



Рис. 2. Служба мониторинга МКА в составе операционной системы реального времени (ОСПВ)

Таким образом действует система диагностики для МКА класса CubeSat. В частности, разработана служба мониторинга, функционирующая в составе ОСПВ, которая является главным инструментом контроля состояния модулей в составе МКА и основной задачей которой является анализ его работы.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по проекту RFMEFI57417X0172.

### Литература

1. Bouwmeester J., Guo J. Survey of worldwide pico- and nanosatellite missions, distributions and subsystem technology // Acta Astronautica. 2010. Vol. 67, Iss. 7-8. P. 854 – 862.
2. Selva D., Krejci D. A survey and assessment of the capabilities of Cubesats for Earth observation // Acta Astronautica. 2012. Vol. 74. P. 50 – 68.
3. Osman D. A. M., Mohamed S. W. A. Hardware and software design of Onboard Computer of ISRASAT1 CubeSat // IEEE. Inter. Conf. on Communication, Control, Computing and Electronics Engineering (ICCCCEE 2017). 2017. P. 1 – 4.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СВЕРХБОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ В БОРТОВОЙ АППАРАТУРЕ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Осинцев А. В.

Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники

При проектировании большинства малых космических аппаратов применяется электронная компонентная база (ЭКБ) зарубежного производства. На сегодняшний день более 90 % всех встроенных 32-разрядных процессоров разработаны по лицензии британской корпорации Advanced RISC Machines (ARM). Она занимается разработкой архитектуры ядра по трем основным направлениям. Так, ядро Cortex A предназначено для высокопроизводительного класса устройств (смартфоны, планшеты, мультимедийные устройства и т. д.), Cortex M – для микроконтроллеров и недорогих встраиваемых устройств с частотой до 144 МГц, а Cortex R – для приложений, работающих в реальном времени. Низкая цена, наличие большого количества технической документации способствовали внедрению зарубежной ЭКБ для малых космических аппаратов на протяжении долгого времени.

Однако за последние 10 лет российские производители микроэлектроники наладили собственное производство сверхбольших интегральных схем (СБИС) широкого применения, по характеристикам не уступающих зарубежным аналогам [1]. Положительным стимулирующим фактором в этом является действующая федеральная программа импортозамещения, обязывающая производителей радиоэлектронной аппаратуры использовать отечественную ЭКБ с целью снижения зависимости от компонентов зарубежного производства [2].

Исходя из сказанного, проанализируем возможности применения отечественных СБИС в бортовой аппаратуре малых космических аппаратов.

В России производством СБИС, отвечающих требованиям авиационно-космического назначения, занимаются АО «ПКК «Миландр» и АО «НПЦ «ЭЛВИС». СБИС серии 1986ВEx (АО «ПКК «Миландр») способны работать в диапазоне температур от минус 60 до +125 °С. В основу данной серии заложено ядро Cortex M. В дополнение к стандартным периферийным блокам разработаны программно-аппаратные средства, повышающие помехоустойчивость СБИС.

Необходимо выделить группу 32-разрядных СБИС авиационного применения с реализацией авиационных интерфейсов ARINC 429 (ГОСТ 18977–79) и МКПД, MIL STD 1553 (ГОСТ P52070-2003). Таким образом, по характеристикам отечественные СБИС не уступают зарубежным аналогам, а по надежности и вовсе превосходят.

Однако их поспешное внедрение может пагубно сказаться на качестве конечного изделия, поскольку с течением времени в процессе эксплуатации могут вскрыться ранее не выявленные ошибки. Должен пройти некоторый срок для тестирования аппаратных и программных средств СБИС в штатном режиме эксплуатации, в течение которого будут выявлены недоработки, что позволит более точно планировать (предполагать) поведение системы в определенной ситуации. Наиболее подходящим способом внедрения отечественных СБИС в бортовую аппаратуру малых космических аппаратов может послужить, например, использование их в разработке спутников класса CubeSat [3 – 6]. Это позволит проанализировать их работу в условиях космической среды, избежать серьезных ошибок и выявить возможные проблемы, а также снизить затраты на разработку прототипа. Данные исследования заложат основу разработки бортовой аппаратуры целого ряда малых космических аппаратов.

Таким образом, использование ресурсов отечественной ЭКБ для создания новых систем военно-промышленного комплекса возможно лишь после продолжительного тестирования и отладки аппаратной и программной частей.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по проекту RFMEFI57417X0172.*

## Литература

1. *Осинцев А. В., Комнатнов М. Е., Собко А. А.* Использование отечественной элементной базы для создания новых устройств для испытаний на ЭМС // *Материалы 22 Междунар. науч.-практ. конф. «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-22-2016)».* Томск, 2016. С. 103 – 107.

2. *Постановление* правительства Российской Федерации от 24 декабря 2013 года № 1224 «Об установлении запрета и ограничении на допуск товаров, происходящих из иностранных государств, работ (услуг), выполняемых (оказываемых) иностранными лицами, для целей осуществления закупок товаров, работ (услуг) для нужд обороны страны и безопасности государства».

3. *Bouwmeester J., Guo J.* Survey of worldwide pico- and nanosatellite missions, distributions and subsystem technology // *Acta Astronautica.* 2010. Vol. 67, Iss. 7-8. P. 854 – 862.

4. *Selva D., Krejci D.* A survey and assessment of the capabilities of Cubesats for Earth observation // *Acta Astronautica.* 2012. Vol. 74. P. 50 – 68.

5. *Osman D. A. M., Mohamed S. W. A.* Hardware and software design of Onboard Computer of ISRASAT1 CubeSat // *IEEE. Inter. Conf. on Communication, Control, Computing and Electronics Engineering (ICCCCEE 2017).* 2017. P. 1 – 4.

6. *Клюшников В. Ю.* Развитие малых космических аппаратов нанокласса // *Актуальные вопросы проектирования автоматических космических аппаратов для фундаментальных и прикладных научных исследований : тез. докл. науч.-техн. конф. «Инновационные автоматические космические аппараты для фундаментальных и прикладных научных исследований. Актуальные вопросы создания служебных и научных систем».* Химки : ФГУП «НПО им. С. А. Лавочкина», 2015. P. 134 – 146.