

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»**

На правах рукописи

КУРАКИНА Елена Владимировна

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

05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор С.А. Евтюков

Санкт-Петербург – 2014 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И УРОВНЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	9
1.1. Анализ проблемы аварийности на автомобильном транспорте	9
1.2. Оценка состояния безопасности и качества технического состояния ТС и дорожной среды	15
1.3. Оценка влияния на эффективность процесса торможения ТС безопасного состояния автомобиля и дорожной среды	30
1.4. Исследование действующей практики назначения автотехнической экспертизы	38
1.5. Анализ существующего научно-методического обеспечения производства экспертного исследования	44
Выводы к главе 1, цели и задачи исследования	60
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ И ДОРОЖНОЙ СРЕДЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДТП	62
2.1. Исходные материалы при назначении автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды	62
2.2. Определение замедления ТС с учетом состояния автомобиля и дорожной среды	65
2.2.1. Влияние эффективности торможения ТС на достоверность выводов экспертного исследования	65
2.2.2. Определение замедления ТС с учетом состояния дорожной среды. Исследование параметров дорожной среды при планировании эксперимента	69
2.3. Расчетные методы для производства автотехнической экспертизы при определении замедления, остановочного пути и скорости движения ТС	74
2.5. Расчетные методы для производства автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды	88
Выводы к главе 2	93
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ТС И СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО	94

ПОКРЫТИЯ	
3.1. Цели, задачи и объекты экспериментальных исследований	94
3.2. Оборудование и средства проведения экспериментальных исследований технического состояния ТС и дорожной среды	96
3.3. Математическое исследование при планировании эксперимента	109
3.4. Результаты экспериментальных исследований эффективности торможения ТС	115
3.4.1. Результаты эксперимента по определению коэффициента состояния дорожного покрытия	121
3.4.2. Результаты эксперимента по измерению параметра – шероховатость покрытия	147
3.4.3. Результаты эксперимента по измерению параметров гидравлической шероховатости и колейности	148
3.5. Методика применения коэффициентов, учитывающих техническое состояние ТС и дороги, используемых в расчетах автотехнической экспертизы при реконструкции механизмов ДТП	150
Выводы к главе 3	154
ГЛАВА 4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАСЧЕТАХ АВТОТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ, УЧИТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЯ И ДОРОЖНОЙ СРЕДЫ	155
4.1. Применение методики автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и дороги	155
4.2. Практическое применение методики автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и дороги	157
Заключение	159
Список основных источников и литературы	161
Приложения	170
Список условных сокращений	203

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Согласно 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» 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», инстинктивно концентрируя внимание на экстренном или рабочем торможении ТС. В экспертной практике в этой связи, часто задаваемые вопросы экспертам сводятся к определению скорости ТС – и его остановочного пути, 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 автомобиля 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 автомобиля и его возраста параметров, влияющих на общее техническое состояние автомобиля, 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 процедура реконструкции ДТП обладает значительным числом недостатков, нуждающихся в их преодолении. В настоящей работе, в частности рассмотрена задача разработки научно-методического обеспечения для выполнения экспертного исследования с учетом технического состояния ТС и автомобильной дороги. Необходимость в определении дополнительных параметров оценки их параметров и условий движения в этой задаче, т.е. в подсистеме «автомобиль - дорога», таких как колеяность на проезжей части, состояние покрытия в различных погодноклиматических условиях, износ покрытия, сцепные свойства и шероховатость дорожного покрытия и эффективность торможения и т.д. объясняет актуальность исследования и определяет его целью повышение точности и достоверности исходных данных расчетов при оценке тормозного и остановочного пути ТС, 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 исследуемой подсистемы?

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

Задачи исследования:

– выполнить анализ проблемы аварийности на автомобильном транспорте с целью определения статистики ДТП, учитывающих техническое состояние ТС и дорожной среды.

– осуществить оценку влияния на эффективность процесса торможения ТС при производстве автотехнической экспертизы безопасного технического состояния автомобиля и дорожной среды.

– исследовать материалы по исходным данным, используемым в действующей практике назначения автотехнической экспертизы с целью выявления недостатков существующего научно-методического обеспечения производства экспертного исследования.

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

– 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, колейности.

– 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.

– 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 и 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 параметров дороги, таких как коэффициента сцепления, шероховатости, гидравлической шероховатости, колеяности от рекомендуемых действующими нормативами - по установленным отклонениям последних.

3. Разработана методика применения коэффициентов, учитывающих техническое состояние транспортных средств 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.

Практическая значимость работы заключается:

- 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.

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».

Обоснованность и достоверность результатов исследований обеспечивается применением современных математических и статических методов обработки результатов экспериментальных исследований; сопоставлением полученных данных с работами авторов, работающих в области БДД, анализа, реконструкции и исследования ДТП, а также нормативно - правовыми документами.

Реализация результатов исследований. 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 диссертации и отдельные ее результаты докладывались и обсуждались: 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. Основное содержание работы отражено в 10 печатных работах, в том числе 5 работ опубликовано в изданиях, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных журналов, утвержденный ВАК РФ.

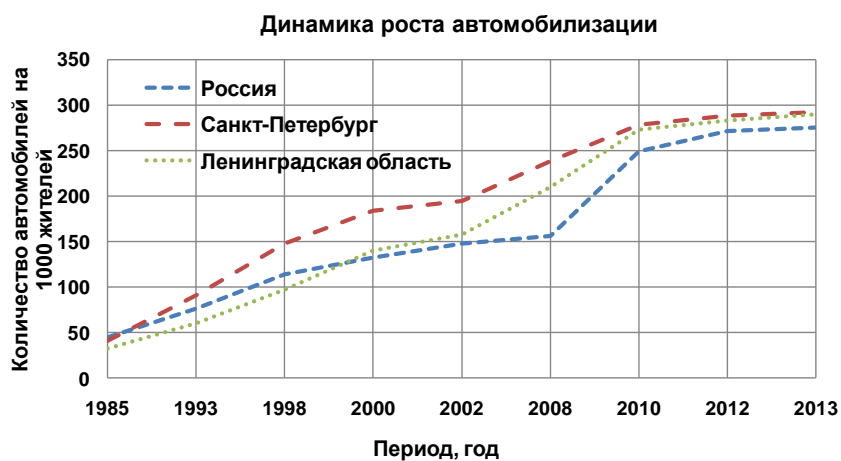
Структура и объем работы. Диссертация состоит, введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений, списка условных сокращений и обозначений, в том числе 203 страницы текста, 86 рисунков, 54 таблицы.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И УРОВНЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

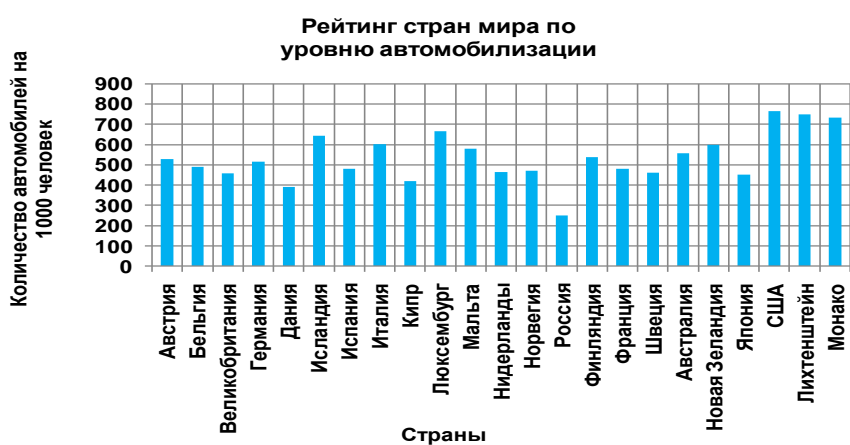
1.1. Анализ проблемы аварийности на автомобильном транспорте

Автомобильный транспорт является частью единой транспортной системы страны, обладает высокой мобильностью и способствует к созданию комфорта и удобства при перевозке пассажиров и груза. За последние десять лет отмечается резкая динамика увеличения автомобилей, приходящихся на 1000 жителей. Согласно статистическим данным (рисунок 1.1) среднее число автомобилей с каждым годом увеличивается, с 2008г. наблюдается рост по Российской Федерации [1,2,3,4]. Интенсивный рост автомобилизации повысил качество жизни общества, но, однако это привело и к увеличению уровня дорожно-транспортного травматизма (ДТТ) в результате ДТП. Также процесс роста автомобилизации в России сопряжен с негативными явлениями, связанными с недостаточно развитой сетью автомобильных дорог, ее дефектами, низкой пропускной способностью ее участков, отсутствием достаточного количества мест хранения автомобилей и парковочных мест. К отрицательным последствиям данных явлений можно отнести заторы на дороге, загрязнение воздуха и поверхности вдоль автомобильных дорог, шумовое загрязнение городской и пригородной среды, увеличение числа аварий и жертв ДТП.

Безопасность дорожного движения (БДД) - одна из важных социально-экономических и демографических задач Российской Федерации. Аварийность на автомобильном транспорте наносит огромный материальный и моральный ущерб как обществу в целом, так и отдельным гражданам. ДТТ приводит к исключению из сферы производства людей трудоспособного возраста, гибнут и становятся инвалидами дети. Ежегодно в Российской Федерации в результате дорожно-транспортных происшествий погибают и получают ранения свыше 285 тыс. человек[5]. В России ситуация с ОБДД остается сложной, этому свидетельствуют растущие статистические данные о количестве совершенных ДТП, погибших и раненых (таблица 1.1). Данные таблицы 1.1 свидетельствуют о росте ДТП, жертв на территории Российской Федерации, в том числе Санкт-Петербурга и Ленинградской области.



а)



б)



в)

Рисунок 1.1 — а) Динамика роста автомобилей на 1000 человек в России, Санкт-Петербурге, Ленинградской области; б) Рейтинг стран мира по уровню автомобилизации (по состоянию на 2013 год); в) Рейтинг регионов России по уровню автомобилизации (по состоянию на 2013 год)

Таблица 1.1

Количество ДТП с погибшими и ранеными в период с 2008г. по 2013г.

Субъект	Показатель	Год					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013
Российская Федерация	ДТП	218322	203618	199431	199868	203597	204068
	погибло	29936	27659	26567	27953	27991	27025
	ранено	270883	255484	250635	251848	258618	258437
Санкт-Петербург	ДТП	8814	7931	7532	7550	8288	8341
	погибло	613	514,0	397	471	445	444
	ранено	10213	9364,0	8932	8875	9920	10019
Ленинградская обл.	ДТП	3317	3237	3321	3506	3576	3794
	погибло	628	605,0	568	642	642	635
	ранено	4202	4076	4380	4466	4821	5145

Мировая статистика показывает, что ДТП приобретает с каждым годом все большее социальное и экономическое значение, на его долю, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), приходится 30-40% и более всех смертей от несчастных случаев. На автомобильном транспорте происходит более 98 % от всех транспортных происшествий, в ДТП в мире ежегодно гибнет 1,2 млн. человек и более 15 млн. получают ранения [6]. Статистика свидетельствует о динамичном росте этих цифр, если не предпринимать решительных мер в деле предупреждения ДТП. Выходом из сложившейся ситуации - системный подход к проблеме безопасности, экспертная оценка ДТП, разработка и реализация приоритетных мероприятий снижения ДТП.

Огромное значение в области обеспечения БДД имеет четкое определение масштабов и характера ДТП, выработка стратегии, создание специальных органов и консолидация усилий в масштабах страны в целях решения проблемы БДД. Каждая страна разрабатывает политику (программу) обеспечения безопасности дорожного движения, что является основой для определения общенационального плана конкретных действий в области обеспечения БДД.

Еще в 80-е годы XX века в ряде зарубежных развитых стран была признана потребность в системном подходе, сосредоточившемся на совершенствовании дорожной инфраструктуры, технической безопасности автомобиля (особенно пассивной безопасности) и на соблюдении правил дорожного движения (ПДД).

При таком подходе, наряду с законодательными мерами, стали широко применяться и другие, нацеленные на достижение конечного результата меры, такие как автоматизированный полицейский контроль; налоговые стимулы; технические

предписания; более совершенные информационные системы и базы данных по ДТП и травматизму, а также независимые расследования и научное изучение ДТП [7]. Примером разработки системного подхода - стратегии в области обеспечения безопасности дорожного движения может служить опыт Швеции («Vision Zero»), Великобритании («Tomorrow's Roads: Safer For Everyone») и другие.

Системный подход позволяет комплексно изучать взаимодействующие факторы, их особенности и ограничения, позволяет рассмотреть подсистемы в системе ВАДС. Одна из основных задач ВАДС сократить количество ДТП и пострадавших.

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 [8]. ДТП классифицируются, согласно Правилам учета и анализа дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации [9], по девяти видам: столкновение, опрокидывание, наезд на стоящее транспортное средство, наезд на препятствие, наезд на пешехода, наезд на велосипедиста, наезд на гужевой транспорт, падение пассажира, иной вид ДТП [8,9]. Самыми распространенными видами ДТП являются столкновения ТС и наезды на пешеходов.

Статистические данные аварийности позволяют определить случаи ДТП в системе «Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда» (ВАДС) для каждой подсистемы [1,2,3,7,10]. Подсистема «Среда» (подсистема С) для каждого случая ДТП несет сопутствующий характер, являясь источником влияния внешних факторов на подсистемы «Водитель», «Автомобиль», «Дорога» (подсистемы В, А, Д), таких как наличие снега, гололеда, тумана, дождя и другие, в дорожно-транспортной ситуации (ДТС). В системе ВАДС ДТП является результатом неблагоприятного сочетания ряда причин и факторов, возникающих при взаимодействии подсистем друг с другом. С целью повышения БДД необходимо подсистемно выявлять факторы риска в подсистемах $V \leftrightarrow A$, $A \leftrightarrow D$, $D \leftrightarrow V$ с учетом влияния подсистемы С, что в дальнейшем позволит определить мероприятия по повышению БДД.

Ниже представлены случаи ДТП в подсистеме ВАДС. Анализ программ по повышению БДД позволяет сделать вывод, что большая часть мероприятий по БДД направлена на совершенствование и безопасность подсистемы В, следующая по

приоритету подсистема А. Мероприятия по отношению к системе Д носят либо профилактический характер, либо вообще отсутствуют. Статистика по подсистеме Д имеет динамичный рост.

Согласно анализу статистических данных аварийности около 20-25% ДТП происходит по причине неудовлетворительного состояния подсистемы Д (рисунок 1.2). Факт присутствия вины в ДТП подсистемы Д очевиден.

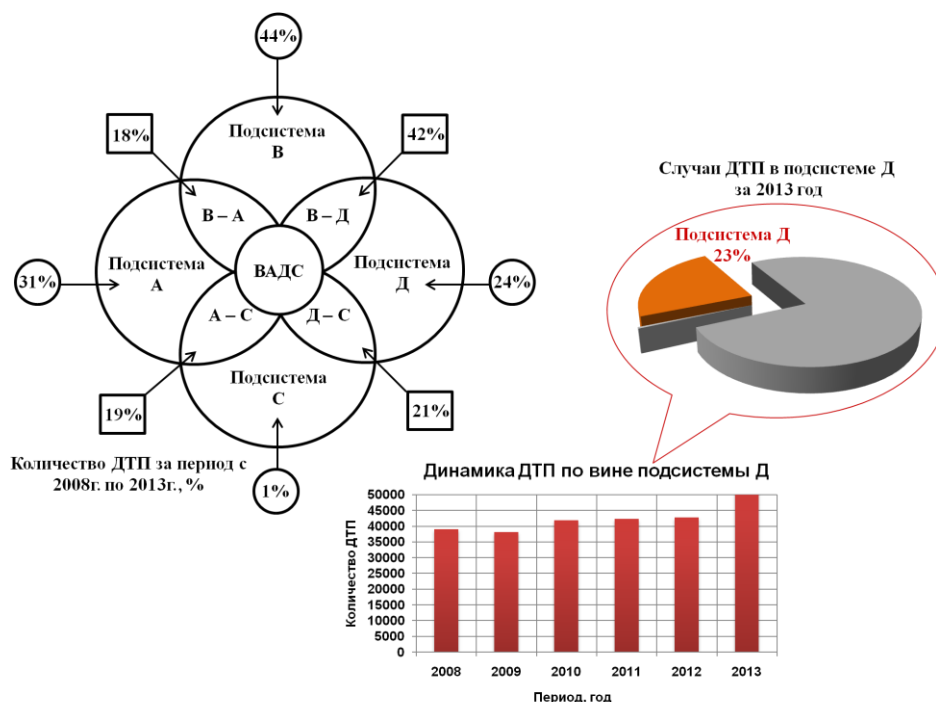
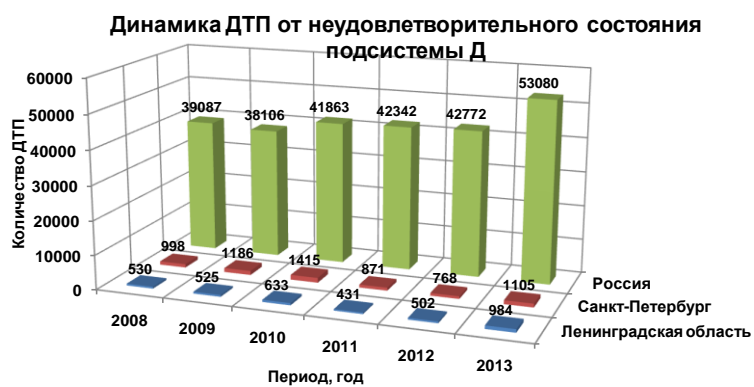


Рисунок 1.2 — Анализ случаев ДТП в системе ВАДС с выявлением случаев ДТП в подсистеме Д

Анализ статистики аварийности позволил выявить участие всех подсистем в ДТП от общего количества ДТП за период с 2008г. по 2013г. (значение выделено круглым контуром, %), а также анализ обстоятельств и условий ДТП выявил взаимодействие подсистем в ДТП (значение выделено квадратным контуром, %).

К основным причинам ДТП подсистемы Д относят: недостатки в строительстве и реконструкции улиц и автомобильных дорог, их эксплуатации, недостаточная освещенность или ее отсутствие в темное время суток, наличие колеяности, трещин и выбоин на дорожном покрытии, работа и информативность средств регулирования и дорожных знаков и разметки и другие [5,6,7,9,11]. Статистика ДТП от неудовлетворительного состояния подсистемы Д представлена на рисунке 1.3.



а)



б)



в)

Рисунок 1.3 – Аварийность в системе ВАДС – подсистема Д за период с 2008г. по 2013г.: а) динамика ДТП от неудовлетворительного состояния подсистемы Д; б) количество погибших в ДТП по причине неудовлетворительного состояния подсистемы Д; в) количество раненых в ДТП по причине неудовлетворительного состояния подсистемы Д

При реконструкции ДТП важно зафиксировать все причины и факторы, создавшие ДТС, рассмотреть последнюю комплексно, с учетом влияния всех подсистем.

Исследуя причины и факторы, создавшие ДТС, необходимо учесть и то, что на формирование ДТС, огромное значение оказывают условия (подсистема С). Факторы, показатели риска и взаимодействие подсистем В, А, Д, С представлены в приложении 1. При производстве автотехнических экспертиз для подсистемы В основными показателями являются значения времени реакции водителя, для подсистемы А - параметры торможения и параметры маневрирования автомобиля, техническое состояние ТС, для подсистемы Д – ровность и сцепление покрытий проезжей части и обочин, прочность и состояние дорожной одежды, геометрические параметры дороги (ширина проезжей части и обочин), продольные уклоны, радиусы кривых в плане и профиле, расстояние видимости, состояние элементов инженерного оборудования и обустройства дороги [12,19,22,25,35,39,43,45,53,56,62,74]. Таким образом, использование системного анализа ВАДС при производстве автотехнических экспертиз при реконструкции ДТП позволит повысить уровень достоверности результатов экспертных выводов, в том числе при выполнении экспертиз с учетом технического состояния автомобиля и дорожной среды.

1.2. Оценка состояния безопасности и качества технического состояния ТС и дорожной среды

Подсистемы «Автомобиль», «Дорожная среда» является не только неотъемлемым компонентом системы ВАДС, но и составной частью автомобильно-дорожного комплекса. Это взаимодействие автомобиля через колеса с дорожным покрытием, представляющая собой механическую модель транспортного процесса, предназначенную для обеспечения непрерывного, комфортного, удобного и безопасного движения.

При движении по дороге при наличии чередующихся неровностей на покрытии ТС движутся неравномерно, испытывая при этом удары и вертикальные колебания колес, кузова и других частей конструкций. Различия микропрофиля по пути движения левых и правых колес вызывает поперечные колебания, при этом

возникают переменные по величине динамические силы, действующие как на дорожное покрытие, так и на ТС. Учитывая данные последствия, проектировщики, дорожники и специалисты в области автомобильно-дорожного комплекса должны следовать нормативным требованиям. Однако не всегда выдерживаются рекомендуемые нормативными документами и почти каждая дорога представляет собой последовательное чередование оптимальных и допустимых геометрических элементов [43,50]. Технический уровень, эксплуатационное состояние, транспортно- и технико-эксплуатационное состояние и качество дорожной среды должны соответствовать действующим нормативным требованиям. Параметры и комплексная характеристика дорожной среды, позволяющие оценить состояние ее безопасности и качество, а также используемые при проведении дорожно-транспортных исследований подробно представлены в приложении 2.

Дорожная среда представляет собой совокупность конструктивных и эксплуатационных свойств, снижающих вероятность ДТП, тяжесть их последствий и отрицательное воздействие на подсистему С. Оценить безопасное состояние ТС можно посредством параметров активной, пассивной, послеаварийной и экологической безопасности ТС (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Структура безопасности подсистемы А

В экспертной практике при исследовании ТС специалисты уделяют внимание изучению обстоятельств, связанных с эксплуатационными свойствами ТС, в

частности скоростным, тормозным параметрам, устойчивости ТС. Одна из расчетных величин в существующей методике автотехнических экспертиз при определении остановочного пути это коэффициент эффективности торможения (K_3), учитывающий эксплуатационные условия торможения. Нагруженные ТС имеют увеличенный тормозной путь. При расследовании происшествий значение коэффициента K_3 выбирается в зависимости от коэффициента сцепления колеса с дорогой φ и массы ТС. При этом следует учитывать тип ТС, его состояние, конструкцию тормозов, наличие усилителей их привода. На одном и том же участке подсистемы Д при одинаковой скорости движения ТС различного типа могут оказывать различные коэффициенты сцепления φ и эффективности торможения. Значения K_3 по данным ВНИИ судебных экспертиз, учитывают состояние ТС с нагрузкой в 0%, 50% и 100% при коэффициенте сцепления $\varphi=0,80 - 0,50$. Данных K_3 с нагрузкой в 25%, 75% при других значения коэффициента сцепления просто отсутствуют. Существующие значения K_3 при экспертных исследования берутся из существующих табличных данных.

При исследовании механизма ДТП часто возникает необходимость решения вопросов, связанных с устойчивостью и управляемостью ТС. Вопросы управляемости и устойчивости ТС являются одним из самых сложных. Управляемость и устойчивость являются важными эксплуатационными свойствами ТС, однако до настоящего времени нет общепринятого определения их.

Под устойчивостью понимают свойство ТС противостоять заносу, скольжению, опрокидыванию. Различают продольную и поперечную устойчивость ТС, более вероятна и опасна потеря поперечной устойчивости [22].

Нарушение устойчивости происходит в результате действия возмущающих сил, например, порывов бокового ветра, ударов колес о неровности дороги, колеяности, а также из – за резкого поворота управляемых колес водителем. Потеря устойчивости может быть вызвана и техническими неисправностями (неправильная регулировка тормозных механизмов, излишний люфт в рулевом управлении или его заклинивание, прокол шины и др.) ТС, изменив направление движения и отклонившись даже на небольшой угол, может через короткое время оказаться на полосе встречного движения. Так, если ТС, движущийся со скоростью 80 км/ч, отклонится от

прямолинейного направления движения всего на 5° , то через 2,5с он переместиться в сторону почти на 1 м и водитель может не успеть вернуть ТС на прежнюю полосу[19,22,61].

Часто ТС теряет устойчивость при движении по дороге с поперечным уклоном (косогору) и при повороте на горизонтальной дороге. Поперечному скольжению шин по дороге противодействуют силы сцепления, которые зависят от коэффициента сцепления φ . На сухих, чистых покрытиях силы сцепления достаточно велики, и ТС не теряет устойчивости даже при большой поперечной силе. Если дорога покрыта слоем мокрой грязи или льда, ТС может занести даже в том случае, когда он движется с небольшой скоростью по сравнительно пологой кривой. Особенно опасным является сочетание криволинейного участка дороги с поперечным уклоном. Для создания необходимой безопасности движения на дорогах с малым радиусом поворота устраивают односкатный поперечный профиль – вираж. На вираже проезжая часть и обочины имеют поперечный наклон к центру кривой. Таким образом, ТС и дорога взаимосвязаны, при производстве автотехнических экспертиз эксперты должны учитывать эту взаимосвязь и все параметры, влияющие на точность расчетов.

К дорожной среде предъявляют нормативные требования и правила, порядок проведения ремонта и содержания, указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [8,11,12,13,14,15,16,17]. Автомобильные дороги на всем протяжении или на отдельных участках в зависимости от расчетной интенсивности движения подразделяются на категории – I-а, I-б, II, III, IV, V [12].

Показатели безопасного состояния и качества дорожной среды включают:

- транспортно-эксплуатационные показатели (ТЭП);
- показатели дорожных условий, сопутствующих возникновению ДТП, значения которых не должны превышать нормативно допустимых ($P_{ду}$);
- показатели надлежащего качества покрытия дорог ($P_{кп}$);
- показатели безопасного движения и улучшению его организации ($P_{бдд}$).

К ТЭП относятся: обеспеченная скорость, пропускная способность, уровень загрузки ее движением, непрерывность, комфортность и безопасность движения, способность пропускать автомобили и автопоезда с осевой нагрузкой и грузоподъемностью (или общей массой), соответствующими категориями [12,15].

Скорость движения оценивают по эксплуатационному коэффициенту обеспеченности расчетной скорости [12,15]:

$$K_p = \frac{V_{\max}}{V_p} \quad (1.1)$$

где V_{\max} - максимальная скорость движения на каждом участке эксплуатируемой дороги, V_p - расчетная скорость для данной категории дороги.

Однако важно учесть то, что технический уровень и эксплуатационное состояние подсистемы Д должны обеспечить возможность БДД одиночных автомобилей при благоприятных ($K_p \geq 1$) и неблагоприятных погодно-климатических условиях ($0,5 < K_p < 0,75$) с максимальными скоростями соответствующей категории эксплуатируемой дороги. Допустимые значения V_{\max} для всех категорий дорог представлены в таблице 1.2 [15,17].

Таблица 1.2

Допустимые значения V_{\max} в зависимости от погодно-климатических условий

Условия погоды и рельефа местности	Допустимые значения V_{\max} для категорий дорог, км/ч					
	I-а	I-б	II	III	IV	V
При благоприятных погодно-климатических условиях						
На основном протяжении дороги	120-130	100-120	100-120	100	80	60
На трудных участках пересеченной местности	100-120	90-100		80	60	40
На трудных участках горной местности	75-80	60		50	40	30
При неблагоприятных погодно-климатических условиях						
На основном протяжении дороги	90-100	80-90		75	60	45
На трудных участках пересеченной местности	80-90	70-75		60	45	30
На трудных участках горной местности	60	45		40	30	20

Состояние безопасности движения на автомобильной дороге оценивается коэффициентом происшествий (K_{II}), коэффициентом аварийности (K_a) (для участков дорог с равнинной и холмистой местности), и разницей коэффициентов (K_a) (на соседних участках для горной местности) и коэффициентом безопасности (K_6).

Значения коэффициентов в зависимости от степени опасности участков дорог представлены в таблице 1.3 [15,17].

Таблица 1.3

Показатели состояния безопасности движения по степени опасности участков дорог

Показатели (коэффициенты)	Степень опасности участков дорог			
	Не опасный	Малоопасный	Опасный	Очень опасный
K_{II}	0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2
K_a (для участков дорог с равнинной и холмистой местности)	0-10	10-20	20-40	40
Разница в коэффициентах K_a (для горной местности), %	20	20-40	40-100	100
K_{σ}	0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,4

Основными параметрами и характеристиками, определяющими ТЭП дорожной среды, являются: геометрические параметры, к которым относятся ширина проезжей части и краевых укрепленных полос, общая и укрепленная ширина обочин, продольные уклоны, радиусы кривых в плане и профиле, уклоны виражей и расстояние видимости; прочность и состояние дорожной одежды проезжей части и обочин; ровность и сцепление покрытий проезжей части и обочин; состояние земляного полотна; состояние и работоспособность водоотвода; габариты, грузоподъемность и состояние мостов, путепроводов и других искусственных сооружений; состояние элементов инженерного оборудования и обустройства дороги [17,19,38.39,49].

Показатели $P_{ду}$, сопутствующие возникновению ДТП, значения которых не должны превышать нормативно допустимых, позволяют определить отклонение от норм существующих в момент ДТП дефектов и недостатков дороги [9,12,13,14,15]. Таким образом, это позволит более точно определить виновника ДТП. Согласно исследованиям Некрасова В.К. к дефектам и недостаткам дорожного покрытия относят деформации и разрушения износ или истирание, шелушение, выкрашивание, обламывание кромок, волны, гребенка, сдвиги, вмятины, трещины, сетка трещин, колея, выбоины [18].

Одним из показателей $P_{кд}$ является тип покрытия (дорожной одежды) определяется в соответствии с категорией дороги и интенсивностью движения транспортного потока. Срок службы покрытия оценивают по сцепным

характеристикам и износу поверхности дорожного покрытия. С учетом сложившегося уровня автомобилизации, интенсивности движения, погодных-климатических условий выявляют основные недостатки дорог в процессе их эксплуатации, влияющих на безопасность движения: образование колеи на поверхности проезжей части; износ покрытий автомобильными шинами; уменьшение коэффициента сцепления. Все вышеперечисленные недостатки являются причинами ДТП. Для экспертных исследований важно учесть, чтобы предельные значения параметров подсистемы Д - коэффициента сцепления (по условиям движения), состояния покрытия по ровности и средняя глубина впадин шероховатости в процессе эксплуатации подсистемы не были ниже допустимых значений (таблицы 1.4, 1.5).

Таблица 1.4

Значения предельно допустимого состояния покрытия по ровности в дорожной среде [15]

Интенсивность движения, авт/сут.	Категория дороги	Тип дорожной одежды	Предельно допустимые состояния покрытия по ровности		
			Показатель ровности		Количество просветов под 3-метровой рейкой
			по прибору ПКРС-2*	по толчкомеру ТХК-2**	
7000	I	Капитальный	540	100	6
3000-5000	II	Капитальный	660	120	7
1000-3000	III	Капитальный	860	170	9
1000-3000	III	Облегченный	1100	240	12
500-1000	IV	Облегченный	1200	265	14
200-500	IV	Переходный	-	340	-
< 200	V	Низший	-	510	-

*ПКРС -2 – прибор контроля ровности и сцепления

**Допускаемые значения ровности по толчкомеру ТХК даны применительно автомобилю УАЗ-452

Таблица 1.5

Значения средней глубины впадин шероховатости в дорожной среде [16,19,20]

Условия движения	$\varphi = 60$ км/ч [16,19]	Средняя глубина впадин шероховатости для дорог в дорожно-климатических зонах	
		I и V	II - IV
Легкие	0,35/0,28	0,39	0,35
Затрудненные	0,40/0,30	0,35	0,40
Опасные	0,45/0,32	0,40	0,45

Примечание. Сцепные качества следует считать удовлетворительными при условии соблюдения обоих параметров. В знаменателе приведены значения φ , полученные при измерении гладкой шиной (без протектора).

Сцепные качества и шероховатость покрытий по ОДН 218.0.006-2002 характеризуются коэффициентом сцепления φ , который определяется как отношение

фактического коэффициента сцепления к допустимому значению по условиям безопасности движения [15]. Классификация шероховатости по поверхности дорожных покрытий и характеристика условий движения представлены в приложении 3 [19]. Оценить состояние подсистемы Д в отношении безопасных условий движения позволяют коэффициенты (таблица 1.6).

Таблица 1.6

Оценка состояния дорожной среды по безопасным условиям движения [16,18]

Коэффициенты	Расчетная формула	Основные параметры	
Срока службы покрытия - k_{cl}	$k_{cl} = \frac{v_{\phi}}{v_p}$	v_{ϕ} - фактическая скорость движения, v_p - расчетная скорость движения.	(1.2)
Коэффициент проезжаемости k_n	$k_n = \frac{s_{\phi}}{s_n}$	s_{ϕ} - показания толчкомера, полученного при объезде дороги, s_n - нормативное значение показателя.	(1.3)
Коэффициент скользкости $k_{ск}$	$k_{ск} = \frac{\varphi_{\phi}}{\varphi_p}$	φ_{ϕ} - фактический коэффициент сцепления, φ_p - коэффициент сцепления, который должен быть по расчету при нормальном состоянии покрытия.	(1.4)

Примечание. На участках дороги с прямолинейной трассой при отсутствии крутых уклонной и подъемов, пересечений в одном уровне и при хорошей видимости $k_{cl} > 1$. С ростом деформаций и разрушений, при атмосферных осадках, загрязнении покрытия, снежных заносах, гололеде $k_{cl} < 1$ [16,18]. При $k_n > 1$ проезжаемость неудовлетворительна и необходимо проводить текущий ремонт, при $k_n < 1$ состояние поверхности удовлетворительно. При $V_a=60$ км/ч φ_p на мокром покрытии в пределах 0,45-0,60, а при $V_a=80$ км/ч – 0,30-0,40.

Согласно исследованиям авторов Боровского Б.Е., Власко Ю.М., Евтюкова С.А., Замараева И.В., Васильева Я.В., Грушецкого С.М., Иларионова В.А., Ляликова М.Б., Некрасова В.К., Понизовкина А.Н., Сильянова В.В., а также ВНИИСЭ значения φ представлены в таблицах 1.7, 1.8 [6,18,21,22].

Таблица 1.7

Значения коэффициента сцепления в зависимости от состояния и вида дорожного покрытия

Вид дорожного покрытия	Состояние покрытия	Коэффициент сцепления (φ)
Асфальт, бетон	сухой / мокрый	0,70 ÷ 0,80 / 0,40 ÷ 0,60
	грязный	0,25 ÷ 0,45
Булыжник, брусчатка	сухие / мокрые	0,60 ÷ 0,70 / 0,40 ÷ 0,50
Грунтовая дорога	сухая / мокрая	0,50 ÷ 0,60 / 0,20 ÷ 0,40
	грязная	0,15 ÷ 0,30
Песок	влажный / сухой	0,40 ÷ 0,50 / 0,20 ÷ 0,30
Гравийное покрытие	сухой / мокрый	0,60 ÷ 0,70 / 0,30 ÷ 0,40

Коэффициент сцепления в зимних условиях

Дорожное покрытие	Коэффициент сцепления (φ)
Асфальтобетонное покрытие с тонким слоем ледяной корки (гололёд)	0,09 ÷ 0,10
Укатанный ровный снеговой покров с обледеневшей поверхностью (после поливки водой)	0,12 ÷ 0,15
Укатанный ровный снеговой покров (толщина 50см) без ледяной корки	0,22 ÷ 0,25
Укатанный снеговой покров (толщина 50 см) после прохода грейдера	0,24 ÷ 0,28
Укатанный снеговой покров с обледеневшей поверхностью после россыпи песка по норме 0,1 м ³ на 1000 м ² дороги	0,17 ÷ 0,19
Укатанный снеговой покров с обледеневшей поверхностью после россыпи песка по норме 0,4 м ³ на 1000 м ² дороги	0,25 ÷ 0,26
Укатанный снеговой покров (толщиной 50 см) после россыпи песка по норме 0,4 м ³ на 1000 м ² дороги	0,30 ÷ 0,38

Значения φ для различных дорожных покрытий в летних и зимних условиях, согласно исследованиям Бекасова В.А, Кристи Н.М. [23,24]., представлены в таблице 1.9.

Значения коэффициента сцепления φ на капитальных (для I-IV категорий дорог), переходных и низших (для IV-V категории дорог) дорожных покрытиях, представленные авторами Сильяновым В.В, Домке Э.Р., представлены в таблицах 1.10, 1.11.

Наибольшее воздействие на параметры дорожной среды оказывают вид (категория) и состояние покрытия, а также V_a . Поэтому, для объективной оценки дороги необходимо в каждом случае измерять коэффициент сцепления. Табличными значениями коэффициента сцепления можно пользоваться только для оценочных расчетов [6,25]. Значения коэффициента сцепления при $V_a=20$ км/ч для шин с нормальным протектором представлены в приложении 4.

Согласно ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы», коэффициент сцепления покрытия должен обеспечивать безопасные условия движения с разрешенной Правилами дорожного движения скоростью и быть не менее 0,3 при его измерении шиной без рисунка протектора и 0,4 - шиной, имеющей рисунок протектора [26]. Значения коэффициента сцепления, согласно данным проф. Васильева А.П.[55], представлены в таблице 1.12.

Таблица 1.9

Коэффициент сцепления для различных дорожных покрытий
в летних и зимних условиях [23,24]

Вид дорожного покрытия	Состояние покрытия	Коэффициент сцепления
Асфальт, бетон	сухое/мокрое	0,70÷0,80/0,50÷0,60
	грязное/слой снега до 5 см	0,25÷0,45/0,20÷0,40
Булыжник, брусчатка	сухое/мокрое	0,60÷0,70/0,40÷0,50
Грунтовая дорога	сухая/мокрая/грязная	0,60÷0,70/0,20÷0,40/0,15÷0,30
Песок	влажный/сухой	0,40÷0,50/0,20÷0,30
Суглинок	сухой	0,40÷0,50
	увлажненный до пластического состояния	0,20÷0,40
	увлажненный до текучего состояния	0,15÷0,25
Луговина, болотистый луг	покрытые дерном	0,10÷0,40
Снег	рыхлый/уплотненный (укатанная дорога)	0,20÷0,40/0,30÷0,50
Лед	Гладкий, при температуре воздуха ниже 0 С	0,05÷0,10

Таблица 1.10

Значения коэффициента сцепления шин на капитальных дорожных покрытиях [49]

Тип дорожного покрытия	Состояние дорожного покрытия		Коэффициент сцепления
	по степени влажности	по степени загрязненности	
Асфальтобетон, цементобетон эксплуатируемые	сухое	-	0,70÷0,80
	не полностью покрытое снегом	-	0,25÷0,35
Асфальтобетон свежеложенный	сухое	-	0,60÷0,70
	влажное	-	0,20÷0,35
	мокрое	-	0,20÷0,30
Асфальтобетон эксплуатируемый гладкий	влажное	чистое	0,45÷0,55
		грязное	0,30÷0,35
	мокрое	чистое	0,35÷0,45
		грязное	0,25÷0,35
Асфальтобетон эксплуатируемый шероховатый	влажное	чистое	0,50÷0,70
		грязное	0,30÷0,55
	мокрое	чистое	0,45÷0,60
		грязное	0,25÷0,50
Цементобетон эксплуатируемый гладкий	влажное	чистое	0,30÷0,45
		грязное	0,25÷0,35
	мокрое	чистое	0,25÷0,40
		грязное	0,25÷0,35
Цементобетон эксплуатируемый шероховатый	влажное	чистое	0,50÷0,70
		грязное	0,35÷0,50
	мокрое	чистое	0,40÷0,65
		грязное	0,35÷0,50

Таблица 1.11

Значения коэффициента сцепления шин на переходных и низших дорожных покрытиях

Тип дорожного покрытия	Состояние дорожного покрытия	Коэффициент сцепления
Гравийное, щебеночное, гравийно-щебеночно-грунтовое	сухое	0,65÷0,75
	мокрое	0,35÷0,50
Грунтовое утрамбованное	сухое	0,65÷0,75
	мокрое	0,35÷0,50
Грунтовое взрыхленное	сухое	0,35÷0,75
	мокрое	0,30÷0,45
Травянистые грунтовые обочины (полностью покрытые травой)	сухое	0,50÷0,75
	мокрое	0,30÷0,40
Травянистые грунтовые обочины (трава растет отдельными пучками)	сухое	0,40÷0,75
	мокрое	0,30÷0,40
	полностью покрыто снегом (рыхлым, неуплотненным)	0,20÷0,25
	Покрыто раскатанным снегом (уплотненным) без ледяной корки	0,20÷0,30
	То же, с ледяной корки	0,15÷0,25
	Обледенелое	0,10÷0,20
	Покрыто раскатанным снегом (уплотненным), обработано минеральными материалами	0,30÷0,40
	Обледенелое, обработано минеральными минералами	0,25÷0,35

Таблица 1.12

Значения коэффициента сцепления (при $V_a=60$ км/ч)
(данные проф. А.П. Васильева) [55]

Значения φ	Характеристика покрытий				
	Скользкое, покрытое грязью	Скользкое	Чистое, сухое	Шероховатое старое	Шероховатое новое
φ	0,20-0,30	0,40	0,60	0,70	0,75

Показатель, характеризующий безопасное состояние подсистемы Д - показатель безопасного движения и улучшению его организации (П_{БД}). Направлен на поддержание требуемой ровности покрытия, устранение дефектов покрытий в виде выбоин, ям, трещин и других деформаций. Согласно [26, 27,28], покрытие проезжей части не должно иметь просадок, выбоин, иных повреждений, затрудняющих движение ТС с разрешенной ПДД [8] скоростью (таблица 1.13).

Таблица 1.13

Предельно допустимые повреждения покрытия, а также сроки их ликвидации [17]

Группа дорог и улиц по их транспортно-эксплуатационным характеристикам	Повреждения на 1000 м ² покрытия, м ² , не более	Сроки ликвидация повреждений, сут., не более
А	0,3 (1,5)	5
Б	1,5 (3,5)	7
В	2,5 (7,0)	10

Примечание. В скобках приведены значения повреждений для весеннего периода. Сроки ликвидации повреждений указаны для строительного сезона, определяемого погодноклиматическими условиями.

Предельные размеры отдельных просадок, выбоин и т.п. не должны превышать по длине 15 см, ширине - 60 см и глубине - 5 см.

Время, необходимое для устранения причин, снижающих сцепные качества покрытий в зависимости от вида работ, устанавливаются с момента обнаружения этих причин, и оно не должно превышать значений, приведенных в таблице 1.14.

Таблица 1.14

Время устранения причин, снижающих сцепные качества покрытий [17]

Работы по повышению сцепных качеств покрытия	Время, необходимое для выполнения работ, сут., не более
Устранение скользкости покрытия, вызванной выпотеванием битума	4
Очистка покрытия от загрязнений	5
Повышение шероховатости покрытия	15

Сроки ликвидации зимней скользкости и окончания снегоочистки для автомобильных дорог, а также улиц и дорог городов и других населенных пунктов с учетом их транспортно-эксплуатационных характеристик приведены в таблице 1.15 [27,28].

Таблица 1.15

Нормативный срок ликвидации зимней скользкости

Группа дорог и улиц по их транспортно-эксплуатационным характеристикам	Характеристика групп автомобильных дорог	Нормативный срок ликвидации зимней скользкости и окончания снегоочистки, ч
А	с интенсивностью движения более 3000 авт/сут;	4
Б	с интенсивностью движения от 1000 до 3000 авт/сут	5
В	с интенсивностью движения менее 1000 авт/сут	6

Также ПБДД направлен на поддержание требуемой шероховатости покрытия, обеспечивающей необходимый коэффициент сцепления колеса автомобилей с

покрытием; поддержание поверхности дороги в чистом состоянии путем своевременного удаления с нее пыли, грязи, песка и предотвращения возможности выезда на дорогу транспортных средств в не предусмотренных для этой цели местах;

предупреждение образования и ликвидации зимней скользкости;

укрепление обочин, недопущение обнажения кромки покрытия, обеспечение отвода воды с обочин, предотвращение образования на обочинах размывов, ям, колеи и других неровностей;

обеспечение видимости на всем протяжении дороги, в том числе в местах прохождения дорог в выемках, на перекрестках, на железнодорожных переездах, путем удаления с полосы отвода древесно-кустарниковой растительности, снежных валов, недопущение размещения на ней будок, киосков, заборов, не относящихся к элементам благоустройства дороги, а также удаление ранее установленных;

улучшение в процессе проведения ремонтных работ характеристик геометрических элементов дорог путем увеличения радиусов кривых в плане, устройства виражей и переходных кривых, уширения узких мостов;

осуществление канализирования движения путем устройства островков безопасности на пересечениях дорог, устройство дополнительных полос на подъемах и спусках, переходно-скоростных полос в зонах пересечений и автобусных остановок, строительство тротуаров и велосипедных дорожек в зонах населенных пунктов, пешеходных переходов, скотопрогонов, устройство стоянок, площадок отдыха;

улучшение организации движения и повышения его безопасности путем установки дорожных знаков, ограждений, светофоров и нанесения разметки, устройства трясущих полос, аварийных съездов и применение других технических средств и методов включая автоматизированные системы управления движением и системы дистанционного управления знаками; устройство и оборудование пересечений и примыканий в одном и разных уровнях [16,26,27].

На основании показателей, характеризующих состояние безопасности и качество подсистемы Д, и значений коэффициентов технического состояния подсистемы назначают те или иные виды ремонтных работ (рисунок 1.5). Согласно [16,18,26,27,28] определены срок службы дорожного покрытия T_n , оцениваемого по критерию сцепных свойств и износа поверхности покрытия, и срок службы дорожной

одежды T_o , оцениваемого по критерию прогиба конструкции от действия различной нагрузки. В таблицах 1.16, 1.17 приведены значения по данным срокам.

Таблица 1.16

Срок службы дорожного покрытия в подсистеме Д[16,18,26,27,28]

Категория дороги	Интенсивность движения авт./сут	Тип дорожной одежды	Вид покрытия	Дорожно-климатическая зона		
				I, II	III	IV, V
				T_o , лет	T_o , лет	T_o , лет
I	7000	Капитальный	Цементобетонные монолитные, железобетонные или армобетонные сборные, асфальтобетонные	14-18	15-19	16-20
II	3000-7000			11-15	12-16	13-16
III	1000-3000			11-15	12-16	13-16
		Облегченный	Асфальтобетонные	10-13	11-14	12-15
IV	500-1000	Капитальный	То же (выше)	11-15	12-16	13-16
		Облегченный	Дегтебетонные, из щебня, гравия и песка, обработанные вяжущими	8-10	9-11	10-12
	100-500	Переходный	Щебеночные и гравийные из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими	3-8	3-9	3-9
V	< 100	Облегченный	То же (выше)	8-10	9-11	10-12
		Переходный	То же (выше)	3-8	3-9	3-9
		Низший	Из грунтов, укрепленных или улучшенных добавками	2-4	2-4	2-4

Таблица 1.17

Срок службы дорожной одежды в подсистеме Д[16,18,26,27,28]

Дорожно-климатические зоны	Интенсивность движения по наиболее загруженной полосе, авт./сут, при сроке службы покрытия, T_n лет				
	8	6	4	3	2
I, II	<200	200÷2500	2500÷4500	4500÷6500	>6500
III		200÷2000	2000÷4000	4000÷6000	>6000
IV, V		200÷1500	1500÷3000	3000÷5000	> 5000



Рисунок 1.5 – Схема назначения работ по содержанию и ремонту дорожной среды

Согласно исследованиям Корсунского М.Б., Некрасова В.К., а также нормативам [20,27,28] выведены усредненные сроки службы дорог общего пользования. Сроки устанавливают не только на основании статистических данных, но и путем внимательной оценки при эксплуатации, оценки качества строительства и ремонта дорожных покрытий и одежд.

Рассмотренные показатели состояния безопасности и качества подсистемы «Автомобиль–Дорога» оказывают весомое значение в обеспечении безопасного дорожного движения, тем самым в предотвращении ДТП. Технический уровень и качество подсистем должны соответствовать действующим нормативным нормам и правилам, отвечать их требованиям. Показатели и характеристики подсистемы во многом влияют на ДТС, а при экспертном исследовании несут огромное значение в выявлении причин и факторов ДТП.

1.3. Оценка влияния на эффективность процесса торможения ТС безопасного технического состояния автомобиля и дорожной среды

На основании исследований авторов В.А. Астрова, М.А. Паршина, М.В. Немчинова, Л.Г. Марьяхина, В.И. Жукова, В. С. Порожнякова, Ю.В. Кузнецова, В.И. Кнороза, Е.В. Кленникова, А.С. Литвинова, [49,55], выявлены параметры, влияющие на эффективность торможения, сцепные характеристики колеса с покрытием, установлены характер и причины изменения коэффициента φ от данных факторов.

Тип покрытия и продолжительность его эксплуатации. С увеличением срока эксплуатации после постройки или ремонта дорожной одежды φ снижается из-за уменьшения шероховатости. Коэффициент сцепления φ наиболее устойчив у цементобетонных покрытий в сухом состоянии при продолжительности их службы до 10- 12 лет, а у асфальтобетонных - 5-8 лет. При истирании (износе) покрытия на 50-60 % φ уменьшается на 30-40 %. Брусчатка и булыжная мостовая полируются шинами автомобилей, из-за чего φ уменьшается [53,54].

Шероховатость покрытия и микрошероховатость его каменного материала. Чем больше шероховатость, тем значительнее площадь контакта покрытия с шиной и выше уровень зацепления, что обуславливает рост φ . Большая шероховатость покрытия способствует снижению коэффициента сцепления φ (рисунок 1.6). При

нормальной шероховатости покрытия шина сохраняет контакт с проезжей частью и при дожде не образуется сплошного слоя воды, снижающего сцепление шины и покрытия[34,53].

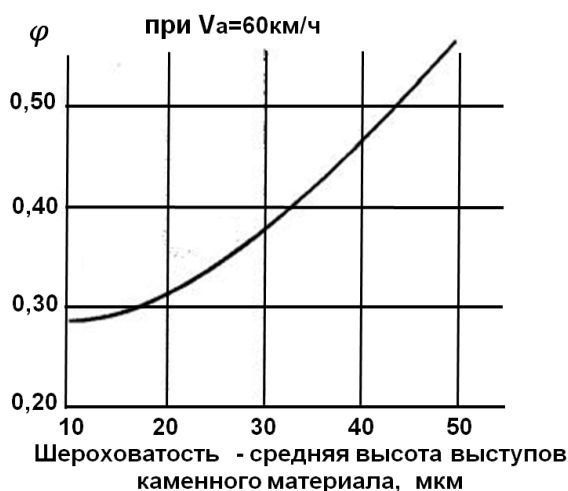


Рисунок 1.6 - Влияние микрошероховатости покрытия на коэффициент сцепления

Большое влияние оказывает на φ собственная шероховатость каменного материала покрытия (микрошероховатость), предотвращающая возникновение элементов жидкостного трения на поверхности выступов микрошероховатости. Допустимые значения глубины впадин шероховатости по значению φ (летние и зимние условия) представлены в таблице 1.18 [19,29,30,31,32,33,97-99]. Классификация дорожных покрытий в зависимости от значений параметров шероховатости приведена в приложении 5[20].

Таблица 1.18

Нормативные значения глубины впадин шероховатости [19,29,30,31,32,33,97-99]

φ	Минимальная средняя глубина впадин шероховатости методом «песчаного пятна», мм	
	Асфальтобетонное покрытие	Цементобетонное покрытие
0,28-0,30	1,0	0,5
0,35	1,8	1,0

Неровности на проезжей части. Они увеличивают частоту приложения вертикальной нагрузки. Коэффициент сцепления φ снижается из-за изменяющихся условий в месте контакта шины с дорогой и из-за подпрыгивания колес на неровностях. Исследования показывают, что ровность покрытия, в целом, имеет второстепенное значение для безопасности дорожного движения. Однако неровности

дорожного покрытия в сочетании с неблагоприятными погодными условиями могут приводить к увеличению ДТП [6,10, 95]

Влажность покрытия. При дожде коэффициент сцепления φ уменьшается из-за того, что из влаги, пыли, частиц резины, капель нефтепродуктов и т.п. образуется жидкая грязь, по которой, как по смазке, проскальзывают колеса. Значение коэффициента сцепления φ при этом почти вдвое меньше, чем при движении по сухому покрытию. На влажных, но чистых покрытиях φ меньше, чем на сухих, но больше, чем на покрытиях с жидкой грязью. На влажной и мокрой поверхности φ существенно снижается с ростом V_a . Сцепление зависит от типа покрытия и свойств резины протектора, таким образом, чем больше площадь контакта шины с дорогой, тем больше коэффициент сцепления φ . Этим объясняется некоторое увеличение φ на сухой дороге у шины с изношенным рисунком протектора по сравнению с новой (рисунок 1.7) [6,55].

На мокрых дорогах сцепление определяется гидродинамическими свойствами пленки воды между шиной и дорогой и способностью рисунка протектора выдавливать и удалять жидкость из зоны контакта узкими прорезями и открытыми канавками, служащими для удаления воды из зоны контакта.

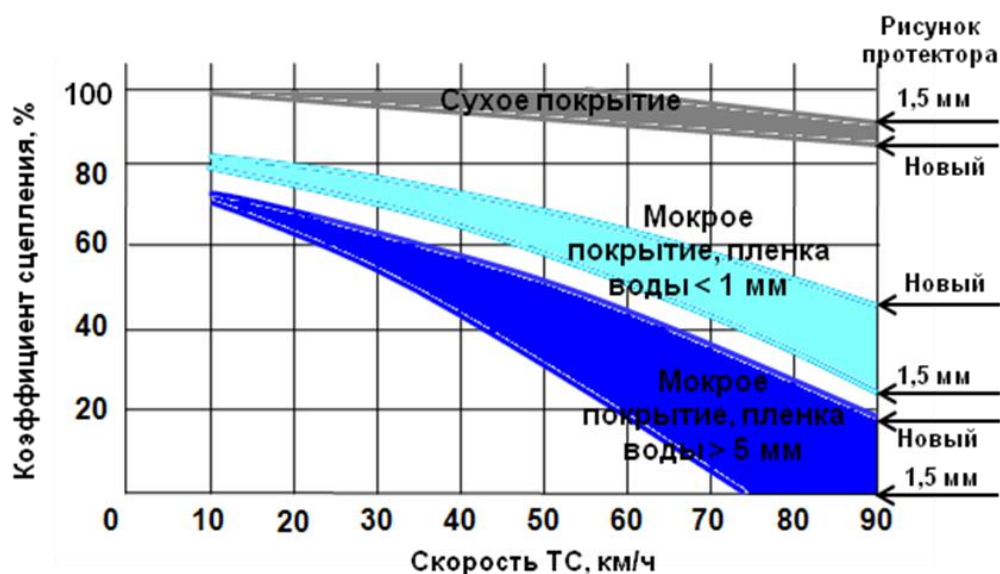
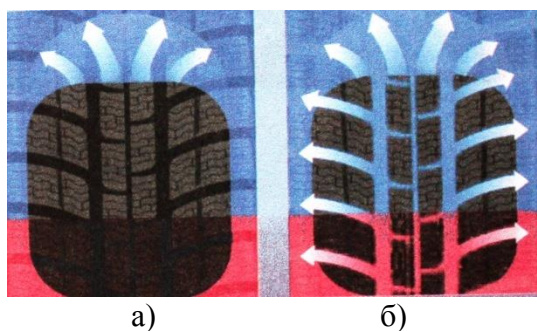


Рисунок 1.7 – Зависимость φ с сухой и влажной дорогой от толщины водной пленки на ее поверхности, V_a и износа рисунка протектора

При малой V_a и тонкой водной пленке на поверхности мокрой дороги вода почти полностью выдавливается и отводится из плоскости контакта выступов

рисунка протектора с полотном дороги (рисунок 1.8а), коэффициент сцепления φ не намного меньше, чем на сухой дороге.



а) б)
Рисунок 1.8 – Схема отвода воды с мокрой поверхности дорожного покрытия с рисунком протектора шины

С увеличением толщины слоя воды и V_a резко растет объем воды, подлежащий вытеснению, удаление из зоны контакта затрудняется, тем самым падает φ (рисунок 1.8б).

На рисунке б при толщине воды 6 мм и остаточной глубине рисунка протектора 1,5 мм при $V_a=80\text{км/ч}$ φ снижается до 0 и возникает аквапланирование. По некоторым источникам φ при аквапланировании представлен в таблице 1.19.

Аквапланирование обусловлено возникновением таких факторов как V_a , тип и остаточная высота протектора, уровень внутреннего давления в шине и количество воды на дороге. На рисунке 1.9 представлены стадии движения по мокрой дороге на разных скоростях движения.



$V_a = 40 \text{ км/ч}$

$V_a = 75 \text{ км/ч}$

$V_a = 100 \text{ км/ч}$

Рисунок 1.9 – Изменение пятна контакта с дорогой шины по мере роста V_a

Возникает катастрофическая ситуация, аквапланирование значительно снижает φ , ТС также скользит, как и по голому льду.

Таблица 1.19

Скорость движения автомобиля, км/ч	Значения φ при аквапланировании	
	Коэффициент сцепления для различных типов дорожного покрытия	
	Асфальт	Дождь
50	0,85	0,55
90	0,80	0,30
130	0,75	0,20

Значения коэффициента сцепления φ значительно снижаются на мокром и обледеневшем покрытии, что ведет к увеличению тормозного пути. Для шин, эксплуатируемых в зимнее время, сцепление улучшают за счет правильного выбора конструкции шины, рисунка протектора, в том числе с шипами. При движении колеса происходит деформация материалов шины, которые в площади контакта сопровождаются местным проскальзыванием элементов рисунка протектора относительно дороги. Степень проскальзывания влияет на φ шины с покрытием.

Согласно исследованиям НИИ шинной промышленности, φ изменяется в зависимости от степени суммарного и продольного бокового проскальзывания шины и состояния дорожного покрытия (рисунок 1.10) [34, 94,95].

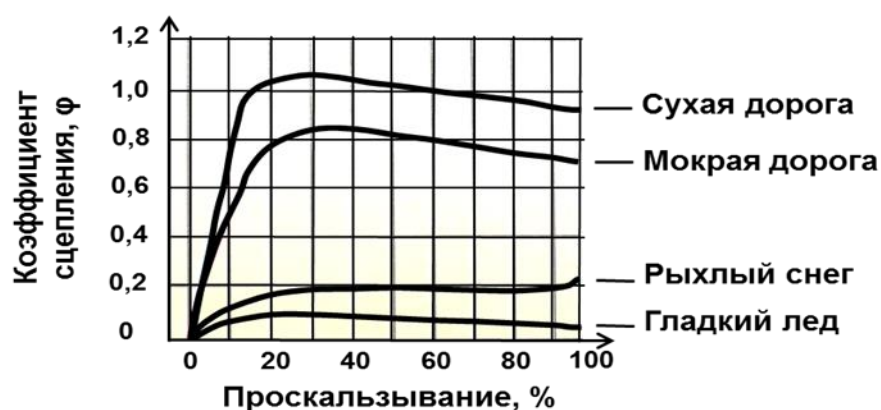


Рисунок 1.10 – Изменение φ от степени проскальзывания на разных дорожных покрытиях

На рисунке 1.10 нулевая точка соответствует перекатыванию протектора по дорожному покрытию, уровень проскальзывания в 100% соответствует полной блокировке колес (юз).

Следует также отметить, что на влажном и мокром покрытии значения φ существенно снижаются с ростом скорости. На мокрых дорогах сцепление определяется гидродинамическими свойствами пленки воды между шиной и покрытием и способностью рисунка протектора выдавливать и удалять жидкость из зоны контакта. Здесь немаловажным фактором является поперечный уклон дороги, предназначенный по конструкции удалять воду с поверхности дороги. Создается аквапланирование, при котором шина как бы «плавает» по поверхности, полностью теряет сцепление с дорогой, а автомобиль теряет управляемость.

Тип рисунка протектора шин. На влажном покрытии шины с рисунком протектора, имеющим большую расчлененность, обеспечивают более высокий коэффициент сцепления. Шины с рисунком протектора повышенной проходимости на мягком снеге и недостаточно уплотнённом грунте имеют больший коэффициент сцепления, чем шины с дорожным рисунком. При полном истирании рисунка протектора шины (*износ шины*) коэффициент сцепления φ снижается на 35-45 %. Весьма значительно он уменьшается при движении на влажных и грязных покрытиях (примерно еще на 20-25 %) [34,49,55]. Исследования показали, что к главным факторам, влияющим на интенсивность износа покрытий шипованной резиной, относятся свойства материалов покрытия и тип асфальтобетонной смеси. Установлено, что наиболее важным фактором является свойства щебня. К главным характеристикам щебня относятся сопротивляемость абразивному износу и содержание крупной фракции. Чем больше содержание крупного щебня, тем меньше износ. При проектировании асфальтобетонной смеси следует определять адгезию щебня с битумным вяжущим и необходимость введения адгезионных добавок. Следующим после щебня по важности фактором является состав асфальтобетонной смеси. Исследования показали, что ЩМА имеет большую износостойкость, чем плотные асфальтобетонные смеси. Битумное вяжущее меньше влияет на износ, чем щебень и состав смеси [34]. Степень этого влияния не поддается количественному определению. Установлено, что в некоторых случаях использование полимерно-битумного вяжущего несколько снижает износ.

При избытке органического вяжущего материала в покрытиях (особенно в жаркую погоду). В жаркую погоду вяжущий материал выступает на поверхность покрытия и приводит к уменьшению коэффициента сцепления φ . *Замасливание проезжей части.* Замасливание дорожного покрытия нефтепродуктами значительно снижает φ как на сухих, так и на влажных покрытиях; в середине полосы движения коэффициент сцепления φ почти на 30 % меньше, чем у краев этой полосы [53,54].

На образование колеи непосредственно влияют интенсивность движения, скорость движения, процентное количество автомобилей с шипованной резиной. При увеличении этих параметров процесс колееобразования усиливается. Изменение динамики глубины колеи по сезонам года представлена на рисунке 1.11.

Для снижения износа покрытий без ущерба безопасности движения предлагаются следующие меры:

- снижение интенсивности движения на автомагистралях (переориентация транспортных потоков, транзит и т.д.);
- регулирование периода разрешенного использования шипованной резины и ограничение количества шипов на шине;
- ограничение скорости движения в зимний период.

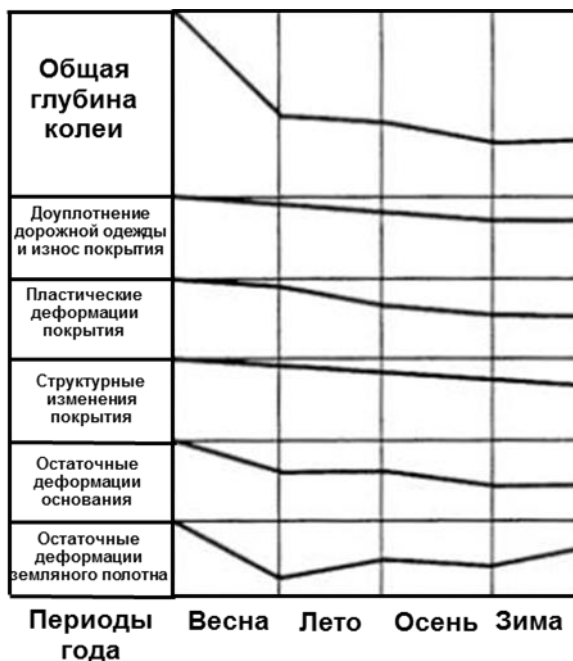


Рисунок 1.11 – Изменение динамики глубины колеи в течение года

С понижением температуры наружного воздуха менее 0⁰С и повышением влажности покрытия интенсивность колееобразования растет. На интенсивность колееобразования влажность покрытия влияет сильнее, чем холодная температура. Покрытие, обработанное противогололедными реагентами, дольше остается влажным, чем необработанное. Значения допустимой и предельно допустимой глубине колеи представлены в таблице 1.20.

Таблица 1.20

Оценка состояния дорог по параметрам колеи [15,17,18,31,49]

V _p	Глубина колеи, мм	
	допустимая	предельно допустимая
>120	4	20
120	7	20
100	12	20
80	25	30
60 и меньше	30	35

На глубину колеи влияет ширина полосы движения. Чем уже полоса движения, тем глубже колея.

Обледенение проезжей части. Коэффициент φ весьма мал; он несколько повышается при понижении температуры воздуха до 0...- 15°C. Зависимость коэффициентов от толщины слоя снега представлены на рисунке 1.12.

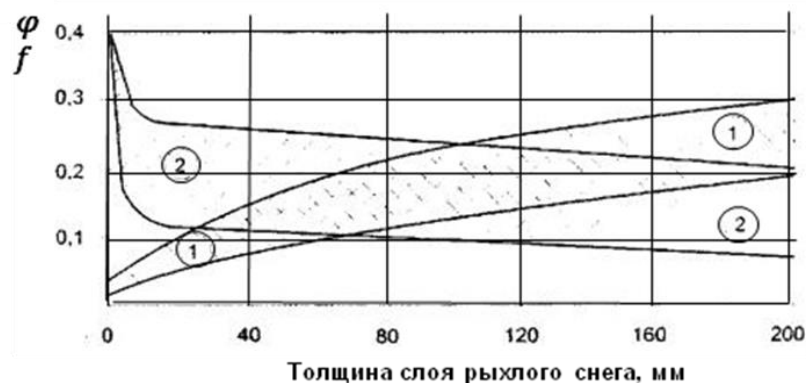


Рисунок 1.12 - Зависимость коэффициента сопротивления качению и коэффициента сцепления от толщины слоя рыхлого снега: 1 - коэффициент сопротивления качению; 2 - коэффициент сцепления

С увеличением скорости движения коэффициент сцепления φ снижается. Немаловажным является и плавность хода и минимальные затраты мощности на сопротивление качению автомобиля, особенно при движении с высокими скоростями, достигаются на идеально ровной и гладкой дороге [25]. Сила удара колес о неровности дороги возрастает пропорционально квадрату скорости. Поэтому, например, при движении со скоростью $V_a=50$ км/ч отдельные неровности высотой до 10 мм практически не сказываются на плавности хода автомобиля, при скорости же $V_a=90$ км/ч они вызывают ощутимое подбрасывание колес [25]. Зависимость коэффициента сцепления от скорости автомобиля для покрытий с различной шероховатостью представлена на рисунке 1.13[25,49].

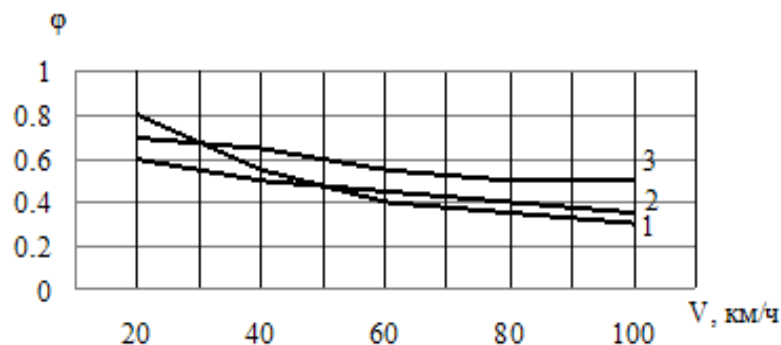


Рисунок 1.13 – Зависимость коэффициента сцепления от скорости автомобиля для покрытий с различной шероховатостью : 1- песчаный асфальтобетон; 2- многощебенистый асфальтобетон; 3- поверхностная обработка

С увеличением температуры шины φ на цементобетонном покрытии несколько уменьшается, а на асфальтобетонном - улучшается. φ в этом случае увеличивается из-за прилипания элементов протектора к поверхности покрытия. Если же материал протектора имеет низкие антиизносные качества, то при интенсивном торможении между шиной и дорожным покрытием появляется большое количество резиновой пыли, что снижает φ [25,34,54,55]. Давление в шинах также оказывает влияние на сцепные характеристики. В жаркую солнечную погоду поверхность дорожного покрытия может иметь температуру более 70°C при температуре воздуха около 30°C . Катящее по горячему покрытию колесо нагревается от соприкосновения с ним, а также в результате трения, ударов о неровности покрытия [25,34,54,55]. Воздух в камере тоже нагревается, его давление увеличивается, площадь контакта уменьшается.

1.4. Исследование действующей практики назначения автотехнической экспертизы

Установить причины и факторы, способствующие возникновению и развитию ДТП можно лишь путем детального исследования дорожной обстановки и ее измерений. Чем более полны и достоверны данные, тем более объективно и детально будет воспроизведен механизм ДТП.

В зависимости от ведомственной принадлежности организации, исследующей ДТП, различают *служебное расследование* и судебную экспертизу [6,9,10,22,23,35]. Служебное расследование проводят работники организаций, которым принадлежат

ТС, причастные к ДТП, или сотрудники дорожных служб, осуществляющие надзор над данным участком дороги с целью установления обстоятельств, условий и причин возникновения ДТП, выявлении нарушений установленных норм и правил, а также в разработке мероприятий по устранению причин происшествий [6,9,10,22,23,35]. *Судебная экспертиза* – процессуальное действие, ведущее обстоятельства дела о ДТП в целях выявления фактических данных, которые могут явиться доказательством для установления истины по материалам уголовного и гражданского делам. *Судебная автотехническая экспертиза* устанавливает научно обоснованную характеристику процесса ДТП, определение объективных причин ДТП и поведения отдельных его участников.

Виды экспертиз по расследованию ДТП представлены на рисунке 1.14. Окончательный и достоверный вывод автотехнической экспертизы зависит от того, насколько адекватно исходная информация соответствует действительности, всегда ли она точна и правдоподобна. Иногда это условие, при выполнении экспертизы, не выполняется [25,36,62]. Среди причин невыполнения условия могут быть: неопределенность словесного и качественного описания окружающей обстановки, состояния ТС и дорожного покрытия, неизбежный случайный разброс действительных значений расчетных величин относительно рекомендованного справочного значения, их зависимость от воздействующих факторов [6,35-42].

Автотехническая экспертиза является решающим ответом при исследовании вопросов обстоятельств ДТП и определяет важную роль во взаимодействии подсистем в двухэлементной связи в системе ВАДС (таблица 1.21). Автотехническая экспертиза направлена на определение параметров и характеристик технического состояния автомобиля и сопутствующих факторов, снижающих БДД (рисунок 1.15).

Основные вопросы, решаемые автотехнической экспертизой при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и дороги:

1. Соответствовали ли действия водителей требованиям ПДД РФ в данном ДТП при указанных дорожно – климатических и технических условиях? [67].
2. Каков тормозной путь ТС при V_a с учетом параметров дороги?
3. Имел ли водитель техническую возможность предотвратить ДТП и избежать наезд на пешехода (столкновение, опрокидывание)?
4. Каково состояние проезжей части и обочин, на котором произошло

ДТП?[67,70].

2. Соответствуют ли требованиям нормативных документов геометрические параметры, состояние дорожного покрытия и обочин участка дороги, на котором произошло ДТП?[70,69].

3. Имеется ли наличие инженерных сооружений (опор путепроводов, осветительных мачт, ограждений и т.д.) и как они расположены относительно проезжей части?[67,90],

4. Какими были погодно-климатические, аэродинамические и временные условия на момент ДТП?[89,90].

5. В каком состоянии обустройство места ДТП средствами, регулирующими дорожное движение (светофоры, дорожные знаки, разметка и т.д.)?[70].

6. Как оценивается качество содержания участка дороги, на котором произошло ДТП, дорожно-эксплуатационной организацией?[69,89,90].

7. Какой нормативно-технической документацией регламентированы эксплуатационные свойства участка дороги, обозначенном в схеме ДТП?[90].

8. Является ли дефектом дороги яма в асфальтовой ее части, обозначенная в схеме ДТП, и находится ли этот дефект в допустимых нормативно-технической документацией пределах?[90].

9. Если дефект дороги на месте ДТП не соответствует нормативно-технической документации, то находится ли с технической точки зрения в причинной связи с фактом ДТП такое несоответствие?[68,89].

10. Какими требованиями нормативных документов должны были руководствоваться должностные лица организации, ответственные за эксплуатацию данного участка дороги для обеспечения безопасности движения, и соответствуют ли их действия этим требованиям?[67,69,70,89,90].

При производстве автотехнической экспертизы с учетом технического состояния ТС и дорожной среды решаются следующие задачи:

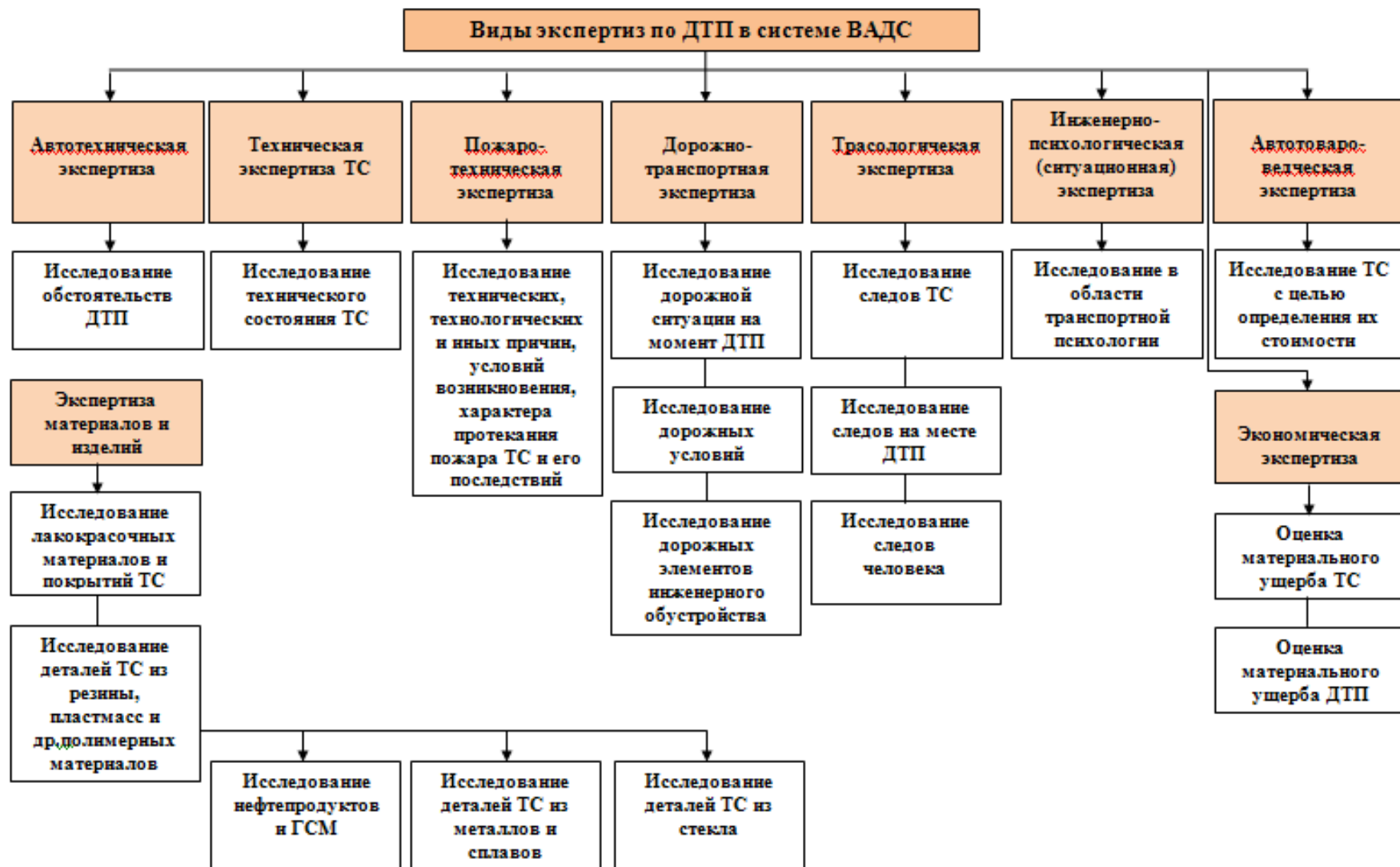


Рисунок 1.14 – Виды экспертиз по расследованию ДТП

- исследование обстановки на месте ДТП: состояние дорожного покрытия проезжей части, обочин, участка за пределами дорожного полотна;
- определение значений параметров и коэффициентов, характеризующих движение ТС и других объектов на месте ДТП: коэффициента сцепления, сопротивления перемещению ТС и других объектов на поверхности дороги (обочины), величины замедления при торможении на данном участке, сопротивления качения, состояние загрузки ТС и т.п.;
- определение состояния дороги в месте ДТП, наличия уклонов в продольном и поперечном направлении, закруглений;
- установление технической возможности предотвращения ДТП с учетом состояния дороги, ее обустройств (дорожных знаков и т.п.) и других обстоятельств, связанных с особенностями дороги и окружающей среды.

Таблица 1.21

Двухэлементные связи в системе ВАДС

В → А, Д, С	
В → А	Управляющие воздействия, контроль работоспособности
В → Д	Выбор траектории движения
В → С _{внутри}	Влияние водителя на микроклимат (влажность, состав воздуха)
А → В, Д, С	
А → В	Инерционные и вибрационные воздействия через сиденье и пол, звуковые и тепловые от двигателя, информация с панели приборов
А → Д	Износ и дефекты поверхности дороги, изменение микропрофиля, коэффициентов качения и сцепления
А → С _{внешн}	Загрязнение окружающей среды отработавшими газами, шумом
А → С _{внутри}	Влияние автомобиля на микроклимат в салоне, температурные воздействия, шум, вибрация и т.п.
Д → В, А, С	
Д → В	Зрительное восприятие дороги, элементов обустройства, ТСОДД, дорожных знаков, разметки и т.п.
Д → А	Влияния, обусловленные изменениями геометрии параметров дороги, дорожного покрытия проезжей части и обочин
Д → С _{внешн}	Влияние водостоков и дренажа, запыленности, освещения
С → В, А, Д	
С _{внешн} → В	Доступная информация водителю по зрительному каналу и т.п.
С _{внутри} → В	Уровень шума, загазованность
С _{внешн} → А	Атмосферные осадки, влияние бокового ветра на устойчивость и др воздействия
С _{внешн} → Д	Влияние на коэффициенты сопротивления качению, сцепления, изменение микропрофиля дороги
С _{внешн} → С _{внутри}	Система вентиляции, очистки, подогрева воздуха в салоне автомобиля

- выявление обстоятельств, связанных с состоянием дорожной обстановки

перед ДТП, которые способствовали или могли способствовать возникновению ДТП, в том числе неблагоустроенности дороги, отсутствия должных дорожных знаков, их неправильного расположения и других отрицательных особенностей дорожной обстановки.

Цель этих исследований заключается в определении степени влияния технического состояния ТС и дороги на механизм ДТП.

Вероятность возникновения ДТП устанавливают в зависимости от дорожных условий, которые по данным следственного осмотра и вида ДТП могли способствовать развитию аварийной ситуации. Например, при заносе или опрокидывании ТС на кривой в плане устанавливают вероятность возникновения ДТП в зависимости от радиуса кривой, скорости движения и коэффициента поперечного сцепления колес с покрытием. Совокупность дорожных условий и факторов, приводящих к опасной ситуации в начальной стадии ДТП, называют обстановкой места происшествия.

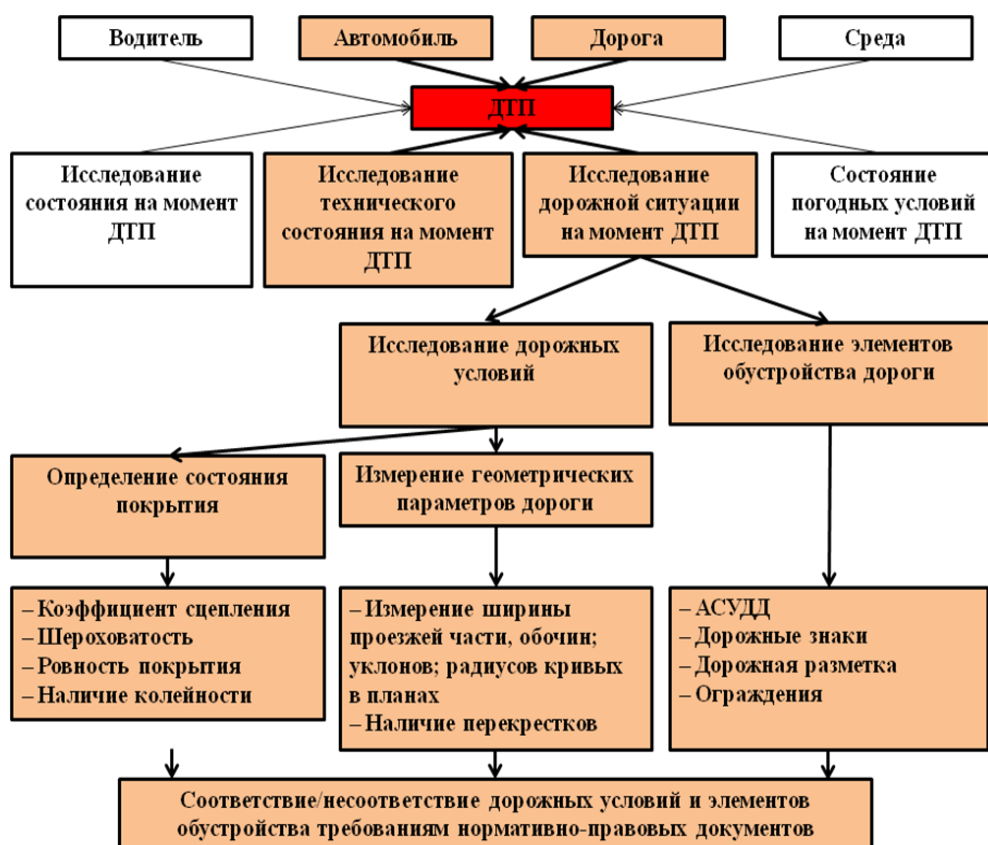


Рисунок 1.15 – Взаимосвязь и экспертное исследование влияния ТС и дороги на ДТП в системе ВАДС (Д → ДТП)

Под обстановкой места происшествия понимают качественное состояние ситуационных факторов и пространственную связь объектов, составляющих в своем комплексе место происшествия. К обстановке места происшествия в первую очередь относятся: геометрические элементы участка дороги, на котором произошло ДТП, и их соответствие требованиям нормативных документов; состояние дорожного покрытия и обочин; наличие опор путепроводов, осветительных мачт и их расположение относительно кромки проезжей части; погодные-климатические условия в момент ДТП и уровень содержания участка дороги дорожно-эксплуатационной организацией, а также инженерное обустройство места происшествия светофорами, дорожными знаками и разметкой.

При производстве автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние ТС и дорожной среды ставятся вопросы, ответы на которые способны дать точное представление ДТС (см.выше). Однако следует отметить, что могут быть поставлены и другие вопросы, главное, чтобы эти вопросы входили в компетенцию эксперта. При получении ответов на все поставленные вопросы необходимо определить экспертные характеристики как ТС, так и дороги, т.е. характеристики, влияющие на механизм ДТП или связанные с его обстоятельствами и подлежащие экспертному исследованию.

1.5. Анализ существующего научно-методического обеспечения производства экспертного исследования

Производство экспертного исследования ДТП осуществляется на основе общепринятых алгоритмов, определенных методов, приемов, технологий и оборудования. В зависимости от вида ДТП, его сложности и количества поставленных вопросов, исследования имеют различный характер.

В большинстве случаев процесс производства экспертиз состоит из этапов (согласно рекомендациям и методикам Б.Е.Боровского, В.А. Иларионова, С.А.Евтюкова, Э.Р.Домке, И.В.Замараева, В.В. Столярова):

1. Ознакомление с постановлением, определением, изучение материала дела; постановка задачи экспертизы и оценка исходных данных.

2. Построение информационной модели исследуемого ДТП.

3. Проведение расчетов, построение графиков и схем.
4. Оценка проведенных исследований, уточнение первоначальной модели ДТП.
5. Формулирование выводов.
6. Составление и оформление заключения эксперта [36,37.42,45,46,49,56].

*Существующие методическое обеспечение, применяемое
при экспертных исследованиях ДТП*

Для реконструкции ДТС и проведении дальнейших расчетов используются исходные данные. Как правило, предоставленных исходных данных, недостаточно для полного и достоверного экспертного исследования. В итоге, дополнительные данные берутся из нормативных документов, справочников, инструкций предприятий-изготовителей и других.

Одним из важнейших вопросов в экспертных исследованиях – имел ли водитель техническую возможность предотвратить ДТП? Т.е. возможность остановиться, исключив риск столкновения, наезда и т.п. Данную возможность характеризует остановочный путь (S_o) или процесс торможения. На практике, согласно [36,37.42,45,46,49,56] при реконструкции ДТП определение полного остановочного пути S_o рассчитывают по формуле:

$$S_o = \sum S = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_a}{3,6} + \frac{K_3 V_a^2}{254\varphi(\cos \alpha \pm \sin \alpha)}, \quad (1.5)$$

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 автомобиля, км/ч; K_3 - коэффициент эффективности торможения; φ – коэффициент сцепления шин с дорогой, α - угол между плоскостью движения ТС к продольной или поперечной плоскости дорожного полотна.

При определении скорости ТС [36,37.42,45,46,49,56] применяют формулу:

$$V_a = \frac{1,8\varphi g \cdot (t_3 + t_5)}{K_3} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) + \sqrt{\frac{26\varphi g (S_{ю} + 254 f S_n)}{K_3}}, \quad (1.6)$$

где: $S_{ю}$ - длина пути юза, м, S_n - расстояние, на которое продвинулся автомобиль до полной остановки, не оставляя следов юза, м, j_3 - замедление автомобиля, м/с², f - коэффициент сопротивления качению, t_3 - время нарастания замедления до максимального значения, с; t_5 - время оттормаживания, с.

Учитывая (1.5) и (1.6), в существующем алгоритме проведения исследования ДТП не достаточно существующих ограниченных по параметрам значений: времени реакции водителя [35,36,42,43], а также K_s и φ . Неточность в определении значений этих параметров приводит к определению V_a . На рисунке 1.16 представлена зависимость изменения величины S_o от V_a и φ [44].

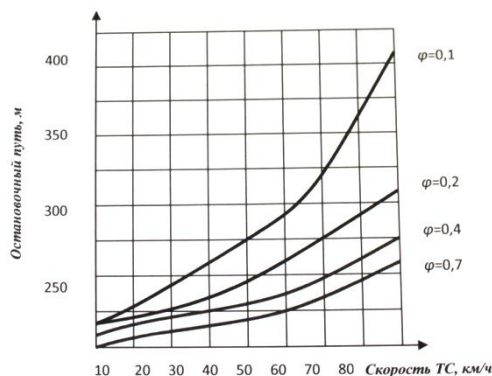


Рисунок 1.16 – Изменение величины S_o от V_a и φ

Тормозная сила по причине действия различных эксплуатационных факторов отличается по величине от коэффициента сцепления φ и в реальных условиях торможения полное использование φ достижимо в редких случаях, таким образом поправкой в данной ситуации служит коэффициент K_s , учитывающий эксплуатационные условия, при которых происходит торможение. Коэффициент эффективности торможения K_s учитывает влияние неодинакового состояния тормозов каждого колеса, а также шин, различного сцепления между шинами колес и дорогой, несоответствия вследствие этого фактических тормозных сил силами сцепления [56].

Значения данных параметров выбирают из справочных табличных значений. В таблице 1.22 представлены значения пути проходимого ТС за время реакции водителя в зависимости от его скорости, применяемые существующей методикой [6,25,35,36,43,44]. K_s принимают по табличным значениям с учетом только ТС в снаряженном состоянии, с 50% нагрузкой и с полной массой.

Значения пути проходимого ТС за время реакции водителя в зависимости от скорости ТС [6,25,35,36,43,44]

Скорость ТС, км/ч	Путь, проходимый за время реакции, м					
	0,5 с	0,8 с	1 с	1,2 с	1,5 с	2 с
10	1,4	2,22	2,27	3,33	4,16	5,55
15	2,08	3,33	4,16	5,00	6,25	8,33
20	2,78	4,44	5,55	6,55	8,33	11,10
30	4,16	6,66	8,33	9,99	12,49	16,66
40	5,55	8,88	11,11	13,33	16,66	22,22
50	6,49	11,10	13,88	16,6	20,82	27,77
60	8,33	13,33	16,66	19,99	24,99	33,32
70	9,72	15,55	19,44	23,33	29,16	38,88
80	11,11	17,77	22,22	26,66	33,33	44,44
90	12,50	20,00	25,00	30,00	27,50	50,00
100	13,88	22,22	27,77	32,32	41,55	55,54

К числу выбираемых справочных данных относятся: габаритный размеры автомобиля, колея, база, масса, координаты центра тяжести, радиусы поворота; показатели тяговой динамичности автомобиля (V_{\max} , ускорение, время и путь разгона); коэффициент сцепления (φ); коэффициент эффективности торможения ТС ($K_{\text{т}}$); время реакции водителя; время срабатывания тормозного привода; замедление автомобиля; КПД трансмиссий [6, 25].

Важно отметить, что на время реакции водителя влияет множество факторов системы ВАДС. Дорожная среда является наиболее информативным источником для водителя: неправильно установленные и в большом количестве дорожные знаки, невидимая (стертая) разметка, ТСОДД, яркая и привлекающая внимание реклама, все это мешает сконцентрировать внимание водителя на безопасное движение (рисунок 1.17).

Вся поступающая водителю информация о дорожной обстановке основывается на его визуальных наблюдениях. Во время движения ТС взгляд водителя скачкообразно перемещается от одного объекта на другой. Чем выше скорость движения ТС, тем сложнее водителю оценивать дорожную обстановку.

Вниманием водителя охватывается не более трех объектов дорожной среды. Если информации больше, то его внимание рассеивается и вероятность совершения ошибки возрастает в несколько раз.



а)



б)

Рисунок 1.17 – Расположение дорожных знаков, повышающих степень возникновения ДТП:
 а) избыточное количество дорожных знаков и ограничение их видимости; б) неправильное расположение дорожных знаков и ограничение их видимости

В экспертной практике выбираемые исходные данные из различных нормативных источников характеризуют некоторое множество аналогичных явлений. Их значения являются осредненными и относятся к конкретному ДТП косвенно (наиболее вероятные). Таким образом, чем точнее и подробнее исходные данные представлены в материалах ДТП, тем более достоверны и точны расчеты и выводы эксперта.

При проведении экспертных исследований в Российской Федерации используют расчетные зависимости, представленные в таблице 1.23, в зарубежной практике – таблица 1.24 [6,25,36, 44,48].

Таблица 1.23

Расчетные зависимости при исследовании ДТП в российской практике [6,25,36, 44,48]

№ п/ п	Исследование зависимости Д→ДТП		Расчетные зависимости, используемые при экспертных исследованиях ДТП	Параметры расчетных зависимостей	№
	Исследуемый вид ДТП и характер участка дороги	Исследуемые параметры дороги			
1	Столкновение при обгоне на выпуклой (вогнутой) кривой	Фактические радиусы вертикальных кривых, видимость встречного ТС при дневном освещении и в свете фар на различном удалении от места ДТП, ширина проезжей части, краевых укрепительных полос и обочин, наличие разметки на дороге, значения продольных уклонов, значения коэффициентов сцепления, наличие или отсутствие дорожных в зоне видимости места ДТП	<p>Полный остановочный путь</p> $S_o = \sum S = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_a}{3,6} +$ $+ \frac{V_a^2}{\frac{26\varphi g}{K_y} (\cos \alpha \pm \sin \alpha)}$	<p>t_1 - время реакции водителя, с;</p> <p>t_2 - время срабатывания тормозного механизма, с;</p> <p>t_3 - время нарастания замедления до максимального значения, с;</p>	(1.7)
			<p>при известной длине следов юза</p> $S_o = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_a}{3,6} + S_{ю}$	<p>V_a - скорость автомобиля, к/ч;</p> <p>K_y - коэффициент эффективности торможения;</p> <p>φ - коэффициент сцепления шин с дорогой;</p> <p>$S_{ю}$ - длина пути юза, м</p>	(1.8)
2	Столкновение на кривой в плане	Фактические радиусы вертикальных кривых, видимость встречного ТС при дневном освещении и в свете фар на различном удалении от места ДТП, ширина проезжей части, краевых укрепительных полос и обочин, наличие разметки на дороге, значения	<p>Скорость автомобиля перед столкновением с учетом юза</p> $V_a = 1,8 \cdot \frac{\varphi g}{K_y} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) t_3 +$ $+ \sqrt{\frac{26\varphi g}{K_y} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) \cdot S_{ю}}$ <p>Скорость автомобиля перед</p>	<p>j - замедление автомобиля, м/с²</p>	(1.9)
					(1.10)

		<p>продольных уклонов, значения коэффициентов сцепления, состояние покрытия, наличие дефектов, их количественная и качественная характеристика</p>	<p>торможением на крутом подъеме со значительным сопротивлением движению</p> $V_a = 35,3f(t_1' + t_2 + 0,5t_3) + 1,8 \cdot \frac{\varphi g}{K_s} (\cos \alpha \pm \sin \alpha)t_3 + \sqrt{\frac{26\varphi g}{K_s} (\cos \alpha \pm \sin \alpha)S_{ю}}$ <p>Скорость автомобиля перед торможением для участков торможения с разными сцепными свойствами</p> $V_a = 1,8 \cdot \frac{\varphi g}{K_s} (\cos \alpha \pm \sin \alpha)t_3 + \sqrt{26 \cdot \sum_{j=1}^n S_{\frac{\varphi g}{K_s} (\cos \alpha \pm \sin \alpha)}}$ <p>Предельная скорость, при которой возможно опрокидывание</p> $V_a = 3,6\eta_k \sqrt{\frac{B + 2h_g \operatorname{tg} \beta}{2h_g - B \operatorname{tg} \beta} gR}$	<p>t_1' - время переноса ноги с педали газа на педаль тормоза; ($t_1' \approx 0,3-0,5$ с) f - коэффициент сопротивления движению</p>	(1.11)
3	Столкновение встречных ТС на горизонтальном участке дороги	Видимость встречного ТС при дневном освещении и в свете фар на различном удалении от места ДТП, ширина проезжей	<p>Предельная скорость, при которой возможно опрокидывание, при</p>	<p>j_1, j_2, \dots, j_n - установившееся замедление на каждом участке торможения</p>	(1.12)
					(1.13)

		части, краевых укрепительных полос и обочин, наличие разметки на дороге, значения коэффициентов сцепления, состояние покрытия, наличие дефектов, их количественная и качественная характеристика, значения поперечных уклонов	поперечном уклоне дороги, направленном в сторону, противоположную центру закругления дороги	S_1, S_2, \dots, S_n - длина каждого участка	
			$V_{II} = 3,6\eta_k \sqrt{\frac{B - 2h_g \operatorname{tg} \beta}{2h_g - B \operatorname{tg} \beta}} gR$	$B - \text{колея автомобиля, м;}$ $h_g - \text{высота центра масс;}$ $\beta - \text{угол поперечного уклона;}$ $R - \text{радиус закругления поворота;}$ $g - \text{ускорение свободного падения;}$ $\eta_k - \text{коэффициент предварительного поперечного крена подрессоренной массы автомобиля}$	(1.14)
4	Столкновение ТС на нерегулируемом пересечении дорог	Фактические радиусы вертикальных кривых, видимость встречного ТС при дневном освещении и в свете фар на различном удалении от места ДТП, фактические радиусы переходной и круговой кривой, радиусы скруглений на примыканиях краев проезжих частей, ширина проезжей части, краевых укрепительных полос и обочин, наличие разметки на дороге, значения коэффициентов сцепления, состояние покрытия, наличие дефектов, их количественная и качественная характеристика, значения поперечных уклонов.	Расстояние, необходимое для объезда препятствия		
			$S_{OB} = (t_1 + t_p) \frac{V_a}{3,6} + \sqrt[3]{\frac{32V_a L y_k}{3,6\omega}}$		(1.15)
			Расчетный путь объезда		
			$S_{OB} = (t_1 + 2t_p) \frac{V_a}{3,6} + \frac{a}{\omega} \cdot \frac{V_a}{3,6} + \sqrt{4yR_2 - y^2}$		(1.16)
			Минимально допустимая дистанция	y_k - величина бокового смещения;	
				t_p - время срабатывания рулевого управления;	
				($t_p \approx 0,1-0,4$ с)	
				ω - скорость поворота	
5	Занос с последующим	Значения ширины проезжей части, краевых укрепительных			

	опрокидыванием	полос и обочин, наличие разметки на дороге, значения коэффициентов сцепления, состояние покрытия, наличие дефектов, их количественная и качественная характеристика, значения поперечных и продольных уклонов, видимость встречного ТС при дневном освещении и в свете фар на различном удалении от места ДТП.	$D = [t_1 + (t_{2B} - t_{2A}) + 0,5(t_{3B} - t_{3A})] \frac{V_a}{3,6} + \frac{j_A - j_B}{26j_A j_B} + \Delta$ <p>Минимальный интервал</p> $U = 0,3 + 0,05(V_{a1} + V_{a2})$	управляемых колес у - необходимое смещение при отвороте от препятствия; R_2 - радиус поворота середины задней оси $t_{2\dot{A}}$ и $t_{2\dot{A}}$ - время срабатывания тормозного механизма автомобилей А и Б, с; $t_{3\dot{A}}$ и $t_{3\dot{A}}$ - время нарастания замедления до максимального значения автомобилей А и Б, с; Δ - расстояние между автомобилями к моменту их остановки	(1.17)
6	Наезд автомобиля на пешехода при ограниченной видимости, обусловленной неподвижным препятствием на кривой в плане	Фактические радиусы вертикальных кривых, видимость пешехода и ТС при дневном освещении и в свете фар на различном удалении от места ДТП, ширина проезжей части, краевых укрепительных полос и обочин, наличие разметки на дороге, значения коэффициентов сцепления, состояние покрытия, наличие дефектов, их количественная и качественная характеристика, значения поперечных и продольных уклонов			
7	Наезд автомобиля на пешехода при ограниченной видимости в продольном профиле	Фактические радиусы вертикальных кривых, видимость пешехода и ТС при дневном освещении и в свете фар на различном удалении от места ДТП, ширина проезжей части, краевых укрепительных полос и обочин, наличие разметки на дороге, значения коэффициентов сцепления, состояние покрытия, наличие дефектов, их количественная и качественная характеристика, значения поперечных и продольных уклонов			

Расчетные зависимости при исследовании ДТП в
зарубежной практике [6,25,36, 44,48]

Скорость		Ускорение	
Уравнения скоростей			
$S = \sqrt{30Df}$	(1.18)	$V = \sqrt{64,4Df}$	(1.19)
$S = \frac{D}{1,467t}$	(1.20)	$V = \frac{D}{t}$	(1.21)
Уравнение времени			
$t = \frac{D}{1,4667S}$	(1.22)	$t = \frac{D}{V}$	(1.23)
$t = \frac{S}{21,95f}$	(1.24)	$t = \frac{V}{32,2f}$	(1.25)
Уравнение расстояния			
$D = \frac{S^2}{30f}$	(1.26)	$D = \frac{V^2}{64,4f}$	(1.27)
$D = 1,4667S \cdot t$	(1.28)	$D = V \cdot t$	(1.29)

где: S – скорость движения, V – ускорение, D – расстояние, t – время, f – коэффициент сцепления.

При анализе методик В.В. Столярова, В.А. Иларионова, Э.Р. Домке техническую возможность предотвращения наезда на пешехода при ограниченной геометрической видимости путем торможения, возможно, исходя из условия (рисунок 1.18):

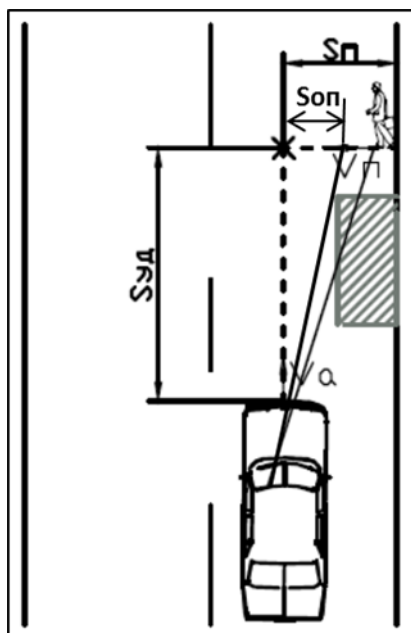


Рисунок 1.18 – Схема графического метода определения S_{yo} от места наезда на пешехода при ограничении видимости

$$S_{yo} > S_o \quad (1.30)$$

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

$$S_{yo} = \frac{S_{on} \cdot V_a}{V_n} \quad (1.31)$$

где: S_{on} - путь пешехода в опасной зоне до места наезда, V_n - скорость движения пешехода

Если $S_{yo} < S_o$, то предотвратить наезд на пешехода водитель не имел технической возможности. Под геометрической видимостью понимается видимость, обеспечиваемая геометрическими элементами дороги и придорожными объектами, например, посадки деревьев, кустарников, застройки и т.п. Случаи ДТП при ограниченной видимости в продольном профиле и плане представлены на рисунке 1.19. Существующая методика экспертного исследования ДТП В.В. Столярова основана на теории риска.

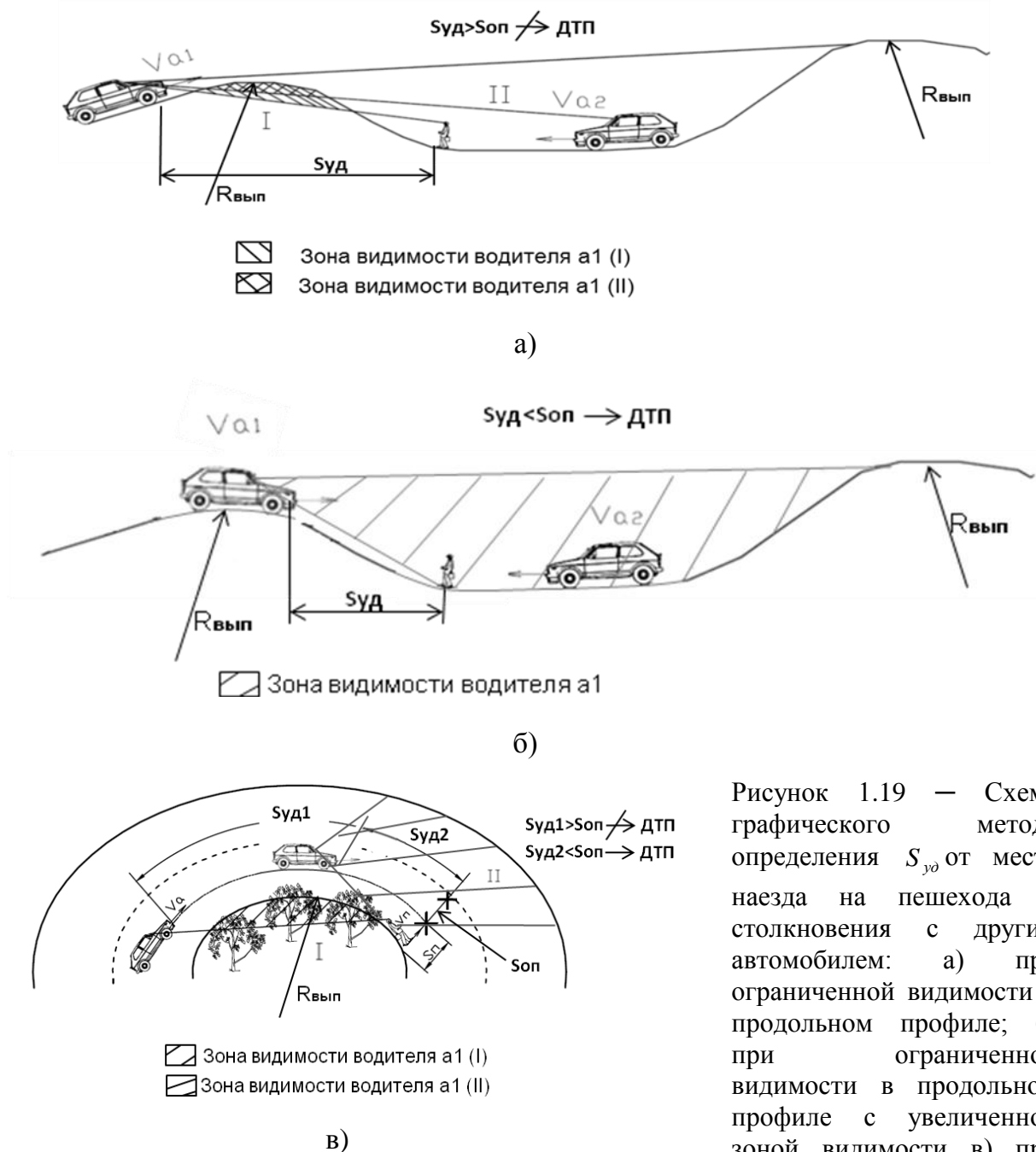


Рисунок 1.19 — Схема графического метода определения S_{yo} от места наезда на пешехода и столкновения с другим автомобилем: а) при ограниченной видимости в продольном профиле; б) при ограниченной видимости в продольном профиле с увеличенной зоной видимости в) при ограничении видимости в плане

Риск возникновения ДТП, появляющийся по причине несовершенства геометрических элементов дороги ($r_{д.у.}$) при допустимой V_a , всегда присутствует. Таким образом, во всех ДТП всегда имеется доля «ответственности дороги» за случившееся происшествие». Данная ответственность определяется как вероятность возникновения ДТП на данном участке дороги при движении транспортного средства по этому участку с допустимой скоростью [6]. Например, при производстве экспертизы при возникновении ДТП на участках ограниченной видимости поверхности дороги в продольном профиле устанавливают значения радиуса выпуклой кривой ($R_{вып}$) и сравнивают с допустимым (нормативным). Если $R_{вып}^{факт} < R_{вып}^{доп}$, то причиной уменьшения фактической видимости поверхности дороги явилось низкое качество строительства. При допустимой скорости движения $V_a=90$ км/ч риск возникновения ДТП не превышает допустимый ($6,0 \cdot 10^{-3}$) (таблица 1.25) [45,46].

Таблица 1.25

Классификация риска по дорожным условиям и величины скорости, при которых определены граничные значения риска [45,46]

$V_a^{доп}$, км/ч	Риск по дорожным условиям $r_{д.у.}$			
	приемлемый	способствующий ДТП	провоцирующий ДТП	обуславливающий ДТП
110	$\leq 6 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3} \div 3 \cdot 10^{-2}$	$4 \cdot 10^{-2} \div 0,27$	$\geq 0,28$
90				
60				

Результаты основных расчетов сравнивают с нормативными значениями. В итоге, по рассмотренным методикам и вероятностным методам экспертизы ДТП В.В. Столярова на основе теории риска выявлено влияние дорожных условий на механизм происшествия. В основном, исследования автора по рассмотренным методикам направлены на экспертное изучение ДТП с учетом геометрических параметров дороги.

*Существующие технологии и оборудование, применяемые
при экспертных исследованиях ДТП*

При проведении места осмотра ДТП существенным минусом является недостаточная компетентность инспекторов ДПС ГИБДД в сборе и составлении первичным материалов ДТП. В первую очередь, это обусловлено отсутствием технического и инструментального обеспечения, способный обеспечить полной

информацией о характере механизма ДТП. Таким образом, при производстве автотехнической экспертизы с учетом параметров подсистемы «Автомобиль-Дорога» существенными недостающими данными является информация о влажности, сцепных качествах покрытия, шероховатости, ровности покрытия, о профиле выбоин и трещин на покрытии, которую получают посредством различного рода оборудования и инструментов. Таким образом, экспертные характеристики подсистемы Д необходимо проверить и изучить экспериментально.

Рассмотрим существующие технологии и оборудование, применяемые при оценке состояния качества и безопасности подсистемы Д, которые также применяют при экспертных исследованиях ДТП.

С увеличением количества и размеров деформаций на дорожном покрытии постепенно нарушается ровность и плавность продольного и поперечного профилей проезжей части дороги. Происходит снижение разрешенной скорости из-за динамических ударов на неровностях, боковые раскачивания ТС и т.п. Для измерения размеров неровностей покрытия применяют рейку с клиновидным промерником (рисунок 1.20)

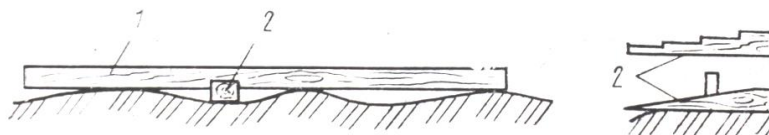


Рисунок 1.20 – Измерение ровности покрытия рейкой с клиновидной подкладкой: 1 – рейка, 2 – клиновидный промерник

Рейку укладывают в поперечном направлении и, укладывая под нее в различных местах клиновидный промерник, определяют размер просвета.

Измерение поперечного профиля можно определить точнее с помощью профилографов (рисунок 1.21).

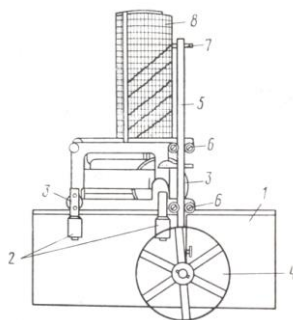


Рисунок 1.21 – Профилограф для снятия поперечных профилей:
1-доска, 2, 3-вертикальные и горизонтальные плоскости, 4-колесо, 5-рейка, 6-ролики, 7-самописец, 8-барабан

Поперек проезжей части устанавливают доску на ребро. По этой доске вручную прокатывают тележку профилографа, соприкасающуюся роликами с доской в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Колесо прикреплено к рейке,двигающейся вертикально вверх и вниз между роликами. При движении колеса поперек покрытия его колебательное движение, вызванные неровностями, воспроизводит рейка. На верхнем конце рейки прикреплен самописец, который вычерчивает поперечный профиль в масштабе 1:10 натуральной величины на миллиметровой бумаге, намотанной на барабан. Во время движения тележки барабан вращается [50,54,55].

К недостаткам такого профиля оборудования относят медлительность их работы, особенно при передвижении вручную.

Более современный прибор ПКРС-2У, сконструированный в СоюздорНИИ, снимает профиль для оценки неровностей с помощью осциллографов, отмечающих колебания при движении колеса прицепной тележки (рисунок 1.22).

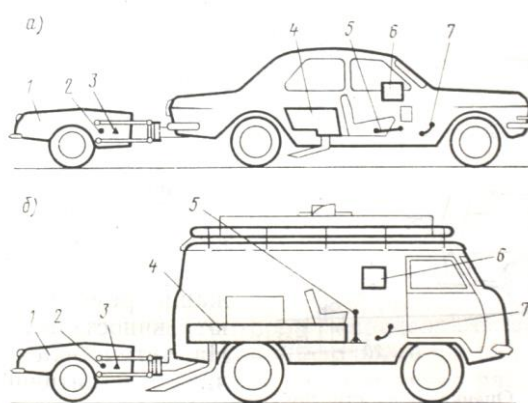


Рисунок 1.22 –Прибор для измерения профиля для оценки неровностей: а) на прицепе к легковому автомобилю; б) к автомобилю УАЗ; 1-прицеп с измерительным колесом, 2-датчик для подачи воды, 3-датчик сцепления, 4-бак для воды, 5-рукоятка для подачи воды, 6-регистрирующий прибор, 7-педаль тормоза измерительного колеса

Большая часть приборов и оборудования для оценки ровности и шероховатости покрытия действуют путем обкатывания поверхности покрытия специальным колесом: груз прижимает колесо к поверхности покрытия и осциллографы регистрируют его вертикальное перемещение.

Профессор Хачатуров А.А. (МАДИ) разработал способ записи микропрофиля дороги. При этом изображение формы профиля производит система записи,

состоящая из динамического преобразователя профиля, электронного блока записи и магнитофона [50].

Оценивают шероховатость покрытия φ . Наиболее правильную оценку условий проезжаемости и степени шероховатости получают при использовании автомобиля как передвижной лаборатории, или на прицепных тележках к ТС. Такой лабораторией является автомобиль-лаборатория МАДИ-8 (рисунок 1.23).

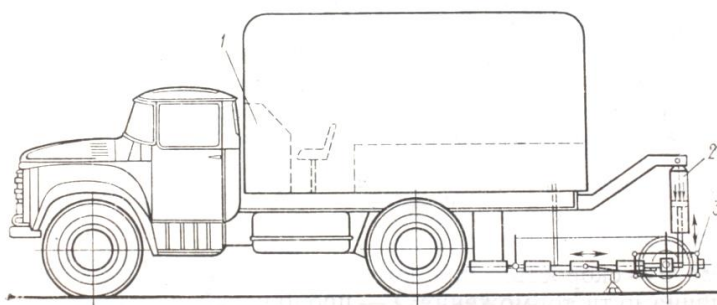


Рисунок 1.23 – Автомобиль-лаборатория МАДИ-8: 1-пульт управления, 2-пневмоцилиндр вертикальной нагрузки, 3- рама измерительного колесного блока

Данная лаборатория предназначена для определения коэффициентов продольного и поперечного сцепления и измерения их при различных режимах движения. Установленный в прицепе осциллограф регистрирует продольные усилия, возникающие в площади следа на правом и левом колесах прицепа, а также поперечные усилия на каждом колесе при качении их под углом к направлению движения, интенсивность увлажнения покрытия, угол отклонения плоскости колес прицепа и скорость их вращения.

Портативный прибор ППК Кузнецова Ю.В. [50,54,55] служит для фактической оценки сцепления шины колеса с дорожным покрытием (рисунок 1.24). Определение коэффициента сцепления с помощью прибора ППК не связано со скоростью движения автомобиля. При определении коэффициента сцепления прибор устанавливают на покрытие так, чтобы имитаторы находились на расстоянии 10 - 15 см от него. Затем подвижной груз закрепляют в верхнем положении стойки и фиксируют защелкой, а регистрирующую шайбу поднимают до подвижной муфты. После этого освобождают подвижной груз от защелки. Груз скользит по стойке, ударяется о подвижную муфту, которая через толкающие тяги проводит в движение имитаторы, заставляя их скользить по поверхности покрытия.

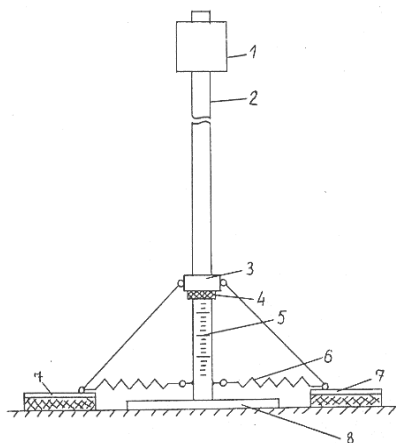


Рисунок 1.24 – Схема принципиального устройства прибора ППК:

1-подвижный груз, 2-полая опорная стойка, 8-плита основания, 3-подвижная муфта, 4-регистрирующая пружинная шайба, 5-шкала, 6-три пружины, одна из которых расположена в опорной стойке, две стягивают имитаторы, 7-имитаторы шины, 8 - опора

Регистрирующая шайба, перемещаясь вместе с муфтой, регистрирует самое нижнее ее положение. Участок нижней части стойки снабжен шкалой, отградуированной в значениях коэффициента сцепления, по которой считывают результаты измерений и заносят в протокол испытаний[50,54,55]. Альтернативой может служить устройство для определения сцепных качеств дорожного покрытия[104]. Полезная модель относится к устройствам оперативного контроля сцепных качеств сооружаемых и эксплуатируемых дорог с твердым покрытием, в том числе контроля сцепных качеств при колеяности, и может быть использовано при расследовании ДТП. Приоритетная заявка №2013148264 [104].

Наиболее простым способом определить шероховатость покрытия можно при помощи «песчаного пятна». Для самого процесса требуется песок и номограмма. Песок в объемах 10,25 и 50 м³ рассыпают по участку покрытия, шероховатость которого определяют. Площадь, на которой выровнен песок и характеризует шероховатость покрытия. Наиболее простым прибором для оценки ровности покрытия и сцепления является толчкомер. Суть метода заключается в измерении сжатия рессор (пружин) подвески автомобиля или специального прицепного устройства, используемых для контроля ровности, при проезде контролируемого участка. Суммирование и регистрация сжатия рессор осуществляется с помощью измерителя механического или электронного типа, который получил название толчкомер[18,47].

Выводы к главе 1

Проведенный в главе 1 анализ состояния БДД и уровня научных исследований в данной сфере позволяет сделать выводы о том, что БДД все еще остается актуальной проблемой общества, решать которую необходимо системно. Системный подход позволяет охватить все компоненты ВАДС. Совокупность ТС и дорожной среды, являясь механической моделью транспортного процесса, должна обеспечивать безопасность на дорогах. Выявление факторного пространства и оценка его влияния на механизм ДТП крайне необходима. Рассмотренные показатели аварийности, факторы и причины, влияющие на ДТП, существующие научно-методическое обеспечение и расчетные методы, приборы и оборудование, применяемые при производстве автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние ТС и дорожной среды, позволили, сделать вывод, что процедура реконструкции ДТП обладает рядом недостатков.

При исследовании обстоятельства ДТП важно учитывать параметры дороги, т.е. ширину проезжей части и обочин; тип дорожного покрытия; состояние дорожного покрытия на момент ДТП; значения уклонов или радиусов поворота в метрах; дальность видимости в направлении движения участников ДТП, а также видимость конкретного объекта (пешехода, препятствия и т.п.); наличие искусственного освещения на момент ДТП; наличие дорожных знаков в направлении движения ТС, а также средств регулирования (светофоров, регулировщиков); в случае ДТП на регулируемом и нерегулируемом перекрестке при необходимости представить на экспертизу режим работы светофорных объектов на момент ДТП. Также важно учесть параметры технического состояния ТС – эффективность торможения ТС, поскольку значения эффективности торможения меняются в зависимости от степени загрузки ТС, а нормативные табличные значения данного параметра ограничены.

При осмотре места ДТП в протоколах необходимо учитывать подробные дополнительные данные о условиях движения, такие как о наличие колеиности 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, учитывающей техническое состояние ТС и дорожной среды, позволят повысить уровень достоверности выводов экспертных исследований.

Цель и задачи исследования:

Цель работы – разработать структуру и содержание научно-методического обеспечения задач, решаемых при автотехнической экспертизе, учитывающей состояние автомобиля и дорожной среды при реконструкции ДТП для повышения достоверности результатов экспертных исследований.

Задачи исследования:

– выполнить анализ проблемы аварийности на автомобильном транспорте с целью определения статистики ДТП, учитывающих техническое состояние ТС и дорожной среды.

– осуществить оценку влияния на эффективность процесса торможения ТС при производстве автотехнической экспертизы безопасного технического состояния автомобиля и дорожной среды.

– исследовать материалы по исходным данным, используемым в действующей практике назначения автотехнической экспертизы с целью выявления недостатков существующего научно-методического обеспечения производства экспертного исследования.

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

– 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, колейности.

– 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.

– 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.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ И ДОРОЖНОЙ СРЕДЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДТП

2.1. Исходные материалы при назначении автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды

По делам о ДТП в постановлении или определении о назначении экспертизы, а также в задании специалисту на исследование должны быть приведены следующие сведения:

- **дорожные условия:** 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.); на уклоне, подъеме или повороте дороги, где произошло ДТП - указать значение уклонов или радиус поворота 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 (включено, выключено); наличие дорожных знаков в направлении движения транспортного средства, а также средств регулирования (светофоров, регулировщиков); в случае ДТП на регулируемом перекрестке (отметить, какой сигнал светофора горел в направлении движения транспортного средства, либо какой сигнал горел в момент ДТП); в случае ДТП на регулируемом перекрестке необходимо представить на экспертизу режим работы светофорных объектов на момент ДТП, а также расстояния от светофорных объектов до границ проезжих частей;

- **техническое состояние ТС:** состояние тормозной системы и рулевого управления, шин (подробно о типе и модели шины, давлении в ней, глубине протектора) транспортного средства; наличие следов торможения транспортного средства (длина следа; расстояние от начала следа торможения до места столкновения (наезда), либо от места столкновения (наезда) до конца следа торможения; указать скорости движения транспортных средств перед столкновением (обязательно даже при наличии следов торможения); указать степень загрузки транспортного средства (водитель, водитель и пассажир и т.д.);

- **состояние участников ДТП:** на каком часу управления транспортным средством произошло ДТП (в случае столкновения для обоих участников); наличие

алкогольного или наркотического опьянения.

- **погодные условия на момент ДТП:** наличие дождя, снега и т.п., ограничивающие обзорность водителю;
- **сопутствующие условия:** ограничение видимости справа, слева, впереди (например - ТС, следующие в соседних, крайних рядах, припаркованные ТС и т.п.).

Для производства экспертизы в распоряжение эксперта должны быть предоставлены 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 полного и объективного исследования. Однако, этих данных для исследования не достаточно. Для автотехнического исследования особое значение имеют технические данные, необходимые для полного восстановления механизма ДТП:

- координаты места ДТП;
- характеристика проезжей части и ее состояния, в частности, ширина, тип и состояние дорожного покрытия, значения коэффициента сцепления, продольных и поперечных уклонов, наличие закруглений и их длины и радиусы, состояние обочин, наличие дефектов на покрытии и их размеры;
- тип и техническое состояние ТС, его загрузка;
- скорость движения ТС и пешеходов (если она установлена);
- длина и характер следов торможения или качения колес;
- расположение ТС и других объектов и предметов на проезжей части;
- характеристики видимости и обзорности с места водителя.

В постановлении должно быть указано, применял ли водитель торможение (в том числе и экстренное), если применял, то на какое расстояние переместилось ТС в заторможенном состоянии до места удара (наезда) и после него. При расследовании ДТП, сопряженных с заносом и опрокидыванием ТС, возникают вопросы по определению причины потери поперечной устойчивости и какие особенности автомобильной дороги, ТС и режима движения способствовали этому [35,37].

Протокол места осмотра ДТП содержит описание и характеристику всех элементов места происшествия [23]. К основным элементам места ДТП относятся:

- участок дороги или улицы (с указанием названий) с их проезжей частью, обочинами и тротуарами;
- состояние дорожного покрытия (сухое, мокрое, грязное, обледенелое и т.д.) и особенности (колея, выбоины);
- наличие и расположение окружающих предметов (дома, деревья и т.д.), ограничивающих видимость;
- объекты, являющиеся результатом ДТП;
- ТС, их положение на местности и относительно друг друга;
- технические средства организации дорожного движения (дорожные знаки, указатели, светофоры, линии разметки и т.д.).

Кроме этого, в протоколе места осмотра ДТП указывают состояние погоды и видимость в момент осмотра.

Схема к протоколу осмотра ДТП является обязательным приложением к протоколу осмотра места ДТП и представляет собой план местности с графическим изображением обстановки происшествия. Схема фиксирует координаты ТС и пешеходов после происшествия, а также их примерное расположение и траекторию движения перед аварией.

Справка по ДТП содержит сведения, относящиеся не только к моменту осмотра места происшествия, но и к моменту события, т.е. самого ДТП [35,37].

Производство экспертного исследования ДТП осуществляется на основе определенных методов и приемов исследовательской деятельности эксперта.

При исследовании столкновения или наезда производится анализ ДТС, определяется момент возникновения опасности для движения, рассчитывается удаление ТС от места столкновения или наезда в момент возникновения опасности для движения, рассчитывается расстояние, необходимое для его остановки в рассматриваемой ДТС (остановочный путь), решается вопрос о технической возможности предотвращения водителем ДТП [6,22,25,35,36,37,48].

Исследуя ДТП, эксперт использует необходимые данные из постановления и других материалов, представленных в его распоряжение, которые он не вправе изменять, даже если их достоверность вызывает у него сомнения. Как правило, предоставляемых исходных данных недостаточно для детального расчета, и значительную часть параметров эксперт выбирает из справочников, нормативных

актов, инструкций предприятий-изготовителей и т.д. [6,22,25,35,36], например, коэффициент сцепления (φ); радиусы поворота; продольный (i) и поперечный (i_{non}) уклоны, коэффициент эффективности торможения ТС K_3 .

Однако следует отметить, что выбираемые исходные данные из различных нормативных источников характеризуют некоторое множество аналогичных явлений. Их значения являются осредненными и относятся к конкретному ДТП косвенно (наиболее вероятные). Таким образом, чем точнее и подробнее исходные данные представлены в материалах ДТП, тем более достоверны и точны расчеты и выводы эксперта.

2.2. Определение замедления ТС с учетом состояния автомобиля и дорожной среды

2.2.1. Влияние эффективности торможения ТС на достоверность выводов экспертного исследования

В экспертной практике значительное количество ДТП в той или иной степени связано с торможением, которое условно различается на служебное и экстренное. Так называемое служебное торможение применяется водителем в заранее замеченное время и месте, не вызывая заноса или потери управления ТС. В экстренных случаях, при появлении на близком расстоянии препятствия, водитель, как правило, применяет интенсивное торможение. В подобных ситуациях водитель обычно действует без учета состояния и качества дороги. Режим экстренного торможения неблагоприятно влияет как на механизмы тормозной системы, так и на устойчивость ТС.

Экспертное исследование процесса торможения ТС сводится к определению его скорости и остановочного пути. Торможение представляет собой процесс, зависящий от коэффициента сцепления φ шины колес с дорожным покрытием и внешних факторов. Шина колеса является единственным связующим элементом между ТС и дорожным покрытием. Шина обеспечивает не только сцепление колеса с дорогой, но и передачу тяговых и тормозных усилий, амортизацию сил, возникающих при наезде на неровности и дефекты дороги, управляемость и безопасное движение автомобиля, динамичность и плавность хода, в том числе при маневрировании, в различных профилях дороги и т.д. Сцепление шин является решающим фактором безопасности дорожного движения. Во время движения шина воспринимает и

передает касательные силы, возникающие в контакте с дорогой под воздействием тяговых и тормозных усилий [25].

При движении к колесу приложены (рисунок 2.1) нормальная нагрузка P_z , продольная сила P_x , крутящий момент M , обеспечивающие поддержание прямолинейного движения с линейной скоростью V_a и вызывающие реакции дороги R_z и R_x [6,35,36,37,49,50].

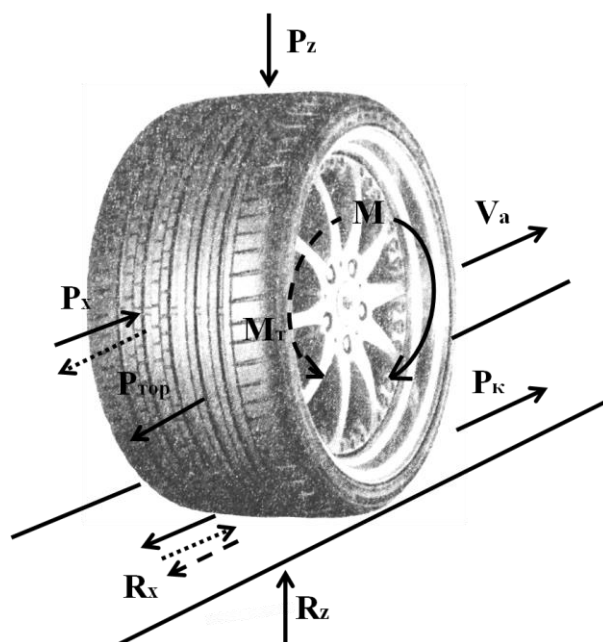


Рисунок 2.1 — Силы и моменты в плоскости качения колеса при различных режимах качения: \leftarrow свободное движение колеса; $\leftarrow \cdots$ ведущий режим; \leftarrow — тормозной режим; V_a - линейная скорость и направление движения; P_x, P_z - продольная и вертикальная нагрузки (продольная и вертикальная реакция дороги); M - крутящий момент; M_T - тормозной момент (момент трения); R_x - тяговая (касательная) сила

Режимы качения колеса отличаются по направлениям приложения M и P_x . Во всех случаях касательные реакции опорной поверхности R_x направлены в сторону, противоположную направлению продольных сил P_x , приложенных к колесу. Если будет выполнено условие $P_x = R_{x \max}$ (продольная сила равна максимально возможной опорной реакции; $R_{x \max}$ - сила трения F), то колесо теряет сцепление с дорогой. В итоге, для устойчивого поступательного движения автомобиля, должно выполняться условие:

$$\begin{aligned} P_x &< R_{x \max}, \\ P_x &< F \end{aligned} \quad (2.1)$$

Также в плоскости качения колеса возникают боковые силы и моменты, приложенные к колесу, при движении ТС по кривой в плане, при маневрировании, в том числе из-за поперечных уклонов дорожного покрытия. Под действием этих сил направление движения отклоняется от плоскости качения колеса (δ – угол бокового увода) [6,25,50]. В таких случаях шина деформируется и начинает частично проскальзывать в зоне контакта. Увеличение δ увеличивает зону скольжения, что в, последствии, приведет к потере сцепления колеса с дорогой.

Таким образом, на величину и характер сцепления (условия контакта шины с дорогой) оказывают влияние не только внутренние свойства конструкции шины, но и внешние факторы - погодные условия, уклоны дорожного покрытия, радиусы поворотов дорог, состояние покрытия, наличие дефектов и т.д.

Суммарная тормозная сила на шинах всех тормозных колес обусловлена суммарным тормозным моментом (рисунок 2.1):

$$P_m = \frac{M_m}{r}, \quad (2.2)$$

где: M_m - тормозной момент, r - радиус качения колеса.

Можно не учитывать силы сопротивления качению, в этом случае максимальная величина тормозной силы ограничивается силой сцепления между шинами тормозных колес и опорной поверхностью, тогда тормозная сила будет равна:

$$P_m = G_a \varphi_x, \quad (2.3)$$

где: G_a - масса ТС, φ_x - коэффициент продольного сцепления шины с дорогой.

Если тормозная сила превышает силу сцепления, колеса блокируются, происходит их «юз» и шины скользят по опорной поверхности. Тогда уравнение силового баланса для случаев торможения будет:

$$P_u = P_m + P_d + P_e, \quad (2.4)$$

где: P_d - сила сопротивления дороги, P_e - сила сопротивления воздуха. Таким образом, величина замедления j_z будет иметь вид:

$$j_z = \frac{P_m + P_d + P_e}{G_a \delta_m} g, \quad (2.5)$$

где: δ_m - коэффициент учета вращающихся масс, g - ускорение силы тяжести, равное $9,81 \text{ м/с}^2$.

В связи с тем, что силы сопротивления качению и воздуха обычно малы по сравнению с тормозной силой, то ими можно пренебречь [22]. Тогда замедление ТС при полном использовании сцепления шин с дорогой будет определено по формуле 2.6.

$$j_s = \frac{\varphi_\phi}{K_s} g(\cos \alpha \pm \sin \alpha) \quad (2.6)$$

где: φ_ϕ - фактическое значение коэффициента сцепления, которое должно быть определено экспериментально на месте происшествия с помощью соответствующих приборов, K_s - коэффициент эффективности торможения, учитывающий степень использования суммарной силы сцепления шин заторможенных колес с поверхностью проезжей части (несоответствие фактических тормозных сил на колесах силам сцепления).

При отсутствии экспериментальных данных коэффициент сцепления φ выбирают по нормативным значениям в зависимости от типа и состояния покрытия проезжей части в месте происшествия. Знак «+» в формуле 2.6 берется в случае движения транспортного средства на подъеме (под углом плоскости дороги), а знак «-» движения на спуске[22,25,62].

При проведении автотехнических экспертиз значения коэффициента K_s определяется в зависимости от коэффициента сцепления φ . Если при торможении все колеса ТС двигались в заблокированном состоянии («юзом»), то рекомендуются следующие максимальные значения коэффициента эффективности торможения: $K_s = 1,2$ при $\varphi \geq 0,7$; $K_s = 1,1$ при $\varphi = 0,5 \div 0,6$; $K_s = 1,0$ при $\varphi \leq 0,4$. Если торможение ТС осуществлялось без блокировки колес, то значения коэффициента K_s необходимо выбирать из разработанных автором табличных значений, представленных в главе 3, с учетом вида, состояния покрытия и типа ТС. Результаты получены на основании исследований, проводимых автором на дорогах I-V категорий, согласно ГОСТ Р51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки» ред. от 20.12.2013г. [60]. Посредством измерителя эффективности тормозных систем «Эффект-02» были получены значения замедлений

ТС: Также прибором ППК были уточнены значения коэффициента сцепления φ на исследуемых участках дорожной среды. Исследования проводились на ТС с учетом снаряженного состояния или с нагрузкой на горизонтальной поверхности дорожного полотна.

Таким образом, формула 2.6 будет иметь вид:

$$j_z = \frac{\varphi_\phi}{K_y^{I-V}} g(\cos \alpha \pm \sin \alpha), \quad (2.7)$$

где: K_y^{I-V} следует выбирать с учетом вида дорожного покрытия и загрузке ТС.

2.2.2. Определение замедления ТС с учетом состояния дорожной среды.

Исследование параметров дорожной среды при планировании эксперимента

Необходимо выявить взаимосвязи между параметрами, определяющими ход процесса торможения, и представить в виде математической модели.

$$j_z^\phi = f(\varphi_\phi) \quad (2.8)$$

$$\varphi_\phi = \varphi_n \cdot k_\phi, \quad (2.9)$$

где: φ_n - справочное, нормативное значение коэффициента сцепления, k_ϕ - коэффициент состояния коэффициента сцепления, включающий конкретные значения коэффициентов, представленных ниже.

Анализ источников [25,29,32,34-36,43,45,47,50,54-56] выявил множество факторов, влияющих на коэффициент сцепления, однако экспертный анализ позволил оставить наиболее значимые.

Учитывая зависимости 2.8 и 2.9, представим значения k_ϕ в развернутом виде, присвоив факторам дорожной среды новые коэффициенты:

$$\varphi_\phi = \varphi_n \cdot k_{дп} \cdot k_{СП} \cdot k_{ш} \cdot k_{шг} \cdot k_{ров} \cdot k_{кол} \cdot k_i \cdot k_{i_{нон}} \cdot k_p \cdot k_{t_{ш}} \cdot k_{t_{д}} \cdot k_{t_{ос}}, \quad (2.10)$$

где: $k_{дп}$ - коэффициент вида дорожного покрытия, $k_{СП}$ - коэффициент состояния дорожного покрытия, $k_{ш}$ - коэффициент шероховатости поверхности дорожного покрытия, $k_{шг}$ - коэффициент гидравлической шероховатости, $k_{ров}$ - коэффициент ровности дорожного покрытия, $k_{кол}$ - коэффициент колесности дорожного покрытия, k_i - коэффициент продольного уклона, $k_{i_{нон}}$ - коэффициент поперечного уклона, k_p -

коэффициент давления в шинах, k_{tu} - температурный коэффициент шин, k_{td} - температурный коэффициент дороги, k_{toc} - температурный коэффициент окружающей среды.

Исследуем влияние данных факторов на исследуемую функцию (процесс), некоторые факторы объединим в укрупненные пары или группы, некоторые из-за нецелесообразности или незначительного влияния опустим.

Для упрощения математического планирования эксперимента две переменные - $k_{дп}$ и $k_{сп}$, являющиеся неразрывными и взаимно дополняющими факторами подсистемы Д, объединим в одну - коэффициент состояния дорожного покрытия ($k_{сдп}$). Параметр $k_{сдп}$ характеризует более точные данные о элементах места ДТП в подсистеме Д. Учитывая категорию автомобильных дорог, виды дорожного покрытия, $k_{сдп}$ одновременно уточняет состояние покрытия в момент ДТП.

Коэффициент шероховатости дорожного покрытия ($k_{ш}$) обеспечивает требуемые значения сцепных качеств дорожного покрытия, т.е. напрямую влияет на φ . $k_{ш}$ характеризуется тремя параметрами (средней высотой выступов (R_z) мм; средней глубиной впадин (H_{cp}) мм; коэффициентом шага шероховатости ($K_{ш}$)).

При условии мокрого покрытия при толщине пленки воды 2мм ÷ 5мм изучается влияние $k_{уз}$. Данный коэффициент учитывает возможность (или ее отсутствие) макрошероховатости дорожной поверхности удалять воду из зоны контакта шины с покрытием. $k_{уз}$ позволяет определить $V_{ск}$ - скорость скольжения ТС и остановочный путь.

Параметр $k_{ров}$ позволяет оценить ровность дорожного покрытия. Более существенное влияние на ровность покрытия оказывает фактор $k_{кол}$, влияющий на V_a и устойчивость ТС. На устойчивость ТС также влияют переменные k_i и $k_{i_{non}}$. Влияние данных факторов также не включено в исследование по причине более специализированного оборудования. Однако частичные замеры были выполнены с целью определения фактических параметров подсистемы Д и сравнения с нормативными табличными значениями. Значения переменных k_i и $k_{i_{non}}$ применяются в расчетах при определении причин потери устойчивости ТС с учетом плоскости дороги[54-56].

Немаловажным фактором являются значения переменных k_p и $k_{t_{ш}}$ дорожной треды, поскольку эти переменные взаимно зависимы их целесообразно объединить в одну - $k_{экс.ш}$. На самом деле, $k_{экс.ш}$ включает в себя больше факторов. Шина при эксплуатации благодаря наличию в ней сжатого воздуха и упругих свойств резины способна во время деформации поглощать большое количество энергии. Часть энергии при этом расходуется необратимо на внутримолекулярное и механическое трение в материалах шины, между ее слоями и на трение в контакте шины с дорогой (потери на сопротивление качению шины). В результате внутреннего трения в шине данные потери преобразуются в тепло. максимальное теплообразование (рисунок 2.2) происходит в наиболее массивной части шины – протекторе и брекере (слой за протектором) [34].

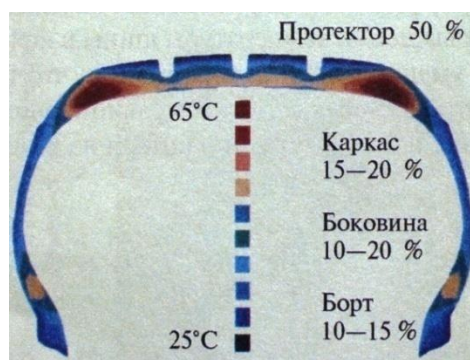


Рисунок 2.2 – Температурные поля по профилю шины и доли потери на качение в элементах конструкции легковой шины

При движении протектор подвергается деформированию и истиранию о дорожную поверхность. Снижение высоты протектора уменьшает φ , одновременно и снижает ресурс шины. Повышение температуры шины зависит от V_a и от P (давление) в шине.

При повышении температуры окружающей среды на 1°C уменьшается коэффициент сопротивления качению на 0,65-1% [21,43].

Зимой наоборот, при низких температурах увеличивается. Например, в начале движения при собственной температуре шины -7°C сопротивление качению может быть в 3 раза больше, чем при рабочей температуре шины 93°C летом (рисунок 2.3).

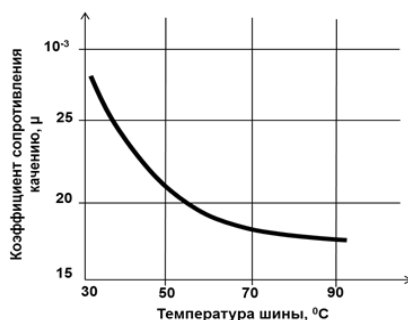


Рисунок 2.3 – Влияние температуры шины на коэффициент сопротивления качению

С ростом частоты циклов деформации шины, повышается ее температура. Для современных шин высокая температура около 120°C [20,34]. Чем выше критическая скорость, при которой достигается такая температура, тем лучше шина приспособлена для работы на высокоскоростных автомобилях. Критическая скорость повышается с уменьшением веса шины, в частности, наиболее массивной и разогреваемой ее части – протекторе, и снижением степени деформации шины, путем увеличения давления воздуха в шине (рисунок 2.4).

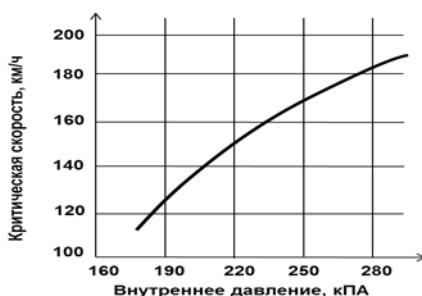


Рисунок 2.4 – Зависимость критической скорости шины от внутреннего давления воздуха в ней

Отклонение от установленной изготовителями шины нормы внутреннего давления воздуха приводит к ухудшению ее функций. Снижение давления в шине увеличивает амплитуду ее деформаций и степень проскальзывания выступов рисунка протектора, повышает потери на качение, что приводит к ускоренному усталостному разрушению шины (рисунок 2.5).

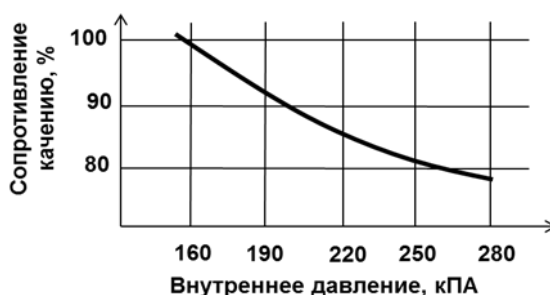


Рисунок 2.5 – Зависимость потерь на качение шины от давления воздуха в ней

Отклонение величины внутреннего давления от нормы приводит к деформации профиля шины и неравномерному износу (рисунок 2.6).

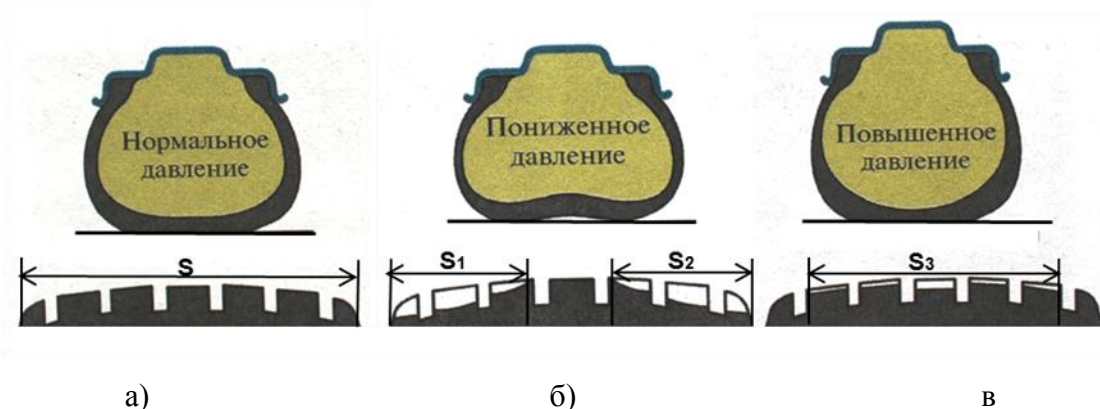


Рисунок 2.6 – Деформация профиля шины и износ при различном давлении в ней: а) равномерный износ протектора при нормальном давлении, б) неравномерный боковой износ по плечам протектора при пониженном давлении, в) неравномерный износ по центру протектора при повышенном давлении, $S > S_1$, $S > S_2$, $S > S_3$

Увеличенная деформация шины с пониженным внутренним давлением повышает потери на качение, увеличивает расход топлива, ухудшает управляемость автомобилем, увеличивает боковой увод, способствует возникновению аквапланирования [34, 49,50].

Изменение давления в шине влияет на замедление ТС. Исследования по определению данного изменения, проведенные аспирантами СПбГАСУ, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1
Исследования по определению замедления ТС Kia Rio в зависимости от разного давления в шинах

Давление в шинах, кПа	Тормозной путь ТС, м	Замедление, j_3^{ϕ} , м/с ²	V_a , км/ч
1,4	9,10	6,87	36,60
1,6	8,74	7,04	37,65
1,8	9,02	7,49	39,78
2,0	8,2	7,24	38,15
2,2	9,38	7,35	39,58
2,4	9,40	7,01	37,83

Данные значения являются усредненными и их необходимо еще подтвердить многочисленными математическими формулами и дополнительными экспериментами. Для вывода точной зависимости и выводов не достаточно, т.к. необходимо получить экспериментальные зависимости с учетом параметров и факторов, перечисленных выше (температура шины, срок ее эксплуатации, ее

характеристики и параметры, рисунок протектора, температура дорожного покрытия и т.д).

Температурный коэффициент $k_{\text{тос}}$ - окружающей среды необходим для получения экспериментальных параметров подсистемы Д. Однако, его учет будет фактическим с привязкой к конкретному значению.

Таким образом, для оптимального планирования эксперимента в качестве основных переменных факторов, влияющих на замедление ТС, выбраны следующие:

$$j_3^\phi = f(\varphi_\phi) = \varphi_n \cdot k_\varphi = \varphi_n \cdot k_{\text{СДП}} \cdot k_{\text{ш}} \cdot k_{\text{уз}} \cdot k_{\text{кол}} \quad (2.11)$$

Весь эксперимент разбиваем на четыре этапа – четыре периода года с разным температурным режимом и условиями.

В ходе эксперимента определяем значения переменных факторов, применяемых в дальнейших расчетах автотехнических экспертиз при реконструкции ДТП с учетом параметров подсистемы «Автомобиль-Дорога».

2.4. Расчетные методы для производства автотехнической экспертизы при определении замедления, остановочного пути и скорости движения ТС

При движении по горизонтальной плоскости дороги j_3^ϕ определяется по формулам для всех категорий дорог:

$$j_3^\phi = \frac{\varphi_n \cdot k_{\text{СДП}} \cdot k_{\text{ш}} \cdot k_{\text{уз}} \cdot k_{\text{кол}}}{K_9^{I-V}} g(\cos \alpha \pm \sin \alpha), \quad (2.12)$$

где: $k_{\text{уз}}$ - значения учитывают при наличии на месте ДТП мокрого покрытия после дождя или во время, K_9^{I-V} - значения учитывают с учетом дорожного покрытия.

Значительное количество ДТП, особенно на загородных трассах, происходит с участием крупногабаритных ТС.

Для таких случаев, при определении их j_3^ϕ предусмотрены расчетные методы, учитывающие плоскости автомобильной дороги. Замедление j_3^ϕ автопоезда, прицепы которого не оборудованы тормозами, при движении на подъеме или спуске определяется по формуле:

$$j_3^\phi = \frac{g}{G + nG_{np}} \left[\frac{G\varphi_n \cdot k_{\text{СДП}} \cdot k_{\text{ш}} \cdot k_{\text{уз}} \cdot k_{\text{кол}} \cdot \cos \alpha}{K_9^{I-V}} \pm (G + nG_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.13)$$

где: G – масса автомобиля тягача, n - количество прицепов, G_{np} - масса прицепа.

В случае торможения в горизонтальной плоскости дороги, формула 2.13 будет иметь вид:

$$j_3^\phi = g \frac{G\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V} (G + nG_{np})} \quad (2.14)$$

Замедление j_3^ϕ автопоезда, у которого тормозами оборудована часть прицепов, при движении не в горизонтальной плоскости дороги, определяется по формуле:

$$j_3^\phi = \frac{g}{G + nG_{np}} \left[\frac{(G + nG_{np})\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол} \cdot \cos \alpha}{K_3^{I-V}} \pm (G + nG_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.15)$$

где: n - количество прицепов, оборудованных тормозами.

При торможении в горизонтальной плоскости дороги формула 2.15 будет иметь вид:

$$j_3^\phi = g \frac{(G + nG_{np})\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}}{(G + nG_{np})K_3^{I-V}} \quad (2.16)$$

Для автопоезда, у которого часть прицепов оборудована тормозами, действующими на передний мост, а остальные прицепы тормозами не оборудованы, j_3^ϕ будет определено по формуле:

$$j_3^\phi = \frac{g}{G + nG_{np}} \left[\frac{G\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол} \cdot \cos \alpha}{K_3^{I-V}} + \frac{\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол} b_{np} G_{np} \cos \alpha}{K_3^{I-V} L_{np} - h_{np} \varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}} \pm (G + nG_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.17)$$

где: b_{np} - расстояние по горизонтали от центра тяжести до задней оси прицепа, передний мост которого оборудован тормозами, L_{np} - база прицепа, h_{np} - высота центра тяжести прицепа.

В горизонтальной плоскости дороги j_3^ϕ такого автопоезда будет определено по формуле:

$$j_3^\phi = \frac{g\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}}{G + nG_{np}} \left(\frac{G}{K_3^{I-V}} + n \frac{G_{np} b_{np}}{K_3^{I-V} L_{np} - h_{np} \varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}} \right) \quad (2.18)$$

В случае, когда автопоезда с полуприцепом и прицепом тормозами оборудован только автомобиль тягач, то j_3^ϕ будет определено по формуле:

$$j_3^\phi = \frac{g}{G + G_n + G_{np}} \left[\left(m_1 G_1 + G_2 + G_n \frac{b_n}{L_n - l} \right) \frac{\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{шз} \cdot k_{кол} \cdot \cos \alpha}{K_3^{I-V}} \pm \right. \\ \left. \pm (G + G_n + nG_{np}) \sin \alpha \right], \quad (2.19)$$

где: m_1 - коэффициент перераспределения нагрузки на переднюю ось автомобиля-тягача при торможении, G_1, G_2 - массы приходящиеся соответственно на передний и задний мосты автомобиля-тягача в статическом состоянии на горизонтальной дороге, b_n - расстояние от центра тяжести до заднего моста прицепа, L_n - база полуприцепа, l - расстояние от заднего моста автомобиля-тягача до точки сцепа его с полуприцепом (при отсутствии таких данных можно принимать $l=0$).

В случае торможения в горизонтальной плоскости, при определении j_3^ϕ , формула 2.19 будет иметь вид:

$$j_3^\phi = \frac{g \varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{шз} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V} (G + G_n + G_{np})} \left(m_1 G_1 + G_2 + G_n \frac{b_n}{L_n - l} \right) \quad (2.20)$$

Значение коэффициента m_1 рекомендуется принимать равным 1,1-1,3 (большее значение соответствует торможению на сухих твердых покрытиях, меньшее – на мокрых и скользких).

Замедление j_3^ϕ ТС и последующую остановку в целях предотвращения ДТП обеспечивают высокие сцепные качества дорожного покрытия, наиболее высокие имеют цементобетонные и асфальтобетонные покрытия. В данных покрытиях используют прочный каменный материал (щебень), выступающие частицы которого обеспечивают шероховатость покрытия. Однако, в жаркую погоду асфальтобетонные покрытия размягчаются, что ухудшает сцепление. С течением времени поверхность автомобильной дороги становится гладкой из-за шин. Быстрее всего этому подвержены каменные покрытия – диабаз, брусчатка. Также на снижение сцепления влияет пыль и грязь, нарушающие контакт между покрытием дороги и протектором шины. В жаркую погоду на гудронированных щебенчатых и гравийных дорогах на поверхность выступает битум, делая дорогу маслянистой и более скользкой. Можно сделать вывод о разных значениях φ как на дорожном покрытии, так и в плоскости дороги. Таким образом, в случае экстренного торможения значения φ в зависимости от состояния и плоскости автомобильной дороги будут разными, и основные параметры торможения соответственно будут отличаться. Так, например, при

движении ТС со $V_a=60$ км/ч по асфальтобетонному покрытию в условиях (мокрое, сухое, обледенелая дорога) значения остановочного пути, замедления и времени торможения будут отличаться в разы (рисунок 2.7).

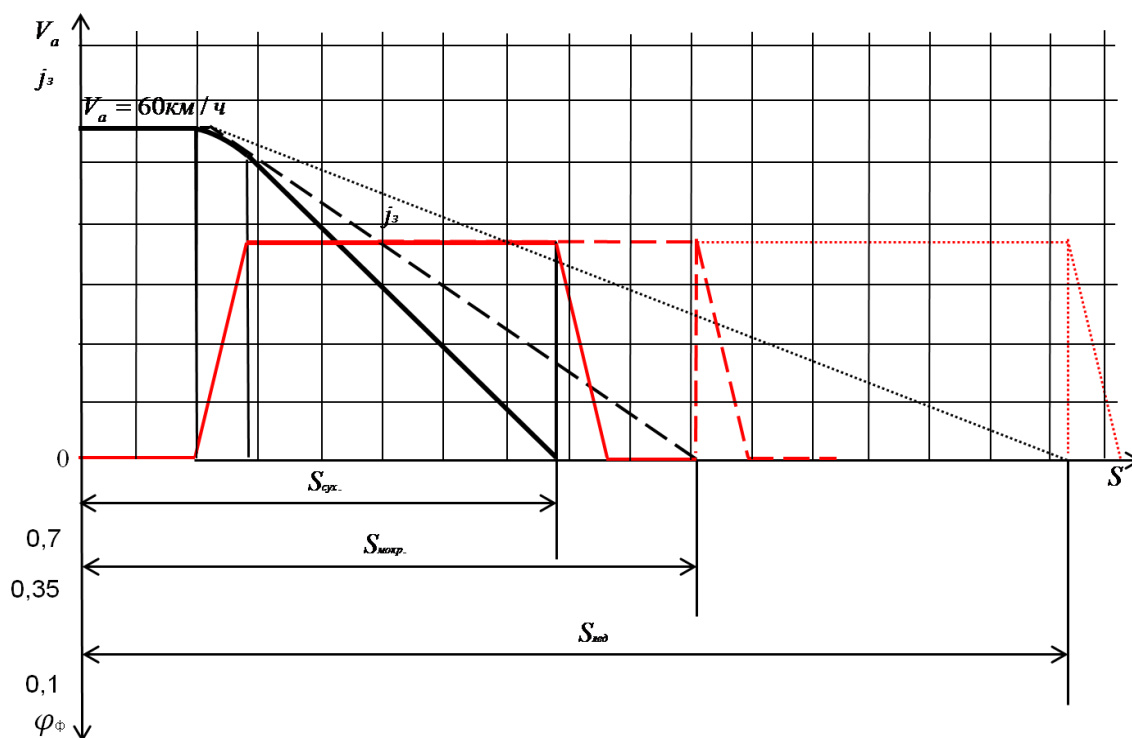


Рисунок 2.7 – Тормозная диаграмма при $V_a=60$ км/ч: V_a - начальная скорость торможения (скорость ТС относительно дороги в момент начала торможения); $S_{сух.}$, $S_{мокр.}$, $S_{лед}$ - путь ТС; φ_ϕ – коэффициент сцепления на сухом и мокром асфальтобетонном покрытии и на обледенелой дороге

Из рисунка 2.7 заметна существенная разница остановочного пути при разных состояниях покрытия дороги. Так при $\varphi_\phi=0,1$ на обледенелой дороге значения $S_{лед}$ в 2 раза превышают значения $S_{сух.}$ при $\varphi_\phi=0,7$. Таки образом от состояния покрытия зависит устойчивость автомобиля. Если на сухом покрытии при интенсивном торможении сила сцепления остается большей, чем тормозная, и это не снижает устойчивости автомобиля, то при таком же торможении на мокром или обледенелом покрытии сила сцепления уменьшается настолько, что тормозная сила ее превысит, при этом колеса ТС заблокируются и возникнет занос.

Таким образом, замедление j_3^ϕ ТС, зависит не только от времени реакции водителя (t_1), времени запаздывания действия тормозного привода (t_2), т.е. от человеческого, технического факторов, но и от дорожного фактора, в частности от

плоскости и состояния покрытия автомобильной дороги. На одном и том же покрытии и участках автомобильной дороги (проезжая часть, обочина и т.д.) φ не остается одинаковым. Он изменяется под влиянием температуры воздуха и осадков (дождя, снега, изморози, образования ледяной корки). При движении ТС на подъеме и спуске, под углом плоскости дороги (профиль) определять j_3^ϕ следует с учетом формулы 2.7. Следовательно, на одной и той же дороге значения φ_ϕ , значительно влияющего на j_3^ϕ , будут отличаться не только в разное время года, но и в течение суток.

Учитывая тормозную диаграмму п.2.4 целесообразно рассмотреть составные участки процесса торможения или остановочного пути (S_o) (рисунок 2.8). Остановочным путем принято принимать путь ТС, проходимый с момента появления препятствия в поле зрения водителя до полной остановки ТС.

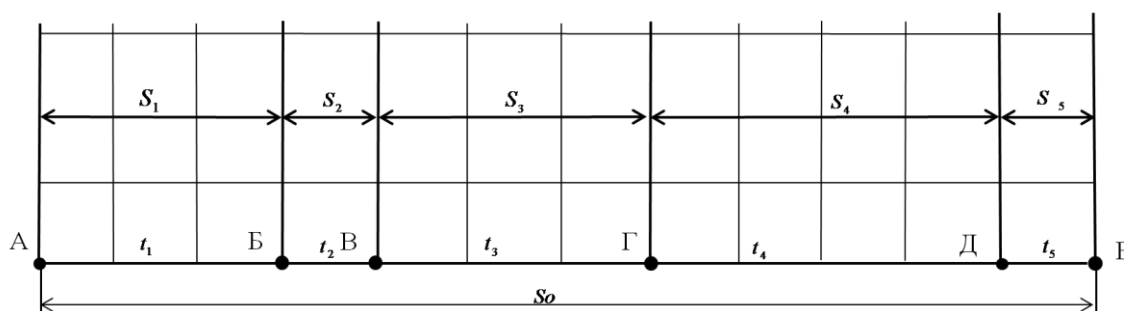


Рисунок 2.8 – Составные участки процесса торможения (остановочного пути S_o): А,Б,В,Г,Д – траектория движения ТС, S_1 - путь, проходимый за время реакции водителя а время t_1 , S_2 - путь, проходимый за время срабатывания привода тормозов, за время t_2 , S_3 - путь, проходимый за время начала действия тормозов до установления постоянной тормозной силы, за время t_3 S_4 - путь, проходимый с заторможенными колесами, за время t_4 , S_5 - путь оттормаживания за время t_5

Таким образом, остановочный путь будет определяться по формуле:

$$S_o = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \quad (2.21)$$

Основная расчетная формула в экспертных исследованиях, определяющая остановочный путь ТС и в дальнейших выводах возможность предотвращения ДТП имеет вид:

$$S_o = \sum S = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26j_3^\phi} \quad (2.22)$$

Для учета фактических радиусов вертикальных кривых, видимости встречного ТС при дневном освещении и в свете фар на различном удалении от места ДТП, ширины проезжей части, краевых укрепительных полос и обочин, наличия разметки на дороге, значений продольных уклонов, значений коэффициентов сцепления, наличия или отсутствия дорожных знаков в зоне видимости места ДТП, состояния покрытия, наличия дефектов, их количественной и качественной характеристики формула 2.22 примет вид:

$$S_o = \sum S = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_a}{3,6} + V_a^2 / 26g \frac{\varphi_n \cdot k_{сдп} \cdot k_{ш} \cdot k_{шз} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) \quad (2.23)$$

В конкретных случаях целесообразно дифференцировать время реакции водителя, учитывая обстановку, в которой произошло ДТП, объективные, физиологические и психические данные водителя, его опыт, и другие факторы, влияющие на величину времени реакции водителя. Время реакции водителя t_1 измеряется с момента воздействия стимула на орган ощущения до касания педали тормоза и вычисляется по формуле:

$$t_1 = t_0 + t_{мк}(y) + \Delta t(V_a, B) = t_0 + (0,38 - 0,003y + 0,0002y^2) + 0,1 \log((1 + 0,005V_a)0,04B) \quad (2.24)$$

где: t_0 - время обнаружения, опознания и принятия решения; $t_{мк}$ - время моторного компонента реакции водителя (МКРВ), зависящее от разницы площадок педалей акселератора и тормоза ТС, $t_{мк}(y)$; $\Delta t(V_a, B)$ - приращение фаз времени реакции водителя в зависимости от скорости ТС в момент обнаружения опасности и возраста водителя [74-78].

Если внимание водителя будет отвлечено посторонними факторами и он не заметит опасность (препятствие), время его реакции для принятия решения увеличивается. Дифференцированные значения времени реакции водителя t_1 представлены в таблице 2.12 [62-65].

Таблица 2.12

Нормативное время t_1 [62-65]

Экстренное торможение на возникновение опасности	Присутствие подсистемы Д и варианты развития ДТС	Характеристика ДТС	Время t_1 , с
Ожидаемая вероятность опасности 100% (нога на педали тормоза)	Начало движения в направлении полосы следования ТС ребенка, находившегося на дороге в поле зрения водителя; Выход пешехода на нерегулируемый пешеходный переход или на проезжую часть данного направления на перекрестке в месте, где переход разрешен; выход пешехода на регулируемый пешеходный переход или проезжую часть данного направления на регулируемом перекрестке на разрешающий сигнал светофора (регулировщика).	ДТС предшествовавшая ДТП, свидетельствовала о весьма большой вероятности его возникновения: водитель имел объективную возможность заранее обнаружить признаки вероятного возникновения препятствия, с достаточной точностью определить место, где могло появиться препятствие, момент возникновения и характер препятствия, а также необходимые меры по предотвращению ДТП; от водителя требовалось особое внимание к ДТС. Он должен был постоянно наблюдать за местом вероятного возникновения препятствия и подготовиться к принятию необходимых мер по предотвращению ДТП.	0,6
Ожидаемая вероятность опасности 95-99% (нога на педали тормоза)	Выход пешехода из-за объекта, ограничивавшего обзорность, непосредственно вслед за другим пешеходом; - начало или изменение движения в направления полосы следования ТС пешехода, находившегося на проезжей части в поле зрения водителя; - выход на проезжую часть пешехода, до этого двигавшегося в том же направлении в поле зрения	ДТС, предшествовавшая ДТП, свидетельствовала о большой вероятности его возникновения: - водитель имел объективную возможность заранее обнаружить явные признаки вероятного возникновения препятствия, но мог не иметь возможности заранее определить с	0,8

	<p>водителя (с тротуара, обочины, от разделительной полосы, трамвайного полотна или резервной зоны);</p> <ul style="list-style-type: none"> - выезд ТС, водитель которого имел преимущественное право на движение. - выбор водителем скорости ТС по условиям видимости элементов дороги в направлении движения; - выбор водителем дистанции при следовании за ТС-лидером; - выход пешехода на проезжую часть на участке, где переход разрешен (если пешеход до выхода на проезжую часть двигался ином направлении, стоял или вышел из группы людей); - появление пешехода на проезжей части на участке, где переход разрешен, из-за неподвижного объекта, ограничивавшего обзорность, или из (из-за) находившихся на проезжей части группы людей; - появление пешехода на проезжей части на участке, где переход разрешен, из-за ТС двигавшегося по крайней полосе движения; - движение пешехода к общественному транспорту или от него на остановках общественного транспорта; - возникновение препятствия (опасности), о котором водитель был предупрежден соответствующим дорожным знаком; - выезд ТС, водитель которого был вынужден сделать это из-за сложившихся обстоятельств; - движение ТС против разрешенного направления; - изменение траектории движения следовавшего впереди ТС в процессе его обгона; - экстренное торможение следовавшего впереди ТС во время изменения траектории заднего для обгона. 	<p>достаточной точностью место, где могло появиться препятствие, момент возникновения и характер препятствия, а также необходимые меры по предотвращению ДТП;</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценка водителем дорожных условия и обстановки; - от водителя требовалось повышенное внимание к ДТС. Он не должен был отвлекаться от наблюдения за ней. 	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

<p>Ожидаемая вероятность опасности 90% (нога на педали газа)</p>	<p>Внезапный выход пешехода на проезжую часть на участке, где переход не разрешен; - внезапное появление пешехода на проезжей части на участке, где переход не разрешен, из-за неподвижного объекта, ограничивавшего обзорность, или из (из-за) находившейся на проезжей части группы людей; - внезапное появление пешехода на проезжей части на участке, где переход не разрешен, из-за ТС, следовавшего по крайней полосе движения; - появление перехода на проезжей части на участке, где переход разрешен, из-за ТС, следовавшего не по крайней полосе движения; - выезд ТС, водитель которого не имел преимущественного права на движение; - поворот ТС на перекрестке без подачи сигнала поворота.</p>	<p>ДТС, предшествовавшая ДТП, не содержала явных признаков вероятности его возникновения. Однако в поле зрения водителя находились (или могли появиться с большой вероятностью) объекты, которые могли создать опасную обстановку: - водитель мог не иметь объективной возможности заранее определить место, где могло появиться препятствие, момент его возникновения и характер, а также необходимые меры по предотвращению ДТП; - от водителя требовалось внимание к ДТС. Он не должен был отвлекаться от наблюдения за ней.</p>	<p>1,0</p>
<p>Имелись признаки опасности, неизвестные водителю, редко встречающиеся в водительской практике, 98%</p>	<p>Внезапное появление перехода на проезжей части на участке, где переход не разрешен, из-за ТС, следовавшего не по крайней полосе движения; - внезапный выход пешехода на проезжую часть обочины, вне населенного пункта при отсутствии пешеходного движения (если пешеход до выхода на проезжую часть двигался в ином направлении или стоял); - движение по проезжей части в направлении полосы ТС пешехода, начавшего переход при запрещающем сигнале светофора (регулирущика); - выезд ТС при запрещающем сигнале светофора (регулирущика); - внезапное появление ТС на проезжей части</p>	<p>ДТС, предшествовавшая ДТП, не содержала признаков возникновения препятствия. Однако в поле зрения водителя находились объекты, которые могли создать опасную обстановку; - водитель не имел объективной возможности заранее определить место, где могло появиться препятствие, а также необходимые меры по предотвращению ДТП; - от водителя не требовалось повышенного внимания к ДТС и постоянного наблюдения за ней.</p>	<p>1,2</p>

	<p>населенного пункта (из-за объекта, ограничивавшего обзорность);</p> <ul style="list-style-type: none"> - внезапное изменение направления движения встречного или попутного ТС вне перекрестка (когда признаки возможного совершения маневра отсутствовали); - торможение следовавшего впереди ТС без включения стоп-сигнала с замедлением 3 - 6 м/с². 		
<p>Имелись только косвенные признаки опасности, мало известные даже опытным водителям</p>	<p>Внезапное появление пешехода или ТС на проезжей части дороги вне населенного пункта (из-за объекта, ограничивавшего обзорность);</p> <ul style="list-style-type: none"> торможение следовавшего впереди ТС без включения стоп-сигнала с замедлением до 3 м/с²; неровности и разрушения проезжей части, находившиеся на проезжей части объекты, не предусмотренные в вышеприведенных типичных вариантах (люди, животные, неподвижные объекты, предметы). 	<p>ДТС, предшествовавшая ДТП, свидетельствовала о минимальной вероятности его возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в поле зрения водителя отсутствовали объекты, которые могли стать препятствием; - водитель не имел объективной возможности заранее определить место, где могло появиться препятствие, момент его появления и характер, а также необходимые меры по предотвращению ДТП; - водитель мог отвлечься для того, чтобы посмотреть на контрольные приборы, пассажиров или окружающую местность в целях ориентировки. 	<p>1,4</p>

Значения коэффициента сопротивления движению для дорожного покрытия представлены в приложении 6.

Значения минимального и максимального времени реакции водителей по возрастным группам представлено в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Возраст, лет	T_{\min} , с	T_{\max} , с
18-20	0,6-0,7	1,1-1,5
20-40	0,7-1,1	1,3-1,7
40-50	1,1-1,6	1,5-2,0
50-60	1,6-1,8	1,8-2,4
60-70	2,0-2,5	2,3-3,0
>70	2,8-3,1	3,1-3,7

Продолжительность формирования ответного действия водителя на различные раздражители, составляет: на торможение впереди идущего автомобиля со стоп-сигналом - 0,42с, на сигналы светофора в населенном пункте - 0,40с, на дорожные знаки - 0,50с [6,45,54]. Среднее время реакции на включение тормозов для мужчин - 0,57с, женщин - 0,62с. Время реакции водителей на сигнал торможения составляет 0,37с у 2 % водителей; 0,61с - у 50 %; 0,78 и более у 48 %. При скорости 50 км/ч и времени реакции 0,6с автомобиль до начала торможения пройдет 9 м, а до полной остановки при сухом покрытии – 44 м. Реакция на раздражители подсистемы Д составляет 0,8с. Причем на разные раздражители время реакции разное, так при наличии колеи – 0,74с, выбоин - 0,72с. У некоторых водителей реакция на отсутствие (истирание) дорожной разметки время реакции составляет – 0,83с [6,45,54].

Время нарастания замедления можно вычислить по результатам эксперимента, в процессе которого будут зафиксированы:

- скорость ТС перед торможением;
- установившееся замедление;
- перемещение ТС при установившемся замедления.

Если проведение эксперимента нецелесообразно или невозможно, то можно пользоваться значения [6], приведенными в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Время нарастания замедления t_3 при экстренном торможении ТС для различных типов и состояний дорожного покрытия [6]

Транспортные средства	Дорожное покрытие	t_3 , с	
		без нагрузки	с полной нагрузкой
Легковые автомобили, сконструированные на их базе	Асфальтобетонное, цементобетонное, щебеночное, грунтовое:		
	сухое	0,15	0,2 (0,15)*
	мокрое	0,1	0,1
	Обледенелая покрытая укатанным снегом дорога	0,05	0,05
Грузовые автомобили, автомобильные поезда и др., сконструированные на их базе (с гидроприводом)	Асфальтобетонное, цементобетонное, щебеночное, грунтовое:		
	сухое	0,2 (0,15)	0,4 (0,15)
	мокрое	0,1	0,2 (0,5)
	Обледенелая покрытая укатанным снегом дорога	0,05	0,1
Автобусы с гидравлическим приводом тормозов	Асфальтобетонное, цементобетонное, щебеночное, грунтовое:		
	сухое	0,25 (0,2)	0,4 (0,2)
	мокрое	0,15	0,25 (0,2)
	Обледенелая покрытая укатанным снегом дорога	0,1	0,1
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 4,5т, автомобильные поезда и др., сконструированные на их базе с пневматическим приводом тормозов	Асфальтобетонное, цементобетонное, щебеночное, грунтовое:		
	сухое	0,6 (0,4)	1,2 (0,6)
	мокрое	0,25	0,7 (0,6)
	Обледенелая покрытая укатанным снегом дорога	0,15	0,3
Грузовые автомобили грузоподъемностью свыше 4,5т, автомобильные поезда и др., сконструированные на их базе с пневматическим приводом тормозов	Асфальтобетонное, цементобетонное, щебеночное, грунтовое:		
	сухое	0,7 (0,45)	1,5 (0,7)
	мокрое	0,2	0,4
	Обледенелая покрытая укатанным снегом дорога	0,2	0,4
Автобусы с пневматическим приводом тормозов	Асфальтобетонное, цементобетонное, щебеночное, грунтовое:		
	сухое	0,8 (0,5)	1,3 (0,6)
	мокрое	0,45	0,76 (0,60)
То же	Обледенелая покрытая укатанным снегом дорога	0,2	0,6

* В скобках значения t_3 для экстренного торможения без блокировки колес. В остальных случаях значение t_3 принимается одинаковым как для случая с блокировкой (оставлением следа «юза»), так и без блокировки колес.

Время нарастания замедления t_3 определяется по формуле:

$$t_3 = 1,4t_3^2 \varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол} \left(1 + \frac{G_M}{G_o} \right) \quad (2.25)$$

где: t_3 - искомое время нарастания замедления, с; t_3^2 - исходное время нарастания замедления, с; G_M - масса груза, кг; G_o - масса ТС без нагрузки, кг.

Важно знать время торможения $T_{торм}$ транспортного средства от начала до конца торможения, оно суммируется t_2, t_3, t_4 - время полного торможения, при котором замедление постоянно, и определяется по формуле ниже. t_4 определяется:

$$t_4 = \frac{V_a - 1,8 \frac{\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} t_3}{3,6 \varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{ш} \cdot k_{кол}} \quad (2.26)$$

$$t_4 = \frac{\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} g (\cos \alpha \pm \sin \alpha) \times \left(3,6V_a - 6,48 \left(\frac{\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} g (\cos \alpha \pm \sin \alpha) \right) \right) \quad (2.27)$$

Таким образом, время торможения $T_{торм}$ будет определяться по формуле:

$$T_{торм} = t_2 + 0,5t_3 + (V_a - 6,5t_3) \frac{K_3^{I-V} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) g}{\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}} \quad (2.28)$$

Полное остановочное время будет определяться по формуле:

$$T_{ост} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + \frac{V_a K_3^{I-V}}{3,6 \varphi_n (\cos \alpha \pm \sin \alpha)} g \quad (2.29)$$

Следует учитывать и то, если транспортное средство тормозит всеми колесами на горизонтальной поверхности, то формулы 2.23 и 2.24 примут вид:

$$T_{торм} = t_2 + 0,5t_3 + \frac{V_a K_3^{I-V}}{35,3 \varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{уз} \cdot k_{кол}} \quad (2.30)$$

$$T_{ост} = t_1 + t_2 + 0,5t_3 + \frac{V_a K_3^{I-V}}{35,3 \varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{ш} \cdot k_{кол} (\cos \alpha \pm \sin \alpha)} g \quad (2.31)$$

Одним из основных вопросов экспертам по расследованию ДТП является «какова была скорость транспортного средства перед торможением?», т.е. с какой скоростью двигался автомобиль перед ДТП.

Перемещение автомобиля за время установившегося автомобиля – S_4 . При экспертном исследовании данную величину принимают за след «юза»- $S_{ю}$. С учетом этого, скорость движения транспортного средства перед началом торможения определяется по формуле:

$$V_a = \frac{1,8t_3\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{ш2} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) g + \sqrt{\frac{26t_3\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{ш2} \cdot k_{кол} \cdot S_{ю}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) g} \quad (2.32)$$

Еще одним распространенным вопросом к эксперту является определение скорости движения в процессе торможения. Здесь необходимо учесть, что $S_{ю}$ будет определяться как сумма $S'_{ю}$ (длина тормозного следа от его начала до столкновения) и $S''_{ю}$. Так случается, место ДТП определено на расстоянии $S''_{ю}$, т.е. от конца тормозного следа. В таком случае скорость в момент столкновения и начальная скорость ТС будет определена по формулам:

$$V_{столк} = \sqrt{\frac{26S''_{ю}\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{ш2} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) g} \quad (2.33)$$

$$V_a = \frac{1,8t_3\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш2} \cdot k_{ш2}^{удро} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) g + \sqrt{\frac{26t_3\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{ш} \cdot k_{кол} \cdot S'_{ю}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) g + V_{столк}^2} \quad (2.34)$$

Экспертами при определении остановочного пути S_o используются значения $S_{ю}$, таким образом S_o будет определяться по формуле:

$$S_o = (t_1 + t_2 + t_3) \frac{V_a}{3,6} + S_{ю} \quad (2.35)$$

Однако, если в материалах дела по ДТП уже известна величина остановочного пути, то скорость ТС будет определена по формуле:

$$V_a = 3,6 \sqrt[3]{ \left[\begin{aligned} & (t_1 + t_2 + 0,5t_3)^2 \left(\frac{\varphi_n \cdot k_{сдп} \cdot k_{ш} \cdot k_{шз} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} \cos \alpha \pm \sin \alpha \right) g \right]^2 + \\ & + 2 \frac{\varphi_n \cdot k_{сдп} \cdot k_{ш} \cdot k_{шз} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) g - \\ & - \left((t_1 + t_2 + t_3) \frac{V_a}{K_3^{I-V}} + S_{ю} \right) \\ & - \left(\frac{\varphi_n \cdot k_{сдп} \cdot k_{ш} \cdot k_{шз} \cdot k_{кол}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) g (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \right) \end{aligned} \right]} \quad (2.36)$$

Таким образом, представленные расчетные зависимости остановочного пути, времени торможения ТС, скорости ТС позволяют экспертам при проведении автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние ТС и дороги, получить более точные их значения, с учетом времени реакции водителя по возрастным группам, значениям коэффициентов $\varphi, k_{сдп}, k_{ш}, k_{шз}, K_3^{I-V}$ в зависимости от условий движения и т.д.

2.5. Расчетные методы для производства автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды

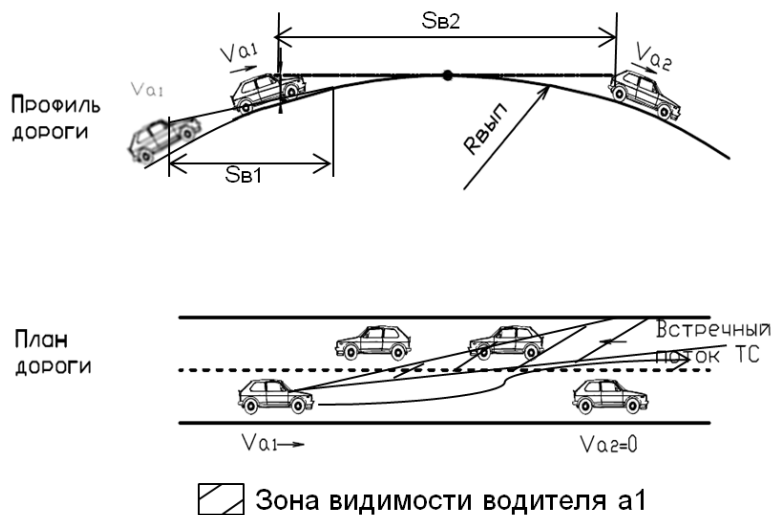
Производство экспертного исследования ДТП осуществляется на основе общепринятых алгоритмов, определенных методов, приемов, технологий. В зависимости от вида ДТП, его сложности и количества поставленных вопросов, исследования имеют различный характер. Исследование зависимости Д→ДТП является ключевым звеном в механизме ДТП. При производстве экспертизы ДТП учитывают характеристики и параметры участка автомобильной дороги. Ниже представлены основные расчетные зависимости и методы, необходимые к использованию в экспертной практике при некоторых видах ДТП с учетом параметров исследуемых подсистем [87-91, 92, 93].

Определение V_a перед торможением на крутом подъеме со значительным сопротивлением движению. Расчетная формула (зависимость) представлена:

$$\begin{aligned}
V_a = & 35,3 f (t_1' + t_2 + 0,5 t_3) + \\
& + 1,8 \frac{\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{ш2} \cdot k_{кол} \cdot g}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha + \sin \alpha) t_3 + \\
& + \sqrt{\frac{26 \varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш2} \cdot k_{ш} \cdot k_{кол} \cdot g S_{ю}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha + \sin \alpha)}, \quad (2.37)
\end{aligned}$$

где: t_1' - время переноса ноги с педали газа на педаль тормоза ($t_1' \approx 0,3-0,5$ с), f - коэффициент сопротивления движению (приложение б), t_3 определяется по формуле 2.25.

Данная формула необходима при исследовании опасной стадии развития ДТП, соответствующая наезду ТС на препятствие за переломом продольного профиля. Препятствием может быть как движущее ТС, так и стоящее, пешеход, иной предмет, открытый люк и.т.д. Также возможно столкновение при обгоне (рисунок 2.9). При проведении экспертизы необходимо иметь значения или возможность их получить:



- величину радиуса выпуклой кривой ($R_{вып}$),
- продольный уклон в пределах выпуклой кривой (i),
- тип и состояние покрытия,
- значение высоты глаза водителя над поверхностью дороги (h).

Рисунок 2.9 – ДТП на двухполосной дороге с ограниченной видимостью в продольном профиле

На основании вышеперечисленных данных, полученных с места осмотра, устанавливают фактическую видимость поверхности дороги (L_{cp}) и ее среднее отклонение (δ_L). Таким образом, можно найти S_o , при котором можно определить возможность предотвращения ДТП, по формуле:

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5 t_3) \frac{V_a}{3,6} + \frac{K_3^{I-V} \cdot V_a^2}{254(\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{ш2} \cdot k_{кол} + i + f)} \quad (2.38)$$

Также основные расчетные формулы можно применять при столкновении встречных ТС в процессе обгона на выпуклой кривой продольного профиля. В этом случае необходимо знать длины обгоняемого и обгоняющего ТС и их скорости.

Скорость ТС перед торможением для участков с разными сцепными свойствами. Расчетная формула (зависимость) представлена:

$$V_a = \frac{1,8\varphi_n \cdot k_{СДП} \cdot k_{ш} \cdot k_{ше} \cdot k_{кол} \cdot g}{K_3^{I-V}} t_3 (\cos \alpha \pm \sin \alpha) + \sqrt{26 \sum_{j=1}^n S_{j_3}^{\phi}}, \quad (2.39)$$

Замедление определяют на каждом участке торможения.

В случаях, если ТС потеряло устойчивость на участках (краевые укрепительные полосы и прикромочные зоны обочин по сравнению с проезжей частью) с разными сцепными свойствами, то необходимо провести замеры по ширине проезжей части и обочине. По полученным значениям определяют их разность, которую сравнивают с нормативными значениями [19] (таблица 2.5).

Таблица 2.5

Допускаемая разность коэффициентов сцепления ($\Delta\varphi$) [19]

Категория дороги	В пределах проезжей части, $\Delta\varphi$	На краевых укрепительных полосах и прикромочных зонах обочин по сравнению с проезжей частью, $\Delta\varphi$
I	0,05-0,10	0,10-0,15
II	0,10	0,15-0,20
III	0,10-0,15	0,20
IV	0,10	0,25

Предельная скорость, при которой опрокидывание уже не исключается.

Предельная скорость на кривой в плане с ограниченной видимостью.

Расчетная формула (зависимость) имеет вид:

$$V_a = 3,6\eta_k \sqrt{\frac{B + 2h_g \operatorname{tg} \beta}{2h_g - B \operatorname{tg} \beta}} gR, \quad (2.40)$$

где: B – колея автомобиля, h_g – высота центра масс, β – угол поперечного уклона, R – радиус закругления поворота, g – ускорение свободного падения, η_k – коэффициент предварительного поперечного крена подрессоренной массы автомобиля. Важное значение имеет фактическая видимость на кривой в плане.

Исходными данными в данном случае для экспертов являются:

– значение величины радиуса ($R_{кр}$, $R_{кривой}$) в плане,

- скорость ТС V_a на кривой в плане,
- величина продольного уклона (i) на кривой в плане,
- тип и состояние покрытия,
- уклон виража (i_g),
- тип автомобиля и его основные характеристики,
- локальные расстояния видимости, определяемые по оси внутренней полосы движения (по траектории движения ТС) между точками, максимально удаленными друг от друга.

ДТС ситуация возникает, когда за пределом фактической видимости появляется препятствие, а длина фактической видимости меньше длины остановочного пути ТС.

В случаях, если сцепление шин с дорогой недостаточное, то ТС под действием поперечной силы начинает скользить под действием поперечной силы по направлению ее действия. Происходит занос ТС, при котором ТС становится неуправляемым, и потеря устойчивости. При потере устойчивости ТС на кривой в плане экспертам необходимо определить влияние параметров закругления: радиус кривой, коэффициент сцепления φ , уклона виража и продольного уклона – на механизм ДТС, связанной с заносом и опрокидыванием.

Также определить можно предельную скорость, при которой возможно опрокидывание, при поперечном уклоне дороги, направленном в сторону, противоположную центру закругления дороги по формуле:

$$V_{оп} = 3,6\eta_k \sqrt{\frac{B - 2h_g \operatorname{tg} \beta}{2h_g - B \operatorname{tg} \beta} gR} \quad (2.41)$$

Занос с последующим опрокидыванием.

$$S_{об} = (t_1 + 2t_p) \frac{V_a}{3,6} + \frac{a}{\omega} \frac{V_a}{3,6} + \sqrt{4yR_2 - y^2} \quad (2.42)$$

где: t_p - время срабатывания рулевого управления; ($t_p \approx 0,1-0,4$ с), ω - скорость поворота управляемых колес, y - необходимое смещение при отвороте от препятствия; R_2 - радиус поворота середины задней оси.

Поломка ходовых частей ТС на неровной поверхности дорожного покрытия.

Ровность дорожного покрытия характеризуется параметрами микропрофиля (высотой и длиной неровностей), которые оказывают влияние на ТС, утомляемость водителя, скорость и безопасность движения. При проведении дорожной экспертизы экспертам предоставляются исходные данные:

- измеренные длины и высоты неровностей на дороге,
- отклонение параметров неровностей от нормативных значений,
- скорость ТС V_a .

Основная расчетная формула (зависимость), определяющая критическую высоту неровностей, при которой возникают наибольшие динамические усилия в ходовых частях ТС, имеет вид:

$$h_{кр} = 1620g \left(\frac{K_{жс} l_{cp}}{V_a} \right)^2, \quad (2.43)$$

где: $h_{кр}$ - критическая высота неровности для V_a , $K_{жс}$ - коэффициент, учитывающий жесткость рессор, принимаемы 0,9, l_{cp} - среднее значение длин неровностей по полосе наката.

Выводы к главе 2

Теоретическое исследование влияния коэффициентов состояния ТС – эффективность торможения ТС для разных дорожных покрытий, учитывающий загрузку ТС, дорожной среды – $k_{сдп}$ - коэффициент состояния дорожного покрытия, $k_{ш}$ - коэффициент шероховатости поверхности дорожного покрытия, $k_{шг}$ - коэффициент гидравлической шероховатости, $k_{кол}$ - коэффициент колеяности дорожного покрытия, позволило более емко представить расчетные зависимости определения скорости ТС перед началом торможения, остановочного и тормозного путей.

Разработанные значения параметра эффективности торможения - K_9^{I-V} расклассифицированы для дорог I-III категорий с капитальным и облегченным видом покрытий - K_9^{I-III} и для IV-V категорий дорог на облегченном (с обработкой вяжущих материалов), переходном и низшем виде дорожного покрытия - K_9^{IV-V} , что позволяет более точно получать значения эффективного торможения ТС с учетом загрузки и условий его движения.

Проведенные исследования дорожной среды в данной главе, показали, что существующее научно-методическое обеспечение необходимо дополнить новыми параметрами, уточняющими загрузку ТС, эксплуатационное состояние и вид дорожного покрытия каждой категории дорог. Исследование влияние данных факторов на исследуемую функцию (процесс торможения), некоторые факторы объединены в укрупненные пары или группы, некоторые из-за нецелесообразности, незначительного влияния или по причине многофакторности исследования опущены.

Таким образом, для оптимального планирования эксперимента в качестве основных переменных факторов, влияющих на торможение (замедление) ТС, были выбраны параметры дорожной среды $k_{сдп}$ - коэффициент состояния дорожного покрытия, $k_{ш}$ - коэффициент шероховатости поверхности дорожного покрытия, $k_{шг}$ - коэффициент гидравлической шероховатости, $k_{кол}$ - коэффициент колеяности дорожного покрытия.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ТС И СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

3.1. Цели, задачи и объекты экспериментальных исследований

В соответствии с целью настоящей работы и на основании данных, приведенных в первой главе, были поставлены задачи и цель исследования параметров и факторов подсистем «Автомобиль» и «Дорога», влияющих на результаты расчетов методики реконструкции ДТП.

Целью экспериментального исследования является установление связей между варьируемыми факторами и измеряемыми переменными, а также определение экспериментальных зависимостей и подтверждение теоретических исследований, приведенных во второй главе.

В работе ставятся задачи экспериментального исследования эффективности торможения ТС и состояния дороги определить:

1 Влияние факторов, влияющих на параметр подсистемы А-Д коэффициент сцепления φ покрытия, в зависимости от состояния и вида покрытия.

2. Зависимость параметра подсистемы А-Д - коэффициента сцепления φ от полученных значений шероховатости покрытия, а также при условии мокрого покрытия с водяной пленкой от 2 мм и более.

3. Зависимость параметра подсистемы А-Д коэффициента сцепления φ от полученных значений колейности на дорожном покрытии.

4. Отклонение полученных экспериментально значений параметров и факторов от нормативных табличных данных.

5. Замедление фактическое j_3^ϕ ТС с разной степенью загрузки.

6. Параметр подсистемы А - коэффициент K_s^{I-V} , исходя из полученных значений замедления j_3^ϕ ТС, параметра подсистемы А-Д - коэффициента сцепления φ .

В качестве объекта исследования выступают подсистемы А и Д. К исследованию подсистемы А принимаются ТС категорий (М₁, М₂, М₃, N₁, N₂, N₃) с разной степенью загрузки (массы ТС) с исправной тормозной системой.

Фиксирование замедления фактического j_3^{ϕ} ТС выполнялось посредством измерителя эффективности тормозных систем «Эффект-02».

К экспериментальным участкам дорожной среды, на которых происходят систематические ДТП, относятся участки автомобильных дорог различных категорий и видом покрытий. Выбор подсистем Д основывался высокой степени аварийности за последние 5 лет, на сроках эксплуатации покрытия, степени износа, интенсивности движения ТС и аварийности, так же выполнялся визуальный осмотр состояния подсистем Д. Весь эксперимент разбит на четыре этапа – четыре периода года с разным температурным режимом и условиями.

Экспериментально исследуемые подсистемы Д на участках дорог с высокой степенью аварийности:

1. Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе в обоих направлениях (участок а/д I категории).

2. Песочная набережная от ул. Даля до Левашовского проспекта в обоих направлениях (участок а/д I кат.).

3. Пулковское шоссе от Дунайского проспект до КАД в обоих направлениях (участок а/д I кат.).

4. КАД г. Санкт-Петербурга на участке км 3+500-км 5+500 и км 135+500-км 137+500(а/д I кат.) .

5. Участок автомобильной дороги «Санкт-Петербург – завод им. Свердлова – Всеволожск» (а/д II кат.).

6. Участок автомобильной дороги «Санкт-Петербург – Кировск» (а/д II кат.).

7. Участок автомобильной дороги «Рощино-Цветодубово» (а/д III кат.).

8. Участок автомобильной дороги «Зеленогорск – Приморск - Выборг» (а/д III кат.).

9. Участок автомобильной дороги «Пески – Сосново - Подгорье» (а/д IV и V кат.).

Экспериментально исследуются в подсистемах Д параметры, которые необходимо учитывать при реконструкции экспертизах ДТП:

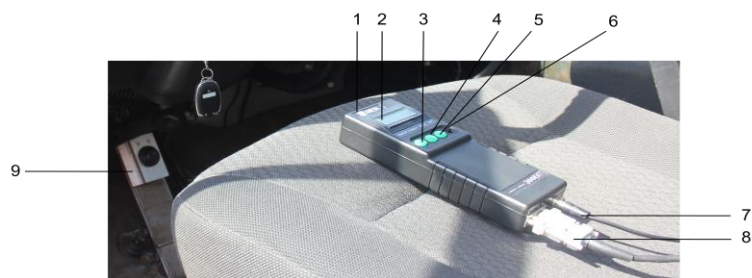
- вид дорожного покрытия;
- состояние дорожного покрытия;
- коэффициент сцепления дорожного покрытия;

- шероховатость поверхности дорожного покрытия;
- шероховатость гидравлическая поверхности дорожного покрытия;
- колейность дорожного покрытия;
- продольный и поперечные уклоны автодороги;
- геометрические параметры автодороги.

Учитывая обоснованность п.2.3 диссертации, экспериментальные исследования проводились для нескольких параметров подсистемы Д: $k_{сдп}$, $k_{ш}$, $k_{шг}$, $k_{кол}$. Для подсистемы А экспериментально-расчетным методом – $K_{,}^{I-V}$.

3.2. Оборудование и средства проведения экспериментальных исследований технического состояния ТС и дорожной среды

В целях измерения эффективности тормозных систем ТС использовался прибор «Эффект-02». Внешний вид прибора и расположение его во время проведения замеров представлены на рисунке 3.1.



а)



б)

Рисунок 3.1 – Внешний вид прибора и расположение его во время проведения замеров: а) Внешний вид прибора «Эффект-02»: 1 – электронный блок, 2 – индикатор, 3 – кнопка «выбор», 4 – кнопка «отмена», 5 – кнопка «ввод», 6 – тумблер включения питания, 7 – разъем кабеля питания, 8 – разъем кабеля датчика усилия, 9 – датчик усилия; б) Снятие результатов исследования прибором «Эффект-02»

Измерения прибором «Эффект-02» проводились на ТС. После установки прибора, его прогрева, выбора с помощью кнопок 3, 5 характеристики ТС (категории) ТС разогнали до скорости близкой к 40 км/ч, затем произвели торможение. На индикаторе сняли результаты проверки ТС по его замедлению. Структура выполнения исследования по определению эффективности торможения ТС представлена на рисунке 3.2.

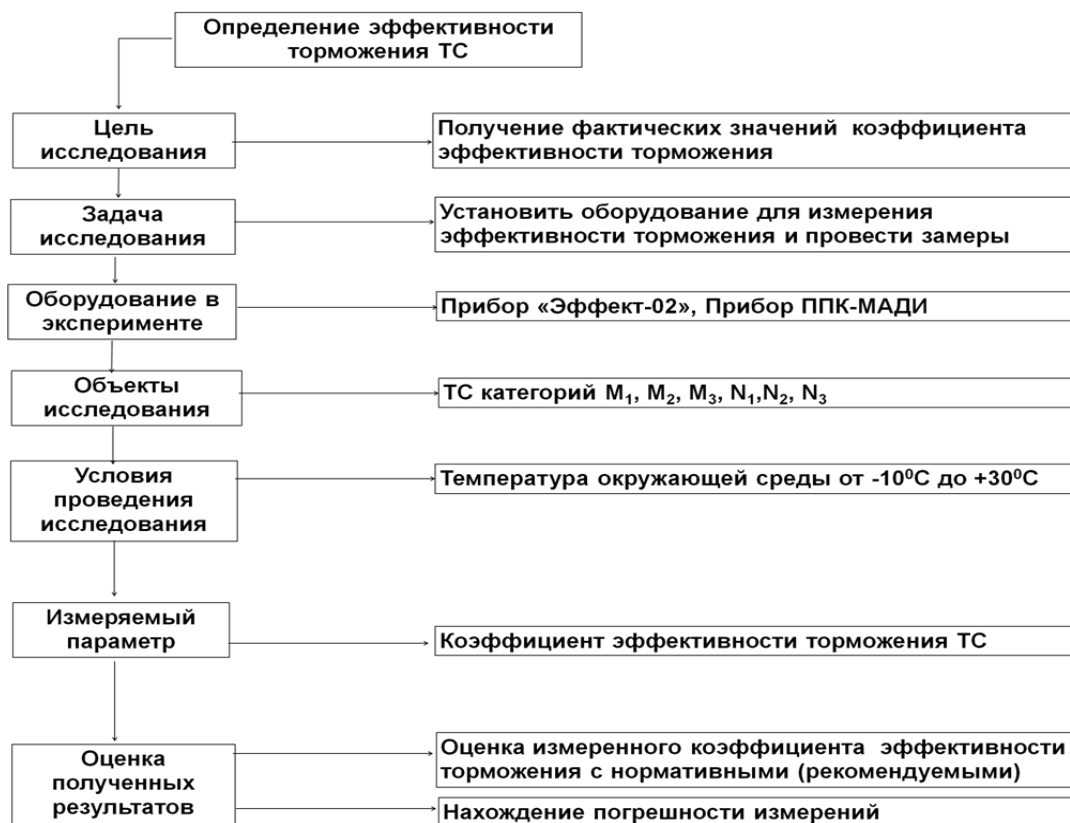


Рисунок 3.2 – Структура алгоритма выполнения экспериментальных исследований по определению коэффициента сцепления

Исследования проводились на ТС категории M_1 – а/м марки ВАЗ-2107 (рисунок 3.3), категории M_2 – автобус, имеющий более 8 мест для сидения – ПАЗ- 32053 (рисунок 3.4), категория M_3 – ПАЗ-4230, категория N_1 – а/м марки Газель Next (рисунок 3.5), категория N_2 – а/м ГАЗ Валдай (рисунок 3.6), категория N_3 – а/м КАМАЗ (рисунок 3.7).



Рисунок 3.3 – Установка прибора и получение результатов исследования на а/м марки ВАЗ-2107



Рисунок 3.4 – Установка прибора и получение результатов исследования на автобус – ПАЗ-32053



Рисунок 3.5 – Установка прибора и получение результатов исследования на а/м Газель Next



Рисунок 3.6 – Установка прибора и получение результатов исследования на а/м ГАЗ Валдай



Рисунок 3.7 –Установка прибора «Эффект-02» перед проведением исследования на ТС – КАМАЗ

Разработанные автором значения коэффициента K_{ρ}^{I-V} для дорог I-III категорий с капитальным и облегченным видом покрытий - K_{ρ}^{I-III} и для IV-V категорий дорог на облегченном (с обработкой вяжущих материалов), переходном и низшем виде дорожного покрытия - K_{ρ}^{IV-V} , приведенные в указанных таблицах, более емкие и точные, чем средние значения коэффициента K_{ρ} по Боровскому Б.Е.(приложение 7).

Экспериментальные исследования дорожной среды проводились на участках автомобильных дорог I-V категорий Санкт-Петербурга и Ленинградской области в период с марта 2012г. по февраль 2014г. Для исследований применялся прибор ППК-МАДИ для измерения коэффициента сцепления дорожного покрытия (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Прибор ППК МАДИ, используемый в эксперименте

Технические характеристики прибора: тип прибора - переносной, ударного действия; пределы измерения коэффициента сцепления 0,05-0,65; предел допускаемой основной приведенной погрешности измерения $\pm 5\%$; величины продольных и поперечных уклонов участков измерения не должны превышать соответственно 100 и 60%; масса прибора 25 кг, масса ударного груза $9 \pm 0,05$ кг; количество измерений на одном участке 5; габаритные размеры прибора в собранном виде 160x730x1760 мм; время приведения прибора в рабочее состояние из транспортного 5 мин (сертификат о калибровке средства измерения представлен в приложении 8).

Проведение экспериментальных исследований по определению коэффициента сцепления

При проведении эксперимента по измерению сцепных качеств покрытий применялся выборочный контроль. Выборочный контроль предназначен для обследования участков дорог протяженностью не более 1 км.

Измерения сцепных свойств дорожного покрытия с помощью портативного прибора ППК-МАДИ выполнялись по полосам наката каждой полосы движения. Требуемое количество измерений на 1 км дороги колеблется от 2 до 6.

Состояние дорожных покрытий по сцепным качествам оценивалось путем сравнения фактической величины коэффициента сцепления с его предельно допустимой величиной (рекомендуемой).

Методика проведения экспериментальных исследований выполнена в соответствии с [15,26,27,30,31,50,51, 72-74]. Алгоритм выполнения эксперимента представлен на рисунке 3.11. Согласно нормативу [31], не рекомендуется производить измерения сцепных качеств дорожного покрытия во время дождя, а также в течение 2 - 3 ч после него. Однако с целью получения фактических значений коэффициента сцепления и сравнение их с нормативными на мокром покрытии, эксперимент был проведен.

Алгоритм проведения экспериментальных исследований по определению коэффициента сцепления

1. Необходимо соблюсти условия безопасности при проведении эксперимента.
2. Визуально оценить условия эксплуатации экспериментального участка (состояние покрытия, износ, сетка трещин, колейность и т.д) (рисунок 3.9).



а)

б)

Рисунок 3.9 – Состояние экспериментального покрытия в разные периоды года: а) при $t=0+30^{\circ}\text{C}$; б) при $t=-10-0^{\circ}\text{C}$

3. Установить прибор ППК-МАДИ на экспериментально исследуемый участок.
4. Подвижный груз закрепить в верхнем положении стойки и зафиксировать защелкой, а регистрирующую шайбу поднять до подвижной муфты (рисунок 3.8).
5. Освободить подвижной груз от защелки. При этом проверить - груз скользит ли по стойке, ударяется о подвижную муфту, которая через толкающие тяги проводит в движение имитаторы шины, заставляя их скользить по поверхности покрытия. Регистрирующая шайба, перемещаясь вместе с муфтой, регистрирует самое нижнее ее положение. Участок нижней части стойки снабжен шкалой, отградуированной в значениях коэффициента сцепления, по которой считывают результаты измерений/

В зимние периоды 2012-2014гг. эксперимент проводился на определение коэффициента сцепления на уплотненном снегу и гладком льду (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 – Измерение коэффициента сцепления в зимний период

6. Полученные результаты измерений откорректировать с учетом поправок на температуру окружающей среды.

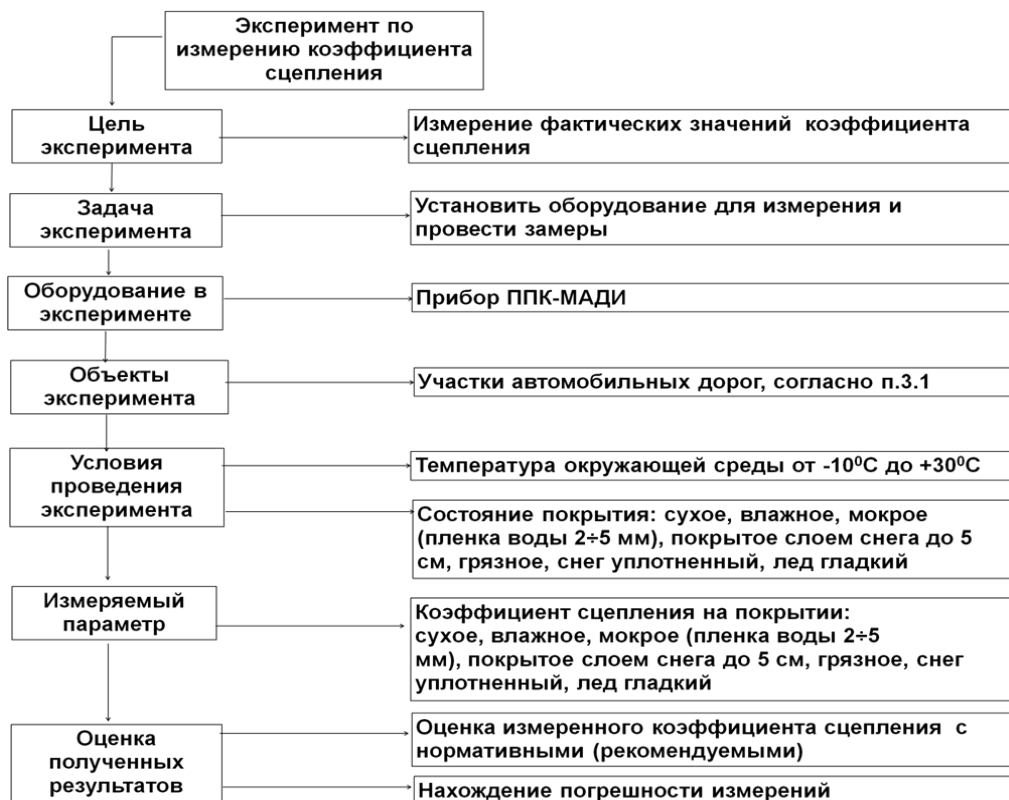


Рисунок 3.11 – Структура алгоритма выполнения экспериментальных исследований по определению коэффициента сцепления

Прибор «песчаное пятно» для измерения шероховатости поверхности покрытия представлен на рисунке 3.12.

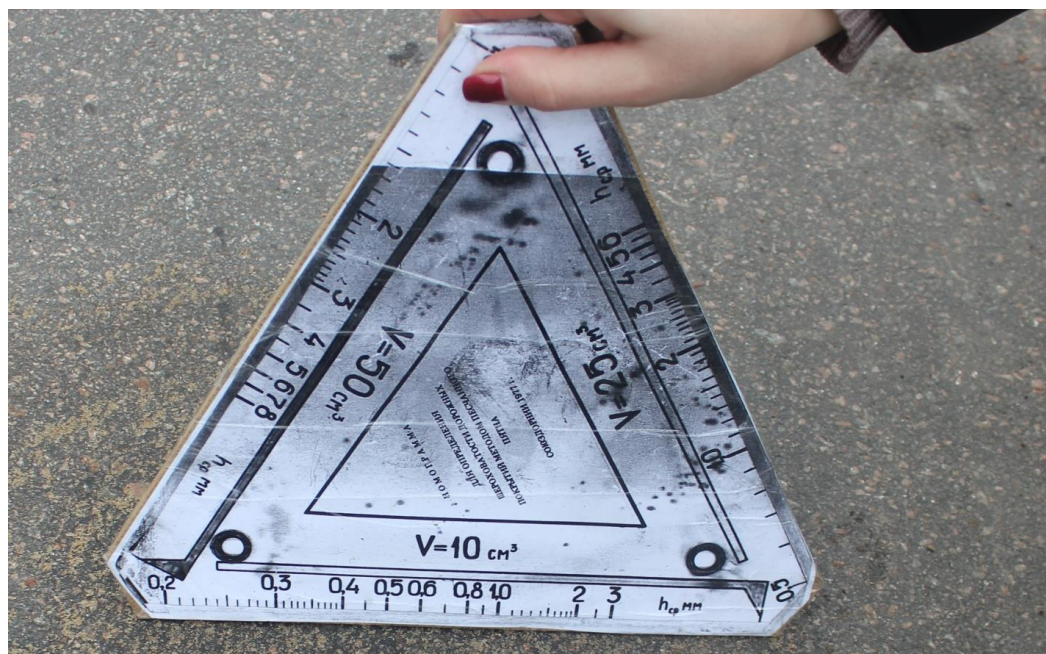


Рисунок 3.12 – Прибор «песчаное пятно», используемый в эксперименте

Комплект приспособлений для измерения шероховатости состоит из 2 мерных стаканчиков для дозирования песка объемами 10 см³ и 25 см³, диска диаметром 100 мм, обклеенного с нижней стороны резиной, номограммы.

Проведение экспериментальных исследований по измерению шероховатости покрытия

При измерениях шероховатости дорожного покрытия выполнено не менее пяти измерений на 1000 м по каждой полосе наката, на участке между полосами наката и по оси проезжей части. Действительную величину диаметра (стороны прямоугольника), а, следовательно, и среднюю высоту выступов определяем как средние арифметические величины выполненных измерений.

Номограмма имеет три шкалы, рассчитанные на объем песка 10 см³ для мелкошероховатой поверхности покрытия, 25 см³ – для среднешероховатой и 50 см³ – для крупношероховатой.

Алгоритм проведения экспериментальных исследований по измерению шероховатости покрытия

1. Необходимо соблюсти условия безопасности при проведении эксперимента.
2. Визуально оценить условия эксплуатации экспериментального участка (состояние покрытия, износ, сетка трещин, колеиность и т.д).
3. На поверхность покрытия мерным стаканчиком высыпают порцию мелкого сухого песка.



а)



б)

Рисунок 3.13 – Процесс проведения измерений: а) разравнивание песчаного пятна; б) измерение песчаного пятна

4.Обрезиненным диском распределяют песок по поверхности покрытия в виде пятна по возможности круглой формы (рисунок 3.13 а).

5. Среднюю глубину шероховатости определяли по шкале номограммы, устанавливая острие шкалы на одну сторону пятна (рисунок 3.13 б).

6. В каждом месте измерений делалось не менее трех пятен. На каждом месте шероховатость измеряют не менее чем в трех местах, т.е. всего делают 9 пятен.

7. Полученные результаты измерений фиксировались и проводились дальнейшие расчеты.

Алгоритм выполнения эксперимента представлен на рисунке 3.14.

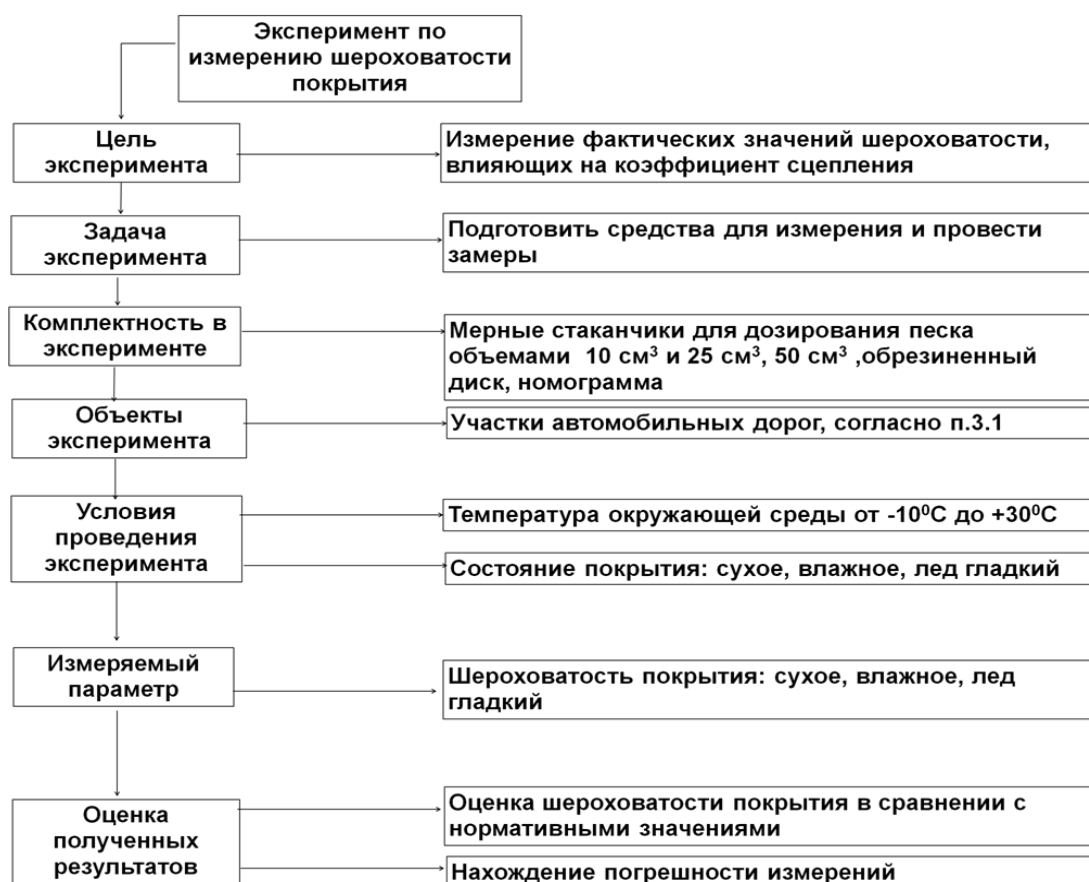


Рисунок 3.14 – Структура алгоритма выполнения экспериментальных исследований по определению шероховатости покрытия

Экспериментальные исследования по измерению шероховатости гидравлической покрытия

Гидравлическую шероховатость измеряли в колее, расположенную на проезжей части. Среднюю глубину шероховатости определяли на возвышенностях колеи, а толщину водной пленки в колее измеряли посредством миллиметровой линейки.

Таким образом, экспериментально, согласно алгоритму (рисунок 3.9), исследовали толщину водной пленки на покрытии. Методика определения и назначения шероховатости по условиям удаления воды из зоны контакта шин с покрытием представлена в приложении 9. Условия проведения эксперимента: температура окружающей среды выше 0°C, колеиность. Измеряемый параметр: толщина водной пленки (рисунок 3.15).



Рисунок 3.15 – Фиксация наличия пленки воды на поверхности покрытия

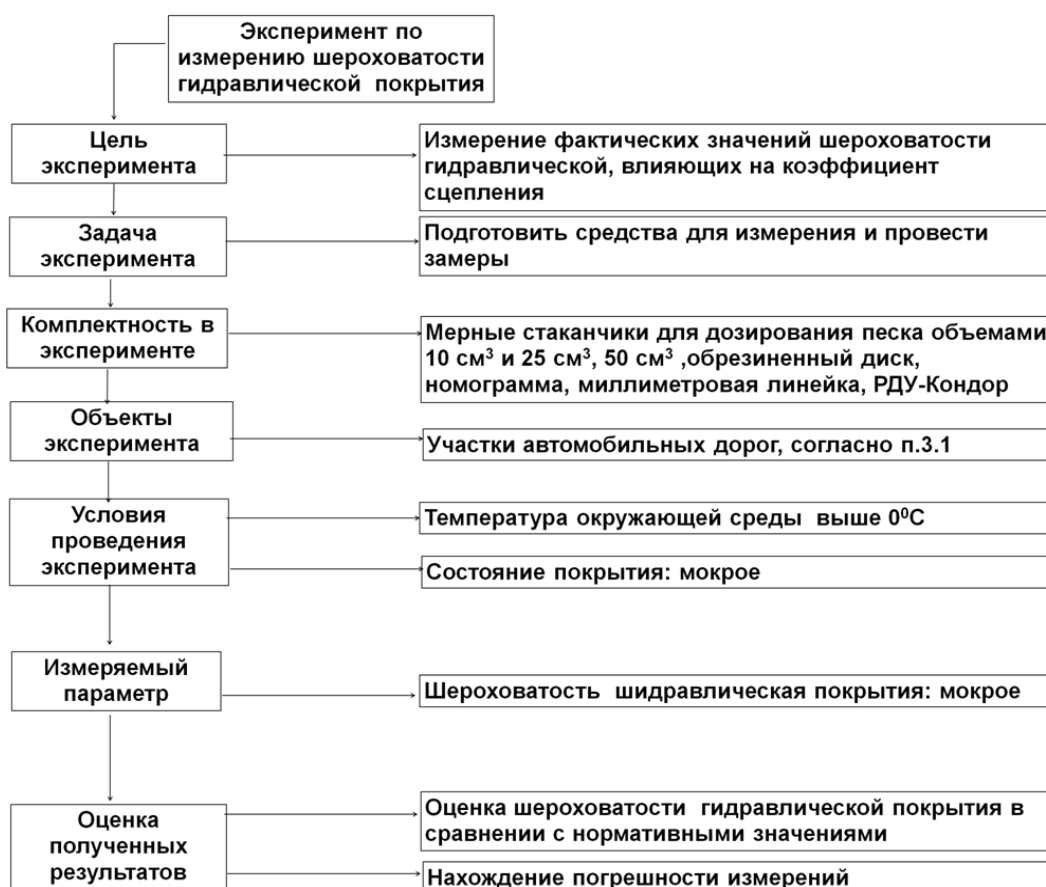


Рисунок 3.16 – Структура алгоритма выполнения экспериментальных исследований по определению шероховатости гидравлической покрытия

В эксперименте также использована рейка трехметровая РДУ-Кондор для измерения колеи на дорожном покрытии (рисунок 3.17).



Рисунок 3.17– Рейка трехметровая при проведении экспериментальных исследований

Пределы измерений расстояний между нижней поверхностью рейки и дорожным полотном (просветов) в пределах $0 \div 300$ мм. Пределы допускаемой погрешности измерения просветов, $\text{мм} \pm 2$.

*Алгоритм проведения экспериментальных исследований по измерению
колеиности*

1. Необходимо соблюсти условия безопасности при проведении эксперимента.
2. Визуально оценить условия эксплуатации экспериментального участка (состояние покрытия, износ, сетка трещин, колеиность и т.д).
3. Рейку укладывают в поперечном направлении и, укладывая под нее в различных местах клиновидный промерник, определяют размер просвета (рисунок 3.17, 3.18).

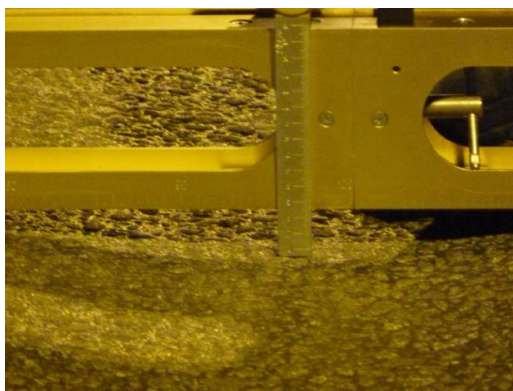


Рисунок 3.18 – Процесс измерения колеи и ее фиксация

4. Полученные результаты измерений фиксировались и проводились дальнейшие расчеты. Структура алгоритма выполнения экспериментальных исследований представлена на рисунке 3.19.

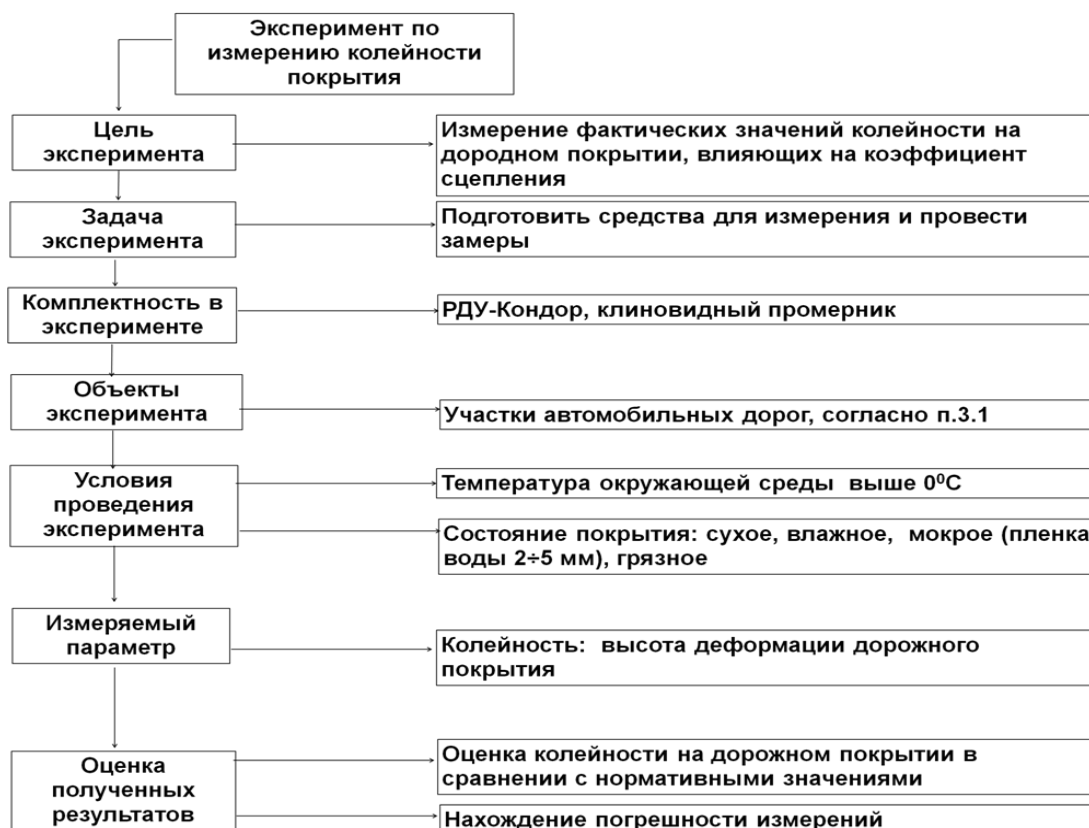


Рисунок 3.19 – Структура алгоритма выполнения экспериментальных исследований по определению колейности на дорожном покрытии

В экспериментальных исследованиях использовались также двухметровая линейка, раскладная линейка 1,5 м, уровень, курвиметр для получения результатов по измерению продольных и поперечных уклонов (а), выбоин, трещин (б), геометрических размеров дороги, ее проезжей части, обочин и т.д.(в) (рисунок 3.20).



а)



б)



в)

Рисунок 3.20 – Дополнительные экспериментальные измерения: а) измерение продольного уклона; б) замеры трещин, выбоин; в) измерение геометрических параметров

3.3. Математическое исследование при планировании эксперимента

Математическое обоснование адекватности полученных уравнений было проведено с учетом полученных результатов экспериментальных исследований для параметров дорожной среды. В качестве примера были использованы значения параметра $k_{сдп}$ для сухого состояния на капитальном покрытии I категории (таблица 3.1). Пусть $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ - уравнение регрессии.

Таблица 3.1

Значения параметра $k_{сдп}$ на капитальном покрытии I категории в подсистеме Д

x	1	2	3	4	5
y	0.874	0.871	0.870	0.869	0.866

Приведем квадратное уравнение к линейной форме:

$$x_1 = x ; x_2 = x^2$$

$$y^* = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$$

$$A = (x^T \times x)^{-1} \times x^T y$$

Составим матрицу X:

$$X = \begin{vmatrix} 1:1:1 \\ 1:2:4 \\ 1:3:9 \\ 1:4:16 \\ 1:5:25 \end{vmatrix}$$

Составим матрицу Фишера:

$$X^T X = \begin{vmatrix} 1:1:1:1:1: \\ 1:2:3:4:5: \\ 1:4:9:16:25 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 1:1:1 \\ 1:2:4 \\ 1:3:9 \\ 1:4:16 \\ 1:5:25 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 5 & 15 & 55 \\ 15 & 55 & 225 \\ 55 & 225 & 979 \end{vmatrix}$$

$$X^T y = \begin{vmatrix} 1:1:1:1:1 \\ 1:2:3:4:5 \\ 1:4:9:16:25 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} 0.874 \\ 0.871 \\ 0.870 \\ 0.869 \\ 0.866 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4.351 \\ 13.033 \\ 47.743 \end{vmatrix}$$

Система нормальных уравнений:

$$X^T X A = X^T y = \begin{vmatrix} 5a_0 + 15a_1 + 55a_2 \\ 15a_0 + 55a_1 + 225a_2 \\ 55a_0 + 725a_1 + 979a_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4.351 \\ 13.033 \\ 47.743 \end{vmatrix}$$

Решим ее методом Гаусса[58,59]

Вычислим определитель главной матрицы, составленной из коэффициентов

(x_{1-n}):

$$\begin{vmatrix} 5 & 15 & 55 \\ 15 & 55 & 225 \\ 55 & 225 & 979 \end{vmatrix} = 700$$

Уравнение регрессии имеет вид:

$$y^* = 0.8772 - 0,0029x_1 + 0,0001x_2 \Rightarrow y^* = 0,0001x^2 + 0,0029x + 0.8772$$

Оценка значимости коэффициентов регрессии

Для проверки нулевой гипотезы используем критерий Стьюдента [58,59]

$$T = \frac{a_g}{\sigma_{a_g}} \sigma_{a_g^2} = b_{ig} \times \sigma_{y^2}$$

$$b_{11} = 2,57$$

$$b_{22} = 0,8$$

$$b_{33} = 0,01$$

$$\begin{aligned} \left(x_i^t \times x \right)^{-1} &= \begin{vmatrix} 5 & 15 & 55 & 1 & 0 & 0 \\ 15 & 55 & 225 & 0 & 1 & 0 \\ 55 & 225 & 979 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 3 & 11 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 60 & -3 & 1 & 0 \\ 0 & 60 & 374 & -11 & 0 & 1 \end{vmatrix} = \\ &= \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 4.6 & -3.3 & 0.5 \\ 0 & 1 & 0 & -3.3 & 187/70 & -3/7 \\ 0 & 0 & 1 & 0.5 & -3/7 & 1/14 \end{vmatrix} \end{aligned}$$

$$\sigma_{y^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)^2}{n-m-1}$$

$$y_i^* = \sum_{i=1}^n a_i \times x_i$$

$$y_i^* = a_0 + a_1 \times i + a_2 \times i^2; i = \overline{1,7}$$

$$y_1^* = 0.8772 + 0,0029 + 0,0001 = 0.8802$$

$$y_2^* = 0.8772 + 0,0029 * 2 + 0,0001 * 4 = 0.8834$$

$$y_3^* = 0.8772 + 0,0029 * 3 + 0,0001 * 9 = 0.8868$$

$$y_4^* = 0.8772 + 0,0029 * 4 + 0,0001 * 16 = 0.8904$$

$$y_5^* = 0.8772 + 0,0029 * 5 + 0,0001 * 25 = 0.8942$$

$$\begin{aligned} \sigma_{y^2} &= \frac{(0.874 - 0.8802)^2 + (0.871 - 0.8834)^2 + (0.870 - 0.8868)^2 + (0.869 - 0.8904)^2}{2} + \\ &+ \frac{(0.866 - 0.8942)^2}{2} = 0.0008 \end{aligned}$$

$$\sigma_y = 0.029$$

$$\sigma_{a_0}^2 = 2,57 * 0.0008 = 0.002 \quad \sigma_{a_0} = 0.045$$

$$\sigma_{a_1}^2 = 0,8 * 0.0008 = 0,00064 \quad \sigma_{a_1} = 0.025$$

$$\sigma_{a_2}^2 = 0,01 * 0.0008 = 0,00008 \quad \sigma_{a_2} = 0,009$$

$$q = 0,05$$

$$k = 2$$

$$tg = 9.92$$

$$T_{a_0} = \frac{0.8872}{0.045} = 19.71 > tg$$

$$T_{a_1} = \frac{0,0029}{0.025} = 0,116 < tg$$

$$T_{a_3} = \frac{0,0001}{0,009} = 0,01 < tg$$

Коэффициент a_0 значимый коэффициент, а коэффициенты $a_1; a_2$ статистически не значим, следовательно, уравнение статистически значимо.

Проверка адекватности модели по критерию Фишера

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x^2$$

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n (y_i^* - \bar{y})^2; \bar{y} = 0.8702$$

$$Q_2 = (y_i - y_i^*)^2$$

$$Q_1 = (0.8802 - 0.8702)^2 + (0.8834 - 0.8702)^2 + (0.8868 - 0.8702)^2 + (0.8904 - 0.8702)^2 + (0.8942 - 0.8702)^2 = 0.0014$$

$$Q_2 = 0.0016$$

$$m = 2$$

$$n - m - 1 = 2 \quad S_1 = \frac{0.0014}{1} = 0.0014$$

$$q = 0.05 \quad S_2 = \frac{0.0016}{2} = 0.0008$$

$$f_g = 0.0578$$

$$F = \frac{S_1}{S_2} = 0.175 > f_q = 0.0578 \quad \text{гипотеза о равенстве математического ожидания.}$$

Проверка адекватности модели по коэффициенту детерминации или множественной корреляции

Коэффициент детерминации:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

$R^2 \div 0,9521 \Rightarrow$ регрессионная модель адекватна

Коэффициент множественной корреляции $k=1$

Коэффициент детерминации показывает, на сколько процентов найденная функция регрессии описывает связь между исходными значениями факторов x и y .

Соответственно, величина $(1-R^2) \cdot 100\%$ показывает, сколько процентов вариации параметра y обусловлены факторами, не включенными в регрессионную модель.

Величина R^2 , называемая также мерой определенности, характеризует качество полученной регрессионной прямой. Это качество выражается степенью соответствия между исходными данными и регрессионной моделью (расчетными данными). Мера определенности всегда находится в пределах интервала $[0;1]$.

Таким образом, полиномиальная модель объясняет 85% вариации измеряемых параметров, что означает правильность выбора фактора измерительного параметра. Не объясняется $100\% - 85\% = 15\%$ вариации измеряемых параметров, которые обусловлены остальными факторами, влияющими на время срабатывания тормозной системы, но не включенными в полиномиальную модель регрессии.

Коэффициент множественной корреляции r выражает степень зависимости независимых переменных (x) и зависимой переменной (y) и равен квадратному корню из коэффициента детерминации - эта величина принимает значения в интервале от нуля до единицы.

Рассчитаем нормированный коэффициент корреляции Пирсона:

Пусть определены выборочные дисперсии, характеризующие степень разброса значений x и y :

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = 2.8125 \quad S_y^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = 0.00011$$

а также *выборочная ковариация*, характеризующая совместное распределение этих двух выборок в N -мерном евклидовом пространстве:

$$C_{(x,r)} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = 0.012$$

Коэффициент линейной корреляции Пирсона между выборками x и y определяется как:

$$r_{xy} = \frac{C_{(x,y)}}{\sqrt{S_x^2} \cdot \sqrt{S_y^2}}$$

$$r^P_{x,y} = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

$$r^P_{x,y} = \frac{0.012}{\sqrt{2.8125 \cdot 0.00011}} \approx 0,71$$

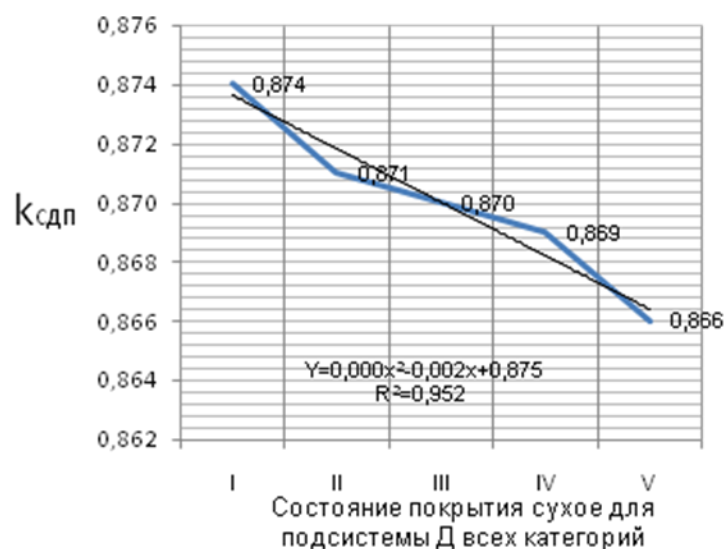


Рисунок 3.21 – Диаграмма изменения коэффициента сцепления в подсистеме Д для I-V категории

Результаты полученных данных проверялись тестированием методом преобразования Фишера[101,102], а также по коэффициенту детерминации или множественной корреляции, что показало высокую достоверность указанных пределов.

3.4. Результаты экспериментальных исследований эффективности торможения ТС

Полученные результаты экспериментально-расчетных исследований эффективности торможения ТС представлены в таблицах 3.1 – 3.10.

Таблица 3.1

Значения K_s^{I-III} торможения при отсутствии следов «юз»
(при 0% нагрузке, на капитальном и облегченном виде
дорожного покрытия I-III категорий дорог)

ТС	% нагрузки	Без нагрузки (снаряженное состояние) 0%						
	Состояние покрытия	Сухое	Мокрое		Грязное /Слой снега до 5 см			Лед
	Тип ТС/ φ	0,65	0,60	0,50	0,45/0,40	0,35/0,30	0,25/0,20	0,10
M ₁	Легковые автомобили	1,20	1,06	1,05	1,04/1,02	1,01/1,00	0,98/0,96	0,95
M ₂	Автобусы, имеющие более 8 мест для сидения	1,24	1,14	1,13	1,09/1,07	1,04/1,02	1,00/0,99	0,98
M ₃	Автобусы, в том числе сочлененные (масса > 5 т)	1,44	1,43	1,43	1,16/1,14	1,14/1,12	1,11/1,00	0,98
N ₁	Грузовые автомобили (масса < 3,5 т)	1,23	1,11	1,09	1,04/1,03	1,01/1,00	0,99/0,97	0,96
N ₂	Грузовые автомобили, автопоезда (масса от 3,5т до 12,0т)	1,40	1,40	1,20	1,23/1,20	1,14/1,04	1,03/1,00	0,99
N ₃	Грузовые автомобили, автопоезда (масса > 12 т)	1,43	1,42	1,22	1,24/1,22	1,14/1,04	1,03/1,00	0,99

Таблица 3.2

Значения K_s^{I-III} торможения при отсутствии следов «юз»
(при 25% нагрузке, на капитальном и облегченном виде
дорожного покрытия I-III категорий дорог)

ТС	% нагрузки	С нагрузкой 25%						
	Состояние покрытия	Сухое	Мокрое		Грязное /Слой снега до 5 см			Лед
	Тип ТС/ φ	0,65	0,60	0,50	0,45/0,40	0,35/0,30	0,25/0,20	0,10
M ₁	Легковые автомобили	1,15	1,05	1,05	1,05/1,04	1,02/1,00	0,99/0,97	0,96
M ₂	Автобусы, имеющие более 8 мест для сидения	1,16	1,16	1,15	1,12/1,10	1,09/1,07	1,03/1,00	0,99

M ₃	Автобусы, в том числе сочлененные (масса > 5 т)	1,47	1,47	1,37	1,18/1,16	1,17/1,13	1,05/1,00	0,99
N ₁	Грузовые автомобили (масса < 3,5 т)	1,30	1,20	1,15	1,13/1,10	1,05/1,03	1,03/1,00	0,97
N ₂	Грузовые автомобили, автопоезда (масса от 3,5т до 12,0т)	1,45	1,45	1,22	1,22/1,21	1,15/1,04	1,03/1,00	0,99
N ₃	Грузовые автомобили, автопоезда (масса > 12 т)	1,46	1,46	1,24	1,23/1,22	1,16/1,04	1,03/1,00	0,99

Таблица 3.3

Значения K_3^{I-III} торможения при отсутствии следов «юз»
(при 50% нагрузке, на капитальном и облегченном виде
дорожного покрытия I-III категорий дорог)

ТС	% нагрузки	С нагрузкой 50%						
	Состояние покрытия	Сухое	Мокрое		Грязное /Слой снега до 5 см			Лед
	Тип ТС/φ		0,65	0,60	0,50	0,45/0,40	0,35/0,30	
M ₁	Легковые автомобили	1,20	1,10	1,10	1,08/1,06	1,04/1,02	1,00/0,98	0,96
M ₂	Автобусы, имеющие более 8 мест для сидения	1,40	1,30	1,20	1,16/1,14	1,12/1,09	1,05/1,01	0,99
M ₃	Автобусы, в том числе сочлененные (масса > 5 т)	1,50	1,50	1,25	1,21/1,19	1,19/1,15	1,01/1,00	1,00
N ₁	Грузовые автомобили (масса < 3,5 т)	1,40	1,30	1,20	1,19/1,15	1,13/1,10	1,09/1,06	0,98
N ₂	Грузовые автомобили, автопоезда (масса от 3,5т до 12,0т)	1,50	1,50	1,25	1,22/1,21	1,15/1,03	1,02/1,00	0,99
N ₃	Грузовые автомобили, автопоезда (масса > 12 т)	1,52	1,52	1,26	1,24/1,21	1,15/1,03	1,04/1,00	0,99

Таблица 3.4

Значения K_{γ}^{I-III} торможения при отсутствии следов «юз»
 (при 75% нагрузке, на капитальном и облегченном виде
 дорожного покрытия I-III категорий дорог)

ТС	% нагрузки	С нагрузкой 75%						
	Тип ТС/ φ	Сухое	Мокрое		Грязное /Слой снега до 5 см			Лед
	Коэффициент сцепления	0,65	0,60	0,50	0,45/0,40	0,35/0,30	0,25/0,20	0,10
M ₁	Легковые автомобили	1,25	1,15	1,15	1,13/1,11	1,09/1,07	1,05/1,02	1,00
M ₂	Автобусы, имеющие более 8 мест для сидения	1,45	1,40	1,20	1,16/1,14	1,11/1,09	1,05/1,01	0,99
M ₃	Автобусы, в том числе сочлененные (масса > 5 т)	1,60	1,50	1,25	1,22/1,20	1,19/1,15	1,01/1,00	1,00
N ₁	Грузовые автомобили (масса < 3,5 т)	1,45	1,40	1,20	1,19/1,15	1,13/1,10	1,09/1,06	1,00
N ₂	Грузовые автомобили, автопоезда (масса от 3,5т до 12,0т)	1,60	1,50	1,25	1,20/1,20	1,15/1,01	1,0/1,00	0,99
N ₃	Грузовые автомобили, автопоезда (масса > 12 т)	1,62	1,53	1,26	1,22/1,21	1,16/1,03	1,0/1,01	0,99

Таблица 3.5

Значения K_{γ}^{I-III} торможения при отсутствии следов «юз»
 (при 100% нагрузке, на капитальном и облегченном виде
 дорожного покрытия I-III категорий дорог)

ТС	% нагрузки	С полной нагрузкой 100%						
	Состояние покрытия	Сухое	Мокрое		Грязное /Слой снега до 5 см			Лед
	Тип ТС/ φ	0,65	0,60	0,50	0,45/0,4	0,35/0,30	0,25/0,20	0,10
M ₁	Легковые автомобили	1,30	1,20	1,20	1,16/1,14	1,12/1,09	1,05/1,01	0,99
M ₂	Автобусы, имеющие более 8 мест для сидения	1,50	1,50	1,20	1,16/1,14	1,12/1,09	1,05/1,01	0,99
M ₃	Автобусы, в том числе сочлененные (масса > 5 т)	1,70	1,50	1,25	1,23/1,21	1,20/1,15	1,12/1,00	1,00

N ₁	Грузовые автомобили (масса < 3,5 т)	1,50	1,50	1,20	1,19/1,15	1,13/1,10	1,09/1,06	1,00
N ₂	Грузовые автомобили, автопоезда (масса от 3,5т до 12,0т)	1,70	1,50	1,25	1,20/1,20	1,15/1,01	1,0/1,00	1,00
N ₃	Грузовые автомобили, автопоезда (масса > 12 т)	1,71	1,53	1,26	1,23/1,21	1,16/1,02	1,0/1,00	1,00

Таблица 3.6

Значения K_{φ}^{IV-V} торможения при отсутствии следов «юза»
(при 0% нагрузке, на облегченном (с обработкой вяжущих материалов), переходном и низшем виде дорожного покрытия IV-V категорий дорог)

С	% нагрузки	Без нагрузки (снаряженное состояние) 0%						
	Состояние покрытия	Сухое		Мокрое		Грязное		Лед
	Тип ТС/φ	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10
1	Легковые автомобили	1,06	1,05	1,02	1,00	0,96	0,96	0,95
2	Автобусы, имеющие более 8 мест для сидения	1,14	1,13	1,07	1,02	0,99	0,99	0,97
1	Грузовые автомобили (масса < 3,5 т)	1,11	1,09	1,03	1,00	0,97	0,97	0,96
2	Грузовые автомобили, автопоезда (масса от 3,5т до 12,0т)	1,40	1,20	1,20	1,04	1,00	1,00	0,99
3	Грузовые автомобили, автопоезда (масса > 12 т)	1,42	1,21	1,21	1,03	1,00	1,00	0,98

Таблица 3.7

Значения K_{φ}^{IV-V} торможения при отсутствии следов «юза»
(при 25% нагрузке, на облегченном (с обработкой вяжущих материалов), переходном и низшем виде дорожного покрытия IV-V категорий дорог)

ТС	% нагрузки	С нагрузкой 25%						
	Состояние покрытия	Сухое		Мокрое		Грязное		Лед
	Тип ТС/φ	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10
M ₁	Легковые автомобили	1,05	1,05	1,04	1,00	0,97	0,97	0,96

M ₂	Автобусы, имеющие более 8 мест для сидения	1,16	1,15	1,10	1,07	1,00	1,00	0,99
N ₁	Грузовые автомобили (масса < 3,5 т)	1,20	1,15	1,10	1,03	1,00	1,00	0,97
N ₂	Грузовые автомобили, автопоезда (масса от 3,5т до 12,0т)	1,45	1,22	1,21	1,04	1,00	1,00	0,99
N ₃	Грузовые автомобили, автопоезда (масса > 12 т)	1,46	1,23	1,21	1,04	1,01	1,01	0,99

Таблица 3.8

Значения K_{φ}^{IV-V} торможения при отсутствии следов «юза» (при 50% нагрузке, на облегченном (с обработкой вяжущих материалов), переходном и низшем виде дорожного покрытия IV-V категорий дорог)

ТС	% нагрузки	С нагрузкой 50%						
	Состояние покрытия	Сухое		Мокрое		Грязное		Лед
	Тип ТС/φ	0,60	0,50	0,10	0,30	0,20	0,15	0,10
M ₁	Легковые автомобили	1,10	1,10	0,96	1,02	0,98	0,98	0,97
M ₂	Автобусы, имеющие более 8 мест для сидения	1,30	1,20	0,99	1,09	1,01	1,01	1,00
N ₁	Грузовые автомобили (масса < 3,5 т)	1,30	1,20	0,98	1,10	1,06	1,06	1,03
N ₂	Грузовые автомобили, автопоезда (масса от 3,5т до 12,0т)	1,50	1,25	0,99	1,03	1,00	1,00	0,99
N ₃	Грузовые автомобили, автопоезда (масса > 12 т)	1,53	1,26	0,99	1,03	1,00	1,00	0,99

Таблица 3.9

Значения K_{φ}^{IV-V} торможения при отсутствии следов «юза» (при 75% нагрузке, на облегченном (с обработкой вяжущих материалов), переходном и низшем виде дорожного покрытия IV-V категорий дорог)

ТС	% нагрузки	С нагрузкой 75%						
	Тип ТС/φ	Сухое		Мокрое		Грязное		Лед
	Коэффициент сцепления	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10
M ₁	Легковые автомобили	1,15	1,15	1,11	1,07	1,02	1,02	0,99

M ₂	Автобусы, имеющие более 8 мест для сидения	1,40	1,20	1,14	1,09	1,01	1,01	0,99
N ₁	Грузовые автомобили (масса < 3,5 т)	1,40	1,20	1,15	1,10	1,06	1,06	1,00
N ₂	Грузовые автомобили, автопоезда (масса от 3,5т до 12,0т)	1,50	1,25	1,20	1,01	1,00	1,00	0,98
N ₃	Грузовые автомобили, автопоезда (масса > 12 т)	1,53	1,27	1,23	1,03	1,00	1,00	0,98

Таблица 3.10

Значения K_9^{IV-V} торможения при отсутствии следов «юза» (при 100% нагрузке, на облегченном (с обработкой вяжущих материалов), переходном и низшем виде дорожного покрытия IV-V категорий дорог)

ТС	% нагрузки	С полной нагрузкой 100%						
	Состояние покрытия	Сухое		Мокрое		Грязное		Лед
	Тип ТС/φ	0,60	0,50	0,40	0,30	0,20	0,15	0,10
M ₁	Легковые автомобили	1,20	1,20	1,14	1,09	1,01	1,01	0,98
M ₂	Автобусы, имеющие более 8 мест для сидения	1,50	1,20	1,14	1,09	1,01	1,01	0,98
N ₁	Грузовые автомобили (масса < 3,5 т)	1,50	1,20	1,15	1,10	1,06	1,06	0,99
N ₂	Грузовые автомобили, автопоезда (масса от 3,5т до 12,0т)	1,50	1,25	1,20	1,01	1,00	1,00	0,99
N ₃	Грузовые автомобили, автопоезда (масса > 12 т)	1,54	1,27	1,23	1,03	1,00	1,00	0,98

На экспериментальных участках дорожной среды в рассматриваемый период было проведено более тысячи замеров. Результаты по измерению φ , $k_{ш}$, $k_{уз}$, $k_{кол}$ представлены ниже.

3.4.1. Результаты эксперимента по определению коэффициента состояния дорожного покрытия

В качестве примера представлены экспериментальные исследования на участке I категории подсистемы Д - Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) (рисунок 3.22).

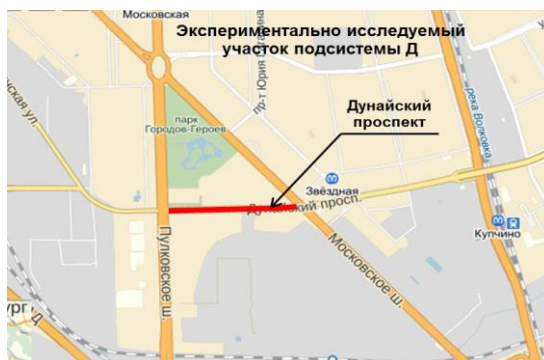


Рисунок 3.22 – Схема расположения исследуемого участка

Результаты исследований по измерению коэффициента сцепления на исследуемом участке представлено на рисунках 3.24 – 3.30. Более подробные результаты представлены в приложении 10.

В качестве примера представлены экспериментальные исследования коэффициента сцепления на участке II категории подсистемы Д – участок а/д «Санкт –Петербург – завод им. Свердлова – Всеволожск» (рисунок 3.23).



Рисунок 3.23 – Схема расположения исследуемого участка

Результаты исследований по измерению коэффициента сцепления на исследуемом участке представлено на рисунках 3.31 – 3.37. а/д «Санкт –Петербург – завод им. Свердлова – Всеволожск» автомобильная дорога общего пользования регионального значения, проходящая по территории Всеволожского района Ленинградской области. А/д «С.Петербург-завод им. Свердлова-Всеволожск» является автодорожным выходом из Санкт-Петербурга по правому берегу реки Невы во Всеволожский район и город Санкт-Петербург.

**Значение коэффициента сцепления на сухом покрытии в подсистеме Д (I кат.):
нормативные и экспериментальные**

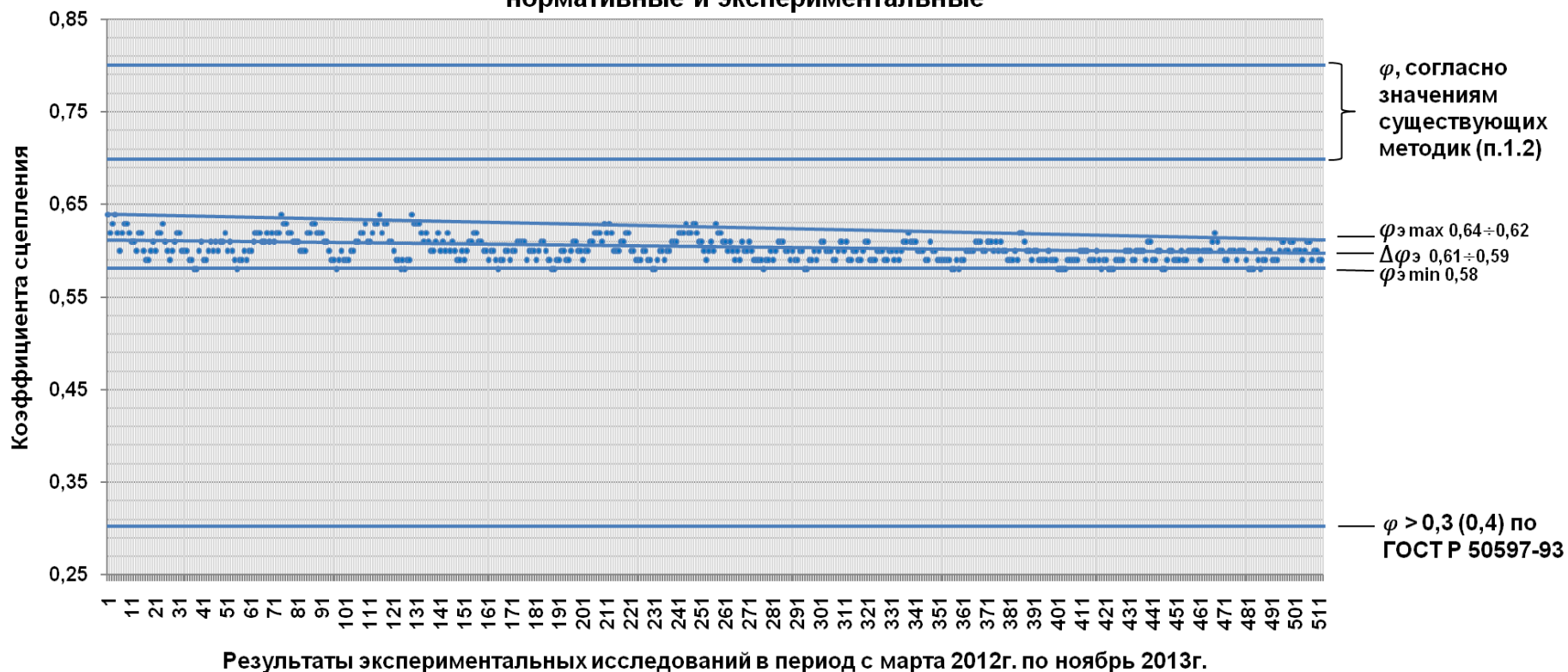
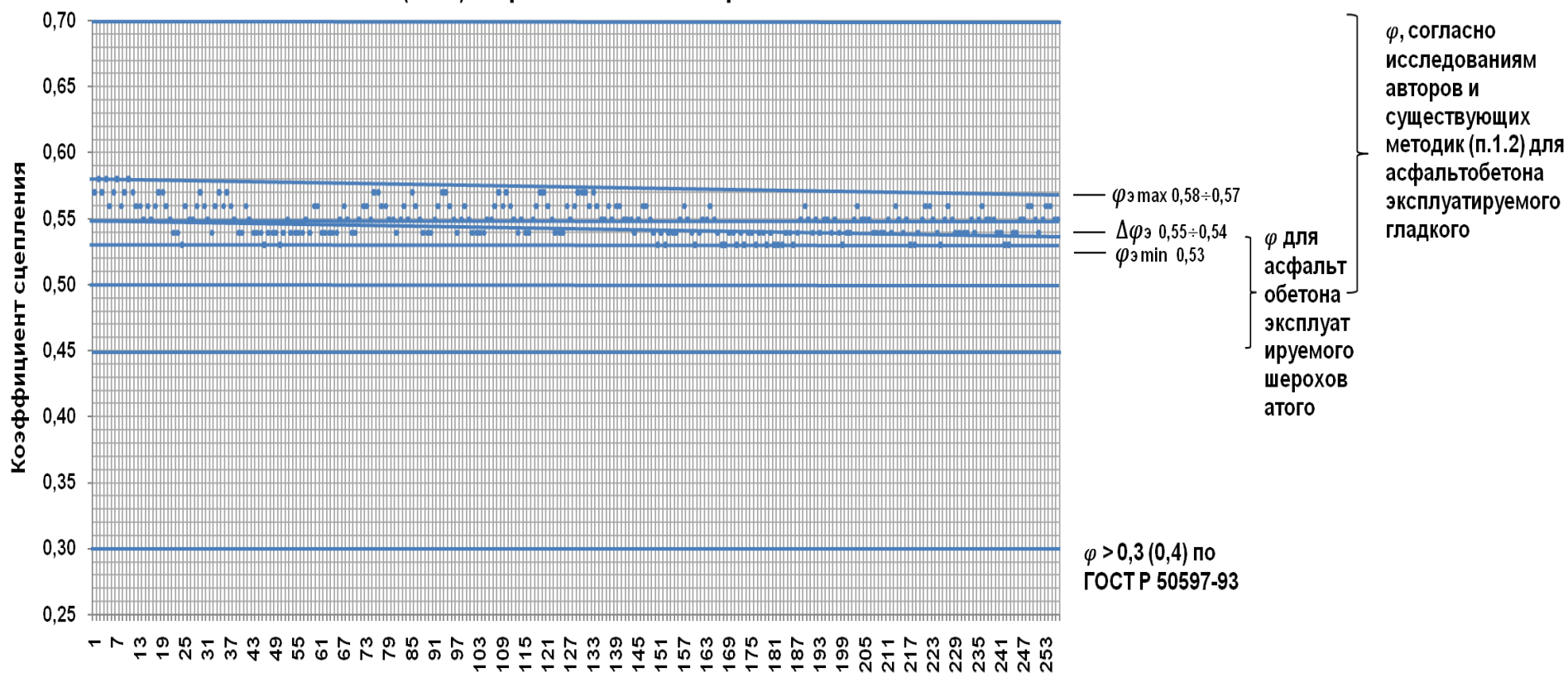


Рисунок 3.24 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на сухом покрытии на участке подсистемы Д – Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период с марта 2012г. по ноябрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

**Значения коэффициента сцепления на влажном покрытии в подсистеме Д
(I кат.): нормативные и экспериментальные**



Результаты экспериментальных исследований в период с июня по ноябрь 2013г.

Рисунок 3.25 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на влажном покрытии на участке подсистемы Д – Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период с июня 2013г. по ноябрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

Значение коэффициента сцепления на мокром покрытии для подсистемы Д
(I кат.): нормативные и экспериментальные

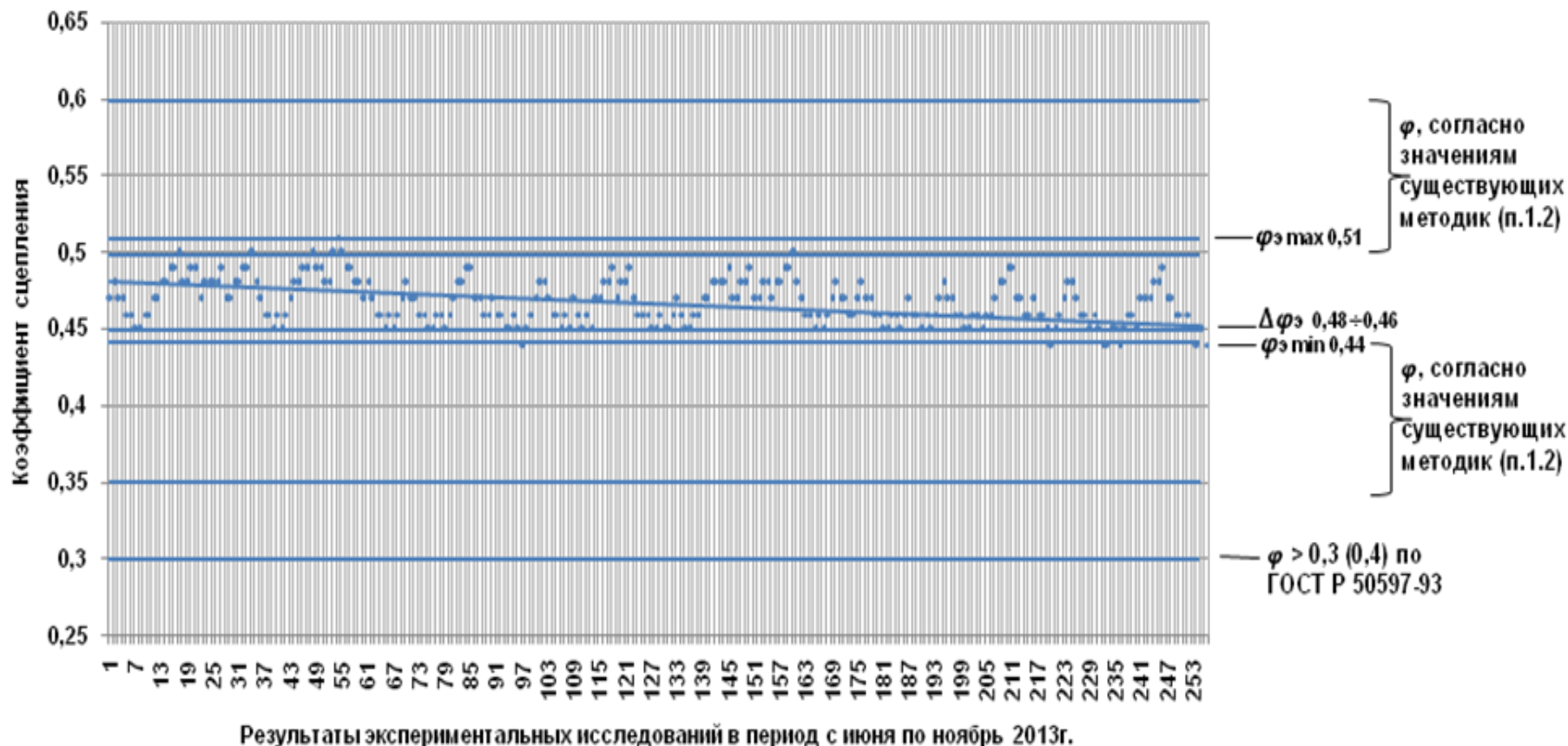


Рисунок 3.26 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на мокром покрытии на участке подсистемы Д – Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период с июня 2013г. по ноябрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

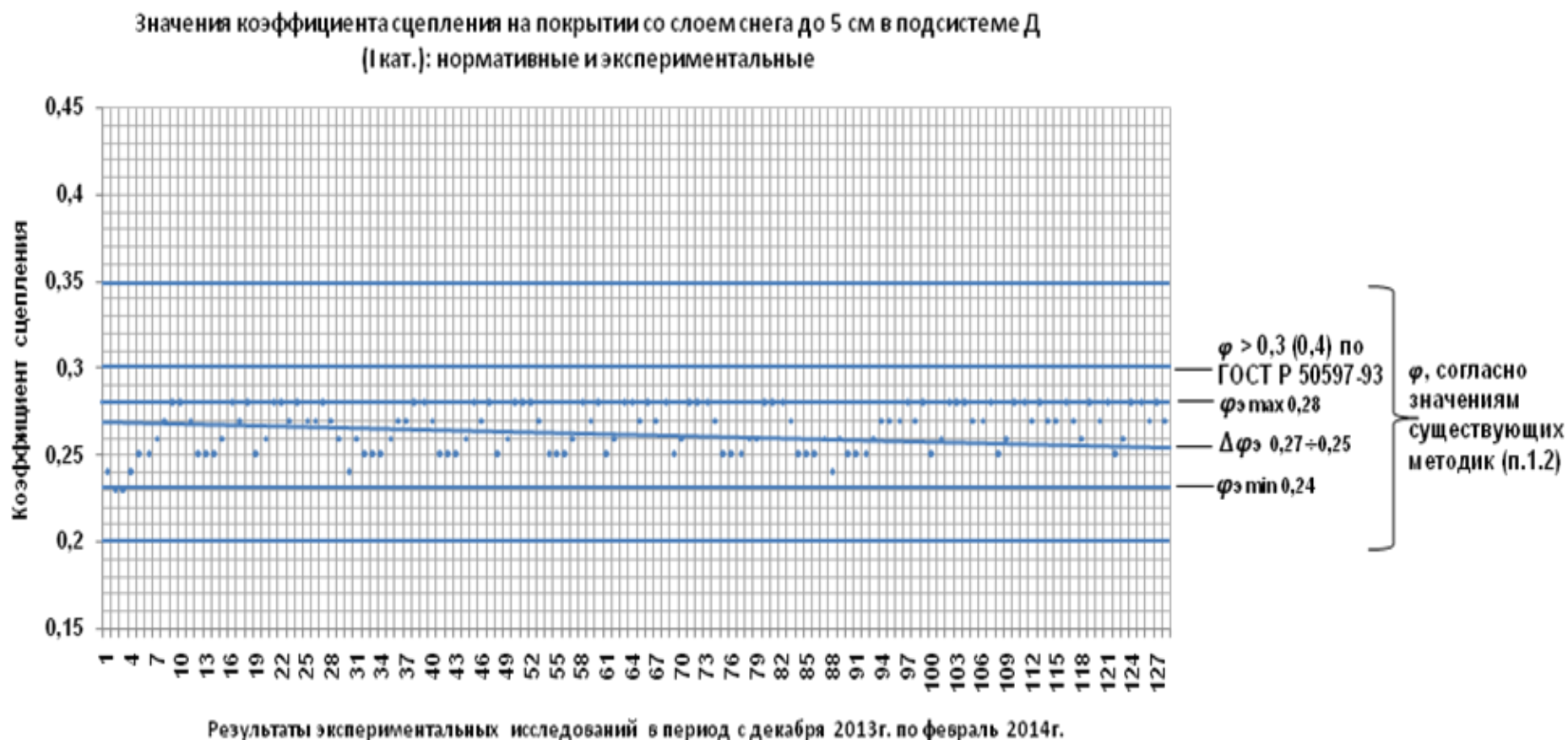


Рисунок 3.27 – Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на покрытии со слоем снега до 5 см на экспериментальном участке подсистемы Д в период с декабря 2013г. по февраль 2014г. Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на покрытии со слоем снега до 5 см на участке подсистемы Д – Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период с декабря 2013г. по февраль 2014г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

Значения коэффициента сцепления на грязном покрытии в подсистеме Д (I кат.):
нормативные и экспериментальные

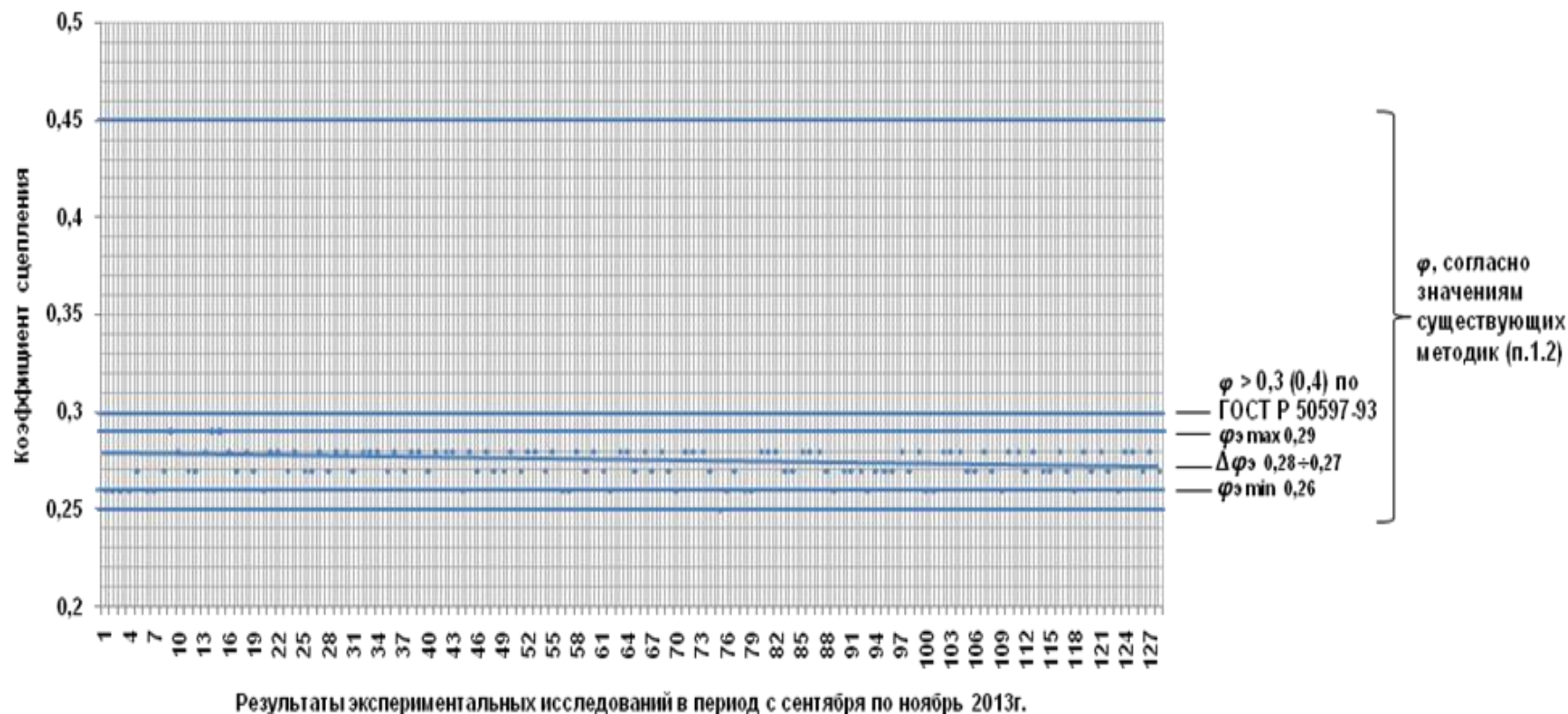


Рисунок 3.28 – Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на грязном покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с сентября до ноябрь 2013г. Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на грязном покрытии на участке подсистемы Д – Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период с декабря 2013г. по ноябрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

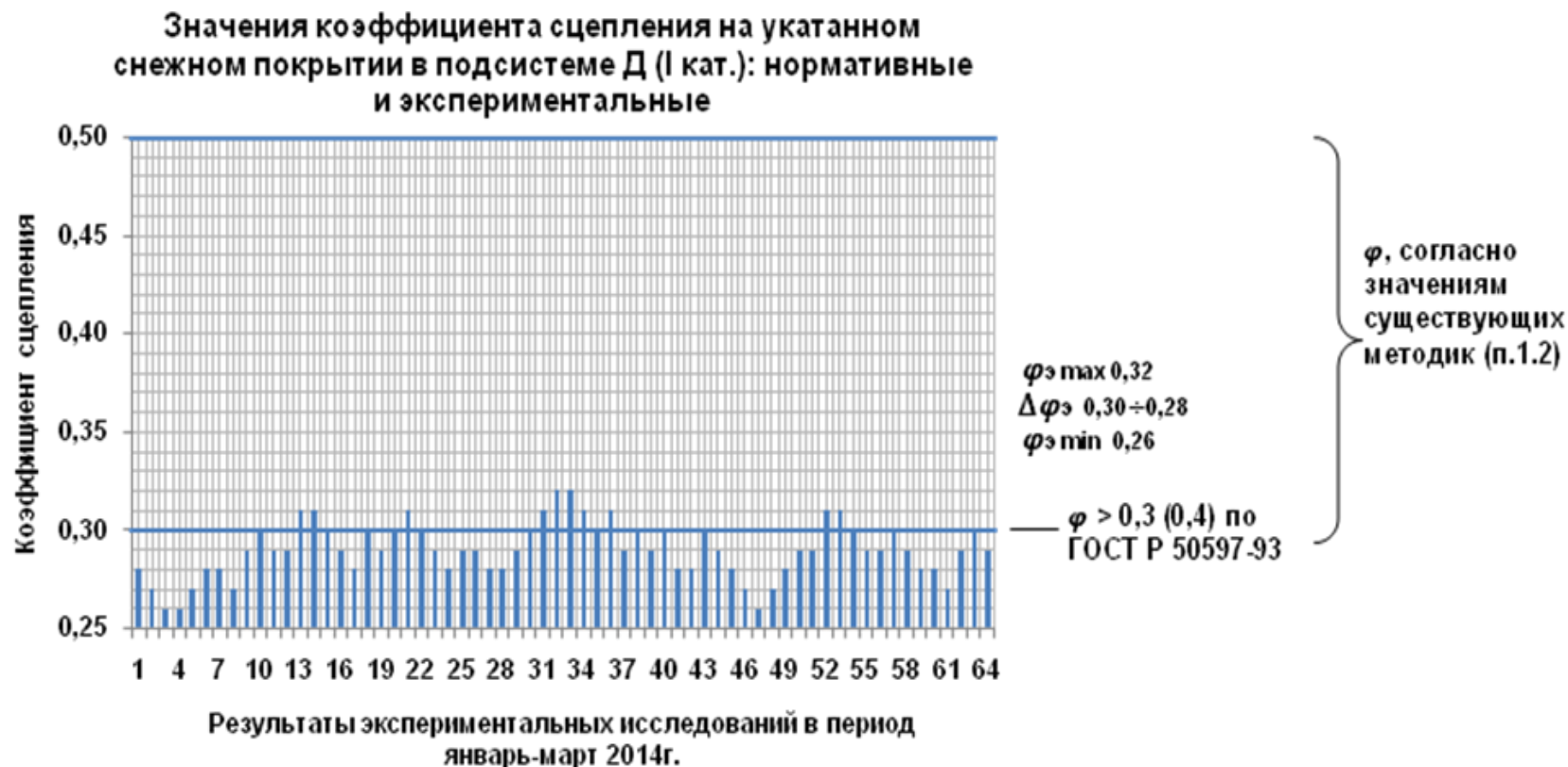


Рисунок 3.29 – Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на укатанном снежном покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с января по март 2014г. Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на укатанном снежном покрытии на участке подсистемы Д – Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период января по март 2014г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

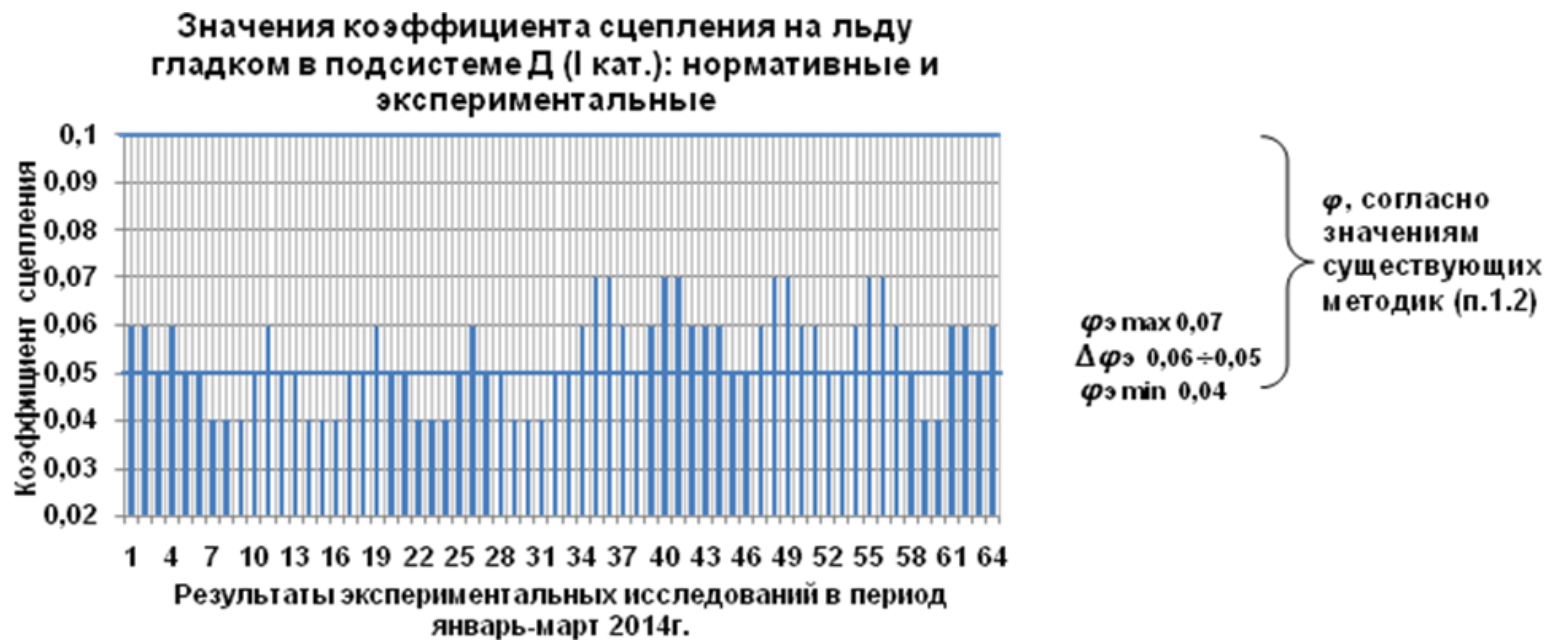


Рисунок 3.30 – Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на льду гладком покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с января по март 2014г. Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на льду гладком покрытии на участке подсистемы Д – Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период января по март 2014г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

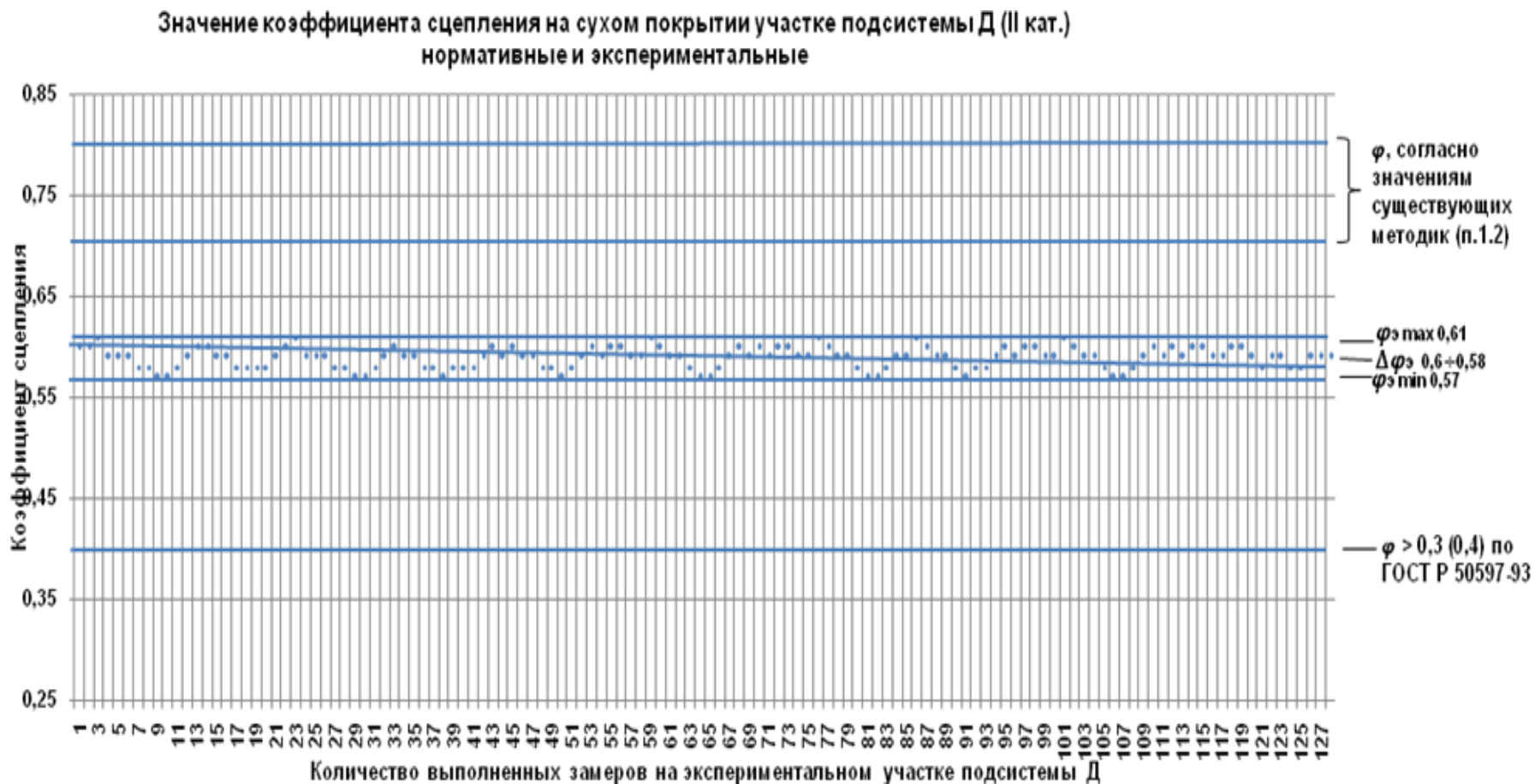


Рисунок 3.31 – Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления сухом покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с октября по декабрь 2013г. Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на сухом покрытии на участке подсистемы Д – участок а/д «Санкт-Петербург – завод им.Свердлова -Всеволожск» в период с октября по декабрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

Значения коэффициента сцепления на влажном покрытии на участке подсистемы Д (II кат.):
нормативные и экспериментальные

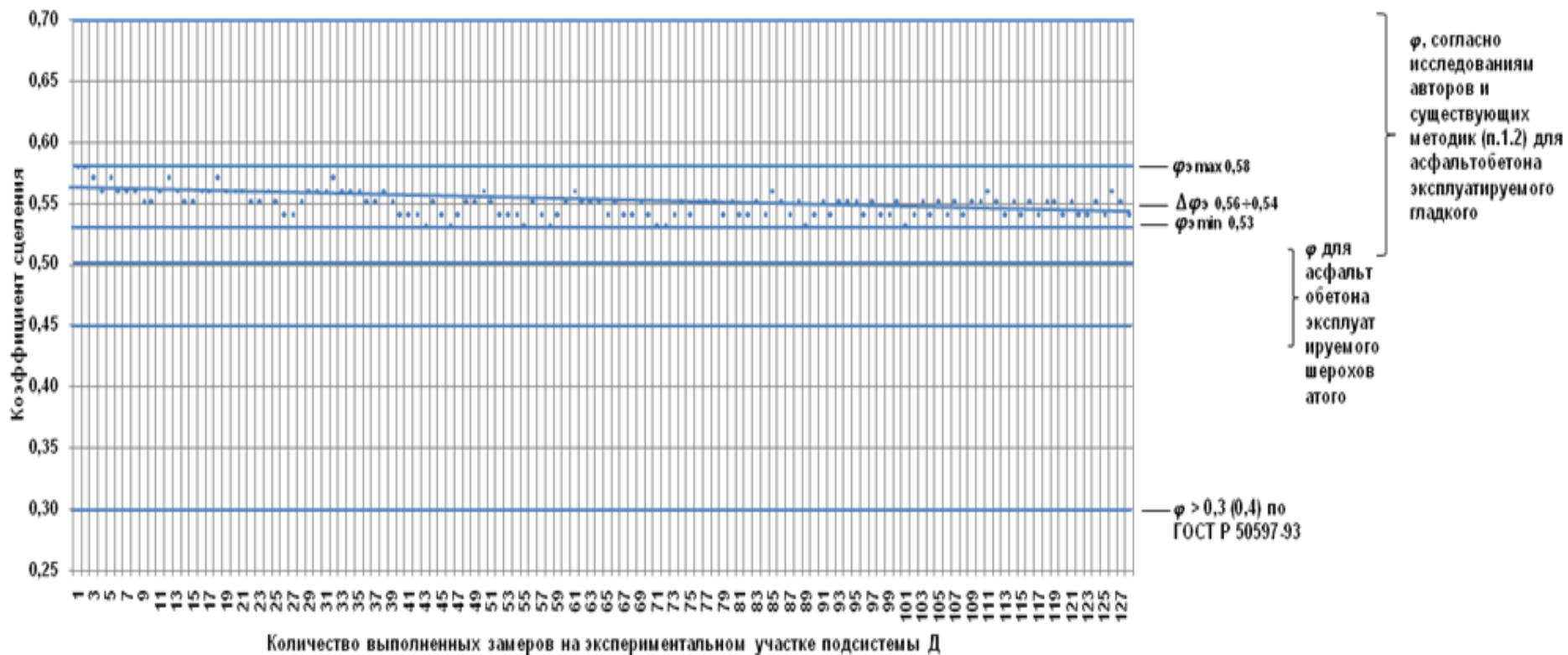


Рисунок 3.32 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на влажном покрытии на участке подсистемы Д – участок а/д «Санкт-Петербург – завод им.Свердлова -Всеволожск» в период с октября по декабрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

Значения коэффициента сцепления на мокром покрытии подсистемы Д (II кат.): нормативные и экспериментальные

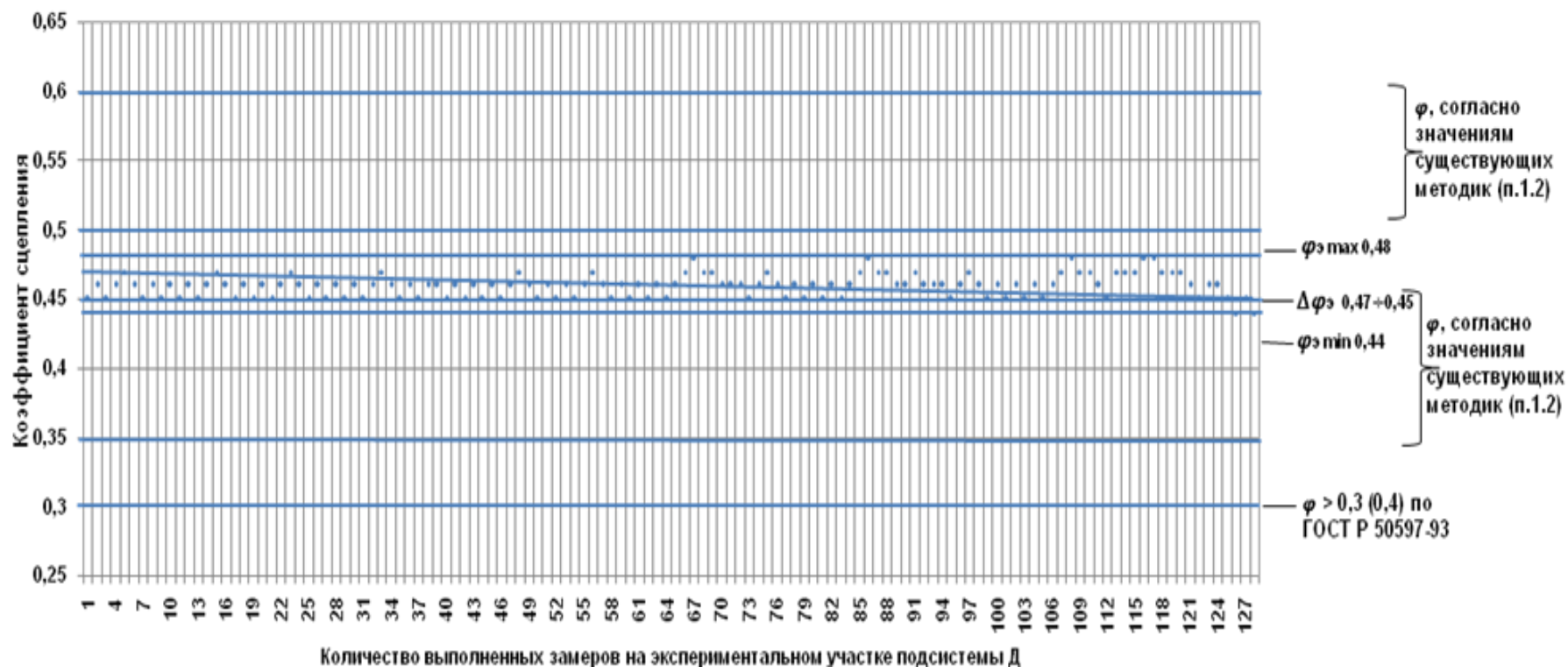


Рисунок 3.33 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на мокром покрытии на участке подсистемы Д – участок а/д «Санкт-Петербург – завод им.Свердлова -Всеволожск» в период с октября по декабрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

Значения коэффициента сцепления на покрытии со слоем снега до 5 см в подсистеме Д (II кат.):
нормативные и экспериментальные

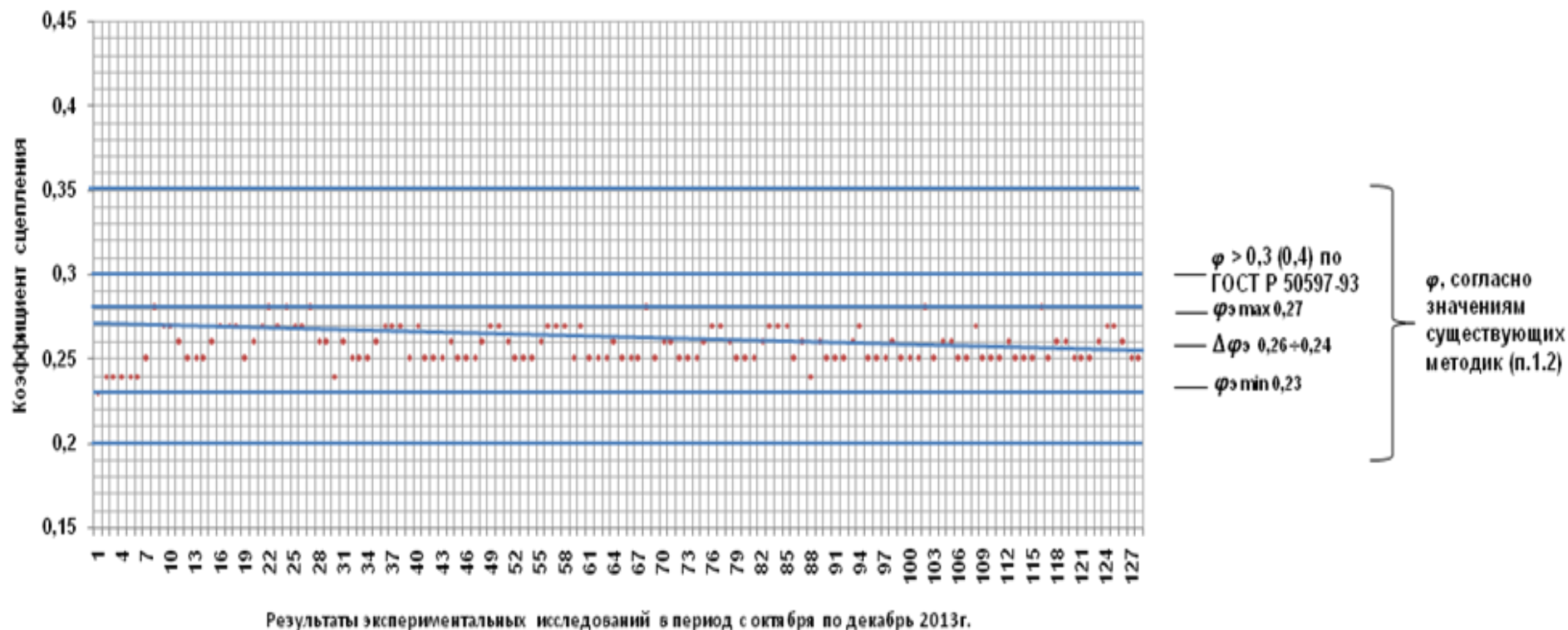


Рисунок 3.34 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на покрытом слое снега покрытия на участке подсистемы Д – участок а/д «Санкт-Петербург – завод им.Свердлова -Всеволожск» в период с октября по декабрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

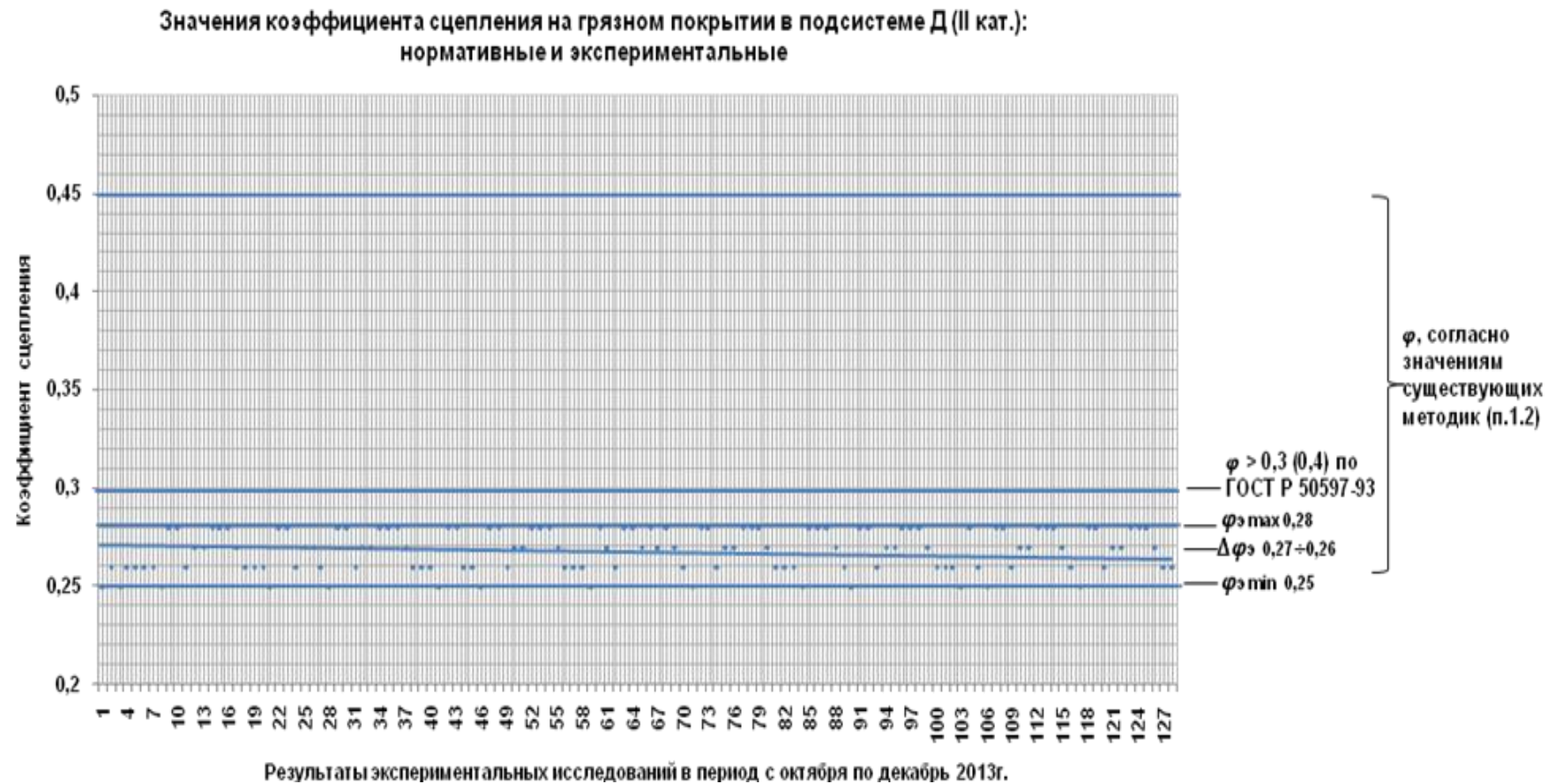


Рисунок 3.35 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на грязном покрытии на участке подсистемы Д – участок а/д «Санкт-Петербург – завод им.Свердлова -Всеволожск» в период с октября по декабрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик



Рисунок 3.36 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на укатанном снежном покрытии на участке подсистемы Д – участок а/д «Санкт-Петербург – завод им. Свердлова - Всеволожск» в период с ноября 2013г. по январь 2014г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик



Рисунок 3.37 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на льду гладком на участке подсистемы Д – участок а/д «Санкт-Петербург – завод им. Свердлова - Всеволожск» в период январь 2014г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

В качестве примера представлены экспериментальные исследования коэффициента сцепления на участке III категории подсистемы Д – участок а/д «Зеленогорск – Приморск - Выборг» (рисунок 3.38).

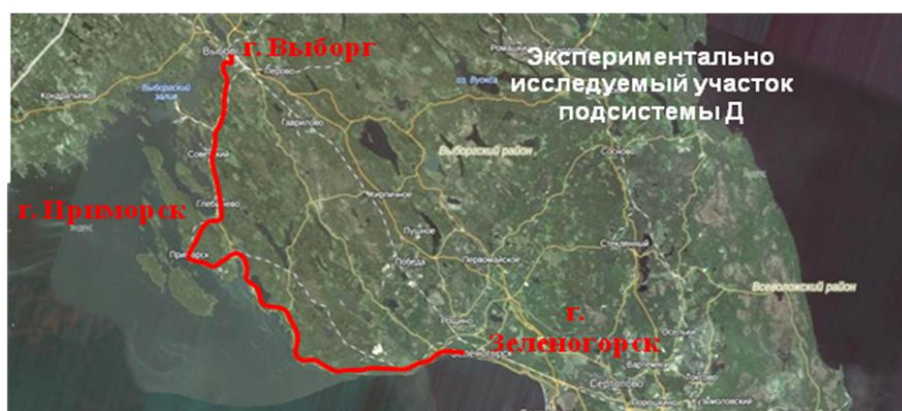


Рисунок 3.38 – Схема расположения исследуемого участка

Результаты исследований по измерению коэффициента сцепления на исследуемом участке представлено на рисунках 3.39 – 3.45. А/д «Зеленогорск - Приморск – Выборг»- автомобильная дорога общего пользования регионального значения, проходящая по территории Выборгского района Ленинградской области. Протяженность - 107,030 км (идентификационный номер - 41 ОП РЗ 41А-082, учётный номер - 41А-082) До 31 декабря 2017 года допускается использование прежнего номера дороги А123.

А/д «Зеленогорск - Приморск – Выборг» является автотранспортной связью морских портов Приморск, Высоцк и Выборг между собой и с Санкт-Петербургом. Автодорожный выход к садоводческим массивам и к местам отдыха на северном побережье Финского залива.

Значения коэффициента сцепления на сухом покрытии на участке подсистемы Д (III кат.):
нормативные и экспериментальные

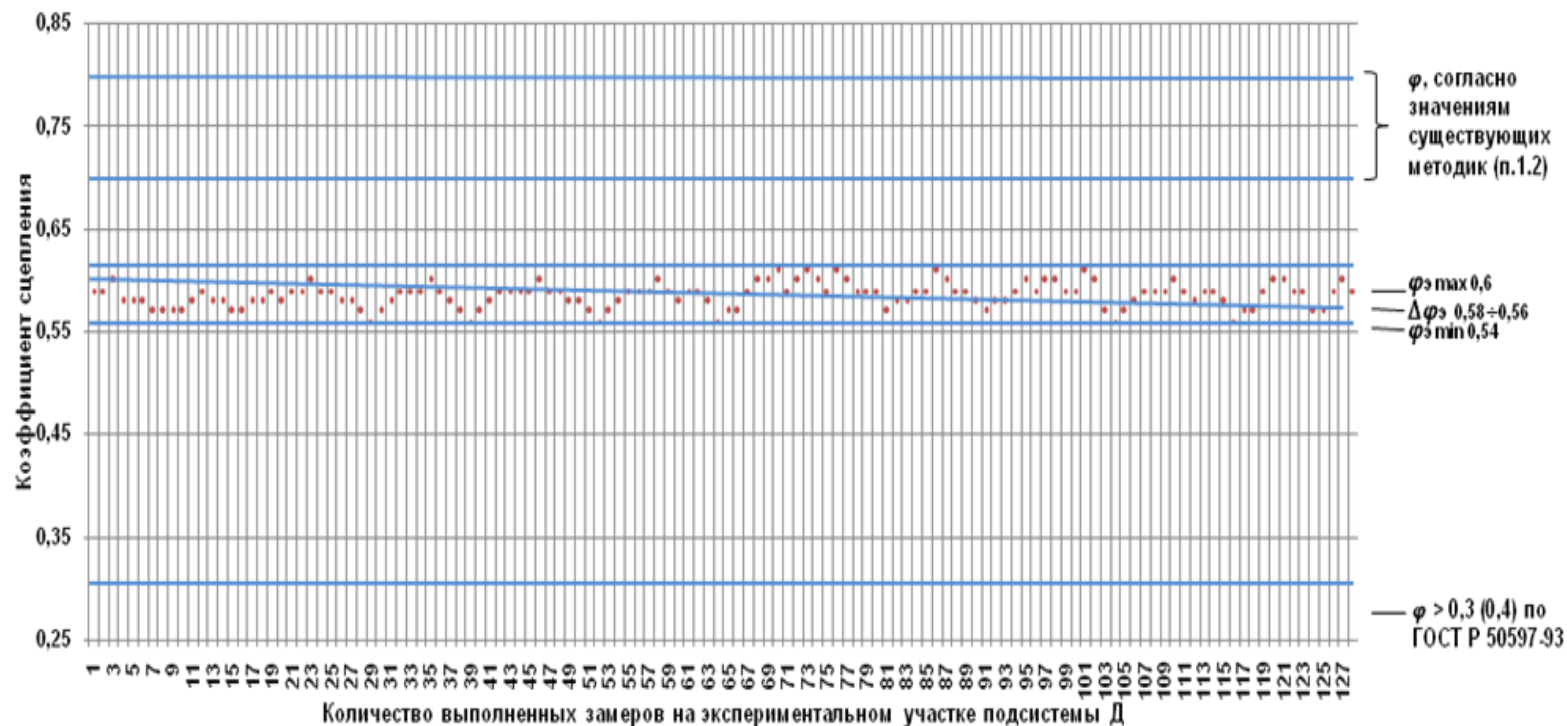


Рисунок 3.39 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на сухом покрытии на участке подсистемы Д – участок а/д «Зеленогорск – Приморск - Выборг» в период октября по ноябрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик



Рисунок 3.40 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на влажном покрытии на участке подсистемы Д – участок а/д «Зеленогорск – Приморск - Выборг» в период октября по ноябрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

Значения коэффициента сцепления на мокром покрытии подсистемы Д (III кат.):
нормативные и экспериментальные

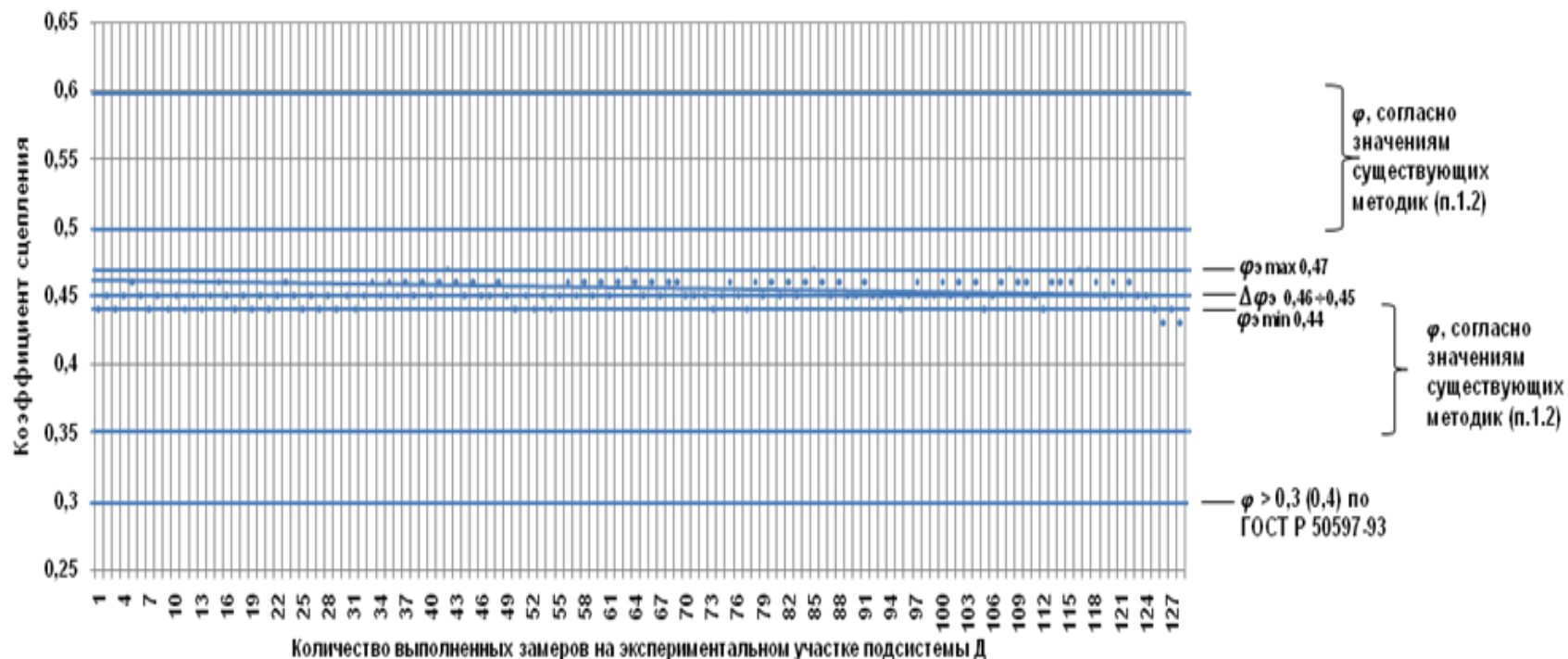


Рисунок 3.41 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на мокром покрытии на участке подсистемы Д – участок а/д «Зеленогорск – Приморск - Выборг» в период октября по ноябрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

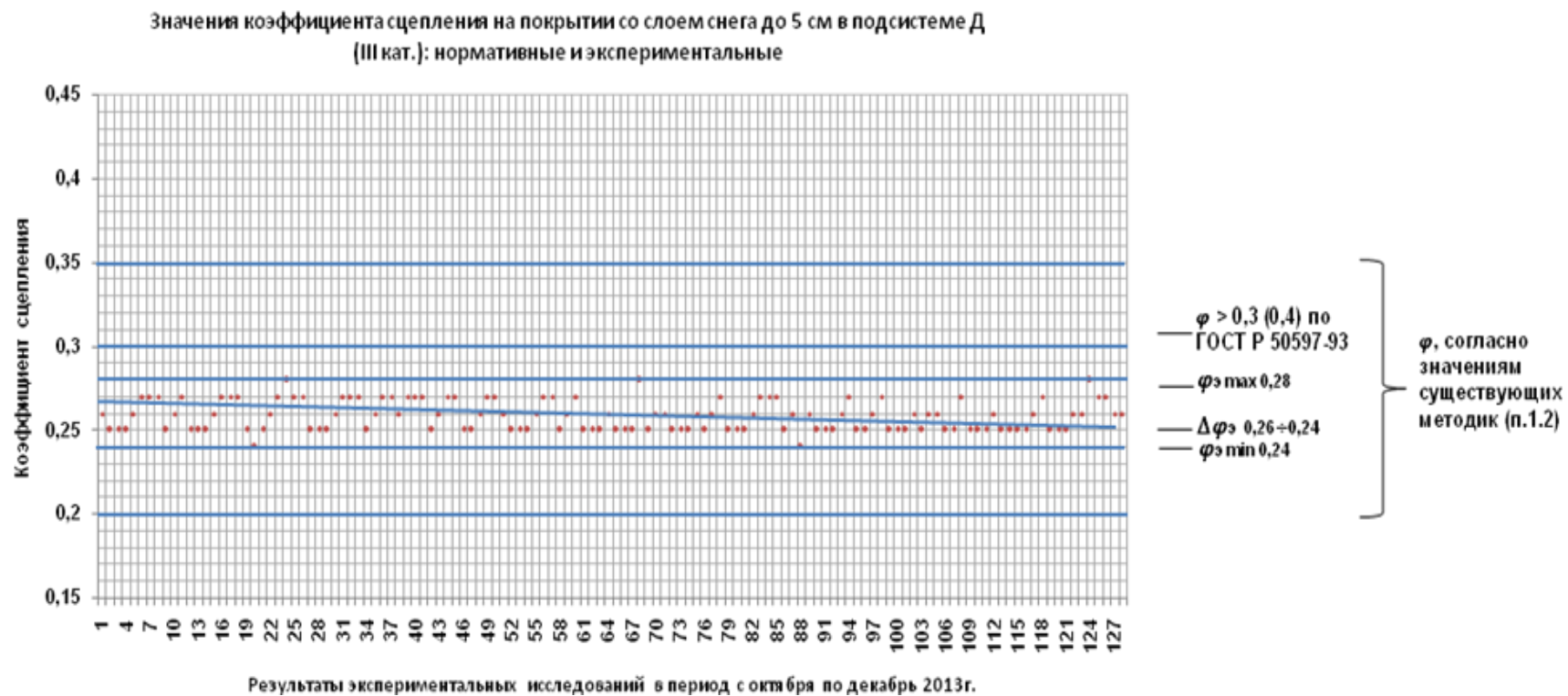


Рисунок 3.42 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на покрытом слое снега покрытия на участке подсистемы Д – участок а/д «Зеленогорск – Приморск - Выборг» в период октября по декабрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

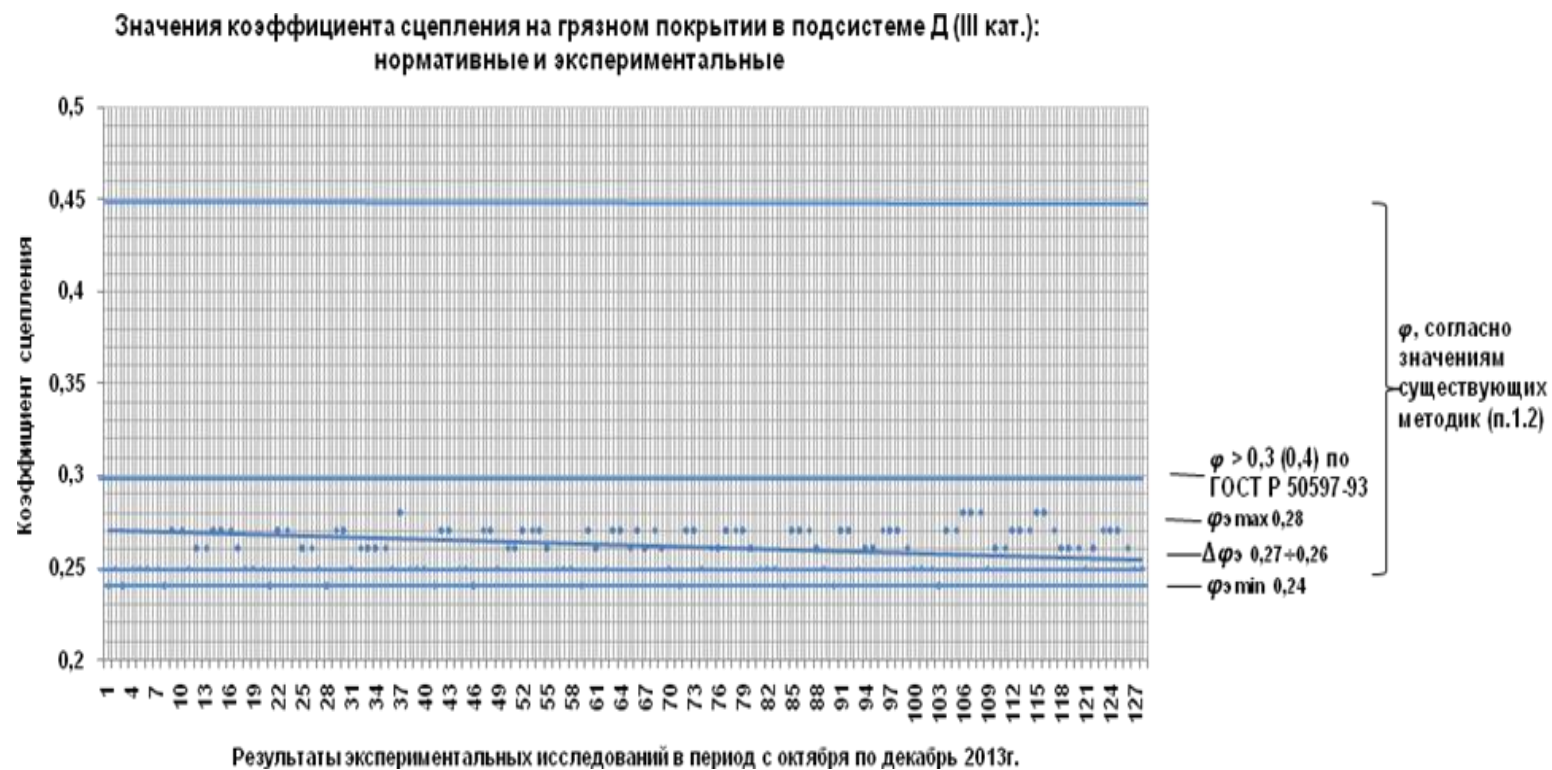


Рисунок 3.43 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на грязном покрытии на участке подсистемы Д – участок а/д «Зеленогорск – Приморск - Выборг» в период октября по декабрь 2013г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик



Рисунок 3.44 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на укатанном снежном покрытии на участке подсистемы Д – участок а/д «Зеленогорск – Приморск - Выборг» в период с ноября 2013г. по январь 2014г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

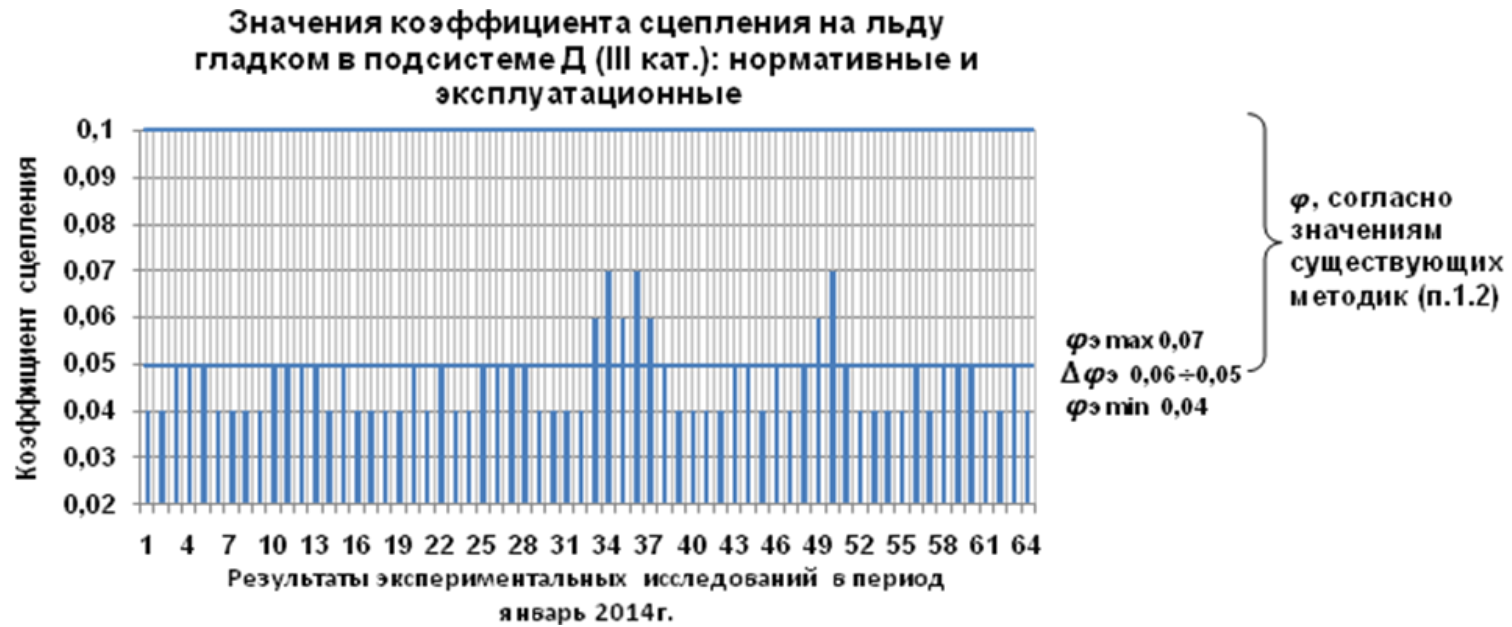


Рисунок 3.45 – Сравнение экспериментально полученных (фактических) значений коэффициента сцепления на гладком льду на участке подсистемы Д – участок а/д «Зеленогорск – Приморск - Выборг» в период январь 2014г. с нормативными данными, значениями известных авторов и существующих методик

В качестве примера представлены экспериментальные исследования коэффициента сцепления на участке IV – V категории подсистемы Д – участок а/д «Пески – Сосново - Подгорье» (рисунок 3.46).

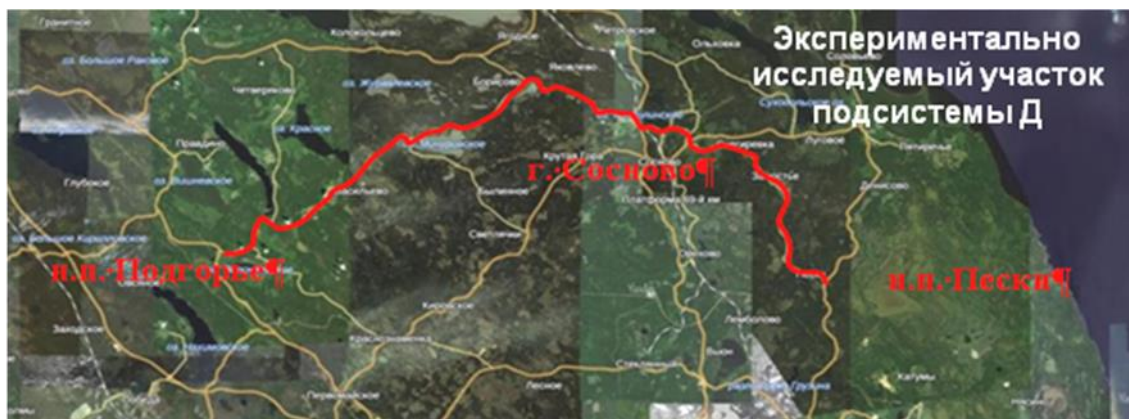


Рисунок 3.46 – Схема расположения исследуемого участка

Дорога проходит по территории Приозерского и Выборгского районов. А/д «Пески – Сосново – Подгорье» представляет собой полукольцо между побережьями Финского залива и Ладожского озера, соединяющее региональные автомобильные дороги Санкт-Петербург-Парголово – Огоньки – Стрельцово - Толоконниково - Санкт-Петербург – Сортавала и Санкт-Петербург - Запорожское – Приозерск. Участок а/д «Пески-Сосново-Подгорье» эксплуатируется ГП «Приозерское ДРСУ». Результаты исследований по измерению коэффициента сцепления на исследуемом участке были проведены на участках а/д «Пески-Сосново» и «Сосново-Подгорье». В связи с дальностью исследуемого участка было проведено минимальное по нормативу количество замеров. Результаты представлены на таблицах 3.11 – 3.12.

Таблица 3.11

Результаты измерений коэффициента сцепления на дорожном покрытии IV категории в подсистеме Д участка «Пески-Сосново»

Полученные значения коэффициента сцепления, φ	Состояние покрытия/Временной период	
	Сухое покрытие	
φ	2013г.	2013г.
	Июнь-август	Сентябрь-ноябрь
	0,56÷0,61	0,54÷0,57
	Влажное покрытие	
φ		0,40÷0,46
	Мокрое покрытие	
φ	–	–
		0,36÷0,38
	Покрытое слоем снега до 5см	
	2013г.	2014г.
	Декабрь	Январь - февраль

φ	0,31÷0,33	0,31÷0,33
Грязное		
	2013г.	2014г.
	Декабрь	Январь-февраль
φ	0,28÷0,33	0,27÷0,29
Снег уплотненный		
2014г.		
Январь-февраль		
φ	0,25÷0,31	
Лед гладкий		
φ	0,04÷0,06	

Таблица 3.12

Результаты измерений коэффициента сцепления на дорожном покрытии IV категории в подсистеме Д участка «Сосново-Подгорье»

Полученные значения коэффициента сцепления, φ	Состояние покрытия/Временной период	
	Сухое покрытие	
	2013г.	
	Сентябрь-ноябрь	
φ	0,51÷0,54	
Влажное покрытие		
φ	0,38÷0,41	
Мокрое		
φ	0,30÷0,34	
Покрытое слоем снега до 5см		
2014г.		
Январь - февраль		
φ	0,30÷0,31	
Грязное		
2014г.		
Январь-февраль		
φ	0,26÷0,34	
Снег уплотненный		
2014г.		
Январь-февраль		
φ	0,25÷0,30	
Лед гладкий		
φ	0,04÷0,07	

Анализ результатов исследований по параметру подсистемы А–Д – коэффициенту сцепления I-V категорий дорог позволяет сделать вывод о большом разбросе значений данного параметра в существующих нормативных и рекомендуемых методиках. Фактические значения коэффициента сцепления в представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13

Фактические значения параметра – коэффициента сцепления

Категория подсистемы Д	Состояние покрытия						
	Сухое	Влажное	Мокрое	Покрытое слоем снега до 5см	Грязное	Снег уплотненный	Лед гладкий
I	0,61±0,59	0,55±0,54	0,48±0,46	0,27±0,25	0,28±0,27	0,30±0,28	0,06±0,05
II	0,60±0,58	0,56±0,54	0,47±0,45	0,26±0,24	0,27±0,26	0,30±0,28	0,06±0,05
III	0,58±0,56	0,56±0,54	0,46±0,45	0,26±0,24	0,27±0,26	0,30±0,28	0,06±0,05
IV	0,56±0,59	0,40±0,46	0,36±0,38	0,31±0,33	0,31±0,28	0,31±0,25	0,08±0,04
V	0,54±0,51	0,41±0,38	0,34±0,30	0,30±0,31	0,34±0,36	0,30±0,25	0,07±0,04

3.4.2. Результаты эксперимента по измерению параметра – шероховатость покрытия

Экспериментальные исследования по определению коэффициента $k_{ш}$ шероховатости дорожного покрытия проведены на участках подсистемы Д I-V категорий. Результаты в исследуемый период на сухом, влажном покрытии и на покрытии с ледяной коркой представлены на рисунках 3.47 – 3.49.



Рисунок 3.47 – Измерение шероховатости сухого дорожного покрытия на экспериментальных участках в период с марта 2012г. по ноябрь 2013г.

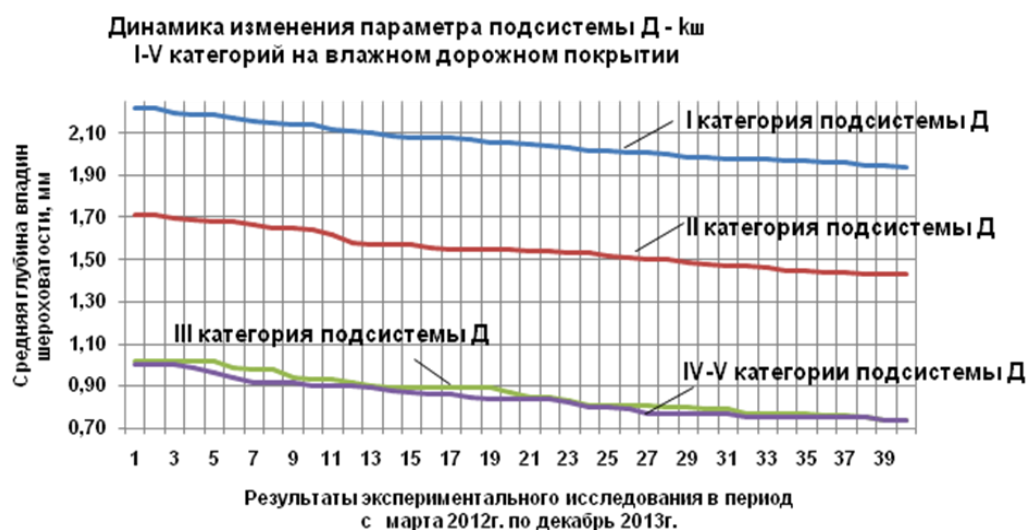


Рисунок 3.48 – Измерение шероховатости влажного дорожного покрытия на экспериментальных участках в период с марта 2012г. по ноябрь 2013г.

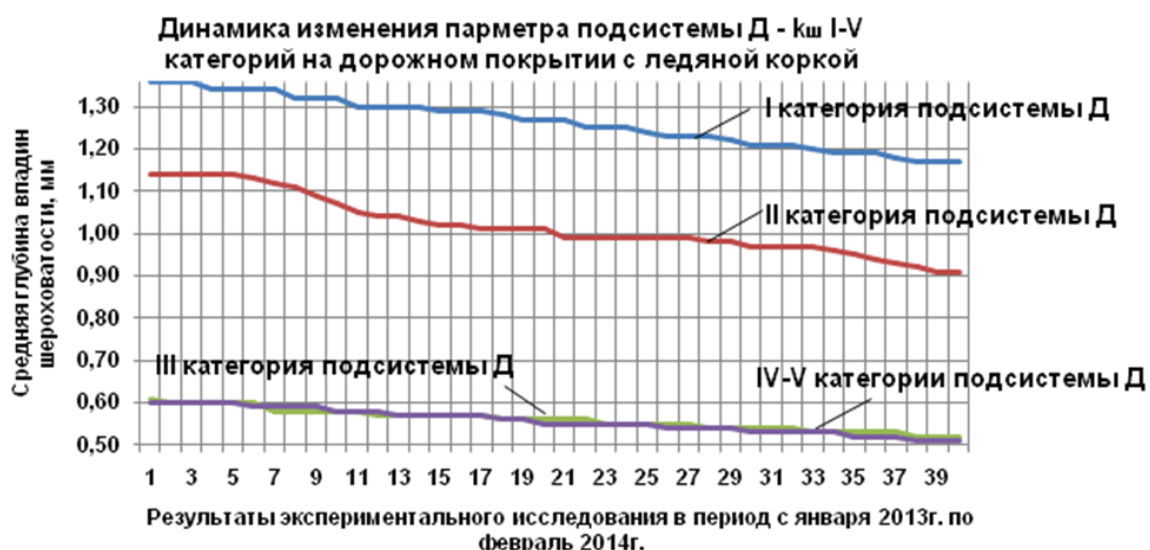


Рисунок 3.49 – Измерение шероховатости дорожного покрытия с ледяной коркой на экспериментальных участках в период с января 2013г. по февраль 2014г.

Фактические значения параметра подсистемы Д – $k_{ш}$ коэффициента шероховатости представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14

Результаты измерений шероховатости на всех типах покрытий категорий дорог в подсистеме Д

Категория дороги в подсистеме Д	Тип шероховатых покрытий	Состояние покрытия/ Средняя глубина впадин $h_{ср}$, мм		
		Сухое	Влажное	Лед гладкий
I	Крупношероховатые	1,81÷2,10	1,94÷2,22	1,17÷1,36
II	Среднешероховатые	1,35÷1,54	1,43÷1,71	0,91÷1,14
III	Мелкошероховатые	0,54÷0,65	0,74÷1,02	0,52÷0,61
IV – V	Мелкошероховатые	0,53÷0,65	0,75÷1,00	0,51÷0,60

3.4.3. Результаты эксперимента по измерению параметров гидравлической шероховатости и колеяности

Экспериментальные исследования по определению $k_{ш}$ шероховатости гидравлической дорожного покрытия проведены на участках подсистемы Д I-V категорий. Исследования основывались на замерах высоты водной пленки в колее. В исследуемый период на мокром дорожном покрытии выполнялись замеры колеи и высоты водной толщи в ней. В остальные периоды выполнялись замеры деформации дорожного покрытия – колеяности. Результаты представлены на рисунках 3.50-3.51.



Рисунок 3.50 – Измерение водной толщи в колее экспериментальных участках в период с апреля 2013г. по ноябрь 2013г.

Результаты экспериментальных исследований по определению параметра подсистемы Д - колеяности на дорожном покрытии представлены в таблице 3.15. В таблице средние предельные и допустимые значения высоты колее в зависимости от категории дороги[52].

Таблица 3.15

Результаты измерений колее на всех типах покрытий категорий дорог

Категория дороги в подсистеме Д	$h_{\text{кол}}$, см
I	1,6÷4,4
II	1,8÷2,6
III	2,2÷5,7
IV	В пределах нормы [52]

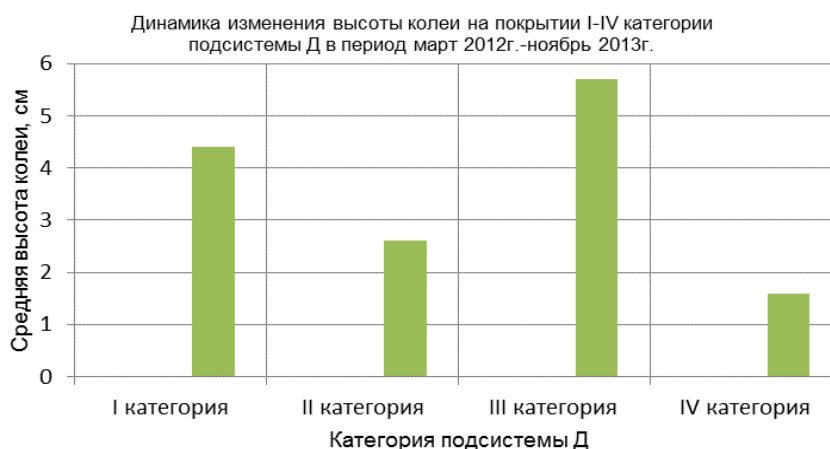


Рисунок 3.51 – Измерение колеяности дорожного покрытия на экспериментальных участках

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

3.5. Методика применения коэффициентов, учитывающих техническое состояние ТС и дороги, используемых в расчетах автотехнической экспертизы при реконструкции механизмов ДТП

Для определения весомости и значимости параметров подсистемы «Автомобиль-Дорога» была выполнена экспертная оценка по влиянию каждого из параметров на результаты расчетов автотехнической экспертизы с учетом параметров подсистем А и Д. С представленной целью была создана экспертная комиссия, в состав которой вошли доктора и кандидаты технических наук, эксперты по анализу и реконструкции ДТП со стажем экспертной деятельности более 15 лет, специалисты – дорожники ведущих дорожно-строительных организаций. Независимо друг от друга, каждый из экспертов оценил степень влияния каждого из параметров (таблица 3.16).

Таблица 3.16

Весомость коэффициентов при реконструкции механизма ДТП

Параметр подсистемы «Автомобиль-Дорога»	Коэффициент весомости, η
Коэффициент эффективности торможения ТС, K_9^{I-V}	0,15
Коэффициент сцепления подсистемы А-Д, φ	0,5
Коэффициент шероховатости, $k_{ш}$	0,1
Коэффициент шероховатости гидравлической покрытия, $k_{шг}$	0,12
Коэффициент колесности на покрытии, $k_{кол}$	0,13

Пример определения исследуемого параметра - $k_{сдп}$ представлен в приложении 11. В таблицах 3.17 – 3.24 представлены полученные коэффициенты для расчета автотехнических экспертиз с учетом параметров подсистемы «Автомобиль-Дорога». Значения K_9^{I-V} представлены в таблицах выше.

Таблица 3.17

Значения $k_{сдп}$ на капитальном покрытии I категории

Состояние покрытия	$k_{сдп}$
Сухое	0,874
Влажное	0,862
Мокрое, пленка воды 2 мм	0,852
Мокрое, пленка воды более 5 мм	0,851
Покрытое слоем снега до 5см	0,844
Грязное	0,832
Снег уплотненный	0,814
Лед гладкий	0,627

Таблица 3.18

Значения $k_{сдп}$ на капитальном покрытии II категории

Состояние покрытия	$k_{сдп}$
Сухое	0,871
Влажное	0,860
Мокрое, пленка воды 2 мм	0,851
Мокрое, пленка воды более 5 мм	0,850
Покрытое слоем снега до 5см	0,841
Грязное	0,830
Снег уплотненный	0,811
Лед гладкий	0,623

Таблица 3.19

Значения $k_{сдп}$ на капитальном покрытии III категории

Состояние покрытия	$k_{сдп}$
Сухое	0,870
Влажное	0,859
Мокрое, пленка воды 2 мм	0,850
Мокрое, пленка воды более 5 мм	0,849
Покрытое слоем снега до 5см	0,840
Грязное	0,828
Снег уплотненный	0,810
Лед гладкий	0,621

Таблица 3.20

Значения $k_{сдп}$ на капитальном покрытии IV категории

Состояние покрытия	$k_{сдп}$
Сухое	0,869
Влажное	0,858
Мокрое, пленка воды 2 мм	0,849
Мокрое, пленка воды более 5 мм	0,848
Покрытое слоем снега до 5см	0,839
Грязное	0,826
Снег уплотненный	0,809
Лед гладкий	0,620

Таблица 3.21

Значения $k_{сдп}$ на капитальном покрытии V категории

Состояние покрытия	$k_{сдп}$
Сухое	0,866
Влажное	0,856
Мокрое, пленка воды 2 мм	0,847
Мокрое, пленка воды более 5 мм	0,846
Покрытое слоем снега до 5см	0,837
Грязное	0,825
Снег уплотненный	0,807
Лед гладкий	0,619

Таблица 3.22

Значения $k_{ш}$ на покрытии всех категории

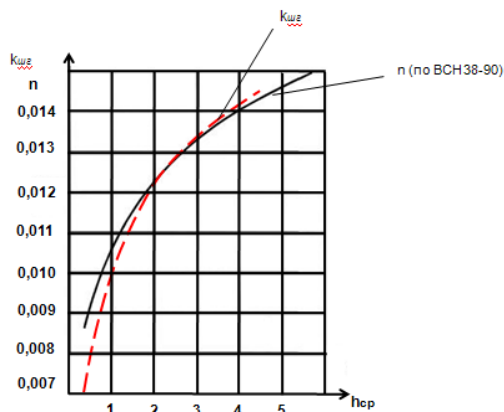
Категория дороги в подсистеме Д	Тип шероховатых покрытий	$k_{ш}$		
		Сухое	Влажное	Лед гладкий
I	Крупношероховатые	0,758	0,794	0,615
II	Среднешероховатые	0,921	0,956	0,761
III	Мелкошероховатые	0,951	0,955	0,953
IV	Мелкошероховатые	0,952	0,956	0,953

Таблица 3.23

Значения $k_{кол}$ на покрытии всех категории

Категория дороги	$k_{кол}$
I	0,973
II	0,904
III	0,981
IV	В пределах нормы [52]

Для коэффициента шероховатости гидравлической значение $k_{шг} = 0,917$. На рисунке 3.52 представлены фактические и нормативные значения шероховатости гидравлической.

Рисунок 3.52 – Номограмма для определения $k_{шг}$

Алгоритм применения коэффициентов подсистемы «Автомобиль-Дорога» представлен на рисунке 3.53.

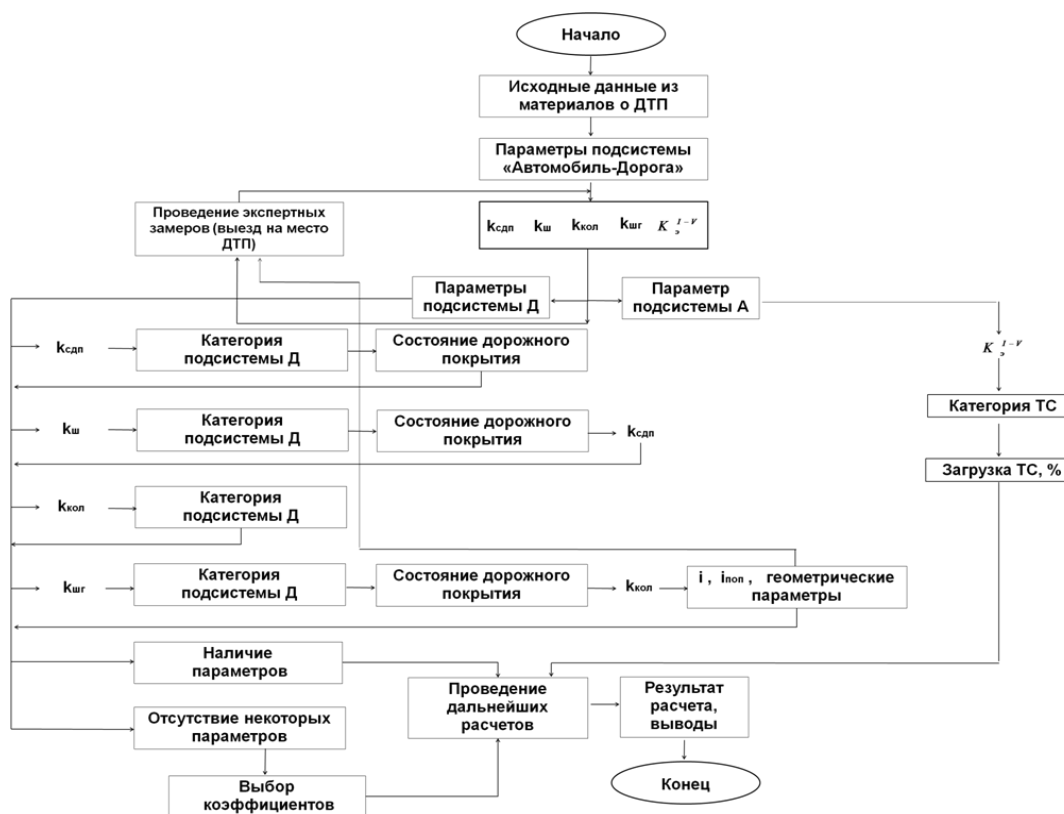


Рисунок 3.53 – Алгоритм применения коэффициентов в автотехнической экспертизе, учитывающей техническое состояние ТС и дорожной среды

Выводы к главе 3

Поставленная цель главы три достигнута посредством проведения экспериментальных исследований, направленных на установление связей между варьируемыми факторами и измеряемыми переменными, а также на определение экспериментальных зависимостей и подтверждение теоретических исследований второй главы. Выявлено, что параметр подсистемы А-Д – коэффициент сцепления φ покрытия в зависимости от состояния и вида покрытия различен, причем полученные значения значительно отличаются от нормативов.

Установлена зависимость параметра подсистемы А-Д - коэффициента сцепления φ от полученных значений шероховатости покрытия, а также при условии мокрого покрытия с водяной пленкой от 2 мм и более.

Были получены результаты шероховатости покрытия, гидравлической шероховатости, колеяности на дорожном покрытии на разных состояниях покрытия (сухое, влажное, мокрое и т.д.).

Проведено исследование эффективности торможения ТС категорий ТС (М₁, М₂, М₃, N₁, N₂, N₃) с разной степенью загрузки с целью получения расширенных значений эффективности торможения. Поставленные задачи третьей главы достигнуты. Выполнено сравнение полученных экспериментально значений параметров и факторов с нормативными данными.

ГЛАВА 4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАСЧЕТАХ АВТОТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ, УЧИТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЯ И ДОРОЖНОЙ СРЕДЫ

4.1. Применение методики автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и дороги

Эксперт исследует поступившие к нему материалы для реконструкции механизма ДТП. Согласно задачам автотехнических экспертиз, представленных в п. 1.4, экспертное исследование ДТП проводится с учетом технического состояния ТС и дороги.

В соответствии с поставленными вопросами, эксперт выполняет исследование согласно алгоритма, представленного на рисунке 3.43.

При реконструкции ДТП экспертом выбираются исходные данные, согласно рисунку 3.43, а также, данные из НТД. Однако, выбирая значения параметров подсистемы «Автомобиль-Дорога», должен руководствоваться предлагаемой методикой и расчетными формулами п.2.4. Далее экспертом устанавливается скорость движения ТС до торможения и наезда (столкновения). При производстве ДТП – наезд на пешехода, определяется скорость движения пешехода и расстояние, прошедшее пешеходом до точки столкновения. При определении возможности своевременно остановить ТС и предотвратить ДТП, определяется остановочный путь ТС (S_o). При его расчетах используются значения введенных коэффициентов подсистемы Д: $k_{СП}$, $k_{ш}$, $k_{шг}$, $k_{кол}$, для ТС - K_9^{I-V} .

Ограниченная видимость на кривой в плане учитывается при наличии с внутренней стороны закругления близко расположенных предметов местности. Опасная ситуация возникает, когда за пределом фактической видимости появляется препятствие (пешеход, ТС стоящее или начинающее движение), а длина фактической видимости (S_i) меньше длины остановочного пути (S_o).

При потере устойчивости ТС на кривой в плане устанавливается влияние параметров дорожной среды (радиуса кривой, коэффициента φ , уклона виража и продольного уклона) на механизм ДТП. Экспертом устанавливается причина несоответствия параметров дорожной среды на ДТП.

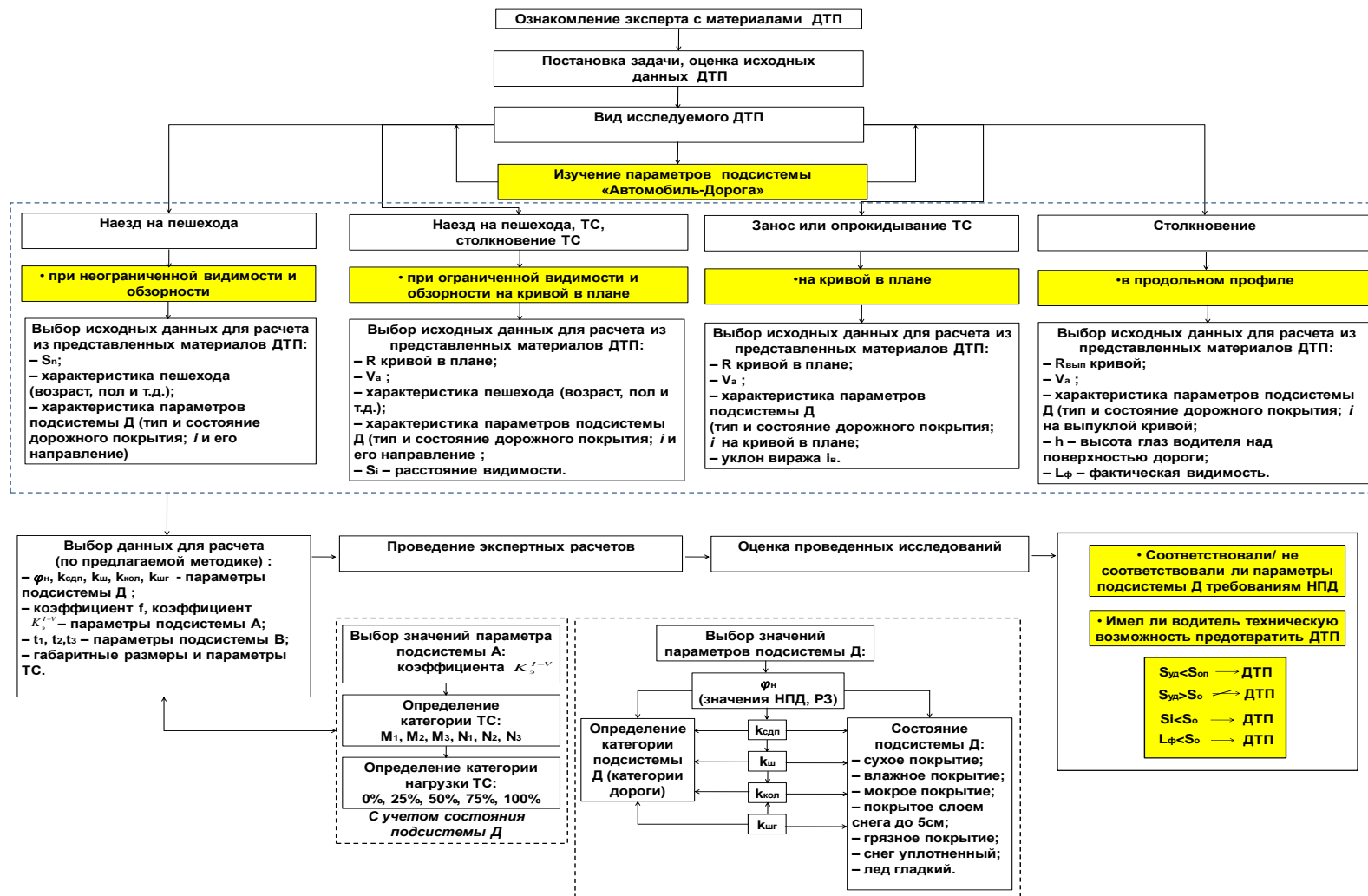


Рисунок 3.43 – Алгоритм методики автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и дороги

При ДТП в дождливую погоду, учитывается состояние дорожного покрытия, т.е. коэффициент - $k_{шд}$ и дополнительно $k_{кол}$ используются в расчетах.

Разработанная методика автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и дороги для ДТС повышает точность оценки расчетов разработанного научно-методического обеспечения и объективность выводов экспертного исследования.

4.2. Практическое применение методики автотехнической экспертизы при реконструкции ДТП с учетом технического состояния ТС и дороги

Для оценки эффективности результатов по предлагаемой методике автотехнической экспертизы необходимо рассмотреть расчетные методы по определению остановочного и тормозного путей ТС, скорости движения ТС, с учетом технического состояния ТС и дороги (таблица 4.1).

Таблица 4.1

Сравнение расчетов существующей методики и по разработанному научно-методическому обеспечению автотехнической экспертизы

Существующие расчетные методы	Разработанное научно-методическое обеспечение автотехнической экспертизы. Расчетные методы	Разница в расчетах, %
Определение остановочного пути		
Условия: дорожные условия (время суток – светлое, видимость удовлетворительная, тип покрытия асфальтобетон, II категория дороги, состояние сухое,); техническое состояние ТС л/а (состояние тормозной системы и рулевого управления рабочее, степень загрузки 50%), экстренное торможение; погодные условия - облачно.		
$S_o = \sum S = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{\frac{26\varphi g}{K_3} (\cos \alpha \pm \sin \alpha)}$ <p>С учетом табличных значений главы 1 получаем результат расчета: $S_o=41,7$ м</p>	$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5t_3) \frac{V_a}{3,6} + \frac{K_3^{I-V} \cdot V_a^2}{254(\varphi_n \cdot k_{сдп} \cdot k_{шд} + i + f)}$ <p>С учетом разработанных алгоритмов 3.43 и 3.53, табличных значений 3.1-3.10, 3.17-3.23 получаем результаты расчетов: $S_o=43,5$ м</p>	Разница в результатах расчета составляет примерно 4,5%

Определение тормозного пути

Условия: дорожные условия (время суток – темное, искусственное освещение, видимость удовлетворительная, тип покрытия асфальтобетон, I категория дороги, состояние мокрое, прямолинейный участок дороги, наличие колеи); техническое состояние ТС л/а (состояние тормозной системы и рулевого управления рабочее, степень загрузки 75%); погодные условия на момент ДТП (дождь).

$T_{\text{торм}} = t_2 + 0,5t_3 + (V_a - 6,5t_3) \cdot \frac{K(\cos \alpha \pm \sin \alpha)g}{\varphi}$ <p>С учетом табличных значений главы 1 получаем результат расчета $T_{\text{торм}}=52,1$ км/ч</p>	$T_{\text{торм}} = t_2 + 0,5t_3 + (V_a - 6,5t_3) \cdot \frac{K_3^{I-V}(\cos \alpha \pm \sin \alpha)g}{\varphi_n \cdot k_{\text{СП}} \cdot k_{\text{ш}} \cdot k_{\text{шг}} \cdot k_{\text{кол}}}$ <p>С учетом разработанных алгоритмов 3.43 и 3.53, табличных значений 3.1-3.10, 3.17-3.23 получаем результаты расчетов: $T_{\text{торм}}=60,5$ км/ч</p>	<p>Разница в результатах расчета составляет примерно 9,8%</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

Определение скорости ТС

$V_a = 1,8 \cdot \frac{\varphi g}{K_3} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) t_3 + \sqrt{\frac{26\varphi g}{K_3} (\cos \alpha \pm \sin \alpha) \cdot S_{\text{ю}}}$ <p>С учетом табличных значений главы 1 получаем результат расчета: $V_a=71,4$ км/ч</p>	$V_a = \frac{1,8t_3\varphi_n \cdot k_{\text{СП}} \cdot k_{\text{ш}} \cdot k_{\text{шг}} \cdot k_{\text{кол}}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha)g + \sqrt{\frac{26t_3\varphi_n \cdot k_{\text{СП}} \cdot k_{\text{ш}} \cdot k_{\text{шг}} \cdot k_{\text{кол}} \cdot S_{\text{ю}}}{K_3^{I-V}} (\cos \alpha \pm \sin \alpha)g}$ <p>С учетом разработанных алгоритмов 3.43 и 3.53, табличных значений 3.1-3.10, 3.17-3.23 получаем результаты расчетов: $V_a=74,2$ км/ч</p>	<p>Разница в результатах расчета составляет примерно 4%</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решить проблемы безопасности дорожного движения возможно только системно, с учетом взаимодействия всех подсистем системы ВАДС. Актуальность в изучении технического состояния автомобиля и дорожной среды обусловлена многими факторами, но растущие статистические данные требуют решительных мер в сфере реконструкции, анализа и экспертизе ДТП. 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 процедура реконструкции ДТП учетом параметров технического состояния ТС и дороги обладает рядом недостатков.

Поставленная автором цель диссертационного исследования повышает достоверность результатов экспертных исследований.

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.

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

3. Исследованы материалы по исходным данным, используемым в действующей практике назначения автотехнической экспертизы с целью выявления недостатков существующего научно-методического обеспечения производства экспертного исследования.

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

5. 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.

6. 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.

7. Применена разработанная методика 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.

Разработанные значения коэффициента эффективности торможения ТС - K_{ρ}^{I-V} расклассифицированы для дорог I-III категорий с капитальным и облегченным видом покрытий - K_{ρ}^{I-III} и для IV-V категорий дорог на облегченном (с обработкой вяжущих материалов), переходном и низшем виде дорожного покрытия - K_{ρ}^{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 наличии колеяности на проезжей части, состояния покрытия с учетом погодноклиматических условий, износа покрытия и т.д. Емкие и точные исходные данные, полученные при ДТП, а в дальнейшем при проведении автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды: параметр подсистемы А-Д $k_{сдпт}$ - коэффициент состояния дорожного покрытия, параметры подсистемы Д - $k_{ш}$ - коэффициент шероховатости поверхности дорожного покрытия, $k_{шг}$ - коэффициент гидравлической шероховатости, $k_{кол}$ - коэффициент колеяности дорожного покрытия – позволят повысить уровень достоверности выводов экспертных исследований примерно на 10% и, в целом, повысить безопасность дорожного движения.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальная статистика аварийности на дорогах России по данным Госавтоинспекции МВД России.
2. Рейтинг стран мира по уровню автомобилизации - информация об исследовании. Эл.ресурс//Центр гуманитарных технологий. URL: <http://gtmarket.ru/ratings/passenger-cars-per-inhabitants/info>.
3. Автомобилизация населения регионов России, 2010г. Оценка АЦ «Альфастрахование», 2011г.
4. Статистические данные аналитического агентства «Автостат», 2013г.
5. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012гг».
6. Евтюков С.А., Васильев Я.В. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий / Под общ. Ред. С. А. Евтюкова. – СПб.: ООО «Издательство ДНК», 2004. – 288 с.
7. Европейский доклад о состоянии безопасности дорожного движения за безопасные дороги и более здоровые транспортные альтернативы. ВОЗ, 2009г. – 173 с.
8. Правила дорожного движения по состоянию на 2013г.
9. Правила учета и анализа дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации от 29.05.1998г., М., 1998г.
10. Отчет о НИР «Разработка мероприятий по формированию безопасного поведения водителей автотранспортных средств с целью профилактики дорожно-транспортных происшествий и тяжести их последствий в Санкт-Петербурге и Ленинградской области», Санкт-Петербург, 2011. Грант Губернатора Санкт-Петербурга.
11. Федеральный закон Российской Федерации от 8 ноября 2007 г. N 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», 2007г.
12. ГОСТ Р 52766-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования», 2007г.

13. ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы. Государственный стандарт Российской Федерации. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения», 1993г.
14. СНиП 2.05.02-85* «Автомобильные дороги», 1985г.
15. ВСН 24-88 «Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог», 1988г.
16. ВСН 25-86 «Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах», Минавтодор, М., 1986г.
17. ОДМ «Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах», Росавтодор, М., 2002г.
18. Некрасов В.К., Алиев Р.М. Эксплуатация автомобильных дорог. Учебник для автодорожных вузов. – 2-е изд., перераб.-М.: Высш.шк., 1983. – 287с.
19. Суворов Ю.Б., Кикоть И.М., Хапатнюковский М.В., Коваленко Л.А., Килиенко И.И. Диагностическое исследование элементов автомобильных дорог на участках дорожно – транспортных происшествий (дорожных условий), влияющих на безопасность дорожного движения. Методическое пособие для экспертов, следователей и судей. Москва. 1990г. – 96 с.
20. ВСН 38-90 Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. М., 1990г.
21. Понизовкин А.Н., Власко Ю.М., Ляликов М.Б. и др. Краткий автомобильный справочник. НИИАТ, М.: АО «Трансконсалтинг», 1994г.
22. Судебная автотехническая экспертиза. 2 часть.. под.ред.В.А.Иларионова, М.: ВНИИСЭ, 1980г.
23. Бекасов В.А. Автотехническая экспертиза. М.:ЦНИИСЭ, 1967г.
24. Кристи Н.М. Методические рекомендации по производству автотехнической экспертизы. М.:ЦНИИСЭ, 1971г.
25. 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.

26. ГОСТ Р 50597-93 Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. М., 1994г.
27. СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги». М., 1986г.
28. СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» (утв. постановлением Госстроя СССР от 16 мая 1989 г. N 78).
29. Рекомендации по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. Росавтодор. М.2004г.
30. ГОСТ 30413-96. Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием. - М.: Госстандарт России. 1996.
31. ОДН 218.0.006-2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог (взамен ВСН 6-90). - М: Информавтодор, 2002.
32. ВСН 14-95. Инструкция по строительству дорожных асфальтобетонных покрытий / Минавтодор РСФСР - М.: Транспорт, 1995
33. ВСН 38-90. Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью / Минавтодор РСФСР - М.:Транспорт, 1990.
34. Евзович В.Е., Райбман П.Г. автомобильные шины, диски и ободья. М.: Автополис-плюс, 2010. - 144с.
35. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: Учебник для вузов.-М.:Транспорт, 1989г.- 255с.
36. Евтюков С.А., Васильев Я.В. Дорожно-транспортные происшествия: расследование, реконструкция, экспертиза. под.ред.С.А.Евтюкова.-СПб.:Издательство ДНК, 2008г.-392с.
37. Иларионов В.А., Куперман А.И., Мишуринов В.М. Правила дорожного движения и основы безопасности управления автомобилем.М.:Транспорт, 1995г.- 445с.
38. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения. Учебник для вузов. М.:МАДИ.Транспорт.1997г.-240с.
39. Лукьянов В.В. Безопасность дорожного движения. М.:Транспорт, 1983г.- 250с.

40. Байэтт Р., Уоттс Р. Расследование дорожно-транспортных происшествий: пер.с англ.-М.:Транспорт, 1983г.-288с.
41. Пучкин В.А. Актуальные проблемы судебной автотехнической экспертизы/Юж.Региональный центр суд.экспертизы.-Ростов-на-Дону, 2001г.-80с.
42. Боровский Б.Е. Вопросы подготовки, назначения и оценки экспертиз по делам о дорожно-транспортных преступлениях. Учебное пособие. Ленинград.1982г.-20с.
43. Суворов Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебная оценка действий водителя и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП: учеб.пособие.-М.:Издательство «Экзамен», издательство «Право и закон», 2003г.-208с.
44. Подопригора Н.В. Методика определения параметров процесса торможения автотранспортных средств при реконструкции и экспертизе дорожно-транспортных средств. СПб-2013г.-133с.
45. Столяров В.В. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий на основе теории риска. Учебное пособие/В.В.Столяров.-Саратов:Сарат.гос.техн.ун-т, 1996г.-176с.
46. Столяров В.В. Теория риска в судебно-технической экспертизе дорожно-транспортных происшествий (+ABS).-Саратов: Издательский дом «МарК», 2010г.-412с.
47. ОДМ Руководство по оценке ровности дорожных покрытий толчкомером. М.-2002г.
48. Степина П.А. Разработка методики совершенствования автотехнической экспертизы дорожно-транспортных происшествий. СПб. 2010г.- 171с.
49. Домке Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебник для студ.высш.учеб.заведений/Э.Р.Домке. – 2-е изд., стер.-М.:Издательский центр «Академия», 2012г.-288с.
50. Леру М. Сцепление колеса автомобиля с дорогой и безопасность движения. М.:Автоиздат. 1959г.-160с.
51. ГОСТ 30412-96. Дороги автомобильные и аэродромы методы измерений неровностей оснований и покрытий. М.1996г.

52. Рекомендации по выявлению и устранению колея на нежестких дорожных одеждах. Росавтодор, М.2002г.
53. Сусанин В.В. Исследование подсистемы параметров подсистемы «водитель-дорога».
54. Справочная энциклопедия дорожника ТОМ I. Строительство и реконструкция автомобильных дорог. Под редакцией заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. М. 2005.
55. Справочная энциклопедия дорожника ТОМ I. Ремонт и содержание автомобильных дорог. Под редакцией заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. М. 2005.
56. Боровский Б.Е. Безопасность движения автомобильного транспорта.- Л.:Лениздат, 1984г.-304с.
57. ГОСТ Р 52051-2003 «Механические транспортные средства и прицепы. Классификация и определения». М.-2003г.
58. РДМУ 109-77 Методические указания методика выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов, М.1978г.
59. ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения. М. 1980г.
60. ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки» (ред. от 20.12.2013г.)
61. Ю.Н. Косенок Основы управления транспортными средствами и безопасность движения. Пенза, 2007г.
62. Куракина Е.В. Экспертная характеристика автомобильной дороги в дорожно-транспортной экспертизе/ Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/111-10273>.
63. Волошин Г.А. и др. Анализ дорожно-транспортных происшествий/Волошин Г.А., Мартынов В.П., Романов А.Г. – М.: Транспорт, 1987. – 240 с.
64. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. – М.: Транспорт, 1976. – 217 с.
65. Коноплянко В.И. и др. Основы управления автомобилем и безопасность движения. – М.: ДОСААФ, 1989. – 224 с.

66. Лукьянов В.В. Безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1978. – 168 с.
67. Амбарцумян В. Причины Дорожно-транспортных происшествий//Автомобильный транспорт, 1996. - №1. – с. 22-23.
68. Ермаков Ф. Судебная автотехническая экспертиза//Российская юстиция, 1996. - №12. – с. 28-29.
69. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1991. – 183 с.
70. Расследование дорожно-транспортных происшествий. Справочно-методическое пособие/Н.Д. Селиванов, А.И. Дворкин, Б.Д. Завидов и др. – М.: Лига Разум, 1998, с. 123.
71. Коноплянко В.И., Рыжаков С.В., Воробьев Ю.В. Основы управления автомобилем и безопасность движения. – М.: ДОСААФ, 1989, с. 118.
72. Куракина Е.В., Олещенко Е.М. 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/ 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 – 73 – 86с.
73. Куракина, Е.В. Влияние параметров дороги на определение скорости движения при экспертном исследовании ДТП / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ №1(42). –2014. – С.103-109.
74. Куракина Е.В. Об отклонении нормативных характеристик показателей автомобильной дороги (на примере аварийно-опасных участков дорог Ленинградской области)/ Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12865>.
75. Нормативно-правовые документы по обеспечению безопасности дорожного движения: Водитель, автомобиль, дорога: Сборник: В 3-х томах/ С.А. Веселов, В.Н. Куртин, В.Н. Шифрин. – М.: Автополис-плюс, 2007 г., - 576 с.

76. Сборник нормативных правовых материалов по обеспечению безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте. — М. : Трансконсалтинг, 2005. Вып. 12. — 477 с.

77. 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).

78. 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.

79. Справочник по безопасности дорожного движения: Обзор мероприятий по безопасности дорожного движения / Эльвик Р., Мюсен А.Б., Во М.; Пер. [с норв.] под ред. В.В.Сильянова; М.: МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с.

80. Пугачев И.Н., Горев А.Э., Олещенко Е.М. Организация и безопасность дорожного движения: учебное пособие. М. : Изд. центр «Академия», 2009. – 272 с.

81. Принципы и инструменты для повышения безопасности дорожного движения на дорогах общего пользования: международный опыт /Ю. Хюваринен, Е.А. Сваткова, И.И. Максимов, М.Ф. Феливончик; М-во трансп. и связи Финляндии и Совета министров Северных стран. — 2009.

82. Евтюков С.А., Глазков В.Ф., Лобанова Ю.И. Педагогические основы подготовки водителей автотранспортных средств: уч.-методич. пос. – СПб: ИБДД СПбГАСУ, 2010.

83. Сборник докладов и статей конференции «Технологии и эффективность систем управления процессами обеспечения безопасности дорожного движения», 2008 г. С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб. – 114 с.

84. Сборник статей и докладов конференции «Структура и задачи инженерной деятельности по организации дорожного движения» (11–14 октября 2007 г.) / С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб. – 164 с.

85. Бекасов В.А., Боград Г.Я., Зотов Б.Л., Индиченко Г.Г. Автотехническая экспертиза. М.: Юридическая литература, 1967. – 255с.
86. Ермолович М.В. Экспертиза по делам о ДТП. /Под ред. Басецкого И.И. Из-во «Амалфея», 2001. – 96 с.
87. Литвинов А.С. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240с.
88. Пучкин В.А. Актуальные проблемы судебной автотехнической экспертизы/ Юж. Региональной центр суд. экспертизы. Ростов-на-Дону, 2001. – 80с.
89. Лукошавичене О.В. Моделирование дорожно-транспортных происшествий. М.: Транспорт, 1988. – 96с.
90. Зотов. Расследование и предупреждение автотранспортных происшествий. – М.: Юрид. лит., 1972 – 192с Б.Л.
91. Куракина Е.В. Исследование состояния безопасности и качества подсистемы Д/ Сборник трудов междунар.научно-техн.конф., г.Архангельск, 2014г.: Изд-во ООО «Типография «ТОЧКА», 2014. 232-244с.
92. Поспелов П.И., Пуркин В.И., Ситников Ю.М. Проектирование автомобильных дорог. Сборник научных трудов. М.2007.-132с.
93. Евтюков С.С. Инновационные решения в экспертных исследованиях в области ДТП/ Сборник трудов междунар.научно-техн.конф., г.Архангельск, 2014г.: Изд-во ООО «Типография «ТОЧКА», 2014. 232-244С.
94. Committee, S.H., The Automobile: A Century of Progress. 1997, Warrendale: Society of Automotive Engineers, Inc. 48.
95. Donald Bastow, G. Howard, and J.P. Whitehead, Car Suspension and Handling. 4th ed. 2004, Warrendale: SAE International.
96. D. Griffiths, A. Aubert, E.R. Green, A technique of relating vehicule structural modes to stiffness as determined in static determinate tests SAE Paper 2003-01-1716.
97. J. Lenard, B. Hurley, P. Thomas: The Accuracy of CRASH3 for calcualting collision severity in modern European cars; Vehicle Safety Research Centre, Loughborough University, United Kingdom; NHTSA Paper Number 98-S6-O-08.
98. Pacejka, H.B., Tire and Vehicle Dynamics. 2nd ed. 2006, Warrendale: SAE International.

99. Dixon, J.C., Tires, Suspension, and Handling. Second ed. 1996, Warrendale, Pa: Society of Automotive Engineers, Inc. 621.
100. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. Изд-во «Наука». М.: 1965г.-342с.
101. Налимов В.В. Теория эксперимента Изд-во «Наука». М.: 1971г.-208с.
102. Куракина, Е.В. Влияние параметров дороги на определение скорости движения при экспертном исследовании ДТП / Е.В. Куракина, С.С. Евтюков // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ №1(42). –2014. – С.103-109. Куракина Е.В. Исследование параметров торможения транспортных средств [текст] / Е.В. Куракина // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ №2(43). – 2014. – С.127-134.
103. Заявка на полезную модель №2013148264 от 29.10.2013г. Устройство для определения сцепных качеств дорожного покрытия.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Факторы и показатели риска ДТП в подсистемах В, А, Д, С



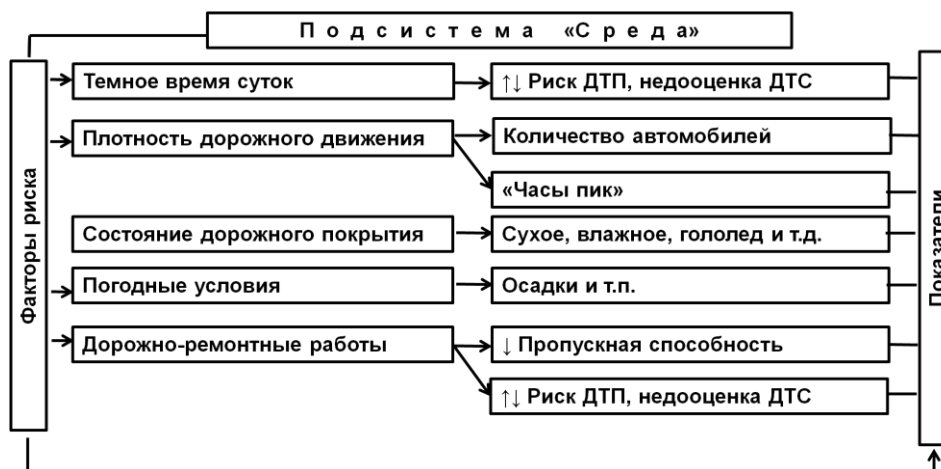
П.1.1 – Факторы и показатели риска ДТП в подсистеме В



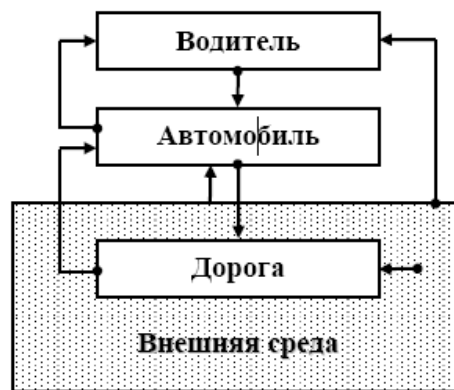
П.1.2 – Факторы и показатели риска ДТП в подсистеме А



П.1.3 – Факторы и показатели риска ДТП в подсистеме Д



П.1.4 – Факторы и показатели риска ДТП в подсистеме С



П.1.5 – Структурная схема системы эксплуатации автомобильной техники

Комплексная характеристика автомобильной дороги

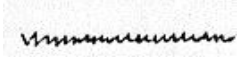

№ п/п	Параметр и характеристика	Составляющие комплексной характеристики
1.	Общие данные о дороге	<ul style="list-style-type: none"> — номер и титул дороги, район ее расположения; — категория дороги, протяженность; — дорожно-климатическая зона; орган управления и обслуживающая организация
2.	Геометрические параметры и характеристики	<ul style="list-style-type: none"> — ширина проезжей части и обочин, основной укрепленной поверхности дороги и укрепительных полос; — продольные уклоны; поперечные уклоны проезжей части и обочин; — радиусы кривых в плане и уклон виража; — высота насыпи, глубина выемки и уклоны их откосов; состояние земляного полотна; — расстояние видимости поверхности дороги в плане и профиле; — пересечения и примыкания
3.	Характеристики дорожной одежды и покрытия	<ul style="list-style-type: none"> — конструкция дорожной одежды и тип покрытия; — прочность и состояние дорожной одежды и покрытия (наличие, вид, расположение и характеристика дефектов); — продольная ровность покрытия; — поперечная ровность покрытия (колеиность); — шероховатость и коэффициент сцепления колеса с покрытием
4.	Искусственные сооружения	<ul style="list-style-type: none"> — местоположение, тип, протяженность и габариты мостов, путепроводов, эстакад, тоннелей; — грузоподъемность мостов, путепроводов и эстакад; — наличие и высота бордюров; — тип и состояние мостового полотна; — наличие, материал, тип, размеры и состояние труб
5.	Обустройство и оборудование	<ul style="list-style-type: none"> — километровые знаки и сигнальные столбики; — дорожные знаки и их дислокация; — разметка дороги, ее состояние и соответствие нормам и правилам нанесения; — ограждения, их конструкция, место расположения, протяженность, состояние, соответствие нормам и правилам установки; освещение; — примыкания, пересечения с автомобильными и железными дорогами, их тип, местоположение, соответствие нормам проектирования; — автобусные остановки и павильоны, площадки отдыха, остановки и стоянки автомобилей, их параметры и их соответствие нормативным требованиям; — дополнительные полосы проезжей части и переходно-скоростные полосы, их основные параметры

№ п/п	Показатель / параметр и характеристика	Составляющие комплексной характеристики
6.	Характеристики движения по дороге	<ul style="list-style-type: none"> — интенсивность движения на характерных перегонах и динамика ее изменения за последние 3 - 5 лет; — состав транспортного потока и динамика его изменения; — данные о ДТП за последние 3 - 5 лет с привязкой к километражу и выделением количества происшествий по дорожным условиям
7.	Защитные сооружения	<ul style="list-style-type: none"> — снегозащитные, ветрозащитные, шумозащитные и декоративные лесонасаждения и лесополосы; — снегозащитные заборы, шумозащитные и ветрозащитные устройства, устройства для защиты дорог от снежных лавин, отвалов, оползней и другие
8.	Объекты обслуживания движения и дорожной службы	<ul style="list-style-type: none"> — пункты таможни (контрольного пункта); весового контроля; поста ГИБДД; — АЗС, СТО, кемпинги, гостиницы, пункты питания, пункты медицинской помощи, пункты ДПС, автовокзалы, съезды и въезды к этим объектам
9.	Населенные пункты и характеристика прилегающей территории	<ul style="list-style-type: none"> — наличие населенных пунктов; — наличие особых ПДД в населенных пунктах; — наличие населенных пунктов, находящихся в стороне от дороги (до 20 км), с указанием расстояния до них от дороги

Значения коэффициентов сцепления и изменения сцепных качеств [17]

Покрытие	Состояние покрытия											
	эталонное (сухое)		мокрее (чистое)		мокрое (грязное)		рыхлый снег		уплотненный снег		гололед	
	φ_n	β_φ	φ_n	β_φ	φ_n	β_φ	φ_n	β_φ	φ_n	β_φ	φ_n	β_φ
Цементобетонное	0,80-0,85	0,002	0,65-0,70	0,0035	0,40-0,45	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15	0,002
Асфальтобетонное с шероховатой обработкой	0,80-0,85	0,0035	0,60-0,65	0,0035	0,45-0,55	0,0035	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,10-0,20	0,002
Горячий асфальтобетон без шероховатой обработки	0,80-0,85	0,002	0,50-0,60	0,0035	0,35-0,40	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15	0,002
Холодный асфальтобетон	0,60-0,70	0,005	0,40-0,50	0,004	0,30-0,35	0,0025	0,12-0,30	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15	0,002
Чернощебеночное и черногравийное с шероховатой обработкой	0,60-0,70	0,004	0,50-0,60	0,004	0,30-0,35	0,0025	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,10-0,20	0,002
То же, без обработки	0,50-0,60	0,004	0,40-0,50	0,005	0,25-0,30	0,003	0,12-0,30	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,15	0,002
Щебеночное и гравийное	0,60-0,70	0,004	0,55-0,60	0,0045	0,3-0,30	0,003	0,15-0,35	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,10-0,15	0,002
Грунтовое улучшенное	0,40-0,50	0,005	0,25-0,40	0,005	0,20	0,003	0,12-0,30	0,001-0,004	0,20-0,50	0,0025	0,08-0,18	0,002

Классификация шероховатости по поверхности дорожных покрытий

Тип поверхности	Характеристика		Характеристика покрытий по ВСН 38-77 [20]	
	Макро-шероховатости	Микро-шероховатости	Наименование	Высота неровностей шероховатости, мм
	+	+	Среднешероховатые	1-2
			Крупношероховатые	Более 2
	-	+	Мелкошероховатые (типа наждачной бумаги)	1
	+	-	Среднешероховатые	1-2
			Крупношероховатые	Более 2
	-	-	Гладкие	Менее 0,3

Классификация дорожных покрытий в зависимости от значений параметров шероховатости

Тип шероховатых покрытий	Условные обозначения	Параметры шероховатости	
		Средняя высота выступов R_z , мм	Средняя глубина впадин $H_{ср}$, мм
Гладкие	Гл	$>0,1 \leq 0,5$	$>0,02 \leq 0,25$
Мелкошероховатые	$M_{шер}$	$>0,5 \leq 3,0$	$>0,25 \leq 1,5$
Мелкошипованные	$M_{шип}$	-	$>1,5 \leq 2,5$
Среднешероховатые	$C_{шер}$	$>3,0 \leq 6,0$	$>1,0 \leq 3,0$
Среднешипованные	$C_{шип}$		$>3,0 \leq 5,0$
Крупношероховатые	$K_{шер}$	$>6,0 \leq 9,0$	$>2,0 \leq 4,5$
Крупношипованные	$K_{шип}$		$>4,5 \leq 7,0$

Примечание.

для I категории дороги- $C_{шер}$ или $K_{шер}$;

для II категории дороги - $C_{шер}$, $K_{шер}$, или $M_{шер}$;

для III категории дороги - $C_{шер}$, $K_{шер}$, $M_{шер}$ или $K_{шип}$, $C_{шип}$;

для IV и V категорий дорог- $K_{шер}$, $C_{шер}$, $K_{шип}$, $C_{шип}$, $M_{шер}$, $M_{шип}$.

Основные типы покрытий

Типы шероховатости	Основные типы покрытий
Нешероховатые (гладкие)	цементобетонные; асфальтобетонные из плотных смесей типа Д
Шероховатые	цементобетонные; асфальтобетонные из плотных смесей типов В, Г, Г _х
Средне шероховатые	- цементобетонные с искусственной шероховатостью; асфальтобетонные из плотных смесей типов А, Б, В, Г; покрытия из ЛЭМС; покрытия из ЩМА-10
Сильно шероховатые	- цементобетонные с шероховатым слоем; асфальтобетонные из крупнозернистых смесей типов А и Б; пористые и высокопористые слои; покрытия из ЩМА-15; поверхностные обработки; покрытия с втапливанием щебня
Чрезвычайно- (крупно-) шероховатые	цементобетонные с шероховатым слоем; покрытия из ЩМА-20; поверхностные обработки; покрытия с втапливанием щебня 20-25 мм

Приложение 5

Характеристика участков дороги по условиям движения

Условия движения	Характеристика участков дороги
Легкие	Участки прямые или на кривых радиусами 1000м и более, горизонтальные либо с продольными уклонами не более 30%, с элементами поперечного профиля, с укрепленными обочинами, без пересечений в одном уровне
Затрудненные	Участки на кривых в плане радиусами от 250 до 1000м, на спусках и подъемах с уклонами от 30 до 60%, участки в зонах сужений проезжей части (при реконструкции), а также участки дорог, отнесенные к легким условиям движения
Опасные	Участки видимостью менее расчетной, подъемы и спуски с уклонами, превышающими расчетные; зоны пересечений в одном уровне, а также участки, отнесенные к легким и затрудненным условиям.

Значения коэффициента сопротивления движению для дорожного покрытия

Дорожное покрытие	Коэффициент, f
Цемент и асфальтобетон в хорошем состоянии	0,014-0,018
Цемент и асфальтобетон в удовлетворительном состоянии	0,018-0,022
Щебенка, гравий с обработкой вяжущими материалами, в хорошем состоянии	0,020-0,025
Щебенка, гравий без обработки, с небольшими выбоинами	0,030-0,040
Брусчатка	0,020-0,025
Булыжник	0,035-0,045
Грунт плотный, ровный, сухой	0,030-0,060
Грунт неровный и грязный	0,050-0,100
Песок влажный	0,080-0,100
Песок сухой	0,150-0,300
Лед	0,018-0,020
Снежная дорога	0,025-0,030

Средние значения K_s по Боровскому Б.Е.

Тип ТС	Без нагрузки (с водителем)	С полной нагрузкой
Легковые и другие, сконструированные на их базе	1,2	1,2
Грузовые грузоподъемностью до 4,5 т и автобусы длиной до 7,5 м	1,4	1,8
Грузовые грузоподъемностью свыше 4,5 т и автобусы длиной более 7,5 т	1,6	2,0

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
"ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИИ И О.А. ЗАХАРЬЕВА**

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА ООО «ФУТУРУМ»

Реестр №004011
Выдан 10.04.2013 г.
Действителен до 10.04.2013 г.

СЕРТИФИКАТ
о калибровке средств измерения

№ 11570 Дата выдачи 05.04.2013

Средство измерений: Прибор для измерения коэффициента
сжатия лоразольного поршня

Тип: ПНК - МАЛН

Заказчик №: 910400

Исполнитель: ООО «ФУТУРУМ»

Принципиальная: ООО «П «РЕГЕОН»

ОТКАЛИБРОВАНО

Данное изделие метрологические характеристики в соответствии с требованиями
калибровки признаны на обороте.

Отметка калибровочного ярлыка

Калибровщик: А.Н. Губовиченко

Следующую калибровку (оборуду) рекомендуется проводить не
позднее: 05.04.2013



РЕЗУЛЬТАТЫ КАЛИБРОВКИ

Условия проведения калибровки:
- температура воздуха (20±5)°С
- влажность (60±1)1%

Средство измерений, используемое при калибровке поверены
ФБУ «Цент Салит-Петербург»

Основные метрологические характеристики

№ вел.	Масса поверочного груза, кг	Номинальное значение коэффициента сжатия в предельной погрешности	Фактическое значение коэффициента сжатия в
1	5,0	0,44 ± 0,02	не превышает
2			не превышает
3			не превышает
1	6,0	0,36 ± 0,02	не превышает
2			не превышает
3			не превышает
1	7,0	0,27 ± 0,02	не превышает
2			не превышает
3			не превышает
1	8,0	0,17 ± 0,02	не превышает
2			не превышает
3			не превышает
1	9,0	0,05 ± 0,02	не превышает
2			не превышает
3			не превышает

Масса рабочего груза	Номинальное значение, кг	Фактическое значение, кг
	9,0 ± 0,05	9,03

Приложение 9

Методика определения и назначения шероховатости по условиям удаления воды из зоны контакта шин с покрытием (для европейской территории Российской Федерации)

Назначение макрошероховатости дорожных поверхностей по условиям удаления воды из зоны контакта шины с покрытием производится в следующей последовательности.

По графику на рисунке 1 для измеренной или назначаемой (проектной) средней глубины впадин макрошероховатости дорожной поверхности ($R_{аср}$) определяется коэффициент гидравлической шероховатости (n). n - коэффициент гидравлической шероховатости; $R_{аср}$ - средняя глубина впадин макрошероховатости, мм

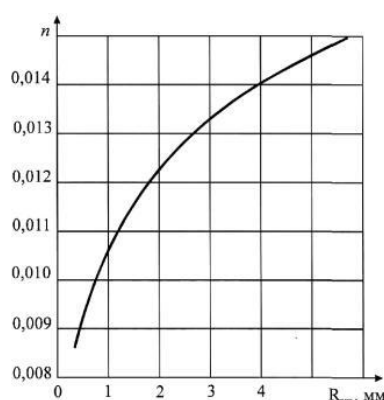


Рисунок 1 - График определения коэффициента гидравлической шероховатости

2. Для местности соответствующей расположению автомобильной дороги по таблице 1 определяется зона относительной аварийности на мокрых покрытиях.
- 3 В зависимости от зоны относительной аварийности на мокрых покрытиях по таблице 1 определяется вероятность появления расчетного дождя (N).

Таблица 1

Определение вероятности появления расчетного дождя

Примерные географические границы	Зона относительной аварийности	Вероятность появления расчетного дождя (N)
Севернее линии, соединяющей Витебск-Вышний Волочек-Череповец	I	4,00
От границы I зоны до линии, соединяющей Киев-Курск-Воронеж-Кузнецк	II	2,84
От границы II зоны до границы III зоны	III	1,75
Южнее границы III зоны	IV	0,70
Район Северного Кавказа и Кавказское побережье в пределах России	V	
Ростовская обл. (южнее г. Ростов-на-Дону) и Краснодарский край (включая Черноморское побережье)	V-1	2,10
Южная часть Ставропольского края (южнее линии Изобильный-Светлоград)	V-2	2,70
Республики Дагестан, Ингушетия и Чечня	V-3	0,80

- 4 По формуле (1) или по номограммам на рисунке 2 подсчитывается интенсивность расчетного дождя:

$$\alpha = \frac{A + B \times \lg N}{8,09}, \quad (1)$$

где α - интенсивность расчетного дождя, мм/мин;

A - климатические параметры района проложения дороги (определяются по картограмме на рисунке 3);

B - климатические параметры района проложения дороги (определяются по картограмме на рисунке 4);

N - вероятность появления расчетного дождя (определяется по таблице 1).

5 По формуле (2) с учетом коэффициентов приведения размерности, определяется толщина водной пленки на покрытии

$$h = \left(\frac{a \times L \times n}{30 \times \sqrt{i}} \right)^{0,6} \quad (2)$$

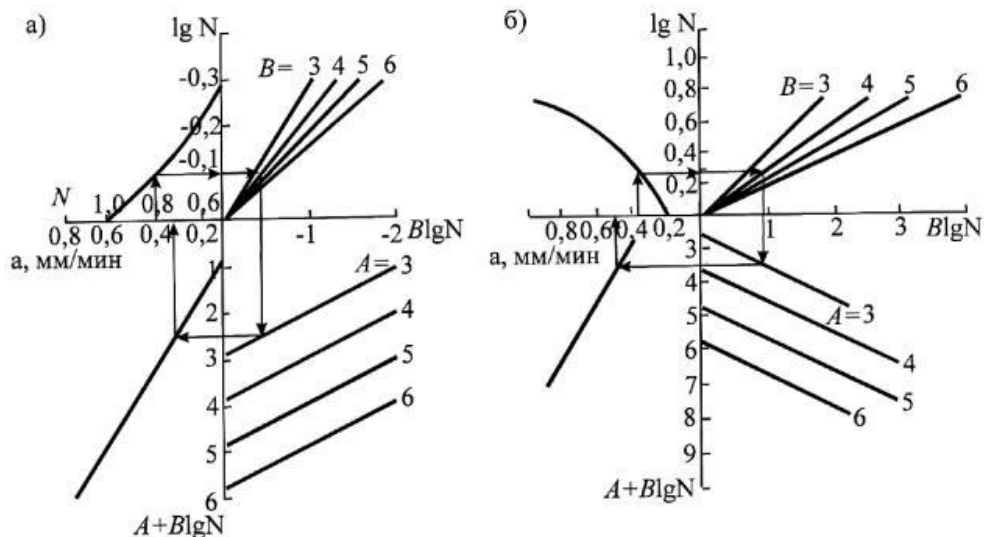
где h - толщина водной пленки на покрытии, мм;

a - интенсивность расчетного дождя, мм/мин;

n - коэффициент гидравлической шероховатости поверхности покрытия (определяется по графику на рисунке 1);

i - уклон стекания воды по покрытию;

L - длина участка стока воды по покрытию, мм, определяется по формуле (3).



а) - при $N < 1$;

б) - при $N > 1$

Рисунок 2 - Номограммы для определения интенсивности расчетного дождя

$$L = B_1 \times \sqrt{\left(1 + \frac{i_{\text{прод.}}}{i_{\text{поп.}}} \right)^2} \quad (3)$$

где B_1 - ширина проезжей части в одном направлении движения;

$i_{\text{прод.}}$ - продольный уклон проезжей части;

$i_{\text{поп.}}$ - поперечный уклоны проезжей части.

6 По формуле (4) определяется толщина активного слоя жидкости, оказывающего гидродинамическое подъемное действие на автомобильную шину.

$$h_{\text{акт}} = h - R_{\text{асф.}} + 2 \quad (4)$$

где $h_{акт.}$ - толщина активного слоя жидкости, м/см;
 h - толщина водной пленки на покрытии, мм, определенная по формуле (2);
 $R_{аср.}$ - средняя глубина впадин макрошероховатости, мм (определенная или назначаемая), мм.
 При $R_{аср.}$ не больше 2 мм $h_{акт.} = h$.

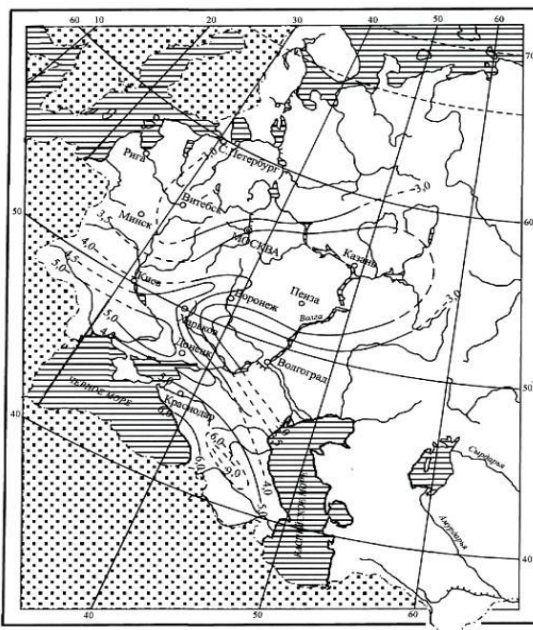


Рисунок 3 - Картограмма параметров А (а)

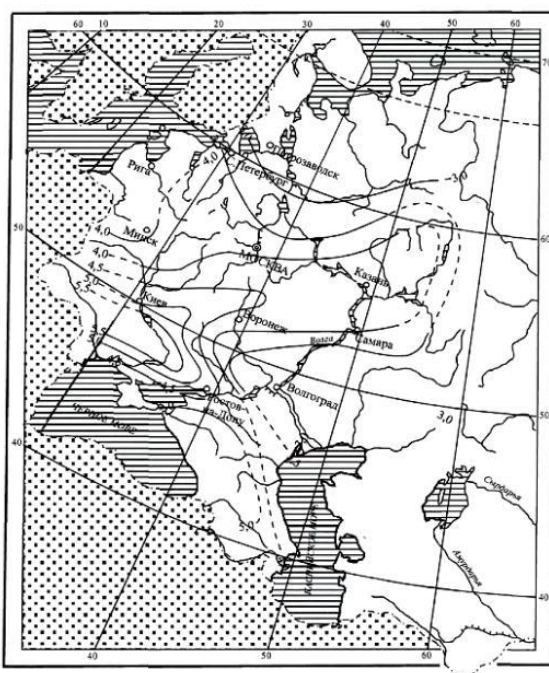


Рисунок 4 - Картограмма параметров В (б)

Скорость начала скольжения автомобильных шин определяется по формуле 5.

$$v_{ск} = \sqrt{\frac{G_k}{K \times \rho \times h_{акт.} \times b}} \quad (5)$$

где $v_{ск.}$ - скорость начала скольжения автомобильных шин;
 G_k - вертикальная нагрузка на колесо (с учетом его массы), Н;

ρ - плотность жидкости, находящейся на покрытии (для воды - 102, слякоти - 80), кг·см²/м⁴;
 $h_{акт.}$ - толщина активного слоя жидкости, м/см;
 b - ширина беговой дорожки шины, м;
 K - промежуточный коэффициент, определяется по графику на рисунке 5 в зависимости от показателя ψ , вычисляемого по формуле:

$$\psi = \frac{v_{ск} \times h_{акт.}}{b}, \quad (6)$$

где ψ - промежуточный показатель;
 $v_{ск}$ - скорость начала скольжения шин;
 $h_{акт.}$ - толщина активного слоя жидкости, м/см;
 b - ширина беговой дорожки шины, м.
 K и ψ - промежуточные расчетные коэффициенты и показатели.

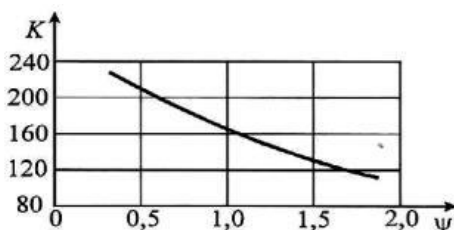


Рисунок 5 - График для определения коэффициента K

Уравнение скорости начала скольжения решается подбором:

- задается скорость (отличие от расчетной не более чем на $\pm 5\%$);
- определяется показатель ψ ;
- определяется коэффициент K ;
- подсчитывается по формуле (5) скорость начала скольжения.

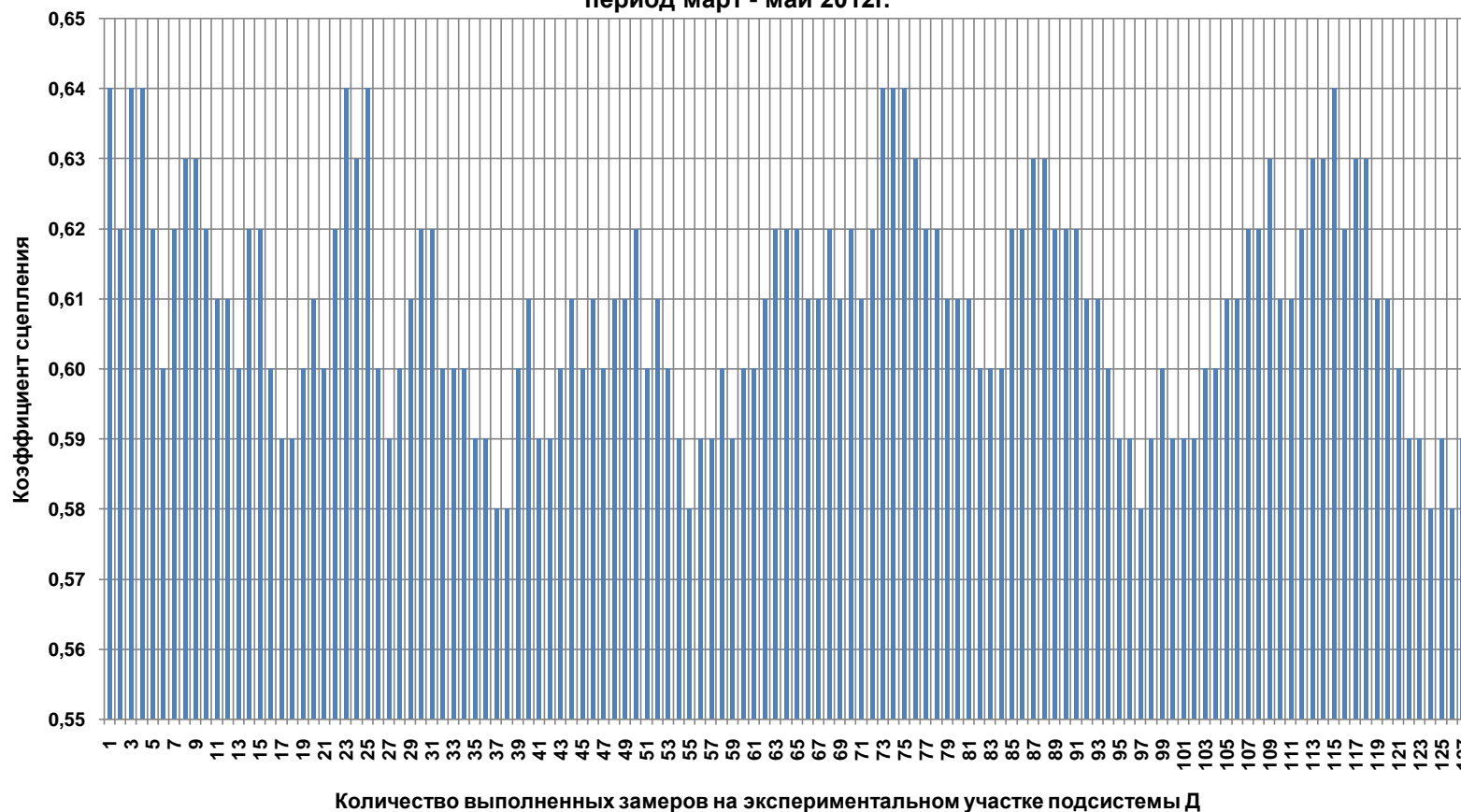
8 Измеренная или проектная минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности должна удовлетворять условию

$$v_{ск} \geq v_{85\%}, \quad (7)$$

где $v_{ск}$ - скорость начала скольжения шин, км/час;
 $v_{85\%}$ - скорость движения автомобилей 85 %-ной обеспеченности на мокрых шероховатых покрытиях (определяется по данным натуральных наблюдений, для проектируемых дорог I категории - 90 км/час, II категории - 85 км/час).

Если условие (7) выполняется (не выполняется), то определенная или проектная минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности соответствует (не соответствует) требованиям удаления воды из зоны контакта шины с покрытием. При проектировании минимально допустимой макрошероховатости дорожной поверхности в случае несоблюдения условия (7) назначают большую величину и расчет повторяют до тех пор, пока ($v_{ск}$) не станет равной скорости движения автомобилей 85 %-ной обеспеченности (допускается превышение этой скорости не более чем на 5-10 %). В случае если соотношение (7) не выполняется при макрошероховатости до 2,5-3 мм, необходимо ограничить скорость движения при мокром покрытии на рассматриваемом участке дороги.

Исследование коэффициента сцепления на сухом покрытии на участке подсистемы Д - Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период март - май 2012г.



Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на сухом покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с марта по май 2012г.

Исследование коэффициента сцепления на сухом покрытии на участке подсистемы Д - Дунайский проспект от Пулкоского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период июнь - август 2012г.

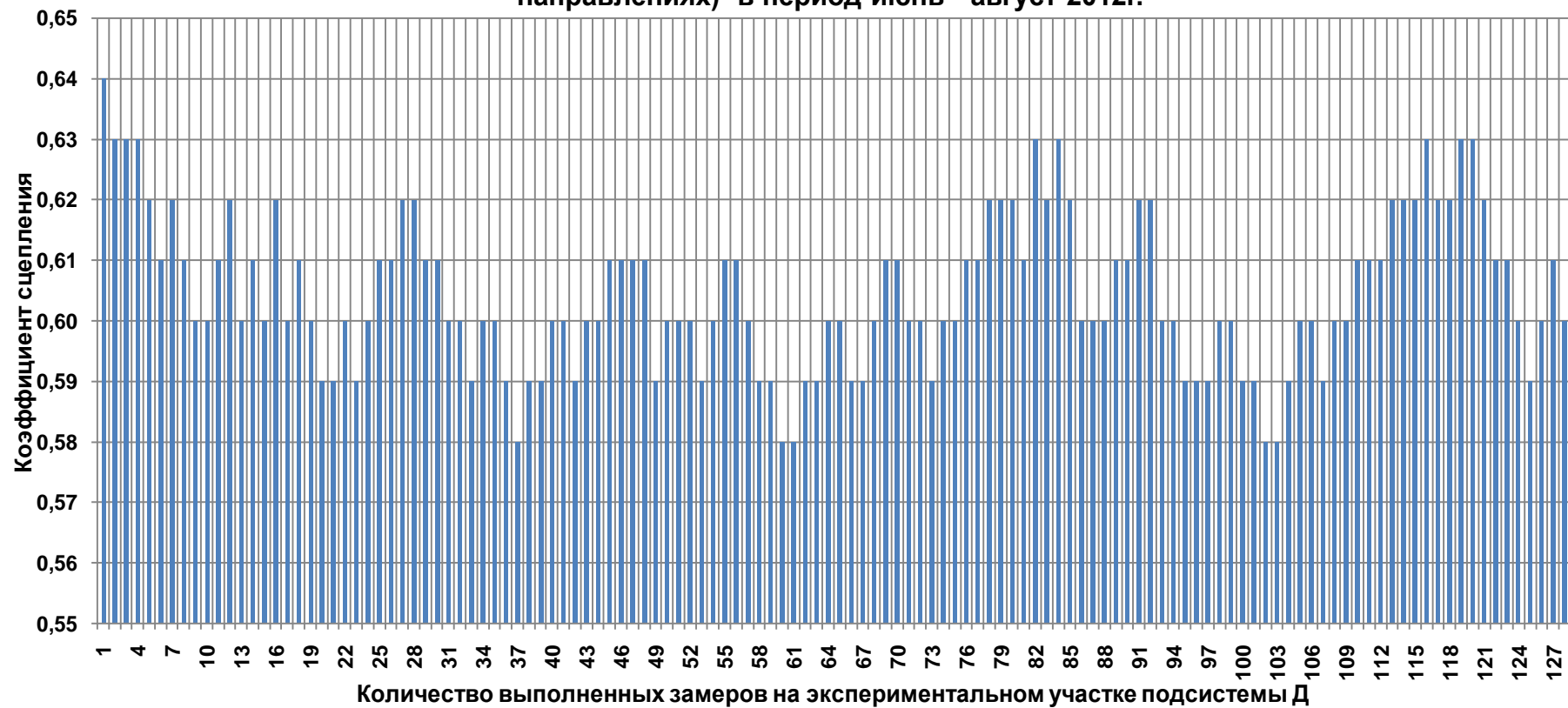
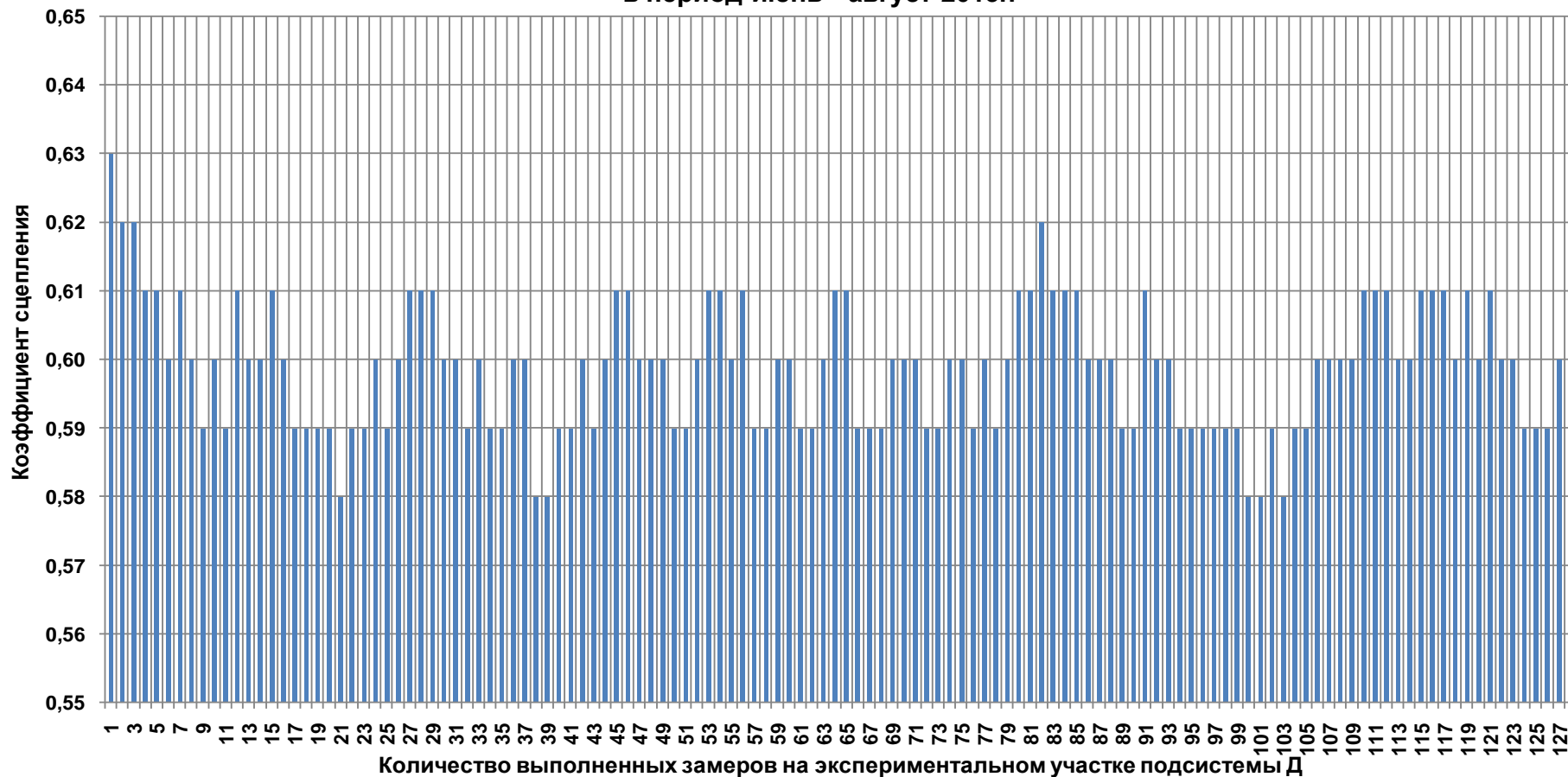


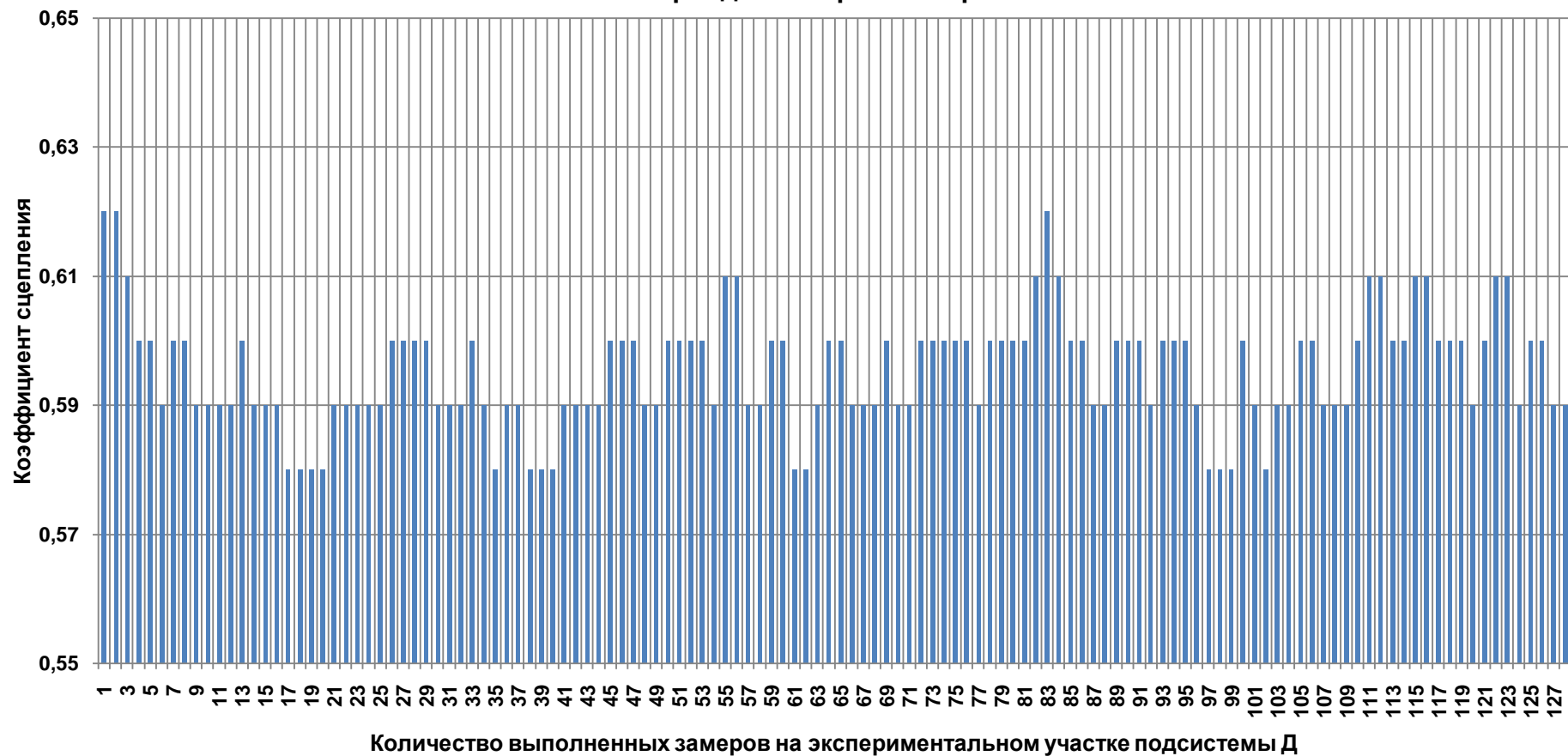
Рисунок 3.24 – Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на сухом покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с июня по август 2012г.

Исследование коэффициента сцепления на сухом покрытии на участке подсистемы Д - Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период июнь - август 2013г.



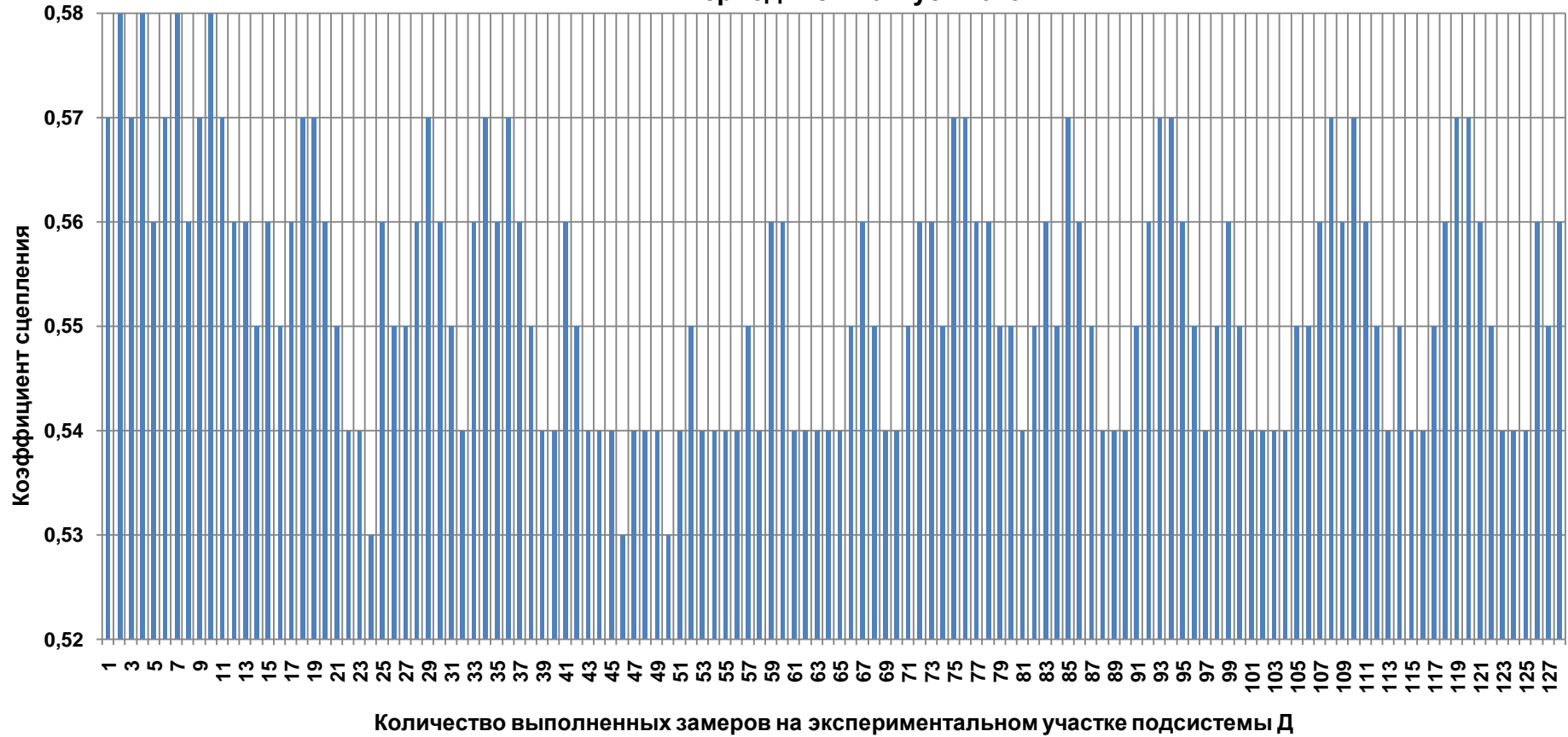
Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на сухом покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с июня по август 2013г.

Исследование коэффициента сцепления на сухом покрытии на участке подсистемы Д - Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период сентябрь - ноябрь 2013г.



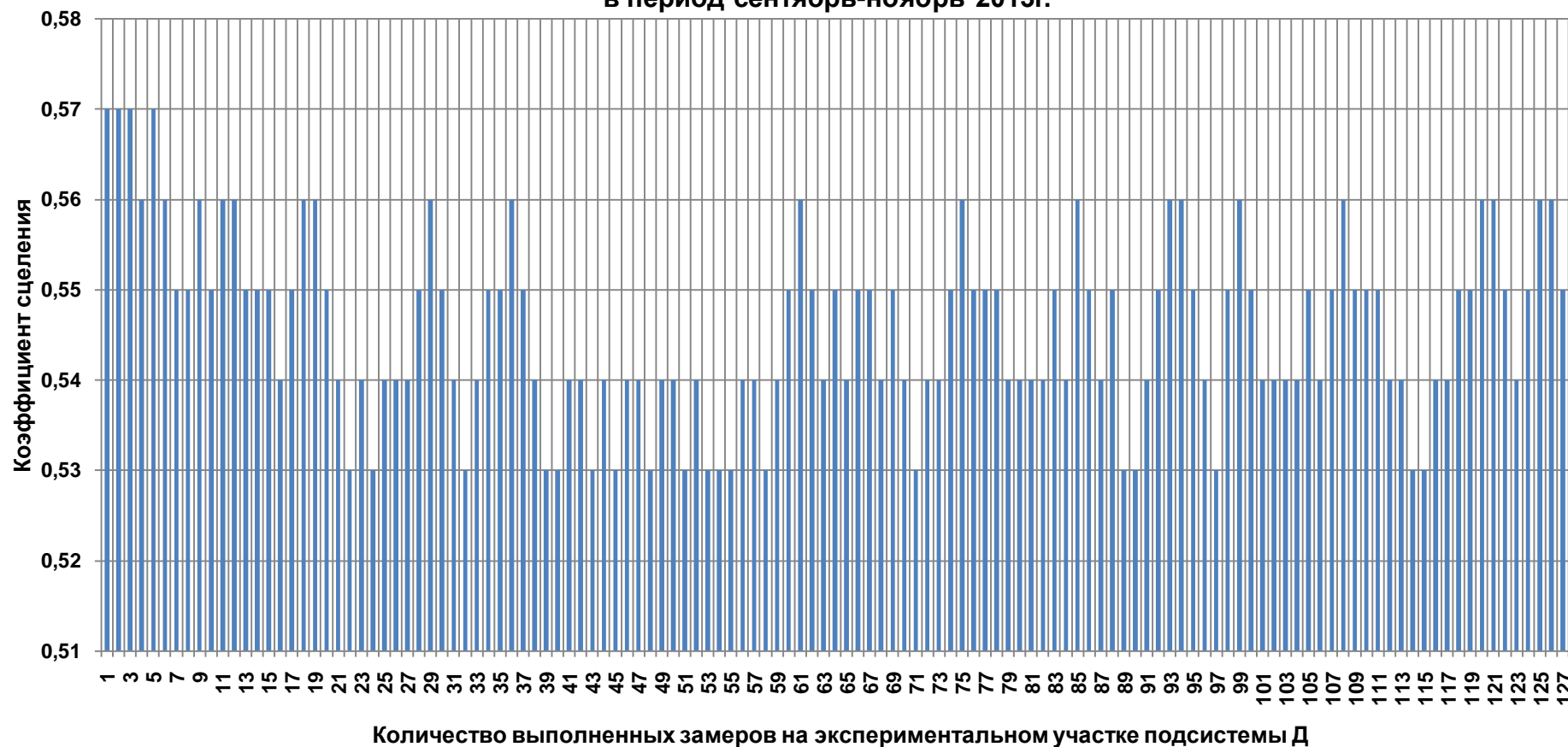
Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на сухом покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с сентября по ноябрь 2013г.

Исследование коэффициента сцепления на влажном покрытии на участке подсистемы Д - Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период июнь-август 2013г.



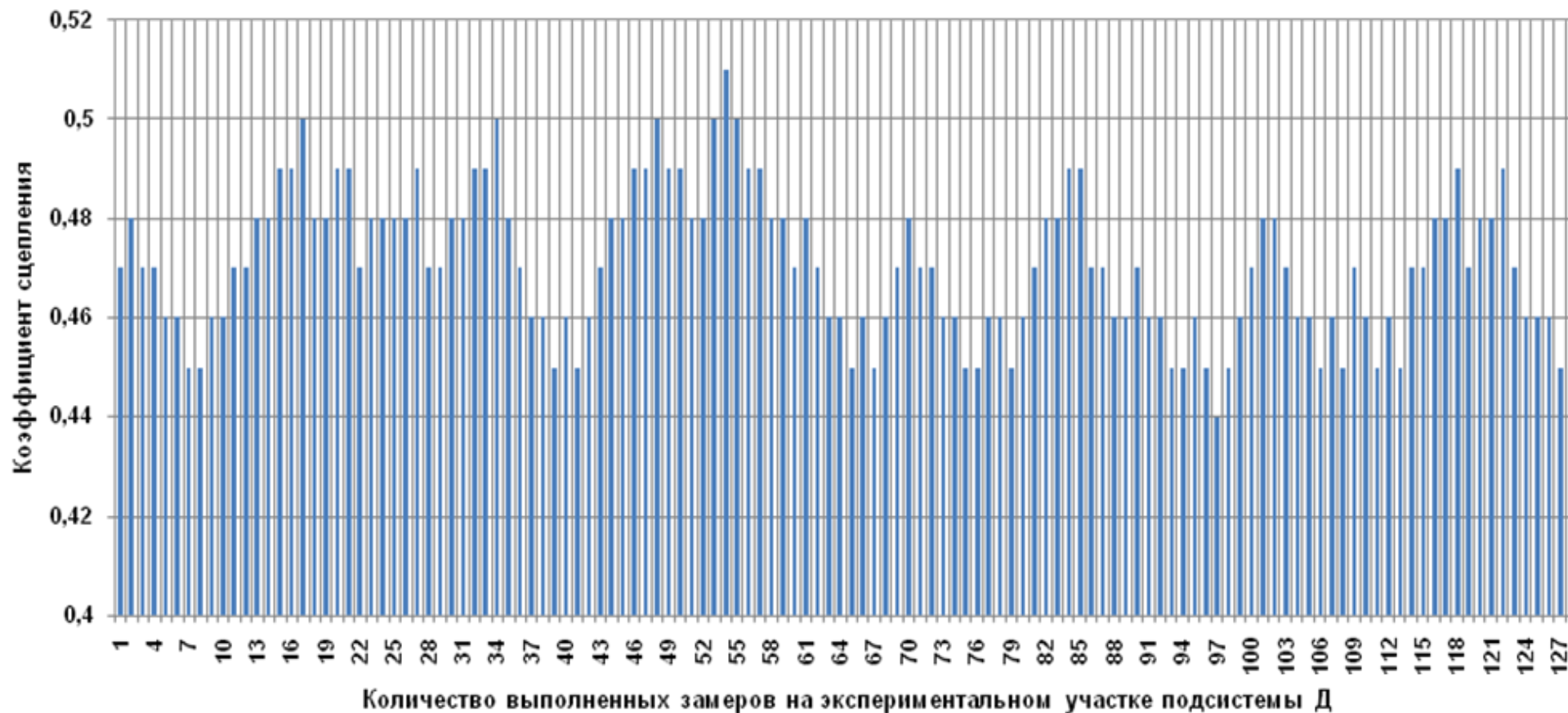
Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на влажном покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с июня по август 2013г.

Исследование коэффициента сцепления на влажном покрытии на участке подсистемы Д - Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период сентябрь-ноябрь 2013г.



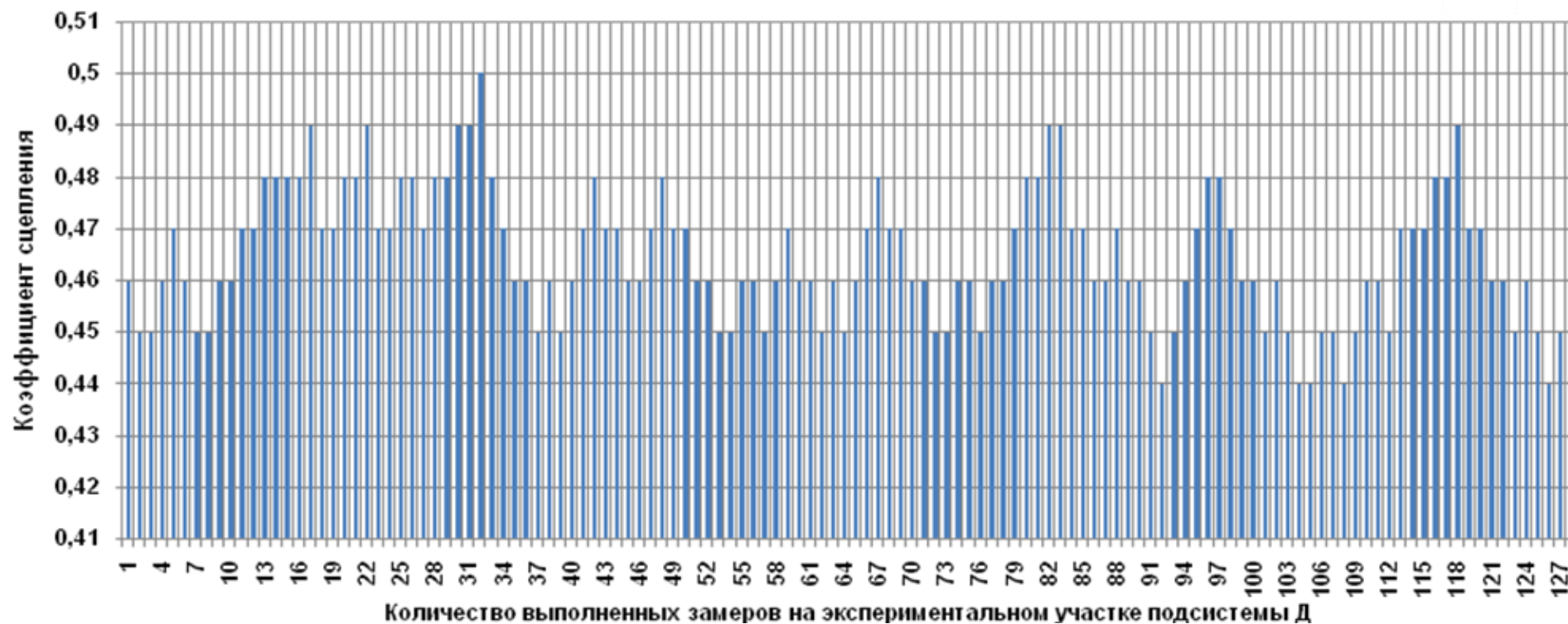
Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на влажном покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с июня по август 2013г.

Исследование коэффициента сцепления на мокром покрытии на участке подсистемы Д - Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период июнь - август 2013г.



Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на мокром покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с июня по август 2013г.

Исследование коэффициента сцепления на мокром покрытии на участке подсистемы Д - Дунайский проспект от Пулковского шоссе до Московского шоссе (в обоих направлениях) в период сентябрь-ноябрь 2013г.



Результаты проведенного исследования коэффициента сцепления на мокром покрытии на экспериментальном участке подсистемы Д в период с сентября по ноябрь 2013г

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

№ замера	Период проведения исследования (без осадков, температура от +4 до +13°C)			Результат эксперимента (полученные значения коэффициента сцепления)	Нормативное значение коэффициента сцепления по (ОДМ, Росавтодор, 2002г.)* Значение=0,70	Нормативное значение коэффициента сцепления по (ОДМ, Росавтодор, 2002г.)* Значение=0,75	Ксдп (с учетом значения=0,70)	Ксдп (с учетом значения=0,75)	Средняя квадратичная погрешность, S	Погрешность измерений по методу Корнфельда (дельта)x
	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	0,70	0,75	0,914	0,853		
3	0,64			0,64	0,70	0,75	0,914	0,853		
4	0,64			0,64	0,70	0,75	0,914	0,853		
5	0,62			0,62	0,70	0,75	0,886	0,827		
6	0,60			0,6	0,70	0,75	0,857	0,800		
7	0,62			0,62	0,70	0,75	0,886	0,827		
8	0,64			0,64	0,70	0,75	0,914	0,853		
9	0,63			0,63	0,70	0,75	0,900	0,840		
10	0,64			0,64	0,70	0,75	0,914	0,853		
11	0,61			0,61	0,70	0,75	0,871	0,813		
12	0,61			0,61	0,70	0,75	0,871	0,813		
13	0,60			0,6	0,70	0,75	0,857	0,800		
14	0,62			0,62	0,70	0,75	0,886	0,827		
15	0,62			0,62	0,70	0,75	0,886	0,827		
16	0,60			0,6	0,70	0,75	0,857	0,800		
17	0,59			0,59	0,70	0,75	0,843	0,787		
18	0,59			0,59	0,70	0,75	0,843	0,787		

19	0,60		0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
20	0,61		0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
21	0,60		0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
22	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
23	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
24	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
25	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
26	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
27	0,59		0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
28	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
29	0,61		0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
30	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
31	0,62		0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
32	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
33	0,60		0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
34	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
35	0,59		0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
36	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
37	0,58		0,58	0,70	0,75	0,829	0,773
38	0,58		0,58	0,70	0,75	0,829	0,773
39	0,60		0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
40	0,64		0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
41	0,59		0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
42	0,59		0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
43		0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
44		0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
45		0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800

46	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
47	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
48	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
49	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
50	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
51	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
52	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
53	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
54	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
55	0,58	0,58	0,70	0,75	0,829	0,773
56	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
57	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
58	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
59	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
60	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
61	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
62	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
63	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
64	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
65	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
66	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
67	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
68	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
69	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
70	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
71	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
72	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827

73	0,64	0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
74	0,64	0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
75	0,64	0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
76	0,64	0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
77	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
78	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
79	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
80	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
81	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
82	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
83	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
84	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
85	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
86	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
87	0,63	0,63	0,70	0,75	0,900	0,840
88	0,63	0,63	0,70	0,75	0,900	0,840
89	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
90	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
91	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
92	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
93	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
94	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
95	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
96	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
97	0,58	0,58	0,70	0,75	0,829	0,773
98	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
99	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800

100	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
101	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
102	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
103	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
104	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
105	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
106	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
107	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
108	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
109	0,63	0,63	0,70	0,75	0,900	0,840
110	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
111	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
112	0,62	0,62	0,70	0,75	0,886	0,827
113	0,63	0,63	0,70	0,75	0,900	0,840
114	0,63	0,63	0,70	0,75	0,900	0,840
115	0,64	0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
116	0,64	0,64	0,70	0,75	0,914	0,853
117	0,63	0,63	0,70	0,75	0,900	0,840
118	0,63	0,63	0,70	0,75	0,900	0,840
119	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
120	0,61	0,61	0,70	0,75	0,871	0,813
121	0,60	0,6	0,70	0,75	0,857	0,800
122	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
123	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
124	0,58	0,58	0,70	0,75	0,829	0,773
125	0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
126	0,58	0,58	0,70	0,75	0,829	0,773

127		0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
128		0,59	0,59	0,70	0,75	0,843	0,787
					Сумма	111,886	104,427
					Среднее значение	0,874	0,816



**ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
“ЭКОТРАНС- ДОРСЕРВИС”**

191024, г. Санкт-Петербург, ул. Миргородская, д.24/28
тел.: (812) 717-28-52, 717-46-70, факс: (812) 327-16-63
ИНН 7806055819, КПП 780601001

АКТ

о применении

результатов диссертационного исследования

Куракиной Елены Владимировны

Результаты диссертационной работы Куракиной Е.В. аспирантки СПбГАСУ на тему «Научно-методическое обеспечение автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды» используются в практической деятельности ЗАО «Экотранс-Дорсервис» при реконструкции и ремонте автомобильных дорог и городских улиц, в частности для оценки состояния безопасности и качества дорожной среды.

Генеральный директор
ЗАО «Экотранс-Дорсервис»,
к.т.н.



Медрес Е.П.

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
(СПбГАСУ)**

2-я Красноармейская ул., 4, Санкт-Петербург, 190005. Тел: (812) 400-06-67. Факс: (812) 316-58-73. E-mail: rector@spbgasu.ru
ИНН 7809011621 / КПП 783901001, ОКПО 02068580, ОКВЭД 80 30.1

№ _____

№ _____ от _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Луговская И.Р.
« _____ » _____ 2014г.

**Справка о внедрении
результатов диссертационного исследования
Куракиной Елены Владимировны
в образовательную деятельность СПбГАСУ, ЦИК ИБДД и
в экспертную деятельность Института безопасности дорожного движения (ИБДД)**

Настоящим подтверждаем, что предлагаемое аспирантом СПбГАСУ Куракиной Е.В. «Научно-методическое обеспечение автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды» принято в образовательную деятельность СПбГАСУ при подготовке студентов направления 23.03.01 - Технология транспортных процессов, профиль подготовки: «Организация и безопасность движения», в ЦИК ИБДД при профессиональной переподготовке специалистов по программам «Эксперт-техник по независимой технической экспертизе транспортных средств», «Судебная инженерно-техническая экспертиза (по специализации – судебная автотехническая экспертиза)», а также в практическую экспертную деятельность отдела технологий экспертизы ДТП ИБДД. Внедрение данного научно-методического обеспечения повысит качество подготовки специалистов и объективность выводов экспертных исследований при реконструкции ДТП.

Зам.декана АДФ
к.т.н., доцент

Грушецкий С.М.

ООО "АЮЦ" "Светланин дом"

197183 г. Санкт-Петербург, ул. Сестрорецкая, д. 8, тел. 430-81-36
ИНН 7814091754, р/с 40702810403000414563, БИК 044030723 Ф-л "Северная столица"
ЗАО "Райффайзенбанк", г. Санкт-Петербург

Акт об использовании результатов диссертационной работы аспиранта СПбГАСУ Куракиной Е.В.

Результаты диссертационной работы Куракиной Елены Владимировны на тему «Научно-методическое обеспечение автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды» используются при подготовке водителей с целью формирования безопасного поведения на автомобильных дорогах, в т.ч. на аварийно-опасных участках, поворотах, участках с ограниченной видимостью и обзорностью. Применение на практике полученных знаний способствуют повышению дисциплины участников дорожного движения и безопасной работы системы ВАДС.

Генеральный директор
ООО «АЮЦ» «Светланин дом»



Петрова С.А.

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ЭКСПЕРТНО-ПРАВОВОЙ ЦЕНТР «КУАТТРО»**

190068, г. Санкт-Петербург, Лермонтовский пр., 7а, офис 117 тел/факс (812) 714-07-40, тел. 939-31-47, ИНН 7838423656,
КПП 783801001, р/счет 40702810103030000017 в ООО «БАНК ФИНИНВЕСТ», кор/счет 30101810340300000924
ГРКЦ ГУ ЦБ РФ по Санкт-Петербургу, БИК 044030924
E-mail: gronik@mail.ru

**Акт
об использовании результатов
диссертационной работы аспиранта СПбГАСУ
Куракиной Елены Владимировны**

Настоящий акт подтверждает, что результаты диссертационной работы на тему «Научно-методическое обеспечение автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды» использованы в экспертной практике экспертно-правового центра «КУАТТРО».

Данное научно-методическое обеспечение позволяет учитывать фактические значения параметров подсистемы «автомобиль-дорога», которые ранее заимствовались из нормативных и рекомендуемых табличных значений или вообще не учитывались при выполнении экспертного исследования, в частности коэффициент эффективности торможения транспортных средств, коэффициент сцепления автомобильных шин с дорогой, шероховатость покрытия, гидравлическая шероховатость, колейность на дорожном покрытии.

Использование разработанного научно-методического обеспечения повысит достоверность результатов автотехнических экспертных исследований с учетом технического состояния автомобиля и дорожной среды.

Генеральный директор
ЭПЦ «КУАТТРО», к.т.н.



Гройсер Н.С.

СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- АТЭ – автотехническая экспертиза
- БДД – безопасность дорожного движения
- ВАДС - система Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда
- ВНИСЭ – Всесоюзный научно-исследовательский институт судебной экспертизы
- ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
- ДКЗ - дорожно-климатическая зона
- ДТП – дорожно-транспортное происшествие
- ДТС – дорожно-транспортная ситуация
- ДТТ – дорожно-транспортный травматизм
- ИБДД СПбГАСУ – Институт безопасности дорожного движения Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета
- КАД – кольцевая автомобильная дорога
- МАДИ – Московский автомобильно-дорожный институт
- ОДН – отраслевые дорожные нормы
- ПДД – правила дорожного движения
- ПКРС – прибор контроля ровности и сцепления
- ППК – портативный прибор Кузнецова Ю.В.
- ТС – транспортное средство
- ТСОДД – технические средства организации дорожного движения
- ТХК - толчкомер
- ТЭП – технико-эксплуатационные показатели
- ФЦСЭМЮ – Федеральный центр судебной экспертизы Министерства юстиции
- ЩМА – щебеночно-мастичный авсфальтобетон,
- НПД – нормативно-правовые документы,
- РЗ – рекомендуемые значения