

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

И.Е. Ильина, Р.Ю. Пучков

ДОРОЖНАЯ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

ДОРОЖНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Рекомендовано Редсоветом университета в качестве учебного пособия
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
23.04.01 «Технология транспортных процессов»

Пенза 2015

УДК 625.7/8001.5(076)5

ББК 39.311

И46

Рецензенты: эксперт АНО «Лаборатория судебной экспертизы» Е.А. Нелюцкова;
кандидат технических наук, доцент
кафедры «Эксплуатация автомобиль-
ного транспорта» ФГБОУ ВПО ПГУАС
В.В. Лянденбургский

Ильина И.Е.

И46 Дорожная и психофизиологическая экспертиза дорожно-транспортных происшествий. Дорожная экспертиза: учеб. пособие / И.Е. Ильина, Р.Ю. Пучков. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 152 с.

Представлены основные методы оценки дорожных условий. Описаны методы и средства измерения состояния покрытия (геометрических параметров дороги, ровности покрытия, определение коэффициента сцепления колес с дорогой, прогнозирование момента образования гололеда на покрытии), метеорологических условий, влияющих на режим и безопасность движения (качественных и количественных характеристик осадков, дальности видимости, ветрового воздействия на автомобиль). Рассмотрены примеры проведения дорожной экспертизы. Пособие содержит материалы, предназначенные для фонда оценочных средств.

Подготовлено на кафедре «Организация и безопасность движения» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.04.01 «Технология транспортных процессов», при изучении дисциплины «Дорожная и психофизиологическая экспертиза дорожно-транспортных происшествий».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2015
© Ильина И.Е., Пучков Р.Ю., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Экспертиза дорожно-транспортных происшествий предназначена для исследования причин, установления факторов, обуславливающих возникновение и развития аварий. Экспертиза подразумевает проведение комплекса экспертных работ, которые включают в себя исследования и анализ полученных результатов. Цель любой экспертной деятельности – целенаправленное определение соответствия объектов экспертизы заявленным требованиям и выявление нарушений и недостатков.

Весь процесс экспертизы можно разделить на несколько этапов: подготовка к проведению экспертизы, анализ проблемы, инструментальное детальное обследование.

Экспертные работы часто проводятся на месте ДТП. В этом случае специалисты проводят многоплановую работу, включающую в себя обследование дорожного покрытия на предмет соответствия техническим и эксплуатационным нормам, определение зависимости состояния дороги от климатических условий на момент происшествия, изучение разметки, расстановки дорожных знаков и выявление нарушений, а также состояние водителя.

Дорожная обстановка может измениться под влиянием внешних факторов, и своевременно проведенная экспертиза позволяет определить виновника ДТП и исключить ошибки в расследовании ситуации. Экспертное заключение с места происшествия прилагается в комплекте документов по факту ДТП.

Одной из областей профессиональной деятельности студента направления 23.04.01 является организация системы взаимоотношений по обеспечению безопасности и организации движения для функционирования транспортного комплекса.

Согласно федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования направления подготовки 23.04.01 «Технология транспортных процессов» при изучении дисциплины «Дорожная и психофизиологическая экспертиза дорожно-транспортных происшествий» у студентов должны быть сформированы следующие профессиональные и общекультурные компетенции:

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);
- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2);
- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями ООП магистратуры) (ОК-8);

- способность к оценке затрат и результатов деятельности организации (ПК-1);
- способность организовывать работу людей ради достижения поставленных целей (ПК-3);
- знание и готовность к использованию инновационных идей (ПК-4);
- знание состояния и направлений использования достижений науки и практики в профессиональной деятельности (ПК-11);
- способность использовать передовой отраслевой, межотраслевой и зарубежный опыт (ПК-31).

Студент должен уметь разрабатывать проекты технических условий и требований, стандартов и технических описаний, нормативной документации для объектов профессиональной деятельности; разрабатывать варианты решения проблем, проводить анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений.

Кроме того, он должен владеть навыками экспериментально-исследовательской деятельности: проводить анализ состояния объектов профессиональной деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований; разрабатывать планы, методики проведения исследований профессиональной деятельности;

Для решения этих задач в учебном пособии подробно представлена информация, необходимая для определения состояния покрытия и параметров дороги. Приведены расчетные зависимости для определения радиуса кривых, сцепных свойств покрытия, ровности и шероховатости. Представлена информация о влиянии метеорологических условий на безопасность движения. Предложены приборы для определения качественных и количественных характеристик осадков, образования гололеда, определения дальности видимости, ветрового воздействия.

Учебное пособие позволит решать профессиональные задачи в соответствии с профильной направленностью в следующих видах деятельности: расчетно-проектной, производственно-технологической, экспериментально-исследовательской, организационно-управленческой.

Пособие предназначено для студентов (направление подготовки 23.04.01 «Технология транспортных процессов»), изучающих дисциплину «Дорожная и психофизиологическая экспертиза дорожно-транспортных происшествий».

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность дорожного движения является одной из важных социально-экономических и демографических задач Российской Федерации (РФ). Аварийность на автомобильном транспорте наносит огромный материальный и моральный ущерб как обществу в целом, так и отдельным гражданам. Дорожно-транспортный травматизм приводит к исключению из сферы производства людей трудоспособного возраста.

Ежегодно в Российской Федерации в результате дорожно-транспортных происшествий погибают или получают ранения свыше 275 тыс. человек. На дорогах за последние 9 лет погибли 9852 ребенка в возрасте до 16 лет, травмированы 209223 ребенка.

Обеспечение безопасности дорожного движения является составной частью задач обеспечения личной безопасности, решения демографических, социальных и экономических проблем, повышения качества жизни.

В ряде стратегических и программных документов вопросы обеспечения безопасности дорожного движения определены в качестве приоритетов социально-экономического развития Российской Федерации.

Одним из инструментов достижения целей демографической политики Российской Федерации согласно плану мероприятий по реализации в 2011–2015 годах Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденному распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 марта 2011 г. N 367-р, должна стать федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах».

В федеральную целевую программу «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)», утвержденную постановлением Правительства Российской Федерации от 5 декабря 2001 г. N 848, входит подпрограмма «Автомобильные дороги», целевые индикаторы которой отражают деятельность, направленную на увеличение протяженности автомобильных дорог общего пользования федерального значения, соответствующих нормативным требованиям. Ожидаемые результаты реализации подпрограммы «Автомобильные дороги» предполагаются в виде снижения ограничения пропускной способности автомобильных дорог федерального значения, строительства и реконструкции таких дорог, включая строительство платных автомобильных и скоростных дорог в составе международных транспортных коридоров.

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года одной из заявленных целей государственной политики в сфере развития транспорта является создание условий для повышения конкурентоспособности экономики и качества

жизни населения, включая повышение комплексной безопасности и устойчивости транспортной системы.

Цели повышения уровня безопасности транспортной системы, снижения тяжести последствий ДТП, числа пострадавших и погибших в них обозначены в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 г. N 1734-р. Задачи указанной Стратегии предлагают стратегические ориентиры в решении проблем безопасности всей транспортной системы России, в то время как Программа направлена на решение на тактическом уровне одной из задач указанной Стратегии – повышение безопасности дорожного движения.

Таким образом, задачи сохранения жизни и здоровья участников дорожного движения (за счет повышения дисциплины на дорогах, качества дорожной инфраструктуры, организации дорожного движения, повышения качества и оперативности медицинской помощи пострадавшим и др.) и, как следствие, сокращения демографического и социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий и их последствий согласуются с приоритетными задачами социально-экономического развития Российской Федерации в долгосрочной и среднесрочной перспективе и направлены на обеспечение снижения темпов убыли населения Российской Федерации, создания условий для роста его численности.

1. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ ПРОВЕДЕНИЯ ДОРОЖНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Дорожные условия являются важнейшей составной частью условий движения и определяющими в формировании режимов движения, его удобства и безопасности.

Согласно официальной статистике в 2013 году на территории России было зарегистрировано 204068 дорожно-транспортных происшествий из которых 53080 (26,1 %) составляют ДТП, произошедшие из-за неудовлетворительных дорожных условий. По сравнению с 2012 годом число таких аварий выросло на 26 %. Жертвами автокатастроф по причине дорожных условий в 2013 году стали 7392 человека (+6,4 %). Увечья в результате таких аварий получили 67391 человек (+23,7,5 %).

Количество таких ДТП увеличивается с каждым годом. Если в 2007 году происшествия произошедшие из-за неудовлетворительных дорожных условий составляли 6 %, то в 2010 году – 21 %, а в 2013 уже 26,1 %.

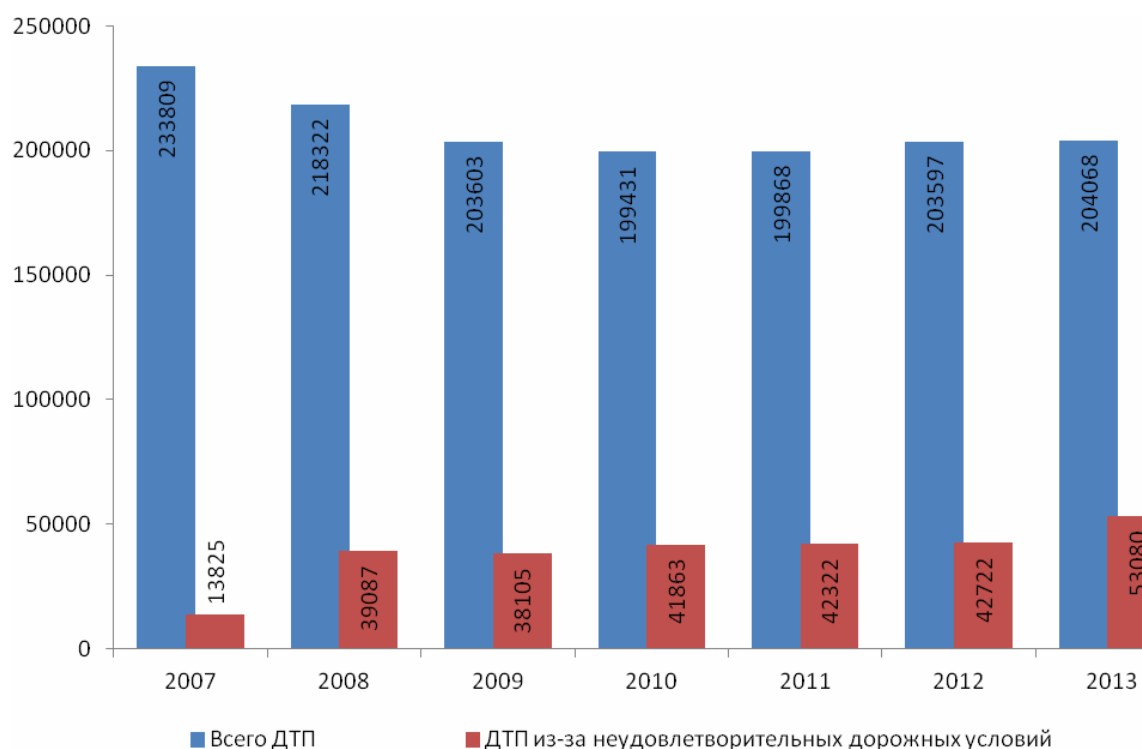


Рис. 1.1. Динамика аварийности по Российской Федерации

Дорожные условия включают в себя геометрические параметры дороги, ее транспортно-эксплуатационные характеристики, инженерное оборудование и обустройство, здания и сооружения для обслуживания водителей, пассажиров, транспортных средств, для дорожно-эксплуатационной службы и др. Все эти элементы оказывают влияние на состояние дороги,

взаимодействие автомобиля с дорогой, самочувствие водителя, и в конечном итоге на режим и безопасность движения. Однако это влияние проявляется по-разному и в различной степени.

Многие элементы дорог оказывают не прямое, а косвенное влияние на условия движения. Так, например, прочность земляного полотна и дорожной одежды влияют на ровность покрытия и через нее на скорость и безопасность движения. Высота насыпи и глубина выемки, крутизна откосов определяют снегозаносимость дорог, т.е. условия движения в зимний период. Кроме того, от высоты насыпи и глубины выемки во многом зависит воздействие ветра на устойчивость автомобиля, на влажностный и температурный режим покрытия, с которыми связана частота образования гололеда. Поэтому все эти параметры должны быть изучены и учтены при разработке стратегии и тактики управления движением.

Для оперативного управления движением необходима непрерывная информация о текущих изменениях геометрических параметров и состояния дорог. На основании этой информации осуществляется организация работ по содержанию автомобильных дорог, выбираются схемы организации движения, регулирование скорости движения и другие ограничения.

Эти особенности необходимо учитывать при сборе информации о дорожных условиях, а также при разработке методов сбора, периодичности получения, времени хранения и использовании этой информации.

Качество дорожного покрытия определяется не только комфортным перемещением автомобилистов и пешеходов в определенном направлении, но оно сопряжено с их безопасностью, здоровьем и жизнью. Экспертиза дорожного покрытия в десятки раз способствует сокращению аварийности на дорогах. А комплексно обследуя дорожное покрытие, специалисты выдают заключение о состоянии дорог и необходимости ее ремонта. При обнаружении экспертизой дефектов дорожного покрытия или отклонения от необходимых норм отчет специалистов обязательно даст рекомендации по вопросам ремонта – капитального или выборочного. С учетом проведенных исследований будет принято решение на проведение дорожно-ремонтных работ и составление сметы по ремонту участка дороги. Экспертиза дорожного покрытия в одном случае по результатам проведенных исследований даст заключение на проведение выравнивания некоторых участков с устранением выбоин и впадин, в другом предпишет проведение капитального ремонта дорожного покрытия по замене всех слоев. Экспертизой дороги определяется срочность ее реконструкции или мелкого ремонта.

Методики обследования качества покрытия дороги и ее технического состояния совершенствуются из года в год – с помощью неразрушающих методов улучшается изучение проблемных участков, не нанося повреждения дорожному полотну. Хотя главным методом и эталоном по-прежнему считается высверливание кернов, который представляется самым трудоем-

ким, но при этом отличается самыми достоверными результатами. Но прогрессивными технологическими приемами в экспертизе дорожного покрытия во многом ускоряется процесс исследования и облегчается работа специалистов. При процессе обследования дорог очень часто пользуются радиолокационным зондированием. Используя георадары высокой степени точности, эксперты имеют возможность проведения комплексного обследования и определения выводов о том, каков уровень влажности подстилочного слоя, какова степень однородности плотности и толщины участков покрытия в разных местах, есть ли дефекты внутри плотной массы покрытия.

Строительно-техническая экспертиза дорог является комплексом экспертных работ (исследование и анализ), которые проводят независимые специалисты в сфере дорожного строительства, целенаправленно определять соответствие объектов экспертизы заявленным требованиям и выявлять нарушения и недостатки при проведении строительных работ на объекте. Выполняют экспертизы дорожного покрытия только компании, которые владеют соответствующей лицензией и всем необходимым оборудованием. На данный момент они с целью оперативной работы по проведению обследования дорожного покрытия широко пользуются передвижными дорожными лабораториями, которые имеют в своем распоряжении современное диагностическое оборудование, предназначенное для проведения на месте экспертизы конструктивного слоя дорожного покрытия, определения ровности дорожной одежды, коэффициента сцепления и иных показателей. Такая лаборатория имеет гироскопическую систему измерения геометрических параметров дороги, обеспечена установкой динамического нагружения, георадаром, установкой по отбору образцов керна, выталькивателем образцов асфальтобетона, бортовым компьютером с программным обеспечением, чтобы обрабатывать полученные результаты, и другим оборудованием. После того, как подрядчик выполнил работы по укладке асфальтобетонного покрытия, требуется определение степени качества произведенных работ и их соответствие локальной смете, договору, нормам строительства и актам скрытых работ, то есть проведение экспертизы дорожного покрытия. Проведение обследования проходит в несколько этапов.

Первый этап – подготовка к проведению экспертизы. Сюда входит первичное ознакомление с тем объектом, который поддается исследованию, с документацией о проведенных ремонтных работах и имевших место реконструкциях, со всеми результатами уже сделанных экспертиз, если такие были, выбор метода обследования, подготовка оборудования и сбор необходимых данных для начала работ.

Второй этап – визуальная оценка качества асфальтобетонного покрытия. На этом этапе эксперты тщательно анализируют все проблемные места покрытия, выявляют существующие дефекты и фиксируют их в документации. Каждая деформация и разрушенный участок подвергаются тща-

тельному описанию (замеряются все неровности покрытия и основания, а также замеряют крутизну откосов выемок и насыпей, дается характеристика имеющимся уклонам). Экспертиза асфальтобетонного покрытия на данном этапе проводится с помощью инструментов для измерения и соответствующих приборов, которые помогают более точно измерить все необходимые параметры.

Третий этап, самый трудоемкий, – это инструментальное, детальное обследование асфальтного покрытия. Берутся пробы покрытия, чтобы дальше исследовать в условиях лаборатории и определить состояния и толщину всех его слоев.

Перед экспертами стоит и еще одна задача – определение необходимости ремонта дорожного покрытия. При выявлении нарушений, деформации, несоответствий с проектной документацией или же случаев разрушения, вызванных природной средой, эксперты дают оценку текущему состоянию покрытия. Им предстоит определить, какой ремонт понадобится дорожному полотну – ямочный или капитальный, и дать рекомендации для проведения работ согласно предписанию. Специалистами исследуются участки дорожного полотна с целью определить: имеется ли достаточное количество дорожной разметки, знаков и светофоров; каково состояние грунтов подслоя дорожного покрытия; состояние природных и прикромочных полос покрытия; составные части дорожного покрытия; наличие шероховатости и ровностей, сцепных свойств покрытия; размеры ширины тротуаров или обочин, ширины проезжей части [1].

Экспертные работы на дороге нередко проводятся на месте ДТП. В этом случае специалисты не ограничиваются исследованием дорожного полотна, а проводят многоплановую работу, включающую в себя:

- обследование дорожного покрытия на предмет соответствия техническим и эксплуатационным нормам;
- определение зависимости состояния дороги (коэффициента сцепления и других показателей) от климатических условий на момент происшествия;
- изучение разметки, расстановки дорожных знаков и выявление нарушений.

Специальные приборы показывают, как дорожная обстановка может измениться под влиянием внешних факторов, что позволяет определить виновника ДТП и исключить ошибки в расследовании ситуации. Экспертное заключение с места происшествия прилагается в комплект документов по факту ДТП.

2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОРОГ

Геометрические параметры существующих дорог могут быть определены различными методами:

- камерально – путем изучения проектной документации, технического паспорта и другой технической документации;
- путем натурного обследования дорог с использованием обычных геодезических инструментов;
- путем обследования дорог специальными передвижными лабораториями, с использованием фотосъемки и фото-теодолитной съемки;
- путем аэрофотосъемки дороги с дешифрированием снимков на стереофотокомпараторах и других фотограмметрических приборах.

Наиболее распространенным является смешанный метод, когда вначале камерально изучают техническую документацию, по которой определяют основные постоянные параметры, а затем производят натурное обследование одним из указанных методов, в процессе которого уточняют фактические значения постоянных параметров на всем протяжении дороги и определяют значения переменных параметров в характерные периоды года.

Уточнение связано с тем, что параметры дорог могут отличаться от проектных из-за возможных изменений или отступлений в процессе строительства, в процессе ремонтных работ или в результате ошибки в исполнительной документации.

Обследования условий движения выполняются комплексной экспедицией и включают в себя широкий круг вопросов: определение геометрических параметров плана, продольного и поперечного профилей дорог, определение транспортно-эксплуатационных характеристик и состояния дорог (ровность и сцепные качества покрытий, наличие колеи, пыли, грязи и снега), состояние инженерного оборудования дорог, изучение погоднометеорологических условий района пролегания дороги, изучение характеристик транспортного потока, режима и условий безопасности движения.

Комплексная экспедиция разбивается на отдельные бригады и звенья, каждое из которых занимается определенными видами работ. Одно из этих звеньев определяет геометрические параметры проезжей части и обочин с визуальной оценкой состояния дороги, другое звено обследует состояние инженерного оборудования (пересечения и примыкания, наличие и состояние тротуаров и велосипедных дорожек, наличие ограждений, знаков и т.д.), третье – определяет ровность и сцепные качества.

Замеры ширины проезжей части, обочин и земляного полотна производят на всех характерных участках дороги (горизонтальные прямые в плане, подъемы, кривые в плане и профиле, стесненные участки, участки с ограж-

дениями и надолбами, проезжие части мостов и т.д.), но не реже чем 1 раз на километр дороги. Результаты измерений заносят в журнал, где также отмечают состояние проезжей части и обочин.

Постоянные параметры (радиусы кривых в плане и профиле, продольные уклоны, радиусы вертикальных выпуклых кривых, высоту насыпей и глубину выемок, видимость в продольном профиле) определяют в разовом порядке, а переменные параметры – в каждый характерный период года. Результаты измерений заносят в специально разработанные формы журналов и ведомостей, к которым прилагают фотографии, схемы, чертежи и отдельные дополнения.

Процесс измерений геометрических параметров и применяемые инструменты хорошо известны. Удобным прибором для измерения ширины проезжей части и обочин является курвиметр. Он состоит из колеса от детского велосипеда, соединенного цепью со счетчиком пройденного расстояния.

Радиус кривой без измерения угла поворота можно определить по величине хорды, стягивающей дугу окружности b и максимальному расстоянию от хорды до дуги z :

$$R = \frac{4z^2 + b^2}{8}. \quad (2.1)$$

За величину радиуса принимают среднее значение из нескольких измерений.

Проверку значения радиуса производят по величине биссектрисы B и известном значении угла поворота:

$$R = \frac{B}{\sec \frac{\alpha}{2} - 1}. \quad (2.2)$$

Видимость в продольном профиле может быть определена следующим образом. Примерно в середине выпуклой кривой делают отметку на проезжей части или на обочине и затем при спуске с места перелома измеряют расстояние до той точки, где наблюдатель не видит сделанной отметки. Аналогично может быть определена видимость на кривых в плане.

Для измерения видимости методом наземных съемок могут применяться приборы, имеющие дальномерные приспособления, и безречные дальномеры двойного изображения.

Все более широкое применение находят различные передвижные лаборатории, приборы и оборудование для автоматической записи геометрических параметров дороги. Одним из автоматических приборов является установка «Трасса-1» (г. Саратов), которая позволяет с большой производительностью измерять и записывать на диаграммную ленту геометрические

параметры автомобильных дорог. Установка представляет собой платформу на трех регулируемых по высоте опорах, на которой размещены гироскопические датчики курса и уклонов, электромеханический преобразователь типа ПАГ-1Ф, самопишущий прибор типа Н-340, блок коммутационного реле, плата настроечных сопротивлений. Установка закрывается кожухом и снабжена пультом дистанционного управления. Питание 24 В постоянного тока. Габариты 550×400×150 мм.

Для измерения расстояний используется пятое колесо, которое крепится к автомобилю. Отметки пройденного пути фиксирует самопишущий прибор. Небольшие габариты и масса прибора позволяют устанавливать его на любом автомобиле.

Измерения и запись продольных и поперечных уклонов, углов и радиусов поворота в плане и профиле, а также параметров переходных кривых могут производиться при скорости движения до 40 км/ч.

Разработаны специальные шаблоны, позволяющие оперативно, непосредственно в полевых условиях, расшифровывать диаграммные записи и определять геометрические параметры дорог. Кроме того, установкой «Трасса-1» можно записать и исследовать суммарный уклон проезжей части (продольный и поперечный), используемый для выявления и прогнозирования мест застоя воды на поверхности покрытия из-за неудачного сочетания продольного и поперечного уклонов, что особенно важно для многополосных автомагистралей.

Аналогично выполнена французская установка «GYROS» (Жиро), содержащая гироскопическое устройство «Mirage-III» (Мираж-3) с измерительным и записывающим оборудованием.

Эти установки дают возможность измерять и записывать только основные геометрические параметры дорог. Для определения других характеристик необходимы дополнительные измерения, которые могут быть выполнены с помощью фотографирования с последующей обработкой в лаборатории. Передвижная установка «CAME ROUTE» («Камерут», Франция), позволяет с большой производительностью определять ряд геометрических параметров и транспортно-эксплуатационных характеристик дорог.

Принцип измерения заключается в последовательном фотографировании дороги. На каждой фотографии делается отметка расстояния, что позволяет точно определить местонахождение снятого участка дороги. Фотоаппарат, снабженный кассетой большой вместимости (до 3000 снимков), устанавливается на автомобиле и при движении автомобиля автоматически включается через каждые 10–50 м. После обработки фотопленки диапозитивы просматриваются с помощью специального полуавтоматического устройства, позволяющего производить необходимые измерения. Для удобства измерений применяется разметка кадра в виде оттарированной решетки, которая воспроизводится на экранах просмотрных устройств,

что позволяет путем наложения ее на фотоснимок дороги определять геометрические параметры дороги.

С помощью установки «Камерут» можно получить данные о числе полос движения, ширине проезжей части и ее состоянии, ширине, типе укрепления и состоянии обочин, о наличии и состоянии горизонтальной и вертикальной разметки, о наличии и состоянии инженерного оборудования (тип ограждения, расстояние от края проезжей части), площадок отдыха, велосипедных дорожек, о наличии выемок и насыпей, кюветов, растительности, телефонных линий, освещения и т.д. По двум последовательным снимкам можно определить также расстояние видимости. Все эти параметры остаются запечатленными на фотографии и могут храниться в картотеке как документ.

Установка «Камерут» работает при скорости движения автомобиля 25 км/ч и позволяет получить топографическую съемку 100–150 км дороги в день с последующей обработкой фотопленки в лаборатории и на измерительном столе.

Во Франции была разработана также кинофотографическая установка, которая предназначена для тщательного исследования состояния дорожного покрытия. Установка состоит из кинокамеры с шириной пленки 35 мм, источника света для освещения дорожной одежды, системы питания, пульта управления камерой и освещением. Фотографирование производится ночью, когда интенсивность движения меньше, чем днем, производительность от 100 до 200 км отснятой дороги за ночь при скорости движения автомобиля от 30 до 60 км/ч. При этом установка движется по одной полосе проезжей части и фотографирует всю полосу и часть примыкающей обочины. Общая ширина снимаемой полосы составляет 4,6 м.

Геометрические параметры дорог могут быть определены также путем фотографирования участков дороги фототеодолитом с последующей обработкой фотоснимков на стереокомпараторе или путем фотографирования дорог с самолета или вертолета с аналогичной обработкой на стереоприборах.

Инновационные способы определения геометрических параметров дорог

Система компенсации перемещений кузова (СКПК). Предназначена для обеспечения введения поправок на колебания кузова автомобиля (дорожной лаборатории) относительно покрытия при измерениях геометрических параметров автомобильных дорог. Представляет собой 4 ультразвуковых датчика расстояний, которые закреплены под днищем автомобиля и расположены по углам дорожной лаборатории (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Расположение датчиков расстояний

Панорамная видеосъемка дорог. Дополнительно, при выполнении работ по диагностике автомобильных дорог, осуществляется покадровая цифровая видеосъемка с использованием от одной до трех камер или панорамных видеокамер (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Принцип работы панорамных камер

Программа обработки позволяет получить панорамное изображение дороги и сформировать единый видеобанк по сети дорог. По видеокадрам производятся линейные измерения для определения объемов ямочного ремонта, ширины покрытия, обочин и т.д.

Система панорамной видеосъёмки автомобильных дорог. Позволяет фиксировать и оценивать состояние дорожного полотна и элементов обустройства дороги с использованием трех цифровых видеокамер обеспечивает получение изображения с углом захвата более 180° в горизонталь-

ной плоскости на скорости до 70 км/ч. Может применяться также для паспортизации городских дорог и составления планов городских улиц.



Рис. 2.3. Лаборатория для проведения измерений параметров дороги «Трасса»

В передвижной диагностической лаборатории измерение геометрических параметров автомобильных дорог осуществляется программно-измерительным комплексом ПИК «Дорога ПРО». Данная программа позволяет измерять геометрические параметры дорог с помощью следующих систем:

- система измерения пройденного пути;
- гироскопическая система измерения продольных и поперечных уклонов и углов поворота автомобильных дорог (гироскопы Г-3М, ЦГВ-5);
- система компенсации перемещений кузова на основе 4-х ультразвуковых датчиков, расположенных по углам лаборатории, предназначена для введения поправок на колебания кузова относительно покрытия при измерениях геометрических параметров дорог;
- малогабаритная интегрированная навигационная система (МИНС) «Текнол-2» (комплексная система с интегрированными микромеханическими датчиками);
- система глобального позиционирования (GPS).

В процессе измерения в зависимости от комплектации лаборатории эти системы могут работать как независимо, с возможностью дальнейшего совмещения результатов в процессе постобработки, так и в комплексе.

При комплексной работе измерительных систем повышается точность измерения пройденного пути и геометрических параметров автомобильной дороги.



Рис. 2.4. Устройство для измерения геометрии – малогабаритная интегрированная инерциальная навигационная (МИНС) система КомпНав-2Т

Измерение геометрических характеристик автомобильных дорог возможно при установке на передвижной диагностической лаборатории системы «Геометрия».

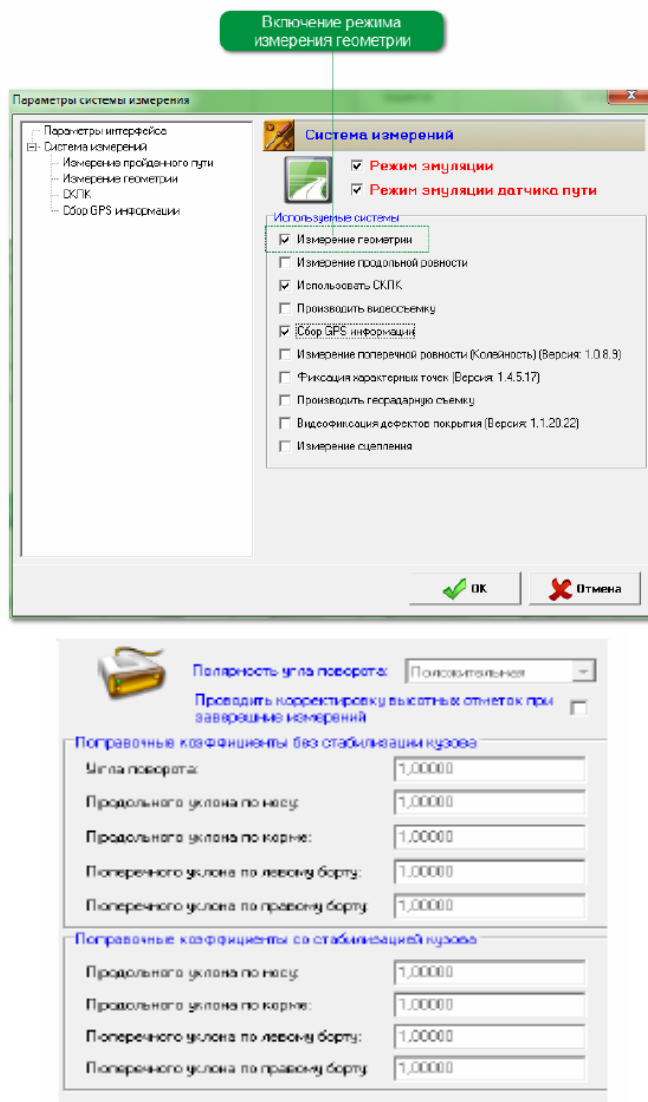


Рис. 2.5. Настройка системы измерения геометрии

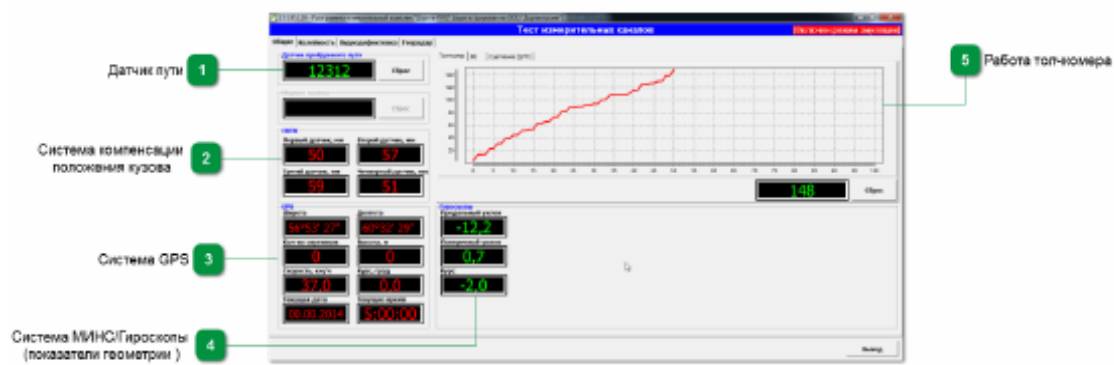


Рис. 2.6. Окно «Тест измерительных каналов»

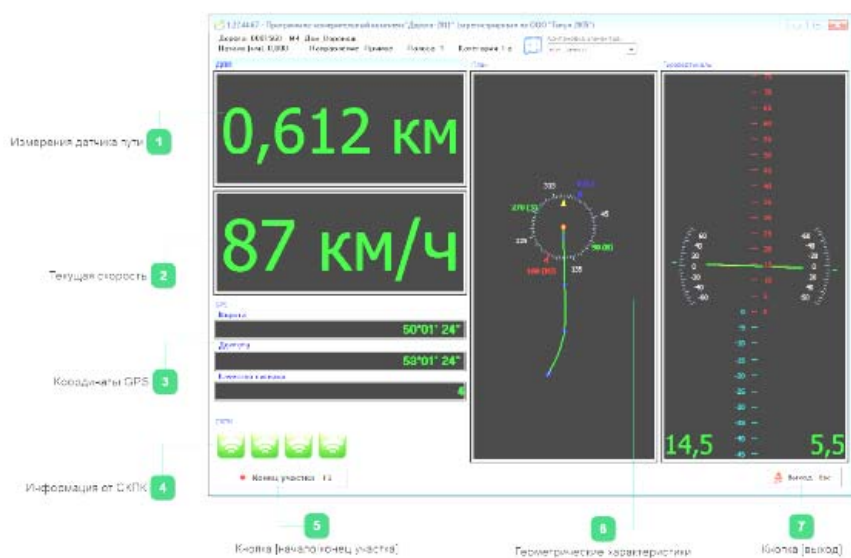


Рис. 2.7. Окно «Проведение измерений»

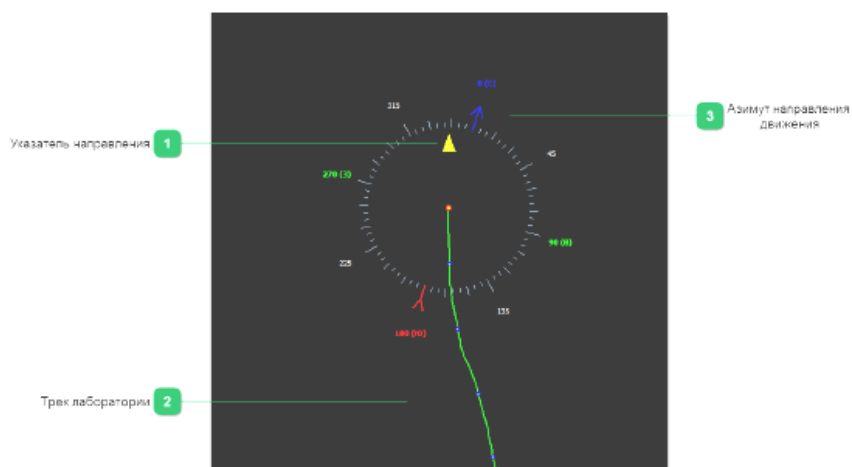


Рис. 2.8. Окно «Курс и план»

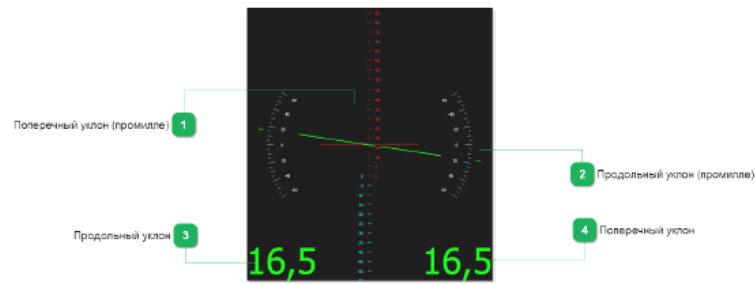


Рис. 2.9. Окно «Поперечные и продольные уклоны»

После измерения геометрии необходима дальнейшая обработка результатов, которую можно проводить как в дорожной лаборатории, так и на стационарном компьютере.

После выбора типа полосы откроется окно для загрузки видеофайла к геометрии.

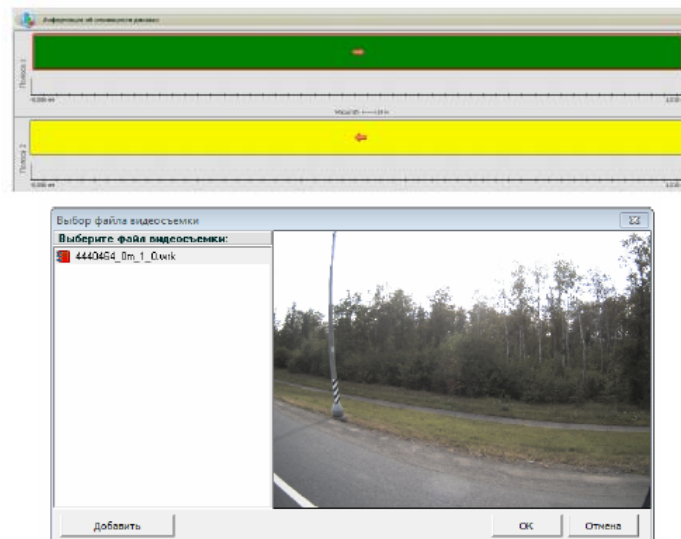


Рис. 2.10. Окно выбора полосы движения и загрузки видеофайлов



Рис. 2.11. Просмотр и обработка результатов измерения геометрии

В программе предусмотрен экспорт информации в одно из приложений Office.

Контрольные вопросы

1. Назовите методы определения геометрических параметров дорог.
2. Назовите, с какой целью связано обследование дорог.
3. Какие вопросы изучает комплексная экспедиция?
4. Что относится к характерным участкам дороги?
5. Как часто производят замеры на характерных участках дороги?
6. Что относится к постоянным параметрам?
7. Что относится к переменным параметрам?
8. Как определить радиус кривой без измерения угла поворота?
9. Как можно определить видимость в продольном профиле?
10. Назовите отечественные и зарубежные приборы для определения геометрических параметров дороги.
11. Назовите современные инновационные способы определения геометрических параметров автомобильной дороги и принцип их действия.

3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЯ

Важнейшим фактором, в значительной степени определяющим безопасность движения, является сцепление автомобильного колеса с дорожным покрытием. Практически каждому дорожно-транспортному происшествию предшествует скольжение колес автомобиля по покрытию, поэтому в большинстве случаев сопутствующей причиной аварий является недостаточное сцепление колес автомобиля с дорожным покрытием. Наибольшую опасность для движения представляют мокрые дорожные покрытия. Анализ статистики аварий свидетельствует о том, что за теплый период года на дорогах и улицах с мокрой проезжей частью регистрируется до 30 % всех происшествий, тогда как продолжительность мокрого состояния покрытий составляет в среднем лишь 18 %. Причиной высокой аварийности при мокром состоянии проезжей части является существенное снижение сцепных качеств дорожных покрытий при увлажнении. Возможность предотвращения аварии и тяжесть происшествия во многом зависят от кинетической энергии движущегося автомобиля, пропорциональной квадрату скорости, тормозной же путь автомобиля обратно пропорционален коэффициенту сцепления, который уменьшается с ростом скорости движения. Таким образом, влияние скорости движения автомобиля на безопасность сказывается дважды – через изменения кинетической энергии и коэффициента сцепления.

Какая бы ни была первая причина нарушения управляемости автомобиля, водитель будет пытаться овладеть им, действуя в пределах площади, ограниченной форматом листа А4. Такова площадь контакта шины легкого автомобиля с поверхностью дороги. Качество контакта в пределах этой площади определяет и вероятность возникновения ДТП и его тяжесть.

Основными документами, регламентирующими нормативные требования, методические и технические средства для определения сцепных качеств дорожного покрытия, являются СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85*, СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03–85, ГОСТ Р 50597–93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения», ГОСТ 30413–96 «Дороги автомобильные и аэродромы. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием» и ОДН 218.0.006–2002 «Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог».

При выборе режима движения автомобиля водитель постоянно анализирует и учитывает состояние поверхности дороги как поверхности качения. При этом водитель субъективно воспринимает главные для движения характеристики покрытия: сцепные качества и ровность.

Сцепные свойства покрытия зависят прежде всего от его шероховатости, т. е. структуры поверхности, которая характеризуется высотой выступов на поверхности покрытия, их количеством на единице поверхности, расстоянием между выступами, их формой и углом при вершине, а также собственной шероховатостью (микрошероховатостью) самих выступов. От шероховатости покрытия во многом зависит надёжность контакта автомобильной шины с дорожным покрытием, показателем которой служит величина сопротивления скольжению шины по поверхности покрытия, оцениваемая величиной коэффициента сцепления.

Коэффициент сцепления – отношение максимального касательного усилия, действующего вдоль дороги на площади контакта заблокированного колеса с дорожным покрытием, к нормальной реакции в площади контакта колеса с покрытием. Следовательно, шероховатость покрытия является характеристикой геометрических параметров структуры покрытия, скользкость характеризует физическое состояние покрытия, зависящее от метеорологических условий, а коэффициент сцепления является комплексным параметром, характеризующим взаимодействие колеса автомобиля с дорожным покрытием.

Коэффициент сцепления колеса автомобиля с покрытием даже для одного и того же участка дороги непрерывно изменяется под воздействием движущегося транспорта, при изменении состояния покрытия (загрязнение, образование гололеда, снежного наката, увлажнения), температуры и влажности воздуха. Он зависит также от свойств резины протектора, скорости движения, режима торможения и других факторов.

Многочисленными исследованиями установлены функциональные зависимости безопасных скоростей движения и показателей аварийности от сцепных качеств покрытий. Однако эти значения могут приниматься только как ориентировочные, осредненные. Фактические значения коэффициентов сцепления настолько широко колеблются, а роль сцепных качеств в выборе безопасных режимов движения настолько велика, что для оперативного управления необходима систематическая информация о сцепных качествах как по длине и ширине дороги, так и во времени.

При этом наиболее важной и доступной является информация о величине коэффициента сцепления, а не шероховатости дорожных покрытий, так как не существует однозначной корреляционной связи между параметрами шероховатости и коэффициентом сцепления.

К тому же известные методы измерения шероховатости дают возможность контролировать этот показатель только на локальных участках дороги и не обеспечивают оперативного получения информации на протяженных участках. По указанным причинам контроль шероховатости не может быть использован для целей управления движением.

Так как коэффициент сцепления является комплексным показателем взаимодействия многих случайных факторов, значения его колеблются, что вызывает затруднения при определении. Такое положение привело к разработке многочисленных методов и технических средств определения коэффициента сцепления (рис. 3.1).

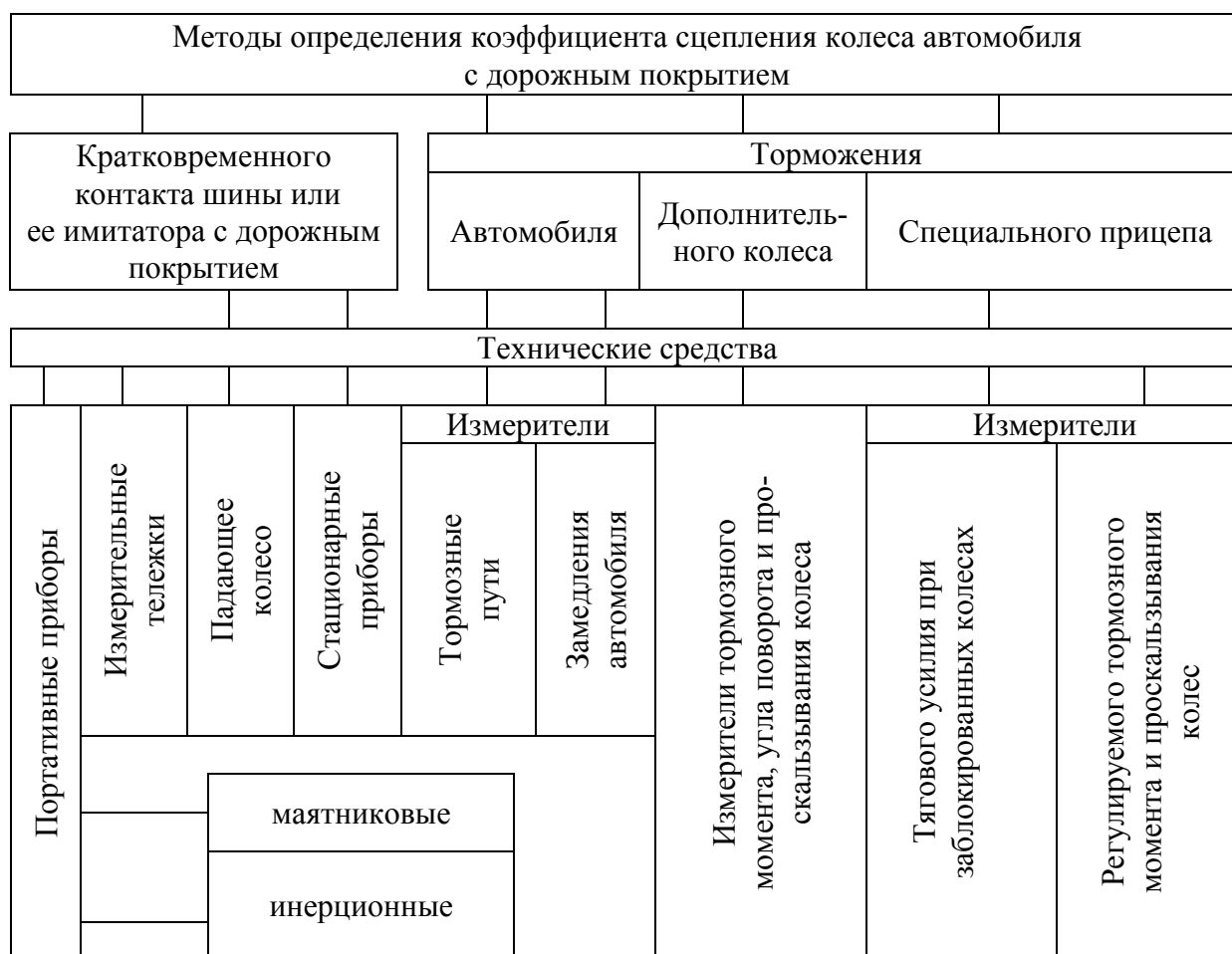


Рис. 3.1. Классификация методов и приборов для определения коэффициента сцепления

Эти методы различаются по сложности применяемого оборудования, производительности, степени образования помех движению, протяженности контролируемых участков, достоверности, и повторяемости получаемых результатов и другим показателям.

Методы кратковременного контакта шины или ее имитатора с дорожным покрытием

В основу этих методов положено измерение коэффициента трения шины или профилированного куска резины (имитатора шины) с дорожным покрытием или его фрагментом.

На рис. 3.2 показана схема маятникового прибора. Маятник подвешен на горизонтальной оси 2. К маятнику прикреплена насадка из резины 3, имитирующая шину, а к основанию 4 прикреплен образец испытуемого дорожного покрытия 5. Определение коэффициента сцепления ведется следующим образом. Маятник отклоняют на высоту H от вертикального положения и отпускают. При качании маятника насадка 3 скользит по поверхности 5, которая специальной пружиной (на схеме не показана) прижимается с постоянным усилием к насадке. При скольжении угловая скорость движения маятника уменьшается и он отклоняется в другую сторону на высоту h .

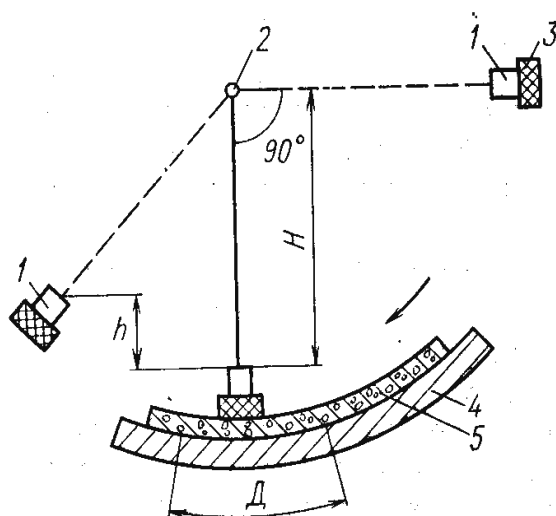


Рис. 3.2. Схема маятникового прибора

Коэффициент сцепления определяют по формуле

$$\varphi = \frac{M(H - h)}{PD}, \quad (3.1)$$

где M – масса маятника;

P – усилие прижатия насадки к испытуемой поверхности;

D – длина пути скольжения насадки.

К преимуществам этого прибора можно отнести простоту его конструкции, возможность проведения многократных испытаний сухих и мокрых поверхностей. Недостатком прибора является невозможность оперативного определения, а также низкая достоверность при значительной шероховатости дорожного покрытия.

Измеритель коэффициента сцепления портативный ИКСп-м предназначен для измерения коэффициента сцепления дорожных покрытий при строительстве и ремонте автомобильных дорог, периодическом и текущем контроле состояния дорожных покрытий.

Прибор имитирует процесс скольжения заблокированного автомобильного колеса по дорожному покрытию.

Принцип действия измерителя основан на определении величины горизонтального перемещения по увлажненному покрытию башмака-имитатора автомобильной шины, прижимаемого к покрытию под углом 45° . В качестве источника для прижима и перемещения башмака-имитатора используется кинетическая энергия определенной массы груза свободно падающего по вертикальной штанге с определенной высоты. Величина горизонтального перемещения прижимаемого к увлажненному покрытию башмака-имитатора зависит от коэффициента сцепления, в долях которого проградуирована отсчетная шкала прибора.

Т а б л и ц а 3 . 1

Внешний вид и технические характеристики ИКСп-м

Внешний вид прибора	Технические характеристики	Значение
	Предел измерения коэффициента сцепления	от 0,1 до 0,7
	Цена деления отсчетной шкалы	0,01
	Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения	$\pm 0,05$
	Масса груза, г	5200 ± 50
	Высота падения груза, мм	600 ± 5
	Габаритные размеры, мм, не более:	
	– в рабочем положении	$700 \times 500 \times 1100$
	– в транспортном положении	$1200 \times 420 \times 160$
	Масса, кг, не более:	
	– в рабочем положении	14
	– в транспортном положении	22
	Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$	от +1 до +35

Портативным прибором инерционного типа испытания ведут непосредственно на дорожном покрытии. Движение имитатора шины по покрытию осуществляется с помощью усилия P пружины. Контактное усилие между трущимися поверхностями обеспечивается массой M экспериментатора, который становится на верхнюю платформу прибора. Измеряя величину проскальзывания имитатора I , можно для данной пары поверхностей определить коэффициент сцепления, являющийся функцией указанных величин:

$$\varphi = F_1(M, P, I). \quad (3.2)$$

Для повышения точности на одном и том же месте производят неоднократные измерения величины проскальзывания.

Такие же принципы используют в некоторых видах стационарных приборов, устанавливаемых вдоль регулируемых участков магистралей. Эти

приборы автоматически или по команде из центра управления контролируют коэффициент сцепления на участке дороги у самой обочины или на фрагменте покрытия, находящемся в тех же условиях. Полученные результаты могут быть использованы в локальных системах управления типа «прибор – знак», ограничивающих скорость движения при ухудшении сцепных качеств покрытия, а также переданы в центр управления для принятия решения об управляющих воздействиях.

Для получения информации с протяженных участков дорог необходимо применение большого количества стационарных приборов, что обходится довольно дорого. Помимо этого, коэффициент сцепления на контролируемом фрагменте покрытия не всегда соответствует коэффициенту сцепления на самом покрытии, особенно на полосе наката, что не позволяет широко использовать стационарные приборы.

Фрагменты автомобильных шин, куски резины и другие имитаторы вносят погрешности в определение, так как деформация наполненной сжатым воздухом шины автомобиля отличается от деформации имитатора. Для устранения этой погрешности применяют приборы, содержащие автомобильное колесо, вводимое в соприкосновение с дорожным покрытием или его образцом. При этом используют как отдельные измерительные колеса, так и измерительные тележки.

Измерительное колесо, укрепленное на оси, приводят во вращение от привода с помощью шестеренчатой, клиноременной или другой передачи и вводят в зацепление с образцом дорожного покрытия, прижимая колесо калибруемым усилием P_n . Измеряя тормозное усилие P_t в плоскости контакта колеса с покрытием и частоту вращения колеса n , определяют коэффициент сцепления как функцию этих величин

$$\varphi = F_2(P_n, P_t, n). \quad (3.3)$$

Измерительные тележки в отличие от измерительных колес перемещают по круговой полосе образца дорожного покрытия. Изменяя скорость обкатывания, можно получить значения коэффициента сцепления для некоторого диапазона скоростей движения.

Установка с «падающим колесом». Принцип ее действия заключается в том, что вертикально расположенное колесо, раскрученное до определенной скорости вращения ω , сбрасывают с небольшой высоты H на поверхность дороги. Высота отскока колеса h , угол его отклонения α от оси падения являются при постоянном давлении в колесе показателями коэффициента сцепления для данного вида покрышки, т.е.

$$\varphi = F_3(H, h, \omega, \alpha). \quad (3.4)$$

Перемещая установку на автомобиле, можно проводить измерения на отдельных участках дороги, однако скорость определения φ будет недос-

таточной для оперативного использования полученных данных в целях управления движением.

Метод определения коэффициента сцепления торможением автомобиля

Необходимость оперативного контроля коэффициента сцепления на протяженных участках дороги привела к разработке других методов, в основу которых положено измерение тормозных характеристик движущегося автомобиля. Коэффициент сцепления покрытия сказывается на эффективности торможения автомобиля, которая выражается длиной тормозного пути и величиной замедления автомобиля. Наличие между этими характеристиками и коэффициентом сцепления устойчивой корреляционной связи обуславливает принципиальную возможность получения значений на различных участках контролируемой дороги.

При реализации метода измерения тормозного пути отмечают на покрытии точку начала торможения, от которой измеряют расстояние до остановившегося автомобиля. Коэффициент сцепления определяют по формуле

$$\varphi = \frac{v_n^2}{2gS}, \quad (3.5)$$

где v_n – начальная скорость движения автомобиля;

S – тормозной путь;

g – ускорение свободного падения.

Измерения можно производить при неполной остановке, а также на наклонных участках дороги. Тогда расчетная формула несколько усложняется введением значений конечной скорости автомобиля v_k и угла наклона дороги α :

$$\varphi = \frac{v_n^2 - v_k^2}{2gS} \pm \sin \alpha. \quad (3.6)$$

Повышения точности определения φ можно добиться применением специального дополнительного (пятого) колеса, измеряющего тормозной путь автомобиля в процессе торможения. Обычно такие измерения проводят при полной блокировке заторможенных колес, когда практически вся энергия трения колес с покрытием затрачивается на гашение кинетической энергии автомобиля. Однако возможно определение коэффициента сцепления и при разной степени проскальзывания колес, которое должно быть измерено с помощью дополнительного колеса и учтено в расчетной формуле.

Величину замедления тормозящих автомобилей измеряют с помощью приборов, получивших название децелерометров (десселерометров). При этом могут быть использованы маятниковые, пружинные, гидравлические и другие децелерометры.

Маятниковый децелерометр устанавливают в автомобиль таким образом, чтобы плоскость качания маятника совпадала с продольной осью автомобиля. Величину замедления автомобиля определяют по максимальному отклонению маятника при торможении автомобиля.

Пружинный децелерометр, являющийся разновидностью маятникового, выполняют в виде груза, растянутого на двух пружинах. При торможении автомобиля груз по инерции перемещается, сжимая одну пружину и растягивая другую. Максимальное отклонение груза пропорционально величине замедления автомобиля. Пружинный децелерометр по сравнению с маятниковым может быть выполнен более компактным и в то же время может создавать довольно большое усилие, используемое в схеме регистрации отклонения груза.

Гидравлический децелерометр представляет собой сообщающиеся сосуды, выполненные в виде U-образной трубки и наполовину заполненные водой. Плоскость трубки совмещают с направлением движения автомобиля. При включении тормозов жидкость в сосуде перемещается и появляется перепад уровней в сосудах. Измеряя величину этого перепада, можно определить замедление автомобиля, характеризующее коэффициент сцепления его колес с дорожным покрытием.

Метод торможения автомобиля позволяет оперативно получать информацию о значениях коэффициента сцепления на любых участках дорог. Простота применяемой аппаратуры также может быть отнесена к достоинствам этого метода. Однако он имеет существенные недостатки, так как величина тормозного пути, которая измеряется в данном случае, зависит также и от коэффициента эксплуатационного состояния тормозов и их неравномерной работы. Кроме того, при проведении измерений в транспортном потоке на функционирующей дороге резко тормозящий автомобиль представляет собой существенное препятствие движущемуся транспорту и может стать причиной дополнительных дорожно-транспортных происшествий, а при проведении испытаний на смачиваемом покрытии перед тормозящим автомобилем должны двигаться специальные поливочные машины, что весьма нежелательно на эксплуатируемых автомобильных магистралях. Следует отметить, что измерения ведут при резком замедлении автомобиля, поэтому неизвестно, для какой скорости получен результат.

При отсутствии приборов значение коэффициента сцепления может быть установлено методом замера тормозного пути автомобиля (расстоя-

ния, проходимого автомобилем с момента начала нажатия водителем на педаль тормоза до полной остановки). Торможение следует проводить на легковых автомобилях любой марки, техническое состояние которых соответствует требованиям Правил дорожного движения. На прямых участках дороги автомобиль разгоняется до скорости 40 км/ч и резко затормаживается (до блокировки колес). Длина тормозного пути измеряется рулеткой. Коэффициент сцепления вычисляется по формуле

$$\varphi = \frac{K_3 V^2}{254 S_T} \pm i, \quad (3.7)$$

где V – скорость автомобиля в начале торможения, км/ч;

S_T – тормозной путь по данным замера, м;

φ – коэффициент сцепления;

i – продольный уклон, ‰, (знак плюс берется под уклон, знак минус – при движении на подъем);

K_3 – коэффициент, учитывающий эксплуатационные условия торможения (коэффициент эффективности торможения).

В расчетах следует принимать следующие значения K_3 : для легковых автомобилей – 1,2; грузовых автомобилей грузоподъемностью свыше 4,5 т и автобусов длиной более 7,5 м – 2,0. Искомая величина коэффициента сцепления равна среднему арифметическому из результатов вычислений по данным не менее трех замеров тормозного пути на одном и том же участке.

Определение коэффициента сцепления с помощью автомобильных прицепов

Недостатки описанных выше методов определения φ привели к разработке и созданию различных автомобильных прицепов, специально предназначенных для оперативного определения коэффициента сцепления на протяженных участках дорог. Применяют одно-, двух-, трех- и пятиколесные прицепы. Такие прицепы получили название динамометрических (рис. 3.3).

Если во время движения автомобиля, буксирующего прицеп, включить тормозное устройство, блокирующее колесо прицепа, и прицеп будет продолжать движение с той же скоростью, то в плоскости опоры колеса с покрытием возникнет реактивная сила F , уравниваемая тяговым усилием автомобиля T . Эта реактивная сила F равна произведению массы прицепа или, точнее, его нормального давления P .

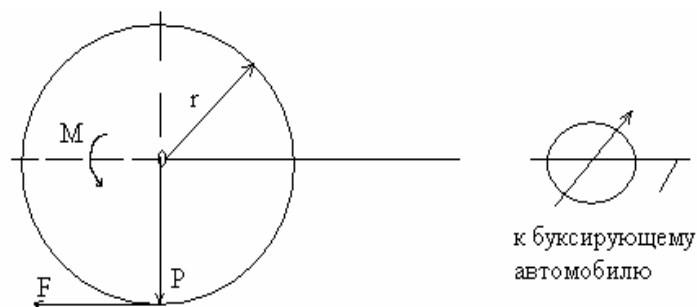


Рис. 3.3. Кинематическая схема динамометрического прицепа (сцепления) между колесом и покрытием

При этом, если другие силы сопротивления движению прицепа, связанные с деформацией шины, сопротивлением воздуха, потерями в трущихся деталях прицепа, обозначить постоянным коэффициентом R , так как эти факторы практически остаются постоянными, то можно записать

$$\varphi = KT, \quad (3.8)$$

где $K = R/P$ – характеристика прицепа.

Таким образом, измеряя при заблокированном колесе динамометром тяговое усилие T (отсюда произошло название «динамометрический прицеп»), можно определять φ .

Коэффициент сцепления φ можно также определить, зная тормозной момент M на оси колеса прицепа. Если радиус колеса r , то $T = M/r$. Значит

$$\varphi = K/r M = cM, \quad (3.9)$$

где $c = K/r$.

Известно, что значение коэффициента сцепления при заблокированных колесах автомобиля не является максимальным, поэтому измерения проводят также и при некотором проскальзывании притормаживаемого колеса прицепа. При этом измеряют величину проскальзывания как отношение частоты вращения затормаживаемого колеса к частоте вращения другого, свободно катящегося колеса прицепа или колеса автомобиля-буксира.

Следует отметить, что при частичном проскальзывании колеса прицепа усилие T будет скачкообразно изменяться, поэтому более точно определение φ можно вести путем измерения тормозного момента M .

Всевозможные модификации динамометрических прицепов связаны с применением различного числа колес, возможностью их поворота во время движения, выполнением тормозного и динамометрического устройств, возможностью измерения проскальзывания и прочими конструктивными особенностями. Величины коэффициентов сцепления, определяемых этими прицепами, даже на одних и тех же участках дороги зачастую значительно отличаются друг от друга. Ввиду отсутствия каких-либо эталонных приборов и устройств для установления достоверности получаемых показаний

применяют сравнительные испытания различных динамометрических прицепов. Полученные при сравнительных испытаниях результаты позволяют выделить приборы, дающие наиболее устойчивые показания при повторных измерениях.

Почти все динамометрические прицепы позволяют определять продольный коэффициент сцепления при полной блокировке заторможенного колеса. Измеряемой величиной является тяговое усилие автомобиля, буксирующего заторможенный прицеп. Исключение составляют два прицепа – МАДИ-6 и АКС.

Прицеп МАДИ-6 снабжен устройством поворота измерительных колес, что дает возможность определять также величину коэффициента поперечного сцепления.

Прицеп АКС принципиально отличается от остальных прицепов тем, что измерительное колесо, катящееся между двумя другими колесами прицепа, имеет несколько меньший по сравнению с ними диаметр. При проведении измерений электромагнитной муфтой через карданные валы сцепляют оси среднего и крайних колес. Среднее колесо, увлекаемое крайними, начинает вращаться с постоянным проскальзыванием (15–16 %).

Тензометрический датчик, измеряющий усилие между ведущими и ведомыми колесами на заданном расстоянии от оси вращения, позволяет получать значения тормозного момента, пропорционального продольному коэффициенту сцепления. Таким образом, происходит непрерывное определение ϕ без блокировки измерительного колеса.

Как показывают сравнительные испытания, ряд динамометрических прицепов дает хорошее совпадение результатов, что позволяет рекомендовать их для широкого использования.

Существенным недостатком подавляющего большинства динамометрических прицепов является невозможность проведения измерений во всем диапазоне проскальзывания измерительного колеса, что не позволяет определять максимальное значение коэффициента сцепления. Этому недостатка лишено устройство, выполненное в виде специального автомобиля, снабженного дополнительным колесом, расположенным под кузовом. Автомобиль оборудован системой гидроприводов, обеспечивающих поворот дополнительного колеса по отношению к направлению движения, гидравлическим тормозом колеса, регулятором давления колеса на покрытие, измерителем проскальзывания колеса и измерителем тормозного момента. Такой автомобиль позволяет оперативно определять продольный и поперечный коэффициенты сцепления, а также проводить измерения во всем диапазоне проскальзывания. Однако для этого приходится использовать специальный автомобиль, непригодный для других целей. Кроме того, из-

мерительное устройство в этом автомобиле весьма сложно по конструкции и требует высокой квалификации обслуживающего персонала.

Для устранения перечисленных выше недостатков разработаны метод и устройство для определения коэффициента сцепления во всем диапазоне проскальзывания притормаживаемых колес прицепа. В основу этого метода положен принцип электрического торможения колес, позволяющий в широком диапазоне регулировать тормозной момент, который непрерывно определяется по значениям электрических характеристик тормозного устройства, например по величине тока возбуждения тормозной муфты или тормозного электрического генератора. При этом не требуется применения динамометрических устройств, определяющих усилие буксировки прицепа.

При определении коэффициента сцепления автомобиль буксирует прицеп с испытательными колесами по обследуемому участку дороги. Испытательные колеса прицепа вводят в зацепление с валом электрической тормозной муфты, который начинает вращаться. Постепенно увеличивают ток возбуждения тормозной муфты, осуществляя, таким образом, торможение испытательных колес вплоть до полной их блокировки. В процессе торможения измеряют ток возбуждения муфты и определяют проскальзывание притормаживаемых испытательных колес относительно свободно катящегося контрольного колеса.

При электрическом торможении в зависимости от величины тормозного тока меняется величина проскальзывания притормаживаемых испытательных колес. Причем тормозной ток пропорционален коэффициенту сцепления на участке кривой от начального проскальзывания, соответствующего минимальному коэффициенту сцепления $\varphi_{\min}$, и до проскальзывания, соответствующего максимальному коэффициенту сцепления $\varphi_{\max}$. При дальнейшем увеличении тормозного тока наступает неустойчивое состояние, характеризующееся тем, что процесс проскальзывания приобретает лавинообразный характер, заканчивающийся блокировкой испытательных колес. Для определения коэффициента сцепления при заблокированных испытательных колесах плавно уменьшают тормозной ток до начала разблокировки испытательных колес. Значение этого тока соответствует коэффициенту сцепления заблокированных колес.

Периодичность и порядок измерения коэффициентов сцепления зависит от методов управления, состояния дороги, интенсивности движения и погодных-климатических факторов. В любом случае сцепные качества дорог должны определяться во все характерные периоды года и на всех характерных участках дорог и покрытий. К характерным периодам относятся летний, зимний и осенне-весенний. К характерным участкам дорог относятся участки прямых и кривых, подъемы и спуски, участки в выемках и

насыпях, в закрытой и открытой местностях, участки пересечений и примыканий и населенных пунктов.

При разбивке дороги на однородные участки учитывают также тип покрытия, его состояние, тип и состояние обочин и т.д. Измерение сцепных качеств производят по полосам наката на каждой полосе движения. Количество замеров на однородном участке определяется по методам математической статистики, но в любом случае должно быть не менее трех.

При применении систем гибкого управления движением (дистанционно управляемые знаки, автоматизированные системы управления) сцепные качества покрытий должны контролироваться систематически при всех характерных состояниях погоды и дороги (выпадение осадков в виде дождя или снега, мороз, изморозь, гололед, иней, туман и т.д.).

Измерение коэффициента сцепления с помощью портативного прибора ППК

Для систематического контроля состояния поверхности покрытия при обследовании мест ДТП удобнее применять портативные приборы. Одним из таких приборов является ППК –МАДИ–ВНИИБД (рис. 3.4). Измерения проводятся на полосе наката левых колес без подготовки поверхности. Желательно, чтобы участки покрытия имели небольшой продольный уклон и поперечный уклон не более 25%. Перед началом работ необходимо проверить установку измерительной шайбы на нулевое деление шкалы после сбрасывания груза. Для этого с прибора снимают резиновые пластины и на их место устанавливают шарикоподшипники, затем под подшипники подкладывают гладкие металлические пластины и производят сбрасывание груза. Если измерительная шайба останавливается выше или ниже нулевого деления шкалы, то следует отпустить или натянуть буферную пружинку. Другой причиной остановки измерительной шайбы ниже нулевой отметки может быть ее перемещение по инерции. В этом случае надо увеличить силу трения шайбы по направляющей штанге.

Для проведения измерения дорожное покрытие увлажняется непосредственно под резиновыми имитаторами и в направлении их скольжения. Увлажнение покрытия производится при каждом замере. Расход воды составляет 100–150 см³. После увлажнения покрытия необходимо быстро нажать на кнопку сброса груза и произвести измерение коэффициента сцепления по положению измерительной шайбы на шкале. Обычно значение коэффициента сцепления на одном и том же месте не остается постоянным. Поэтому для получения устойчивых значений коэффициента производят 5 замеров на одном месте. Затем определяется среднее значение.

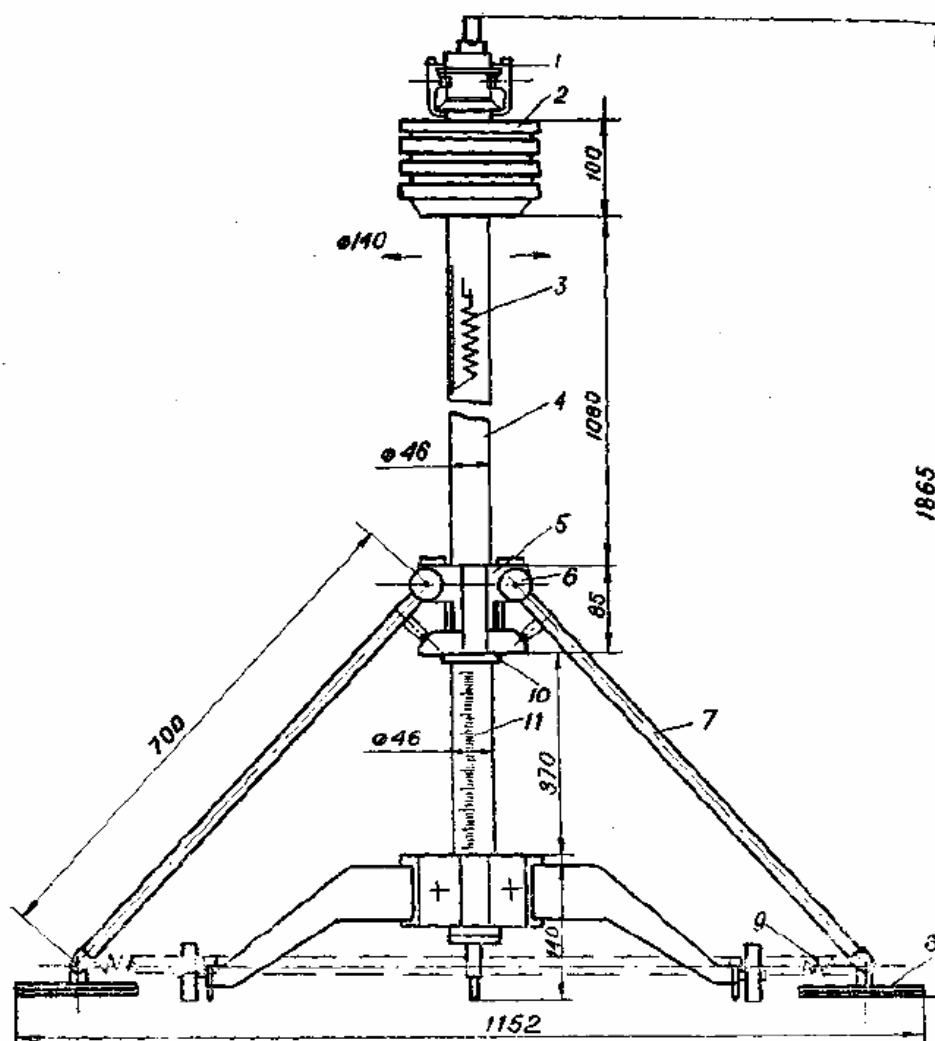


Рис. 3.4. Портативный прибор для оценки сцепных качеств дорожного покрытия ППК-МАДИ-ВНИИБД:

- 1—сбрасывающее устройство; 2 — подвижной груз; 3 — пружина;
 4 — опорная штанга; 5 — подвижная муфта; 6 — шарниры;
 7—толкающие тяги; 8 — имитатор шины; 9 — стягивающие пружины;
 10 — измерительная шайба; 11—шкала

Современные способы измерения коэффициента сцепления шин с дорогой

Определение коэффициента сцепления установкой типа ПКРС-2

Согласно СП 78.13330.2012, п.5.1 ГОСТ Р 50597–93, п.4.1.1 ГОСТ 30413–96 и п.4.6.3 ОДН 218.0.006–2002 коэффициент сцепления следует измерять динамометрическим прибором ПКРС-2 (рис. 3.5), рекомендованным в качестве базового всесоюзными корреляционными испытаниями, а

также портативным прибором ППК-Ф (рис. 3.7), измерительная шкала которого получена при его совместных испытаниях с прибором ПКРС-2.

Основные параметры прицепного прибора ПКРС-2 и краткая характеристика установки: размеры шины по ГОСТ 20993, дюймы – 6,00–13; 6,15–13; 6,40–13 и 6,45–13; тип протектора – с рисунком при глубине его не менее 1,0 мм; давление воздуха в шине, кПа – 170 ± 20 ($1,7 \pm 0,2$ кгс/кв.см); нагрузка на колесо, кН – $3 \pm 0,03$ (300 ± 3 кгс); максимальное радиальное биение обода и шины колеса, мм $2 \pm 0,2$; максимальный статистический дисбаланс колеса, г/см – 50 ± 5 ; норма увлажнения покрытия, л/кв.м – $1 \pm 0,2$; скорость движения, км/ч – 60; общая погрешность измерений, % – ± 4 ; пределы измерения величины коэффициента сцепления – 0,1–1,0.

Установка должна пройти аттестацию, которая оформляется протоколом и аттестатом по формам, предусмотренным ГОСТ 24555. Новая шина должна пройти обкатку не менее 300 км при скорости 60–80 км/ч, после чего колесо (то есть шина и диск в сборе) должно быть отбалансировано. Подготовленное колесо не должно использоваться при переездах автомобильной установки на дальние расстояния (более 100 км). При износе протектора до оставшейся глубины рисунка менее 1,0 мм дальнейшее использование шины для измерения коэффициента сцепления должно быть прекращено. При тарировке каналов измерения коэффициента сцепления точка приложения вертикальной силы динамометра должна находиться на расстоянии от центра колеса, равном радиусу качения колеса. Перед началом испытаний установка должна проехать не менее 5 км со скоростью 60 км/ч. Во время проведения испытаний необходимо измерять температуру воздуха.

На дорогах и улицах, находящихся в эксплуатации, испытания следует проводить при движении испытательного колеса по полосе наката левых колес автотранспортных средств, использующих данную полосу движения, а на дорогах и улицах с вновь устроенным покрытием – в пределах всей ширины полосы движения. Испытания следует проводить при температуре воздуха не ниже 0°C . Во время проведения испытаний скорость поступательного движения испытательного колеса не должна отклоняться от заданной величины более чем на 5 км/ч. На каждом из испытываемых участков длиной не менее 1 км следует последовательно выполнить не менее пяти испытаний. Продолжительность каждого испытания должна составлять 3–4 с. При проведении испытания увлажнение поверхности дороги следует начинать не позже чем за 0,5 с до начала торможения испытательного колеса и заканчивать одновременно с окончанием его торможения. Ширина полосы увлажнения должна быть не менее удвоенной ширины шины испытательного колеса.

Полученные величины коэффициенты сцепления корректируют в соответствии с данными табл. 3.2.

Т а б л и ц а 3.2

Величина температурной поправки к коэффициенту сцепления

Температура воздуха, °С	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40
Величина поправки	–0,06	–0,04	–0,03	–0,02	0	+0,01	+0,02	+0,02	+0,02

Результаты испытаний представляют в форме протокола отдельно для каждого участка дороги. Протокол испытаний должен содержать следующие сведения:

- местоположение и опознавательные признаки участков испытаний (название дороги и улицы, длина участка испытаний с привязкой к местности, полоса движения, криволинейность в плане, величина продольного уклона);
- тип покрытия, среднесуточную интенсивность движения и состав транспортного потока на полосе движения, на которой были выполнены испытания;
- погодные условия во время испытания;
- величины коэффициента сцепления.

Прицепная установка ПКРС-2 применяется для измерения коэффициента продольного сцепления по полосам наката на участках длиной не менее 1 км, т.е. при выполнении диагностических или проверочных работ больших объемов, как правило, на эксплуатируемых дорогах (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Прицепная установка ПКРС-2

ПКРС-2 представляет собой одноколесный прицеп, буксируемый автомобилем с установленным на нем специальным сцепным устройством. Благодаря параллелограммной сцепке, наружная рама постоянно сохраняет

положение параллельной поверхности дорожного полотна. Коэффициент сцепления измеряется при полной блокировке колеса с принудительной подачей воды для создания на покрытии автодороги водяной пленки толщиной 1 мм. Регистрация показаний первичных датчиков производится бортовым вычислительным комплексом с выводом данных измерения на дисплее.

Кроме ранее представленного прицепного устройства используется установка ПКРС-2У. Полученные значения коэффициентов сцепления приводятся к расчетной температуре 20°C в соответствии с ОДН 218.0.006–2002. Детальные инструментальные обследования выполняются с использованием малогабаритного прибора ИКСп (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Малогабаритный прибор ИКСп



Рис. 3.7. Портативный прибор ППК-Ф

Принцип работы прибора **ППК-Ф** (рис. 3.7) основан на имитации процесса скольжения заблокированного колеса автомобиля по дорожному покрытию при нормированных условиях их взаимодействия: нагрузке на колесо $(2942 + 49)\text{ Н}$, скорости движения $(60 + 3)\text{ км/ч}$ на мокром дорожном

покрытии с использованием шины с гладким рисунком протектора размером в дюймах: 6,45×13, внутреннем давлении воздуха (0,17 + 0,01) МПа. Прибор состоит из основания, на котором закрепляется в вертикальном положении направляющая штанга. В нижней части штанги расположена регистрирующая шайба, измерительная шкала и пружинный механизм с тягами, на конце которых установлены имитаторы шин. В верхней части расположены ударный груз, механизм сброса груза и устройство регулирования пружинного механизма. Груз при падении ударяет по ползуну и раздвигает резиновые имитаторы шин, скользящих по дорожному покрытию. Коэффициент сцепления определяется по положению на измерительной шкале регистрирующей шайбы.

Портативный прибор ППК-Ф применяется для выполнения локальных (выборочных) измерений коэффициента сцепления при приемке новых или реконструированных участков дорог, на аварийноопасных участках проезжей части и на местах совершения ДТП.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «коэффициент сцепления».
2. Дайте определение терминам «шероховатость покрытия», «характеристики шероховатости».
3. Что характеризует скользкость?
4. От каких параметров зависит значение коэффициента сцепления?
5. Назовите методы определения коэффициента сцепления.
6. Назовите средства определения коэффициента сцепления.
7. Как определяется коэффициент сцепления с помощью метода кратковременного контакта шины с покрытием?
8. Как определяется коэффициент сцепления с помощью портативного прибора инерционного типа?
9. Как определяется коэффициент сцепления с помощью измерительного колеса?
10. Как определяется коэффициент сцепления с помощью измерительной тележки?
11. Как определяется коэффициент сцепления с помощью установки с «падающим колесом»?
12. В чем заключается метод определения коэффициента сцепления торможением автомобиля на прямой дороге?
13. В чем заключается метод определения коэффициента сцепления торможением автомобиля на наклонной дороге?
14. Назовите приборы для определения коэффициента сцепления по значению замедления.

15. Как определяется коэффициент сцепления с помощью маятникового децелерометра?

16. Как определяется коэффициент сцепления с помощью пружинного децелерометра?

17. Как определяется коэффициент сцепления с помощью гидравлического децелерометра?

18. Назовите достоинства и недостатки метода торможения для определения коэффициента сцепления?

19. В чем заключается метод определения коэффициента сцепления методом замера тормозного пути автомобиля?

20. В чем заключается метод определения коэффициента сцепления с помощью автомобильных прицепов?

21. Назовите достоинства и недостатки динамометрических прицепов.

22. В чем заключается метод (устройство) для определения коэффициента сцепления во всем диапазоне проскальзывания притормаживаемых колес прицепа (блок-схема)?

23. В чем заключается метод определения коэффициента сцепления установкой типа ПКРС-2?

24. Опишите принцип измерения коэффициента сцепления с помощью портативного прибора ППК-Ф, ИКСп.

4. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Ровность дорожного покрытия оказывает существенное влияние на взаимодействие автомобиля с дорогой и психофизиологическое состояние водителей и является важнейшей транспортно-эксплуатационной характеристикой дороги.

Неровности дорог вызывают колебания автомобиля, его вибрацию, повышенный износ и поломку деталей, ухудшают контакт колеса автомобиля с поверхностью дороги, особенно в момент торможения, ухудшают комфорт пассажиров, способствуют порче грузов и разрушению дорог, а также образованию скоплений воды на поверхности покрытия, повышению уровня шума и вероятности возникновения аварийной ситуации.

Движение автомобилей по дорогам с неровной поверхностью сопровождается непрерывными колебаниями, которые существенно снижают производительность и эффективность работы автомобиля из-за необходимости ограничения скорости до безопасных пределов, а также продолжительности непрерывного движения ввиду переутомления водителей.

Скорость и время непрерывного движения водители выбирают субъективно, с учетом индивидуального восприятия вибрации, воздействующей на них в процессе движения автомобиля, на основании экспериментальных исследований установлены зависимости скорости и безопасности движения от ровности дорожных покрытий, которые могут быть использованы при выборе оптимальных режимов движения.

Как правило, прочность дорожной одежды снижается в течение длительного времени и создает постепенно накапливающиеся неровности. Резкие изменения ровности покрытий могут происходить под воздействием погодно-климатических факторов: выпадение снега и его уплотнение на дороге; осадки в виде дождя, способствующие образованию слоя грязи на отдельных участках дорог; высокая температура, способствующая резкому увеличению пластических деформаций на поверхности асфальтобетонных и других покрытий из битумоминеральных смесей, и др. Поэтому частота контроля ровности для целей управления движением может быть различной в зависимости от категории дороги, ее общего состояния, уровня содержания и погодно-климатических условий.

При оценке ровности дорожных покрытий применяют сплошной или выборочный контроль. Сплошной контроль предназначен для обследования участков дорог протяжением более 1 км, выборочный — менее 1 км (рис. 4.1).

Выборочный контроль ровности покрытия осуществляют также при обследовании опасных участков дорог, выяснении причин дорожно-транспортных происшествий и т.д.

Методы определения ровности дорог									
Измерение геометрического профиля		Измерение искаженного геометрического профиля		Измерение уклона неровностей		Измерение кривизны неровностей		Измерение параметров колебаний измерительного колеса	
								Измерение параметров колебаний автомобиля	
Технические средства									
Рейки		Нивелиры	Профилометры (многоопорные рейки)	Виаграфы	Уклономеры	Гомеографы	Толчкомеры и толчкографы	Датчики колебаний, акселерометры	
С клином	С уклоном								

Рис. 4.1. Классификация методов и технических средств определения ровности дорог

При сплошном контроле ровности оценивают с помощью передвижной установки ПКРС-2У (лаборатория КП-511 или КП-514) а также толчкомера ТХК-2 или ТЭД-2, устанавливаемого в автомобиле-лаборатории.

Ровность покрытия лабораторией КП-511 или толчкомерами определяют проездом установки по каждой полосе движения со скоростью 50 км/ч с допустимым отклонением ± 2 км/ч. При этом показатель ровности регистрируется в см/км.

При измерении ровности толчкомером любого типа эксплуатационное состояние автомобиля должно соответствовать требованиям его технического паспорта: давление в шинах, состояние рессор и амортизаторов, допуск люфтов в пальцах и серьгах рессор. Показание спидометра автомобиля должно соответствовать фактической скорости движения.

Выборочный контроль ровности осуществляют на захватках (участках) длиной 300 м на обследуемом километре дороги путем измерения просветов под 3-метровой рейкой. Захватки выбирают на самых неблагоприятных по ровности участках, установленных визуальным осмотром.

В процессе измерения рейку укладывают в продольном направлении через каждые 30 м и в поперечнике производят измерения: на оси и по крайним полосам наката. Согласно инструкции по эксплуатации рейки просветы под рейкой измеряют в 5 точках, расположенных на расстоянии 0,5 м.

Измерения производят по левой полосе наката каждой полосы движения. Количество измерений на километр зависит от однородности поверхности покрытия и колеблется от 2 до 6. Выборочный контроль производят на участках ремонта. Его выполняют дважды: до ремонта и после ремонта.

Сплошной контроль ровности покрытий производят при первичных и повторных ежегодных обследованиях и оценке состояния дорог.

Определение ровности дорожного покрытия

В 2006 году было принято решение о проведении диагностики федеральной сети дорог по показателям сцепления, прочности и продольной ровности. Продольная ровность впервые должна была оцениваться не в привычной размерности «см/км», а по европейской методике IRI (International Roughness Index – международный индекс ровности). Индекс IRI рассчитывается на основе 4 переменных величин, являющихся функцией измеряемого профиля дороги. Эти переменные отражают динамический ответ справочной математической модели автомобиля (просчитывается только кузов и 1 колесо, на западе известна как SQY), движущегося по измеряемому профилю. Уравнения 4 переменных величин дают решения по всем замерам, за исключением первой отметки. Эти переменные рассчитываются с использованием высотных отметок микропрофиля дороги с помощью специальных коэффициентов, приведенных в методике для различных шагов и скоростей измерений. По полученным коэффициентам рассчитывается «среднескорректированный уклон» для каждой точки дороги. Далее и рассчитывается индекс IRI, который о сути дела является средней статистической переменной «среднескорректированного уклона» отрезка измеряемой дороги. Средний уклон на первых 11 м служит для определения первоначальных величин к переменным. Показатель IRI оценивает ровность в диапазоне частотных характеристик от 0,033 ц/м до 0,76 ц/м (в полосе длин волн неровностей от 1,3 м до 30 м). Размерностью его является «мм/м», «см/км», «дюймов/милю».

Данная методика разрабатывалась на западе уже более 20 лет, и в ряде европейских стран применяется как основная для оценки ровности дорог. В различных странах применяются различные нормативные требования к ровности различных категорий дорог по IRI, но единого общего для всех стран норматива для различных категорий дорог не существует. В ниже приведенной таблице (табл. 4.1) показан ряд используемых и рекомендуемых за рубежом нормативов.

Т а б л и ц а 4.1

Нормативы ровности

№ п/п	Страна, год начала использования показателя IRI	Характеристика ровности	Значение IRI, м/км
1	Бельгия, 1984	Класс А. Очень хорошая ровность	До 2
		Класс В. Хорошая ровность	от 2 до 4
		Класс С. Хорошая ровность	от 4 до 6
		Класс D. Плохая ровность	от 6 до 8
		Класс Е. Очень плохая ровность	более 8
		Порог вмешательства	более 6
2	Швеция, 1988	Очень хорошая ровность	до 1,5
		Хорошая ровность	1,5–2,5
		Средняя ровность	2,5–3,5
		Удовлетворительная ровность	3,5–4,5
		Неудовлетворительная ровность	> 4,5
3	Финляндия, 2000 *	Автомобильные магистрали	до 1,7
		Прочие 2 полосные государственные и национальные дороги	до 1,9
		Прочие дороги общего пользования	до 2,1
4	Международный эксперимент (Мировой банк, Бразилия, 1982)	Взлетно-посадочные полосы в аэропортах и высокоскоростные автомобильные дороги	0,8–1,3
		Новые дорожные покрытия	1,3–3,3
		Эксплуатируемые автомобильные дороги	2,3–5,5
5	Международный эксперимент FILTER (PIARC, Нидерланды, Германия, 1998)	Хорошая ровность	до 1,5
		Средняя ровность	от 1,5 до 3,5
		Плохая ровность	более 3,5

* Требования по ровности нового покрытия

Сами методы измерения IRI делятся на 4 категории исходя из применяемого оборудования и технологии проведения измерений.

В I и II класс точности входят измерения профилометрами в движении со скоростями до 100 км/ч и различаются только по величине разбросов показаний на контрольных участках (до 5 % для I класса точности и до 7 % для II). К данному типу приборов относятся анализатор статистического профиля TRRL, «Dipstick» (приборы для ручных измерений), инерционный измеритель ровности APL (измерение уклонов покрытия относительно базы автомобиля), информационный анализатор продольного профиля K.J LAW (регистрация вертикальных перемещений подвески с помощью акселерометров с дальнейшим расчётом по математической модели SQY), множество появившихся в последнее время приборов, построенных на получении микропрофиля с помощью бесконтактных датчиков (в РФ к ним относятся лаборатории МАДИ, РосдорНИИ, НПО «Регион»), а также ме-

тоды ручного нивелирования участков. Как базовая принята методика измерения высотных отметок микропрофиля дороги со скоростями 40 либо 80 км/ч и с шагом 0,25 м.

По результатам измерений строиться микропрофиль (не все профилометры дают непосредственно высотные отметки микропрофиля, некоторые приходят к нему через обработку измерений других параметров или же сразу выдают индекс IRI на основе своих измерений), из которого и рассчитывается индекс IRI.

В III класс точности входят так называемые «приборы типовых ответов» («типоответчики»). К данному типу приборов относятся Opala – Maysmeter №2, Caravan – NAASRA, Remorque BI, Rugosimetre BPR, а также установка ПКРС-2У. Принцип измерения IRI данными приборами основан на тарировке их показаний, отражающих воздействие неровностей на подвеску автомобиля, на контрольных участках по всему спектру неровностей.

В IV класс точности входит экспертная (субъективная) оценка ровности дороги в соответствии с имеющейся шкалой. Данная методика даёт приблизительное представление о состоянии дороги, а также знакомит специалистов со шкалой IRI и состоянием соответствующих дорог.

Толчкометр ТХК. Измерение ровности дорожных покрытий толчкометром ТХК производится в период, когда на замеряемых участках нет грязи и снега или они очищены от них. Кроме того, на них не должно быть разрушений и деформаций, которые представляют опасность для движения автомобиля с требуемой скоростью. В соответствии с методами, разработанными МАДИ, скорость движения автомобиля должна составлять 50 ± 3 км/ч.

Критерием оценки ровности является суммарный прогиб задних рессор при проезде участка дороги длиной 1 км. В начале участка (он обычно совмещается с километровым знаком) нажатием кнопки регистрируют показания толчкометра на бумажной ленте. В конце километра или участка регистрацию повторяют.

Разность в показаниях в начале и конце участка характеризует ровность (в см/км). Измерения выполняют на полосах наката в обоих направлениях движения по 2 раза на каждой полосе. Различие между первым и вторым показаниями не должно превышать 5 %. В противном случае измерение следует повторить. В случае, если по каким-либо причинам не представляется возможным обеспечить требуемую скорость движения, то допускается изменение заданного предела, но при этом необходимо, чтобы новое значение скорости при каждом проезде было постоянным (40, 60, 70 км/ч), а полученные показатели в дальнейшем приводятся к показателю при скорости 50 км/ч.

Чтобы учесть влияние состояния автомобиля на показания толчкомера, следует выявить наиболее стабильные участки дороги с прочными дорожными одеждами и устойчивым земляным полотном, произвести на нем замеры, которые позволяют выявить особенности данного автомобиля и избежать их влияния на измерение.

Результаты измерений обрабатываются в следующем порядке:

- определяются разность отсчетов толчкомера S на каждом километре для отдельных проездов, а затем их среднее значение $S_{\text{ср}}$ и фактическая средняя скорость движения $V_{\text{ср}}$;
- полученное значение $S_{\text{ср}}$ корректируется с учетом коэффициента толчкомера $K_{\text{т}}$, значение которого приводится в паспорте прибора:

$$S = S_{\text{ср}} K_{\text{т}}. \quad (4.1)$$

При длине участка менее 1 км показания толчкомера приводятся к нормированной единице измерения (в см/км):

Если для измерений использовался не базовый автомобиль или скорость движения отличалась от нормативной, то показания считаются по другим номограммам.

При измерении ровности проезд автомобиля должен осуществляться по полосам наката. Количество проездов на каждой полосе движения (в прямом и обратном направлении) принимается в зависимости от технической категории дороги:

- | | |
|---------------|-------------|
| I и II кат. | – 3 проезда |
| III и IV кат. | – 2 проезда |
| V кат. | – 1 проезд |

Передвижная многоопорная рейка ПКР-4М. Рама передвижной многоопорной рейки изготовлена из листовой стали, разборная, состоит из трех частей. Длина между центрами крайних колес 3000 мм. Общий габарит рейки 3300×365×200 мм, общий вес – 27 кг. На раме смонтированы 12 опорных колес диаметром 150 мм со сплошными резиновыми шинами; расстояние между осями колес – 250 мм.

Для записи показаний бумажная лента наматывается на основной барабан, откуда подается на записывающий барабан и далее через ведущий резиновый ролик, к которому она прижимается прижимным роликом, сматывается на приемный барабан. Во вращательное движение приемный барабан приводится ведущим роликом. Измерительное колесо диаметром 150 мм со сплошной резиновой вулканизированной шиной установлено из двух шариковых подшипниках на горизонтальном валу вместе с червяком, храповиком и храповыми собачками, смонтированными в корпусе редуктора. Для обеспечения вертикального перемещения редуктора по отношению к корпусу прибора в наружной трубке помещена пружина для возврата редуктора в нижнее положение. Ровность поверхности без записи пока-

заний оценивается с помощью шкалы со стрелкой. Перемещения измерительного колеса передаются на стержень, а затем через систему блоков — на стрелку и подвижную иглу. Деления на шкале нанесены в увеличенном масштабе 3:1.

Для проверки правильности установки опорных колес рейка выставляется на тариловочную площадку. Каждое опорное колесо должно прокручиваться с одинаковой силой. Тариловочная площадка представляет собой либо кусок проката (швеллер, тавр, двутавр) длиной 3,5 м шириной 20 – 25 см, либо другую ровную поверхность, где неровности не превышают 0,5 мм на длине 3,5 м. При установке рейки на тариловочной площадке стрелка должна совпадать с нулевым делением. Если под измерительное колесо подкладывать тариловочные бруски высотой 3, 5, 7, 10 и 15 мм, то стрелка должна отклоняться вверх в соответствии с таким же числом делений по шкале. При подкладывании таких же брусков под переднее или заднее опорное колесо стрелка должна отклониться вверх, причем число делений на шкале должно соответствовать половине высоты бруска.

Для выявления единичных неровностей на поверхности оснований и покрытий рейку перемещают за рукоятку со скоростью 3–4 км/ч. В этом случае делают 2 – 3 проезда и с помощью индикатора (шкалы со стрелкой) фиксируют места с максимальными значениями показаний.

Ровномер ШИЛ-Р-5. Ровномер является разновидностью измерительной рейки и предназначен для контроля ровности дорожных и аэродромных покрытий при их строительстве, приемочных работах и в период эксплуатации. Прибор состоит из следующих узлов: разборной рамы с соединительным устройством; опорных колес рукоятки с пультом управления; блока питания; каретки, с установленными на ней измерительным колесом, механизмом перемещения каретки с электроприводом, записывающего устройства для графического воспроизведения неровностей на диаграммной ленте устройством световой индикации неровностей.

Питание прибора осуществляется от блока питания (аккумулятора) напряжением 12 в. Масса устройства – 15 кг. Габариты – 3300×240×300 мм.

В процессе контроля ровности покрытий устройство перемещается со скоростью 3–4 км/ч и визуально, с помощью устройства световой индикации оценивается ровность покрытия. В этом случае каретка устанавливается посередине рамы устройства. Вертикальные перемещения измерительного колеса по неровностям преобразуются в перемещения пера самописца и в световые сигналы верхних и нижних индикаторов зеленого, желтого и красного цветов, что соответствует выступам или впадинам величиной 5, 10, 15 и более мм. Для более детальной оценки ровности покрытий устройство устанавливается на покрытие, освобождается тормозное устройство каретки и с помощью механизма перемещения каретка перемещается вдоль рамы прибора, фиксируя неровности по его длине. В этом случае, при не-

обходимости документирования результатов контроля, включается записывающее устройство.

Рейки. Измерение ровности трехметровой рейкой проводятся на участках дорог длиной 300–400 м, определяемых визуально при контрольных проверках. Суммарная длина участков (в однополосном исчислении) должна составлять 10–25 % всей протяженности обследуемой части дороги. Покрытие в местах измерения должно быть очищено от грязи. До проведения измерений следует проверить ровность рейки в прямолинейном направлении, а также на скручивание, причем допустимое отклонение не должно превышать 0,5 мм.

При проведении измерения рейку укладывают параллельно кромке проезжей части на расстоянии 0,75–1,00 м, а при многополосной проезжей части – от границы полосы движения, т. е. на полосе наката. Просветы между рейкой и покрытием необходимо измерять в 5 точках по длине рейки через 0,5 м, крайние точки замеров следует выбирать на расстоянии 0,5 м от концов рейки (рис. 4.2).

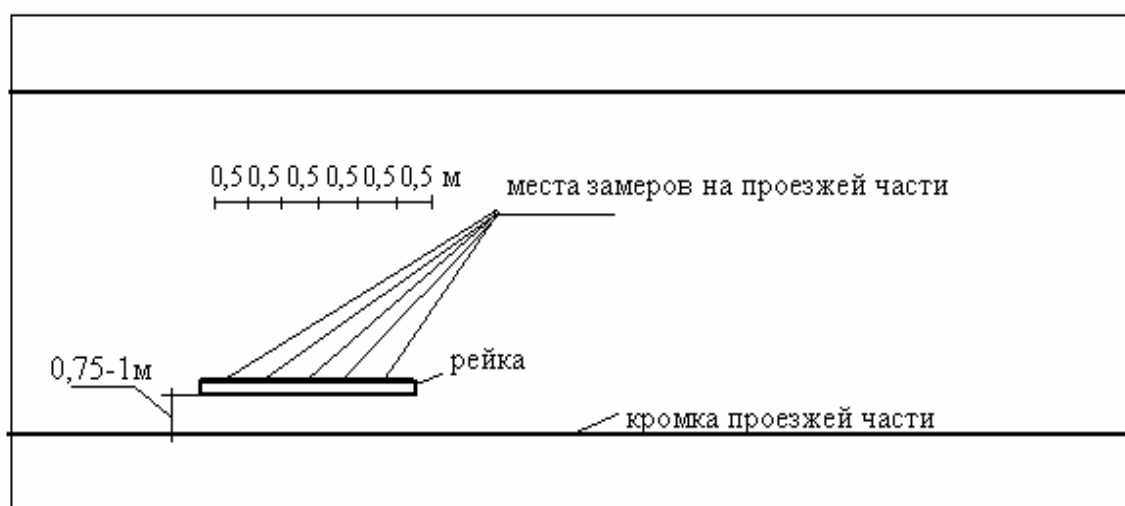


Рис. 4.2. Пример замера ровности покрытия трехметровой рейкой

Для получения надежных статистических данных расстояние между местами укладки определяют, исходя из расчета 25–30 приложений рейки или 125–150 измерений. При обработке результатов записывают длину измеряемого участка, расстояние между прикладываемыми рейками, общее количество замеров, находят относительное содержание (в %) просветов до 3 мм, более 5 мм и наибольший просвет. Например, проводя измерение ровности на участке дороги М5 «Урал» длиной 300 м, получаем после 25-кратного приложения рейки с шагом 9 м следующие данные (табл. 4.2).

Сравнивая полученные данные на этом участке с данными табл. 4.3, констатируем, что состояние ровности покрытия хорошее.

Таблица 4.2

Наименование дороги, км	Общее количество измерений	Результаты измерений		
		% до 3 мм	% более 5 мм	наибольший просвет, мм
М5 «Урал» 84 км – 84 км 300 м	125	93	2	7

Таблица 4.3

Типы покрытий и измеряемые па- раметры	Оценка		
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно
Капитальные			
Количество просветов, %:			
до 3 мм	95	90	80
более 5 мм	1	2	5
максимальный просвет, мм	7	8	10
Облегченные			
Количество просветов, %:			
до 3 мм	95	90	80
более 7 мм	1	2	5
максимальный просвет, мм	9	11	14
Переходные			
Количество просветов, %:			
до 8 мм	95	90	80
более 15 мм	1	2	5
максимальный просвет, АИМ	20	25	30

Рейки с клином типа ПКР-1 являются наиболее распространенными средствами измерения, позволяющими определять единичные неровности. Однако трудоемкость проведения измерений не обеспечивает оперативности получения результатов. Большей производительностью обладают рейки с подвижной кареткой и уровнем, например, типа ПКР-3. Записывающее устройство позволяет получать документ о проведенных измерениях.

Сравнительно небольшая длина указанных реек (до 5 м) не дает возможности фиксировать неровности с большой длиной волны, поэтому зачастую применяют метод нивелирования поверхности дороги с шагом до 1 м. Полученный микропрофиль поверхности дороги используют для определения всего диапазона волн, в том числе и отдельных неровностей. Существующие методы обработки микропрофиля с помощью корреляционного анализа и аппарата математической статистики позволяют получать характеристики ровности дорог с достаточной для практики точностью.

С целью повышения производительности измерений применяют передвижные рейки на опорных колесах – профилометры, например типа ПКР-5. Положение базиса при движении рейки меняется, поэтому изображение профиля дороги искажается. Измерение искаженного профиля производится

дополнительным колесом, расположенным, как правило, в средней части рейки. Такие рейки называют профилометрами или профилографами, если измерительное колесо связано с записывающим устройством, например ПКР-4М. Длина волны фиксируемых неровностей ограничена базисом рейки и обычно не превышает 4 м.

Разновидностью профилографа является виаграф, линия отсчета которого образована восемью подвешенными колесами. Девятое, измерительное колесо, связано с регистратором неровностей. В этом устройстве отдельные небольшие неровности мало влияют на положение линии отсчета и практически не фиксируются. Скорость измерения подвижными рейками не превышает 4 км/ч.

Ровность дороги является медленно меняющимся во времени показателем ее состояния, поэтому, на первый взгляд, любые, даже малопроизводительные методы определения ровности могут быть использованы в системах управления движением. Однако ряд других соображений, в частности невозможность проведения измерений рейками при высокой интенсивности движения, необходимость комплексного получения информации о состоянии покрытия, ограничивают применение рассмотренных методов для целей управления. Технические средства определения ровности, устанавливаемые на автомобиле или автомобильном прицепе, являются более оперативными и высокопроизводительными, так как позволяют вести измерения в процессе движения. При этом определяют косвенные параметры, характеризующие ровность дороги.

Уклон неровностей измеряют специальными уклономерами. Положение дышла измерительного прицепа определяет уклон действительного профиля дороги между осями прицепа. Применяемый в США уклономер «Chloe» снабжен вычислительной машиной, которая усредняет измеренные значения углов на 30-метровых участках дороги.

Другой оперативный метод заключается в измерении кривизны неровностей дорог или углов перелома профиля. Используемые для этого приборы гониографы не нуждаются в постоянном базисе. Три измерительных колеса гониографа расположены друг за другом, угол между секущими является показателем кривизны профиля. При постоянной скорости движения тележки скорость ее углового вращения также является показателем ровности. Большое распространение получили методы измерения параметров вертикальных колебаний движущегося кузова автомобиля или буксируемого им специального измерительного колеса. При этом измеряют как количество и величину толчков (толчкомеры), так и вертикальные ускорения (акселерометры). Толчкомеры различных конструкций получили широкое распространение.

Если толчкомер установить на прицепе, предназначенном для измерения коэффициента сцепления, то будут фиксироваться колебания поддрес-

соренного колеса относительно рамы прицепа. Такое совмещение приборов даст возможность одновременно определять две характеристики дорожного покрытия.

Лаборатория КП-511. Лаборатория КП-511 предназначена для измерения ровности и коэффициента сцепления поверхности покрытий автомобильных дорог как вновь построенных, так и находящихся в эксплуатации и может быть использована дорожными проектными, строительными и эксплуатационными организациями при решении задач по определению технико-эксплуатационного состояния автомобильных дорог.

Лаборатория КП-511 является модернизированным вариантом передвижной лаборатории ПКРС-2 и укомплектовывается одноколесным динамометрическим прицепом.

Базовый автомобиль разбит на три отсека: отсек водителя, отсек операторов, рабочий отсек. В отсеке оператора установлены пульт управления измерениями и каротажный регистратор НЗ81 для записи на диаграммную ленту сигналов о показателях ровности и сцепления дорожных покрытий; система управления интенсивностью увлажнения покрытия и система управления и блокирования колеса динамометрического прицепа. В рабочем отсеке расположены бак для воды объемом не менее 300 л, предназначенный для увлажнения покрытия при определении коэффициента сцепления; шкафчики для хранения инструмента и тарировочных приспособлений; аккумуляторная батарея (источник питания измерительных приборов и оборудования лаборатории). Технические характеристики лаборатории КП-511

Пределы измерения ровности: 0–2000 см/км.

Пределы измерения коэффициента сцепления: 0–1.

Относительная погрешность измерения ровности по записи на диаграммной ленте не более 2,5 от конечного значения диапазона измерений при нормальных условиях применения измерительной аппаратуры.

Предельная относительная погрешность измерения ровности по записи на диаграммной ленте не более 5 % от конечного значения диапазона измерений при рабочих условиях применения измерительной аппаратуры.

Абсолютное значение допустимой погрешности измерения коэффициента сцепления по записи на диаграммной ленте не более $\pm 0,03$ значения измеряемой величины установленного предела измерения при нормальных условиях и $\pm 0,04$ значения измеряемой величины при рабочих условиях.

Нормальные условия характеризуются нормальной областью значения влияющих величин, характеризующих климатические воздействия и электропитание средств измерений: температура окружающего воздуха (20 ± 5 °С), относительная влажность (65 ± 15 %), атмосферное давление (100 ± 4 кПа), напряжение питающей сети (12 ± 1 В). Рабочие условия характеризуются рабочей областью значений, величин, характеризующих климатические, механические и электрические воздействия на измеряющие устройства.

Подготовка лаборатории КП-511 к работе заключается в проверке ряда узлов, приборов и оборудования, тарировке измерительного канала ровности и тарировке измерительного канала коэффициента сцепления. При проверке узлов и деталей проверяется уровень напряжения источника питания (аккумуляторной батареи), надежность штепсельных разъемов, осматриваются бронешланги сети питания динамометрического прицепа, проверяется работа гидравлической системы торможения прицепа и система увлажнения покрытия.

Напряжение источника питания (аккумуляторной батареи) должно быть равным $12 \pm 0,5$ В под нагрузкой номинального значения. При включении измерительного канала сцепления отклонение стрелки индикатора ИП должно быть равным 3 делениям. Перед тарировкой измерительных каналов ровности и сцепления аппаратура лаборатории КП-511 должна находиться во включенном состоянии не менее 15 мин. Тарировка измерительных каналов ровности и сцепления должна выполняться согласно инструкции по эксплуатации лаборатории КП-511.

Ровность покрытий оценивается путем проезда автомобиля-лаборатории КП-511 по каждой полосе движения автомобильной дороги со скоростью 50 км/ч и регистрации толчков с помощью тахометра на диаграммную ленту самописца.

Единицей измерения ровности является суммарное перемещение измерительного колеса в вертикальной плоскости относительно корпуса прицепа на единицу длины по протяжению дороги (см/км).

Экипаж лаборатории состоит из 2-х операторов и водителя.

Порядок выполнения операций при оценке ровности:

- за 15 минут до начала измерений включить питающий усилитель аппаратуры;
- на диаграммной ленте самописца произвести запись нулевой линии, название обследуемой дороги (участка), направление измерения, начальный километр, вид и режим измерения;
- за 500 м до начала участка измерений включить проблесковые маячки, фары дальнего света автомобиля, табло «измерение», лентопротяжный механизм с требуемым масштабом записи и тумблер «ровность», водитель набирает необходимую при измерении скорость;
- заданная скорость измерения поддерживается постоянной;
- при проезде километровых знаков или характерных точек, делают привязочные отметки на ленте с помощью специальной кнопки «отметка глубины». Карандашом записываются номера километровых знаков и названия характерных точек;
- по окончании участка измерений, лаборатория должна проследовать не менее 500 м, развернуться и приступить к измерению другой полосы движения в той же последовательности;
- измерения проводят по левой стороне наката каждой полосы движения.

Измерение сцепления покрытий проводят в режиме скольжения полностью заблокированного колеса прицепного устройства по увлажненной поверхности покрытия. Колесо блокируется нажатием на тормозную педаль в отдельных точках дороги.

Непосредственно перед каждым измерением коэффициента сцепления дорожное покрытие должно быть искусственно увлажнено путем открытия заслонки системы принудительного нормированного полива, при этом расход воды должен быть таким, чтобы обеспечить на покрытии расчетную пленку воды толщиной 1 мм. (Под «расчетной пленкой» следует понимать условную величину, являющуюся отношением расхода воды к площади увлажнения).

При проведении измерений коэффициента сцепления необходимо фиксировать температуру воздуха и получаемые величины приводить к расчетной температуре +20 °С путем введения поправки, данной в табл. 4.4.

Т а б л и ц а 4.4

Температура, °С	0	+5	+10	+15	+20	+25	+35	+40
Поправка	–0,06	–0,04	–0,03	–0,02	0	+0,01	+0,02	+0,02

При измерении величины коэффициента сцепления на большом протяжении проводят не менее 3-х измерений на 1 км полосы движения.

Порядок выполнения операций при измерении величин коэффициентов сцепления аналогичен последовательности измерений ровности при включенном тумблере «сцепление». Различия состоят в том, что лентопротяжный механизм с требуемым масштабом включается за 50 м до нажатия педали блокировки колеса прицепа и в момент блокировки колеса проводится увлажнение покрытия. Время торможения (блокировки колеса прицепного устройства) – 2–3 с.

При обработке и оценке результатов измерения ровности расшифровывают диаграммы, полученные на ленте самописца (диаграммная лента), с помощью тарировочной линейки горизонтального масштаба; уточняют местоположение километровых знаков, а там где их нет, отмечают на ленте их положение.

По линии записи ровности в пределах каждого километра с помощью тарировочной линейки определяют среднюю величину ровности. Если в пределах километра можно выделить участки более 200 м со значительным отклонением ровности от средней величины, то их выделяют в самостоятельные участки. В пределах этих участков определяют также максимальную и минимальную величину ровности.

Величину неравномерности в пределах одного километра (или самостоятельного участка) оценивают отношением максимального значения ровности к минимальному. Если это отношение более 2 – «неудовлетворительно».

Расшифровку диаграмм ровности, полученных на ленте самописца, можно производить с помощью полярного планиметра ПП-М. Для этого в соответствии с паспортом и инструкцией по эксплуатации планиметра определяется покилометровая площадь диаграмм. Разделив полученную площадь на диаграммную длину километра, получаем покилометровую среднюю ровность. При таком способе определения покилометровой средней ровности увеличивается точность и скорость измерений. Точность планиметра – $\pm 0,2$ %.

Величину коэффициента сцепления определяют по тарифовочной линейке по расстоянию от пулевой линии до линии замеров в виде полки. Первый всплеск в замерах не учитывается, т.к. он получается в начальный момент торможения колеса, когда оно полностью не заторможено.

Измерение шероховатости дорожных покрытий

Из многочисленных факторов на сцепление колес автомобиля с дорожным покрытием наибольшее влияние оказывает шероховатость поверхности. Шероховатость поверхности дорожного покрытия образуется за счет равномерно чередующихся выступов скелетных частиц и впадин между ними, а также собственной шероховатости выступов и впадин либо специально созданных бороздок на поверхности покрытия. Требования к показателям шероховатости покрытий изменяются в зависимости от условий движения.

Шероховатость условно подразделяют на два вида: макрошероховатость и микрошероховатость.

Макрошероховатость формируется на поверхности покрытия выступающими частицами каменного материала. Между выступами частиц образуется сеть каналов, по которым при движении автомобиля по мокрой дороге вода может выходить из зоны контакта шины с поверхностью покрытия. При отсутствии макрошероховатости отжатие воды из зоны контакта резко затрудняется. Это может приводить к образованию так называемого «водного клина», что обуславливает резкое снижение коэффициента сцепления при увлажнении покрытия.

Микрошероховатость – это шероховатость поверхности самих каменных частиц. Она предопределяется характером поверхности материалов и их природой. Микрошероховатость облегчает разрыв пленочной воды, которая находится между выступом шероховатости покрытия и протектором шины. Однако из-за технических трудностей измерения микрошероховатости ее обычно не оценивают, а ограничиваются только определением показателя макрошероховатости. Показатель шероховатости обычно используют совместно с показателем коэффициента сцепления в качестве дополнительной характеристики при оценке состояния дорожной поверхности

(рис. 4.3). Классификация дорожных покрытий в зависимости от значений средней глубины впадин макрошероховатости $H_{\text{ср}}$ приведены в табл. 4.5

Т а б л и ц а 4.5

Классификация дорожных покрытий в зависимости
от значений средней глубины впадин

Тип шероховатых покрытий	Условные обозначения	Средняя глубина впадин, мм
Гладкие	$G_{\text{л}}$	0,02...0,25
Мелкошероховатые	$M_{\text{шер}}$	0,25...1,5
Мелкошипованные	$M_{\text{шип}}$	1,5...2,5
Среднешероховатые	$C_{\text{шер}}$	1,0...3,0
Среднешипованные	$C_{\text{шип}}$	3,0...5,0
Крупношероховатые	$K_{\text{шер}}$	2,0...4,5
Крупношипованные	$K_{\text{шип}}$	4,5...7,0

При определении состояния дорожного покрытия чаще всего оценивают макрошероховатость, к которой предъявляют противоречивые требования. С одной стороны, макрошероховатость должна быть как можно меньшей, чтобы обеспечивалась наибольшая площадь контакта протектора шины с поверхностью дорожного покрытия. С другой стороны, дорожная поверхность должна быть достаточно грубой, что должно способствовать быстрому отводу воды из площадки контакта и предупреждению тем самым явления аквапланирования. Однако увеличение макрошероховатости ведет к возрастанию сопротивления качению, износу шин и уровня шума. Основными параметрами, характеризующими макрошероховатость, являются высота выступов, средняя высота выступов, шаг неровностей (расстояние между соседними вершинами неровностей), средний шаг неровностей.



Рис. 4.3. Зависимость коэффициента поперечного сцепления от шероховатости дорожного покрытия

Шероховатость дорожных покрытий определяется методом «песчаного пятна», с помощью прибора КП-139 (рис. 4.4) и заключается в заполнении углублений в шероховатом покрытии определенным объемом тонкого песка. Критерием шероховатости является средняя глубина впадин шероховатости, которую находят из отношения объема песка к площади покрытия или поверхности. Поверхность покрытия в местах измерений должна быть сухой и чистой. При наличии песка и грязи покрытие должно быть промыто.



Рис. 4.4. Номограмма из комплекта прибора КП-139 для определения шероховатости по методу «песчаное пятно»

Методика проведения измерений. Участки для контроля шероховатости дорожных покрытий намечают в период рекогносцировочного обхода или проезда на автомобиле по сдаваемым в эксплуатацию участкам дороги при низкой скорости движения с остановками по мере необходимости. Во время рекогносцировочного проезда регистрируют границы участков с однотипными поверхностями покрытия. В пределах каждого из участков визуально устанавливают места покрытия примерно одинаковой шероховатости. На каждой полосе движения следует производить 5 измерений шероховатости на 1000 м по одной полосе наката.

Для проведения измерений заготавливают сухой песок с фракциями от 0,14 до 0,31 мм в количестве 1–2 л, что обеспечивает проведение 50–100 измерений. Чтобы песок был сухим, его необходимо хранить в закрытой таре. Из мерного стаканчика на поверхность высыпают порцию песка, объем которого зависит от типа асфальтобетона: при мелкозернистом покрытии берут 10 см³, при среднезернистом – 25 см³, при крупнозернистом – 50 см³.

Затем диском диаметром 100 мм с ровной поверхностью или линейкой круговыми движениями распределяют песок по поверхности покрытия.

Все впадины должны быть заполнены песком до уровня наиболее высоких выступов, нивелируемых диском.

Величину шероховатости получают по диаметру песчаного пятна по формуле

$$h_{\text{ср}} = \frac{V_{\text{песка}}}{S_{\text{пятна}}} = \frac{4V_n}{\pi D^2} = 1,275 \frac{V_n}{D^2}, \quad (4.5)$$

где $h_{\text{ср}}$ – средняя глубина шероховатости, мм;

V_n – объем песка, см³;

$S_{\text{пятна}}$ – площадь, на которой распределен песок, см²;

D – среднее значение диаметра песчаного пятна, замеренного с помощью линейки или специальной номограммы, входящей в комплект прибора.

В случае, если пятно получилось в виде эллипса, то измерения производят по большому и малому диаметрам эллипса и берут средний результат. При пятне прямоугольной формы измеряют его стороны и находят площадь прямоугольника. На каждом участке шероховатость измеряют не менее чем в трех местах, а в каждом месте измерений делают не менее трех пятен. Результаты измерений заносят в таблицу. Характеристику шероховатости вычисляют как среднее арифметическое значение по створам, по полосам наката и по оси проезжей части.

Определение параметров шероховатости дороги приборами профилографами

Принцип работы таких приборов основан на ощупывании неровностей поверхности щупом с последующим копированием контуров шероховатости на миллиметровую бумагу или преобразованием механических колебаний в электрические. После обработки полученных профилограмм определяют числовые значения параметров шероховатости.

Игольчатый прибор ПКШ-4 (рис. 4.5) состоит из тонких игл 1, закрепленных между зажимными планками 2. Внизу планок имеются опоры 3.

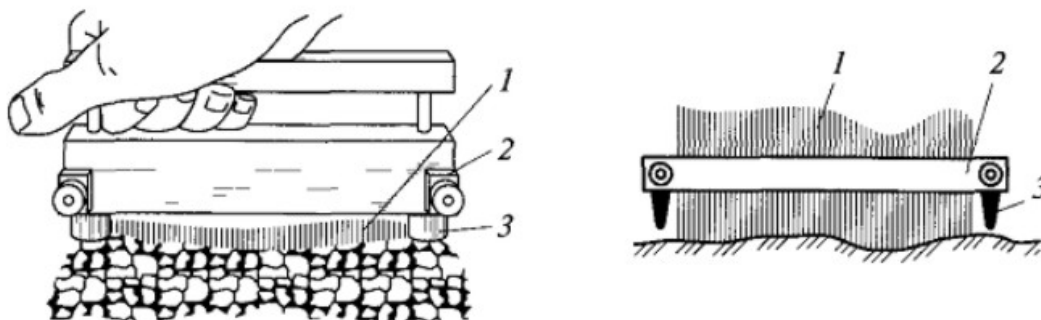


Рис. 4.5. Прибор игольчатый типа ПКШ-4:
1 – игла-щуп; 2 – зажимные планки; 3 – опоры

При измерении неровностей прибор ПКШ-4 устанавливают на дорожное покрытие и слегка вдавливают так, чтобы иглами прибора точно копировался рельеф поверхности дорожного покрытия. Полученный микропрофиль переносят на миллиметровую бумагу и определяют высоту выступов, средний шаг и средний угол при вершине. Измерения проводят дважды с установкой прибора вдоль оси дороги и перпендикулярно. При расхождении в результатах более чем на 10 % требуются дополнительные измерения с установкой прибора под углом 45° к оси дороги.

В магнитном приборе для измерения средней глубины впадин неровностей (рис. 4.6) используют мелкие металлические шарики.

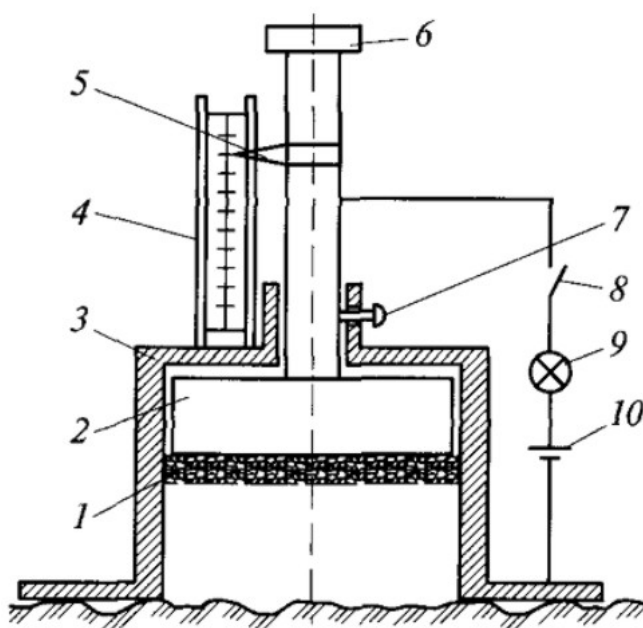


Рис. 4.6. Магнитный прибор для измерения средней глубины впадин макрошероховатости дорожного покрытия:

- 1 – металлические шарики; 2 – магнит, 3 – корпус; 4 – шкала;
- 5 – указатель средней глубины впадин; 6 – шток с ручкой; 7 – стопорный винт;
- 8 – выключатель электрической цепи; 9 – лампочка-сигнализатор;
- 10 – источник тока (12 В)

При проведении испытания прибор устанавливают на поверхность дороги, при этом мелкими металлическими шариками заполняют все впадины шероховатости в пределах внутреннего диаметра цилиндра и по шкале определяют среднюю глубину шероховатости. После снятия отсчета прибор переносят на новую точку измерений.

Действие профилографа основано на ощупывании поверхности дорожного покрытия специальным щупом и вычерчивании профиля неровностей на миллиметровой бумаге. По полученному микропрофилю определяют среднюю высоту выступов, средний шаг, средний угол при вершине выступов.

Современные способы измерения шероховатости дорожного покрытия

Профилометр (рис. 4.7) представляет собой прибор для измерения шероховатости контактным методом: по оцениваемой поверхности перемещается игла, колеблющаяся в местах неровностей. Эти колебания вызывают возбуждение ЭДС и, соответственно, малых токов. Они усиливаются и регистрируются с помощью гальванометра, показания которого выводятся на дисплей прибора и позволяют судить о характере исследуемой поверхности – высоте микронеровностей. Однако нередко для оценки шероховатости выбирается не высота, а другой параметр шероховатости.



Рис. 4.7. Внешний вид профилометра

Генератором сигнала в профилометре является тонко заточенная – чаще всего алмазная – игла. Она перемещается по нормали к поверхности, шероховатость которой оценивается. Выработанный сигнал – механический – преобразуется в токовый с помощью преобразователя, который может быть пьезоэлектрическим, ёмкостным или индуктивным. Затем сигнал поступает на электронный усилитель, а затем интегрируется и визуализируется – на экране прибора, таким образом, виден уже усреднённый параметр, который характеризует поверхностные неровности на участке определённой длины не только количественно, но и качественно (рис. 4.8).

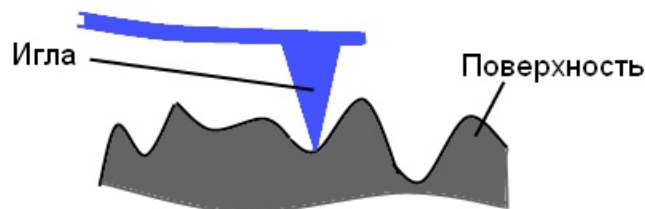


Рис. 4.8. Принцип работы профилометра

В зависимости от вида трассы интегрирования выделяют несколько типов профилометров.

- С постоянной трассой интегрирования. В таких приборах трасса интегрирования по длине равна трассе ощупывания. Результат измерений в данном случае доступен только после завершения процедуры.

- Со скользящей трассой интегрирования. В СИТ данного типа трасса интегрирования в несколько раз короче трассы ощупывания, а отсчёт показаний выполняется параллельно с перемещением иглы по поверхности.

В отдельную группу выделяют профилометры с механотронным преобразователем, измеряющие параметры неровности с указанием R_a – среднего арифметического значения отклонения профиля.

Многие приборы оснащаются анализатором, позволяющим по гармоническим составляющим поступающего от иглы сигнала (вернее, по характеризующей их прямой) судить о неровностях поверхности.

Погрешность профилометров не выходит за пределы $\pm 25\%$, а у многих современных приборов – $\pm 10\%$.

Измеритель шероховатости TR 200 (рис. 4.9) предназначен для расчёта параметров шероховатости в соответствии с выбранной методикой и чётко отображает на жидкокристаллическом экране график профиля и все измеренные параметры. Прибор для измерения шероховатости TR200 сертифицирован Госстандартом РФ и внесен в Российский государственный реестр СИ.



Рис. 4.9. Измеритель шероховатости профилометр TR200

Цифровой измеритель шероховатости поверхности TR-200 – портативный, высокоточный профилометр для измерения шероховатости различных частей оборудования с возможностью построения графических профилей на жидкокристаллическом дисплее.

Измеритель шероховатости TR 200 обладает следующими особенностями:

- Удобное в работе программное меню управления прибором

- Большой и четкий графический ЖКИ
- Измерение шероховатости по 13 различным параметрам

- Дополнительно комплектуется датчиком для измерения бороздок/каналов и отверстий
- Языки интерфейса программного меню включают английский, немецкий, французский, итальянский, испанский и голландский
- Передача данных через порт RS – 232 на принтер TA220S или ПК
- Питание от перезаряжаемого литий-ионного аккумулятора
- Стандарты, которым соответствует измеритель шероховатости:
 - ISO (Международная организация по стандартизации),
 - DIN (Германский институт стандартов),
 - ANSI (Американский национальный институт стандартов),
 - JIS (Японский промышленный стандарт).

Технические характеристики измерителя шероховатости TR200

Измеряемые параметры шероховатости	Ra, Rz, Ry, Rq, Rt, Rp, Rmax, Rv, R3z, Rs, Rsm, RSk, Rmr, исходный профиль (P)
Построение профилей	шероховатости (R) кривой Rmr (коэффициент использования материала Mr)
Коэффициенты увеличения профилей	по вертикали: 200х – 20000х, по горизонтали: 20х, 50х, 200х
Система мер	метрическая, британская
Дискретность индикации	0.001 мкм
Тип дисплея	матричный ЖКИ 128 ? 64 точки, со светодиодной подсветкой
Размеры ЖКИ	экран 50×30 мм отображает положение измерительной иглы датчика и уровень заряда аккумуляторной батареи
Отображение результатов	непосредственное отображение параметров шероховатости и профилей поверхности; печать данных; регулировка яркости ЖКИ; автоотключение после 5 минут перерыва с сохранением результатов; программная калибровка
Вывод результатов измерений	через порт RS – 232 на принтер TA220S или ПК
Диапазон измерений по параметрам	Ra, Rq: 0.01 – 40 мкм Rz, Ry, Rp, Rt, R3z: 0.02 – 160 мкм RSm, RS: 1мм Rmr: 1 – 100 %
Значения отсечек шага	0,25 мм / 0.8 мм / 2,5 мм
Длина оценки значений параметров шероховатости	отсечка 1 – 5 (по выбору пользователя)
Длина трассы ощупывания	(отсечка 1 – 5) + отсечка 2
Тип цифрового фильтра	резистивно-емкостный, фазовая коррекция – резистивно-емкостный, Гауссов, D-P
Тип датчика	стандартная модель TS100, индукционный, радиус алмазной иглы 5 мкм
Минимальный диаметр измеряемого отверстия / наибольшая глубина измерения	6.0 мм, глубина 15 мм (при использовании датчика TS100)
Электрическое питание	перезаряжаемый литий-ионный аккумулятор

Зарядное устройство	220В/110В, 50 Гц, 2.5 часа (время зарядки аккумуляторов)
Диапазон рабочих температур	от 0 до 40 градусов по Цельсию
Относительная влажность воздуха	< 80 %
Диапазон температур при хранении	от – 25 до 60 градусов по Цельсию
Степень точности	класс 3
Габаритные размеры	141×56×48 мм
Масса электронного блока	480 г

Портативный профилометр Surftest SJ-301 (рис. 4.10). Блок индикации оборудуется жидкокристаллическим сенсорным дисплеем, который позволяет не только удобно и быстро управлять прибором, но и отображать профилограмму, с возможностью ее обработки и анализа. Кроме этого в блок индикации встроен термопринтер, с помощью которого можно распечатать профилограмму, чтобы приложить к протоколу измерения.



Рис. 4.10. Профилометр MITUTOYO Corp. Surftest SJ-301

Улучшен математический аппарат: контролируется 36 параметров против 25 профилометра SJ-201, 5 значений отсечки шага, 5 длин трассы и многое другое. Профилометр SurftestSJ-301 дополнительно может комплектоваться картой памяти, что позволяет сохранить больше результатов измерений.

Это несомненно функционально, особенно в полевых условиях, при выборочном контроле. Естественно сохранилась возможность комплектации профилометра дополнительными принадлежностями, расширяющими функциональность прибора и удобство работы с ним: насадки для измерения плоских и цилиндрических деталей, различные щупы, адаптеры для установки измерительного блока на штангенрейсмас (высотомер) и магнитную стойку и т.д.

Профилометр Surftest SJ-301 может быть подключен к персональному компьютеру через интерфейс RS-232C (COM-порт). Для этого на персо-

нальном компьютере должно быть установлено программное обеспечение SurfpakSJ для обработки и анализа профиля иили MeasurLinkReal-TimePlus для статистической обработки данных.

Профилометр Surftees tSJ-301 предназначен для использования в цеховых и лабораторных условиях. Этот профилометр достойный выбор требовательных потребителей, которым необходимы качество, функциональность и возможность модернизации профилометра.

Характеристики профилометра MITUTOYO Surftees SJ-301

Модель	178-952-3D
диапазон измерения	ось z: 350 мкм ось x: 12,5 мм
Измерительный блок	
скорость перемещения	измер.: 0,25 мм/с; 0,5 мм/с возврат: 1 мм/с
соединительный кабель	1 м
масса	190 г.
Стандартный пробник (№ 178-395)	
метод измерения	индукционный
диапазон измерения	350 мкм
игла	алмазная
радиус иглы	2 мкм
радиус насадки	40 мм
измерительное усилие	0,75 мН
масса	18 г
Основной блок	
профиль	первичный профиль (P), профиль шероховатости (R), DIN 4776, MOTIF
параметры	Ra, Ry, Rz, Rt, Rp, Rq, Rv, Sm, S, Pc, R3z, mr, Rpk, Rvk, δc , Rk, Mr1, Mr2, Lo, Ppi, R, AR, Rx, A1, A2
стандарт шероховатости	DIN, ISO, ANSI, JIS
длина измерения (L)	0,08 мм; 0,25 мм; 0,8 мм; 2,5 мм; 8 мм; по выбору оператора
отсечка шага	λc : 0,08 мм; 0,25 мм; 0,8 мм; 2,5 мм; 8 мм λs : 2,5 мкм; 8 мкм; 25 мкм
число измерений	x1, x3, x5, xL
фильтр	2RC-75 %, 2RC-75 % (фазовая коррекция), Гаусс-50 %
диапазон дисплея	Ra, Rq: 0,01 мкм~100 мкм Ry, Rz, Rt, Rv, R3z, Rk, Rpk, Rvk, R, Rp, Rx, AR, W, Wx, Wte: 0,02 мкм~300 мкм S, Sm: 2 мкм~4000 мкм HSC, Pc: 2,5/cm~5000/cm Ppi: 6,35~12700/inch δc -300мкм +300мкм Lo: 0,1 мм~99,999 мм mr, Mr1, Mr2: 0~100 % A1, A2: 0~15000

экран/увеличение	Вертикальное: 10х, 20х, 50х, 100х, 200х, 500х, 1000х, 2000х, 5000х, 10000х, 20000х, 50000х, 100000х, АВТО Горизонтальное: 1х, 2х, 5х, 10х, 20х, 50х, 100х, 200х, 500х, 1000х, АВТО
принтер	печать на термочувствительной бумаге (ширина 48 мм)
статистика	Max/Min, средняя величина, стандартное отклонение, кривая распределения частоты
оценка допуска	выше/ниже допуска для трех параметров
выключение	автоматическое через 5 мин
калибровка	автоматическая калибровка по образцу шероховатости
питание	встроенные аккумуляторы, адаптер (7,5 V 1,5 W)
работа от аккумуляторов	15 часов (600 измерений без печати)
вывод данных	RS 232 C, DIGIMATIC
масса	1200 г

Следует учитывать, что использование подобных профилометров и профилографов существенно ограничено погодными условиями (температура и влажность воздуха, влажность исследуемой поверхности). Измерения вышеуказанными приборами можно производить только на чистой и сухой поверхности. Кроме того, использование ручного труда допускает возможность обследования лишь небольших участков дорожного покрытия.

Современные способы определения ровности дорожного покрытия

Оценка продольной ровности покрытия выполняется по двум методикам:

- «Интегрирования» с определением ровности при помощи передвижных дорожных лабораторий, оборудованных толчкоммером ТХК-2 и прицепной установкой ПКРС-2У (рис. 4.11);
- «IRI» с определением ординат микропрофиля при помощи профилометрических установок. Расчет международного показателя ровности IRI выполняется на 100 и 1000-метровых участках.



Рис. 4.11. Передвижная лабораторная установка

Для повышения качества выполнения работ все установки измерения продольной ровности покрытия калибруются на специальных полигонах, подготовленных с использованием высокоточных электронных нивелиров и инварных реек.

Система измерения ровности покрытия дорог по международному показателю IRI . Представляют собой два моноблока с лазерными датчиками и акселерометрами, которые устанавливаются под днищем кузова лаборатории по полосам наката (рис. 4.12).



Рис. 4.12. Расположение лазерных датчиков под днищем кузова лаборатории

Оценка прочности и определение конструкции дорожной одежды

Оценка прочности нежестких дорожных одежд осуществляется длиннобазовым прогибомером и установкой динамического нагружения Дина-3М. Определение параметров чаши прогиба выполняется в 5 точках с целью оценки состояния основания дорожной одежды и земляного полотна.

Определение конструкции дорожной одежды выполняется при помощи бурильной установки СБ-ПМ «Колибри» (рис. 4.13) и установок для отбора кернов. Оценка типа и влажности грунтов земляного полотна выполняется в сертифицированной лаборатории дорожно-строительных материалов.



Рис. 4.13. Определение конструкции дорожной одежды при помощи бурильной установки СБ-ПМ «Колибри»

Измерение глубины колеи и определение дефектов покрытия

Измерение глубины колеи выполняется с помощью ПДЛ «Трасса», оборудованной высокоточным (до 1 мм) комплексом по определению колеиности. Система состоит из 2-х плоскостных лазеров и 2-х видеокамер, оптические оси которых направлены перпендикулярно покрытию.

Детальные инструментальные обследования поперечной ровности выполняются измерителем колеиности ИК-2С.

Видеофиксация дефектов дорожного покрытия осуществляется с использованием высокоскоростной линейной камеры с разрешающей способностью 1 мм и шириной съемки 4,0 м. Обработка информации выполняется в полуавтоматическом режиме (рис. 4.14).

Высокая разрешающая способность оборудования позволяет фиксировать даже незначительные дефекты в гарантийный период.



Рис 4.14. Зафиксированные дефекты на проезжей части

Определение технико-эксплуатационных свойств автомобильной дороги и назначение ремонтных мероприятий

На основании данных полевых обследований осуществляется формирование базы дорожных данных в формате ПК «Титул-2005». При помощи программного обеспечения, входящего в комплекс, осуществляется автоматизированный расчет и анализ основных транспортно-эксплуатационных характеристик дорог, оценка ТЭС дорог и назначение ремонтных мероприятий с определением видов, стоимости и очередности дорожных работ.

Система подповерхностного зондирования на основе георадара «ОКО-2» для определения слоев дорожной конструкции. Глубина зондирования в зависимости от применяемого блока составляет 1,5, 3,0, 15,0 м.

Система автоматической видеодефектации покрытий автомобильной дороги на основе высокоскоростной линейной камеры Dalsa Piranha 2.

Обеспечивает получение изображения поверхности дороги с разрешающей способностью 1 мм при ширине полосы захвата 4 м. Компьютерная обработка позволяет выделять отдельные трещины, сетку трещин, выбоин, формировать картограмму дефектов, сводные ведомости по участку дороги и др.

Система измерения параметров поперечной ровности (рис. 4.15) (профиля) по лазерному лучу с шириной захвата до 4 м.



Рис. 4.15. Система измерения параметров поперечной ровности по лазерному лучу

В состав входят 2 высокоскоростные черно-белые камеры и 2 плоскостных лазера, закрепляемые на специальных фермах на крыше и на заднем бампере автомобиля. Линия поперечного профиля по полосе захвата выводится в масштабе на экран монитора. Позволяет автоматически определять максимальную глубину колеи, формировать ведомость.

Система фиксации характерных точек и объектов с программируемой клавиатурой (рис. 4.16). Позволяет фиксировать характерные точки (дефекты, характерные участки, элементы оборудования и обустройства и прочее) с определением параметров положения объектов (начало, конец, расположение относительно дороги) в процессе проведения измерений.



Рис. 4.16. Система фиксации характерных точек и объектов с программируемой клавиатурой

Система измерения прочности дорожных одежд «Дина-3М» (рис. 4.17) используют акселерометрические датчики.



Рис. 4.17. Система измерения прочности дорожных одежд «Дина-3М».

Рассчитываются модули упругости конструкции дорожной одежды при динамической нагрузке. Точность определения упругого прогиба $\pm 0,02$ мм. Радиус контролируемой части чаши прогиба 1,5 м

Приборы для измерения ровности в поперечном направлении (колейности). В мировой практике отказались от ручных методов измерения ровности проезжей части в поперечном направлении с применением реек. Измерение параметров поперечной ровности и колеи выполняют с использованием ультразвуковых и лазерных датчиков, которые размещаются на несущей балке, прикрепленной к передней части автомобиля. Такие установки называются профилографы или колеемеры.

Выпускается широкий спектр таких установок. Ультразвуковые профилографы измеряют просветы на ширине 2–2,5 м и более, при помощи ультразвуковых датчиков, количество которых в поперечном направлении колеблется от 12 до 30. Измерения производятся через каждые 3 м вдоль дороги с точностью 0,1 мм. Скорость движения профилографов может изменяться от 20 км/ч до 80 км/ч.



Рис. 4.18. Измерение колеиности в поперечном направлении

Профилограф для измерения поперечной ровности (глубины колеи). Лазерные профилографы измеряют просветы на ширине 2,7 м и более с помощью 15 датчиков через каждые 5 м вдоль дороги с точностью 0,1 мм. Имеются модификации профилографов, которые снимают отсчёты через каждые 20 см вдоль дороги. Скорость движения лазерных профилографов в процессе измерений может изменяться от 20 до 80 км/ч. В России разработка аналогичных приборов находится в начальной стадии.

Состояние автомобильной дороги фиксируется в соответствующих ведомостях и карточках.

Ниже приведены образцы данных документов.

ВЕДОМОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ГЛУБИНЫ КОЛЕИ

Участок дороги _____ Направление _____

Номер полосы _____

Положение начала участка _____ Положение конца участка _____

Дата измерения _____

Номер самостоя- тельного участка	Привязка к километражу и протяженность	Длина измерительного участка l, м	Глубина колеи по створам		Расчетная глубина колеи $h_{кн}$, мм	Средняя расчетная глубина колеи $h_{кс}$, мм
			номер створа	глубина колеи $h_{к}$, мм		
1	от км 20 + 150 до км 20 + 380, $L = 230$ м	100	1	11	13	12,7
			2	8		
			3	12		
			4	17		
			5/1	13		
		100	2	16	13	
			3	10		
			4	13		
			5/1	11		
		30	2	9	12	
			3	14		
			4	12		
			5	7		

Оценку эксплуатационного состояния дорог по глубине колеи производят по каждому самостоятельному участку путем сравнения средней расчетной глубины колеи $h_{кс}$ с допустимыми и предельно допустимыми значениями.

Шкала оценки состояния дорог по параметрам колеи, измеренным по упрощенной методике

Расчетная скорость движения, км/ч	Глубина колеи, мм	
	допустимая	предельно допустимая
>120	4	20
120	7	20
100	12	20
80	25	30
60 и меньше	30	35

Участки дорог с глубиной колеи больше предельно допустимых значений относятся к опасным для движения автомобилей и требуют немедленного проведения работ по устранению колеи.

ДЕФЕКТНАЯ ВЕДОМОСТЬ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

(наименование автомобильной дороги, участка)

протяженность _____ км, _____ значения
(федер., территор., мест.)

категория дороги _____; тип покрытия _____

Адрес дефекта, км +	Вид дефекта

Карточка оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (ТЭС АД) (участка дороги)

(наименование автомобильной дороги, участка)

протяженность _____ км, _____ значения
(федер., территор., мест.)

категория дороги _____; тип покрытия _____

Нормативное и предельно допустимое значение комплексного показателя
КП_н = _____; КП_п = _____.

Дата оценки	Показатель КП _д	Прирост показателя качества ±DKП _д	Протяженность участков с показателем меньше нормативного		Протяженность уча- стков с показателем меньше предельно допустимого		Подпись от- ветственного за оценку ка- чества или проверяюще- го
			км	доля, %	км	доля от общей длины, %	
1	2	3	4	5	6	7	8

Карточка оценки транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог (ТЭС АД)

Протяженность сети дорог _____ км

Нормативное значение комплексного показателя КП_{нс} = _____.

Дата оценки	Показатель КП _{фс}	Прирост показателя качества ±DKП _{фс}	Протяженность участков с показателем меньше нормативного		Протяженность участков с показателем меньше предельно допустимого		Подпись от- ветственного за оценку ка- чества или проверяющего
			км	доля, %	км	доля от общей длины, %	
1	2	3	4	5	6	7	8

Карточка оценки качества и состояния автомобильной дороги (участка дороги)

(наименование автомобильной дороги, участка)

протяженность _____ км, _____ значения
(федер., территор., мест.)

категория дороги _____; тип покрытия _____

Нормативное и предельно допустимое значение комплексного показателя
 $KП_n =$ _____; $KП_n =$ _____.

Дата оценки	Обобщен- ный пока- затель ка- чества до- роги $П_d$	Прирост показате- ля качест- ва $\pm ДП_d$	Протяженность участков с показателем качества меньше нормативного		Протяженность участков с показателем качества меньше предельно допустимого		Подпись ответ- ственного за оценку качест- ва или прове- ряющего
			км	доля, %	км	доля от об- щей длины, %	
1	2	3	4	5	6	7	8

Карточка оценки качества и состояния сети автомобильных дорог

(название автодора, ДРСУ и т.д.)

Протяженностью _____ км

Нормативное и предельно допустимое значение комплексного показателя
 $KП_{nc} =$ _____; $KП_{nc} =$ _____.

Дата оценки	Обобщенный показатель ка- чества дороги $П_c$	Прирост показателя качества $\pm ДП_c$	Протяженность участков с показателем качества меньше норма- тивного		Протяженность участков с показателем качества меньше предельно допустимого		Подпись ответ- ственного за оценку качества или проверяю- щего
			км	доля, %	км	доля от общей дли- ны, %	
1	2	3	4	5	6	7	8

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «ровность дороги».
2. Назовите последствие неровностей дороги.
3. Как проводится сплошной контроль при оценке ровности?
4. Как проводится выборочный контроль при оценке ровности?
5. Назовите методы определения ровности дорог.
6. Назовите технические средства определения ровности дорог.
7. Как проводится измерение шероховатости дорожных покрытий?
8. Как проводится измерение ровности дорожных покрытий толчкометом ТХК?
9. Как проводится измерение ровности дорожных покрытий многоопорной рейкой ПКР-4М?
10. Как проводится измерение ровности дорожных покрытий ровномером ШИЛ-Р-5?
11. Как проводится измерение ровности дорожных покрытий при помощи рейки?
12. Как проводится измерение ровности дорожных покрытий при помощи лаборатории КП-511?
13. Назовите инновационные способы определения ровности, колеиности.

5. МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Дорожные знаки. При обследовании дорожных знаков проверяется их наличие, соответствие дислокации и типоразмеру, размещение с учетом наилучшей видимости участниками движения, как в светлое, так и в темное время суток, а также удобство эксплуатации и обслуживания. Следует обращать внимание на вероятность их повреждения транспортными средствами, закрытие зелеными насаждениями (особенно в летний период), мачтами освещения и другими предметами, а также на то, чтобы на протяжении всей дороги или маршрута знаки по возможности располагались единообразно по высоте и расстоянию от кромки проезжей части.

Знаки предпочтительнее крепить к опорам освещения на кронштейнах, а не на хомутах. Существенное значение для обеспечения безопасности дорожного движения имеет эксплуатационное состояние знаков. Оно оценивается визуально и с помощью приборов. Поверхность знаков должна быть чистой, без видимых следов разрушения. Символы, надписи и другие обозначения на них не должны иметь повреждений, которые могут привести к ошибкам при распознавании знака. Стойки знаков не должны быть повреждены, наклонены и погнуты.

Эксплуатационное состояние знаков, обеспечивающее их восприятие и читаемость в темное время суток, оценивается их удельным коэффициентом силы света (коэффициентом световозвращения) для знаков со световозвращающей поверхностью, средней яркостью – для знаков с внутренним освещением, а также освещенностью – для знаков с внешним освещением.

Средняя яркость элементов изображения знака с внутренним освещением должна быть: $(240 \pm 40) \text{ кд} \cdot \text{м}^{-2}$ – для белого, $(20 \pm 5) \text{ кд} \cdot \text{м}^{-2}$ – для синего, $(50 \pm 15) \text{ кд} \cdot \text{м}^{-2}$ – для зеленого, $(150 \pm 30) \text{ кд} \cdot \text{м}^{-2}$ – для желтого, $(70 \pm 20) \text{ кд} \cdot \text{м}^{-2}$ – для оранжевого и $(35 \pm 10) \text{ кд} \cdot \text{м}^{-2}$ – для красного цветов.

Знаки с внутренним освещением должны иметь равномерное распределение яркости по всему полю изображения одного цвета. Отношение максимальной яркости к минимальной должно быть не более 5:1.

Для знаков с внешним освещением на поверхности изображения освещенность должна быть не менее 200 лк. В отдельных зонах знака, не несущих информацию для водителя, допускается освещенность не менее 40 лк.

Коэффициент световозвращения R , $\text{кд} \cdot \text{лк}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$ (удельный коэффициент силы света) знаков со световозвращающей поверхностью при угле наблюдения $\alpha = 20'$ должен быть не менее значений, указанных в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Цвет элемента изображения знака	Тип пленки	Угол освещения β_V (при $\beta_H = 0^\circ$)				
		5°	10°	20°	30°	40°
		Коэффициент световозвращения, $\text{кд} \cdot \text{лк}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$				
Белый, серебристый	А	50,0	30,0	25,0	20,0	11,0
	Б	170,0	100,0	85,0	65,0	40,0
	В	300,0	210,0	150,0	110,0	70,0
Красный	А	8,0	4,5	4,0	3,0	2,0
	Б	24,0	14,0	12,0	10,0	6,0
	В	60,0	35,0	30,0	24,0	15,0
Оранжевый	А	15,0	9,0	7,0	6,0	3,0
	Б	60,0	35,0	30,0	24,0	15,0
	В	160,0	95,0	80,0	64,0	30,0
Желтый	А	25,0	15,0	12,0	10,0	6,0
	Б	75,0	45,0	35,0	30,0	18,0
	В	180,0	110,0	90,0	70,0	40,0
Зеленый	А	5,0	3,0	2,5	2,0	1,5
	Б	12,0	10,0	8,0	7,0	5,0
	В	30,0	24,0	20,0	15,0	8,0
Синий	А	3,0	2,0	1,5	1,0	-
	Б	9,0	7,0	6,0	5,0	3,0
	В	15,0	11,0	9,0	7,0	4,0

Допускается отклонение коэффициента световозвращения одного цвета изображения знака (при одинаковых углах освещения) не более 10 %.

Светофоры. Надежное функционирование светофоров зависит от правильности их установки и содержания. Сигналы светофоров должны однозначно восприниматься водителями, а их видимость обеспечиваться с расстояния не менее 100 м с любой полосы движения (ГОСТ 23457–86). Поэтому при обследовании необходимо обращать внимание на эти обстоятельства. Светофоры должны находиться в местах, предусмотренных проектом или нормативной документацией, и быть ориентированы с учетом наилучшей видимости участниками движения. Все сигналы светофоров должны быть исправными и включаться в последовательности, предусмотренной схемой организации движения. Светофоры не должны эксплуатироваться с нестандартными светофильтрами-рассеивателями или источниками света, не соответствующими данному типу светофоров. Светофоры должны быть оборудованы противосолнечными козырьками, которые обеспечивают лучшую видимость и предотвращают засвечивание сигналов от солнечного света.

Для улучшения видимости дополнительной секции светофоры должны быть оборудованы белыми экранами. При обследовании светофоров определяется соответствие действующих режимов регулирования и координации расчетным. Кроме того, необходимо проверять заземление светофо-

ров, их герметичность, соответствие нанесенных на линзах символов требованиям ГОСТ Р 52282–2004 «Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний».

Символы на светофильтрах-рассеивателях и светофильтрах-линзах светофоров должны быть без повреждений, так как это приводит в процессе дорожного движения к потере различимости их формы.

Яркость сигналов светофора измеряется на красных и зеленых сигналах. Измерения проводятся фотометром с расстояния 50–100 м в ночное время, а в дневное – со специальными насадками, предотвращающими за-свет от солнечного света (рис. 5.1).

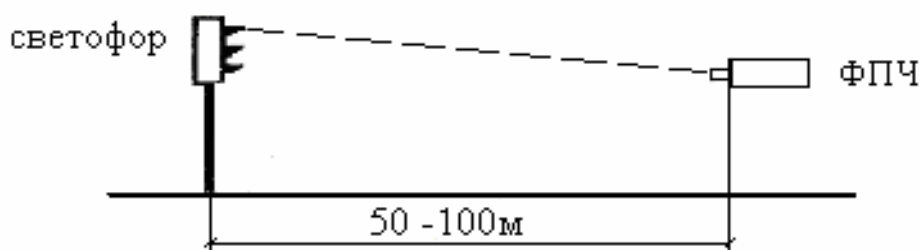


Рис. 5.1. Схема замеров яркости сигналов светофоров фотометром

Разметка является эффективным средством организации движения, позволяет рациональнее использовать площадь проезжей части, особенно в зонах транспортных развязок, обеспечивать водителей дополнительной дорожной информацией, повышать уровень безопасности движения. Она должна применяться в первую очередь на опасных участках дороги, для обозначения полос движения на сложных перекрестках и площадях и края проезжей части дорог.

При обследовании дорожной разметки вначале проверяется ее эксплуатационное состояние на опасных участках (сложные пересечения, кривые в плане малого радиуса, крутые подъемы и спуски, пешеходные переходы и т.п.). Разметка должна удовлетворять следующим основным требованиям: быть хорошо видимой в любое время суток, ее разрушение не должно быть таким, что бы она становилась непонятной водителям, коэффициент сцепления не должен быть ниже значения, при котором разметка может быть причиной возникновения ДТП.

Эксплуатационное состояние дорожной разметки оценивается по удельному коэффициенту силы света (коэффициенту световозвращения), коэффициенту яркости, коэффициенту сцепления, степени ее износа. Необходимо иметь в виду, что в отличие от термопластика разметка краской недолговечна. Состояние горизонтальной и вертикальной разметок со све-

товозвращающими элементами определяется по значению удельного коэффициента силы света. Световозвращающими элементами являются стеклянные шарики, которые добавляются в разметочный материал в определенном соотношении. Под удельным коэффициентом силы света разметки ($\text{мкд} \cdot \text{лк}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$) понимается отношение яркости элемента дорожной разметки к ее освещенности. Этот коэффициент характеризует восприятие водителем дорожной разметки в темное время суток и его возможности ориентироваться на дороге с ее помощью.

Удельный коэффициент силы света горизонтальной дорожной разметки, выполненной из световозвращающих материалов при угле отклонения $\alpha = 2^\circ$ и угле освещения $\beta = 85^\circ$, не должен быть меньше значений, указанных в табл. 5.2.

Т а б л и ц а 5.2

Цвет	Удельный коэффициент силы света, $\text{мкд} \cdot \text{лк}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$
Белый	0,08
Желтый	0,05

Белые элементы вертикальной разметки, выполненные из световозвращающей пленки, должны иметь в процессе эксплуатации удельный коэффициент силы света не менее $35 \text{ мкд} \cdot \text{лк}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$. Эксплуатационное состояние горизонтальной и вертикальной дорожных разметок, не имеющих световозвращающих элементов, оценивается коэффициентом яркости. Под коэффициентом яркости понимается отношение яркости элемента дорожной разметки к яркости баритовой пластины, которая укладывается на испытываемую разметку. Баритовая пластина представляет собой круг или прямоугольник белого цвета со 100 %-м диффузным рассеиванием. Горизонтальная и вертикальная дорожные разметки белого цвета должна иметь коэффициент яркости не менее 0,3. При меньших значениях коэффициента яркости разметка подлежит замене. При использовании катафотов на ограждающих и направляющих устройствах следует обращать внимание на то, чтобы световозвращающие элементы были справа по направлению движения красного цвета, а слева – белого или желтого.

Степень износа горизонтальной разметки оценивается площадью износа или разрушения в процентах от общей площади разметки на участке установленной длины. Износ ее линии, выполненной из термопластика, длиной 30 м не должен превышать 10 % от ее площади, и из краски – соответственно 50 %. Коэффициент сцепления дорожной разметки не должен отличаться от коэффициента сцепления покрытия более чем на 25 %.

Разметка, выполненная термопластическими массами, не должна выступать над проезжей частью более чем на 6 мм. Применение катафотов на

ограждающих и направляющих устройствах, когда в планах дорожных организаций на текущий или последующий год предусмотрено устройство поверхностной обработки или укладка нового слоя покрытия.

Удельный коэффициент силы света (R_p) горизонтальной разметки устанавливается с помощью фотометра и люксметра и определяется по формуле

$$R_p = L_p / E,$$

где L_p – яркость разметки по показаниям ФПЧ, $\text{кд} \cdot \text{м}^{-2}$;

E – освещенность разметки по показаниям люксметра, лк, перпендикулярно свету фар.

Замеры яркости и освещенности при определении удельного коэффициента силы света горизонтальной разметки проводятся в темное время суток в ближнем свете фар согласно схеме, указанной на рис. 5.4. На этом рисунке приведено размещение фар автомобиля и фотометра, а также люксметра с фотоэлементом.

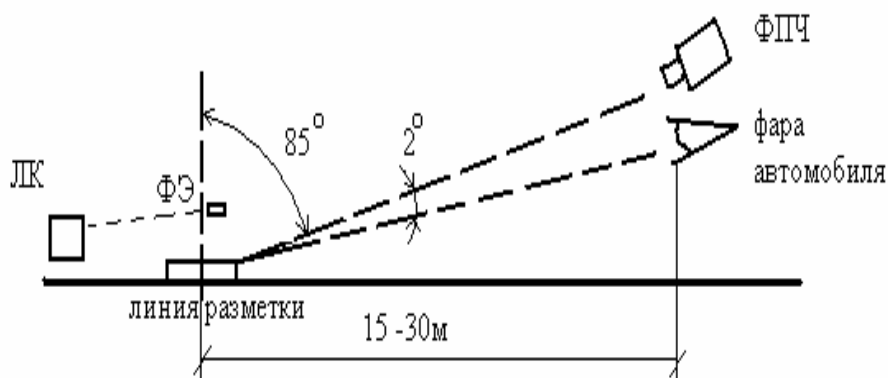


Рис. 5.4. Схема замеров яркости и освещенности горизонтальной разметки от фары автомобиля фотометром

Фотоэлемент должен располагаться на разметке перпендикулярно падающим лучам от фар. Так, измеренные значения яркости по показателям фотометра ФПЧ и освещенности по показателям люксметра Ю-117 дорожной разметки соответственно равны: $L_p = 4 \text{ кд} \cdot \text{м}^{-2}$ и $E = 40 \text{ лк}$. Затем определяем значение коэффициента силы света разметки. Сравнивая полученное значение с нормативным, можно сделать вывод, что по световозвращающим параметрам разметка находится в удовлетворительном состоянии.

Определение коэффициента яркости горизонтальной и вертикальной разметок проводится по той же схеме и в тех же условиях, что и для определения удельного коэффициента силы света разметки, за исключением того, что фотометром замеряют также яркость баритовой эталонной пластины:

$$r = L_p / L_{\text{пл}},$$

где $L_p, L_{\text{пл}}$ – соответственно замеренные яркости разметки и баритовой эталонной пластины ($\text{кд} \cdot \text{м}^{-2}$).

Баритовая пластина входит в комплект принадлежности фотометра ФПЧ. Она является эталонным образцом и при проведении замеров укладывается в непосредственной близости от разметки. При определении коэффициента яркости разметки яркость баритовой пластины может быть следующей: $L_{пл} = 6 \text{ кд} \cdot \text{м}^{-2}$, что дает возможность установить коэффициент яркости разметки $r = 4/6 = 0,8$. Это значение коэффициента в сравнении с нормированным свидетельствует об удовлетворительном состоянии разметки.

Большой интерес вызывает специальная программа «Экспресс-оценка степени износа горизонтальной дорожной разметки», позволяющая значительно сократить время исследования. Программа работает на базе планшетного компьютера со встроенной цифровой видеокамерой, на платформе операционной системы «Android».

При получении кадра программа автоматически определяет область и степень износа дорожной разметки, производит привязку фотографий к GPS-координатам. Предусмотрена возможность покадрового редактирования автоматически выделенной области разметки. Полученная группа снимков сохраняется в виде структурированного списка с привязкой к реестру автомобильных дорог. Дополнительно указывается информация об адресном положении участка, типе и материале разметки, подрядной организации по содержанию и исполнителе работ.

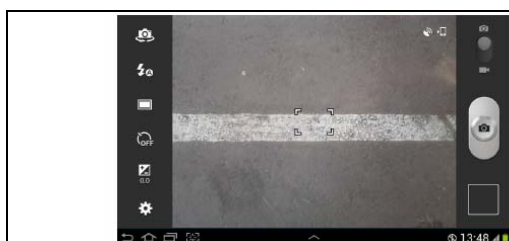
Степень износа дорожной разметки определяется отдельно по каждому кадру, а также в разрезе характерных участков и автомобильных дорог.

Результаты оценки формируются в виде отчета, где представляется информация о:

- характеристиках разметки (материал и тип);
- характеристиках участка (название дороги, подрядная организация, GPS-координата, адресная привязка);
- информация о производстве работ и исполнителе;
- результатах оценки (процент износа, степень соответствия);
- полученных изображениях дорожной разметки в виде галереи снимков (с указанием процента износа по каждому кадру).

Методика измерения и обработки результатов соответствует «Методическим рекомендациям по определению износа горизонтальной дорожной разметки по площади».

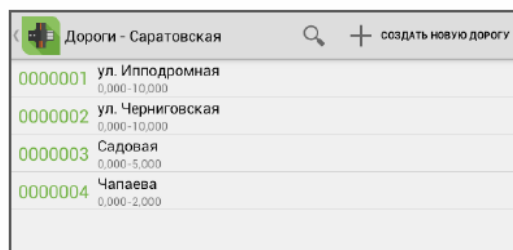
Ниже приведена последовательность определения износа горизонтальной разметки с помощью компьютера.



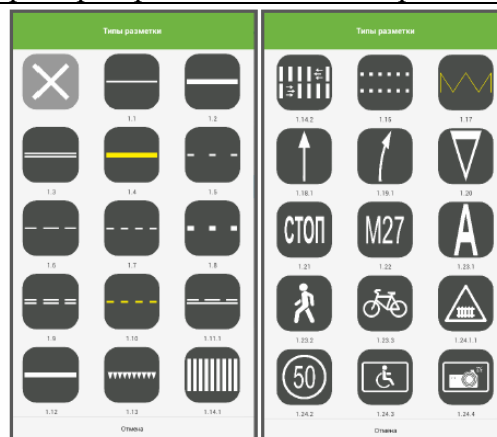
Окно съемки



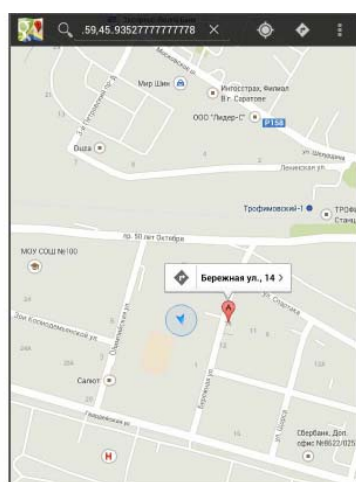
Пример определения области разметки



Окно для привязки серии снимков к автомобильной дороге



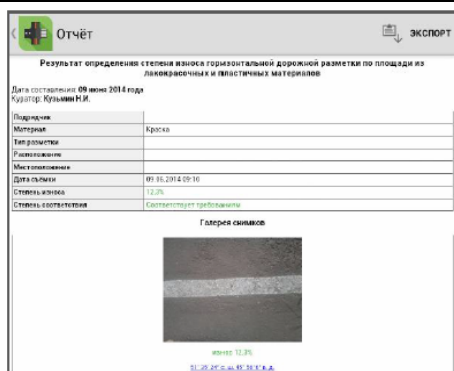
Окно выбора варианта разметки



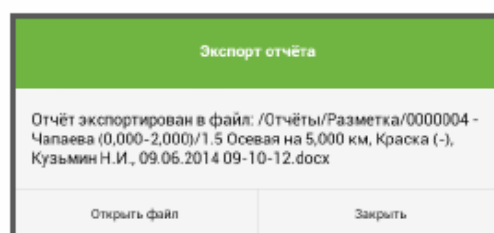
Отображение точек съемки на электронную карту



Результаты определения износа разметки на контрольном участке



Результаты износа разметки по отдельно взятому кадру



Экспорт отчета

Способы измерения видимости дорожных знаков

Одним из наиболее важных показателей видимости дорожных знаков является коэффициент световозвращения (R), который измеряют при помощи специальных приборов – ретрорефлектометров. На территории России предлагаются ретрорефлектометры таких производителей, как ZEHNTNER (Швейцария), DELTA (Дания), EASYLUX (Бразилия) и др. Все измерения коэффициента световозвращения, а также используемые приборы должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52290–2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования» (с изменениями).

Ретрорефлектометр – точный прибор для определения видимости дорожных знаков в тёмное время суток. Наиболее современные приборы приспособлены к одновременному измерению при трех различных углах наблюдения, имеют светодиодную подсветку и цветной сенсорный экран. Кроме того, предусмотрено постоянно обновляемое среднее значение « R », дополнительно сохраняется результат каждого отдельного измерения. Имеется возможность фиксирования GPS-координат измеряемых дорожных знаков.

Так, например, переносной прибор – ретрорефлектометр «Delta» RetroSign GR-1 (рис. 5.5–5.6, табл. 5.4) предназначен для измерения световозвращающих свойств дорожных знаков в условиях их освещения передними световыми приборами автомобилей. Кроме набора стандартных функций, прибор сообщает об ошибке или неточности измерений. Результаты измерений отображаются на дисплее. Дополнительно возможен обмен и передача данных через USB порт.

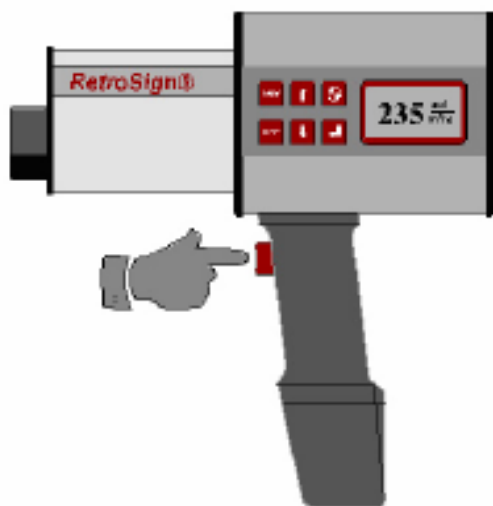


Рис. 5.5. Ретрорефлектометр для измерения коэффициента световозвращения «Delta» RetroSign GR-1



Рис. 5.6. Ретрорефлектометр для измерения коэффициента световозвращения «Zehntner» ZRS 6060

Т а б л и ц а 5.4

Технические характеристики ретрорефлектометра «Zehntner» ZRS 6060

Область измерения	Ø 25 мм (0.98")
Измерительный датчик	Адаптирован V(λ)
Диапазон измерения	0 - 2'000 кд·лк ⁻¹ ·м ⁻²
Время измерения	= 3 с
Память	встроенная флэш-память / internal flash memory
Объем памяти	1 GB = 1'000'000 измерений / measurements
Интерфейс	Host USB (тип A / type A), Client Mini USB (тип B / type B)
Опциональный интерфейс	Bluetooth®
Дисплей	Цветной сенсорный HVGA 3.5"
Аккумулятор	Li-Ion-Mn 14.8 V / 6.3 Ah
Рабочая температура	0°C - +50°C (32°F - +122°F), без конденсата / non condensing
Температура хранения	-20°C - +55°C (-4°F - +131°F)
Материал корпуса	анодированный алюминий / anodised aluminium
Длина	220 мм (8.66")
Ширина	85 мм (3.35")
Высота	290 мм (11.42")
Вес	1.9 кг (4.19 lbs)

Дорожный знак представляет собой металлический оцинкованный лист определенной формы, на который различными способами послойно наклеивается специальная цветная светоотражающая пленка. Так, например, светоотражающую поверхность дорожного знака с очень высокой интенсивностью световозвращения (Тип «В») получают наклеиванием пленки-основы белого цвета, имеющей оптическую систему из микропризм. Затем на пленку-основу белого цвета наклеивается цветной светофильтр определенной конфигурации, представляющий собой более тонкую и прозрачную пленку соответствующего цвета (красного, синего, желтого, зеленого и др.). Наиболее известными производителями световозвращающих пленок являются «3М» (Три-эм), «Avery Dennison», «Orafol».

Коэффициент световозвращения дорожных знаков контролируется по двум основным причинам:

1. На новых знаках – с целью проверки соответствия световозвращающей пленки – проектным значениям, а именно определяется, какой ТИП пленки наклеен на конкретный дорожный знак: «А», «Б» или «В».

2. На знаках, находящихся в процессе эксплуатации – по причине их загрязнения, также вследствие возможного расслоения и замутнения светоотражающей основы и светофильтров под воздействием погодных факторов и прямого воздействия ультрафиолетового излучения.

Процесс измерения коэффициентов световозвращения выполняют, плотно прижимая рабочую часть ретрорефлектометра к поверхности дорожного знака. Затем на приборе нажимается специальная кнопка-курок и через несколько секунд на мониторе появляются цифровые значения R (кд·лк⁻¹·м⁻²) при стандартных углах обзора. Таким образом, на каждом знаке выполняют

замеры каждого цвета в трех разных точках. Результаты записывают в табличной форме. По трем измерениям каждого цвета на знаке вычисляется среднее значение, либо указывают только крайние значения R (min – max). Впоследствии данные заносят в протокол или составляется акт (см. прил. 3 и 4).



Рис. 5.6 Процесс измерения коэффициента световозвращения дорожных знаков прибором-ретрорефлектометром

Способы измерения видимости дорожной разметки

Видимость горизонтальной дорожной разметки во многом определяется коэффициентом световозвращения. Определение коэффициента световозвращения осуществляется специальными ретрорефлектометрами. Все измерения коэффициента световозвращения, а также используемые приборы должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52289–2004.

В качестве примера можно привести ретрорефлектометр «Zehntner» ZRM 6006, который является компактным прибором начального уровня для определения ночной (R_L) и дневной (Q_d) видимости дорожной разметки, а также температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха.



Рис. 5.7. Ретрорефлектометр «Zehntner» ZRM 6006 для измерения коэффициента световозвращения дорожной разметки

Современный прибор измеряет ночную видимость R_L дорожной разметки с точки зрения водителя транспортного средства с включенным ближним светом фар. Освещение имитирует фары ближнего света автомобиля. Для измерения дневной видимости Q_d дорожной разметки применяется рассеянное освещение, имитирующее типичный дневной свет или уличное освещение. Измерения проводятся только на чистой и сухой поверхности. Время измерения составляет 2 секунды. По результатам измерений составляется экспертное заключение или специальный акт (см. прил. 5).

Т а б л и ц а 5.5
Технические характеристики ретрорефлектометра ZRM 6006

Эквивалентное расстояние наблюдения	30 м
Угол наблюдения	EN 1436: 2.29°, ASTM E 1710: 1.05°
Угол освещения R_L	EN 1436: 1.24°, ASTM E 1710: 88.76°
Угол освещения Q_d	рассеянное / diffuse
Адаптация измерительного датчика	$V(\lambda)$
Область измерения (ШхД)	52 мм x 218 мм (2.05" x 8.6")
Диапазон измерения (R_L)	0 - 4'000 мкд·м ⁻² ·лк ⁻¹
Диапазон измерения (Q_d)	0 - 400 мкд·м ⁻² ·лк ⁻¹
Диапазон измерений профилированной разметки	5 мм (0.2") до 12 мм (0.5") с инструкцией
Время измерения R_L/Q_d	≈ 2 с
Объем памяти	нет / none
Дисплей	трансфлексивный люминесцентный графический дисплей / transreflective luminous graphical display
Аккумуляторная батарея	Li-Ion-Mn 14.8 V / 6.3 Ah
Рабочая температура	-10°C - +50°C (14°F - 122°F), без конденсата / non condensing
Температура хранения	-20°C - +60°C (-4°F - 140°F)
Материал корпуса	анодированный алюминий / anodised aluminium
Размеры (ДхШхВ)	560 мм x 190 мм x 280 мм (22" x 7.5" x 11")
Вес	6.4 кг (14.1 lbs)
Стандарты	ГОСТ Р 54809-2011 (R_L/Q_d), EN 1436 (R_L/Q_d), ASTM E 1710 (R_L), ASTM E 2302 (Q_d), ASTM E 2177 (R_L влажн.)

Определение параметров транспортного потока

Видеоанализатор параметров транспортного потока устанавливается на выдвижной пневмомачте, монтируемой на кузове лаборатории. Возможное количество контролируемых полос движения – до 6.



Рис. 5.8. Видеоанализатор параметров транспортного потока

Получаемые параметры: интенсивность, состав транспортного потока по 5 группам, скорости движения, интервалы между автомобилями.

Система оценки состояния инженерных сооружений выполнена на основе планшетного компьютера, цифровой камеры и дополнительной программируемой клавиатуры.



Рис. 5.9. Система оценки состояния инженерных сооружений

Данная система позволяет выполнять диагностику различных инженерных сооружений и элементов обустройства автодорог (переезды, трубы, мосты, путепроводы, съезды, примыкания, автобусные остановки, ограждения и прочее) с заполнением карточки объекта в электронной форме.

Обеспечивает фотосъемку объектов и их отдельных элементов, ведение электронного журнала, а также передачу информации во внешние банки данных.

Контрольные вопросы

1. Как происходит обследование дорожных знаков?
2. Как называется прибор для определения коэффициента световозвращения дорожных знаков?
3. Какие типы пленки применяются при изготовлении дорожных знаков?
4. При помощи какого показателя оценивают видимость дорожных знаков?
5. Как определяется яркость?
6. Как происходит обследование светофоров?
7. Как происходит обследование дорожной разметки?
8. Назовите современные приборы по определению видимости дорожных знаков и принцип их действия
9. Назовите способ оценки состояния дорожных сооружений и параметров транспортного потока.

6. МЕТОДЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ О МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Метеорологические условия, влияющие на режим и безопасность движения

В соответствии с федеральной целевой программой «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)» на сети автомобильных дорог федерального значения предполагается создание единой автоматизированной системы метеорологического обеспечения, включающей устройство пунктов дорожного метеоконтроля.

Специализированная гидрометеорологическая информация в системе метеобеспечения для дорожного хозяйства формируется на основе данных пунктов дорожного метеоконтроля и данных, получаемых от подразделений Росгидромета, а также метеолокаторов и спутников. Она включает:

- текущую информацию в системе метеобеспечения о погодных условиях и состоянии дорожного покрытия;
- специализированные прогнозы погоды специального назначения;
- штормовые предупреждения;
- штормовое оповещение;
- данные об осадках с метеолокаторов и искусственных спутников земли.

Целью системы специализированного метеорологического обеспечения дорожного хозяйства является получение информационных ресурсов, содержащих фактические метеорологические данные, специализированные метеорологические прогнозы, с учетом которых рекомендуется принимать решения по управлению работами по содержанию дорог при минимальном расходовании средств, а также осуществлять контроль хода выполнения работ и соблюдения требований действующих нормативных документов и ГОСТ.

Организационная структура системы специализированного метеорологического обеспечения дорожного хозяйства определяется следующими факторами:

- существующей структурой управления автомобильными дорогами;
- задачами, решаемыми на каждом уровне управления автомобильными дорогами;
- созданной системой сбора, обработки, обмена и распространения специализированных прогнозов АСМО и экстренной информации в системе дорожного хозяйства.

Росавтодор с участием Росгидромета совместно определяют общие требования к гидрометеорологическому обеспечению организаций дорожного хозяйства и осуществляют:

- концептуальное развитие основных положений по совершенствованию специализированного дорожного метеорологического обеспечения;

- выработку технической политики, создание нормативной базы;
- организацию и финансирование научных исследований;
- распространение передового опыта, организацию системы подготовки и переподготовки кадров.

Органы управления дорожного хозяйства обеспечивают:

- реализацию проектов создания систем специализированного дорожного метеорологического обеспечения;
- взаимодействие с региональными подразделениями Росгидромета, заключение договоров на специализированное обслуживание;
- сбор и обработку необходимой гидрометеорологической информации, передачу прогнозов состояния дорог и рекомендаций по технологиям проведения дорожных работ их исполнителям;
- сбор информации от исполнителей работ о состоянии проезда по дорогам и о проведенных работах;
- консультационную и методическую помощь подрядным организациям;
- контроль за своевременностью и качеством выполняемых работ;
- передачу информации о погодных условиях и состоянии проезда по дорогам в Росавтодор и пользователям дорог.

Информация специализированного метеорологического обеспечения используется для решения задач:

- выбора технологии проведения работ в соответствии с ожидаемым изменением погодных условий и состояния дорожного покрытия;
- проведения работ по содержанию дорог;
- передачи информации о проведенных работах и состоянии дорог в органы управления дорожным хозяйством.

Создание системы специализированного метеорологического обеспечения дорожного хозяйства осуществляется поэтапно:

- разработка и реализация проекта создания системы метеорологического обеспечения;
- организация комплекса мероприятий по связи;
- разработка системы сбора, анализа и выработки прогнозов, рекомендации по оповещению исполнителей работ и участников движения об ожидаемых погодных условиях и состоянии дорог;
- подготовка кадров посредством обучения в отраслевой системе образования и повышения квалификации;
- распространение опыта работы отдельных систем.

Специализированная метеорологическая информация, поступающая от организаций Росгидромета и других источников информации, учитывается при анализе данных дорожных метеостанций и подготовке прогнозов состояния покрытия, адаптируется специалистами дорожных служб для решения производственных задач и управления производством.

Специализированное метеорологическое обеспечение в первую очередь направлено на своевременное проведение работ по предупреждению

создания неблагоприятных условий движения, возникновению дорожно-транспортных происшествий и повышению эффективности работы дорожно-транспортного комплекса.

Виды гидрометеорологических явлений

Атмосферные явления и гидрометеорологические условия по степени влияния на условия движения автотранспортных средств разделяют на неблагоприятные и опасные.

К неблагоприятным гидрометеорологическим явлениям относятся явления, которые по своим характеристикам (интенсивности и продолжительности) не достигают критериев опасных явлений.

Общая характеристика видов и критериев неблагоприятных и опасных погодных явлений, учитываемых при планировании работ по зимнему содержанию автомобильных дорог, приведена в табл. 6.1.

Т а б л и ц а 6.1

Виды и критерии неблагоприятных и опасных погодных явлений,
учитываемых при планировании работ по зимнему содержанию
автомобильных дорог

№ п/п	Наименование погодно- климатических явлений	Интенсивность явления	Характер воздействия на производственную деятельность	Действия для сниже- ния негативного воз- действия
1	2	3	4	5
1	Ветер скорость и направление	Более 6 м/с	Нарушение траектории движения транспорта (особенно при повышенной скользкости на дорогах), появление мусора на дорогах	Подготовка аварийных бригад, уборка на дорогах; вывод информации на табло; осмотр дорог; снижение скорости движения
2	Осадки: жидкие осадки, дождь	0,1 мм и более	Снижение коэффициента сцепления	Информация об ограничении скорости движения. Планирование работ на дорогах
	Снег, метель	Более 1–3 мм/ч за 12 ч и менее (прирост высоты снега более 2 см)	Образование скользкости на дорогах, заносы на снегозаносимых участках	Организация дорожных работ в соответствии с регламентом
	Снежные лавины	Любая в пределах участков дорог	Прекращение движения транспорта	Организация работ предупредительному спуску лавин, расчистка участков дорог от снега

Продолжение табл. 6.1

1	2	3	4	5
3	Гололедица (на дорожном покрытии)	Любая	Снижение коэффициента сцепления; потеря маневренности при движении транспорта	Организация и производство работ по ликвидации скользкости; информация об ограничении скорости движения
4	«Черный лед» (на дорожном покрытии)	Любая (условия образования: температура воздуха ниже 0 °С, температура покрытия ниже точки росы)	Снижение коэффициента сцепления; потеря маневренности при движении транспорта	Организация и производство работ по ликвидации скользкости; информация об ограничении скорости движения
5	Гололед (на дорожном покрытии)	Любая (условия образования: температура покрытия ниже 0°С, переохлажденные осадки)	Снижение коэффициента сцепления; потеря маневренности при движении транспорта	Организация и производство работ по ликвидации скользкости; информация об ограничении скорости движения
6	Снежный накат (на дорожном покрытии)	Любая	Снижение коэффициента сцепления; потеря маневренности при движении транспорта	Организация и производство работ по ликвидации скользкости; информация об ограничении скорости движения
7	Температура воздуха:			
	Минимальная температура	Ниже минус 20°С	Ухудшение комфортности при дорожных работах; подготовка техники к работе в условиях низких температур	Учет температурного фактора для планирования работ
	Колебания температуры воздуха около 0°С	Переход температуры воздуха через 0°С	Образование скользкости на отдельных участках дорог	Регламентные работы на дорогах, ограничение скорости движения, информация водителей
8	Метеорологическая дальность видимости (при туманах, осадках)	Менее 450 м	Снижение скорости движения, увеличение вероятности ДТП;	Информация водителей
		Менее 150 м	Высокая вероятность ДТП	Ограничение движения, прекращение движения опасных, крупногабаритных и тяжеловесных грузов
		Менее 45 м	Высокая вероятность ДТП	Прекращение пассажирских перевозок

Окончание табл. 6.1

1	2	3	4	5
9	Уровень воды	Критические отметки уровней воды для участков дорог и объектов дорожного хозяйства	Прекращение движения в результате подтопления или затопления объектов	Информация на табло. Организация дежурств возле критических объектов. Принятие мер по защите объектов
10	Заторы льда	Заторные явления, создающие угрозу безопасности объектов дорожного хозяйства	Ограничение и прекращение движения транспорта	Информация на табло. Организация дежурств возле критических объектов. Принятие мер по защите объектов

П р и м е ч а н и е . При проектировании и строительстве дорог, мостов и других объектов используется климатическая информация, установленная нормативно-техническими документами в строительстве.

По назначению прогнозы подразделяются на:

- прогнозы погоды общего назначения;
- специализированные прогнозы.

В зависимости от периода действия прогнозы могут быть:

– сверхкраткосрочный – от десятков минут до нескольких часов и используется на ограниченной территории, при выполнении определенного вида работ;

- краткосрочный – от 12 до 72 часов;
- среднесрочный – на 3–10 суток;
- долгосрочный – на месяц, сезон;
- сверхдолгосрочный – на год или несколько лет.

В зависимости от периода действия прогноза частота их составления различна. Сверхкраткосрочные прогнозы составляются наиболее часто. Краткосрочные прогнозы разрабатываются в метеорологических бюро и в других прогностических подразделениях один раз в сутки с двумя 12-часовыми интервалами (ночь-день) или несколько раз, если период действия прогноза определяется интервалом 3–12 часов.

Основной задачей специализированного метеорологического обеспечения дорожного хозяйства является сбор, анализ метеоданных, полученных с пунктов дорожного метеоконтроля, и прогноз возможности возникновения неблагоприятных или опасных метеорологических явлений, а также прогноз о возможности неблагоприятных условий движения.

Пункты дорожного метеоконтроля (ДМК) рекомендуется оборудовать автоматическими дорожными метеорологическими станциями (АДМС),

контролирующие следующие метеорологические параметры и состояния дорожного покрытия:

- температуру воздуха;
- относительную влажность воздуха;
- температуру точки росы;
- скорость и направление ветра;
- атмосферное давление;
- наличие, интенсивность и количество осадков;
- метеорологическую дальность видимости;
- состояние дорожного покрытия (сухое, влажное, лед, снег, иней);
- толщину отложений на покрытии;
- температуру дорожного покрытия и дорожной конструкции;
- наличие на дорожном покрытии количества и концентрации противогололедных реагентов.

Набор датчиков определяется для каждого пункта индивидуально и может меняться в зависимости от общих требований, накопленной базы данных параметров окружающей среды, дополнительных потребностей дорожных подразделений, возникших в процессе эксплуатации системы.

Пункт ДМК рекомендуется оборудовать видеокамерами на таких участках автомобильных дорог, как пересечения автомобильных дорог в одном или разных уровнях, затяжные подъемы и спуски, участки с ограниченной видимостью, мосты и путепроводы и т.д.

Оптимальная периодичность сбора данных с сети пунктов ДМК – 1 час. При угрозе образования скользкости, резком изменении погодных условий, получении штормовых предупреждений контроль за погодными и дорожными условиями рекомендуется осуществлять 2–3 раза в час.

Автоматическая дорожная метеостанция производит измерения дорожных и погодных параметров в определенной точке. Эти данные могут использоваться для участка дороги, на котором существенно не изменяются дорожные или природные условия (рельеф, лесные массивы, крупные водные объекты и т.д.).

Пункты дорожного метеоконтроля рекомендуется располагать на участках дорог, на которых существует высокая повторяемость опасных и неблагоприятных погодных явлений.

Для обеспечения достоверности метеоданных АДМС должны быть сертифицированы и проходить ежегодные регулярные метрологические проверки, входящих в состав станции датчиков.

Информационные потоки, системы метеорологического обеспечения дорожного хозяйства включают в себя все виды метеорологической информации и прогнозов, поступающих как с пунктов дорожного метеокон-

троля, оборудованных АДМС, видеокамерами и другими техническими средствами, так и от организаций Росгидромета.

На рис. 6.1 представлена схема получения специализированной гидрометеорологической информации в дорожном хозяйстве.

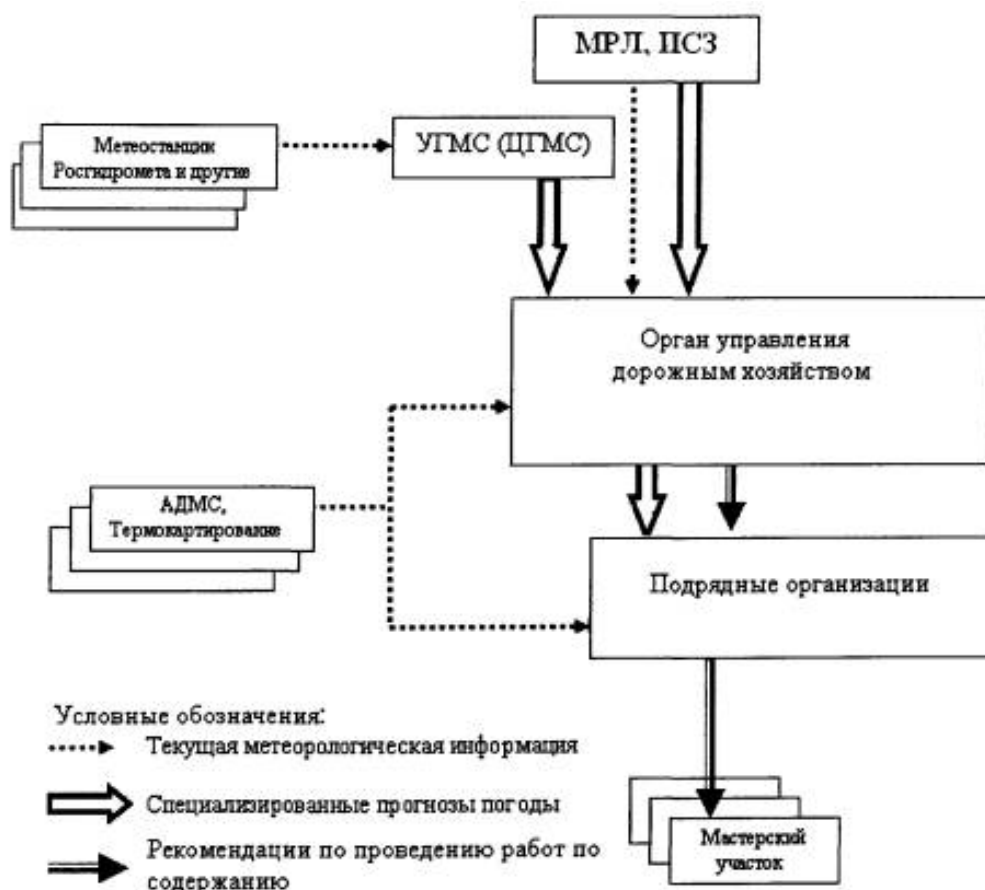


Рис. 6.1. Схема получения специализированной гидрометеорологической информации в дорожном хозяйстве

Техническое обеспечение системы специализированного гидрометеорологического обеспечения дорожного хозяйства включает:

- автоматические дорожные метеорологические станции (АДМС);
- систему связи;
- дорожные видеокамеры;
- специальные дорожные знаки со сменной информацией.

Дорожные метеостанции могут комплектоваться различными датчиками в зависимости от климатических особенностей места расположения АДМС на автодороге.

Перечень, основные технические данные датчиков и рекомендации по использованию в дорожных метеорологических наблюдениях приведены в табл. 6.2.

Т а б л и ц а 6 . 2

Датчики автоматических дорожных метеостанций

Наименование датчика	Диапазон измерения	Использование показаний датчиков для решения задач содержания дорог	Рекомендации по использованию
1	2	3	4
Датчик скорости ветра	0–75 м/с	При обработке результатов измерений фиксируется максимальное и среднее (за 10 мин) значение скорости ветра. При скорости ветра более 5 м/с возможен перенос снега и снежные	Устанавливается на всех АДМС
Датчик направления ветра	0–360 град	Сведения не являются информативными для участков дороги большой протяженности, так как местные условия оказывают существенное влияние на направление ветра, однако информация может быть использована для оценки степени заносимости участка дороги снегом при метелях и при образовании локальных участков гололеда	Датчик может быть совмещен с датчиком скорости ветра и должен быть установлен на всех АДМС
Датчик давления воздуха	940–1000 ГПа	Анализ изменения атмосферного давления позволяет предсказывать мезомасштабные изменения погодных условий, вероятность выпадения осадков	Данные прогнозов об осадках поступают от системы Росгидромета. Датчик может не устанавливаться на всех АДМС. Если его информация используется в дорожной информационной системе, то установка рекомендуется
Датчик температуры воздуха	–58 ... +60°C	Важный элемент для прогнозирования условий движения и выбора технологий содержания дорог в зимний период (нормы расхода противогололедных материалов)	Устанавливается на всех АДМС
Датчик относительной влажности воздуха	0–100 %	Анализ изменения относительной влажности позволяет анализировать изменение погодных условий и должен использоваться в прогностических моделях, необходим для вычисления температуры точки росы	Устанавливается на всех АДМС

Окончание табл. 6.2

1	2	3	4
Датчик осадков	–	Измеряются суммарное количество и интенсивность выпадения осадков	Данные датчика следует учитывать при прогнозе скользкости
Датчик метеорологической дальности видимости	0–450 м	Датчики рекомендуется устанавливать в местах наиболее частого образования тумана	Рекомендуется устанавливать для опасных мест (мосты, транспортные развязки, места концентрации ДТП)
Датчик определения состояния дорожного покрытия (дорожный датчик)	–58 ... +60 °C –58 ... +60 °C	Датчик позволяет получать информацию о: – температуре покрытия поверхности автодороги; – температуре в конструкции автодороги на глубине 4–7 см. Определяется состояние поверхности автодороги, наличие на нем льда, наличие противогололедных материалов и температуры замерзания отложений, формирование системы тревог и предупреждений	Устанавливается на всех АДМС
Бесконтактный дорожный датчик состояния поверхности дорожного покрытия		При обработке результатов измерений комплекса дорожных параметров, в том числе состояния поверхности дороги, сцепления, раздельно толщины слоя воды, льда и снега, формируются система тревог и предупреждений, а также определяется метеорологическая дальность видимости (до 450 м)	Может устанавливаться на пунктах дорожного метеоконтроля самостоятельно или входить в комплектацию АДМС
Бесконтактный дорожный датчик температуры поверхности дорожного покрытия	–50 ... +50°C –50 ... +50°C	Обеспечение измерения температуры поверхности дорожного покрытия, а также температуры воздуха, относительной влажности и точки росы	Может устанавливаться на пунктах дорожного метеоконтроля самостоятельно или входить в комплектацию АДМС

Комплектация пунктов дорожного метеоконтроля датчиками определяется требованиями контроля различных метеорологических параметров на разных участках автомобильной дороги. Требования к измеряемым параметрам датчиков АДМС приведены в табл. 6.3.

Т а б л и ц а 6.3

Требования к измеряемым параметрам датчиков АДМС

Параметр Датчик	Диапазон измерений, не менее	Абсолютная точность измерений, не ниже	Разрешение, не ниже
Температуры воздуха, °С	–40 ... +60	±0,2	0,1
Относительной влажности воздуха, %	0–100	±3	1
Скорости ветра, м/с	0,5–35	±0,2	0,1
Направления ветра, град	0–360	±5	1

Автоматические дорожные метеостанции рекомендуется укомплектовывать следующими датчиками:

- температуры и влажности воздуха;
- направления и скорости ветра;
- вида и интенсивности осадков;
- температуры поверхности дороги;
- температуры под поверхностью дороги (4–7см);
- состояния дорожного покрытия (наличие отложений, вид отложений, концентрация противогололедных материалов).

При необходимости комплектации дорожных метеостанций может быть дополнена датчиками:

- атмосферного давления;
- солнечного излучения;
- высоты снежного покрова;
- метеорологической дальности видимости.

При выборе АДМС необходимо учитывать, что все датчики, программное обеспечение и интерфейс должны представлять надежно работающую единую систему.

В системе специализированного гидрометеорологического обеспечения дорожного хозяйства в качестве технических средств наблюдения могут использоваться дорожные видеокамеры, работающие на открытом воздухе в диапазоне температур воздуха от +60 до -40°С.

Видеокамеры позволяют получать информацию о погодных условиях: выпадении осадков, оценки количества снега на покрытии (уплотнение или сдувание с покрытия проходящим транспортом). С помощью видеокамер фиксируются атмосферные явления, снижающие метеорологическую дальность видимости из-за туманов.

Для прогнозирования состояния дорожного покрытия на участках автомобильной дороги между АДМС может использоваться термокартирование.

К размещению пунктов дорожного метеоконтроля рекомендуется привлекать организации, имеющие лицензию на эту деятельность, оформленную в установленном порядке.

Для планирования сети автоматических дорожных метеорологических станций рекомендуется разрабатывать специальные проекты. Планирование следует выполнять с учетом климатического районирования или на основе термокартирования дорог с соблюдением следующих требований:

- непосредственная близость размещения к дороге;
- сетевое размещение по территории района;
- установка в точках с максимальными значениями интенсивности неблагоприятных для дорог факторов погоды.

Сетевое размещение АДМС позволяет отражать динамику изменения погодных условий на сети автомобильных дорог по территории региона. Планирование и установка средств дорожного метеоконтроля выполняется с учетом ландшафтного районирования. Зона распространения данных составляет 30–50 км.

Для передачи данных в системе специализированного гидрометеорологического обеспечения дорожного хозяйства должна быть создана подсистема связи, входящая в состав единой автоматизированной системы метеорологического обеспечения. Передача информации с пунктов дорожного метеоконтроля в органы управления дорожным хозяйством и в дорожные подрядные организации рекомендуется осуществлять в автоматическом режиме. Также возможна ее передача в виде SMS сообщений по списку абонентов.

Основным источником информации в системе специализированного метеообеспечения являются данные, получаемые от пунктов дорожного метеоконтроля.

Специализированные гидрометеорологические прогнозы погоды поступают в дорожные организации в соответствии с запросом от территориальных управлений и областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по любым доступным каналам связи (электронная почта, факсимильные сообщения, телефонная связь).

Тексты специализированных прогнозов для дорожных организаций рекомендуется структурировать, детализировать по районам, за которыми закреплены определенные дорожные подрядные организации и определенные участки дорог.

В тексте прогноза рекомендуется указывать:

- район и время прогноза;
- адрес автомобильной дороги (участка дороги);
- вид и характеристики осадков: интенсивность (мм/ч), продолжительность (в часах);
- скорость и направление ветра;
- атмосферные явления;
- тенденции изменения атмосферного давления;
- прогноз температуры воздуха и тенденция ее изменения;
- прогноз температуры дорожного покрытия;

- прогноз общего количества облачности;
- период прогнозируемого состояния дорожных покрытий (гололедица, снежные заносы по автомобильным дорогам или ее участкам).

Информацию со специализированными гидрометеорологическими прогнозами, помимо текстовой формы, рекомендуется формировать и передавать через специальные электронные журналы или в графическом виде.

Гидрометеорологическая информация общего назначения и специализированная информация, поступающая от Росгидромета и других организаций, имеющих лицензию Росгидромета, рекомендуется использовать для решения задач управления содержанием автомобильных дорог.

Типовой перечень опасных природных явлений (ОЯ), принятых руководящими документами Росгидромета, приведен в табл. 6.4.

Т а б л и ц а 6 . 4

Типовой перечень опасных природных явлений

Название ОЯ	Характеристики и критерии определения ОЯ
1	2
А.1 Метеорологические	
А.1.1 Очень сильный ветер	Ветер при достижении скорости при порывах не менее 25 м/с, или средней скорости не менее 20 м/с; на побережьях морей и в горных районах при достижении скорости при порывах не менее 30 м/с
А.1.2 Ураганный ветер (ураган)	Ветер при достижении скорости 33 м/с и более
А.1.3 Шквал	Резкое кратковременное (в течение нескольких минут, но не менее 1 мин) усиление ветра до 25 м/с и более
А.1.4 Смерч	Сильный маломасштабный вихрь в виде столба или воронки, направленный от облака к подстилающей поверхности
А.1.5 Сильный ливень	Сильный ливневый дождь с количеством выпавших осадков не менее 30 мм за период не более 1 ч
А.1.6 Очень сильный дождь (очень сильный дождь со снегом, очень сильный мокрый снег, очень сильный снег с дождем)	Значительные жидкие или смешанные осадки (дождь, ливневый дождь, дождь со снегом, мокрый снег) с количеством выпавших осадков не менее 50 мм (в ливнеопасных (селеопасных) горных районах – 30 мм) за период времени не более 12 ч
А.1.7 Очень сильный снег	Значительные твердые осадки (снег, ливневый снег) с количеством выпавших осадков не менее 20 мм (20 см. визуально) за период времени не более 12 ч
А.1.8 Продолжительный сильный дождь	Дождь с короткими перерывами (не более 1 ч) с количеством осадков не менее 100 мм (в ливнеопасных районах с количеством осадков не менее 60 мм) за период времени более 12 ч, но менее 48 ч, или 120 мм за период времени более 2 суток
А.1.9 Крупный град	Град диаметром 20 мм и более

Продолжение табл. 6.4

1	2
А.1.10 Сильная метель	Перенос снега с подстилающей поверхности (часто сопровождаемый выпадением снега из облаков) сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м продолжительностью не менее 12 ч
А.1.11 Сильная пыльная (песчаная) буря	Перенос пыли (песка) сильным (со средней скоростью не менее 15 м/с) ветром и с метеорологической дальностью видимости не более 500 м продолжительностью не менее 12 ч
А.1.12 Сильный туман (сильная мгла)	Сильное уменьшение дальности видимости за счет скопления мельчайших частиц воды (пыли, продуктов горения), при котором значение метеорологической дальности видимости составляет не более 50 м с продолжительностью не менее 12 ч
А.1.13 Сильное гололедно-изморозевое отложение	Диаметр отложения на проводах гололедного станка: гололеда – диаметром не менее 20 мм; сложного отложения или мокрого (замерзающего) снега – диаметром не менее 35 мм; изморози – диаметр отложения не менее 50 мм
А.1.14 Сильный мороз	В период с ноября по март значение минимальной температуры воздуха достигает установленного для данной территории опасного значения или ниже его
А.1.15 Аномально-холодная погода	В период с октября по март в течение 5 дней и более значение среднесуточной температуры воздуха ниже климатической нормы на 7 °С и более
А.1.16 Сход снежных лавин	Сход крупных лавин, наносящих значительный ущерб хозяйственным объектам или создающий опасность населенным пунктам
А.2 Гидрологические	
А.2.1 Половодье	Фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон, характеризующая наибольшей водностью, высоким и длительным подъемом уровня воды и вызываемая снеготаянием или совместным таянием снега и ледников (по ГОСТ 19179)
А.2.2 Зажор	Скопление шуги с включением мелкобитого льда в русле реки, вызывающее стеснение водного сечения и подъем уровня воды (по ГОСТ 19179) до отметок повторяемостью наивысших уровней менее 10 %
А.2.3 Очень большие расходы воды	Расходы воды (естественные) повторяемостью менее 10 %
А.2.4 Очень малые расходы воды	Расходы воды (естественные) повторяемостью менее 10 %
А.2.5 Затопление	Скопление льдин в русле реки во время ледохода, вызывающее стеснение водного сечения и связанный с этим подъем уровня воды (по ГОСТ 19179) до отметок повторяемостью наивысших уровней менее 10 %

Окончание табл. 6.4

1	2
А.2.6 Паводок	Фаза водного режима реки, вызываемая дождями или снеготаянием во время оттепелей, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды (по ГОСТ 19179) до отметок повторяемостью наивысших уровней менее 10 % и вызывается дождями или снеготаянием во время оттепелей
А.2.7 Сель	Стремительный поток большой разрушительной силы, состоящий из смеси воды и рыхлообломочных пород, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек в результате интенсивных дождей или бурного таяния снега, а также прорыва завалов и морен (по ГОСТ 19179)
А.2.8 Низкая межень	Понижение уровня воды ниже проектных отметок водозаборных сооружений и навигационных уровней на судоходных реках в конкретных пунктах в течение не менее 10 дней
А.2.9 Раннее ледообразование	Появление льда и образование ледостава (даты) на судоходных реках, озерах и водохранилищах в конкретных пунктах в ранние сроки повторяемостью не чаще 1 раза в 10 лет

Метеорологические условия оказывают широкое и разностороннее влияние на режим и безопасность движения и поэтому являются важной составной частью общих условий дорожного движения.

В целом, рассматривая среду как совокупность метеорологических и природно-климатических факторов, необходимо отметить некоторые особенности их воздействия на состояние дорог и безопасность движения. Часть метеорологических факторов действует на дорожные условия и автомобиль механически (ветер, снег, дождь, гололед), другие ограничивают восприятие водителем условий движения (туман, мгла, дымка), третьи действуют косвенно через психофизиологические функции водителя, опасно увеличивая время реакции или рассеивая его внимание. К последним относятся метеорологические факторы, которые вызывают нарушения чувствительности восприятия или деятельности внутренних органов. Это, прежде всего атмосферное давление, температура и влажность воздуха.

Наиболее важным метеорологическим фактором, влияющим на весь процесс функционирования комплекса, являются осадки в виде дождя или снега. Под воздействием осадков изменяется восприятие водителем условий движения, изменяется состояние дорог и автомобилей, что отражается на выборе водителем соответствующих параметров режима движения, обеспечивающих безопасность.

Жидкие атмосферные осадки в зависимости от величины капель (которая колеблется от 0,5 до 7,0 мм) относят к мороси, обложному или ливневому дождю. Ливневые дожди имеют наибольшую интенсивность, но наименее продолжительны. Обложные дожди, как правило, менее интенсивны, но могут продолжаться в течение нескольких суток. Минимальная продолжительность осадков наблюдается в летнее время, а максимальная – осенью, чаще всего в октябре (для европейской части территории РФ).

Снег выпадает в виде кристаллов льда, образующих различного рода снежинки размером 4–5 мм; хлопья снега, образовавшиеся в результате соединения снежинок, достигают 5 см.

Твердые осадки могут выпадать в виде снежной или ледяной крупы диаметром от 2 до 5 мм и града. Интенсивность дождя измеряется количеством выпавшей воды на единицу площади в единицу времени. Аналогично измеряется и интенсивность снегопада – по количеству воды, полученной из выпавшего снега.

Снегопад относится к особо опасным при количестве выпавших осадков не меньше 20 мм/сут, а при интенсивности более 0,2–0,4 мм/ч – к опасным.

Гололед всегда относится к особо опасным явлениям, и информация о нем должна быть получена и передана как можно быстрее.

Серьезную опасность для движения может представлять ветер, дующий с большой скоростью. Особенно опасны внезапные порывы ветра, на которые непредупрежденный водитель не успевает среагировать. Воздействие ветра ощущается тем сильнее, чем выше скорость движения автомобиля и чем больше его боковая поверхность. Расчеты показывают, что при порывах или скорости ветра 15 м/с и скорости движения 80 км/ч при времени реакции водителя 1,5 с отклонение траектории движения автомобиля составляет более 0,4 м, а при времени реакции 2 с отклонение составляет 2 м, что представляет большую опасность.

Еще более трудными являются условия движения в период метелей, когда большие массы снега переносятся ветром почти в горизонтальном направлении, и видимость резко ограничивается. При метели снег откладывается за любым препятствием и может быстро занести проезжую часть дороги. Метель может охватывать очень большие территории, длиться много дней, переносить огромное количество снега, в котором могут быть скрыты автомобили с людьми. Поэтому на дорогах необходимо иметь хорошо поставленную службу сбора информации о метелеопасных участках дорог, а также о начале и ходе метели.

Аналогичную опасность представляют пыльные бури, которые наблюдаются в засушливые годы в ряде степных и полупустынных районов страны.

Освещенность, облачность, туман и дымка оказывают большое психофизиологическое воздействие на водителя и пешехода за счет снижения види-

мости объектов и изменения общего эмоционального состояния человека и его возможностей воспринимать информацию об условиях движения.

Температура и влажность воздуха воздействуют на комплекс автомобиль–водитель–дорога более широко, но количественно менее заметно. Так, под действием температуры и влажности на дорогах образуются пучины, под действием высокой температуры может ускоряться процесс образования наплывов на асфальтобетонных покрытиях. От температуры и влажности воздуха зависит микроклимат кабины автомобиля и психофизиологическое состояние водителя. Существенное влияние этот параметр оказывает на состояние автомобиля, так как при очень низких температурах часто отмечаются неполадки тормозной системы автомобилей, запотевают стекла кабины. При высокой температуре быстрее перегревается двигатель, тормозные колодки и т. д.

Исходя из влияния погодно-метеорологических факторов на взаимодействие комплекса ВАДС, можно предложить деление метеорологических условий на благоприятные и неблагоприятные. Благоприятные метеорологические условия не оказывают заметного влияния на режим и безопасность движения по автомобильным дорогам, а неблагоприятные создают повышенную опасность для движения. Степень неблагоприятного воздействия может быть разделена на опасную и очень опасную.

Наиболее часто опасные метеорологические условия наблюдаются в зимний и переходные (осенне-весенние) периоды года. На большей части территории нашей страны благоприятные условия движения наблюдаются в летнее время, когда они ближе всего к эталонным, а опасные условия наблюдаются редко. Поэтому зимний и весенне-осенний периоды могут быть отнесены к неблагоприятным для движения периодам года.

Определение качественных и количественных характеристик осадков

Дождемеры – мерные сосуды, используемые для измерения количества дождевых осадков, работают следующим образом. Собираемая в сосуде вода через сливное устройство попадает в одну из камер двухкамерного челнока. При заполнении камеры водой челнок поворачивается, вода из камеры выливается, а под сливное устройство подходит вторая камера. Количество слитой воды за заданный интервал времени определяется числом качаний челнока, которые преобразуются в электрические импульсы. Частота следования этих импульсов характеризует интенсивность дождя.

Определение толщины снежных отложений на дорогах может производиться с помощью прибора, содержащего радиоактивный источник и приемник излучения, которые перемещаются со скоростью 0,3 м/мин двумя параллельными трубками, установленными на поверхности дороги и дос-

тигающими наибольшего уровня снега. Сигналы по радио- или телефонной сети передаются на центральную станцию, где преобразовываются в величины толщины слоя и плотности снежных осадков. Прибор позволяет определять момент начала выпадения дождя на снег, момент окончания дождя, начало повторного снегопада, наличие уплотненных слоев снега, талого снега и ледяных корок.

В осенне-зимние и зимне-весенние периоды года происходят частые фазовые переходы воды, находящейся на дорожном покрытии. Так, например, свежевыпавший снег под действием колес автомобиля укатывается и превращается в ледяной накат. Повышение температуры или применение химических средств борьбы с гололедом вызывает таяние снега и льда. И наоборот, дождь, попадающий на охлажденное покрытие, или понижение температуры во время дождя приводят к образованию ледяной корки. Появление ледяной пленки на покрытии наблюдается также вследствие выпадения росы при понижении температуры влажного воздуха.

Для обнаружения снега, льда, дождя или росы используют различные электрические и теплофизические методы и приборы, основанные на контроле электрического сопротивления, емкости, теплопроводности и других физических характеристик поверхности дороги, значения которых зависят от наличия и фазового состояния воды.

Система сигнализации о появлении снега и льда на покрытии содержит датчик, уложенный заподлицо с покрытием, и электронно-механический блок, подающий диспетчеру сигналы о появлении на покрытии опасной для движения ситуации – гололеда или накатанного слоя снега. Датчик выполнен в виде прямоугольной пластины из нержавеющей стали, к нижней части которой приклеена термопара. Каждые 90 мин датчик на 40 с включается в электрическую цепь напряжением 6,5 В. Ток, проходящий через пластину, нагревает ее, причем темп нагрева фиксируется термопарой, включенной в цепь усилителя постоянного тока.

Если на пластине находится слой снега или льда, темп ее нагрева резко снижается, так как часть тепла расходуется на расплавление снега или льда. В этом случае на кривой напряжения термопары появляется горизонтальная площадка, уровень и длина которой зависят от толщины слоя снега или льда. Передача сигналов диспетчеру может производиться по проводной линии связи и по радио.

В другой сигнальной системе датчик выполнен в виде двух кольцеобразных электродов, изготовленных из нержавеющей стали, и терморезистора. О состоянии поверхности дороги (сухая, мокрая или замерзшая) судят по температуре поверхности, фиксируемой терморезистором, и сопротивлению между электродами. Специальный экран из изоляционного материала предотвращает прямую утечку тока между электродами. Для

уменьшения электрохимической коррозии электродов питание измерительной схемы осуществляют переменным током.

При увлажнении поверхности сопротивление между электродами резко падает, что позволяет определить появление влаги (дождя или росы) на дороге. Понижение температуры при наличии воды может свидетельствовать об образовании ледяной корки. Однако выпадение сухого снега на датчик может быть и не обнаружено, что является недостатком этого устройства.

Сигнальные системы с заложенными в поверхность дороги датчиками обладают еще и тем недостатком, что в процессе эксплуатации необходим постоянный уход за состоянием датчиков – очистка от грязи, сохранность электрической изоляции и т.д., поэтому представляют интерес так называемые «бесконтактные» системы контроля за состоянием дорожного покрытия.

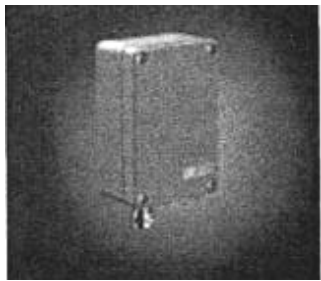
Принцип действия этой системы основан на освещении дорожного покрытия источником света и измерении интенсивности отраженного света тремя фотоэлементами. В зависимости от состояния дороги освещенность фотоэлементов и, следовательно, их сопротивления будут различными. При сухой шероховатой поверхности дороги коэффициент отражения ее минимален и фотоэлементы не освещаются. При мокрой поверхности освещается первый фотоэлемент, при замерзшей – первый и второй, а при заснеженной поверхности – третий фотоэлемент. Логическая схема, в которую включены фотоэлементы, позволяет выделить сигнал, соответствующий состоянию поверхности.

Для исключения влияния общего уровня освещенности применяют источник модулированного света, а с фотоэлементов снимают переменную составляющую полезного сигнала.

Т а б л и ц а 6.5

Датчики, входящие в состав автоматической дорожной метеостанции

Технические характеристики датчика давления

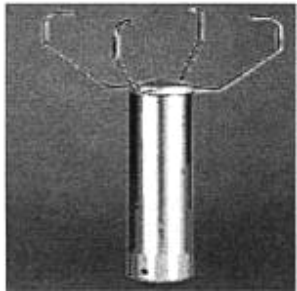
Размеры	100×65×41 мм	
Выходной сигнал	4–20 мА	
Вес	~360 г	
Длина кабеля	Вес	
Рабочая температура	–40 ... 60 °С	
Влажность работоспособности	0–95 % отн. влажности	
Принцип	Capacitive ceramic (по изменению емкости керамического конденсатора)	
Диапазон измерения	0–1200 ГПа	
Точность	±2,0 ГПа, при $-20\text{ °C} < T < 45\text{ °C}$ и $600\text{ ГПа} < P_{\text{абс}} < 1100\text{ ГПа}$	

Продолжение табл. 6.5

Технические характеристики датчика температуры и влажности с защитным кожухом

Размеры	Длина 185 мм, Ø 16 мм	
Выходной сигнал	По сопротивлению и частоте	
Вес	400 г	
Длина кабеля	10 м	
Рабочая температура	–30...70 °С	
Рабочая влажность	0–100 % отн. влажности	
По влажности		
Принцип	Capacitive (по изменению проводимости чувствительного конденсатора)	
Диапазон измерения	0–100 % отн. влажности	
Точность	±2 % отн. влажности	
По температуре		
Принцип	Pt1000 (термистор)	
Диапазон измерения	–30...70 °С	
Точность	±0,2 °С	

Технические характеристики датчика направления и скорости ветра

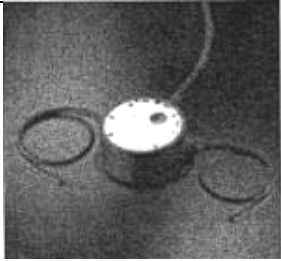
Размеры	Длина 555 мм, радиус 160 мм	
Конструкция	Корпус из нержавеющей стали	
Вес	1,5 кг	
Длина кабеля	10 м	
Питание	9...26 В DC	
Рабочая температура	–30...60 °С	
Рабочая влажность	5–100 % отн. влажности	
Подогрев	24 В DC	
Выходной сигнал	4–20 мА	
По скорости ветра		
Принцип	Ультразвуковой	
Диапазон измерения	0–60 м/с	
Точность	±0,15 м/с (0–5 м/с) < 2,5 % от величины (> 5 м/с)	
По направлению ветра		
Принцип	Ультразвуковой	
Диапазон измерения	0–360°	
Точность	±3°	

Продолжение табл. 6.5

Технические характеристики датчика вида и интенсивности осадков

Размеры	Длина 200 мм, Ø 90 мм	
Вес	~1,5 кг	
Длина кабеля	10 м	
Диапазон измерения размера капель	от 0,5 мм до 8 мм	
Разрешение:		
– точность	0,01 – 0,1 – 1,0 мм/м ²	
– вид осадков	дождь/снег	
Питание	10–15 В	
Подогрев	24 В	
Рабочая температура	–30...70 °С	
Рабочая влажность	0–100 %	
Принцип	24 ГГц – Доплер-радар (по изменению сигнала)	

Технические характеристики датчика определения состояния дорожного покрытия

Размеры	Ø 120 мм, высота 50 мм	
Определяемые состояния дороги	Сухо, увлажнено, сыро, остаточная соль, замерзающая вода, лед или снег	
Вес	Около 800 г	
Рабочий ток	< 200 мА	
Интерфейс	RS485, baud rate: 2,400–38,400 бит/с	
Длина кабеля	От 25 м до 100 м	
Питание от	9–14 В DC	
Рабочая температура	–30...70 °С	
Рабочая влажность	0–100 % отн. влажности	
По определению состояния дороги		
Различает	Сухо/увлажнено/сыро	
По определению скользкости дороги		
Различает	Нет льда/снега, снег, замерзающая вода, лед	
По температуре		
Принцип	NTC (полупроводник)	
Диапазон измерения	–30...70 °С	
Точность	±0,2 °С (–10...10 °С), в других случаях ±0,5 °С	
Разрешение	0,1 °С	
Температура замерзания смеси		
Диапазон измерения	–20...0 °С	
Точность	±1 °С (t > –10 °С)	
Разрешение	0,1 °С	

Продолжение табл. 6.5

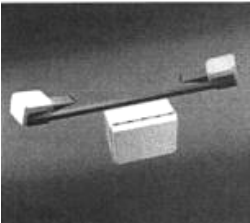
Технические характеристики датчика солнечного излучения

Размеры	Ø 83 мм	
Конструкция	Анодированный алюминиевый корпус	
Выходной сигнал	100 мВ при 1000 Вт/м ²	
Вес	226 г	
Длина кабеля	5 м	
Спектральный диапазон	0,4–1,05 мкм	
Рабочая температура	–40...70 °С	
Принцип	Silicon cell (по изменению сигнала с силиконовых (кремниевых) ячеек)	
Диапазон измерения	0–1500 Вт/м ²	
Точность	±1 % от полной шкалы	

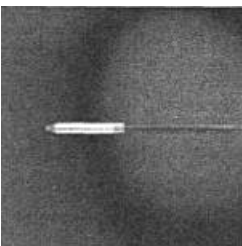
Технические характеристики датчика высоты снежного покрова

Вес	2 кг	
Размеры	Длина 230 мм, Ø 80 мм	
Размеры термокожуха	Длина 120 мм, Ø 110 мм	
Функции	Переключение между измерением дальности до преграды и высоты снежного покрова	
Аналоговый интерфейс	Дальность до преграды/высота снежного покрова; (0) 4–20 мА (регулируемый), разрешение 12 бит	
Цифровой интерфейс	Дальность до преграды/высота снежного покрова и температура воздуха; RS232, скорость передачи данных 1200 Бод – 19200 Бод, различные ASCII протоколы	
Питание	11–15 В DC	
Защита от молнии	Все соединения защищены на 0,6 кА	
Высота снежного покрова		
Принцип	Ультразвуковой	
Диапазон измерения	0–10 м	
Точность	±0,1 % от шкалы измерения	
Разрешение	1 мм	
Температура		
Диапазон измерения	–35...60 °С	
Разрешение	0,1 °С	

Технические характеристики датчика видимости

Вес	8 кг	
Размеры	889×292×305 мм	
Функции	Измерение видимости на расстоянии до 16 км	
Интерфейс	RS232 или RS422 (дополнительный)	
Рабочая температура	–40...60 °С	
Питание	100–240 В AC, 14 ВА или 10–36 В DC, 6 ВА	
Видимость		
Принцип	Рассеяние ИК-излучения	
Диапазон измерения	30–16000 м	
Точность	±10 % RMSE	

Технические характеристики датчика температуры грунта

Вес	0,37 кг	
Размеры	Длина 50 мм, Ø 6 мм	
Функции	Измерение температуры грунта	
Интерфейс	RS232 или RS422 (допол- нительный)	
Рабочая температура	–50 ... 150°C	
Рабочая влажность	0 – 100 %	
Длина кабеля	10 м	
Принцип	По изменению сопротивления	
Диапазон измерения	–50 ... 150°C	
Точность	±0,4°C	

Среди многих факторов, влияющих на коэффициент сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием, гололед является самым существенным. Это объясняется внезапностью его появления и резким снижением коэффициента сцепления. Быстрое образование льда на покрытии приводит к резкому возрастанию числа дорожно-транспортных происшествий вследствие того, что водители не успевают перестроиться на новые режимы ведения автомобиля. По этим причинам задачи установления факта наличия гололеда на дороге, а тем более прогнозирования его появления являются весьма актуальными.

С метеорологической точки зрения гололед представляет собой слой льда, образующийся на дороге при замерзании дождевой или конденса-

рующей воды, а также в результате уплотнения слоя снега колесами автомобилей.

Для образования гололеда на автомобильной дороге характерно влияние многих факторов, от сочетания воздействия которых зависит интенсивность образования гололеда на отдельных участках покрытия. Среди факторов можно отметить наличие и виды осадков, температуру покрытия, температуру и влажность придорожного слоя воздуха, скорость и направление ветра, структуру поверхности дороги, интенсивность движения автомобилей, близость деревьев и кустарников, концентрацию химических веществ, применяемых для борьбы с гололедом и пр.

Различное влияние указанных факторов зачастую приводит не к сплошному гололедообразованию, а к появлению его на отдельных участках дороги, что затрудняет обнаружение и вызывает наибольшие помехи движению.

В процессе управления движением при отрицательных температурах возникает необходимость постоянного контроля появления гололеда на дорожном покрытии. В этом случае управляющая система должна своевременно прореагировать на факт наличия гололеда и определить соответствующий режим движения автомобилей. Одновременно должны быть проведены мероприятия по ликвидации гололеда противогололедными средствами или повышению коэффициента сцепления путем разбрасывания фрикционных материалов.

Не менее важной технической задачей является прогнозирование образования гололеда на покрытии. При точном и своевременном прогнозе удастся предотвратить большую часть ДТП, связанных с гололедообразованием, путем предупреждения водителей и снижения уровня допустимых скоростей движения. Кроме того, для предотвращения образования слоя льда на дороге требуется значительно меньшее количество противогололедных средств, чем для ликвидации уже образовавшегося гололеда.

В настоящее время момент появления гололеда чаще всего устанавливают по донесениям патрульных служб, ведущих визуальное наблюдение за дорогой, и по информации участников движения. Но такой метод не является оперативным и может привести к появлению ДТП до принятия предупредительных мер.

Более оперативно гололед может быть обнаружен путем определения коэффициента сцепления покрытия на контролируемом участке дороги. Этот метод дает возможность сразу определить влияние гололеда на сцепные качества покрытия и использовать получаемую информацию для назначения допустимых скоростей движения.

Развитие электрических методов измерения неэлектрических величин предопределило возможность создания комплекса приборов, позволяющих

установить факт наличия гололеда на дороге. В основу такого определения положено изменение электрических и теплофизических параметров поверхности дороги при наличии или отсутствии на нем льда.

Недостатком таких устройств является влияние температуры воздуха, а также скорости ветра, изменяющих температуру чувствительного элемента. Также большим недостатком таких приборов является погрешность измерений, обусловленную наличием снега на чувствительном элементе. Однако на таяние снега из-за его менее плотного прилегания будет, очевидно, расходоваться меньше тепла, чем на таяние льда. Кроме того, дифференцировать снег от гололеда частично можно по общему состоянию погодных условий. Более ценной является информация прогноза вероятностного появления гололеда на дороге, поэтому разрабатываются различные приборы, предупреждающие об образовании гололеда.

В дорожных условиях, характеризующих условия движения, различают следующие виды гололеда, обусловленные различными причинами его появления:

- гололед, образующийся при понижении температуры и замерзании имеющейся на покрытии влаги;
- изморозь (иней), появляющаяся на сухой поверхности дороги в результате кристаллизации влаги из воздуха при понижении его температуры;
- замерзание осадков – дождя или мокрого снега, – выпадающих на охлажденное покрытие;
- обледенение дороги в результате выпадения переохлажденных осадков;
- образование гололеда при постепенном уплотнении и укатывании снега колесами автомобилей.

Появлению любого из этих видов гололеда сопутствует комбинация различных факторов, что вызывает необходимость измерения ряда различных параметров для достаточно достоверного прогнозирования гололедообразования.

В табл. 6.6 представлен перечень параметров, измерение которых необходимо для прогнозирования различных видов гололеда. Следует отметить, что при разных видах гололеда один и тот же параметр может принимать различные значения, изменяясь в довольно широких пределах. Например, температура воздуха при гололедообразовании может колебаться от +2 до –12 °С. Некоторые параметры, например наличие различных веществ, снижающих температуру замерзания воды, вообще практически невозможно измерять на больших площадях дороги. Отсюда вытекает сложность задачи и недостаточно высокая достоверность прогнозирования.

Таблица 6.6

Измеряемые параметры для прогнозирования	Виды образования гололеда				
	Замерзание имеющейся на покрытии влаги	Изморозь (иней)	Замерзание осадков, выпадающих на охлажденное покрытие	Замерзание переохлажденных выпадающих осадков	Уплотнение и укатывание снега
Температура приземного слоя воздуха	+	+	+	+	+
Влажность приземного слоя воздуха	—	+	—	—	—
Температура поверхности покрытия	+	+	+	+	+
Наличие влаги на покрытии	+	—	—	—	—
Наличие осадков	—	—	+	+	+
Наличие ветра	+	—	+	+	—
Наличие химических противогололедных и других веществ на покрытии, снижающих температуру замерзания воды	+	—	+	—	+

Среди приборов, используемых для прогнозирования в различных странах, можно отметить следующие приборы, применяемые во Франции, Германии и Швейцарии.

Прибор Mourgeon 1000 (Франция) измеряет влажность $W_{\text{п}}$ и температуру $t_{\text{п}}$ покрытия, температуру воздуха $t_{\text{а}}$ и электрическое сопротивление покрытия R . При определенных значениях $W_{\text{п}}$, $t_{\text{п}}$ и $t_{\text{а}}$ резкое увеличение T означает начало кристаллизации раствора «вода + примеси», что позволяет определить момент перехода воды в твердую фазу, так как сопротивление жидкого раствора значительно ниже сопротивления замерзшего раствора. Ввиду того, что от момента начала кристаллизации до полного замерзания проходит некоторое время, прибор может выдавать прогнозирующий сигнал гололедообразования. Однако после начала кристаллизации ряд факторов может замедлить или остановить процесс дальнейшего замерзания, что определяет появление ложных сигналов в 20–30 % случаев.

Прибор Asega GW66 (Германия) измеряет температуру и влажность покрытия, температуру воздуха, а также регистрирует выпадение жидких или твердых осадков. Электронный блок выдает сигнал тревоги при достижении этими параметрами заданных значений. Влияние соли учитывается путем измерения ее концентрации, превышение которой «смещает» сигнал тревоги в сторону более низких температур. Небольшие размеры чувствительных элементов дают возможность устанавливать их в покрытия любой толщины.

Прибор Asega FW70 измеряет только два параметра – температуру и влажность покрытия. Однако применение в приборе 22 чувствительных элементов позволяет вести наблюдение за 10-километровым участком дороги. Питание прибора и передача данных осуществляется по двум телефонным парам кабеля связи.

Прибор Icelert (Швейцария) имеет тот же принцип действия, что и прибор Asega GW66, однако датчик, определяющий осадки, снабжен подогревателем, на котором тает падающий снег.

Прибор для прогнозирования образования гололеда – сигнализатор гололедицы СГ-3 собирает информацию о температуре воздуха, температуре дорожного покрытия (в четырех точках), влажности воздуха и наличии влаги на покрытия.

В табл. 6.7 представлено сочетание величин указанных параметров, при совпадении которых возможно образование гололеда, а прибор выдает сигнал появления такой опасности.

Т а б л и ц а 6 . 7

Температура воздуха, °С	Температура покрытия, °С	Относительная влажность воздуха, %	Состояние покрытия
<0	0...+5	> 85	Сухое
<0	0...+5	< 85	Влажное
<0	0...+5	> 85	Влажное
≅0	–5...0	> 85	Сухое
≅0	–5...0	< 85	Влажное
≅0	–5...0	> 85	Влажное

Контрольные вопросы

1. Особенности воздействия метеорологических и природно-климатических факторов на состояние дорог и безопасность движения.
2. Виды метеорологических воздействий (дождь, снег, град, метель, ветер, пыльные бури, температура, влажность).

3. Благоприятные метеорологические условия.
4. Неблагоприятные метеорологические условия.
5. Прибор для измерения количества дождевых осадков.
6. Определение толщины снежных отложений.
7. Методы для обнаружения снега, льда, дождя или росы.
8. Дайте определение термину «гололед». Назовите факторы, способствующие образованию гололеда.
9. Дайте определение параметрам появления гололеда.
10. Виды гололеда.
11. Измеряемые параметры для прогнозирования образования гололеда.
12. Приборы для определения образования гололеда.

7. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ

Обычно при проектировании дорог учитывается геометрическая видимость в плане и профиле, тогда как вопросам измерения дальности видимости (ДВ) и ее влияния на скорость движения не уделяется достаточного внимания. Трудность задачи измерения ДВ заключается в многообразии и изменчивости влияющих факторов (рис. 7.1). Все они непостоянны и по-разному влияют на степень уменьшения ДВ.

Оптические свойства объекта и характер фона, на котором он виден, являются постоянными величинами только для конкретной ситуации. Порог контрастной чувствительности глаза – величина физиологическая, зависящая от индивидуальных особенностей зрения водителя, и не является постоянной даже для одного человека. Прозрачность лобового стекла зависит от метеорологических условий и его загрязнения. Низкая облачность ухудшает освещенность автомобильной дороги. Температура, давление, влажность воздуха и сила ветра оказывают незначительное влияние. Учет пыльных и снежных бурь в центральной области РФ менее важен вследствие сравнительной редкости этих явлений. На автомагистралях вблизи крупных промышленных предприятий может образовываться густой туман из-за взаимодействия недостаточно очищенных отходов производства (дым, сажа, копоть и т. п.) и соответствующих метеорологических факторов. Вокруг частиц атмосферной пыли конденсируется влага, и образующиеся таким образом капли рассеивают свет. Изморось и дождь сравнительно мало влияют на прозрачность атмосферы, снижая ее до нескольких десятков метров в редких случаях. Однако следует иметь в виду, что дождь выпадает в определенной полосе, и видимость предметов, расположенных в различных азимутах, оказывается различной. Значительно больше (примерно в 15 раз) на дальность видимости влияют снегопады и метели, однако наибольшую опасность для движения транспорта представляет естественный туман.

Таким образом, разная природа многочисленных факторов, определяющих видимость, усложняет создание универсального прибора для измерения ДВ на автомагистралях.

Теория измерения дальности видимости объектов впервые была разработана немецким геофизиком Кошмидером в 1925 г., согласно которой метеорологическая дальность видимости (МДВ) S_m обратно пропорциональна коэффициенту ослабления атмосферы в видимой области спектра:

$$S_m = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{1}{E}, \quad (7.1)$$

где E – порог контрастной чувствительности.

Коэффициент ослабления атмосферы складывается из коэффициентов поглощения a и рассеяния b :

$$\alpha = a + b. \quad (7.2)$$

В большинстве метеорологических условий, исключая сильно загрязненный промышленный воздух, поглощение света мало по сравнению с рассеянием, и им можно пренебречь. Принимая $e = 0,02$ (по исследованиям, проводимым Кениг-Бродхуном), формулу (7.1) можно представить в виде

$$S_m = 3,91/b. \quad (7.3)$$

Общее светорассеяние в атмосфере складывается из молекулярного, аэрозольного и турбулентного. Измеряя рассеивающую способность атмосферы, можно судить о МДВ.

Формулы (7.1) и (7.3) определяют ДВ абсолютно черной поверхности или объекта на фоне неба у горизонта. Для ДВ реального объекта на фоне дымки $S_{p,d}$ необходимо ввести поправку на истинный контраст яркости K_0 . Тогда формула (7.1) примет вид

$$S_{cp} = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{K_0}{E}. \quad (7.4)$$

Теория измерения прозрачности атмосферы позволила создать ряд установок, работающих на разных принципах.

В настоящее время приняты два объективных метода определения дальности видимости: базисный и обратного светорассеяния.

В первом случае (рис. 7.1, а) источник 1 и приемник 2 излучения отнесены на определенное расстояние (базу L), на котором измеряется показатель ослабления, пересчитываемый по формуле (7.1) на ДВ. Этот метод нельзя считать универсальным при измерении видимости на автомагистралях. Необходимость использования достаточно большой базы не позволяет измерять небольшую ДВ. Кроме того, аппаратура требует частого тестирования и, главное, не может быть применена на больших участках измерений, так как она стационарна.

Во втором случае (рис. 7.1, б) о прозрачности атмосферы судят по интенсивности света, рассеянного частицами тумана, дождя, снега и т.д. Датчик 2, находящийся вблизи источника излучения, воспринимает обратный световой поток под углом, близким к 180° . Отсутствие измерительной базы и возможность создания передвижной установки делают это устройство компактным и перспективным.

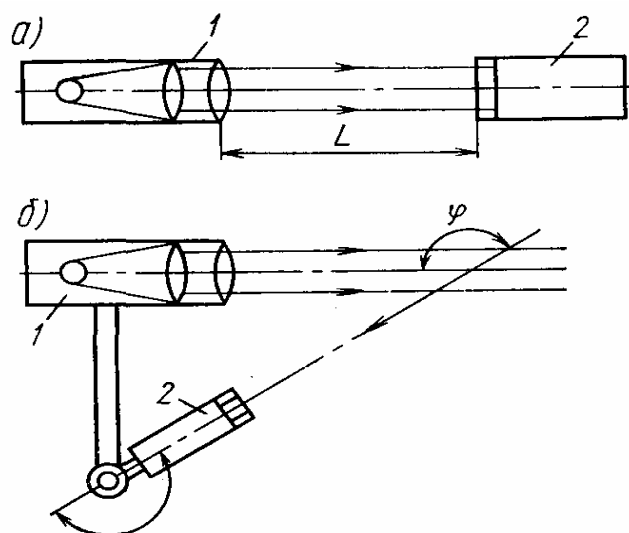


Рис. 7.1. Методы измерения дальности видимости

Оба метода являются экстраполяционными, поскольку измерение происходит на локальном участке и оценка видимости распространяется на близлежащую местность.

К приборам, измеряющим видимость на дорогах, должны предъявляться следующие требования: получение непрерывной и стабильной информации; надежность и стабильность работы в течение длительного времени без частых регулировок и подстроек; исключение влияния загрязнения и запотевания, намерзания снега на оптике и пр.; исключение помех движению и ухудшения обзора при расположении аппаратуры вблизи дороги; возможность выхода на управляемые знаки со сменной информацией, а в случае резкого ухудшения видимости – на световую и звуковую сигнализацию.

Были созданы ряд установок по измерению прозрачности атмосферы (1М-37, 1М-71, М-36М, РДВ и т. д.), которые с успехом применяются на сети Гидрометеослужбы, аэродромах, маяках и т. д.

В Германии на автомагистрали Штутгарт-Гельбронн проводились испытания измерителей дальности видимости, изготовленных фирмой «AEG-Telefunken». Прибор работает по принципу обратного светорассеяния с импульсным источником излучения.

При сильном ухудшении видимости включается сирена. Совместно с фирмой «Signalbau Huber» разработаны управляемые дорожные знаки со сменной изображением посредством дистанционного управления. Они дают рекомендации водителю о скорости движения.

Фирмой «Impulsphysik» (Германия) разработаны два прибора, измеряющие дальность видимости: видеограф и фьюмосенс.

Принцип действия видеографа заключается в измерении величины отраженного пульсирующего света, излучаемого мощным источником и воспринимаемого калиброванным приемником. Излучатель и приемник по-

мещены в одном корпусе. Приемник рассчитан на прием только коротких (порядка 1 мкс) световых импульсов, поэтому он нечувствителен к влиянию фар автомобилей, дневному свету и т. д.

Фьюмосенс работает в ультрафиолетовой части спектра, благодаря чему дневной свет не влияет на работу прибора. Между его приемником и излучателем помещен непрозрачный экран. При тумане свет, рассеянный его частицами, достигает фотоэлемента в обход экрана. Диапазон измерения видимости от 50 м до 1 км.

При создании приборов необходимо ориентироваться на два типа – стационарный и переносный.

Стационарный прибор должен измерять видимость в наиболее неблагоприятных зонах и выдавать сигналы на управляемые знаки. Переносный прибор может быть использован в составе передвижной лаборатории для сбора оперативной информации о дальности видимости вдоль дороги.

Для определения дальности видимости недостаточно знать только состояние прозрачности атмосферы. Необходимо также учитывать прозрачность лобового стекла транспортного средства, поскольку при плохих метеорологических условиях (туман, изморось, дождь) дальность видимости водителем снижается не только из-за снижения прозрачности атмосферы, но и за счет преломления и искажения светового потока на каплях дождя и частицах снега на лобовом стекле, а также вследствие его загрязнения. В случае когда прозрачность атмосферы достаточно хорошая, но идет дождь, дальность видимости из кабины водителя полностью определяется прозрачностью лобового стекла.

Контрольные вопросы

1. Дальность видимости. Факторы, влияющие на дальность видимости.
2. Определение дальности видимости по Кошмидеру.
3. Определение дальности видимости по Кениг-Бродхуну.
4. Методы определения дальности видимости.

8. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ДВИЖУЩИЙСЯ АВТОМОБИЛЬ

Ветровое воздействие на движущийся автомобиль зависит от скорости, направления и порывистости ветра. Определять эти параметры можно различными приборами (рис. 8.1).

Наибольшую группу приборов составляют анемометры, самыми распространенными из которых являются механические.



Рис. 8.1. Классификация измерителей скорости ветра

Вращающиеся анемометры выполняют с тремя или четырьмя чашками. Вследствие того, что давление на одну чашку больше, чем на другую, вертушка приходит в движение с линейной скоростью W . Скорость ветра определяют из выражения

$$v_v = K_a W, \quad (8.1)$$

где K_a – коэффициент анемометра, который зависит от его конструкции и приблизительно равен 3.

К преимуществам вращающихся анемометров относится простота конструкции, надежность, линейность шкалы и устойчивость градуировки. К недостаткам – большая инерционность и зависимость коэффициента K_a от ряда факторов (плотности и скорости воздуха, параметров вертушки и пр.).

При использовании ветровых колес скорость ветра определяют из выражения:

$$v_v = \frac{N}{B \operatorname{tg} \alpha}, \quad (8.2)$$

где N – частота вращения колеса;

B – постоянный коэффициент для данного колеса;

α – угол между лопастью колеса и направлением ветра.

Инерционность ветровых колес меньше, чем у вращающихся анемометров, однако требуется строгая ориентировка колеса к направлению ветра. Большое значение моментов аэродинамических сил дает возможность их применения для измерения быстро меняющихся воздушных потоков.

Заторможенные (деформационные) анемометры преобразуют ветровое воздействие в усилие скручиваемой спиральной пружины или гибкой оси.

Поворот пружины составляет угол до нескольких градусов, тогда как поворот гибкой оси не превышает обычно нескольких минут. Для фиксации этого угла применяют высокочувствительные тензометры.

Малая инерционность позволяет применять заторможенные анемометры для измерения пульсаций воздушных потоков. Преимуществом этих анемометров является также значительный срок эксплуатации при измерении больших скоростей ветра. К недостаткам их следует отнести плохую виброустойчивость и существенную нелинейность шкалы, так как чувствительность анемометра зависит от скорости и плотности воздушного потока. Кроме того, при использовании тензометров анемометры приобретают недостатки, присущие тензометрическим схемам измерения, т.е. зависимость от температуры, колебаний питающего напряжения, способа наклейки тензодатчиков и пр.

Принцип действия электрических тепловых анемометров основан на зависимости между скоростью ветра и температурой нагреваемой электрическим током металлической нити, помещенной в воздушный поток. Для изготовления нити используют проволоку с достаточно большим и стабильным температурным коэффициентом сопротивления (константановую, никелевую или платиновую).

Температуру нити измеряют при помощи термопары (термоэлектрический анемометр) или в мостовой схеме, одним плечом которой служит нагреваемая нить (анемометр сопротивления).

Основное достоинство тепловых анемометров заключается в их малой тепловой инерции, а также в отсутствии движущихся частей, которые обычно являются источниками дополнительных погрешностей и снижения их срока службы. Кроме того, устойчивый электрический сигнал на выходе

тепловых анемометров позволяет использовать их в схемах автоматического и дистанционного контроля.

Недостатками этого класса анемометров являются: необходимость строгой ориентации нити перпендикулярно к направлению ветра; зависимость показаний от атмосферного давления, температуры и влажности воздуха; падение чувствительности при увеличении скорости потока.

В акустических анемометрах измеряют разность фаз акустических сигналов или разность времени прохождения акустическими сигналами расстояний между излучателями и двумя приёмниками, расположенными по обе стороны излучателя. Эти разности прямо пропорциональны составляющей скорости воздушного потока вдоль оси, проходящей через излучатель и приемники.

Акустические анемометры, в особенности фазовые, обладают высокой чувствительностью, однако требуют четкой ориентации датчика по отношению к контролируемому воздушному потоку. Кроме того, большие размеры, сложность и высокая стоимость аппаратуры ограничивают сферу применения акустических анемометров.

Датчик ионизационного анемометра представляет собой открытую с двух сторон ионизационную камеру, продуваемую потоком воздуха. В камере расположены электроды и источник радиоактивного излучения, под действием которого происходит ионизация воздуха, что обуславливает прохождение тока в цепи электродов. Поток воздуха выносит ионы из околоэлектродного пространства, поэтому ток в цепи электродов зависит от скорости потока.

К недостаткам ионизационных анемометров следует отнести влияние климатических факторов (температура и влажность воздуха) на степень ионизации, а также повышенные требования правил техники безопасности при работе с радиоактивными веществами.

Принцип действия высокочастотных искровых анемометров основан на деформации электрической искры разрядника, помещенного в воздушный поток. При этом чаще всего используют зависимость частоты срыва искры от скорости ветра. Эта зависимость является практически линейной в широком диапазоне скоростей и достаточно помехоустойчивой. Однако применение таких анемометров ограничивается из-за громоздкости аппаратуры и высокого напряжения в разрядной камере.

Наличие перечисленных приборов дает возможность выбора соответствующей аппаратуры для установки на ветроопасных участках автомобильных дорог с целью получения информации, используемой в управлении движением.

Контрольные вопросы

1. Приборы для измерения скорости ветра.
2. Вращающиеся анемометры.
3. Ветровые колеса.
4. Заторможенные (деформационные) анемометры.
5. Электрические тепловые анемометры (достоинства и недостатки).
6. Акустические анемометры.
7. Ионизационный анемометр.
8. Искровые анемометры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем учебном пособии представлена вся информация для определения состояния дорожных покрытий, параметров дорог и метеоусловий, влияющих на безопасность движения.

На основании информации о текущих изменениях геометрических параметров и состояния дорог осуществляется организация работ по содержанию автомобильных дорог, выбираются схемы организации движения, регулирования скорости движения. Эти особенности учитываются при сборе информации о дорожных условиях, а также при разработке методов сбора, периодичности получения, времени хранения и использования этой информации.

Дорожные условия являются важнейшей составной частью условий движения и определяющими в формировании режимов движения, его удобства и безопасности.

Дорожные условия включают в себя геометрические параметры дороги, ее транспортно-эксплуатационные характеристики, инженерное оборудование и обустройство, здания и сооружения для обслуживания водителей, пассажиров, транспортных средств, для дорожно-эксплуатационной службы и др.

Многие элементы дорог оказывают не прямое, а косвенное влияние на условия движения. Для оперативного управления движением необходима непрерывная информация о текущих изменениях геометрических параметров и состояния дорог. На основании этой информации осуществляется организация работ по содержанию автомобильных дорог, выбираются схемы организации движения, регулирование скорости движения и другие ограничения.

Качество дорожного покрытия определяется не только комфортным перемещением автомобилистов и пешеходов в определенном направлении, но оно сопряжено с их безопасностью, здоровьем и жизнью. Экспертиза дорожного покрытия в десятки раз способствует сокращению аварийности на дорогах.

Экспертные работы на дороге часто проводятся на месте ДТП. В этом случае специалисты не ограничиваются исследованием дорожного полотна, а проводят многоплановую работу.

Геометрические параметры существующих дорог могут быть определены различными методами. Применение многофункциональной дорожной лаборатории позволяет получить максимальное количество сведений о геометрических параметрах дороги и состоянии дорожного покрытия.

Важнейшим фактором, в значительной степени определяющим безопасность движения, является сцепление автомобильного колеса с дорожным покрытием. Практически каждому дорожно-транспортному происше-

ствию предшествует скольжение колес автомобиля по покрытию, поэтому в большинстве случаев сопутствующей причиной аварий является недостаточное сцепление колес автомобиля с дорожным покрытием. Наибольшую опасность для движения представляют мокрые дорожные покрытия. Сцепные свойства покрытия зависят прежде всего от его шероховатости, т. е. структуры поверхности.

Ровность дорожного покрытия оказывает существенное влияние на взаимодействие автомобиля с дорогой и является важнейшей транспортно-эксплуатационной характеристикой дороги. Неровности дорог вызывают колебания автомобиля, ухудшают контакт колеса с поверхностью дороги, особенно в момент торможения, способствуют вероятности возникновения аварийной ситуации.

Для определения ровности дороги используют такие приборы, как ровномеры, рейки, передвижные лаборатории.

При определении состояния дорожного покрытия чаще всего оценивают макрошероховатость с помощью метода «песчаного пятна», приборами профилографами, передвижными дорожными лабораториями, оборудованные толчкоммером ТХК-2 и прицепной установкой ПКРС-2У, колеемерами.

При обследовании дорожных знаков проверяется их наличие, соответствие дислокации и типоразмеру, размещение с учетом наилучшей видимости участниками движения как в светлое, так и в темное время суток. Следует обращать внимание на их повреждения транспортными средствами, закрытие зелеными насаждениями и другими предметами, а также на то, чтобы на протяжении всей дороги или маршрута знаки по возможности располагались единообразно по высоте и расстоянию от кромки проезжей части.

Существующие на сегодняшний день приборы ретрорефлектометры позволяют достаточно быстро и точно определить видимость дорожных знаков.

Контроль за наличием и состоянием дорожной разметки способствует повышению уровня безопасности движения. Разметка является эффективным средством организации движения, позволяет обеспечивать водителей дополнительной дорожной информацией.

Метеорологические условия оказывают широкое и разностороннее влияние на режим и безопасность движения и поэтому являются важной составной частью общих условий дорожного движения.

Автоматические дорожные метеостанции позволяют определить качественные и количественные характеристики осадков. В состав автоматической дорожной метеостанции входят датчики давления, температуры и влажности, направления и скорости ветра, солнечного излучения, высоты снежного покрова, температуры грунта.

Среди многих факторов, влияющих на коэффициент сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием, гололед является самым существенным.

Среди приборов, используемых для прогнозирования в различных странах, можно отметить следующие приборы, применяемые во Франции, Германии и Швейцарии.

Ветровое воздействие на движущийся автомобиль зависит от скорости, направления и порывистости ветра. Определять эти параметры можно с помощью анемометров и ветровых колес.

На основании вышеизложенного можно сказать, что экспертиза дорог является комплексом экспертных работ, включающих проведение исследований и анализ.

Цель любой экспертизы – определение соответствия объектов экспертизы заявленным требованиям и выявление нарушений и недостатков.

В пособии представлены методы и средства определения состояния дорожного покрытия. Предложенные в качестве образца заключения экспертов помогут студентам грамотно, целенаправленно использовать полученную информацию при определении состояния покрытия и метеоусловий для обеспечения безопасности движения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения [Текст]: учеб. для вузов. / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
2. ВСН 139–80 (с дополнениями 1990 г.) Инструкция по строительству цементно-бетонных покрытий автомобильных дорог / Минтрастрой, СоюздорНИИ.
3. ВСН 19–89. Правила приемки работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог / Минавтодор РСФСР.
4. ВСН 24–88. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог / Минавтодор РСФСР.
5. ВСН 24–88. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог / Минавтодор РСФСР. – М.: Транспорт, 1989. – 198 с.
6. ВСН 25–86. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах.
7. ВСН 2–94. Технические требования на ремонт дорожных покрытий магистралей, улиц и внутриквартальных территорий / Комплекс архитектуры, строительства, развития и реконструкции города, ГУП «НИИМосстрой».
8. ВСН 38–90 Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью.
9. ВСН-7–94. Инструкция по применению литых бетонных смесей в дорожном строительстве / Комплекс архитектуры, строительства, развития и реконструкции города, ГУП «НИИМосстрой».
10. ГОСТ 1.5–2001. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению.
11. ГОСТ 10060–2012. Бетоны. Методы определения морозостойкости.
12. ГОСТ 10528–90. Нивелиры. Общие технические условия.
13. ГОСТ 52290–2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования.
14. ГОСТ 12801–98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний»
15. ГОСТ 51256–2011. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования.
16. ГОСТ 17697–72. Автомобили. Качение колеса. Термины и определения.
17. ГОСТ 18105–2010. Бетоны. Правила контроля и оценка прочности.
18. ГОСТ 20993–75. Шины пневматические радиальные для легковых автомобилей. Основные параметры и размеры.
19. ГОСТ 21924.0–84. Железобетонные для покрытий городских дорог.
20. ГОСТ Р 52289–2004. Технические средства организации дорожного

движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств (с Изменениями).

21. ГОСТ Р 52290–2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования (с Изменениями).

22. ГОСТ Р 8.568–97. Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

23. ГОСТ 25192–2012. Бетоны. Классификация и общие технические требования.

24. ГОСТ Р 52282–2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний.

25. ГОСТ 26633–2012. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

26. ГОСТ 26804–2012. Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия.

27. ГОСТ 2789–73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

28. ГОСТ 30412–96. Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий

29. ГОСТ 30413–96. Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием.

30. ГОСТ 7473–2010. Смеси бетонные. Технические условия.

31. ГОСТ 9128 – 2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.

32. ГОСТ Р 1.0–2012. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения.

33. ГОСТ Р 1.12–2012. Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения.

34. ГОСТ Р 1.4–2012. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.

35. ГОСТ Р 1.5–2012. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.

36. ГОСТ Р 1.6–2013. Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов.

37. ГОСТ Р 50597–93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.

38. Документ Советско-Канадской рабочей группы по воздушному транспорту (гражданская авиация) (Soviet – Canadian Air Transportation Group Civil Aviation (Section Air – Airports , Ottawa , 1990).
39. Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах: ВСН 4–81. Минавтодор РСФСР. – М.: Транспорт, 1981. – 42 с.
40. Инструкция по эксплуатации автомобильной установки ПКРС-2 для контроля ровности и коэффициента сцепления дорожных покрытий / СоюздорНИИ. – М., 1971.
41. Инструкция по эксплуатации железнодорожных переездов (утверждена Министерством путей сообщения СССР 19.08.91, согласована Министерством автомобильных дорог РСФСР 17.09.90 и МВД СССР 12.02.91).
42. ИСО 2631-1–1997 «Международный стандарт Оценка воздействия общей вибрации на тело человека».
43. ИСО 8608: 1995. Международный стандарт Вибрация. Профили дорожных покрытий. Представление результатов измерений.
44. Классификация работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования. – М.: Информавтодор, 2002. – 28 с.
45. Клинковштейн, Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения [Текст]: учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 231 с.
46. Материалы научно-технического семинара «Вопросы ровности автомобильных дорог». – МАДИ, 2002.
47. Методы определения соответствия нормам годности к эксплуатации аэродромов МОС НГЭА (с поправкой Межгосударственного авиационного комитета от 01.06.94 г. № 5). – М.: Воздушный транспорт, 1992.
48. НП Федерация Судебных Экспертов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sud-expertiza.ru/ekspertiza-dorozhnogo-pokrytiya>
49. ОДМ 218.1.001–2005. Рекомендации по разработке и применению документов технического регулирования в сфере дорожного хозяйства. – М., Росавтодор, 2005.
50. ОДМ 218.1.002–2010. Рекомендации по организации и проведению работ по стандартизации в дорожном хозяйстве.
51. ОДН 218.0.006 – 2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.
52. ОДН 218.0.006–2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог.
53. СП 34.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85*.
54. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03–85.

55. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
56. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01–87.
57. СП 79.13330.2012. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Актуализированная редакция СНиП 3.06.07–86.
58. Средства измерений, допущенные к выпуску в обращение в СССР. Описание утвержденных образцов. – М.: Изд-во стандартов, 1998.
59. СТО МАДИ 02066517.1–2006. Определение продольного микропрофиля дорожной поверхности и международного показателя ровности IRI.
60. ТР 103-00. Технические рекомендации по устройству дорожных конструкций с применением асфальтобетона / Комплекс архитектуры, строительства, развития и реконструкции города, ГУП «НИИМосстрой».
61. ТР 127-01. Технические рекомендации по ремонтно-восстановительным работам дорог, тротуаров, площадок различного назначения при комплексном благоустройстве дворовых территорий / Комплекс архитектуры, строительства, развития и реконструкции города, ГУП «НИИМосстрой».
62. ТР 134-03. Технические рекомендации по устройству и приемке в эксплуатацию дорожных покрытий с учетом требований международных стандартов по ровности.
63. ТР 135-02. Технические рекомендации по конструкциям и технологиям строительства дорог в местах, подверженных усиленному воздействию транспортных нагрузок / Комплекс архитектуры, строительства, развития и реконструкции города, ГУП «НИИМосстрой».
64. Указания по оценке прочности и расчету усиления нежестких дорожных одежд: ВСН 52–89 / Минавтодор РСФСР. – М.: Транспорт, 1989. – 70 с.
65. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах».
66. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
67. ОДМ. ОДМ 218.8.001–2009. Методические рекомендации по специализированному гидрометеорологическому обеспечению дорожного хозяйства.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Рейка – приспособление в виде жесткого прямолинейного стержня, прикладываемого к поверхности основания (покрытия) дороги (аэродрома) с целью выявления просветов между стержнем и поверхностью.

Просвет под рейкой – зазор между нижней гранью рейки и поверхностью основания (покрытия) дороги (аэродрома).

Клиновой промерник – приспособление в виде клина, на одной из граней которого нанесены деления для определения величины просвета под рейкой.

Отметка относительная – величина отсчета по нивелирной рейке, приведенная к единому высотному уровню и взятая по отношению к нему с положительным знаком.

Коэффициент сцепления (продольного) – отношение максимального касательного усилия, действующего вдоль дороги на площади контакта заблокированного колеса с дорожным покрытием, к нормальной реакции в площади контакта колеса с покрытием.

Полосы наката – продольные полосы на поверхности проезжей части дороги, соответствующие траекториям движения колес автотранспортных средств, следующих по данной полосе движения.

Полоса движения – продольная полоса проезжей части, по которой движение транспортных средств происходит в один ряд.

Технический уровень дорог – степень соответствия нормативным требованиям постоянных (не меняющихся в процессе эксплуатации или меняющихся только при реконструкции и ремонте) геометрических параметров и характеристик дороги и ее инженерных сооружений.

Эксплуатационное состояние – степень соответствия нормативным требованиям переменных параметров и характеристик дороги, инженерного оборудования и обустройства, изменяющихся в процессе эксплуатации в результате воздействия транспортных средств, метеорологических условий и уровня содержания.

Транспортно-эксплуатационное состояние дороги (ГЭС АД) – комплекс фактических значений параметров и характеристик технического уровня и эксплуатационного состояния на момент обследования и оценки.

Технико-эксплуатационные качества или характеристики дороги (ТЭК АД) – характеристики надежности и работоспособности дороги как инженерного сооружения, к которым относят прочность дорожной одежды, ровность, шероховатость и сцепные качества покрытий, устойчивость земляного полотна и т.д..

Потребительские свойства дороги – это их основные транспортно-эксплуатационные показатели (ТЭП АД), к важнейшим из которых относят обеспеченные дорогой скорость, удобство и безопасность движения, до-

пустимую осевую нагрузку и общую массу автомобилей, непосредственно влияющие на производительность автомобилей, себестоимость перевозок, расход топлива, время доставки грузов и пассажиров и другие характеристики совместной работы автомобильного транспорта и автомобильных дорог.

Качество дороги – степень соответствия всего комплекса показателей технического уровня, эксплуатационного состояния, инженерного оборудования и обустройства, а также уровня содержания нормативным требованиям, обеспечивающим потребительские свойства дороги данной технической категории.

Эксплуатационный коэффициент обеспеченности расчетной скорости – отношение фактической максимальной скорости движения одиночного легкового автомобиля обеспеченной дорогой по условиям безопасности движения или взаимодействия автомобиля с дорогой на каждом участке $V_{\text{фmax}}$ к расчетной скорости для данной категории дороги и рельефа местности V_p :

$$K_{\text{рз}} = \frac{V_{\text{фmax}}}{V_p}.$$

Коэффициент обеспеченности расчетной скорости – отношение $V_{\text{фmax}}$ к базовой расчетной скорости V_p^6 :

$$K_{\text{рс}} = \frac{V_{\text{фmax}}}{V_p^6}. \quad (1.2)$$

Диагностика автомобильных дорог и дорожных сооружений – обследование, сбор и анализ информации о параметрах, характеристиках и условиях работы, определяющих их транспортно-эксплуатационное состояние, необходимых для оценки, выявления причин и прогнозу возможных нарушений нормального функционирования дорог.

Оценка транспортно-эксплуатационного состояния – или оценка состояния дороги и дорожных сооружений – определение степени соответствия транспортно-эксплуатационных показателей дорог, т.е. потребительских свойств установленным требованиям.

Удельный коэффициент силы света – отношение силы света, отраженного в рассматриваемом направлении, к освещенности знака, измеренной в перпендикулярном направлении, при данных углах освещения, наблюдения и поворота к площади световозвращающей поверхности.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Образец заключения эксперта по экспертизе покрытия из асфальтобетона

Строительное обследование участка дорожного покрытия из асфальтобетона.

Строительная экспертиза с целью определения качества работ по устройству асфальтобетонного покрытия территории площадью 8600 м².

Характеристика объекта: объект представляет собой участок асфальтобетонного покрытия на автомобильной стоянке и подъездных путях прилегающих к зданию.

Визуальное и инструментальное обследование объекта

Экспертом было произведено визуальное и визуально-инструментальное обследование объекта, в соответствии с требованиями СП 13–102–2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений». Произведены замеры геометрических характеристик в соответствии с ГОСТ 26433.0–95 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве». Правила выполнения измерений. Общие положения.

Экспертом произведен внешний осмотр асфальтобетонного покрытия проездов и стоянок с выборочным фиксированием на цифровую камеру, в соответствии с требованиями п. 7.2 СП 13–102–2003.

Обмерные работы производились в соответствии с требованиями СП 13–102–2003 п.8.2.1 Целью обмерных работ является уточнение фактических геометрических параметров строительных конструкций и их элементов, определение их соответствия проекту или отклонение от него. Инструментальными измерениями уточняют пролеты конструкций, их расположение и шаг в плане, размеры поперечных сечений, толщину слоев материалов, высоту помещений, отметки характерных узлов, расстояния между узлами и т.д.



Результат строительного обследования асфальта

При проведении обследования экспертом зафиксированы следующие дефекты выполненных работ:

В результате замеров 3-метровой рейкой зафиксированы множественные отклонения от плоскости и неровности поверхности, достигающие величин от 8 до 15 мм и более, замеры были проведены не менее чем на 20 % обследуемой территории, количество измерений составило не менее 120 раз.

Комментарий экспертизы. Данный дефект является нарушениями требований СНиП 3.06.03–85, согласно которым при проверке ровности асфальтобетонных и монолитных цементобетонных оснований и покрытий просвет под рейкой не должен превышать 6 мм, (более 50 % измерений имеют результаты, превосходящие предельно допустимые величины):

Согласно Классификатору основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов данный вид дефекта является критическим и подлежит безусловному устранению.

222.	Конструкции имеют сверхнормативные деформации и повреждения (изгиб из плоскости, трещины, выколы)	Критический	Проверка на месте
------	---	-------------	-------------------

Согласно положениям раздела 14 и обязательного приложения 2 СНиП 3.06.03–85 «Автомобильные дороги» к законченным работам по устройству дорожных покрытий предъявляются следующие требования:

«СНиП 3.06.03–85 «Автомобильные дороги»

14. Приемка выполненных работ

14.1. При приемке выполненных работ надлежит произвести освидетельствование работ в натуре, контрольные замеры, проверку результатов производственных и лабораторных испытаний строительных материалов и контрольных образцов, записей в общем журнале работ и специальных журналах по выполняемым отдельным видам работ и предъявить техническую документацию в соответствии с главой СНиП 3.01.01–85.

14.2. Приемку с составлением актов освидетельствования скрытых работ надлежит производить по выполнении следующих работ:

- снятия мохового или дернового слоя, выторфовывания, корчевки пней, устройства уступов на косогорах, замены грунтов или осушения оснований, устройства свайных или иных типов оснований под насыпями, устройства теплоизолирующих слоев;
- устройства водоотвода и дренажей, укрепления русел у водоотводных сооружений;
- возведения и уплотнения земляного полотна и подготовки его поверхности для устройства дорожных одежд;
- устройства и уплотнения конструктивных слоев дорожных одежд;
- установки элементов швов расширения и коробления;
- установки арматуры (при устройстве цементобетонных покрытий).

14.9. Оценку качества строительно-монтажных работ при их приемке следует устанавливать в соответствии с обязательным приложением

2. В результате замеров на вскрытых участках толщины нижнего и верхнего слоев асфальтобетонного покрытия отклонений от действующих нормативных требований СНиП 3.06.03–85 не зафиксировано (места отбора проб отмечены на генплане см. Приложение №2).

Также следует отметить, что эксперту при его выезде на объект не была предоставлена сопутствующая документация: проект, рабочая документация, технологическая документация (проект производства работ – ППР), акты приемки скрытых работ, акты испытания асфальтобетонного покрытия и т.п.

Комментарий экспертизы. Отсутствие указанной документации в процессе строительства является нарушением требований СНиП 12-01–2004 «Организация строительства». В частности, отсутствие на строительстве ППР делает невозможным производить адекватную реализацию и технологический контроль заложенных в проекте решений, а отсутствие рабочей и проектной документации делает невозможным геодезический контроль процесса строительства. Отсутствие актов на ранее выполненные скрытые работы дает основание предполагать, что причиной деформации асфальтобетонного полотна могло стать недостаточное уплотнение подстилающего или асфальтобетонного покрытия, а также не надлежащая степень выравнивания подстилающего покрытия.





Выводы строительного эксперта по обследованному асфальтобетонному покрытию

В результате обследования объекта и экспертного анализа экспертиза пришла к следующим выводам:

1. Зафиксированы следующие дефекты выполненных работ по укладке асфальтобетонного покрытия:

В результате замеров 3-метровой рейкой зафиксированы многочисленные отклонения от плоскости и местные неровности асфальтобетонного покрытия.

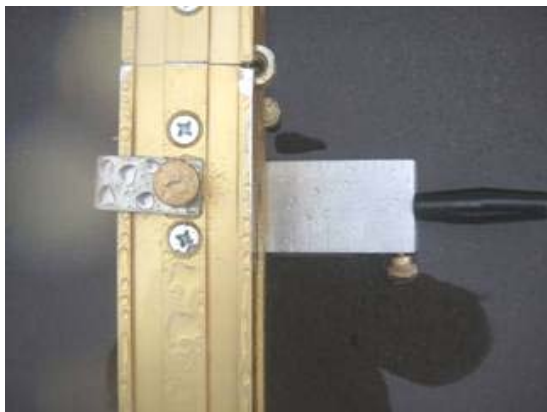
2. Все дефекты, зафиксированные в ходе экспертно-диагностического обследования, подлежат обязательному устранению в соответствии с действующими на территории РФ нормативно-техническими требованиями.

3. Данные дефекты могли быть вызваны следующим рядом факторов, как в совокупности, так и по отдельности:

- производство работ без рабочей документации и проекта производства работ, а также их низкое качество;
- отсутствие или ненадлежащее геодезическое обеспечение процесса производства работ;

Окончание прил. 1

- отсутствия операционного контроля со стороны субподрядчика за ходом и качеством выполнения работ, а также их соответствия требованиям рабочей и технологической документации;
- укладка дорожной одежды на не выровненное и не уплотненное основание.



подпись эксперта

Ф.И.О. эксперта

**Образец заключения эксперта по экспертизе
дорожного покрытия**

Объект строительной экспертизы: дорожное покрытие.

Цель строительной экспертизы: оценка качества выполненных строительно-монтажных работ по устройству асфальтобетона на соответствие требованиям действующей нормативно-технической документации.

1. Строительное обследование дорожного покрытия

Обследование строительных конструкций проводится, как правило, в три связанных между собой этапа:

- подготовка к проведению обследования;
- предварительное (визуальное) обследование;
- детальное (инструментальное) обследование.

В соответствии с требованиями СП 13–102–2003 п. 6.1 Подготовка к проведению обследований предусматривает ознакомление с объектом обследования, проектной и исполнительной документацией на конструкции и строительство сооружения, с документацией по эксплуатации и имевшим место ремонтам и реконструкции, с результатами предыдущих обследований.

Обмерные работы производились в соответствии с требованиями СП 13–102–2003 п.8.2.1 Целью обмерных работ является уточнение фактических геометрических параметров строительных конструкций и их элементов, определение их соответствия проекту или отклонение от него. Инструментальными измерениями уточняют пролеты конструкций, их расположение и шаг в плане, размеры поперечных сечений, высоту помещений, отметки характерных узлов, расстояния между узлами и т.д. По результатам измерений составляют планы с фактическим расположением конструкций, разрезы зданий, чертежи рабочих сечений несущих конструкций и узлов сопряжений конструкций и их элементов.

Экспертом произведен внешний осмотр асфальтобетонного покрытия, с выборочным фиксированием на цифровую камеру, что соответствует требованиям СП 13–102–2003 п. 7.2 Основой предварительного обследования является осмотр здания или сооружения и отдельных конструкций с применением измерительных инструментов и приборов (бинокли, фотоаппараты, рулетки, штангенциркули, щупы и прочее).

Экспертом произведено экспертно-диагностическое обследование объекта. Обследование производилось методом измерительного контроля качества выполненных работ.

При оценке качества выполненных строительно-монтажных работ установлено:

1) Провалы дорожного покрытия на отдельных участках глубиной до 3 см, длиной до 50 см, шириной до 100 см. Провалы отмечены в местах пересечения проезжей части и подземных коммуникаций.

При проверке поверхности дорожного покрытия металлической рейкой с уровнем были зафиксированы отклонения до 30 мм.

2) На отдельных участках выявлены трещины в дорожном покрытии.

3) В конструкции дорожной одежды под бортовыми камнями отсутствует бетонная постель.

Имеются уступы в стыках бортовых камней. Швы между бортовыми камнями достигают 10 миллиметров. Швы между бортовыми камнями не заполнены герметизирующим материалом (цементно-песчаным раствором).

4) Отклонение уровня расположения крышки люка отдельных смотровых колодцев, от уровня поверхности подъездного дорожного покрытия достигает 25 мм.

Экспертиза дорожного покрытия. Мнение эксперта

1. Экспертная оценка по пункту 1 раздела «ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ».

Провалы в дорожном покрытии глубиной до 3 см, длиной до 50 см, шириной до 100 см.

Согласно п.п.3.1.1, 3.1.2 ГОСТ Р 50597–93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения»:

– покрытие проезжей части не должно иметь просадок, выбоин, иных повреждений, затрудняющих движение транспортных средств с разрешенной Правилами дорожного движения скоростью;

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

2. Контролируемые параметры и средства контроля

№ п/п	Контролируемые параметры	Величина допустимых отклонений	Порядок контроля, метод	Средства измерения
4	Ровность покрытия	3,0 мм	Промеры через 20 м	3-метровая рейка с шаблоном (клином)

Т.к. провалы отмечены в местах пересечения проезжей части и подземных коммуникаций, тогда делаем вывод о том, что после обратной засыпки траншей под коммуникации не был в достаточной степени уплотнен грунт. Это в свою очередь привело к осадке насыпного грунта на данном участке, что впоследствии привело к провалам дорожного покрытия.

II. Классификация дефектов по основным видам строительно-монтажных работ

№ п/п	Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, квалифицируемые как дефекты	Классификация дефектов по ГОСТ 15467–79	Метод определения дефектов
8	Невыполнение послойного уплотнения грунта в насыпях, подсыпках, при устройстве грунтовых подушек и обратных засыпках. Пробное уплотнение не производилось	Критический	Визуальный осмотр. Данные лабораторных исследований

Отклонения до 30 мм, зафиксированные при проверке поверхности с помощью рейки, являются нарушением нормативно-технических требований, а именно ТР 94.14-01 п.14:

Поверхность асфальтобетонных покрытий и оснований на ровность проверяют по просвету между поверхностью и нижней плоскостью трехметровой рейки. Рейки 1 для определения неровностей покрытия (дюралюминиевые или деревянные) размером 4×10×300 см не должны прогибаться от силы тяжести в середине пролета более чем на 0,5 мм. Рейку укладывают в продольном направлении по оси дороги и в 1 м от кромки проезжей части. Под рейкой устанавливают в пяти контрольных точках на расстоянии 0,5 м одна от другой клиновидные прокладки 2 и определяют просвет. При приемке покрытия и основания в эксплуатацию просвет не должен превышать 5 мм. Кроме того, алгебраическая разность высотных отметок (при нивелировании) по оси покрытия или на расстоянии 1 м от кромки не должна превышать 3 см на расстоянии 10 м. В поперечном направлении укладывают рейку и также определяют просвет.

При этом поперечный уклон поверхности покрытия не должен отличаться от проектного значения более чем на 0,005 %, а ширина покрытия на 10 см.

Сразу после прохода асфальтоукладчика необходимо также убедиться в том, что покрытие имеет ровную поверхность. Ее проверяют дюралюминиевой трехметровой рейкой. Под рейкой, уложенной в любом месте (в продольном и поперечном направлениях), не должно быть просвета. На возвышениях смесь слегка разрыхляют граблями и лопатой и срезают излишки, на впадинах добавляют смесь, рассыпая ее тонким слоем под каток. Места значительных просадок слегка разрыхляют граблями, а затем заполняют горячей смесью.

Продолжение прил. 2

Согласно ТР 94.14-01 п. 14 «Контроль качества строительства дорог из асфальтобетона», в таблице приведены величины допустимых отклонений:

№ п/п	Контролируемые параметры	Величина допустимых отклонений	Порядок контроля, метод	Средства измерения
1	2	3	4	5
1	Толщина слоя	10 %	Промеры через 20 м	Металлический складной метр
2	Поперечный уклон	3+	Промеры через 20 м	3-метровая рейка с уровнем и шкалой
3	Высотные отметки по оси и лотку	10 мм	Промеры через 50 м	Геодезический ин- струмент
4	Ровность покрытия	3,0 мм	Промеры через 20 м	3-метровая рейка с шаблоном (кли- ном)
5	Ширина уложенного покрытия	50 мм	Промеры через 50 м	Металлическая ру- летка

2. Экспертная оценка по пункту 2 раздела «ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ».

Трещины в дорожном покрытии.

Согласно п.п.3.1.1, 3.1.2 ГОСТ Р 50597–93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения»:

– покрытие проезжей части не должно иметь просадок, выбоин, иных повреждений, затрудняющих движение транспортных средств с разрешенной Правилами дорожного движения скоростью.

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

Так как трещины не одиночные, а имеют сетчатую структуру, то можно сделать вывод о том, что щебеночное основание дорожного покрытия выполнено не качественно (недостаточное уплотнение). Это в свою очередь привело к локальной просадке щебня, что впоследствии послужило причиной образования множество трещин и неглубоких провалов на данных участках дорожного покрытия.

Продолжение прил. 2

II. Классификация дефектов по основным видам строительного-монтажных работ

№ п/п	Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, квалифицируемые как дефекты	Классификация дефектов по ГОСТ 15467–79	Метод определения дефектов
8	Невыполнение послойного уплотнения грунта в насыпях, подсыпках, при устройстве грунтовых подушек и обратных засыпках. Пробное уплотнение не производилось	Критический	Визуальный осмотр. Данные лабораторных исследований

3. Экспертная оценка по пункту 3 раздела «ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ».

В конструкции дорожной одежды под бортовыми камнями отсутствует бетонная постель.

Имеются уступы в стыках бортовых камней.

Швы между бортовыми камнями достигают нескольких миллиметров.

Швы между бортовыми камнями не заполнены герметизирующим материалом (цементно-песчаным раствором).

4. УСТАНОВКА БОРТОВЫХ КАМНЕЙ

4.1. При строительстве магистральных районных и жилых улиц, а также внутриквартальных дорог применяют бетонные и железобетонные бортовые камни, изготавливаемые в соответствии с ГОСТ 6665–91.

4.2. Основные размеры бетонных и железобетонных камней, наиболее часто применяемых, представлены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Размеры бетонных и железобетонных бортовых камней

Марка	Размеры в мм		
	длина	высота	ширина
БР 100.30.15	1000	300	150
БР 300.30.15	3000	300	150
БР 600.30.15	6000	300	150
БР 100.30.18	1000	300	180
БР 300.30.18	3000	300	180
БР 600.30.18	6000	300	180
БР 300.45.18	3000	450	180
БР 600.60.20	6000	600	200
БР 100.20.8	1000	200	80
БУ 300.30.32	3000	300	320

4.3. Бортовые камни устанавливают: при одностадийном строительстве – после устройства песчаного подстилающего слоя; при двухстадийном строительстве – перед началом работ по осуществлению 2-й стадии.

4.4. Бортовые камни доставляют на объект в специальных контейнерах (поддонах). Разгрузку и установку камней производят (гидрокраном на тракторе ДТ-20, Т-40 или Э-152 со специальным захватом), автокраном.

4.5. Однометровые камни устанавливают при помощи машин или вручную с применением клещевых или П-образных приспособлений.

4.6. Однометровые камни всех марок устанавливают на бетонное основание толщиной 10 см, уложенное на выровненный и уплотненный песчаный подстилающий слой. С двух сторон установленного бортового камня устраивают бетонную обойму высотой 10 см в деревянной или металлической опалубке. Установка бортовых камней производят по шнуру, натянутому между специальными металлическими штырями на высоте, соответствующей отметке верхней кромки камней.

4.7. Схема установки однометровых бортовых камней при помощи клещевого и П-образного приспособления представлена на рис.

4.8. Длинномерные бортовые камни длиной 3 и 6 м устанавливают непосредственно на песчаное основание или основание дорожной одежды, предусмотренное проектом, под стыками камней укладывают бетонные подкладки размером 40х20х10 см. Установка камней производят автокранами грузоподъемностью 3 т или автопогрузчиками.

4.9. Ширина шва между бортовыми камнями не должна превышать 5 мм. Заполнение швов производят цементным раствором состава 1:4, после чего расшивают раствором состава 1:2.

4. Экспертная оценка по пункту 4 раздела «ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ».

Отклонение уровней крышки люка смотрового колодца и поверхности дорожного покрытия (отклонение до 25 мм).

Согласно п.п. 4.21 СНиП 2.04.03–85 «Канализация. Наружные сети и сооружения (с Изменением N 1)»: установку люков необходимо предусматривать: в одном уровне с поверхностью проезжей части дорог при усовершенствованном покрытии; на 50–70 мм выше поверхности земли в зеленой зоне и на 200 мм выше поверхности земли на незастроенной территории. В случае необходимости надлежит предусматривать люки с запорными устройствами.

Согласно п.п. 3.1.10 ГОСТ Р 50597–93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения»: люки смотровых колодцев должны соответствовать требованиям ГОСТ 3634.

Не допускается отклонение крышки люка относительно уровня покрытия более 2,0 см.

Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов

Критический дефект (при выполнении СМР) – дефект, при наличии которого здание, сооружение, его часть или конструктивный элемент функционально непригодны, дальнейшее ведение работ по условиям прочности и устойчивости небезопасно, либо может повлечь снижение указанных характеристик в процессе эксплуатации.

Критический дефект подлежит безусловному устранению до начала последующих работ или с приостановкой работ.

Значительный дефект – дефект, при наличии которого существенно ухудшаются эксплуатационные характеристики строительной продукции и ее долговечность.

Значительный дефект подлежит устранению до скрытия его последующими работами.

При этом дефектом является каждое единичное отступление от проектных решений или неисполнение требований норм.

Вывод по разделу «Экспертная оценка»:

На основании данных, полученных в результате обследования и их последующем экспертном анализе, в целом, техническое состояние конструкции внутризаводских дорог, проездов и тротуаров, в соответствии с положениями СП 13–102–2003, оценивается как ограниченно-работоспособное состояние.

Экспертное заключение по обследованию дорожного покрытия

Цель обследования: оценка качества выполненных строительно-монтажных работ по устройству асфальтобетона на соответствие требованиям действующей нормативно-технической документации.

Ответ экспертизы: в результате диагностического обследования экспертиза пришла к следующим выводам, а именно:

Качество выполненных подрядчиком строительно-монтажных работ по устройству асфальтобетонного покрытия не соответствует требованиям нормативно-технических документов.

В ходе обследования выявлены дефекты, в соответствии с классификатором основных видов дефектов в строительстве, являющиеся критическими.

На основании данных, полученных в результате обследования, техническое состояние дорожного покрытия, в соответствии с положениями СП 13–102–2003, оценивается как ограниченно-работоспособное состояние.

Необходимо провести комплекс мероприятий по безусловному устранению допущенных нарушений требований строительных норм и других недостатков выполненных работ, так как в данном состоянии дорожное покрытие не пригодно к использованию.

Все выявленные в результате экспертно-диагностического обследования дефекты подлежат устранению в соответствии с действующими на территории РФ нормативно-техническими требованиями.

Для устранения дефектов выполненных строительных работ рекомендуем: обратиться к подрядной строительной организации с требованием привести качество выполненных строительных работ в соответствие с требованиями нормативно-технических документов.

В случае отклонений претензий Подрядчиком, предлагаем обратиться в суд за защитой своих прав.

подпись эксперта

Ф.И.О. эксперта

Образец заключения эксперта по экспертизе светоотражающих элементов барьерных ограждений

Комиссия в составе:

- Пучков Р.Ю. – Эксперт дорожного хозяйства 2 категории отдела
контроля качества ФКУ «Поволжуправтодор»;
Служевская Н.В. – Начальник ОЛитК ООО «АВТ-ДОРСТРОЙ».

Произвела 23.06.2014 года выборочную проверку светоотражающих элементов барьерных ограждений. В результате проверки производили замер коэффициента световозвращения светоотражающей плёнки, наклеенной с двух сторон на светоотражающие элементы КД-5, предназначенные для установки на участке капитального ремонта ООО «АВТ-ДОРСТРОЙ» на автомобильной дороге М-5 «Урал» км 989+000 – км 997+000 в Самарской области. Замер производился в помещении для складирования ретро-рефлектометром Zehntner ZRS 6060.

Основа – плёнка, изображение нанесено способом наклейки цветных светофильтров. Световозвращатели изготовлены из оцинкованных листов стали. Толщину цинкового покрытия измеряли толщиномером «Константа МК-4»; измеренная толщина цинкового покрытия находится в пределах 42–61 мкм, что не соответствует требованиям ТУ 5216-002–85154383–2010.

Ведомость замеров:

В соответствии с ГОСТ 50971–2011 для плёнки с плоскогранными оптическими элементами требуемые параметры коэффициента световозвращения должны быть не менее:

- белый – 200;
- красный – 40.

№ п/п	Конструктив- ный элемент	Кол-во	Цвет	Фактические значения коэффициента световозвра- щения R	Примеча- ние
1	2	3	4	5	6
1	Световозвра- щатель КД-5	30	белый	13–46	не соответ- ствует
			красный	6–15	не соответ- ствует

подпись эксперта

ФИО эксперта

Образец заключения эксперта по экспертизе световозвращения дорожных знаков

Комиссия в составе:

Пучков Р.Ю. – Эксперт дорожного хозяйства 2 категории отдела контроля качества ФКУ «Поволжуправтодор»;

Глаголев В.А. – Начальник планово-производственного отдела ООО «Автоторада».

Произвела 30.07.2013 года замер коэффициента световозвращения дорожных знаков (с применением плёнки алмазного класса «3М» серии 4090 производства 3M Company, Германия) предназначенных для установки на участке капитального ремонта автомобильной дороги М-5 «Урал» км 455+000 – км 463+800. Замер производился в помещении для складирования ретрорефлектометром Zehntner ZRS 5060.

Основа плёнка тип В, изображение нанесено способом наклейки цветных светофильтров. Знаки изготовлены из оцинкованных листов стали. Толщина оцинковки соответствует требованиям ГОСТ 14918–80 «Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия». Общее количество знаков – 176.

Ведомость замеров:

Для типа В – плёнка с очень высокой интенсивностью световозвращения, имеющей оптическую систему из микропризм, требуемые параметры коэффициента световозвращения R (кд·лк⁻¹·м⁻²) не менее:

- белый, серебристый – 300;
- жёлтый – 180;
- красный – 60;
- синий – 15.

№ пп	№ знака согласно ПДД	Наименование	Коли- чество	Цвет	Коэффициент световозвраще- ния R	Примеча- ние
1	2	3	4	5	6	7
1	1.12.1	Опасные повороты	1	белый	609–686	
				крас- ный	119–136	
2	1.12.2	Опасные повороты	1	белый	599–672	
				крас- ный	108–141	
3	1.13	Крутой спуск	1	крас- ный	104–137	
				белый	614–635	

Продолжение прил. 4

1	2	3	4	5	6	7
4	1.14	Крутой подъём	1	крас- ный	111–132	
				белый	584–642	
5	1.22	Пешеходный пе- реход	8	белый	602–634	
				крас- ный	108–140	
6	1.23	Дети	4	белый	613–639	
				крас- ный	116–136	
7	2.1	Главная дорога	5	белый	614–635	
				жёлтый	380–402	
8	2.3.2	Примыкание вто- ростепенной доро- ги	4	белый	600–624	
				крас- ный	111–132	
9	2.3.3	Примыкание вто- ростепенной доро- ги	4	белый	602–652	
				крас- ный	104–112	
10	2.4	Уступите дорогу	9	белый	609–649	
				крас- ный	124–132	
11	3.1	Въезд запрещён	1	белый	601–614	
				крас- ный	109–112	
12	3.18.1	Поворот направо запрещён	1	белый	599–672	
				крас- ный	108–141	
13	4.1.1	Движение прямо	1	белый	599–622	
				синий	52–62	
14	4.1.2	Движение направо	1	белый	594–621	
				синий	52–69	
15	4.2.3	Объезд препятствия справа или слева	1	белый	599–618	
				синий	54–65	
16	5.15.1	Направление дви- жения по полосам	13	белый	542–610	
				синий	44–50	
17	5.15.3	Начало полосы	4	белый	572–600	
				синий	47–52	
18	5.15.5	Конец полосы	4	белый	585–611	
				синий	55–62	
19	5.16	Место остановки автобуса	12	белый	571–599	
				синий	46–51	
20	5.19.1	Пешеходный пе- реход	24	белый	584–603	
				синий	52–58	
21	5.19.2	Пешеходный пе- реход	24	белый	591–614	
				синий	49–54	
22	5.23.1	Начало населённо- го пункта 2000×510	3	белый	592–608	

Окончание прил. 4

1	2	3	4	5	6	7
23	5.23.1	Начало населённого пункта 1500×510	2	белый	576–603	
24	5.24.1	Конец населённого пункта 2000×510	3	белый	600–624	
				красный	111–132	
25	5.24.1	Конец населённого пункта 1500×510	2	белый	602–652	
				красный	104–112	
26	6.4	Место стоянки	1	белый	600–624	
				синий	41–54	
27	6.9.1	Предварительный указатель направлений	2	синий	49–57	
				белый	518–633	
28	6.10.1	Указатель направлений 4500×2000	1	белый	479–626	
				синий	50–56	
29	6.10.1	Указатель направлений 3500×680	2	белый	512–588	
				синий	46–51	
30	6.10.1	Указатель направлений 4000×1020	4	белый	556–602	
				синий	52–59	
31	6.10.1	Указатель направлений 4500×1020	2	белый	505–589	
				синий	49–59	
32	6.10.1	Указатель направлений 6500×1020	2	белый	541–604	
				синий	52–55	
33	6.11	Наименование объекта	2	белый	611–644	
				синий	45–59	
34	6.12	Указатель расстояний 3000х×1500	1	синий	47–53	
				белый	618–634	
35	6.12	Указатель расстояний 4000×1500	1	синий	44–56	
				белый	609–629	
36	6.13	Километровый знак	18	синий	43–53	
				белый	495–590	
37	7.3	Автозаправочная станция	2	синий	44–51	
				белый	512–596	
38	8.1.1	Расстояние до объекта	2	белый	571–604	
39	8.2.1	Зона действия	2	белый	593–615	

 подпись Заказчика

 Ф.И.О. эксперта

 подпись Подрядчика

 Ф.И.О. представителя подрядной организации

Приложение 5

Образец заключения эксперта по экспертизе качества горизонтальной дорожной разметки

от « ____ » _____ 2015 г.

Мы нижеподписавшиеся
Представители ФКУ «Поволжуправтодор» (заказчика) :

(Ф.И.О.) (Должность)

Представители подрядчика:

(Ф.И.О.) (Должность)

составили настоящий акт в том, что « ____ » _____ 2015 г. произведен выборочный контроль качества горизонтальной дорожной разметки, выполненной

(Наименование, марка, цвет применяемого материала, нормативный документ на него)

подрядной организацией _____ за период с _____ по _____ на участке км _____ – км _____ а/д _____ технической категории с _____ покрытием.

Адреса промеров приведены в ведомости промеров.

Цель контроля: определение соответствия горизонтальной дорожной разметки требованиям:

1. Технического задания;
2. ГОСТ Р 51256–99 «Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования»;
3. ГОСТ Р 52289–2004 «Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств»;
4. Рекомендации по контролю качества горизонтальной дорожной разметки, введены в действие письмом ГСДХ Минтранса России от 22.01.2004 № ОС-28/352-ис.

Требования ГОСТ Р 52289–2004
в зависимости от технической категории дороги

Наименование параметров	Время суток	Покрытие	Обозначение параметра	Ед. измерения	Цвет разметки	Требования ГОСТ Р 52289–2004					
						Техническая категория дороги					
						I		II		III	
						а/б	ц/б	а/б	ц/б	а/б	ц/б
Коэффициент световозвращения	Без искусственного освещения	При сухом покрытии	<i>RL</i>	$\text{мк} \cdot \text{лк}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$	белый	200	200	200	150	100	150
		При дожде и мокром покрытии	<i>RW</i>			35	35	35	35	25	25
Коэффициент светотражения		При сухом покрытии	<i>Qd</i>			130	160	100	130	100	100

Примечание. Согласно техническому описанию на ретрорефлектометр 6013 измерение проводится только для плоских поверхностей, поэтому замеры на ШПО не проводятся.

Ведомость замеров А/д _____ подрядчик _____:

№ п/п	Адрес, км +	Категория дороги	Вид материала, цвет	R_L	Q_d	Линия	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8

Примечание. Красным цветом выделены значения, которые не соответствуют требованиям ГОСТ Р 52289–2004 по коэффициенту световозвращения и коэффициенту светотражения.

Выборочный контроль осуществлялся визуальным и инструментальным способом.

подпись эксперта

Ф.И.О. эксперта

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО (РОСАВТОДОР)

ПРЕДПИСАНИЕ
об устранении нарушений правил производства дорожных работ

№ _____

«11» ноября 2014 г.

Ремонт а/д М-5 «Урал» Москва Челябинск на участке км 250+000 – км 257+000

наименование объекта, конструктивный элемент, вид выполняемых работ)

Наименование организации, выполняющей работы,

(полное название организации, Ф.И.О. руководителя)

Наименование организации – Заказчика

ФКУ «Федеральное управление автомобильных дорог «Большая Волга» ФДА»

Начальник Иванов И.И.

(полное название организации, Ф.И.О. руководителя)

На основании полномочий, утвержденных Государственной службой дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации,

ОБЯЗЫВАЮ:

Подрядчика принять меры по устранению нарушений правил производства дорожных работ, связанных с несоблюдением требований нормативных документов, проекта и технологии:

1. В результате замеров коэффициента световозвращения дорожных знаков, проведенных на

объекте ремонта, плёнка-основа белого цвета, а также цветные светофильтры,
нанесённые на дорожные знаки не соответствуют типу «В» с очень высокой ин-
тенсивностью

световозвращения (ГОСТ 52290–2004), указанному в проектной документации.

2. Заменить все дорожные знаки в соответствии с требованиями ГОСТ и проектной документации.

(указать вид нарушений или брака, дефекта и т.д.)

Контроль за устранением выявленных нарушений возложить на:

(указать Ф.И.О. и должность представителя Подрядчика)

Об исправлении нарушений доложить письменно в срок до _____

Выдал предписание: _____
(занимаемая должность, Ф.И.О., подпись)

Получил предписание:
от Подрядчика: _____
(занимаемая должность, Ф.И.О., подпись)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ ПРОВЕДЕНИЯ ДОРОЖНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ	7
2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОРОГ	11
3. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЦЕПНЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЯ	21
4. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ	40
5. МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ	73
6. МЕТОДЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ О МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	86
7. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ	113
8 МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ДВИЖУЩИЙСЯ АВТОМОБИЛЬ	117
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	121
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	124
ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	128
ПРИЛОЖЕНИЯ	130

Учебное издание

Ильина Ирина Евгеньевна
Пучков Роман Юрьевич

ДОРОЖНАЯ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА
ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ.
ДОРОЖНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Учебное пособие

Р е д а к т о р В.С. Кулакова
В е р с т к а Т.А. Лильп

Подписано в печать 15.04.15. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 8,84. Уч.-изд.л. 9,5. Тираж 80 экз.
Заказ №131.



Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.