

# ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЯ ДВИЖУЩИХСЯ СРЕДСТВ

Авсяник Е. С., Деменковец Д. В.

Кафедра программного обеспечения информационных технологий, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь

E-mail: Avsyanik.ekaterina@gmail.com, Demenkovets@bsuir.by

*В докладе описывается состав аппаратной части комплекса контроля движущихся средств. Также описываются функциональные возможности программного средства для обработки, анализа и визуализации данных полученных контроллером с датчиков.*

## ВВЕДЕНИЕ

Любая техника в наше время оснащена определенным набором датчиков. С помощью них устройство выполняет свои заданные функции. Например, устройство, которое есть у практически у каждого – смартфон, имеет определенный набор различных модулей, отвечающих за разнообразные функции. В число основных датчиков входят акселерометр, гироскоп, магнитометр, барометр, GPS, датчик освещенности, датчик приближения. Некоторые из этих датчиков входят в состав разнообразных движущихся средств, автомобилей, кораблей, самолетов, квадрокоптеров. Все эти средства имеют систему позиционирования, функционирование которой осуществляется с помощью GPS/Глонасс датчика, магнитометра и барометра. GPS использует спутники на орбите для определения местоположения во всемирной системе координат. Магнитометр (компас) для пространственной ориентации, работает с магнитным полем земли. Барометр отвечает за положение на высоте. Акселерометр и гироскоп используются обычно в паре для определения местоположения средства в пространстве и вычисления угла поворота. Акселерометр для измерения проекции ускорения, гироскоп для измерения угловой скорости вращения.

## I. СОСТАВ И ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА

Программно-аппаратный комплекс включает в себя небольшое цифровое устройство сбора данных и программное средство визуализации, анализа и обработки этих данных [1]. Устройство устанавливается на движущихся средствах и выполняет сбор и накопление данных с датчиков, для последующего для последующего определения местоположение его на карте и в пространстве [2]. Программное средство выполняет импорт архива с устройства, обработку, визуализацию и анализ полученных данных.

В качестве основы аппаратной части устройства выступает микроконтроллер STM32. Данный контроллер в своем составе имеет ядро Cortex-M3, с максимальной частотой 72МГц,

размером флеш памяти 128Кб, статическим ОЗУ 20Кб [3].

К микроконтроллеру подключены следующие модули: датчик температуры и давления, акселерометр и гироскоп, GPS модуль, часы реального времени, модуль для работы с sd-картой.

Датчик температуры и давления BMP180, для измерения атмосферного давления и температуры окружающей среды. Точность измерения температуры  $\pm 2$  °C [4].

Модуль MPU6050 – 3-осевой акселерометр и 3-осевой гироскоп, интегрированные в один чип. Гироскоп измеряет скорость изменения углового положения во времени по осям X, Y и Z [5]. Для измерения используется технология MEMS и эффект Кориолиса. Выходные данные гироскопа измеряются в градусах в секунду. Полученные данные определяют положение модуля в пространстве. Модули BMP180 и MPU6050 подключаются к контроллеру по интерфейсу I2C. Внешний вид датчиков температуры и давления BMP180, 3-осевого акселерометра и 3-осевого гироскопа (см. рис. 1).

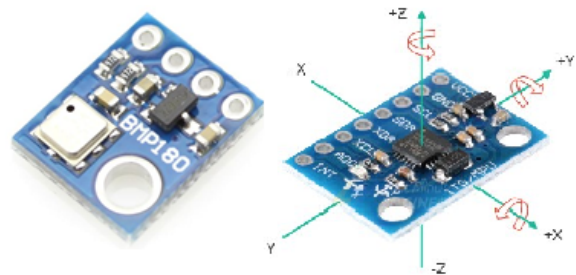


Рис. 1 – Модуль BMP180 и MPU6050

Для определения местоположения на карте в комплексе используется модуль GPS Тройка на базе чипа Neoway G7. Модуль принимает сигналы спутников глобального позиционирования — GPS, GLONASS и Galileo — и вычисляет свои географические координаты, скорость перемещения, высоту над уровнем моря и точное локальное время [6]. Данные с GPS модуля передаются по интерфейсу UART в формате текстовых сообщений NMEA. NMEA — это комбинированная спецификация данных для связи между морской электроникой, такой как эхолот, гидролока-

торы, анемометр, гироскоп, автопилот, GPS-приемники.

Модуль на основе чипа DS3231 является часами реального времени (RTC) и необходим для получения точного времени измерений. Погрешность составляет  $\pm 2$  минуты за год. Подключен к контроллеру по интерфейсу I2C.

Модуль для работы с SD-картой подключен к контроллеру по интерфейсу SPI и служит для сохранения всех измеренных данных с датчиков на карту памяти.

Внешний вид модуля GPS, часов реального времени и SD-карты памяти представлены на рисунке 2.

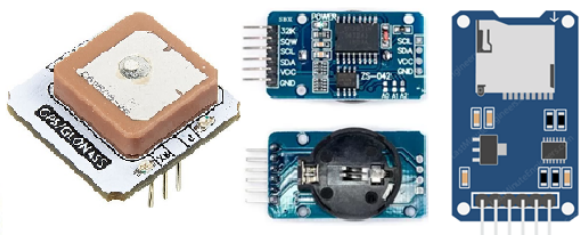


Рис. 2 – Модуль GPS, модуль часов реального времени, модуль SD-карты

Данные получаемые с датчиков сохраняются на SD-карте памяти в формате CSV. Файл значений, представляет собой текстовый файл, каждая строка которого представляет собой запись данных. Каждая запись состоит из одного или нескольких полей, разделенных запятыми.

В результате соединения всех модулей с контроллером было получено устройство способное определять свое положение в пространстве, широту, долготу, высоту над уровнем моря, скорость, направление движения и текущее время. Частота обновления данных с датчиков от 1 Гц до 20 Гц.

## II. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА

Программное средство разработано под платформу .NET и обладает следующими функциональными возможностями.

- отображение значений получаемых с гироскопа и акселерометра в виде 3д-модели;
- получение и отображение информации о температуре, давлении, углах поворота, текущего времени и даты;
- отображение данных о перемещении и местоположении устройства на карте;
- отображение данных с модуля GPS, информация о дате, времени, широты, долготы, количестве спутников, участвующих в передаче данных, высоте над уровнем моря и скорости.

Пример работы программного средства представлен на рисунках 3 и 4.

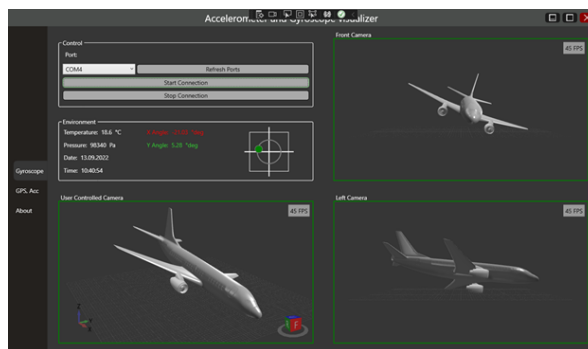


Рис. 3 – Пример работы акселерометра и гироскопа



Рис. 4 – Пример работы программного средства

## III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный программно-аппаратный комплекс может использоваться для контроля перевезенных грузов, анализа качества дорожных покрытий. Также в дальнейшем он позволит анализировать и строить карты пройденных маршрутов движущимися средствами.

## IV. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авсяник, Е. С. Программно-аппаратное средство визуализации работы акселерометра и гироскопа / Авсяник Е. С., Мередов К., Деменковец Д. В. // Компьютерные системы и сети : сборник статей 58 -й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 18 -22 апреля 2022 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2022. – С. 62 –64.
2. Авсяник, Е. С. Программно-аппаратный модуль мониторинга перемещения движущихся объектов / Е. С. Авсяник, Д. В. Деменковец // Веб-программирование и интернет -технологии WebConf2021 : материалы 5-й Международной научно -практической конференции, Минск, 18 -21 мая 2021 г. / Белорусский государственный университет ; редкол.: И. М. Галкин [и др.] – Минск, 2021. – С. 57 –58.
3. STMicroelectronics [Electronic resource] : RM008 Reference manual. – Mode of access: <https://www.st.com>. – Date of access: 20.10.2022.
4. RobotChip.ru Датчик давления BMP180 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robotchip.ru/obzor-dat-chikadavleniya-bmp180>. – Дата доступа: 20.10.2022.
5. Brokking.net [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.brokking.net/imu.html>. – Дата доступа: 20.10.2022.
6. Amperka.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/products:toyka-gps-glonass-v2>. – Дата доступа: 20.10.2022.