

УДК 002.6

ИМИТАТОР НАНОСПУТНИКА ДЛЯ ОТРАБОТКИ СВЕРХМАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

А.А. Спиридоно, В.А. Саечников, И.А. Шалатонин, Е.О. Кривошеев

Рассмотрен имитатор наноспутника на основе коммерческих компонентов фирмы “Fastwel”. Выполнено натурное моделирование бортовых систем, разработано тестовое программное обеспечение.

Ключевые слова: имитатор, наноспутник, сверхмалый космический аппарат, система энергоснабжения, система связи, система управления, сбора и обработки данных

ВВЕДЕНИЕ

Среди университетов-разработчиков сверхмалых космических аппаратов стала обычной практикой проектировать собственные модули на основе покупных коммерческих элементов. Кроме того, что такой способ разработки позволит легче обеспечить соответствие техническим и эксплуатационным требованиям космического аппарата. В процессе проектирования и разработки сверхмалых космических аппаратов важными задачами являются разработка и интеграция бортовых систем между собой и с аппаратурой полезной нагрузки; проведение тестирования функциональных и технических характеристик бортовой аппаратуры с помощью специальных программ-тестировщиков; разработка и отработка программного обеспечения бортовой аппаратуры и отработка совместной работы бортовой аппаратуры и наземного комплекса управления. В настоящее время в Беларуси отсутствует собственный опыт по разработке сверхмалых космических аппаратов. Поэтому разработка и создание имитатора наноспутника для лабораторной отработки основных бортовых систем, канала управления и передачи информации и программ проведения экспериментов, является перспективным направлением.

ИМИТАТОР НАНОСПУТНИКА

Имитатор наноспутника входит в состав экспериментальных программно-аппаратных средств для лабораторной отработки (ПАС ЛО) комплексов управления, функциональных модулей и узлов бортовой и обеспечивающей аппаратуры нано и пикоспутников ДЗЗ, которые разрабатываются в рамках программы Союзного государства «Мониторинг СГ». Имитатор предназначен для: отработки средств ПАС ЛО; отработки бортовых систем и научной аппаратуры космического аппарата; отработки космических экспериментов; отработки линии радиосвязи с космическим аппаратом; проверки и отработки эксплуатационной документации; обучения студентов и подготовки специалистов.

Имитатор должен быть выполнен на нерадиационно-стойкой элементной базе и включать в себя все основные бортовые системы реального сверхмалого КА: корпус; бортовой компьютер для системы управления, сбора и обработки информации обрабатываемого оборудования и телеметрии имитатора; радиотехнический комплекс (приёмопередатчик команд управления и телеметрии имитатора; приёмопередающие антенны); систему электроснабжения (контроллер системы управления энергоснабжением, источники электроэнергии).

Имитатор наноспутника, как показано на рис. 1 состоит из: системы энергоснабжения; системы связи; системы управления, сбора и обработки данных; интерфейсов подключения модуля обрабатываемого оборудования; программного обеспечения.

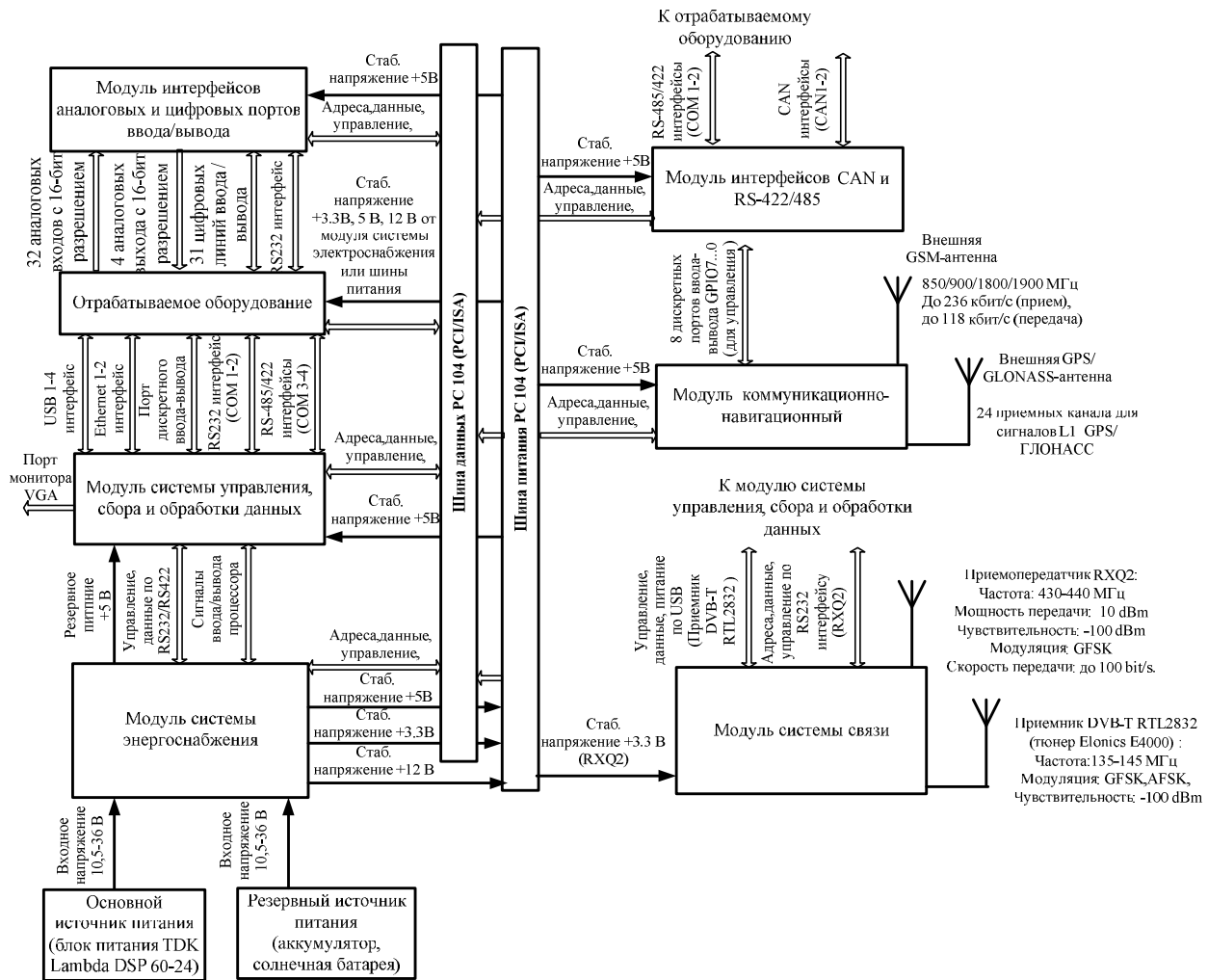


Рис. 1. Структурная схема имитатора наноспутника

Имитатор будет обеспечивать выполнение следующих функций: энергообеспечение бортовых систем всех режимах работы; формирование регулируемых напряжений питания 3,3В; 5В 12В; контроль работоспособности бортовых систем; управление бортовыми системами и обрабатываемым оборудованием; формирование кадров передачи информации по радиоканалу; временная привязка команд и параметров к бортовому времени; информационный обмен с бортовыми системами и обрабатываемым оборудованием по интерфейсам RS232, RS-485/422, USB, Ethernet, CAN, через аналоговые и цифровые порты ввода/вывода; сбор и передача по радиоканалу телеметрической информации о параметрах работы бортовых систем и обрабатываемого оборудования; управление имитатором космического аппарата по радиоканалу от станции наземного пункта связи; возможность удаленного перепрограммирования; возможность обработки технологии сбора служебной и целевой информации с аппаратуры.

Основные параметры имитатора наноспутника: частота приема команд по радиоканалу — 140-145 МГц; максимальная скорость приема — 9600 бит/с; частота передачи квитанций (маяк) и массивов телеметрической информации — 435 – 445 МГц; максимальная скорость передачи информации — 22 000 бит/с; чувствительность бортовых приёмных устройств — не хуже -100 дБ/мВт; среднее энергопотребление при решении целевых задач — не более 10 Вт; масса имитатора космического аппарата — не более 5 кг.

В качестве базовой операционной системы (ОС) использовался дистрибутив GNU/Linux Debian 6.0. ОС GNU/Linux имеет следующий ряд преимуществ: распространение Linux по лицензии GNU GPL; программное обеспечение Linux свободно распространяемое и может быть доработано конечными пользователями под собственные задачи; стабильность и надежность; многозадачность; низкая цена.

В качестве обрабатываемого оборудования для выполнения натурального моделирования и проверки

работоспособности бортовых систем выбран датчик температуры и влажности DS1923, как показано на рис.2. Датчик температуры и влажности DS1923 (Hygrochron Temperature/Humidity Logger) был подключён к модулю системы управления, сбора и обработки данных по интерфейсу 1-wire. Для отображения 1-wire сети в виде файловой системы использовалась программа owfs. Алгоритм тестирования бортовых систем имитатора КА: инициализации системы; включение и настройка GSM модема или модуля системы связи; обработка данных с датчика температуры и влажности; резервирование обработанных данных; передача информации на удалённый сервер по средствам GPRS.

Принятая информация от имитатора КА отображаются на сайте www.setmonitor.url.ph в виде таблицы. Данные хранятся на удалённом сервере в CSV-файле. Используемое в данной работе GSM-соединение моделирует канал связи на основе спутников ретрансляторов.

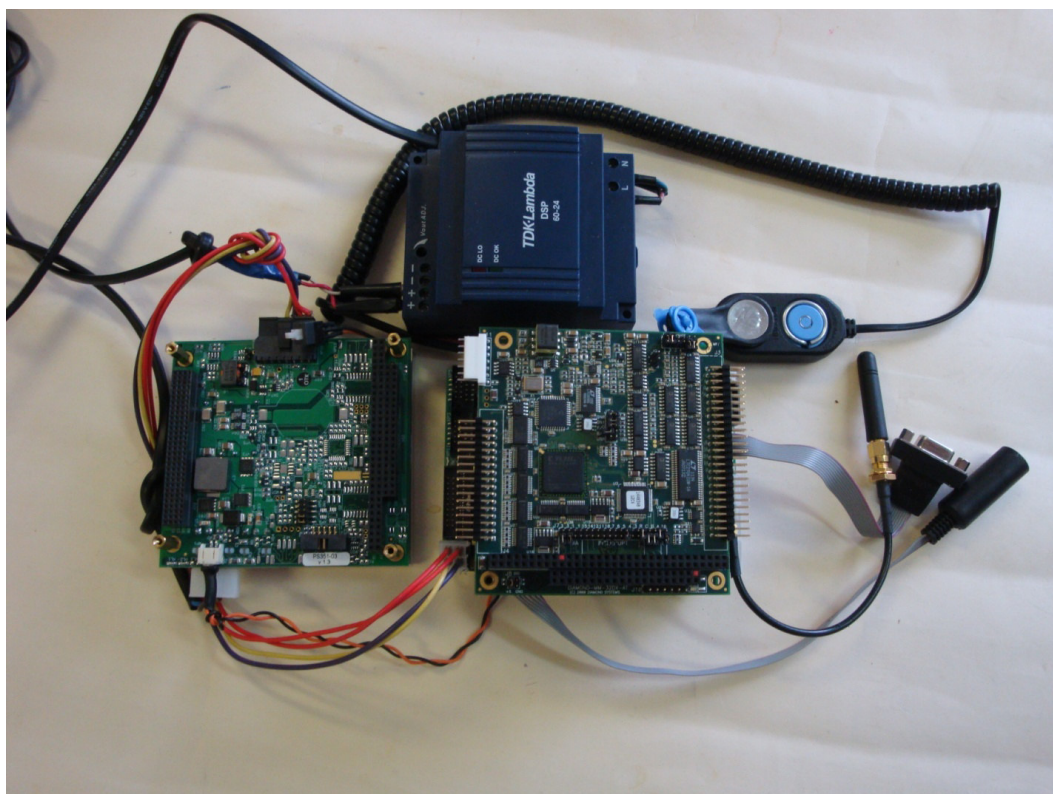


Рис. 2 Натурное моделирование работоспособности бортовых систем имитатора наноспутника

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы: разработана структурная схема имитатора сверхмалого КА; реализован обмен данными с удаленным сервером по средствам GSM-сети; разработаны основные модули бортовых систем имитатора, предложен вариант их реализации на основе промышленных компонентов фирмы "Fastwel"; разработано тестовое программное обеспечение, демонстрирующее работоспособность системы; создан сервер сбора информации с системы; выполнено натурное моделирование проверки работоспособности бортовых систем, сбор, обработка и передача данных.

NANOSATELLITE SIMULATOR FOR SMALL SATILLITE TESTING

A.A. Spiridonov, V.A. Sayechnikov, I.A. Shalatonin, E.O. Krivosheyev

Nano-satellite simulator based on commercial components of the company "fastwel" is considered. Natural simulation of onboard systems performed, test software was developed.

Keywords: simulator, nano-satellite, ultra-small spacecraft power system, communication system, control system, data acquisition and processing