**Карпеев, Сергей Владимирович. Повышение безопасности дорожного движения на основе совершенствования методов нанесения и нормирования светотехнических и эксплуатационных показателей вертикальной разметки : диссертация ... кандидата технических наук : 05.22.10 / Карпеев Сергей Владимирович; [Место защиты: Волгогр. гос. техн. ун-т].- Саратов, 2011.- 185 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-5/1894**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.»

На правах рукописи



**Карпеев Сергей Владимирович**

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ НАНЕСЕНИЯ И НОРМИРОВАНИЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ**

Специальность:

05.22.10 - Эксплуатация автомобильного транспорта

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель доктор технических наук, профессор

Кочетков Андрей Викторович

Саратов 2011

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение 2

ГЛАВА 1 НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ 13

1. Анализ существующего уровня нормативно-методического обеспечения в области технического регулирования безопасности дорожного движения для автотранспортных средств и дорожной разметки 13
2. [Влияние состояния автомобильных дорог и дорожной разметки на безопасность дорожного движения 26](#bookmark1)
3. [Влияние дорожных условий на организацию зрительного восприятия водителя 30](#bookmark2)
4. [Регулирование режима движения транспортного потока и повышение надежности работы водителя путем изменения параметров разметки проезжей части 40](#bookmark3)
5. Обзор состояния дорожной разметки на автомобильных дорогах за рубежом (на примере США) 42
6. [Постановка задач исследований 48](#bookmark4)

ГЛАВА 2 НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ 49

1. Нормирование светотехнических и эксплуатационных характеристик вертикальной дорожной разметки 49
2. [Материалы, изделия и конструкции для дорожной разметки 52](#bookmark5)
3. [Дорожные ограждения 53](#bookmark6)
4. [Применение защитных пластиковых панелей, как инновационный метод нанесения вертикальной разметки на барьерные ограждения 59](#bookmark7)

з

1. Выбор влияющих факторов при построении модели оценки влияния наличия контрастной вертикальной дорожной разметки на изменение количества ДТП на основе эконометрического подхода 62
2. Новые задачи обеспечения светотехнических характеристик и срока службы дорожной разметки 68
3. [Относительные методы определения параметров качества дорожных материалов 73](#bookmark16)
4. [Практическое применение пластиковых панелей вертикальной дорожной разметки 83](#bookmark17)
5. Выводы по главе 91

ГЛАВА 3 РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРИНЫ ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ КОНТУРА ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ 93

1. Формирование исходных данных светотехнических характеристик границ дорожной разметки 93
2. Применение математического моделирования изменения светотехнических характеристик на границе дорожной разметки 97
3. [Методы повышения точности определения светотехнических характеристик дорожной разметки 105](#bookmark20)
4. [Модель изменения светотехнических характеристик свето-теневого изображения края разметки на основе сплайнов 106](#bookmark21)
5. Определение метрологических характеристик макетного стенда светотехнических характеристик резкости дорожной разметки 110
6. [Выводы по главе 3 114](#bookmark27)

Глава 4 РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ МАТЕРИАЛА ЗАЩИТНЫЗ ПЛАСТИКОВЫХ ПАНЕЛЕЙ БАРЬЕРНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ 115

1. Определение требований к материалу защитных панелей 115
2. [Натурные испытания защитных пластиковых панелей при моделировании дорожно-транспортного происшествия на автополигоне 122](#bookmark29)
3. Анализ и классификация нового материала и метода нанесения вертикальной разметки на предмет соответствия действующим нормативно­

техническим документам 127

1. Анализ результатов наблюдений за опытно-экспериментальными

участками 131

* 1. [Выводы по главе 4 135](#bookmark32)

ГЛАВА 5 ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНТРАСТНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПЛАСТИКОВЫХ ПАНЕЛЕЙ БАРЬЕРНОГО ОГРАЖДЕНИЯ 136

1. Создание опытных участков вертикальной разметки на металлических барьерных ограждениях с использованием защитных пластиковых панелей. 136
2. [Программный модуль анализа светотехнических показателей дорожной разметки 140](#bookmark33)
3. Методические рекомендации по устройству вертикальной разметки на металлических барьерных ограждениях с использованием защитных пластиковых панелей 143
4. [Выводы по главе 5 152](#bookmark35)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 153

[Список использованных источников 154](#bookmark36)

Приложения 168

**ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность работы.** В настоящее время в России продолжает оста­ваться актуальной проблемой высокая аварийность на автомобильных дорогах. Уровень смертности в результате автомобильных аварий составляет более 20 человек на 100 тысяч жителей, что существенно выше, чем в европейских странах. Общий социально-экономический ущерб от дорожно-транспортных происшествий составляет до 3 % валового национального продукта [114, 120, 124].

Эта проблема приобрела статус государственной важности.

В Российской Федерации принят закон «О безопасности дорожного движения» [124] .В целях стабилизации и сокращения уровня аварийности на автомобильных дорогах России намечена реализация дополнительных крупных мер, в том числе связанных с развитием и совершенствованием состояния дорожной сети.

Автомобильный парк в Российской Федерации в настоящее время продолжает расти, поэтому недостатки дорожных условий, сказывающиеся на аварийности дорожного движения, снижении скорости и пропускной способности дорог, приходится устранять более подвижными и менее капиталоемкими средствами, чем полная перестройка дорожной сети. Эту задачу призваны решить новые подходы к организации дорожного движения на основе применения новых видов дорожной разметки, которые сформировались в нашей стране в последние десятилетия, как самостоятельное направление [15, 85].

Основная задача организации движения — соответствие скорости поступления информации к психофизиологическим возможностям водителя и устранение возможности возникновения дорожно-транспортных ситуаций, способных привести к ошибкам в выборе режима или направления движения. Необходимо не только ограничение скорости, но и мероприятия, позволяющие восполнить недостаток информации, направить и активизировать внимание водителя [124].

Очевидно, что при составлении национальных стандартов на разметочные материалы и методы их испытаний необходимо более широко использовать имеющийся международный опыт, что позволит гармонизировать националь­ные нормы с международными требованиями [2-12].

Качественно выполненная разметка федеральных автомобильных дорог по своей сути является мерилом культуры производства и организации работ федеральных и территориальных органов управления дорожным хозяйством в части организации, обеспечении комфорта передвижения и повышения безо­пасности дорожного движения [21 - 24].

Известны работы Центральной лаборатории дорог и мостов Франции, ученых и специалистов Финляндии, Швеции, Канады и других стран. Влия­нию светотехнических параметров дорожной разметки на пропускную способ­ность автомобильных дорог, организацию и безопасность дорожного движения в своих исследованиях большое внимание уделяли М.Б.Афанасьев, В.Ф.Баб- ков, Е.М.Лобанов, В.В.Сильянов, Н.В.Быстров, В.В.Столяров, М.М.Девятов, М.И. Судьин, А.ПВасильев, В.В.Чванов, ИФ.Живописцев, Б.Б.Анохин, В.Н. Свежинский, В.В.Улевский, James Migletz, Thomas Hedblom, Ludwig Eigenmann и другие учёные. Исследования проводились в НИЦ БДД МВД России, ФГУП «Научно-исследовательский центр по испытаниям и доводке автотранспорта», Федеральном дорожном агентстве, ФГУП «РОСДОРНИИ», МАДИ(ГТУ), Саратовском государственном техническом университете, Вол­гоградском государственном архитектурно-строительном университете, ОАО «ГИПРОДОРНИИ», ОАО «СоюздорНИИ», ОАО «Росдортех», ОА «Каздор- НИИ» и в других организациях Результаты их исследований послужили основой для создания нормативов, стандартов, инструкций и справочных документов по проектированию и применению средств организации дорож­ного движения.

Работа выполнялась по Плану информационного обеспечения Федераль­ного дорожного агентства в рамках Программного проекта «Информационное обеспечение» Федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России на 2002-2010 годы».

Поэтому основная задача повышения безопасности дорожного движения на основе применения новых конструкций и параметров нормирования светотехнических характеристик дорожной разметки является актуальной.

К числу факторов, оказывающих одинаково большое влияние при любой степени психического напряжения водителя, относятся светотехнические условия восприятия, структурная характеристика фона, объем внимания и размеры поля концентрации внимания.

Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [121] заменил систему обязательных требований в области безопасности зданий и сооружений, содержащуюся на сегодняшний день в строительных нормах и правилах, государственных стандартах в области строительства, сводах правил по проектированию и строительству.

**Цель исследований:** Повышение безопасности дорожного движения на основе совершенствования перечня и методов исследований светотехнических показателей дорожной разметки с учетом требований технического регулирования.

**Задачи исследований**

1. Провести аналитический обзор существующей технической литературы и нормативно-методического обеспечения с целью выявления основных влияю­щих факторов, снижающих эффективность дорожной разметки в различных условиях.
2. Разработать новые технические решения и методы устройства вертикальной дорожной разметки с защитными функциями по отношению к барьерному ограждению, на основе применения современных полимерных материалов с повышенными эксплуатационными и светотехническими характеристиками.
3. Усовершенствовать методы нормирования дорожной разметки на основе применения новых показателей, методов и средств измерения.
4. Установить эффект снижения количества ДТП на участках автомобильных дорог с установленными защитными пластиковыми панелями на основе применения эконометрического подхода.
5. Разработать методическое и приборное обеспечение контроля состояния вертикальной дорожной разметки. Провести мониторинг состояния вертикальной дорожной разметки на основе защитных пластиковых панелей на опытных участках автомобильных дорог общего пользования.
6. Разработать методику обработки результатов натурных механических испытаний защитных пластиковых панелей на испытательном полигоне на основе наезда на барьерные ограждения крупногабаритного транспорта.

**Научная новизна:**

1. Разработано научное обеспечение нормирования дорожной разметки на основе совместного применения новых показателей черно-белой контрастности и оценки ширины переходной зоны, новых методов и средств измерения на основе относительных показателей.
2. Установлен эффект снижения количества ДТП на участках автомобильных дорог с установленными защитными пластиковыми панелями на 1-2 % на ос­нове применения эконометрической модели с факторами качественной природы с учетом информации автоматизированного банка дорожных данных АБДЦ «ДОРОГА».
3. Определены важнейшие эксплуатационные требования к светотехническим и показателям защитных пластиковых панелей, устанавливаемых на металлические барьерные ограждения (для черно-белой контрастности - не менее 0,2 приращения коэффициента световозвращения, для ширины переходной зоны - 2 мм). Защитные пластиковые панели улучшают контрастность барьерного ограждения по сравнению с оцинкованным ограждением (до 0,2 коэффициента световозвращения) и до 0,3

- по сравнению с окружающим фоном, что улучшает уровень их зрительного восприятия участниками дорожного движения.

1. Установлено улучшение контрастности ограждения с помощью защитных пластиковых панелей по сравнению с оцинкованным ограждением, что улуч­шает уровень их зрительного восприятия участниками дорожного движения.
2. Разработана методика обработки результатов натурных механических испытаний защитных пластиковых панелей на испытательном полигоне на основе наезда на барьерные ограждения крупногабаритного транспорта.

**На защиту выносятся:**

1. Научно-методическое обеспечение применения защитных пластиковых панелей, изготовленных из новых полимерных материалов.
2. Рекомендации по совместному применению новых показателей светотехни­ческих характеристик дорожной разметки: черно-белой контрастности и ширины переходной зоны.
3. Структура эконометрической модели с факторами качественной природы для определения эффекта снижения количества ДТП на участках автомобиль­ных дорог с установленными защитными пластиковыми панелями
4. Установленные результаты по улучшению светотехнических показателей вертикальной дорожной разметки на основе применения пластиковых панелей (для черно-белой контрастности - не менее 0,2 приращения коэффициента световозвращения, для ширины переходной зоны - 2 мм; по сравнению с оцинкованным ограждением до 0,2 коэффициента световозвращения и до 0,3 - по сравнению с окружающим фоном.
5. Методика обработки результатов натурных механических испытаний защитных пластиковых панелей на испытательном полигоне на основе наезда на барьерные ограждения крупногабаритного транспорта.

**Объект исследований.** Светотехнические и эксплуатационные характери­стики защитных пластиковых панелей как нового вида дорожной разметки.

**Методы и средства исследований:** методы обеспечения безопасности дорожного движения, контроля качества дорожной разметки, оптики,

метрологическое обеспечение, методы и технические средства экспериментальных исследований и обработки статистических данных, методы полигонных испытаний транспортных средств и др.

**Достоверность научных положений и результатов,** полученных в диссертационной работе, подтверждается хорошим согласованием результатов теоретического и вычислительного моделирования с результатами практических и экспериментальных работ, проверкой полученных моделей с реальным изменением входных и выходных параметров. Исследование выполнено с учетом современных представлений о светотехнических характеристиках дорожной разметки, с применением методов научных исследований и информационного обеспечения.

**Практическая ценность и реализация результатов работы:** Разрабо­тана программа автоматизированного определения черно-белой контрастности дорожной разметки. Организован опытный участок и мониторинг применения защитных пластиковых панелей на участках автомобильных дорог г. Москвы, федеральной и территориальной сети. Определены новые возможности разра­ботки схем дислокации и контроля наличия дорожной разметки на основе снимков из космоса. Принято участие в разработке Технического регламента «Требования к безопасности автотранспортных средств» Республики Казахс­тан и Методических рекомендаций по устройству вертикальной разметки на металлических барьерных ограждениях с использованием защитных пластико­вых панелей (ОДМ 2185.007-2008) 2008 г. Проведены натурные механические испытания защитных пластиковых панелей на полигоне ФГУП «Научно- исследовательский центр по испытаниям и доводке автомототехники» в г. Дмитров путем наезда на них крупногабаритных транспортных средств.

**Общая методология исследований.** При проведении теоретических исследований использованы методы теории вероятности и математической статистики, спектрального и корреляционного анализа, прикладного анализа случайных данных, разнообразные методы математического моделирования и оптимизации параметров. Экспериментальные исследования проводились в виде натурных испытаний наездов транспортных средств на барьерные ограждения на испытательном полигоне в г. Дмитров.

**Предметом исследования** являются защитные пластиковые панели, устанавливаемые на металлические барьерные ограждения.

**Методы и средства исследований:** методы обеспечения безопасности дорожного движения, контроля качества дорожной разметки, оптики, метроло­гического обеспечения, методы и технические средства экспериментальных исследований и обработки статистических данных, методы полигонных испытаний транспортных средств и др.

**Достоверность научных положений и результатов,** полученных в дис­сертационной работе, подтверждается хорошим согласованием результатов теоретического и вычислительного моделирования с результатами практичес­ких и экспериментальных работ, проверкой полученных моделей с реальным изменением входных и выходных параметров, соответствием с методичес­кими подходами в близких и смежных отраслях науки и техники. Исследова­ние выполнено с учетом современных представлений о светотехнических характеристиках дорожной разметки, с применением современных методов научных исследований и информационного обеспечения в области безопасности дорожного движения.

**Апробация.** Основные научные положения и результаты работ доклады­вались и получили одобрение на Всероссийском научно-техническом семинаре «Совершенствование конструктивно-технологических решений при строитель­стве мостовых сооружений» (Саратов, 2005), Международной научно-практи­ческой конференции «Разметка автомобильных дорог: инновации, техника, оборудование и материалы» (Саратов, 2007), на круглом столе «Применение инноваций в строительстве, ремонте и содержании конструкционных элементов мостовых сооружений (Санкт-Петербург, 2009), в отраслевых совещаниях дорожников (Астрахань, Санкт-Петербург, Челябинск, 2008-2010 г.г.) научно- технических конференциях СГТУ, заседаниях кафедр «Мосты и транспортные сооружения» и «Строительство дорог и организация движения» СГТУ и «Автомобильный транспорт» ВГТУ.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 5 - в изданиях, входящих в «Перечень рецензируемых российских научных журналов», рекомендованных ВАК, получено два патента на изобретения.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы из 158 наименований и приложений. Работа изложена на 167 стр. основного машинописного текста.

В работе рассмотрены вопросы влияния состояния автомобильных дорог на безопасность дорожного движения, методы организации обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах, влияние дорожных усло­вий на надежность работы водителя, установлены качественные тенденции снижения количества ДТП для контрастной вертикальной дорожной разметки на примере ряде участков федеральной сеьти автомобильных дорог согласно данным АБДД «ДОРОГА» [1], материалы для изготовления технических средств организации дорожного движения, технические требования к матери­алам, изделиям и конструкциям для дорожной разметки, вопросы защиты металлоконструкций от атмосферной коррозии, а также обоснование возмож­ности применения защитных пластиковых панелей, как инновационного мето­да нанесения вертикальной разметки на барьерные ограждения и отчетные материалы по созданию опытных участков с вертикальной разметкой на метал­лических барьерных ограждениях с использованием защитных пластиковых панелей [60-69].

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Диссертационная работа содержит новые научно обоснованные результаты, позволившие решить важную задачу повышения безопасности дорожного движения на основе совершенствования перечня светотехнических показателей, методов исследования и видов дорожной разметки с учетом новых принципов технического регулирования.

Выводы по научным результатам:

1. Разработаны новые методы исследования и нормирования вертикальной до­рожной разметки на основе совместного применения черно-белой контра­стности и ширины переходной зоны, новых методов и средств измерения.
2. Определены важнейшие эксплуатационные требования к светотехническим и показателям защитных пластиковых панелей, устанавливаемых на металлические барьерные ограждения (для черно-белой контрастности - не менее 0,2 приращения коэффициента световозвращения, для ширины переходной зоны - 2 мм). Защитные пластиковые панели улучшают контрастность барьерного ограждения по сравнению с оцинкованным ограждением (до 0,2 коэффициента световозвращения) и до 0,3 - по сравнению с окружающим фоном, что улучшает уровень их зрительного восприятия участниками дорожного движения.
3. Установлен эффект снижения количества ДТП на участках автомобильных дорог с установленными защитными пластиковыми панелями на 1-2 % на ос­нове применения эконометрической модели с факторами качественной приро­ды с учетом статистической информации о безопасности дорожного движения автоматизированного отраслевого банка дорожных данных АБДД «ДОРОГА».
4. Разработаны методические рекомендации по применению защитных пластиковых панелей для металлических барьерных ограждений на основе полученных при опытно-экспериментальных работах данных.
5. Организован опытный участок и мониторинг применения пластиковых панелей на участках автомобильных дорог г. Москва, федеральной и территориальной сети.
6. Разработана методика обработки результатов натурных механических испытаний защитных пластиковых панелей на испытательном полигоне на основе наезда на барьерные ограждения крупногабаритного транспорта.
7. Проведены механические натурные испытания защитных пластиковых панелей на полигоне ФГУП «Научно-исследовательский центр по испытаниям и доводке автомототехники» в г. Дмитров (два автобуса).

Вышеприведенные выводы показывают, что решены задачи диссертационного исследования в результате реализации комплексных теоретических и экспериментальных решений.

Использование результатов работы позволит обеспечить возможность снижения количества дорожно-транспортных происшествий по причинам дорожных условий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизированный банк дорожных данных АБДД «ДОРОГА». Инструкция пользователя. - М. : ФГУП «РОСДОРНИИ», 2005. - 48 с.
2. Алексеев, Б. А. Безопасность движения автомобильного транспорта / Б.
3. Алексеев. - М.: ДОСААФ, 1972.-272 с.
4. Афанасьев, М. Б. Скорость и безопасность движения на автомобильном транспорте / М. Б. Афанасьев, А. И. Булатов. - М. : Транспорт, 1971. - 48 с.
5. Автомобильные дороги: безопасность, экологические проблемы, экономика (российско-германский опыт) / Под ред. В. Н. Луканина, К.-Х. Ленца. - М. : Логос, 2002. - 624 с.
6. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и режимы движения автомобилей / В. Ф. Бабков и др. - М. : Транспорт, 1967. - 224 с.
7. Бабков, В. Ф. Методика оценки безопасности движения и транспортных ка­честв автомобильных дорог / В. Ф. Бабков и др. - М. : Высш. шк., 1971. -209 с.
8. Бабков, В. Ф. Дороги и современные требования безопасности движения /
9. Ф. Бабков // Автомобильные дороги. -1972. - № 2. - С. 5 - 6.
10. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Бабков. - М. : Транспорт, 1982. - 288 с.
11. Бабков, В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В. Ф. Бабков. - М : Транспорт, 1970. - 256 с.
12. Бабков, В. Ф. Проблемы безопасности дорожного движения / В. Ф. Бабков // Проектирование автомобильных дорог: сб. тр. - М. : МАДИ. 1990. -
13. 4-11.