

**МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ
НАНОСПУТНИКОМ**

А.С.Давыдов

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»

Изготовление и запуск малых и сверхмалых космических аппаратов в последнее десятилетие стали достаточно распространенными явлениями благодаря достижениям микроэлектроники, информатики, массовому производству и доступности элементов космических систем. В настоящее время существуют несколько ведущих фирм-производителей, предлагающих как отдельное оборудование для сверхмалых спутников формата “CubeSat”, так и готовые решения для бортовых систем и спутника в целом. Базовая платформа формата CubeSat для сверхмалых спутников в зависимости от типа исполнения предлагается по следующим ценам: при разработке самостоятельно: €50тыс; интегрированный модуль и программное обеспечение (ПО): €75тыс, законченное решение модуля: €150тыс. Кроме того, существует ряд ограничений при продаже оборудования, которые накладывает Госдепартамент США. Покупка готового решения или интегрированного модуля с ПО – это приобретение «чёрного ящика» с ограниченными возможностями. Поэтому среди разработчиков сверхмалых космических аппаратов стала обычной практика проектировать модули на основе покупных коммерческих элементов.

Одним из главных преимуществ наноспутника является низкая стоимость проектирования его подсистем. В частности, снижения стоимости проектирования бортового компьютера, можно добиться использованием стандартной элементной базы и операционной системы с открытым исходным кодом.

Одним из решений такого типа является операционная система Android, изначально разработанная для смартфонов и планшетных ПК. Открытый доступ к ядру операционной системы — это один из факторов, который способствует развитию программного обеспечения. Хотя платформа Android и предназначена для разработки под мобильные устройства, она обладает качествами полноценной операционной системы для локального компьютера, будь то одноплатный компьютер или бортовой компьютер наноспутника.

Спутник состоит из многих подсистем, каждая из которых выполняет свою собственную специализированную задачу. Первичная функция бортового компьютера, это облегчить связь между этими различными подсистемами. Подсистемы обычно физически помещаются в различные

модули и должны быть связаны надежной шиной данных, но поскольку в наноспутнике пространство часто - ограничивающий фактор, то некоторые из подсистем объединены непосредственно в бортовой компьютер. В этом случае, связи программного обеспечения между подсистемами заменяют физические связи, но подсистемы все еще обязаны независимо функционировать друг от друга. Чтобы удовлетворить этому требованию, необходим мощный микропроцессор, способный к управлению несколькими процессами одновременно. Процессы должны быть максимально изолированы друг от друга так, чтобы одна подсистема давшая сбой, не вызвала критическую ошибку других подсистем.

Из-за доказанной надёжности и многофункциональности, выберем процессор с ядром ARM7, давно зарекомендовавшим себя в космосе. При обзоре нескольких вариантов процессоров с ядром ARM, был выбран процессор AT91SAM7A2, наиболее подходящий по требованиям, указанным выше. AT91SAM7A2 позволяет непосредственно подключиться к внешней памяти, в т.ч. флэш-память, через программируемый интерфейс внешней шины.

В общем, бортовой компьютер должен выполнять следующие задачи:

- Обеспечивать информационный обмен между периферийными устройствами по низкоскоростной коммуникационной шине.
- Обеспечивать передачу данных к полезной нагрузке по высокоскоростному коммуникационному интерфейсу.
- Обеспечивать выполнение общих задач обслуживания.
- Обеспечить возможность выполнения пользовательских процессов.

Технические требования, предъявляемые к бортовому компьютеру (БК):

1. БК должен быть устойчив к сбоям, и должен работать в случае единичного аппаратного сбоя без последствий для функциональных возможностей спутника.

2. Интерфейсы всех систем с БК должны быть дублированы. Единичный аппаратный сбой в информационном интерфейсе системы не должен привести к сбою в управлении этой системой от БК;

3. БК должен обладать памятью большой емкости, способной хранить бортовое ПО, специальные данные, а также данные телеметрии на период, пока КА находится вне зоны видимости наземных станций управления аппаратом;

4. БК должен иметь возможность быть легко адаптированным для разных миссий КА без полной переработки аппаратной и программной части;

5. БК должен быть компактным и потреблять минимум мощности;

6. БК должен иметь возможность программного переконфигурирования в полете.

В качестве программного обеспечения бортового компьютера, было создано Android-приложение для получения, накопления и отправки на ПК информации с датчиков КА. Приложение позволяет определять ориентацию КА в пространстве, его ускорение, и записывать все полученные данные в *.csv файл на SD карту, затем отправляя их на выделенный сервер. Для *.csv файла на SD карте необходимо около 100КБ свободного места. Далее полученные данные можно обработать: определить перемещение, скорость и углы поворота КА

УДК621.3.082.5

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ЛОПАТОК ГТД

У.В. Бояркина, Е.А. Щелоков

г. Самара, «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»; г. Самара, АО «РКЦ «Прогресс»»

Рассматривается способ определения параметров крутильных колебаний лопаток турбомашин, основанный на свойстве [1] упорядоченно-штрихообразной поверхности изменять направление и ширину диаграммы направленности отраженного светового потока в зависимости от пространственных соотношений угла падения потока и направленности штрихов отражающей поверхности.

При сравнительном анализе методов измерения, контроля и регистрации динамических деформационных параметров лопаток были отмечены негативные стороны существующих способов и устройств измерения крутильной составляющей колебаний лопаток турбомашин, основанных на использовании тензодатчиков [2], недостатки и достоинства бесконтактного оптоэлектронного дискретно-фазового метода и устройств его реализующих [3]. Результаты анализа указывают на необходимость расширения и развития методов бесконтактного контроля, в частности в оптическом диапазоне.

Для реализации предложенного способа на поверхности торца каждой лопатки формируют зоны, следующие друг за другом и различным образом отражающие световой поток. В первой зоне формируют отражающие участки, представляющие собой штрихообразные бороздки, повернутые на некоторый угол α , относительно плоскости перпендикулярной оси вращения колеса. Вторая зона, расположенная по центру торца лопатки, представляет собой поверхность, диффузно рассеивающую падающий световой поток. В третьей зоне формируют отражающий участок подобный участку первой зоны, но отличающийся тем, что штрихообразные бороздки