

2. Finn F. Pavement Management Systems – Past, Present, and Future Public Roads, July/August 1998.– Vol. 62.– No. 1
3. Эксплуатация автомобильных дорог, их ремонт и содержание // Автомобильные дороги Беларуси: Энциклопедия / под общ. ред. А. В. Минина. – Минск: БелЭн, 2002. – 672 с.
4. Leonowicz, I. Nowe zasady opracowania systemów zarządzania stanem nawierzchni [Electronic resource] / I. Leonowicz, S. Bohdanowicz // Materiały konferencyjne I Polskiego Kongresu Drogowego "Lepsze drogi - lepsze życie". – Warszawa, 2006. – Mode of access: http://szablony.idcom.pl/pkd/szablony/szablony/719/pliki/leonowicz,_bogdanowicz.pdf. Date of access: 02.02.2007

УДК 625.87

**Теоретические основы современной диагностики
автомобильных дорог**

Леонович И. И.

Белорусский национальный технический университет

Введение. Диагностика – это наука по выявлению дефектов в конструктивных элементах сооружения, оценке общего состояния и определению соответствия автомобильных дорог предъявленным к ним коммуникативным требованиям. Ее можно отнести к числу молодых. Она стала развиваться с того времени, когда особую актуальность приобрело качество дорог, а для его определения начали использоваться приборы и оборудование, позволяющие получать численные характеристики.

При диагностике автомобильной дороги определяют параметры ее конструктивных элементов, ровность покрытия, прочность и степень износа верхнего слоя дорожной одежды, шероховатость и скользкость поверхности проезжей части, светотехнические характеристики объектов дорожного интерьера, аэродинамическую и гидрогеологическую устойчивость дорожных сооружений, термоустойчивость материалов дорожной конструкции, а также производят диагностирование транспортных потоков и погодно-климатических условий эксплуатации дорог [1].

В арсенале диагностики дорог имеется значительная приборная база, а основные положения диагностирования и критерии качества дорог вошли во многие нормативные документы. Наряду с экспериментальной диагностикой развивается и теория диагностирования. Однако она далека от совершенства. Очевидной является необходимость ее дальнейшего развития и в первую очередь, ее рамочное рассмотрение.

1. Цели и задачи диагностики. Диагностика по отношению к существующим автомобильным дорогам имеет конкретные цели. Они могут быть сформулированы следующим образом: [2]

1. Определение технического состояния, в котором дорога находится в рассматриваемый период времени. Этот вид работ выполняется в процессе диагностики с использованием инструментов, приборов, различного вида установок и передвижных лабораторий. В Республике Беларусь широко применяются, как отечественные, так и зарубежные контрольно-измерительные приборы. Руководство по систематическому контролю технико-эксплуатационного состояния автомобильных дорог осуществляет РУП «Белдорцентр». Непосредственный контроль осуществляют дорожно-эксплуатационные организации и РУП «Белдорцентр».

2. Прогнозирование технического состояния, в котором окажется автомобильная дорога по истечении определенного периода времени. Этот вид работ может быть назван диагностированием прогнозов. Он включает, с одной стороны, детальное экспериментальное исследование состояния дорог с помощью имеющихся технических средств, с другой – разработку прогнозов по специально построенным алгоритмам и программам. К сожалению, такие алгоритмы и программы еще не доведены до совершенства. Их усовершенствование – задача первостепенной важности, на решение которой должны быть нацелены научные коллективы республики.

3. Выявление первопричин возникновения тех или иных дефектов, их генезиса. Этот вид диагностики базируется на данных контроля качества дорожно-строительных материалов, используемых при строительстве, материалах анализа условий эксплуатации дороги, закономерностях изменения свойств материалов под воздействием природных факторов и транспортных нагрузок. Несомненную пользу при этом могут принести

банки данных, отражающие особенности эксплуатации автомобильной дороги за весь рассматриваемый период.

4. Систематический контроль в режиме мониторинга, транспортных потоков с определением интенсивности и состава движения, габаритов и весовых параметров транспортных средств, допустимых и реализуемых скоростей движения.

5. Выявление мест концентрации дорожно-транспортных происшествий с определением причин из возникновения и установлением влияния дорожной составляющей на безопасность движения транспортных потоков.

6. Сбор информации и микроклимата дорожного интерьера необходимой для создания термокарт, являющихся основой научно-обоснованного управления состоянием дорог и оптимальным использованием противогололедных материалов, играющих отрицательную роль в экологической безопасности окружающей среды.

Основными задачами учебной дисциплины являются:

1) сбор объективной информации о техническом состоянии городских улиц и дорог и всех относящихся к ним сооружений;

2) оценка технико-эксплуатационного состояния улиц и дорог с определением участков, требующих ремонта; выявление причин этого несоответствия; [3]

3) прогнозирование изменений состояния улиц и дорог, разработка рекомендаций по повышению уровня эксплуатационного состояния с определением видов и объемов работ;

4) планирование дорожных работ с учетом фактически выделяемых средств для полного или ограниченного их финансирования;

5) формирование автоматизированного банка дорожных данных, включающего в себя обработку, хранение и выдачу информации о технико-эксплуатационном состоянии сети автомобильных дорог.

2. Классификация основных направлений диагностирования автомобильных дорог.

При планировании и организации работ по диагностированию автомобильных дорог целесообразно учитывать, как диагностируемые параметры, так и возможности их использования для принятия управленческих решений. По-нашему мнению основные характеристики автомобильных дорог и всего дорож-

но-транспортного комплекса следует оценивать дифференцированно, а о качестве дорог в целом – судить на основании их всестороннего анализа. Для всестороннего анализа автомобильных дорог, как важнейшей составляющей дорожно-транспортного комплекса, целесообразно выделить следующие группы диагностических характеристик:

1). *Технические характеристики дорог*, т.е. параметры автомобильных дорог, которые были приняты на стадии их проектирования и реализованы при строительстве. К ним относятся: ширина земляного полотна, обочин и разделительной полосы; высота насыпи и глубина выемок; крутизна откосов; ширина проезжей части и число полос движения; радиусы круговых кривых в плане и профиле дороги; расчетная видимость; продольные уклоны; тип дорожной одежды и ее конструкция; система обустройства; пересечения с другими линиями транспортных коммуникаций; освещение; декоративное и сервисное обустройство и др.

2). *Технико-эксплуатационные характеристики*, т.е. показатели состояния дорог, которые не являются постоянными в процессе их эксплуатации, а изменяются или могут изменяться под влиянием погодно-климатических факторов, внешних нагрузок или в результате старения материала. К ним относятся: прочность дорожной одежды; продольная и поперечная ровность и шероховатость (скользкость) покрытия; метеорологическая видимость; обзорность дорожного интерьера; освещенность и яркость проезжей части; уровень дефектности и снегозаносимости дороги; эрозионная стабильность земляного полотна, надежность функционирования в чрезвычайных ситуациях.

3). *Коммуникативные характеристики*, т.е. показатели, с помощью которых дается оценка возможности автомобильным транспортом успешно выполнять возможные функции с минимальными издержками дорожного движения. К ним относятся: допустимая скорость движения; обеспеченность расчетной скорости; эффективная ширина проезжей части; пропускная способность; уровень загрузки дороги движением; допустимые весовые нагрузки на проезжую и мостовые конструкции; габаритные параметры транспортных средств; безопасность движения;

время сообщения; эмоциональная безопасность, энергетические и органомиические затраты и др.

4). *Транспортные характеристики*, т.е. показатели, которые определяют технические и транспортно-эксплуатационные качества транспортного потока. К ним относятся: скорость, интенсивность, состав, однородность и плотность транспортного потока, осевые нагрузки, габариты транспортных средств и др.

Каждая из этих диагностических групп имеет или должна иметь соответствующую теоретическую и экспериментальную базу, используя которую можно получить численные данные, объективно характеризующие состояние дорожного объекта и дорожной сети в целом.

3. Теоретическая база диагностики автомобильных дорог.

При оценке параметров первой группы теоретической базой является метрология и стандартизация, включающая измерение линейных, угловых и высотных величин, географическое позиционирование, а также вычисления вероятности и достоверности получаемых результатов на основе теории вероятности и математической статистики.

Вторая группа диагностических параметров отличается особенно большим разнообразием, и поэтому здесь приходится учитывать различные физические, физико-химические, механические и другие закономерности [4].

При диагностике автомобильных дорог большое значение имеют: теория надежности и долговечности транспортных сооружений; теория деформирования упруго-вязко-пластических тел, к которым относится большинство дорожных конструкций, состоящих из органоминеральных композиций; теория упругости, используемая для расчета жестких и нежестких дорожных одежд; тепло-массообмен, протекающий в земляном полотне и дорожных одеждах под влиянием погодно-климатических факторов; закономерности поверхностного стока, фильтрации и гидродинамики; устойчивости грунтовых масс и коррозии материалов.

Особое место в раскрытии закономерностей транспортно-эксплуатационного состояния дорог в различные периоды и годы принадлежит теории математического моделирования и

установления функциональных и корреляционных зависимостей в системе ВАДСС.

При диагностике дорожных знаков, вертикальной и горизонтальной разметки, функциональных особенностей котопфотов и других объектов дорожного интерьера широко используются теоретические положения геометрической оптики и, прежде всего, законы фотометрии. Они позволяют определить энергию светового потока, силу света, освещенность, яркость, светимость и другие светотехнические характеристики дорожных объектов и сооружений.

Третья группа диагностических параметров отражает, с одной стороны, дорожно-транспортную составляющую (ширину проезжей части, состояние покрытия, продольные уклоны трассы, вид транспортного средства и его технические характеристики), а с другой – социально-экономическую (плотность населения, наличие и обустройство остановочных пунктов общественного транспорта, принятая система регулирования движения). Каждая из этих составляющих может быть детально раскрыта на основании социально-технических, экономических и экологических закономерностей, которые содержатся в научной и справочной литературе по проблемам транспортных коммуникаций.

Оценка параметров четвертой группы связана с тяговыми и динамическими характеристиками транспортных средств, теорией движения автомобилей, системой случайных процессов при формировании транспортных потоков, прогнозированием безопасности дорожного движения и влиянием дорожных и погодноклиматических условий на возможность реализации планов перевозочного процесса.

4. Экспериментальная база диагностики автомобильных дорог.

Как уже было отмечено выше, оценка качества автомобильных дорог базируется на ряде теоретических положений. Эти положения раскрыты в трудах ученых СоюзДорНИИ, МАДИ (ГТУ), Киевского и Харьковского университетов дорожного профиля, БНТУ, РУП «Белдорцентр» и других научных центров. Экспериментальная база в центрах диагностики формируется приборами и оборудованием, которые выпускают многие предприятия и организации в странах СНГ и дальнего зарубе-

жья. Можно считать, что в настоящее время имеется большое количество дорожных испытательных станций, достаточное количество моделей лабораторного оборудования, портативных приборов и мобильных лабораторий для оценки прочности дорожных одежд, ровности дорожного покрытия, шероховатости, сцепных качеств проезжей части, светотехнических характеристик дорожных знаков и разметок, определения основных экологических составляющих окружающей среды, оценки весовых параметров, интенсивности и состава транспортных потоков. Современный арсенал высокоточного электронного оборудования позволяет решать многие вопросы определения физических параметров дорожных поверхностей, геометрических параметров сооружений и процессы их деформирования при воздействии на них транспортных нагрузок и изменения температуры окружающей среды.

Главной проблемой на современном этапе является укомплектование дорожно-строительных и дорожно-эксплуатационных организаций всеми приборами и оборудованием необходимыми для непрерывного, в режиме мониторинга, проведения работ по диагностике автомобильных дорог, а также определения эффективности дорожно-ремонтных работ [5]. Наряду с диагностикой автомобильных дорог, безусловно, требует развития и база стендовых испытаний [6].

На основании приведенной выше информации и с учетом задач, которые вытекают из государственной программы «Автомобильные дороги Беларуси» на 2006-2015 гг. можно сделать следующие выводы.

1. Диагностика автомобильных дорог, как наука и установившаяся практика, имеет достаточно надежную теоретическую основу для своего функционирования. Параллельно с теорией развивается и экспериментальная база, что позволяет проводить масштабные работы по оценке качества автомобильных дорог, особенно республиканского значения.

2. Разработанные в РУП «Белдорцентр» методики проведения работ по диагностике автомобильных дорог, установленные нормы для основных характеристик автомобильных дорог различных категорий и принятая система контроля за их соблюдением позволили повысить культуру производства работ по содержанию, строительству, капитальному и текущему ремонту

автомобильных дорог.

3. Уровень теоретического обоснования критериев и системы проведения диагностики автомобильных дорог достаточно высокий, но его не следует считать предельно возможным.

4. Дальнейшее развитие теории диагностики автомобильных дорог целесообразно проводить по направлениям:

- создание надежных методов расчета дорожных одежд в условиях интенсивного развития автомобильного транспорта большой грузоподъемности и использование в дорожной практике новых дорожно-строительных материалов;

- разработка и использование мобильных лабораторий, позволяющих с высокой точностью экспрессными методами определять всю совокупность технико-эксплуатационных характеристик дорог;

- обоснование комплексных программ по сбору информации и исследованию состояния дорожного объекта и окружающей среды в зонах дислокации дорожных испытательных станций;

- формирование потока технической и метеорологической информации необходимой для термокартирования дорожной инфраструктуры – организационной основы реального учета текущих и прогнозных условий движения;

- увязка диагностических характеристик состояния дорог с организацией и технологией их содержания и ремонта, комплексной оценкой безопасности движения и эффективностью работы автомобильного транспорта.

5. Вопросам теории диагностирования автомобильных дорог необходимо уделять большое внимание в периодических изданиях дорожного профиля, в учебных программах по дисциплинам специальности «Автомобильные дороги», учебных и методических пособиях.

Литература

1. Автомобильные дороги. / Я. Н. Ковалев [и др.]. – Минск, АртДизайн, 2006. – 352 с.
2. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог / И. И. Леонович, С. В. Богданович, В. В. Голубев [и др.]; под ред. И. И. Леоновича. – Мн.: БНТУ, 2002. – 357 с.
3. Корсунский, М.Б. Оценка прочности дорог с нежесткими

одеждами / М. Б. Корсунский. – М., 1966.

4. Чихладзе, Э.Д. Расчет напряжений и деформаций в двухслойных плитах / Э. Д. Чихладзе, А. Г. Кислов // Автомобильные дороги и мосты. – Мн.: РУП «Белдорцентр», 2007. – № 1. – С. 31–34.

5. Указания по оценке эффективности дорожно-ремонтных работ / ВСН 2-80. – Минавтодор РСФСР. М., 1981. – 32 с.

6. Русин, Р.М. Стендовые испытания дорожных конструкций и материалов / Р. М. Русин // Автомобильные дороги и мосты. – Мн.: РУП «Белдорцентр», 2007. – № 1. – С. 76-78.

УДК 625.76

**Вопросы диагностики автомобильных дорог
в трудах профессора А. П. Васильева**

Леонович И. И.

Белорусский национальный технический университет

Автомобильные дороги имеют относительно небольшую историю своего развития. Проблемы их проектирования и строительства возникли около 100 лет тому назад с появлением автомобилей, а интенсивная автомобилизация постоянно инициирует необходимость совершенствования конструкций дорог, расширения дорожной сети и повышения коммуникативных возможностей транспортных магистралей.

Проблемами дорог занимались и занимаются многие научные коллективы в различных государствах, огромная армия проектировщиков, строителей и эксплуатационников. Все большее значение придается интеграционным процессам в системе транспортных комплексов межгосударственного и внутригосударственного значения. Автомобильный транспорт в системе транспортного комплекса играет важнейшую связующую роль, как на коротких, так и значительных расстояниях.

Успешная работа автомобильного транспорта всецело зависит от состояния автомобильных дорог, их соответствия интенсивности и состава транспортных потоков, допустимых скоростей движения автомобилей. Качество автомобильных дорог включает ряд составляющих и охватывает значительный временной интервал - от проектирования и строительства до эксплуатации, которая продолжается «бесконечно». На протяжении