

---

---

# Методы и устройства повышения качества передачи информации

---

---

УДК 004

## Программно-аппаратный комплекс для измерения геометрических параметров автомобильной дороги

Даниленко А.М.

Статья посвящена разработке программно - аппаратного комплекса для измерения геометрических параметров дорожного покрытия. Это является актуальной задачей, так как Россия имеет протяженную дорожную сеть, которая нуждается в модернизации и контроле. Предложена структурная схема аппаратной части комплекса, выбрана элементная база и датчики, проведено макетирование и первичные испытания. Приведен пример пользовательского программного обеспечения и выбран путь дальнейшего усовершенствования программно-аппаратного комплекса.

*Ключевые слова:* Дорожная отрасль, геометрические датчики, измерения, микроконтроллер, IRI.

### Введение

Дорожная отрасль занимает важнейшее место в российской экономике. Сейчас Россия по различным данным имеет дорожную сеть общей протяженностью около 1.4 млн. км и занимает 5 место в мире по этому показателю. Это влечет за собой множество трудностей при диагностике, ремонте и модернизации дорожной сети и вынуждает использовать для этого передовые технологии. Параметры дорожного покрытия влияют на эффективность формирования автомобильных потоков, допустимую скорость движения, безопасность. В приказе Министерства транспорта РФ №150 от 2009 г определен порядок диагностики автомобильных дорог. В число контролируемых параметров входят:

- протяженность подъемов и спусков;
- продольный и поперечный уклоны;
- длины прямых участков дорог, значения углов поворотов в плане трассы и величины их радиусов;
- продольный профиль и продольная ровность

Другим важным вопросом в дорожной отрасли является создание современных баз данных и ведение электронного документооборота. В настоящее время проводится интенсивная работа в этом направлении. В документе Государственной компании СТО

АВТОДОР 2.10-2015 установлены требования к паспорту автомобильной дороги, в который входят все вышеперечисленные параметры. Продольный уклон, как и радиусы в плане необходимы для составления проекта организации дорожного движения, определения мест установки соответствующих предупреждающих дорожных знаков и нанесения разметки. Поперечный уклон предусматривается для исключения образования скопления воды на проезжей части. Поэтому, становится актуальной задача разработки программно аппаратного комплекса для измерения вышеперечисленных параметров.

### Основная часть

Предлагаемая структурная схема комплекса представлена на рис. 1. Основным измерительным устройством комплекса служит многофункциональный датчик ГВК-11, производимый ООО "Лаборатория Микроприборов". Он включает в себя трехосевые гироскоп и акселерометр, приемник сигнала системы спутниковой навигации и вычислительное ядро, реализующее алгоритмы обработки и корректировки показаний. Датчик позволяет одновременно измерять более 20 параметров, включая углы поворота, угловые скорости и ускорения, координаты и скорость по данным СНС, а также позволяет

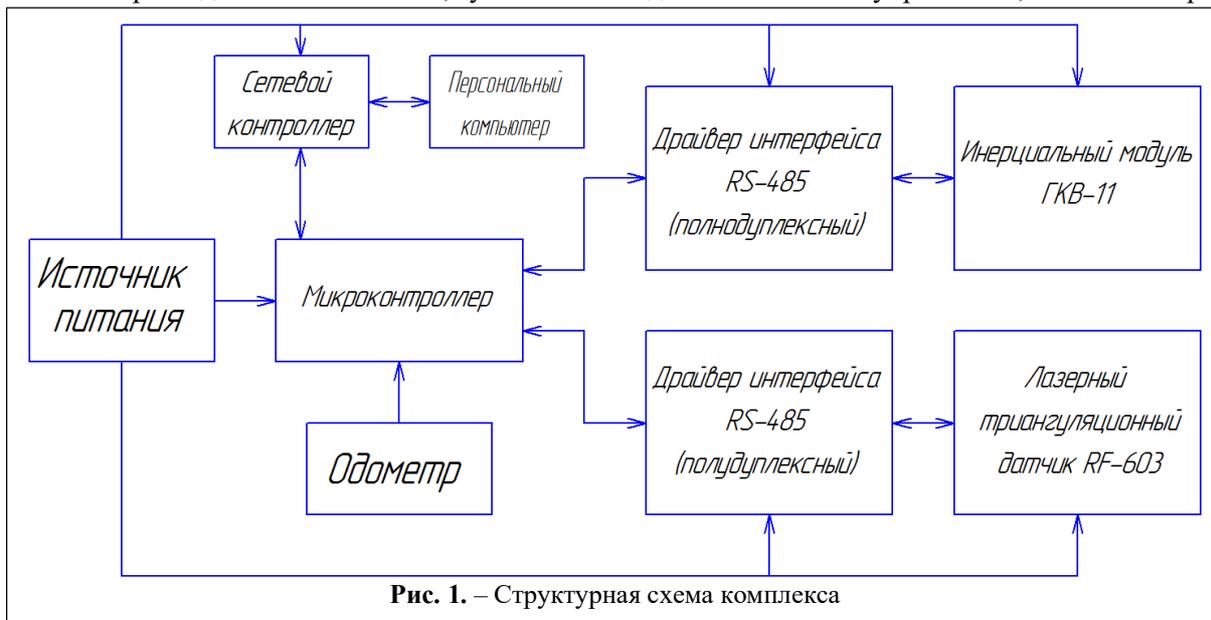
проводить усреднение и корректировку показаний по навигационным данным.

Еще одним измерительным датчиком является лазерный триангуляционный измеритель расстояния RF-603 производства белорусской компании «РИФТЭК», который необходим для построения профиля дорожной трассы. Датчик позволяет измерять расстояние в диапазоне от 125 до 625 мм со скоростью до 9400 измерений в секунду.

Датчики подключаются к микроконтроллеру через драйверы интерфейсов RS-485. Также считываются показания одометра. Микроконтроллер производит опрос датчиков, первичную обработку показаний и отправляет данные на персональный компьютер. Подключение к ПК по локальной сети было выбрано для совместимости, учитывая

мента оказался оправдан, так как он позволяет передавать данные по UART (через драйвер RS-485) с минимальными и точно определяемыми задержками. Это нужно для точной синхронизации данных от акселерометра и лазерного дальномера для построения профиля дорожного покрытия. В такой конфигурации обеспечивалась скорость опроса обоих датчиков 1 кГц, что позволяет осуществлять построение профиля с интервалом 0,025 м на скорости 90 км/ч. (стандарт требует интервалов измерения не менее 0,025 м). Скорость можно увеличить в несколько раз, применив другой микроконтроллер.

Для работы комплекса используется специальное пользовательское программное обеспечение, которое содержит все необходимые элементы управления, позволяет про-



частое использование в российских автотестовых лабораториях такого способа подключения датчиков. В качестве микроконтроллера можно использовать продукты из серии STM32f1xx либо STM32f4xx, так как они обладают необходимым набором интерфейсов и достаточной скоростью работы.

Для исследования возможностей комплекса проведено испытание его макета. Создан макет с использованием микроконтроллера STM32F103 и сетевого контроллера enc28j60. В качестве драйверов использовались микросхемы ADM485. Выбор микроконтроллера в качестве управляющего эле-

ментов измерения и обработку результатов. На рис. 2 приведен пример окна программы для проведения измерений. После запуска, программа подключается к устройству и проводит необходимые проверки и настройки. Также возможно производить ручную настройку параметров датчиков. Для примера на рис. 3 показано окно настроек инерциального датчика ГКВ-11. Можно задать скорость выдачи данных, алгоритм обработки, параметры системы координат и т.д., существует также защита от случайного изменения параметров.

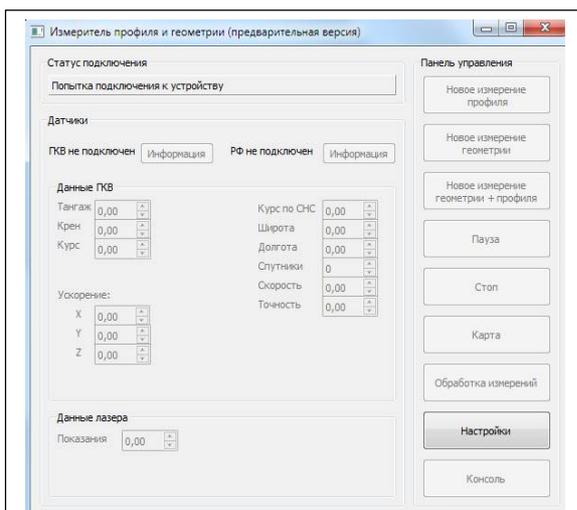


Рис.2. – Пример пользовательского интерфейса: главное окно

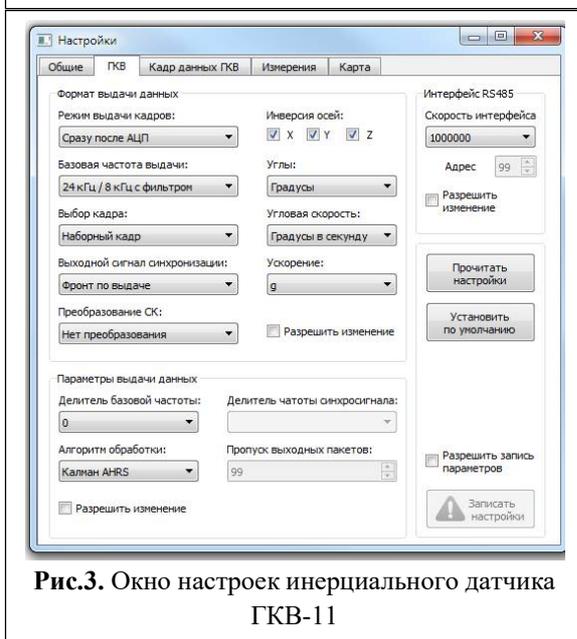


Рис.3. Окно настроек инерциального датчика GKВ-11

### Заключение

На данном этапе проекта предложены структурная схема и элементная база комплекса, проведены первые испытания и практически подтверждена работа макета. Следующим

Поступила 14 октября 2019 г.

The article is devoted to the development of software and hardware complex for measuring the geometric parameters of the road surface. This is an urgent task, since Russia has a long road network that needs to be modernized and monitored. A block diagram of the hardware part of the complex is proposed, the element base and sensors are selected, layout and primary tests are performed. An example of custom software is given and the way to further improve the hardware and software complex is selected.

**Key words:** Road industry, geometrical sensors, measurements, microcontroller (MCU), IRI.

Даниленко Андрей Михайлович – бакалавр Владимирского государственного университета ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Адрес: 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87.

шагом в разработке измерительного комплекса будет реализация алгоритм точного построения профиля по данным дальномера и акселерометра и алгоритма вычисления показателя IRI, описанного в документе СТО МАДИ 02066517.1-2006. Конечным результатом будут являться два файла для табличного процессора, например Excel. Первый содержит геометрические параметры, измеренные с интервалом 5 м: продольный и поперечный уклоны, курс, радиусы поворотов, координаты по СНС. Второй файл содержит вычисленные коэффициенты IRI для каждого километра трассы и координаты по СНС. Также пользовательское ПО будет визуализировать данные, накладывая полученные измерения на карту. Помимо сохранения результатов в формате таблиц также будет добавлен функционал работы с различными решениями для создания баз данных, что позволит измерять все параметры автодорог, заданные регламентами.

### Литература

1. Техническое описание лазерного датчика RF-603: [https://riftek.com/media/documents/rf60x/manuals/Laser\\_Triangulation\\_Sensors\\_RF603\\_Series\\_2018\\_rus.pdf](https://riftek.com/media/documents/rf60x/manuals/Laser_Triangulation_Sensors_RF603_Series_2018_rus.pdf)
2. Техническое описание модуля ГКВ-10/ГКВ-11: [http://www.mp-lab.ru/media/generic/files/GKV10\\_DS1710\\_Ru\\_2.pdf](http://www.mp-lab.ru/media/generic/files/GKV10_DS1710_Ru_2.pdf)
3. СТО АВТОДОР 2.10-2015: [http://www.russianhighways.ru/about/brand/STO\\_AVTODOR\\_2\\_10\\_2015.pdf](http://www.russianhighways.ru/about/brand/STO_AVTODOR_2_10_2015.pdf)
4. СТО МАДИ 02066517.1-2006: <http://vwww.rosavtodor.ru/eye/page/81/14631>