

Разработка космического аппарата сверхмалого класса для ведения фотофиксации поверхности Земли

С.Д. Ивлев, В.П. Евсеев, О.Л. Старина

Самарский национальный исследовательский университет, Самара, Россия

Обоснование. За последние десятилетия наноспутники формата CubeSat заняли большую нишу среди космических аппаратов. Начиная как примитивные спутники для образования и тестирования систем, сейчас CubeSat выполняют широкий спектр задач: научно-исследовательские, технические и проч., а также вышли за пределы низкой околоземной орбиты. Однако существует возможность создания еще более мелких аппаратов, предназначенных для более примитивных задач, которые были бы типовые, дешевые в запуске и просты в управлении. Главная идея проекта — разработка контейнера и стандарта спутника, предназначенного для запуска изнутри CubeSat.

Цель — разработать стандарт спутников TinySat, предназначенный для группового запуска и произвести спутник-прототип для тестового полета.

Методы. В рамках реализации проекта был разработан ряд шасси для спутников размерами 1tU, 2tU, 3tU (1tU = 48×48×50 мм), позволяющий разместить внутри набор бортовой электроники, и предназначенный для интеграции в пусковой контейнер размерами 1U CubeSat [1]. Фотография модели разделения материнского спутника и группы малых TinySat представлена на рис. 1.

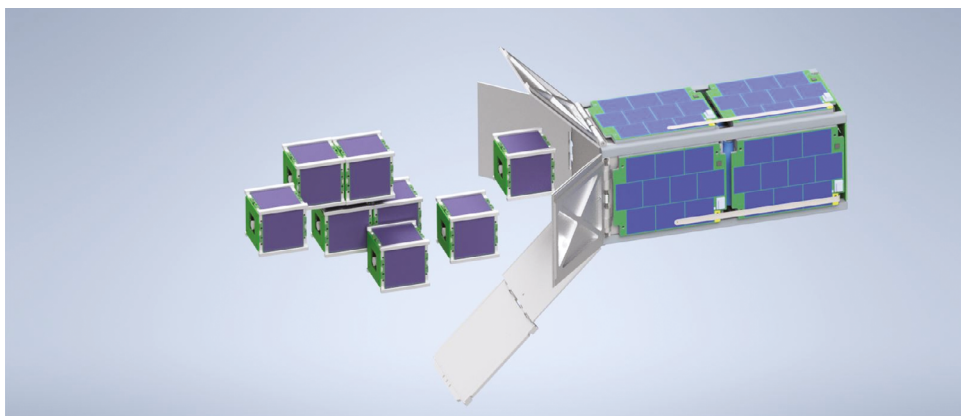


Рис. 1. Моделирование разделения спутника

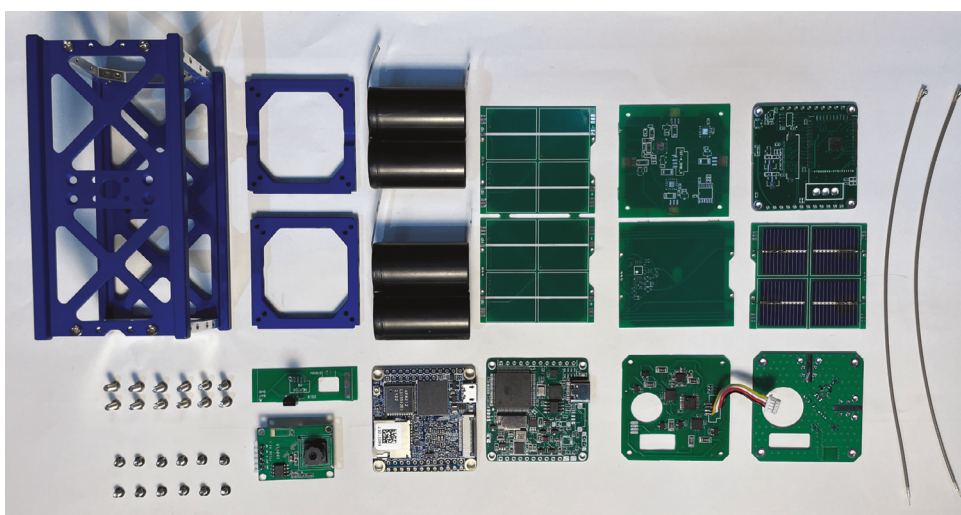


Рис. 2. Комплект бортовой аппаратуры и шасси для разработанного прототипа

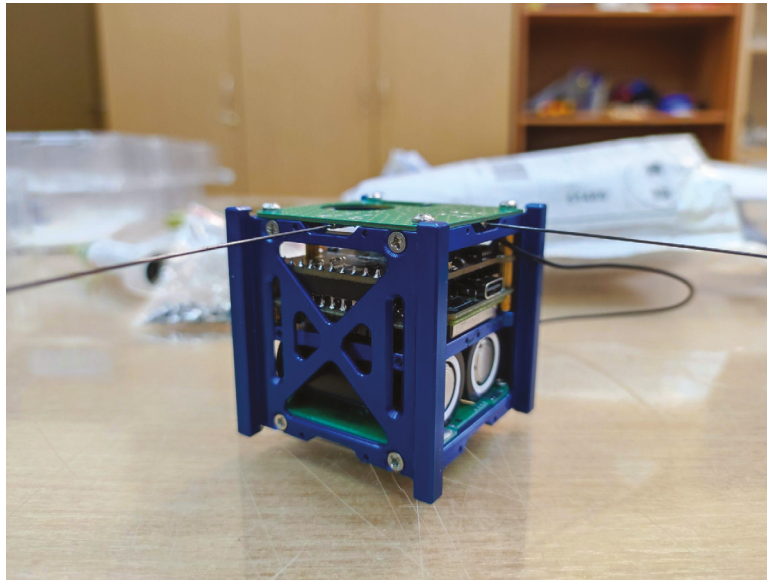


Рис. 3. Собранный прототип спутника без установленных боковых панелей

Для работы в условиях низкой околоземной орбиты был разработан модуль питания, управления и радио-передачи, выполненный в виде одной печатной платы высокой плотности (HDI), который предназначен для обеспечения работы служебных систем спутника. Он является базовым, обязательным и универсальным для всех спутников формата TinySat. Все дополнительные модули, бортовые платы устанавливаются выше в единый блок электроники, который впоследствии устанавливается внутрь шасси аппарата.

В рамках работы над проектом помимо основной платы был разработан комплект (рис. 2) систем, предназначенный для реализации на базе данной платформы спутника, предназначенного для ведения фотофиксации поверхности Земли и передачи фотографий на Землю с разрешением до 5 Мп.

Отдельной частью работ по созданию платформы была разработка фотоэлектрических преобразователей, установленных на пяти гранях спутника и обеспечивающих работы в режиме малого потребления на всем протяжении полета, с возможностью включения систем, необходимых для получения и отправки на Землю фотографий. Данная система является комбинированной с системой магнитной стабилизации, которая предназначена для уменьшения угловой скорости и находится в данный момент в разработке.

В состав спутника входят следующие компоненты:

- шасси спутника;
- аккумуляторный блок;
- система отделения;
- антенная система;
- фотоэлектрические преобразователи;
- система обеспечения функционирования наноспутника;
- фотокамера с интегрированным контроллером;
- объектив;
- система магнитной стабилизации.

Компоненты наземной части:

- центр долговременного хранения данных;
- центр управления полетами группировкой спутников;
- сеть наземных приемных станций для задач приема телеметрии;
- коммуникационная сеть для сбора и хранения данных.

В данный момент разработан и произведен набор бортовых систем для спутника, собран прототип (рис. 3) и идет разработка бортового программного обеспечения, предназначенного для первого космического запуска.

Результаты. В результате выполнения задач проекта был разработан стандарт TinySat, предусматривающий возможность группового запуска. Был разработан комплект бортовой аппаратуры, предназначенной

для обеспечения функционирования спутника и ведения фотофиксации поверхности Земли с передачей фотографий на Землю. Был разработан комплект программного обеспечения как для всех бортовых систем, так и наземного комплекса для обработки и визуализации полетных данных.

Выводы. В результате работы над проектом был сделан вывод о перспективности формата сверхмалых спутников для определенного набора задач. В рамках данного стандарта возможно изготовить полноценный набор бортовых систем и обеспечить возможность интеграции блока полезной нагрузки.

Ключевые слова: фотофиксация; сверхмалый спутник; наземный комплекс; групповой запуск; фото-электрические преобразователи; магнитная стабилизация.

Список литературы

1. Antunes A. DIY Satellite Platforms: Building a space-ready general base picosatellite for any mission. Make Community, 2012. 80 p.
2. Разработка систем космических аппаратов / под ред. П. Фортескью, Дж. Старка, Г. Суинерда. Москва: Альпина PRO, 2022. 764 с.

Сведения об авторах:

Сергей Дмитриевич Ивлев — студент, группа 6304-090301D, институт информатики и кибернетики; Самарский национальный исследовательский университет, Самара, Россия. E-mail: serejaivlev@gmail.com

Виталий Павлович Евсеев — студент, группа 6202-090301D, институт информатики и кибернетики; Самарский национальный исследовательский университет, Самара, Россия. E-mail: vivseev02@inbox.ru

Ольга Леонардовна Старинова — профессор, заведующий кафедрой динамики полета и систем управления; Самарский национальный исследовательский университет, Самара, Россия. E-mail: starinova@ssau.ru