

7 – усилитель; 8 – аналого-цифровой преобразователь (АЦП); I – электрический ток, э – электрод

Оптический сигнал с выхода анализатора 5 действует на фотодиод 6, электрический сигнал выхода которого усиливается усилителем 7 и поступает в аналого-цифровой преобразователь 8 [3].

Применение электробезопасных волоконно-оптических датчиков на технологических объектах нефтяной промышленности помогает в дальнейшем автоматизировать производство и увеличить значение контролируемых параметров за счет своей многоканальности.

Список литературы

1. Патент № 2262709 РФ. МПК G01R15/24. Волоконно-оптическое устройство для измерения импульсных токов / Ю. П. Казачков и др. – Оpubл. 20.10.2005, Бюл. № 29.
2. Патент № 2255345 РФ. МПК7, G01R33/032. Волоконно-оптический датчик магнитного поля / ЗАО «Центр ВОСПИ»; заявитель и патентообладатель ЗАО «Центр ВОСПИ». – № 2004105983/28; заявл. 02.03.2004; опубл. 27.06.2005, Бюл. № 18. – 5 с.
3. Патент № 62712 РФ. МПК G01R29/00. Информационно-измерительное устройство контроля электрического тока и магнитного поля / М. А. Ураксеев, Т. М. Левина, И. В. Гатауллин; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Уфимский гос. авиационный тех. ун-т». – Заявл. 11.12.2006; опубл. 27.04.2007, Бюл. № 12.
4. Технический регламент установки первичной перегонки нефти ЭЛОУ АВТ-6. – С. 29–30.
5. Ураксеев М. А. Применение магнитооптического элемента Фарадея в информационно-измерительных системах контроля магнитного поля и электрического тока / М. А. Ураксеев, Т. М. Левина // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2008. – № 2 (2). – С. 24–31.

References

1. Kazachkov Yu. P. et al. *Patent RU no. 2262709. IPC G01R15/24. Fiber-optic device for measurement of impulse currents.* Publ. 20.10.2005, Bull. no. 29.
2. *Patent RU no. 2255345. IPC7, G01R33/032. Fiber-optic magnetic field sensor.* No. 2004105983/28; appl. 02.03.2004; publ. 27.06.2005, Bull. no. 18. 5 p.
3. Urakseev M. A., Levina T. M., Gataullin I. V. *Patent RU no. 62712. IPC G01R29/00. Information-measuring device of electric current and magnetic field control.* Appl. 11.12.2006; publ. 27.04.2007, Bull. no. 12.
4. *Technical regulations of primary oil refining unit ELOU-AVT-6*, pp. 29–30.
5. Urakseev M. A., Levina T. M. *Primenenie magnitoopticheskogo elementa Faradeya v informatsionno-izmeritelnykh sistemakh kontrolya magnitnogo polya i elektricheskogo toka* [Application of the magneto-optical Faraday element in information-measuring control systems of magnetic field and electric current]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2008, no. 2 (2), pp.24–31.

УДК 53.08

УСТРОЙСТВА ДЛЯ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Целых Дмитрий Сергеевич, аспирант, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: kontyr2011@mail.ru, d_kutuzov@aspu.ru

Кутузов Денис Валерьевич, кандидат технических наук, Астраханский государственный университет, 414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а, e-mail: kontyr2011@mail.ru, d_kutuzov@aspu.ru

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 современном обществе это осуществляется при помощи применения специальных устройств и дорожных лабораторий, рассмотрению которых уделено особое значение в данной статье.

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. Также в статье приведено описание разрабатываемого устройства, спроектированного с 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, видеопаспартизация

APPARATUS FOR THE ANALYSIS AND ASSESSMENT OF ROAD-COVERING MATERIALS

Tselykh Dmitriy S., post-graduate student, Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: kontyr2011@mail.ru, d_kutuzov@mail.ru

Kutuzov Denis V., Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Astrakhan State University, 20a Tatishchev St., Astrakhan, 414056, Russian Federation, e-mail: kontyr2011@mail.ru, d_kutuzov@mail.ru

The article explores the significance of roadways in the life of any country and the problem of using the proper road-covering materials to keep them useable. In present times, this is carried out using special equipment and road laboratories, to which the paper pays particular attention. It also provides an analysis and a diagnostic process covering the general condition of the roadways.

Subsequently, the document contains descriptions of road-covering materials now being used and others which are still virtually unused. These materials are analyzed and their shortcomings enumerated. The review also provides a detailed description of a special device designed by professionals in the field of road construction to identify road gaps. The critique's block diagram assesses the different road coverings and gives a complete description of how all the components of the developed system function.

In conclusion, the blueprint analyzes the potential effects of introducing newly developed materials into regular service. The discussion covers the possible scope of their applicability and also defines the specific aspects which distinguish them from currently used counterparts.

Keywords: roadway curvature, cross slope, longitudinal slope, road-covering material, dynamic deflection, video certification

Введение

Автомобильная дорога – это 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 длительного времени, а также участки земель, предоставленные для размещения этого комплекса, и пространство в пределах установленного габарита. Определение понятия «дорога» в России закреплено законода-

тельно. 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 также трамвайные пути, тротуары, обочины и разделительные полосы при их наличии [4].

Суммарная протяженность автомобильных дорог России сегодня составляет 904,7 тыс. км, в том числе 759,3 тыс. км дорог с твердым покрытием и 145,4 тыс. грунтовых дорог [2]. 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 также 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.

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. 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 со-

стояния дорожного покрытия, но также и для создания и ведения паспортизации дорог, что позволяет видеть динамику состояния дорожного покрытия. Поэтому исследования данного вида должны производиться при завершении строительных работ дорожного полотна и периодически обновляться 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 сегодняшний день разработано множество устройств и комплексов, позволяющих оперативно и качественно проводить оценку состояния дорожного покрытия.

Первые приборы для оценки состояния дорожного покрытия появились довольно давно, многие из них, претерпев некоторое 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 измерение неровностей поверхности покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов по ГОСТ 30412-96 п. 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.

Описанное 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 ресурсов.

Дорожное колесо

Дорожное колесо – это устройство примитивного типа, которое применяется для измерения расстояний. Устройство представляет собой колесо, закрепленное на конце трости и оснащенное прибором для подсчитывания количества оборотов, совершенного колесом. Процесс измерения предусматривает прокатывание колеса по траектории, расстояние которой необходимо измерить.

Оценка состояния дороги с помощью дорожного колеса требует непосредственного присутствия сотрудника дорожных служб. Позволяет провести оценку только одному параметру.

Многоколесная диагностическая станция

Многоколесная диагностическая станция – устройство прицепного типа, имеющее 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 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.

Недостатки метода оценки состояния дорожного покрытия с помощью подобной станции заключаются 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 установки.

Недостатком исследовательского комплекса является субъективность оценки наличия и состояния дефектов, так как для оценки этих параметров используется только анализ видеозаписи, полученной с видеокамеры. Дорожная лаборатория является базой сбора информации с привязкой ее к координатам глобального позиционирования, оценка состояния дорожного полотна выносится 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 комплекса является отсутствие представления данных о 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, а также 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 видеопаспартизации 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 использование единого интерфейса подключения устройств, а также протокола обмена и получения данных между управляющими узлами и периферийными устройствами. Состав измерительных устройств должен обеспечивать определение всех необходимых для оценки состояния дорожного покрытия параметров, но не должен быть избыточным и затруднять или замедлять работу управляющих и обрабатывающих устройств. Также 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 получены данные. Работать УОСД должно в автоматическом режиме без вмешательства человека в работу системы. В автоматическом режиме система должна выводить экспертные оценки состояния 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 также для подготовки документов видеопаспартизации 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 используются 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 которого выносятся оценки общему состоянию дорожного по-

крытия, безопасности движения и безопасности для автомобиля. По результатам анализа собранной информации автоматически формируется отчетная документация;

6. Устройство хранения информации. Вся собранная информация, а также результаты ее анализа записываются для удобства на съемном носителе.

Структурная схема устройства оценки состояния дорожного покрытия представлена на рис.

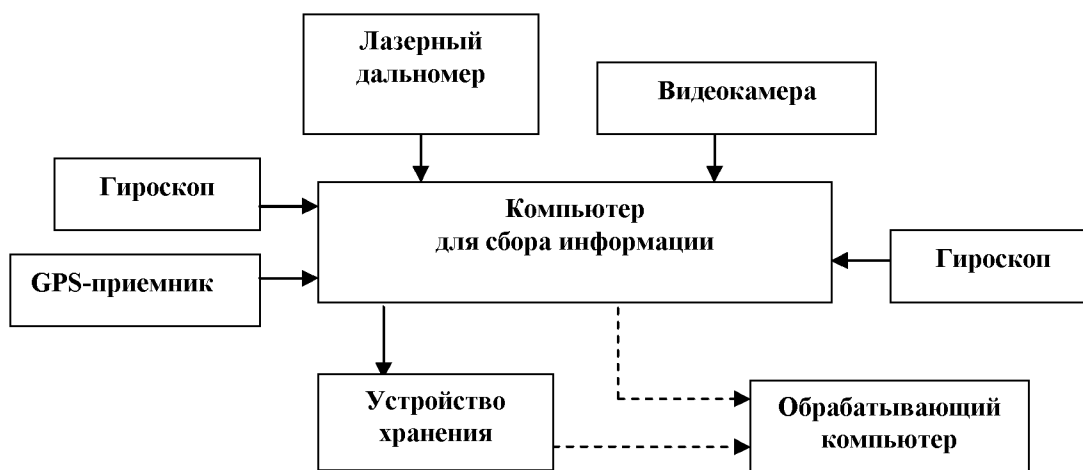


Рис. Структурная схема устройства оценки состояния дорожного покрытия

Заключение

Предлагаемое устройство отвечает все требованиям, предъявляемым к устройствам данного типа. В отличие от имеющихся аналогов оно реализует новый метод анализа видеоизображения дорожного полотна на основании двух данных источников информации видеокамеры и сканирующего дальномера, что существенно снизит количество ошибок, связанных с распознаванием видеообразов. Система имеет встроенную экспертную систему для вынесения оценок исследуемому участку дороги. Предлагаемое устройство существенно упростит процесс исследования состояния автомобильных дорог, диагностику разрушений и дефектов дорожного покрытия, а также 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.

Список литературы

1. Дорога. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Осин М. С. Дороги России / М. С. Осин // Российская газета. – 2010. – № 5314. – 18 окт.
3. Передвижной диагностический комплекс. – Режим доступа: http://www.promspravka.com/catalog/D/M/34/1/10/5/54/910/3/Подemniki_48.html, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
4. Поспелов П. И. Дороги / П. И. Поспелов // Большая Российская энциклопедия : в 30 т. – Москва, 2007. – Т. 9. – С. 285.
5. Программно-аппаратный комплекс видеопаспортизации дорог «СВПД». – Режим доступа: <http://www.gisinfo.ru/projects/29.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
6. Рейка дорожная универсальная РДУ-КОНДОР. – Режим доступа: <http://www.atlasmetr.com/index.pl?act=PRODUCT&id=348>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.

References

1. *Doroga* [Road]. Available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/road> (accessed 6 April 2012).
2. Osin M. S. Dorogi Rossii [Russian roads]. *Rossiyskaya gazeta* [Russian Newspaper], 2010, no. 5314, 18 Oct.
3. *Peredvizhnoy diagnosticheskiy kompleks* [Mobile diagnostic complex]. Available at: http://www.promspravka.com/catalog/D/M/34/1/10/5/54/910/3/Podemniki_48.html (accessed 13 October 2012).
4. Pospelov. P. I. Dorogi [Roads]. *Bolshaya Rossiyskaya entsiklopediya: v 30 t.* [Great Russian Encyclopedia : in 30 vol.]. Moscow, 2007, vol. 9, p. 285.
5. *Programmno-apparatnyy kompleks videopasportizatsii dorog «SVPD»* [Hardware-software road videocertification complex “Road videocertification system”]. Available at: <http://www.gisinfo.ru/projects/29.htm> (accessed 20 September 2012).
6. *Reyka dorozhnaya universalnaya RDU-KONDOR* [Universal rail road URR-CONDOR]. Available at: <http://www.atlasmetr.com/index.pl?act=PRODUCT&id=348> (accessed 19 March 2012).