

# **Диагностика технического и транспортно-эксплуатационного состояния дорог**

УДК 625.7

**Диагностика как основа менеджмента качества  
автомобильных дорог**

Кашевская Е. В.

## **Введение**

Как правило, основной проблемой обеспечения высокого уровня качества автомобильных дорог все специалисты дружно называют недостаточное финансирование.

Перед подобной проблемой в 70-80 годах XX века оказались многие страны. Для оптимального распределения имеющихся средств на ремонт дорог в развитых странах Западной Европы, США, Канаде и др. начали развиваться системы управления состоянием покрытий - PMS (Pavement Management Systems). В бывшем СССР также проводились работы по созданию систем управления дорожным хозяйством на стадии эксплуатации автомобильных дорог. Специалисты дорожной отрасли Белоруссии достигли при этом больших успехов[1].

**1. Задачи управления состоянием дорожных покрытий.** «В широком смысле система управления состоянием дорожных покрытий - это координированная совокупность всех видов деятельности связанных с планированием, проектированием, строительством, текущим содержанием и оценкой состояния дорог, а также с научными исследованиями в области дорожных одежд. Часто термин применяют в более узком смысле, понимая под ним взаимосвязанную совокупность процедур и моделей сбора и обработки данных о состоянии покрытия, а также разработанное на их основе программное обеспечение.»[2].

Система позволяет обеспечить поступление информации для ответа на вопрос об очередности ремонта дорог и принятия наилучших решений. Инструментом получения информации является мониторинг. Красиков О.А. полагает, что

«...применительно к автомобильным дорогам, под мониторингом (monitoring) следует понимать систему наблюдений и контроля за состоянием объекта, состоящую из трех основных этапов: наблюдения, оценки состояния и прогноза возможных изменений» [3]. Конечной целью мониторинга является возможность оптимального управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог посредством выбора стратегии решения задач ремонта и содержания.

О.А. Красиков предлагает выделять следующие задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

«- диагностика автодорог, формирование и постоянное обновление банка данных об их транспортно-эксплуатационном состоянии, интенсивности и составе движения транспорта, о дорожно-строительных материалах и их характеристиках, о нормативных требованиях к дорогам и т.п.,

- планирование очередности ремонтных мероприятий на текущий момент с учетом ограниченных ресурсов,

- прогнозирование состояния дорог и планирование очередности ремонтных мероприятий на перспективу с обоснованием стоимости их выполнения,

- регулирование и организация дорожного движения транспорта,

- реализация планов дорожно-ремонтных работ с выбором оптимальных технологий,

- обеспечение качества дорожно-ремонтных работ» [3].

**2. Системы мониторинга автомобильных дорог с выходом на решение задач по управлению их состоянием.** В настоящее время в мире имеется множество систем управления, среди которых можно отметить RoSy PMS, BMS (Дания, Швеция, Норвегия и др.), ROMAPS (Великобритания), AASHTO (США), Dighton (Канада), Davasema (Литва), Visage, Argus, (Франция).

Большое внимание проблеме содержания и ремонта дорог уделяют мировые финансовые институты, - в первую очередь, Мировой Банк. При его поддержке разработана инженерно-экономическая Модель Стандартов Проектирования и Содержания Автодорог (HDM (Highway Development and Management Tools)). В HDM отсутствует только полноценный банк данных,

в остальном система обладает всеми качествами хорошо разработанной PMS. И настоящее время разработана уже четвертая версия HDM - IV. Область применения этой версии значительно расширилась по сравнению с традиционной оценкой проектов, в настоящее время эта мощная система анализа управления автомобильными дорогами и инвестициями используется многими странами для управления сетью национальных дорог. С использованием HDM – IV можно решать следующие задачи:

- анализ и уточнение проектных решений на основе вариантного проектирования;
- оценка эффективности вложений инвестиций по вариантам проектных решений, в т.ч. по вариантам развития сети дорог;
- планирование и прогнозирование инвестиций на ремонт и содержание сети дорог (текущее и долговременное планирование);
- оценка эффективности технических решений и технологий ремонта дорог;
- анализ деятельности дорожных предприятий и др.

Экономические выгоды от дорожных инвестиций определяются сравнением общих затратных потоков на различные варианты дорожных и строительных работ с базовым вариантом («ничего не делать»), который обычно предусматривает минимальные затраты на текущий ремонт и содержание. HDM-IV позволяет проводить сравнительные оценки затрат и экономического анализ различных инвестиционных предложений. Она оценивает затраты на большое количество вариантов на любой заданный пользователем период времени.

Система управления состоянием дорог и мостов, используемая в Дании, Швеции, Чехии, Норвегии и др. RoSy PMS, BMS (Road Systems Pavement, Bridg Management System) состоит из следующих основных модулей (рисунок 3) [4]:

- RoSy BASE – формирование базы данных по дорогам и их электронная обработка;
- RoSy BMS – формирование базы данных по мостам, обоснование и назначение ремонтных работ;
- RoSy Plan – выработка возможных оптимальных способов содержания и обслуживания дорожной сети;

- RoSy Design – проектирование усиления дорожных конструкций.

Данная система позволяет учитывать влияние холодного климата и основные особенности HDM-IV.

«В системе RoSy PMS также учтен процесс прогнозирования развития указанных повреждений покрытия во времени В отличие от HDM. в системе RoSy более детально проработан вопрос вариантного назначения конструктивных слоев усиления дорожной одежды. Вместе с тем, экономическая сторона вопроса при обосновании оптимальной стратегии выполнения дорожно-ремонтных работ уступает модели HDM. Следует отметить, что при вариантной проработке усиления дорожных одежд используется европейская методика расчета усиления, которая отличается от методики СНГ, что сказывается на толщинах слоев усиления» [3].

Оптимизационные решения в системе RoSy выполняются путем расчета по различным схемам назначения ремонтных работ с использованием критерия дисконтированных затрат за период 30 лет.

В Германии в настоящее время используется собственная система менеджмента сохранения дорог [4], унифицирующая разные системы федеральных земель. Основными элементами немецкого менеджмента сохранения автомобильных дорог являются:

- концепция сохранения дорог с учетом транспортной политики и экономических целей;
- системный порядок действий и функции управления в основе планирования работ по содержанию дорог;
- требования к дорогам и дорожным сооружениям;
- методы планирования и оптимизации;
- информационные связи в системном рассмотрении, с учетом контроля за мероприятиями по содержанию.

Разработанная в Германии система PMS базируется на четырех показателях, которые определяются инструментально:

- продольная ровность дорожного покрытия;
- поперечная ровность (колея);
- сцепные качества;
- наличие трещин и других деформаций на покрытии.

Каждый из перечисленных параметров контролируется специализированной передвижной лабораторией. Продольная ров-

ность, в отличие от общепринятой практики, оценивается не по международному показателю ровности IRI, а по спектральной плотности распределения неровностей по длине дороги. Колея также оценивается с использованием лазерного прибора. Сцепные качества определяются прицепной установкой типа ПКРС. Трещины и другие повреждения фиксируются на видео. При проведении исследований скорость передвижных лабораторий устанавливается не менее 80 км/ч, чтобы не создавать помех движению транспортного потока на обследуемой дороге.

По результатам выполненных измерений формируется база данных. Состояние дорог оценивается по каждому показателю по четырехбалльной шкале в соответствии с графиком, представленном на рисунке 1.



Рисунок 1 – Оценка состояния дорог в зависимости от значения показателя по измерениям

**Американская система управления состоянием дорог и мостов AASHTO [5]** является аналогом HDM и включает значительный перечень решаемых инженерных задач, в том числе транспортных, таких как проезд большегрузных автомобилей с пересечением границ других государств, экономических - выбор оптимальных проектных решений, а также экологических и социальных. Функционирование системы осуществляется на основе анализа значительного объема информации и требований стандартов. Система предусматривает постоянный мониторинг дорог и мостов.

**Английская система управления состоянием дорог RO-MAPS (Roughton International's Maintenance Planning System)** используется в 12 странах [6]. Она является также аналогом HDM и PMS. В методологическом плане она включает в себя две основные подсистемы MMM (Maintenance Management Methodology) и DBMS (Database Management System), которые в качестве функционирующих компонентов содержат RAdb (Road Asset inventory and condition database) и MPdb (Maintenance Planning application). Система не только совместима с HDM, но и включает отдельные ее подпрограммы. Существование этой системы, так же как, впрочем, и PMS, свидетельствует о том, что каждая страна стремится создать свою систему, которая бы учитывала новейшие достижения и специфические экономические, климатические, технологические и др. особенности исследуемого региона.

**Система мониторинга и планирования ремонтных работ МАДИ** разработана под руководством профессора Васильева А. П. [7] В основу методики положены элементы системы диагностики автодорог [8]. Выходным параметром системы является обеспечиваемая дорогой скорость движения автомобиля с учетом влияния на нее состояния покрытия, обочин, интенсивности движения, прочности одежды и др. Существенным отличием системы являются показатели обеспечения расчетной скорости по наиболее важным параметрам дорог с использованием их при определении транспортных расходов. Значения этих показателей были пронормированы, что обеспечило возможность на предварительной стадии ранжировать участки дорог по степени их соответствия требованиям движения транспорта.

**В Республике Беларусь** для республиканских автомобильных дорог используется система управления транспортно-

эксплуатационным состоянием автомобильных дорог "Ремонт", разработанная в РУП "Белорусский дорожный инженерно-технический центр". Система собирает данные в автоматизированный банк данных, на основании инженерного анализа производит оценку и прогнозирование состояния, позволяет обосновать выбор стратегии ремонта, а также рассчитать экономическую эффективность и оптимизировать затраты на ремонт.

**3. Прогнозирование состояния и управление состоянием автомобильных дорог.** При всем многообразии имеющихся систем все они объединены общими принципами построения и функционирования. Схема системы управления состоянием автомобильных дорог, предлагаемая Г.М. Гасановым приведена на рисунке 2 [9].

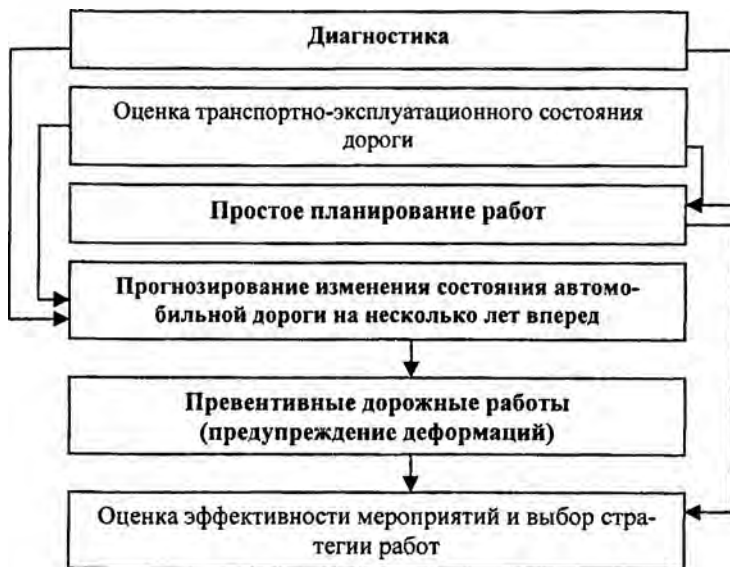


Рисунок 2 - Система управления состоянием автомобильных дорог

При значительной протяженности дорожной сети хранение и обработку собранных данных можно осуществлять только с использованием средств вычислительной техники. Основным

инструментом для этих операций является банк дорожных данных, являющийся важной составной частью любой системы управления.

В соответствии с установленными приоритетами современную систему мониторинга дорожно-транспортного комплекса следует развивать по трем основным направлениям:

- мониторинг технических параметров автомобильных дорог и состояния покрытия;
- мониторинг транспортного потока;
- мониторинг состояния окружающей среды.

Установление геометрических характеристик и идентификация функционального класса автомобильных дорог осуществляется на стадии инвентаризации.

Большое значение с точки зрения эффективности управления системами имеет достоверность прогнозирования состояния системы в будущем на основании анализа состояния в настоящее время.

Для прогнозирования состояния принято использовать разные методы моделирования. Вместе с тем, как считает Курганов В.А.: «... процедура прогнозирования должна сочетать в себе все положительные качества различных методов получения информации. Необходим расчет математической модели прогнозирования, ..., проверка ее адекватности на основе имеющихся результатов натуральных наблюдений, а само прогнозирование должно осуществляться в интерактивном режиме с участием экспертов, которые вносят поправки в результаты расчета, исходя из содержательного анализа причинно-следственных факторов...» [10].

## **Литература**

1. Комплексная система управления качеством в Миндорстрое БССР. – Минск, 1977.
2. Красиков, О. А. Мониторинг и стратегия ремонта автомобильных дорог/ О. А. Красиков. – Алматы: КазгосИНТИ, 2004.– 263 с.
3. Автомобильные дороги Германии. Федеральное министерство транспорта Германии. Bundesministerium für Verkehr (BMV), Bonn, 1995.



4. Bergman-Syren, J. Anwendung von Pavement-Management-System für die Planung der Straßenerhaltung durch die Straßenbauverwaltung der Länder-Beispiel Hessen / J. Bergman – Syren // Deutscher Straßen- und Verkehrskongreß, Düsseldorf 1996; Kongreßbericht der FGSV, S. 91
5. Anthony, R. United States Vision, for Total Highway Asset Management./ R. Anthony R., L. Jose , A. Aldayui.// American Association of State Transportation Officials (AASHTO) – 444 N. Capitol St. NW, Suite 249 Washington. DC 20001. For presentation and publication an the 2<sup>nd</sup> International Conference on Bridge Maintenance/ Safety and Management, Kyoto Japan, October 19-22, 2004.
6. ROMAPS-PS. Rough ton Internationals Maintenance Planning System. Installation and Operations Manual. Volume 1 and 2/ 1998. Page 72 and 149
7. Васильев, А. П. Комплексный метод оценки качества и состояния автомобильных дорог/ А. П. Васильев // Автомобильные дороги, 1989 – № 7. – С.10–11; № 8. – С. 7–10.
8. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог: учеб. пособие / И. И. Леонович, С. В. Богданович, В. В. Голубев [и др.]; под ред. И. И. Леоновича. – Минск: БНТУ, 2002. – 357 с.
9. Гасанов, Г. М. Управление транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог / Г. М. Гасанов. – М.: МАДИ (ГТУ), 2005. – 172 с.
10. Курганов, В. М. Управление автомобильными перевозками на основе ситуационного подхода: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.08 / В. М. Курганов. – Москва, 2004. – 323 с.

УДК 625.7

**Проблемы и перспективы системного управления состоянием автомобильных дорог**

**Леонович И. И., Богданович С. В.  
Белорусский национальный технический университет**

В настоящее время автомобильный транспорт приобрел особое значение для экономики большинства стран. Это во многом объясняется его высокой мобильностью, широким диапазоном