

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОТРАСЛЕВОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Дорожное хозяйство Российской Федерации в настоящее время подошло к необходимости перехода на современный уровень качества строительства, реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог. Он должен быть основан на применении новейших средств получения оперативной диагностической информации. Необходима полная и достоверная информация о транспортно-эксплуатационном состоянии автодорог, условиях их работы, степени соответствия их фактических потребительских свойств, параметров и характеристик требованиям безопасности дорожного движения. Результаты диагностики автомобильных дорог являются информационной базой для решения управленческих задач, определения и оценки технического уровня, потребительских свойств дорог, а также управления состоянием дорожной сети на основе рационального использования финансовых средств и материально-технических ресурсов.

Российская отраслевая система диагностики федеральной сети автодорог по своей структуре вполне сопоставима с аналогичными зарубежными системами. В ней присутствуют все элементы, необходимые для подобных систем: сбор информации о дорогах, формирование банка дорожных данных, анализ полученной информации, ежегодное и среднесрочное планирование ремонтных работ, режим контроля качества работ, а также оперативного контроля. Подпрограммой «Автомобильные дороги» ФЦП «Модернизация транспортной системы России» (2002-2010 г.г.) предусмотрено расширение существующих и создание новых систем мониторинга транспортно-эксплуатационного состояния федеральных дорог и мостов с применением современных информационных технологий в целях оптимизации на основе адресного и эффективного планирования работ по ремонту и содержанию федеральной дорожной сети, обеспечения ее сохранности.

При управлении транспортно-эксплуатационным состоянием сети федеральных автомобильных дорог применяется отраслевой автоматизированный банк дорожных данных АБДД «Дорога». Структура банка основана на требованиях Инструкции по диагностике и оценке состояния автомобильных дорог ВСН 6-90, отраслевого документа «Классификация работ по ремонту и со-

держанию автомобильных дорог общего пользования» и Правил диагностики и оценки состояния автомобильных дорог ОДН 218.0.006-2002.

С 1990 года «РОСДОРНИИ» как ведущий отраслевой институт занимается исследованиями, организацией и проведением работ по диагностике федеральных автомобильных дорог и искусственных сооружений. Такие работы проводятся в соответствии с Правилами диагностики и оценки состояния автомобильных дорог (ВСН 6-90, а начиная с 2002 года – ОДН 218.0.006-2002.), разработанными «РОСДОРНИИ» совместно с МАДИ. Кроме того, «РОСДОРНИИ» разрабатывает нормативно-методические документы по оценке отдельных показателей при диагностике автомобильных дорог. Результаты диагностики заносят в созданный ФГУП «РОСДОРНИИ» отраслевой автоматизированный банк дорожных данных АБДД «ДОРОГА».

Используя опыт ФГУП «РОСДОРНИИ», ряд дорожных организаций в различных регионах создают и развивают свои информационные системы о состоянии территориальных дорог. Эти информационные системы лишь частично совместимы между собой, что вызывает трудности при сборе и конвертации данных. Поэтому создание научных основ отраслевой системы диагностики авто-

дорог, средств измерения и прикладных программ на основе полной информации по диагностике, инвентаризации и паспортизации обследуемых автомобильных дорог и дорожных сооружений на них, со всесторонним анализом данных и последующей разработкой инженерных решений следует признать особенно актуальной.

Результатом работы должно быть совершенствование системы управления дорожным хозяйством России, функционирующей на территории большой протяженности, имеющей развитую инфраструктуру и сложную многоуровневую и многоведомственную схему на основе создания единой системы управления состоянием сети дорог, для обеспечения объективной информации о фактических транспортно-эксплуатационных показателях сети автомобильных дорог. Область применения АБДД «ДОРОГА» – решение задач управления на уровне отрасли – дорожного хозяйства РФ.

Целью проведенных исследований стало повышение эффективности диагностических и ремонтных работ, сокращение затрат на диагностику федеральных автомобильных дорог и искусственных сооружений на основе повышения производительности программных и технических средств диагностики, расширения их функциональных возможностей.

Новизна проведенных работ заключается в том, что впервые:

- разработано научно-методическое обеспечение системы диагностики и оценки состояния автомобильных дорог с целью ее совершенствования и повышения эффективности ремонтных работ;
- разработана детализированная многоуровневая система оценки и мониторинга целевых показателей результативности работы дорожных организаций в сфере ремонта и содержания федеральных автомобильных дорог,

обеспечивающая результативность и эффективность деятельности органов управления дорожным хозяйством;

- выполнена опытная апробация разработанного научно-методического обеспечения с использованием компьютерного моделирования;

- разработаны предложения по номенклатуре и периодичности сбора информации о состоянии федеральных автомобильных дорог, соответствующих перечню основных задач, решаемых на уровне федерального органа управления дорожным хозяйством;

- разработаны методические рекомендации по методам сбора информации о состоянии автомобильных дорог на основе применения передвижных дорожных диагностических лабораторий нового поколения;

- осуществлена разработка и совершенствование структуры и параметров автоматизированной отраслевой базы дорожных данных АБДД «ДОРОГА» на основе новейших информационно-телекоммуникационных технологий, предложены новые нормируемые параметры автомобильных дорог, предлагаемые для включения в отраслевую систему диагностики федеральных автодорог:

- обосновано, что основным параметром, влияющим на случайный характер образования пятен гололеда на активных выступах противогололедного дорожного покрытия с шероховатой поверхностью, является разброс глубин впадин (разноглубинность), определяющий случайный характер распределения объемов противогололедного реагента в межзерновом пространстве;

- предлагается для оценки макрошероховатости щебеночно-мастичного асфальтобетона суммарная дисперсия активных выступов макрошероховатости, равная сумме квадрата среднего отклонения и дисперсии высот выступов;

- предлагается использовать критический коэффициент сцепления покоя $\omega_{\text{пкр}}$ как коэффициент сцепления при переходе трения покоя при качении в трение скольжения; обосновано, что эта величина является определяющей характеристикой сцепных качеств дорожного покрытия при разгоне и при торможении, в том числе и с АБС;

- определена структура математической модели положения зерен щебня на поверхности дорожного покрытия на основе применения теоретико-вероятностного подхода;



- разработана структура геоинформационной системы состояния дорожных машин, основанная на применении системы навигации, комплекса измерений, базы данных для обеспечения ППР и обслуживания, системы нормативно-методического обеспечения разработки элементарных сметных норм и эксплуатационных расценок применения дорожных машин и технологий;

- подтверждена работоспособность геоинформационного обеспечения передвижной дорожной диагностической лаборатории восстановлением с помощью системы навигации непрорисованных на электронной карте участков дороги. Основные полученные результаты нашли свое отражение в проекте Программы модернизации системы диагностики федеральных автомобильных дорог и искусственных сооружений, в проектах Регламента проведения диагностики и оценки состояния федеральных автомобильных дорог, Концепции системы управления состоянием федеральных автомобильных дорог.

Вопросами создания систем диагностики, совершенствования методов и средств измерения, прикладных программ занимались в МАДИ (ГТУ), ФГУП «РосдорНИИ», ОАО «СоюздорНИИ», ОАО «Росдортех», Павловском ДУИЦ, ООО «Индор», ОАО «КаздорНИИ» и других учебных и научных центрах. Широко известны результаты работ А.П.

Васильева, М.В. Немчинова, П.И. Поспелова, В.П. Носова, О.А. Красикова, Н.А. Мачиной, Б.Б. Телтаева, А.М. Стрижевского, Н.А. Лушниковой, В.К. Апестина, С.Н. Жилина, С.П. Субботина, В.Н. Бойкова и других ученых. Ими получены основополагающие и широко применяемые в дорожном хозяйстве научные и инженерные решения по обсуждаемой теме. Существуют устойчивые связи с учеными-дорожниками Франции, ФРГ, США, Финляндии, стран СНГ, проводятся международные семинары и конференции по теме исследований.

Фактически создано единое информационное пространство системы диагностики и паспортизации автомобильных дорог РФ. Российскими дорожниками сформулированы основные требования к системе диагностики дорог, включающие единую нормативно-методическую базу по обследованию дорог, единую систему транспортно-эксплуатационных показателей дорог, использование метрологически аттестованных технических средств диагностики, использование нормативно-методической базы и технических средств диагностики, не уступающих международным стандартам. В настоящее время в России выпускаются опытные образцы и серийные партии диагностических лабораторий, реализующие автоматизированные методы измерений основных параметров автомобильных дорог...



Рис. 1. Система управления состоянием федеральных дорог

На современном этапе необходимо обеспечить соответствие хранящейся в отраслевом автоматизированном банке дорожных данных АБДД «ДОРОГА» информации и инструментов информационным возможностям современных систем диагностики, инвентаризации и паспортизации автомобильных дорог в программном и в аппаратном аспектах (например, автоматизированного занесения данных в реальном времени). В модернизированном варианте АБДД «Дорога» встроены блок задач, позволяющих провести комплексный анализ параметров и характеристик, определяющих транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог и необходимых для оценки

и выявления причин возможных нарушений нормального функционирования автомобильной дороги.

Сделан анализ существующих банков дорожных данных для определения их достоинств и недостатков, выявления прогрессивных технических решений. Определен круг задач, необходимых для принятия управляющих решений в рамках дорожного хозяйства РФ. Осуществлено совершенствование программного обеспечения АБДД «ДОРОГА», изменение структуры базы данных и интерфейса пользователя с добавлением дополнительных сведений по каждой единице хранения. Проведена актуализация

накопленной информации и добавление информации по новым единицам хранения с учетом требований и порядка работы... Разработана система управления эксплуатационным состоянием федеральной дорожной сети основанная на ее диагностике (рис.1). Задачи модернизированного варианта АБДД «ДОРОГА» по всей сети представлены на рис. 2. Пример результатов расчета при назначении ремонтных работ приведен на рис.3. Пример работы программы по анализу ровности дорог – на рис.4.

В качестве примера расчета на основе АБДД «ДОРОГА» представлены графики четырех прогнозируемых показателей (рис.5). (Нормативные значения выделены красным цветом. Значения на начальный год расчета – голубым, оранжевым выделены прогнозные показатели).

Задачи, решаемые на основе диагностики федеральных автомобильных дорог, требуют определения коэффициента прочности и модуля упругости дорожных одежд. Для оценки этих параметров на основе данных о видах дефектов дорожных одежд, были проанализированы результаты диагностики федеральных автомобильных дорог. В частности по каждой автомобильной дороге были подвергнуты анализу виды и объемы встречающихся дефектов, а также средние диапазоны вероятных словес усиления для различных технических категорий автомобильных дорог и типов дорожного покрытия. Изучены суммарные данные об объемах различного вида дефектов дорожных одежд, характеризующих их состояние. На основе выполнен-

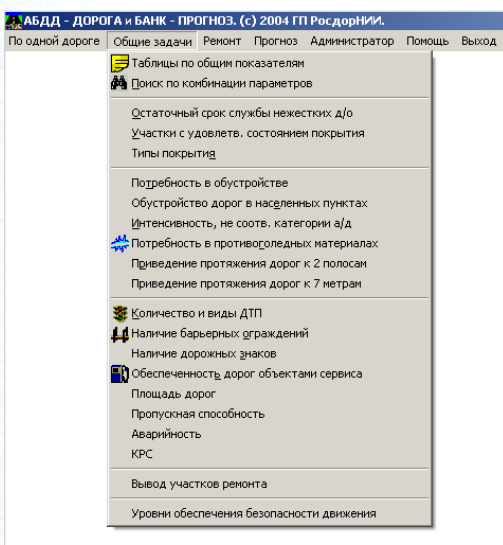


Рис. 2. Основные задачи модернизированного АБДД «ДОРОГА»

Мероприятия	Принадлежность работ				Выбор мероприятия
	Ремонт	Содержание	Реконструкция	Капремонт	
Уширение земляного полотна и дорожной одежды	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Частичная перестр. з/п и д/о в связи с изменением прод.проф	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Полная перестройка существующей дороги	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Устройство выража	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ремонт з/п	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ремонт труб	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Исправление системы водоотвода	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Устройство переходно-скоростных полос	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Усиление дорожной одежды на а/д с а/б покрытием	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Восстановление дорожного покрытия на а/д с а/б покрытием	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Устр-во двухслойного а/б покрытия на а/д с ц/б покрытием	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Устр-во а/б покрытия на а/д с щ/б (прав.) покрытием, обраб. в якущими	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Кирковка с дополнит. обраб. битумом " " "	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Устр-во а/б покрытия на а/д с щ/б (прав.) покрытием	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Обработка в якущими " " "	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Устр-во поверхн. обработки на а/д с а/б и щ/б (прав.) покр.обработ. в як	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ямочный ремонт " " "	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Заливка трещин " " "	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Устр-во поверхн. обработки на а/д с ц/б покрытием	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Замена разбухших плит " " "	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис.3. Результаты расчета при назначении ремонтных работ

код дороги	км+	м	ровность	норматив	тип прибора	протяж.
1010180	1119	500	503	540	2	500
1010180	1119	1000	509	540	2	1010
1010180	1121	0	532	540	2	1008
1010180	1122	0	508	540	2	1003
1010180	1123	0	496	540	2	1001
1010180	1124	0	472	540	2	1000
1010180	1124	1000	613	540	2	1003
1010180	1126	0	742	540	2	1000
1010180	1126	1000	755	540	2	190
1010180	1126	1190	754	660	2	810
1010180	1126	2000	712	660	2	992
1010180	1129	0	685	660	2	999
1010180	1130	0	699	660	2	1026
1010180	1131	0	694	660	2	1028
1010180	1132	0	725	660	2	1001
1010180	1133	0	669	660	2	1003
1010180	1134	0	670	660	2	500
1010180	1134	500	394	660	2	1539
1010180	1136	0	316	660	2	126

Рис.4. Пример работы программы по анализу ровности дорог

ного анализа были получены зависимости между видами дефектов дорожного покрытия, условным коэффициентом прочности и требуемой, вероятной толщиной усиления дорожной одежды. Расчеты проводились дифференцировано для различных технических категорий дорог и типов дорожного покрытия. Для каждого типа дефекта с учетом технической категории дороги и типа дорожного покрытия определяли наиболее вероятные значение расчетного коэффициента прочности и толщину слоя усиления. Одновременно для каждого диапазона толщины слоев усиления определяли укрупненную стоимость ремонтных работ исходя из наиболее распространенных технологий.

Предусмотрена возможность корректировки этих стоимостей по мере получения уточняющей информации. При подсчете стоимостей использовали фактическую информацию и расчетные данные, полученные по расчетной программе «Ремонт». Данные по программе «Ремонт» для конкретных видов работ приводили к текущему году, затем получали поправочные коэффициенты и далее проводили расчеты для различных вариантов усиления дорожных одежд.

Имея расчетные коэффициенты прочности и требуемые модули упругости по ОДН 218.1.052-2002, определяют расчетный фактический модуль упругости, необходимый в частности при решении задачи об остаточном сроке службы до-

рожных одежд. Таким образом, заноса в банк данных только коды дефектов покрытия, можно расчетным путем получить базу, в которой будут присутствовать фактический модуль упругости, требуемый модуль упругости и коэффициент прочности. Опытная апробация методики с использованием компьютерного моделирования показала, что возникающая погрешность в расчетной стоимости ремонта гораздо ниже имеющегося разброса фактических цен на соответствующие ремонтные работы.

Применение АБДД «ДОРОГА» для разработки специальных проектов перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов заключается в следующем. При необходимости перевести по федеральным автомобильным дорогам грузы, имеющие сверхнормативную массу или размеры, превышающие разрешенные габариты выполняется разработка специальных проектов перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов. В основе спецпроекта перевозки лежит маршрут, который содержит информацию о начальном и конечном пунктах перевозки, а также адреса участков автомобильных дорог по которым предполагается провести груз. Используется информация: о массе груза, типе и марке транспортного средства, общей массе перевозимого груза с перевозящим транспортным средством, количестве осей и расстоянии между осями на транспортном средстве, нагрузке на каждую ось транспортного средства с грузом,

габаритах по ширине и высоте транспортного средства с установленным на нем грузом и о периоде выполнения перевозки. При заданных габаритах перевозимого груза с транспортным средством с помощью прикладной программы АБДД «ДОРОГА» проверяются габариты проезда под искусственными сооружениями на всем пути следования перевозимого груза. АБДД имеет информацию обо всех искусственных сооружениях на федеральных автомобильных дорогах, а также об их состоянии и габаритах проезда под ними. При отсутствии возможности проезда под конкретными сооружениями прорабатываются варианты объезда препятствия с соответствующей организацией дорожного движения (расширения габарита проезда) либо принимается решение об использовании транспортного средства с более низкими габаритами, либо ищется другой маршрут.

Также выполняется расчет на возможность выполнения перевозки по мостам, находящимся на маршруте.

М.А.Ермаков,

к.т.н., заведующий отделом,

С.П.Аржанухина,

к.т.н., главный специалист,

С.В.Карпеев, руководитель центра внедрения прогрессивных технологий,

А.В.Кочетков, д.т.н., профессор, академик транспорта, член Президиума Академии транспорта РФ, ФГУП «РОСДОРНИИ»

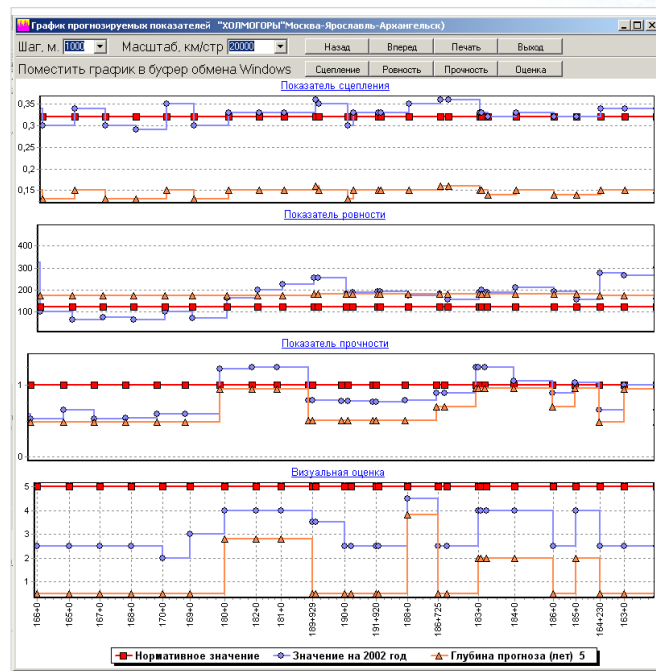


Рис.5. Пример графиков расчета прогнозных показателей