

- отсутствие гибких элементов;
- полностью автоматическое вычисление;
- наличие БД для хранения истории измерений.

На данный момент выдуться испытания стенда. По-

лученные промежуточные данные свидетельствуют о состоятельности метода. По завершению испытаний испытательного стенда планируется приступить к промышленному испытанию.

Литература:

1. К.П. Яковлев. Определение момента инерции махового колеса динамическим методом. Физ. практикум. Работа 2а.ОГИЗ. М.-Л.,1946 — с. 85–88
2. Козлов В.И. Измерение момента инерции твердых тел в физическом практикуме. Материалы международной научно-технической конференции ААИ «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ».М.,2012 — с. 213–218
3. Изучение вращательного движения твердого тела. Физический практикум. Лабораторная работа 10. Под ред. В.И. Ивероной. М., 1962, — С. 86–90.
4. Вольдек А.И. Электрические машины. — Л.: Энергия, 1974. — 84 с.
5. Сеферян А.Е. Разработка метода идентификации математической модели электродвигателя бесконтактным способом. Машиностроение. Кр-р, 2011 — с. 80–84.
6. Сеферян А.Е., Топчий А.Ю., Нестеров А.В. Бесконтактная параметрическая идентификация вращающихся машин. Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики.2011, вып.6 (76). — с. 142–143.

Устройства для анализа и оценки состояния дорожного покрытия

Целых Дмитрий Сергеевич, аспирант
Астраханский государственный университет

Привалов Олег Олегович, кандидат технических наук доцент
Камышинский технологический институт (филиал) Волгоградского государственного технического университета

В статье рассматривается степень значимости автомобильных дорог в жизни любой страны и проблемы поддержания автомобильных дорог в надлежащем виде. Также рассмотрены способы анализа и диагностики состояния дорог. В статье имеются описания устройств, наиболее используемых на данный момент и самых современных еще практически неиспользуемых. Проведен анализ этих устройств, в процессе которого были выявлены их недостатки. Так же в статье приведено описание разрабатываемого устройства спроектированного у учетом выявленных недостатков и пожеланий специалистов, работающих в сфере дорожного строительства. Представлена структурная схема устройства оценки состояния дорожного покрытия и полное описание функционирования всех узлов разрабатываемого устройства. В заключительной части статьи произведен анализ положительных эффектов от внедрения разрабатываемого устройства. Определены сферы применимости устройства и позиции, выгодно отличающие его от используемых в данный момент аналогов.

Ключевые слова: кривизна дорожного покрытия, поперечный уклон, продольный уклон, дорожная одежда, динамический прогиб, видеонаспартизация

Введение

Автомобильная дорога — объект транспортной инфраструктуры, включающий в себя комплекс функционально связанных конструктивных элементов и искусственных инженерных сооружений, специально предназначенных для обеспечения безопасного движения автомобильных и других транспортных средств с расчётными скоростями, нагрузками и габаритами, с заданной интенсивностью движения в течение дли-

тельного времени, а так же участки земель, предоставленные для размещения этого комплекса и пространство в пределах установленного габарита. Определение понятия «дорога» в России закреплено законодательно. Согласно Федеральному закону от 10.12.1995 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения», дорога — обустроенная или приспособленная и используемая для движения транспортных средств полоса земли либо поверхность искусственного сооружения. Дорога включает в себя одну или несколько проезжих частей, а



Рис. 1.

также трамвайные пути, тротуары, обочины и разделительные полосы при их наличии.¹

Суммарная протяженность автомобильных дорог России сегодня составляет 904,7 тыс. километров, в том числе 759,3 тыс. км дорог с твердым покрытием и 145,4 тыс. грунтовых дорог². В современном мире автомобильные дороги являются стратегически необходимой частью инфраструктуры любой страны. Поэтому поддержание дорог в надлежащем состоянии является государственной задачей, решение которой не может стоять на втором плане.

На сегодняшний день в России существуют специальные службы, комитеты, и даже институты задачами которых является обеспечение надлежащего качества автомобильных дорог. В их функции входит как проведение плановых осмотров, диагностик и изучение физико-химических характеристик дорожных одежд, так и необходимый ремонт и прокладка нового дорожного сообщения.

Проведение качественного анализа состояния дорожного покрытия и его ремонта невозможно без специальных приспособлений и устройств. Поэтому на сегодняшний день существует множество разнообразных устройств помогающих человеку быстро и качественно проводить укладку нового дорожного покрытия, а так же выполнять оперативный ремонт.

Дорожные устройства

Особую роль выполняют устройства для анализа состояния дорожного покрытия. Данные устройства помогают человеку выявлять на ранней стадии места где начался или может начаться процесс разрушения дорожного покрытия. Что в свою очередь позволит с минимальными затратами ликвидировать или локализовать процесс разрушения дорожного покрытия. Данные устройства условно можно разделить на две категории наблюдения рис. 1. Оба вида наблюдений являются чрезвычайно важ-

ными для проведения диагностики состояния автомобильных дорог.

Устройства для глубинной оценки позволяют увидеть плотность дорожного покрытия, а также глубину слоя, состав и размер фракций дорожной одежды. Для этого разработаны приборы использующие принцип эхолота, которые способны определить плотность дорожного покрытия, а также наличие пустот в 30 сантиметровом слое дорожной одежды. Так же для исследований такого рода рабочими производятся вырубки и засверливания дорожного полотна для получения образцов дорожной одежды. После чего образцы проходят исследования по физико-химическим характеристикам в лабораторных условиях.

Устройства второго вида предназначены для проведения оценок характеристик состояния дорожного покрытия, которые можно сделать визуально. К таким характеристикам относят:

1. Кривизна дорожного покрытия
2. Поперечный уклон
3. Продольный уклон
4. Протяженность
5. Наличие неровностей
6. Качество разметки
7. Коэффициент сцепления
8. Наличие трещин
9. Наличие впадин
10. Наличие вспучиваний
11. Освещенность полосы
12. Ширина проезжей части

Исследования данного вида являются основными в процессе эксплуатации автомобильных дорог. Результаты исследований используются не только для текущей оценки состояния дорожного покрытия, но так же и для создания и ведения паспортизации дорог, что позволяет видеть динамику состояния дорожного покрытия. Поэтому исследования данного вида должны производиться при завершении работ строительных работ дорожного по-

¹ Поспелов, П.И. Дороги — Большая Российская энциклопедия, Т.9. — С. 285.

² Осин М.С. Дороги России — «Российская газета» — Специальный выпуск №5314.

лотна и периодически обновлять весь срок эксплуатации автомобильных дорог. Данная диагностика позволит объективно и своевременно выявить разрушения дорожного покрытия на ранних стадиях, что в итоге приведет к существенной экономии финансовых средств на капитальном ремонте дорожного полотна.

Для данного вида диагностики на данный момент разработано множество устройств и комплексов позволяющие оперативно и качественно проводить оценку состояния дорожного покрытия.

Первые приборы для оценки состояния дорожного покрытия появились довольно давно, многие из них претерпев некоторые изменения и сегодня используются в дорожном строительстве.

Дорожная рейка

Дорожная рейка — одно из самых распространенных на данный момент устройств оценки состояния дорожного покрытия. Дорожная рейка представляет собой 3 метровую рейку изготовленную из алюминиевого профиля с нанесенными на нее делениями и снабженного устройствами для измерения уклонов. Данное устройство является примитивным измерительным устройством разработанным к моменту развития дорожно-строительных служб, и практически не претерпевшим существенных модернизаций до сегодняшнего момента.

Основным назначением дорожных реек является измерения неровностей поверхности покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов по ГОСТ 30412–96п.4. Определение продольных и поперечных уклонов проезжей части дорог и аэродромных покрытий в соответствии с требованиями СНиП 2.05.02–85, СНиП 32–03–96, СНиП 2.05.11–83.

Данное устройство позволяет оценить такие характеристики дорожного покрытия как:

1. неровность поверхности,
2. толщина слоев дорожной одежды,
3. продольные и поперечные уклоны,
4. крутизна заложения откоса, насыпей и выемок
5. ширина трещин
6. линейные измерения

Данное устройство является примитивным и не позволяет провести объективную оценку состояния дорожного полотна. Оценка состояния дороги с помощью рейки требует непосредственного присутствия сотрудника дорожных служб. Данный метод не является оперативным и требует большого количества трудовых активов.

Дорожное колесо

Дорожное колесо — устройство примитивного типа применяется для измерения расстояний. Данное устройство является примитивным, применяется для определения больших расстояний. Устройство представляет собой колесо, закрепленное на конце трости и оснащенное

прибором для подсчитывания количества оборотов совершенное колесом. Процесс измерения предусматривает прокатывание колеса по траектории, расстояние которой необходимо измерить.

Данное устройство является примитивным. Оценка состояния дороги с помощью рейки требует непосредственного присутствия сотрудника дорожных служб. Позволяет провести оценку только одному параметру.

Многоколесная диагностическая станция

Многоколесная диагностическая станция — устройство прицепного типа имеющая в составе от 8 до 12 колесных осей. При прогоне данного устройства по поверхности дорожного полотна устройство фиксирует все динамические изменения в колесной базе и в платформе тележки. Это устройство позволяет оценить такие характеристики дорожного полотна как:

1. неровность поверхности
2. продольные и поперечные уклоны
3. крутизна заложения откоса
4. сцепление и линейные измерения
5. Линейные измерения

Недостатками данного метода оценки состояния дорожного покрытия заключается в отсутствии возможности оценки устройством мелких трещин и дефектов, а также дефектов, не попавших под колесо многоколесной платформы. Результаты исследований должны оцениваться экспертами вручную.

Передвижной диагностический комплекс

Передвижной диагностический комплекс — представляет собой передвижную исследовательскую автоматизированную лабораторию для оценки состояния дорожного полотна. Отличительной особенностью комплекса является удобство эксплуатации и высокая производительность работы.

При помощи данной лаборатории в автоматическом режиме производятся измерения параметров:

1. Пройденный путь;
2. Скорость движения;
3. Ровность покрытия (в том числе продольный профиль и международный индекс ровности);
4. Продольный и поперечный уклоны проезжей части;
5. Углы поворота трассы и радиусы кривых в плане;
6. Коэффициент продольного сцепления (определяется с помощью приборов ПКСН, в комплект комплекса не входит);
7. Динамический прогиб дорожной конструкции, приведенный к показаниям установок

Недостатком данного исследовательского комплекса является не объективность оценки наличия и состояния дефектов, так как для оценки этих параметров используется только анализ видеоизображения полученного с видеокамеры. Дорожная лаборатория является базой сбора

информации с привязкой ее к координатам глобального позиционирования, оценка состояния дорожного полотна выносятся экспертами на основе анализа собранного системой материала. Не ведется паспортизация состояния дорожного полотна.

Программно-аппаратный комплекс видеопаспортизации дорог «СВПД»

Программно-аппаратный комплекс видеопаспортизации дорог «СВПД» является одной из последних разработок в сфере передвижных дорожных лабораторий. Комплекс является модульным и оснащен множеством датчиков оценки состояния дорожного покрытия. Дорожная лаборатория может автоматически вести регистрацию таких параметров состояния дорожного полотна как:

1. кривизна дорожного покрытия,
2. поперечный и продольный уклон,
3. протяженность дорожного полотна,
4. наличие неровностей,
5. качество разметки,
6. коэффициент сцепления,
7. колеиность.

Измерение ведется с дискретностью 1 метр и привязкой к координатам глобального позиционирования или к существующим километровым знакам.

Недостатками работы данного комплекса является отсутствие представления данных мелких дефектах в наглядном виде, отсутствие алгоритмов сопряжения данных видеокамеры и сканирующего лазера для определения дефектов дорожного полотна. Отсутствие алгоритмов автоматической оценки состояния дорожного покрытия.

Все рассмотренные устройства имеют недостатки и не обеспечивают желаемый уровень детализации дорожного покрытия и не имеют встроенной системы экспертной оценки.

К устройствам такого рода предъявляются следующие требования:

1. Обеспечивать определение основных параметров дорожного покрытия
2. Осуществлять привязку измеренных параметров координатам глобального позиционирования
3. Работать в автоматическом режиме.
4. Обеспечивать измерения с уровнем дискретности не более 1 сантиметра.
5. Все узлы устройства должны быть модульными для легкого конфигурирования под определенные задачи
6. Обеспечивать возможность ведения видеопаспортизации дорог.
7. Иметь встроенную систему экспертных оценок для оценки состояния дорожного покрытия.

Предъявляемым требованиям не удовлетворяет ни одно устройство дорожной лаборатории, разработанное и используемое в данное время. Разработки в данном направлении за последнее время увеличились, что говорит об актуальности работ в данном направлении.

Предлагаемое решение

Устройство оценки состояния дорожного (УОСД) покрытия должно проектироваться с учетом предъявляемых сформированных ранее критериев требований к разработке. Все узлы разрабатываемого устройства должны быть модульными для обеспечения простоты установки и конфигурирования готового устройства. Это подразумевает использования единого интерфейса подключения устройств, а так же протокола обмена и получения данных между управляющими узлами и периферийными устройствами. Состав измерительных устройств должен обеспечивать определение всей необходимых, для оценки состояния дорожного покрытия, параметров, но не должен быть избыточным и затруднять или замедлять работу управляющих и обрабатывающих устройств. Так же измерительная часть устройства должна обеспечивать максимальный уровень точности. Устройство должно обеспечивать привязку собранных данных к координатам глобального позиционирования, что позволит быстро и эффективно определять точное место, где были собранные данные. Работать УОСД должно в автоматическом режиме без вмешательства человека в работу системы, так же в автоматическом режиме система должна выводить экспертные оценки состоянию дорожного полотна.

Состав измерительных устройств обсуждался и был определен в присутствии сотрудников дорожных служб.

1. видеокамера используется для получения видеоряда изображения дорожного покрытия, который в дальнейшем анализируется на выявление дефектов, а так же для подготовки документов видеопаспортизации, дорог.

2. сканирующий лазерный дальномер используется для получения значений высот дорожного покрытия. Данные полученные с дальномера помогут устройству более адекватно различать наличие количество и состав дефектов дорожного покрытия.

3. цифровые гироскопы предназначены для получения цифрового значения продольных и поперечных уклонов.

4. GPS приемник используется для получения абсолютных координат глобального позиционирования. Все данные упаковываются в пакеты с определенной дискретностью. Пакет получает свой маркер с координатами от приемника.

5. ПК используется как устройства для сбора всей необходимой информации, упаковки ее в пакеты. Из полученных пакетов формируется база данных о параметрах дорожного покрытия. После окончания процесса сбора данных на компьютере происходит процесс анализа собранных данных, по результатам которой выносятся оценки общему состоянию дорожного покрытия, безопасности движения и безопасности для автомобиля. Так же по результатам анализа собранной информации автоматически формируется отчетная документация.

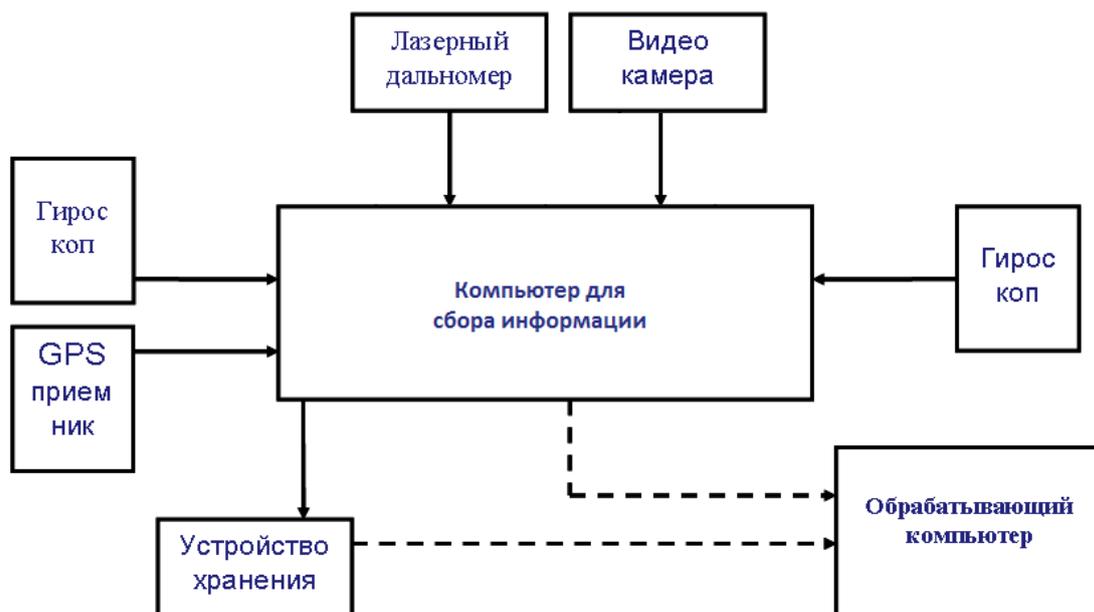


Рис. 2. Структурная схема устройства оценки состояния дорожного покрытия

6. устройство хранения информации. Вся собранная информация, а так же результаты ее анализа записываются для удобства на съемном носителе.

Структурная схема устройства оценки состояния дорожного покрытия представлена на рис 2.

Заключение

Предлагаемое устройство отвечает все требованиям, предъявляемым к устройствам данного типа. В отличие от имеющихся аналогов оно реализует новый метод анализа видеозображения дорожного полотна на основании двух данных источников информации видеокamеры и сканиру-

ющего дальномера, что существенно снизит количество ошибок связанных с распознаванием видео образов. Система имеет встроенную экспертную систему для вынесения оценок исследуемому участку дороги. Данное устройство существенно упростит процесс исследования состояния автомобильных дорог, для диагностики разрушений и дефектов дорожного покрытия, а так же подготовит всю необходимую документацию. Система поможет быстрее и качественнее анализировать состояние дороги при снижении трудозатрат экспертного отдела. Данное устройство необходимо при сдаче дороги в эксплуатацию, для оценки ее состояния, и на всем протяжении эксплуатации дороги, для оценки ее динамического изменения.

Литература:

1. Осин М.С. Дороги России-»Российская газета» – Специальный выпуск №5314
2. Пospelов. П.И. Дороги – Большая Российская энциклопедия Т.9. – с. 285
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Дорога> «Дорога»
4. <http://www.atlasmetr.com/index.pl?act=PRODUCT&id=348> «Рейка дорожная универсальная РДУ-КОНДОР»
5. <http://www.gisinfo.ru/projects/29.htm> «Программно-аппаратный комплекс видеопаспортизации дорог «СВПД»»
6. http://www.promspravka.com/catalog/D/M/34/1/10/5/54/910/3/Подemniki_48.html «Передвижной диагностический комплекс»
7. <http://www.rdt.ru/taxonomy/term>