р., Евтюков С.А., Кристи Н.М., Столяров В.В., Суворов Ю.Б., Леру М., Ляликов М.Б., Некрасов В.К., Егоров А.Б., Замараев И.В., Власко Ю.М., Васильев Я.В., Сильянов В.В., Рябчинский А.И., Рябоконт Ю.А., Белый О.В., Познизовкин А.Н., Терентьев А.В., Грушецкий С.М. и другие.

Анализ работ, посвященных этой проблеме, позволяет сделать вывод о том, что вопросы обоснования достаточного и полного содержания автотехнических экспертиз при их реконструкции в целях увеличения числа факторов, оказавших влияние на результат ДТП, должны быть расширены учетом технического состояния ТС и дороги в первую очередь. Таким образом, существующие автотехнические методы расчета при реконструкции ДТП, использующие табличные значения параметров подсистем автомобилей и дорожной среды объективно не достаточны в полной мере обеспечить по

достоверности и точности требуемого результата, в связи с большим разбросом рекомендуемых значений нормативных данных. Поэтому разрабатываемое научно-методическое обеспечение автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды, и реально устанавливаемые на этапе обоснования исходные данные, способно повысить достоверность и точность расчетов и выводов экспертов, что повысит качество выполняемых экспертных исследований и рекомендаций, и, как следствие, безопасность дорожного движения.

Цель и задачи исследования.

Цель исследования – разработка структуры и содержания научно-методического обеспечения задач, решаемых при автотехнической экспертизе, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды, при реконструкции ДТП для повышения достоверности результатов экспертных исследований.

Задачи исследования:

1. Выполнить анализ проблемы аварийности на автомобильном транспорте с целью определения статистики ДТП, учитывающих техническое состояние ТС и дорожной среды.
2. Осуществить оценку влияния на эффективность процесса торможения ТС при производстве автотехнической экспертизы безопасного технического состояния автомобиля и дорожной среды.
3. Исследовать материалы по исходным данным, используемым в действующей практике назначения автотехнической экспертизы с целью выявления недостатков существующего научно-методического обеспечения производства экспертного исследования.
4. Обосновать расчетные методы для производства автотехнической экспертизы, определяющие замедление ТС с учетом технического состояния автомобиля и дорожной среды с целью повышения точности расчетов.
5. Разработать методику учета при автотехнической экспертизе технического состояния ТС с использованием коэффициента эффективного торможения ТС, и дорожной среды – коэффициентов состояния дорожного покрытия, шероховатости, гидравлической шероховатости, колеяности.
6. Экспериментально оценить величину отклонения фактических значений параметров дороги от нормативных с целью подтверждения снижения качества и безопасного состояния дорожного покрытия, влияющих на результаты расчетов экспертного исследования.
7. Применить разработанную методику автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и дороги для ДТС с целью оценки точности расчетов разработанного научно-методического обеспечения и объективности выводов экспертного исследования.

Объектом исследования являются параметры технического состояния тормозной системы автомобиля – коэффициент эффективности торможения ТС, состояния дорожной среды – коэффициент сцепления колеса с дорогой,

шероховатость дорожного покрытия, гидравлическая шероховатость, колейность на дорожном покрытии.

Предметом исследования является процесс торможения (замедления) ТС с учетом технического состояния автомобиля и дорожной среды.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

1. Уточнены расчетные методы автотехнических экспертиз для определения остановочного пути и скорости ТС путем введения коэффициентов, обеспечивающих учет влияния на параметры процесса торможения ТС, коэффициента эффективности торможения ТС, а также коэффициента состояния дорожного покрытия, шероховатости, гидравлической шероховатости, колейности.
2. Экспериментально доказана значимость учета фактических значений: коэффициенты сцепления, шероховатости, гидравлической шероховатости, колейности от рекомендуемых действующими нормативами – по установленным отклонениям последних.
3. Разработана методика применения коэффициентов, учитывающих техническое состояние ТС и дороги, используемых в расчетах автотехнической экспертизы при реконструкции механизмов ДТП.
4. Разработана методика автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП с учетом параметров технического состояния ТС и дорожной среды, образующая с перечисленным ее научно-методическим обеспечением.

Методологической основой диссертационного исследования являются труды ученых и специалистов в области анализа и оценки эксплуатационных свойств ТС, реконструкции, исследования ДТП, а также рекомендуемые методы расчета; законодательные и нормативно-технические документы, математические методы обработки результатов исследования, методы теории вероятностей, статистического и системного анализа; методы планирования эксперимента.

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

Практическая ценность и реализация результатов исследований.

На основе проведенных экспериментально-теоретических исследований разработано научно-методическое обеспечение, позволяющее повысить точность экспертных расчетов и результатов при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и дороги.

Результаты работы могут быть использованы для внедрения в сферу деятельности экспертов по реконструкции и анализу ДТП, работников ГИБДД, дорожных экспертов, организаций, осуществляющих технический надзор в области реконструкции и ремонте улично-дорожной сети; а также в учебный процесс для подготовки специалистов в области БДД.

Результаты работы внедрены в экспертную и образовательную деятельность по профессиональной подготовке специалистов в СПбГАСУ (направление 23.03.01 – Технология транспортных процессов, профиль подготовки: «Организация и безопасность движения»), Института безопасности дорожного движения (ИБДД) СПбГАСУ при профессиональной переподготовке по программам «Эксперт-техник по независимой технической экспертизе транспортных средств», «Судебная инженерно-техническая экспертиза (по специализации – судебная автотехническая экспертиза)», ЗАО «КУАТРО», автомобильный юридический центр «СД», ЗАО «Экотранс – Дорсервис».

Апробация работы. Основные положения работы докладывались: на 61-й международной научно-технической конференции молодых ученых (Санкт-Петербург, 2008); на 7-10-ой международных конференциях - «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» (Санкт-Петербург, 2006, 2008, 2010, 2012); на научно-практической конференции «Актуальные вопросы обеспечения безопасности дорожного движения» (Санкт-Петербург, 2008); на целевой конференции ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 годах»: «Новое в проф. образовании специалистов для сферы ОБДД» (Санкт-Петербург, 2009); в рамках Санкт-Петербургской ассамблеи студентов, аспирантов и молодых ученых - победителей конкурсов г. Санкт-Петербурга получен грант Губернатора Санкт-Петербурга (Санкт-Петербург, 2011); на 66-ой международной научно-технической конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов (Санкт-Петербург, 2013г.); на 2-ом международном конгрессе студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы современного строительства» (Санкт-Петербург, 2013); на международной научно-технической конференции «Строительная наука - 2014: теория, образование, практика, инновации» (Архангельск, 2014).

Публикации. Материалам диссертации опубликованы в 10 печатных работах, общим объемом 5,8 п.л., лично автором – 4,95 п.л., в том числе 5 работ опубликовано в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденный ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4-х глав с выводами по каждой из них, общих выводов. Диссертация содержит 169 страниц машинописного текста, 54 таблицы, 86 рисунков, 11 приложений и списка использованной литературы из 103 наименования работ отечественных и зарубежных авторов.

Во введении раскрывается тема исследования, обосновывается её выбор и актуальность, сформулирована цель исследования, рассмотрены научная новизна и практическая ценность работы, изложены положения, выносимые автором на защиту.

В первой главе выполнен анализ сложившейся ситуации в сфере БДД в Российской Федерации, в том числе Санкт-Петербурге и Ленинградской области, анализ аварийности на автомобильном транспорте. Выявлены

основные причины и факторы ДТП в системе ВАДС, в частности подсистеме «автомобиль-дорога». Выполнена оценка технического состояния ТС, качества и безопасности дорожной среды посредством выявления параметров, существенно влияющих на сцепные характеристики колеса с дорожным покрытием, эффективность торможения ТС в различных погодноклиматических и эксплуатационных условиях. Изложены рекомендуемые методики и расчетные методы, применяемые при экспертных автотехнических исследованиях ДТП. Выявлены преимущества и недостатки существующих способов расчета, а также отсутствие фактических данных – параметров подсистемы «автомобиль-дорога», необходимых для объективности средств реконструкции механизмов ДТП. С целью повышения их точности, достоверности и эффективности средств расчетов и выводов экспертов при выполнении автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды, определены цели и задачи диссертационного исследования.

Во второй главе представлена рабочая гипотеза формирования научно-методического обеспечения автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП, адаптивной к изменяющемуся уровню технического состояния ТС и дороги, разработаны математические модели усовершенствованного метода расчёта торможения ТС, определения скорости движения ТС, остановочного и тормозного путей - средством использования фактических коэффициентов сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием, шероховатости дорожного покрытия, гидравлической шероховатости, колеяности, которые позволяют повысить точность воспроизведения механизмов ДТП.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований, направленных на проверку гипотезы о возможности применения научно-методического обеспечения автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние ТС и дорожного покрытия при реконструкции ДТП. Доказано, что фактические значения исследуемых параметров: состояния дорожного покрытия, шероховатости, гидравлической шероховатости, колеяности существенно отличаются от нормативных и рекомендуемых нормативных табличных значений, а также имеют достаточно широкий диапазон значений для одного состояния подсистемы «дорога». Также обусловлена необходимость в классификации параметра эффективности торможения ТС по категориям автомобильных дорог в связи с разной степенью загрузки ТС.

Произведен сравнительный анализ эффективности процедуры расчета (методики) по разработанному научно-методическому обеспечению и по существующей методике.

В четвертой главе с целью объективности и достоверности выводов автотехнических экспертных исследований, а также научно-методического обеспечения, приведены примеры расчетов по определению замедления ТС, скорости движения ТС, остановочного пути, удаления ТС от места ДТП в момент возникновения опасности для движения и оценка эффективности

расчета точности разработанного научно-методического обеспечения и существующей методики.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Уточненные расчетные методы автотехнических экспертиз для определения остановочного пути и скорости ТС путем введения коэффициентов, обеспечивающих учет влияния на параметры процесса торможения ТС коэффициента эффективности торможения ТС, а также коэффициента состояния дорожного покрытия, шероховатости, гидравлической шероховатости, колеяности.

Установить причины и факторы, способствующие возникновению и развитию ДТП, возможно посредством детального экспертного исследования обстоятельств ДТС. Экспертное исследование сводится к ответу на главные вопросы: на момент ДТП было ли технически исправно ТС? (техническая экспертиза); соответствовали ли дорожные условия требованиям нормативных документов? (дорожная экспертиза); определение места ДТП (транспортно-трассологическая экспертиза); была ли возможность предотвратить ДТП с учетом психофизиологических особенностей водителя (ситуационная экспертиза). Одним из главных вопросов в автотехнической экспертизе, использующей техническое состояние параметров автомобиля и дороги, и, выполняемой экспертами, это имел ли водитель техническую возможность предотвратить ДТП в данной ДТС? То есть, имел ли он возможность остановиться на дорожном покрытии, исключив риск столкновения, наезда на пешехода, ТС, опрокидывания и т.д.

Согласно предмета исследования процесс оценки торможения (замедления) ТС сводится к определению величины замедления:

$$j_3 = \frac{\varphi_\phi}{K_3} g(\cos\alpha \pm \sin\alpha), \quad (1)$$

где φ_ϕ - фактическое значение коэффициента сцепления, определяемое экспериментально на месте происшествия с помощью соответствующих приборов, K_3 - коэффициент эффективности торможения ТС, учитывающий степень использования суммарной силы сцепления шин заторможенных колес с поверхностью проезжей части, α - угол между плоскостью движения ТС к продольной или поперечной плоскости дорожного полотна, g - ускорение свободного падения.

При отсутствии экспериментальных данных по параметрам автомобиля - коэффициенту сцепления автомобильной шины с дорогой, эффективности торможения, выбираемых по нормативным или усредненным рекомендуемым значениям в зависимости от типа и состояния покрытия проезжей части в месте происшествия, степени загрузки ТС, что снижает точность расчетов и объективность выводов экспертных исследований. В научных трудах Сильянова В.В., Евтюкова С.А., Столярова В.В., Сусанина В.В., Терентьева А.В. приводятся исследования различных факторов, влияющих на параметр

взаимодействия колеса с дорогой – коэффициент сцепления. Автором предложены коэффициенты, наиболее значимые для исследования:

$$\varphi_{\phi} = \varphi_n \cdot k_{ДП} \cdot k_{СП} \cdot k_{ш} \cdot k_{шг} \cdot k_{ров} \cdot k_{кол} \cdot k_i \cdot k_{i_{нон}} \cdot k_p \cdot k_{t_{ш}} \cdot k_{t_{д}} \cdot k_{t_{ос}}, \quad (2)$$

где φ_n - справочное, нормативное значение коэффициента сцепления, $k_{ДП}$ - коэффициенты вида дорожного покрытия, $k_{СП}$ - состояния дорожного покрытия, $k_{ш}$ - шероховатости поверхности дорожного покрытия, $k_{шг}$ - гидравлической шероховатости, $k_{ров}$ - ровности дорожного покрытия, $k_{кол}$ - колеяности дорожного покрытия, k_i - продольного уклона, $k_{i_{нон}}$ - поперечного уклона, k_p - давления в шинах, $k_{t_{ш}}$ - температурный коэффициент шин, $k_{t_{д}}$ - температурный коэффициент дороги, $k_{t_{ос}}$ - температурный коэффициент окружающей среды.

Экспертный анализ позволил выявить наиболее значимые для экспертной практики, некоторые объединили в укрупненные пары или группы, некоторые из-за нецелесообразности или незначительного влияния опущены. Таким образом, используемые в существующей методике нормативные и рекомендуемые значения замедления - j_3 , коэффициента сцепления - φ , коэффициента эффективности торможения ТС - K_3 , в разработанном научно-методическом обеспечении автотехнической экспертизы, учитывающей параметры технического состояния автомобиля и дороги, при реконструкции ДТП будут определяться из выражения, в частности для замедления:

$$j_3^{\phi} = \frac{\varphi_n \cdot k_{СП} \cdot k_{ш} \cdot k_{шг} \cdot k_{кол}}{K_3^{1-V}} g(\cos \alpha \pm \sin \alpha), \quad (3)$$

где $k_{СП}$ - коэффициент состояния дорожного покрытия, K_3^{1-V} - коэффициент эффективности торможения ТС с различной степенью загрузки на разных типах дорожных покрытий.

В существующей практике реконструкции ДТП, для оценки технической возможности предотвращения ДТП используют величину полного остановочного пути (S_o):

$$S_o = \sum S = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26 \cdot j_3} \quad (4)$$

где t_1 - время реакции водителя, с; t_2 - время срабатывания тормозного механизма, с; t_3 - время нарастания замедления до максимального значения, с; V_a - скорость ТС, км/ч, j_3 - замедление ТС м/с².

Определение скорости ТС в практике автотехнической экспертизы производится:

$$V_a = 1,8 \cdot (t_3 + t_5) \cdot j_3 + \sqrt{26 \cdot j_3 \cdot S_{ю} + 254 \cdot f \cdot S_n}, \quad (5)$$

где t_5 - время оттормаживания, с; $S_{ю}$ - длина пути юза, м; S_n - расстояние, на которое продвинулся автомобиль до полной остановки, не оставляя следов юза, м, f - коэффициент сопротивления качению.

Техническую возможность предотвращения наезда на пешехода путем торможения автомобиля при ограниченной геометрической видимости в дорожной среде иллюстрирует рисунок 1. Условие предотвращения наезда:

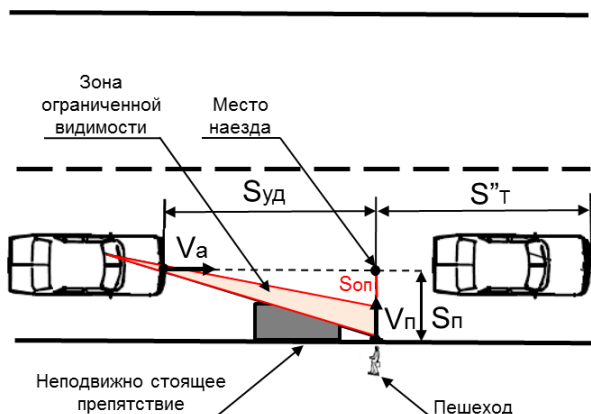


Рис. 1. Схема графического метода определения $S_{уд}$ от места наезда на пешехода при ограничении видимости

$$S_{уд} > S_o \quad (6)$$

где S_o - остановочный путь ТС,
 $S_{уд}$ - удаление ТС от места наезда в момент возникновения опасности, который определяется:

$$S_{уд} = \frac{S_{он} \cdot V_a}{V_n} - \left(\sqrt{\frac{V_a^2}{26j}} - \sqrt{S''_T} \right)^2, \quad (7)$$

где $S_{он}$ - путь пешехода в опасной зоне до места наезда, S''_T - путь торможения после наезда, V_n - скорость движения пешехода.

Если $S_{уд} < S_o$ - водитель не имел технической возможности предотвратить наезд на пешехода. Геометрическая видимость и обзорность в продольном профиле и плане имеют существенное значение при реконструкции механизма ДТП.

На основании выявленных значимых факторов и внедрения коэффициентов технического состояния ТС и дороги автором разработаны и предложены следующие расчетные формулы, применяемые в автотехнической экспертизе:

$$S_o = \sum S = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_a}{3,6} + V_a^2 / 26g \frac{\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha), \quad (8)$$

$$V_a = \frac{1,8\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол} \cdot g \cdot (t_3 + t_5)}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) + \sqrt{\frac{26 \cdot \varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол} \cdot g (S_{ю} + 254 \cdot f \cdot S_n)}{K_3^{I-V}}}. \quad (9)$$

Полученные расчетные формулы при выполнении автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние ТС и дороги позволяют получить более точные результаты за счет дополнения расчетных зависимостей новыми коэффициентами, уточняющими степень загрузки ТС, эксплуатационное состояние и вид дорожного покрытия каждой категории дорог.

2. Экспериментально доказана значимость учета фактических значений параметров дороги, таких как коэффициента сцепления, шероховатости, гидравлической шероховатости, колеяности от рекомендуемых действующими нормативами – по установленным отклонениям последних.

Экспериментальные исследования параметров дорожной среды проводились на участках автомобильных дорог I-V категорий Санкт-

Петербурга и Ленинградской области в период с марта 2012г. по февраль 2014г (рисунок 2). Целью экспериментальных исследований являлось установление связей между варьируемыми факторами и измеряемыми переменными, а также определение экспериментальных зависимостей и их сравнение с нормативными значениями.



а)



б)

Рис. 2. Проведение экспериментальных исследований по определению фактических значений параметров дорожной среды: а) измерение коэффициента сцепления в зимний период; б) измерение трещин, выбоин на дорожном покрытии

В исследованиях использовалась действующая сертифицированная приборная база и средства измерения.

В таблице 1 представлено сравнение фактических значений измеряемых в эксперименте, и нормативных параметров дорожного покрытия.

Таблица 1

Пример результатов экспериментальных измерений коэффициента сцепления на капитальном покрытии I категории дороги с последующей обработкой с учетом $k_{СДП}$

№ изм.	Период проведения исследования			$\varphi_{ф}$	$(\varphi_{н}=0,70)^*$	$(\varphi_{н}=0,75)^*$	$k_{СДП}$ при $\varphi_{н}=0,70$	$k_{СДП}$ при $\varphi_{н}=0,75$	Ср. квадратичная погр-ть, S	Погр-ть по Корнфельду, Δx		
	Март	Апрель	Май									
1	0,64			0,64	0,70	0,75	0,914	0,853	1,63	2,74		
2	0,64			0,64			0,914	0,853				
3	0,64			0,64			0,914	0,853				
...				
42	0,59	0,60		0,59			0,843	0,787				
43				0,6			0,6	0,857			0,800	
44				0,61			0,61	0,871			0,813	
45				0,60			0,60	0,857			0,800	
...				
99				0,60			0,6	0,857			0,800	
100							0,59	0,59			0,843	0,787
101							0,59	0,59			0,843	0,787
...							
128		0,59	0,59	0,843	0,787							
*ОДМ, Росавтодор, 2002г.					Среднее значение	0,874	0,816					

Результаты экспериментальных исследований отличаются от нормативных табличных значений. Для повышения эффективности расчетов в методике автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды вводятся корректирующие коэффициенты.

3. Разработана методика применения коэффициентов, учитывающих техническое состояние ТС и дороги, используемых в расчетах автотехнической экспертизы при реконструкции механизмов ДТП.

Для определения весомости и значимости параметров технического состояния автомобиля и дорожной среды была выполнена экспертная оценка по влиянию каждого из параметров автомобиля и дороги на результаты экспертных исследований. Состав экспертной комиссия представляли профильные ученые и специалисты, имеющие высокий стаж работы в сфере БДД, экспертизы, реконструкции и анализа ДТП. На основании полученных в ходе эксперимента фактических значений параметров дороги получены коэффициенты для расчетных задач автотехнической экспертизы. В таблицах 2-4 представлены значения коэффициентов, учитывающих техническое состояние дороги, используемых в расчетах автотехнической экспертизы при реконструкции механизмов ДТП.

Таблица 2

Значения коэффициента состояния дорожного покрытия $k_{сдп}$ на разных категориях дорожной среды

Состояние покрытия/ Категория дороги	Категории дорожной одежды				
	I категория	II категория	III категория	IV категория	V категория
Сухое	0,874	0,871	0,870	0,869	0,866
Влажное	0,862	0,860	0,859	0,858	0,856
Мокрое, пленка воды 2 мм	0,852	0,851	0,850	0,849	0,847
Мокрое, пленка воды более 5 мм	0,851	0,850	0,849	0,848	0,846
Покрытое слоем снега до 5см	0,844	0,841	0,840	0,839	0,837
Грязное	0,832	0,830	0,828	0,826	0,825
Снег уплотненный	0,814	0,811	0,810	0,809	0,807
Лед гладкий	0,627	0,623	0,621	0,620	0,619

Таблица 3

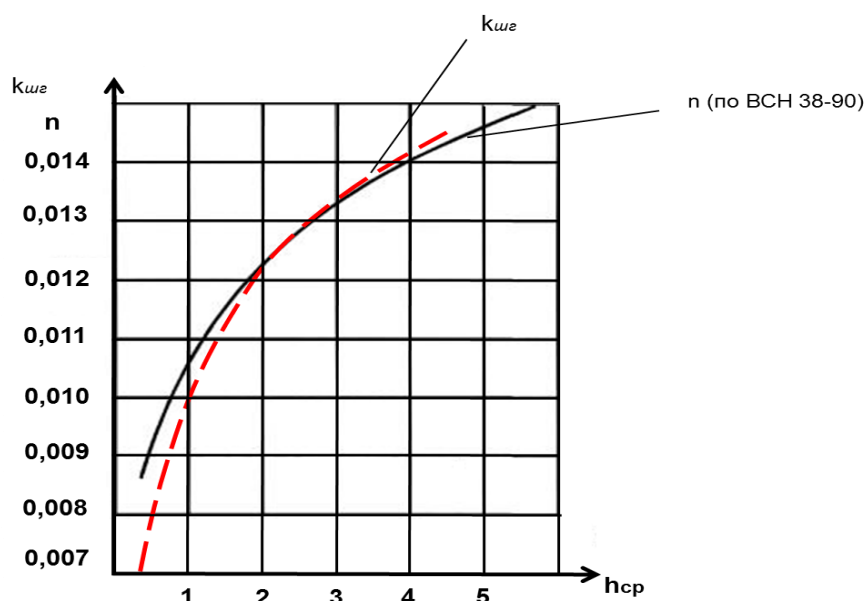
Значения коэффициента шероховатости $k_{ш}$ на покрытии всех категории

Категория дороги в подсистеме Д	Тип шероховатых покрытий	Состояние покрытия		
		Сухое	Влажное	Лед гладкий
I	Крупношероховатые	0,758	0,794	0,615
II	Среднешероховатые	0,921	0,956	0,761
III	Мелкошероховатые	0,951	0,955	0,953
IV	Мелкошероховатые	0,952	0,956	0,953

Значения коэффициента колеиности $k_{кол}$ на покрытии всех категории

Категория дороги в подсистеме Д	Коэффициент $k_{кол}$
I	0,973
II	0,904
III	0,981
IV	В пределах нормы

В зависимости от средней глубины впадин шероховатости получены фактические значения гидравлической шероховатости ($k_{ше}$) (рисунок 3), исключая вероятность и интенсивность расчетного дождя в зависимости от погодных-климатических параметров района проложения дороги, согласно существующей методике.

Рис. 3. Номограмма для определения коэффициента $k_{ше}$

Алгоритм методики применения коэффициентов, учитывающих техническое состояние ТС и дороги, представленный на рисунке 4, иллюстрирует последовательность использования разработанных коэффициентов в экспертном исследовании.

4. Разработана методика автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП с учетом параметров технического состояния ТС и дорожной среды, образующая с перечисленным ее научно-методическим обеспечением.

Для производства автотехнических экспертиз эксперту предоставляются материалы дела (протокол места осмотра ДТП со схемой ДТП; протокол осмотра и проверки технического состояния ТС, справка по ДТП, объяснение водителей и свидетелей), достаточные для стандартного исследования.

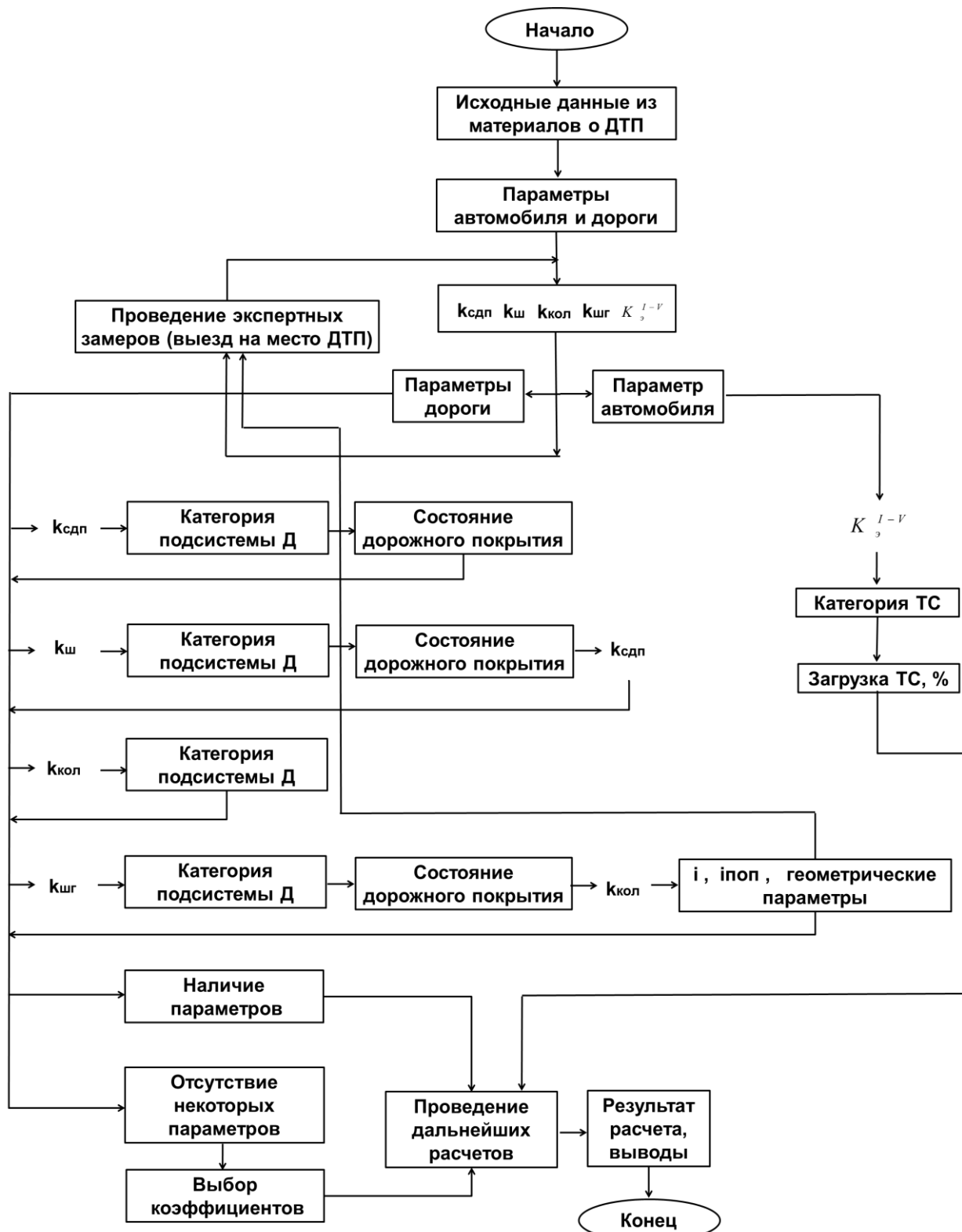


Рис. 4. Алгоритм применения коэффициентов в автотехнических экспертизах с учетом параметров технического состояния автомобиля и дороги

Для полного восстановления механизма ДТП необходимая информация, учитывающая параметры технического состояния ТС и дороги. К этим параметрам в разработанной методике относятся: а) параметры дороги - ширина проезжей части и обочин; тип дорожного покрытия (асфальт, бетон и т.п.); состояние дорожного покрытия на момент ДТП (сухое, влажное, мокрое и т.п.); уклон, подъем или поворот дороги, в метрах; дальность видимости дороги в направлении движения участников ДТП, а также видимость конкретного объекта (например, видимость пешехода, препятствия и т.п.); наличие искусственного освещения на момент ДТП; установка дорожных знаков в направлении движения транспортного средства, а также средств регулирования (светофоров, регулировщиков); в случае ДТП на регулируемом перекрестке – горевший сигнал светофора в направлении движения транспортного средства, либо горевший сигнал в момент ДТП); в случае ДТП на регулируемом перекрестке - необходимо представить режим работы светофорных объектов на момент ДТП, а также расстояния от светофорных объектов до границ проезжих частей; б) параметры автомобиля - эффективность торможения ТС в зависимости от степени его загрузки (нормативные табличные значения данного параметра ограничены).

В соответствии с поставленными вопросами при выполнении реконструкции механизма ДТП, эксперт выполняет процедуру исследования согласно алгоритма методики, учитывающей техническое состояние ТС и дороги, представленного на рисунке 5.

Разработанная методика представляет последовательное выполнение автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП, учитывающей техническое состояние ТС и дороги. Учет параметров подсистемы «автомобиль-дорога» производится на основании вида исследуемого ДТП и геометрических особенностей дорожной среды.

Выбранные исходные данные из представленных материалов ДТП дополняются, согласно предлагаемой методике, значениями $k_{СДП}$, $k_{из}$, $k_{кол}$, $k_{из}$, K_3^{I-V} , в зависимости от обстоятельств ДТП. Оценка проведенного экспертного исследования позволяет ответить на вопрос – имел ли водитель техническую возможность предотвратить ДТП с учетом соответствия (не соответствия) параметров подсистемы «автомобиль - дорога» требованиям нормативных документов?

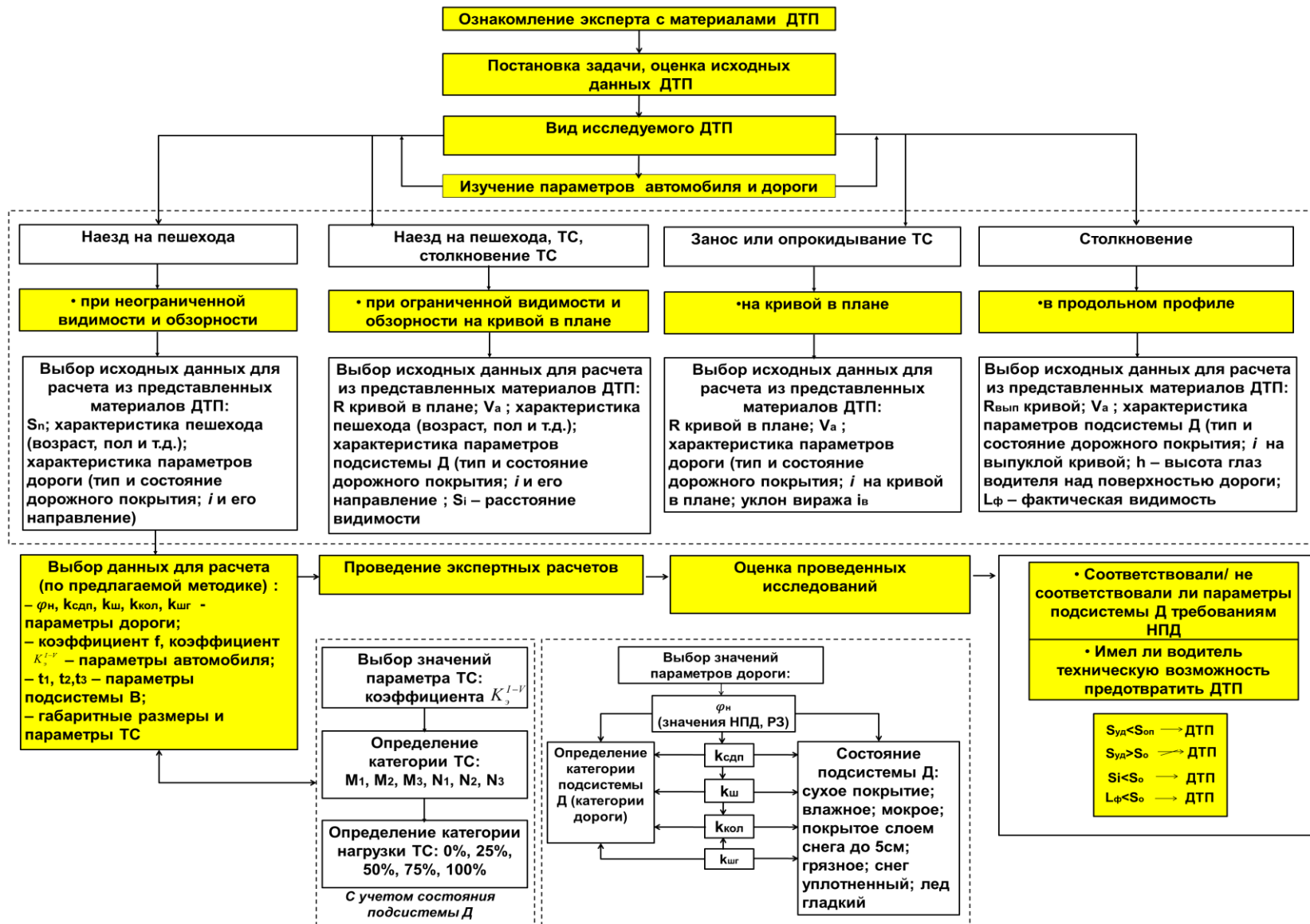


Рис.5. Алгоритм (методика) автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП, учитывающей техническое состояние ТС и дороги

Разработанное научно-методическое обеспечение задач реконструкции механизмов ДТП позволяет вводом в исследование дополнительных и прежде не учитываемых факторов расширить число каналов обеспечения БДД и, следовательно увеличить суммарный эффект повышения БДД, устранить неопределенность в оценке влияния на результат ДТП рассмотренных в диссертации факторов технического состояния ТС и дороги, повысить уровень доверия к объективности расследования ДТП и мотивации граждан к законопослушанию в дорожном движении, в итоге повысить уровень обеспечения БДД в России.

В работе выявлено факторное пространство и выполнена оценка его влияния на механизм ДТП. Рассмотренные показатели аварийности, факторы и причины, влияющие на ДТП, существующие методы и расчетные методики, позволили сделать вывод, что действующая практика реконструкции ДТП учета влияния технического состояния автомобиля и дорожной среды осуществляется не в рамках обязательных процедур, а инициативно и, в этой связи нуждается в специальных исследованиях и разработке научно-методического обеспечения, вводимого фактора как инструмента повышения качества экспертных исследований и, в целом повышения БДД.

Поставленная цель и средства ее достижения, рассматриваемые в диссертационном исследовании, повышают достоверность результатов автотехнического экспертного исследования, учитывающего техническое состояние автомобиля и дорожной среды, увеличивая точность расчетных оценок эффективности торможения ТС и состояние дорожного покрытия примерно на 10%.

Общие выводы

В работе достигнуты следующие результаты:

1. Выполнен анализ проблемы аварийности на автомобильном транспорте с целью определения статистики ДТП, учитывающих техническое состояние ТС и дорожной среды. 20-25% ДТП происходят по причине ненадлежащего состояния подсистемы «дорога».

2. Выполнена оценка влияния на эффективность процесса торможения ТС при выполнении автотехнической экспертизы безопасного технического состояния автомобиля и дорожной среды.

3. Обоснованы расчетные методы для производства автотехнической экспертизы, определяющие замедление ТС с учетом технического состояния автомобиля и дорожной среды с целью повышения точности расчетов.

4. Разработана методика учета при автотехнической экспертизе технического состояния ТС с использованием коэффициента эффективного торможения ТС, и дорожной среды – коэффициентов состояния дорожного покрытия, шероховатости, гидравлической шероховатости, колеяности.

5. Экспериментально оценена величина отклонения фактических значений параметров дороги от нормативных с целью подтверждения

снижения качества и безопасного состояния дорожного покрытия, влияющих на результаты расчетов экспертного исследования.

6. Уточнены расчетные методы автотехнических экспертиз для определения остановочного пути и скорости ТС путем введения коэффициентов, обеспечивающих учет влияния на параметры процесса торможения ТС коэффициента эффективности торможения ТС, а также коэффициента состояния дорожного покрытия, шероховатости, гидравлической шероховатости, колейности.

Образующие научно-методическое обеспечение параметр - $K_{\text{с}}^{I-V}$ разработан для дорог I-III категорий с капитальным и облегченным видом покрытий - $K_{\text{с}}^{I-III}$ и для IV-V категорий дорог на облегченном (с обработкой вяжущих материалов), переходном и низшем виде дорожного покрытия - $K_{\text{с}}^{IV-V}$, что позволяет более точно получать значения эффективного торможения ТС с учетом загрузки и условий его движения. При осмотре места ДТП в протоколах необходимо учитывать подробные дополнительные данные о условиях движения, такие как о наличие колейности на проезжей части, состояния покрытия с учетом погодных-климатических условий, износа покрытия и т.д. Емкие и точные исходные данные, полученные при ДТП, а в дальнейшем при проведении автотехнической экспертизы с учетом параметров автомобиля и дороги: $k_{\text{сДП}}$ - коэффициент состояния дорожного покрытия, $k_{\text{ш}}$ - коэффициент шероховатости поверхности дорожного покрытия, $k_{\text{гш}}$ - коэффициент гидравлической шероховатости, $k_{\text{кол}}$ - коэффициент колейности дорожного покрытия – позволят повысить уровень достоверности выводов экспертных исследований.

7. Разработана методика применения коэффициентов, учитывающих техническое состояние ТС и дороги, используемых в расчетах автотехнической экспертизы при реконструкции механизмов ДТП.

8. Разработана методика автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП с учетом параметров технического состояния ТС и дорожной среды, образующая с перечисленным ее научно-методическим обеспечением.

III. ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ:

публикации в периодических научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Куракина, Е.В.** Исследование влияния сцепных качеств дорог на безопасность дорожного движения [текст] / Е.В. Куракина, С.А. Евтюков // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ №5(40). – 2013. – С.166-173. (0,8 п.л., 0,6 п.л./0,2 п.л.).

2. **Куракина, Е.В.** Экспертная характеристика автомобильной дороги в дорожно-транспортной экспертизе [электронный ресурс] / Е.В. Куракина // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/111-r10273>. (0,5 п.л.).

3. **Куракина, Е.В.** Влияние параметров дороги на определение скорости движения при экспертном исследовании ДТП[текст] / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ №1(42). – 2014. – С.103-109. (0,9п.л., 0,45 п.л./0,45п.л.).

4. **Куракина, Е.В.** Об отклонении нормативных характеристик показателей автомобильной дороги (на примере аварийно-опасных участков дорог Ленинградской области)[электронный ресурс] / Е.В. Куракина // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12865>. (0,5п.л.).

5. **Куракина, Е.В.** Исследование параметров торможения транспортных средств[текст]/ Е.В. Куракина // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ №2(43). – 2014. – С.127-134 (0,7 п.л.).

публикации в других изданиях:

6. **Лазарева, Е.В.** Современная идеология обеспечения безопасности дорожного движения. Мировой опыт [текст]/ Е.В. Лазарева, Е.М. Олещенко//Сборник докладов и статей науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы обеспечения безопасности дорожного движения». 27 – 28 ноябр. 2008 г. / С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб., 2008. – 162 с. (С.49-52) (0,3п.л., 0,2п.л./0,1п.л.).

7. **Лазарева, Е.В.** Сравнительный анализ программ обеспечения безопасности дорожного движения в России и за рубежом[текст] / Е.В. Лазарева //Сборник докладов и статей целевой конф. федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 годах» «Новое в проф. образовании специалистов для сферы ОБДД» 7-9 сентября 2009.(0,6 п.л.).

8. **Куракина, Е.В.** Комплексные мероприятия по формированию безопасного поведения водителей автотранспортных средств с целью профилактики дорожно-транспортных происшествий и тяжести их последствий в Санкт-Петербурге и Ленинградской области[текст] / Е.В. Куракина, Е.М. Олещенко// Научно-исследовательская работа студентов, аспирантов и молодых ученых СПбГАСУ: сб.научных трудов студентов, аспирантов и молодых ученых победителей конкурсов 2011 г. Вып.7 / СПб. гос. архт.-строит. ун-т. – СПб., 2012. – С.73 – 86 (1 п.л., 0,8п.л./0,2п.л.).

9. **Куракина, Е.В.** Исследование состояния безопасности и качества подсистемы Д / Е.В.Куракина[текст] // Сборник трудов междунар.научно-техн.конф.«Строительная наука-2014: теория, образование, практика, инновации», г.Архангельск, 2014г.: Изд-во ООО «Типография «ТОЧКА», 2014. 232-244с. (0,5п.л.).

10. Заявка на полезную модель №2013148264 от 29.10.2013г. Устройство для определения сцепных качеств дорожного покрытия.