

БОРТОВОЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ МОДЕЛИ СМКА

Д.В. Крупович, М.А. Павлышко, А.А. Камоцкий

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Email: krupovichdaniil@gmail.com, paulyshka@bsu.by, KamotskiAA@bsu.by

Предложен вариант построения модуля сверхмалого космического аппарата для тестирования систем инженерной модели университетского наноспутника. Описаны программно-аппаратные средства модуля системы диагностики. Описаны возможности разработанного программного обеспечения.

Ключевые слова: CAN; СМКА; ПО.

ВВЕДЕНИЕ

Космические аппараты, включая сверхмалые космические аппараты (СМКА, наноспутники), являются крайне сложными системами, требующими надежной передачи данных и управления. Одним из основных методов достижения надежной и эффективной передачи данных в подобных аппаратах является применение CAN-шины. В СМКА CAN-шина используется для организации обмена данными между различными системами управления, контроля энергообеспечения, системами безопасности, системой навигации и другими.

СМКА – это изделие, с которым невозможен близкий контакт человека-оператора и необходимы специальные средства связи для дистанционного управления, сбора экспериментальных данных, поступающих с него и диагностики систем аппарата [1]. Изучение проблем дистанционного контроля СМКА является одной из ключевых предпосылок к созданию системы диагностики инженерной модели СМКА, разработанного на факультете радиофизики и компьютерных технологий БГУ.

Данная модель сверхмалого космического аппарата разработана по принципу «слотовой» компоновкой элементов. По габаритам и компоновке соответствует стандарту Cubesat 3U. Габариты корпуса позволяют использовать ИМ СМКА в условиях учебных лабораторий. Слотовая компоновка предоставляет возможности для расширения функциональности СМКА и комбинирования различных функциональных модулей для обработки различных исследовательских задач.

Модель СМКА поддерживает следующие интерфейсы передачи данных: SPI, I2C, USB, UART, CAN. Модули подключенные к материнской плате СМКА обмениваются данными между собой используя собственный протокол на базе CAN-шины.

Для связи с оператором, инженерная модель использует радиоканал с несущей частотой 436 МГц [5]. Однако, использование радиоканала на

регулярной основе затруднено: требуется наличие сложного аппаратно-программного комплекса для передачи данных. В связи с этим фактором было решено разработать бортовой модуль, который не будет требовать значительных затрат, а также будет являться более эффективным по своим характеристикам.

Сравнение характеристик каналов связи

Параметр сравнения	ESP32-C6-WROOM-1	E10-433MD-SMA
Протокол связи	Bluetooth 5.2	AX.25 G3RUH GFSK
Скорость передачи данных	125 Кбит/с, 500 Кбит/с, 1 Мбит/с, М Кбит/с	1,2 - 1000 Кбит/с
Рабочая частота кристалла	40 МГц	26 МГц
Дальность связи	до 150 м	до 2 км

ESP32-C6-WROOM-1 обладает более высокой пропускной способностью и скоростью передачи данных благодаря использованию технологии Bluetooth 5, что позволяет обеспечить более быструю и эффективную передачу данных. ESP32-C6-WROOM-1 обеспечивает более надежное соединение благодаря использованию передовых технологий и протоколов передачи данных.

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для облегчения коммуникации с СМКА был разработан модуль дистанционного контроля систем СМКА. Разработанный модуль включает в себя следующие компоненты (рис. 1):

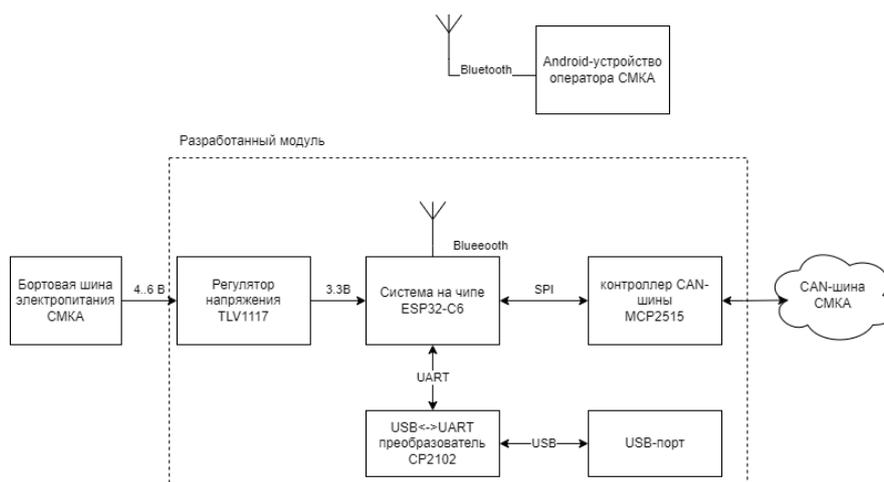


Рис. 1. Схема подключения разработанного диагностического модуля

1. Система на чипе Espressif ESP32-C6-WROOM-1. состоит из высокопроизводительного (HP) 32-битного процессора RISC-V с тактовой частотой до 160 МГц, встроенного радиомодуля Wi-Fi 6 (802.11ax) 2,4 ГГц, Bluetooth 5 (LE) и радиосвязь IEEE 802.15.4.

2. преобразователь USB-UART Silicon Labs CP2102. Данная микросхема используется для обеспечения возможности прошивки системы на чипе ESP32-C6-WROOM-1 посредством интерфейса USB..

3. CAN-контроллер MCP2515 для подключения системы на чипе ESP32-C6 к CAN-шине СМКА.

4. Дополнительные компоненты для мониторинга состояния модуля и обеспечения стабильного энергоснабжения модуля.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для управления разработанным модулем было создано программное обеспечение (ПО) для микроконтроллера ESP32-C6-WROOM-1. Оно предоставляет широкий спектр функций, позволяющих передавать CAN-сообщения в шину, получать их, осуществлять фильтрацию и пересылку на устройство оператора сверхмалого космического аппарата (СМКА) посредством Bluetooth. Таким образом, ПО обеспечивает полноценное управление и мониторинг работы модуля, включая взаимодействие с CAN-шиной и передачу данных на мобильное устройство оператора для дальнейшего анализа и управления.

Также было разработано ПО на базе операционной системы Android для мобильного устройства, которое связывается с диагностическим модулем и управляет им. Данные из инженерной модели СМКА передаются на мобильное устройство по Bluetooth. На стороне мобильного приложения пользователю предоставляется множество возможностей в области диагностики и тестирования. Имеющийся функционал мобильного ПО позволяет не только следить за обменом данных, но и активно управлять этим процессом и вмешиваться в него, делая тестирование более эффективным и интерактивным.

Приложение способно отображать информацию о статусе модуля: его текущем состоянии (включен или выключен), значениях текущего напряжения и тока (рис. 2). Кроме того, цвет фона ячейки может меняться для наглядной сигнализации об опасности: например, при превышении значений тока или напряжения относительно установленных норм. Это позволяет оперативно обнаруживать и реагировать на потенциальные проблемы, связанные с энергетическими модулями, упрощая процессы мониторинга и предотвращения аварийных ситуаций. Кроме того, приложение способно управлять системой энергоснабжения спутника, позволяя включать и выключать различные подключенные к нему модули.

