

УПРАВЛЕНИЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

УДК 621.396.6

И. В. Гракович, группа компаний «Multinet», Москва

П. Г. Кирьян, ОАО «Ижевский радиозавод»

Н. П. Кузнецов, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

В. В. Кулагин, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

К ПРОБЛЕМЕ МОНИТОРИНГА ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ

Обосновывается необходимость создания в России национальной системы мониторинга дорожных условий, для чего предлагается использовать ресурсы и возможности глобальной системы безопасности «ГЛОНАСС» или GPS.

Ключевые слова: аварийность на автотранспорте, состояние улично-дорожной сети, система глобального позиционирования «ГЛОНАСС», система контроля сцепных качеств автомобиля с полотном дороги, мониторинг дорожных условий, управление безопасностью автомобильного движения.

Аварийность на автотранспорте является одной из важнейших причин смертности и инвалидности людей в трудоспособном возрасте. Дорожно-транспортные происшествия (далее ДТП) влекут за собой ежегодные потери в размере от 1 до 3 % внутреннего валового продукта, а в развивающихся странах издержки от ДТП еще выше.

За последние 30 лет в экономически развитых странах положение дел в области безопасности дорожного движения стабилизировалось или даже улучшилось. В развивающихся странах ситуация, наоборот, быстро ухудшается за счет резкого роста автомобильного парка и недостаточного финансирования мероприятий, направленных на профилактику аварийности. Для Российской Федерации происшествия на дорогах являются одной из серьезнейших социально-экономических проблем. Эта проблема является также острой в Приволжском регионе, в том числе и в Удмуртской Республике [1].

Реализация мероприятий Федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2010 годах» позволило несколько стабилизировать показатели аварийности в 2006–2010 гг. Однако в 2011 г. произошло значительное увеличение количества погибших и раненых в результате ДТП [2]. В 2011 г. в РФ погибли 27953 человека (в Удмуртии – 294 человека), получили ранения 251848 (в Удмуртии – 1856 человек). Убыток в денежном выражении можно подсчитать по методикам, приведенным в работах [3, 4]. Так, ущерб от гибели одного человека составляет 9,3 млн руб. Ущерб от легкого ранения – 0,28 млн руб. Таким образом, ущерб от гибели и ранения граждан, без учета материального ущерба от ДТП, составил 329,8 млрд руб., в Удмуртии – 3,2 млрд руб.

Одной из причин ДТП является низкое эксплуатационное состояние улично-дорожной сети в РФ. Результаты диагностики федеральных дорог показывают, что из общей протяженности сети федеральных дорог участки с неудовлетворительными сцепными свойствами покрытия составляют 35 % от протяженности всей сети, участки с неудовлетворительной ровностью – 22 %, участки с неудовлетворительной прочностью – 45 %. Только на улично-дорожной сети Удмуртской Республики при сопутствующих неудовлетворительных дорожных условиях (НДУ) в 2011 г. было зарегистрировано 457 ДТП, в которых погибли 90 и ранены 503 человека. Недостатки в транспортно-эксплуатационном состоянии улиц, дорог, а также расположенных на них сооружений и технических средств организации дорожного движения были зафиксированы при оформлении четвертой части (28,2 %) всех происшествий; 66,5 % всех происшествий в городах и населенных пунктах зарегистрированы в связи с неудовлетворительными дорожными условиями. На автомобильных дорогах (включая участки в городах и населенных пунктах) совершено 162 происшествия с НДУ, что составляет 33,2 % от общего числа таких происшествий. В них погибли 57 и ранены 193 человека, тяжесть последствий – 23 погибших на 100 пострадавших. Тяжесть последствий в целом по республике составила 13,7 [5].

Среди всех видов неудовлетворительных дорожных условий, способствовавших совершению ДТП, наиболее значительное влияние оказали низкие сцепные качества покрытия (16,6 % от всех ДТП с НДУ). Удельный вес происшествий, связанных с несоответствием состояния дорожного покрытия установленным нормативам (с учетом неровного покрытия и дефектов покрытия) составил 30,4 %. В таких ДТП погибли 25 человек, ранены – 166 [5].

Известно влияние мероприятий по улучшению транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети на повышение безопасности дорожного движения (табл. 1) [6, 7].

Таблица 1. Влияние мероприятий по улучшению состояния дорог на безопасность движения

Меры по повышению транспортно-эксплуатационного состояния дорожной сети	Среднее снижение числа ДТП с пострадавшими по отношению к исходному уровню до реализации мер, %
Обеспечение в полном объеме работ по зимнему содержанию дорог	45 (в зимний период года)
Комплексный ремонт покрытий проезжей части и обочин	40
Устройство искусственного освещения в необходимых местах	25
Устройство шероховатых поверхностных обработок покрытия проезжей части	20
Повышение ровности дорожных покрытий	18

В соответствии с Федеральным законом «О безопасности дорожного движения» и Правилами дорожного движения уполномоченным должностным лицам органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления в пределах их компетенции предоставлено право временно ограничивать или прекращать в случае необходимости движение на дорогах с целью обеспечения безопасности дорожного движения [8, 9].

Это право необходимо реализовать и в тех случаях, когда коэффициент сцепления ниже нормативного значения, определенного по ГОСТ Р 50597–93 [10], равного 0,3. Этим же ГОСТом также определены нормативы устранения скользкости дорожного полотна. Необходимо отметить, что снижение коэффициента сцепления происходит не только в зимний период в результате снегопада, но и возможно в другие периоды года, например, в момент начала дождя, густого тумана.

На практике при ухудшении дорожных условий водители автотранспортных средств, самостоятельно не принимают решение о прекращении движения, а продолжают движение, надеясь на авось. Прекращение движения происходит только на основании указания сотрудников Госавтоинспекции или дорожных служб.

ГИБДД получает информацию об изменениях (ухудшениях) дорожных условий с опозданием. Такая информация поступает от водителей на стационарных постах или является информацией об уже случившемся ДТП. В результате информация о неудовлетворительных дорожных условиях поступает бессистемно, без привязки к конкретному участку дороги. Сокращение численности личного состава и стационарных постов ГИБДД еще более усугубляет проблему.

Решение вопросов по обеспечению нормативной скорости, непрерывности и безопасности дорожного движения возможно осуществить путем совершенствования системы оперативного управления работами по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах, развития системы погодного мониторинга и использования информационных технологий в процессах управления содержанием дорог. Это позволит перейти от существующих в России технологий ликвидации зимней скользкости к системе профилактики ее образования и обеспечит снижение затрат на содержание дорог и повышение безопасности движения в зимний период [11].

Федеральной целевой программой «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)» предусматриваются мероприятия по созданию интеллектуальных систем организации движения транспортных потоков, основанных на применении современных технических средств, телекоммуникационных и информационных технологий, таких как система «ГЛОНАСС», интегрирующих в единый аппаратно-программный комплекс различные информационные и управляющие системы на автомобильном транспорте. Эти системы должны включать автоматизированный и централизованный сбор, передачу и обработку информации о функционировании и текущем состоянии автодорожной инфраструктуры, обмен этой информацией, доведение ее до участников транспортного процесса в целях оптимизации транспортной и дорожно-эксплуатационной деятельности. В указанном комплексе мероприятий на сети автомобильных дорог федерального значения предусматривается создание единой автоматизированной системы метеорологического обеспечения, мониторинга условий движения, диспетчерского и автоматизированного управления движением с применением дистанционно управляемых знаков и табло переменной информации [12, 13].

Учитывая, что Россия имеет огромную протяженность дорог в различных погодно-климатических условиях, решение указанных вопросов в ближайшей перспективе требует выделения колоссальных финансовых средств и должно быть направлено в первую очередь на оперативную оценку сцепных качеств автомобиля с поверхностью дорожного полотна, поскольку это один из наиболее важных факторов возникновения аварийных ситуаций.

В работе [14] описаны современные автоматизированные технические средства диагностики автомобильных дорог, которые предназначены для диагностики и оценки состояния автомобильных дорог с целью получения полной, объективной и достоверной информации о транспортно-эксплуатационном состоянии дорог, степени соответствия фактических параметров дорог требованиям безопасности дорожного движения. Получаемая с их помощью информация о текущем состоянии дорог не является оперативной и предназначена для планирования работ по улучшению транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог.

Постоянный мониторинг гололедообразования возможен при помощи дорожных датчиков, закладываемых в покрытие, и автоматизированных метеостанций (АМС), как это предлагается в работе [15]. Измеренные датчиками значения передаются в центральный диспетчерский пульт, где принимается решение об обработке покрытия противогололедными составами.

Недостатком вышеприведенных технических решений является то, что при мониторинге дорожных условий не определяется действительный коэффициент сцепления колес с поверхностью дороги на всем протяжении дорог, который является основным критерием, определяющим безопасность движения автомобиля.

В работе [16] рассматриваются практические аспекты определения коэффициента сцепления и его использование при реконструкции механизма дорожно-транспортного происшествия.

Коэффициент сцепления может быть определен по упрощенной формуле

$$a = \varphi g,$$

где a – замедление автомобиля; φ – коэффициент сцепления; g – ускорение свободного падения.

Замедление автомобиля зависит только от коэффициента сцепления и не зависит от веса автомобиля, поэтому коэффициент сцепления можно определить как отношение замедления к ускорению свободного падения.

Для определения установившегося замедления могут быть применены акселерометры различного исполнения. Для качественной оценки влияния дорожных условий на сцепные качества автомобиля с полотном дороги были испытаны автомобили HUNDAI SANTA FE и VA3-2108, для которых определялись установившееся замедление и тормозной путь в различных дорожных условиях: на дороге с асфальтобетонным покрытием (в одном случае влажном, а в другом – покрытым укатанным снегом). Для определения замедления автомобиля использовался прибор «ЭФФЕКТ». Установка прибора в салоне автомобиля показана на рисунке, а результаты испытаний приведены в табл. 2–5.



Размещение акселерометра в салоне автомобиля

Таблица 2. HUNDAI SANTA FE (асфальт покрыт укатанным снегом)

Измеренное значение длины тормозного пути, S_i , м	Пересчитанная норма тормозного пути, S_n , м	Установившееся замедление, J , м/с ²	Начальная скорость торможения, V_0 , км/ч
37,9	16,5	1,92	43,0

Таблица 3. HUNDAI SANTA FE (асфальт влажный)

Измеренное значение длины тормозного пути, S_i , м	Пересчитанная норма тормозного пути, S_n , м	Установившееся замедление, J , м/с ²	Начальная скорость торможения, V_0 , км/ч
10,7	14,9	6,98	40,4

Таблица 4. VA3-2108 (асфальт покрыт укатанным снегом)

Измеренное значение длины тормозного пути, S_i , м	Пересчитанная норма тормозного пути, S_n , м	Установившееся замедление, J , м/с ²	Начальная скорость торможения, V_0 , км/ч
14,6	11,1	3,39	34,0

Таблица 5. VA3-2108 (асфальт влажный)

Измеренное значение длины тормозного пути, S_i , м	Пересчитанная норма тормозного пути, S_n , м	Установившееся замедление, J , м/с ²	Начальная скорость торможения, V_0 , км/ч
9,6	12,1	6,73	35,9

Таким образом, у автомобиля HUNDAI SANTA FE, оборудованном АБС, установившееся замедление уменьшилось в 3,5 раза, у VA3-2108 – почти в 2 раза. Полученные результаты хорошо согласуются с данными справочника [17].

Для мониторинга дорожных условий и определения влияния коэффициента сцепления на безопасное управление автомобилем необходимо решить следующую задачу.

Разработать техническую систему, которая на основании контрольного торможения определяет установившееся замедление, сравнивает с нормативным значением для данного автомобиля, определяет коэффициент сцепления, позиционирует показания к конкретному участку дороги и передает информацию на основной сервер, который обобщает информацию, анализирует и передает другим участникам дорожного движения, службам ГИБДД, собственни-

кам дорог информацию о состоянии дорожного полотна на конкретных участках дороги с целью обеспечения безопасного движения (ограничения или запрещения движения, принятия мер по повышению уровня сцепления колес с поверхностью дороги).

Указанную задачу можно решить с помощью системы спутникового позиционирования. Такая система позволит с высокой точностью определить, на каком участке дороги в определенный момент времени находится автомобиль; определить сцепные качества автомобиля и их отклонение от нормативов; передать полученную информацию всем заинтересованным структурам и водителям АТС, находящимся в пути и имеющим навигатор GPS, установленный на автомобиле.

Основным рабочим органом такой системы является акселерометр, который необходимо массово установить в автомобили участников дорожного движения, автобусы, автомобили ГИБДД, дорожных служб.

Позиционирование полученной информации относительно конкретного участка дороги можно осуществить, используя систему контроля мобильных объектов, разработанную ОАО «Ижевский радиозавод». Система контроля положения мобильных объектов (автомобилей) за счет спутниковой системы «ГЛОНАСС» обеспечивает непрерывный мониторинг позиционирования транспортных средств в режиме реального времени [18].

Разработка системы глобального мониторинга дорожных условий, первым этапом которой является мониторинг сцепных качеств, позволит значительно улучшить систему поддержания дорог в безопасном для движения состоянии и получить экономический эффект.

Эффект достигается за счет снижения количества дорожно-транспортных происшествий, числа погибших и раненых, снижения количества противогололедных материалов, снижения затрат на содержание дорог за счет оптимизации, повышения скорости движения.

Результатом реализации предлагаемого технического решения проблемы будет принципиально новая система оперативного управления оценки и содержания дорог.

Библиографические ссылки

1. Кузнецов Н. П., Кулагин В. В., Бойков А. В. Интегральная оценка эффективности комплекса мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения // Вестник ИжГТУ. – 2007. – № 1. – С. 72–83.

2. О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в РФ на 2006–2012 гг.» : Постановление Правительства РФ от 20.02.06 № 100.

3. Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий Р-03112199-0502-00, Трансконсалтинг. – М., 2001.

4. Организация дорожного движения : справ. пособие. – М. : ФГУП «РОСДОРНИИ», 2010. – 416 с.

5. Сайт УГИБДД МВД УР. – URL: gai.udm.ru

6. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий / Росавтодор. – М. : Информавтодор, 2000. – 79 с.

7. Влияние развития и состояния дорожной сети на уровень безопасности движения на дорогах России // Автомобильные дороги и мосты. Обзорная информация. – 2003. – Вып. 4.

8. О безопасности дорожного движения : Федеральный закон от 10.12.95 № 196-ФЗ (ред. от 29.07.2012).

9. Правила дорожного движения Российской Федерации : Утв. Постановлением Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 23.10.93 № 1090.

10. ГОСТ Р 50597–93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения (введ. 01.07.94). – М. : Изд-во стандартов, 1993. – 11 с.

11. Погодный мониторинг в системе оперативного управления зимним содержанием автомобильных дорог // Автомобильные дороги и мосты. Обзорная информация. – 2006. – Вып. 2.

12. О федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)». Подпрограмма «Автомобильные дороги» : Постановление Правительства РФ от 03.11.11 № 886.

13. Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система». Подпрограмма «Внедрение и использование спутниковых навигационных систем в интересах транспорта». – URL: <http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2011/117>

14. Жилин С. Н., Ермолаев В. И. Современные автоматизированные технические средства диагностики автомобильных дорог // Автомобильные дороги. Обзорная информация. – 2002. – № 2.

15. Противогололедные материалы для борьбы с зимней скользкостью на автомобильных дорогах и городских улицах // Автомобильные дороги и мосты. Обзорная информация. – 2006. – Вып. 4.

16. Моделирование при реконструкции столкновения автомобиля с преградой / М. Н. Березуев [и др.]. – М. ; Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 208 с.

17. Пучкин В. А., Лозовой В. И. Справочно-нормативные материалы для эксперта-автотехника. – Новочеркасск : ЮРГТУ, 2002. – 172 с.

18. Особенности использования системы «ГЛОНАСС/GPS» для безопасности автомобильных перевозок / С. В. Гуреев [и др.].

I. V. Grakovich, "Multinet" group company, Moscow

P. G. Kiryan, Joint stock company "Izhevsk Radio Manufacturing Plant"

N. P. Kuznetsov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

V. V. Kulagin, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Problem of Road Conditions Monitoring

The need to establish a national system for monitoring road conditions in Russia is shown. It is proposed to use resources and opportunities of the global safety system GLONASS or GPS for the monitoring system.

Key words: motor transport system accidents, state of road network, global positioning system GLONASS, monitoring system for adhesion coefficient between the auto-tire and road, monitoring of road conditions, road traffic safety management.