

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ МАЛЫХ СПУТНИКОВ СТАНДАРТА CUBESAT

Д. В. ФОМИН, Д. О. СТРУКОВ, А. С. ГЕРМАН

*Амурский государственный университет, 675027, Благовещенск, Россия
E-mail: e-office@yandex.ru*

Представлена концепция создания универсальной платформы полезной нагрузки для проведения научных экспериментов студентами вузов. К классу задач, решаемых предлагаемой универсальной платформой, относятся исследования новых приборов микро- и нанoeлектроники, испытание прототипов полупроводниковых приборов, возможность проведения дистанционного зондирования Земли. Использование универсальной платформы при проведении в образовательных целях научных экспериментов на малых спутниках стандарта CubeSat позволит формировать новые компетенции у студентов разных направлений подготовки.

Ключевые слова: стандарт CubeSat, полезная нагрузка, универсальная платформа, новые компетенции студентов

Наблюдаемая в настоящее время тенденция к уменьшению веса и габаритов космических аппаратов наряду с увеличением количества малых космических аппаратов (МКА) [1] объясняется не только низкой стоимостью изготовления и запуска, но и сравнительно малыми сроками разработки, а также возможностью решения разнообразных задач в интересах бизнеса и науки [2], в том числе образовательного процесса [3]. Не случайно, что для решения этих задач создаются не просто отдельные МКА, а универсальные платформы, предназначенные, в частности, для проведения научных экспериментов в образовательных целях [4].

В университетской практике прочно закрепился МКА стандарта CubeSat, предложенный в 1999 г. Калифорнийским политехническим и Стэнфордским университетами. Этот стандарт позволяет студентам создать свой КА даже в рамках обучения по программе бакалавриата, также он рассматривается и как основа для развития проектного обучения [5]. За последнее время появилась целая индустрия поддержки формата CubeSat, и теперь возможно собрать МКА данного стандарта как конструктор из готовых типовых модулей. При этом, однако, отсутствие универсальных модулей не позволяет студентам некосмических специальностей проводить образовательные научные эксперименты. В настоящее время в связи с тенденцией к коммерциализации космоса запланированы коммерческие запуски с нового космодрома Восточный. Поэтому вопрос формирования „космических“ компетенций у специалистов из различных областей науки приобретает новый смысл и значение.

Для проведения научных экспериментов на малых спутниках стандарта CubeSat предлагается использовать универсальные платформы, которые, как правило, разрабатываются под установку полезной нагрузки, решающей определенные классы задач [4]. К классу задач, решаемых предлагаемой универсальной платформой, относятся исследования новых приборов микро- и нанoeлектроники, испытание прототипов полупроводниковых приборов, возможность проведения дистанционного зондирования Земли. В последнем случае требуется дополнительная проработка способов размещения внешних устройств КА согласно методикам, предложенным в работах [6, 7].

Функциональная схема прототипа универсальной платформы полезной нагрузки, разработанной для проведения студентами научных экспериментов, представлена на рис. 1, где приняты следующие обозначения: МК — микроконтроллер, ПЗУ — постоянное запоминающее устройство, БП — блок питания КА, ЧРВ — часы реального времени, БДт — блок дат-

чиков (размещается на внешней поверхности МКА), БК — бортовой компьютер КА, СН — стабилизатор напряжения, ВУ — входной усилитель, МП — мультиплексор, ИОН — источник опорного напряжения.

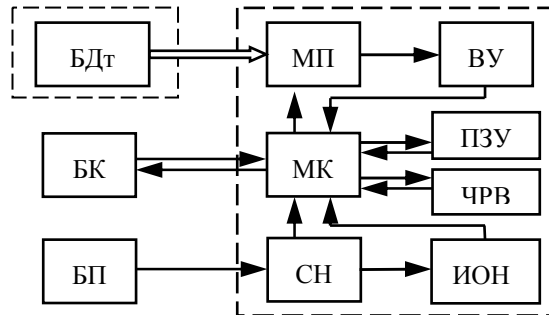


Рис. 1

Основу платформы составляет микроконтроллер. Для прототипа был выбран 8-разрядный AVR-микроконтроллер с внутрисистемной программируемой флэш-памятью емкостью 128 Кбайт, поддерживающий интерфейсы 2xUSART, SPI, I2C. В качестве ПЗУ, для временного хранения данных, определена микросхема типа EEPROM емкостью 1 Мбит с интерфейсом I2C.

Помимо универсальности, в рамках определенных ранее задач, к достоинствам платформы можно отнести:

- масштабируемость, которая достигается использованием мультиплексора при подключении датчиков;
- отказоустойчивость, поддерживаемая надежными алгоритмами самотестирования;
- наличие универсального программного обеспечения, что позволяет гибко перестраивать платформу под проведение различных научных экспериментов;
- возможность выбора любого из интерфейсов взаимодействия платформы и МКА: USART, SPI, I2C;
- автономность при выполнении исследовательских задач.

На рис. 2 показан внешний вид прототипа универсальной платформы, спроектированной согласно функциональной схеме (см. рис. 1).

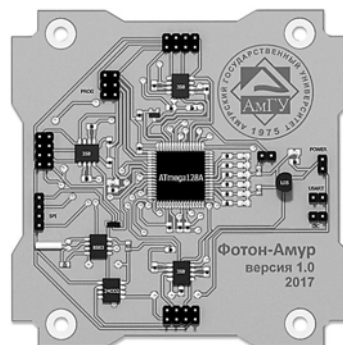


Рис. 2

Полученные во время эксперимента данные накапливаются в ПЗУ и передаются на Землю во время сеанса связи порциями по 256 бит в формате, представленном в таблице.

Данные	Объем, бит
Название модуля	24
Дата и время отправки	48
Блок параметров (напряжение, сила тока, температура и т.п.)	184
Итого	256

Количеством посылок определяется точность эксперимента. Работоспособность платформы будет проверена в конкретном эксперименте, связанном с исследованием основных характеристик новых фотоэлектрических преобразователей, которые вместе с датчиками температуры, освещенности и других параметров будут выноситься на внешнюю грань спутника CubeSat. По полученным данным на Земле будут вычисляться КПД и мощность фотоэлектрических преобразователей, абсолютная и относительная погрешности, рассчитываться зависимости его характеристик от факторов окружающей среды — температуры, энергии светового потока, ионизирующего излучения и времени работы. Энергопотребление модуля: среднее — 50 мА, пиковое — не более 100 мА. Суммарный вес полезной нагрузки не более 100 г.

Использование представленной универсальной платформы полезной нагрузки и предложенного готового прототипа при проведении в образовательных целях научных экспериментов на малых спутниках стандарта CubeSat позволит формировать новые компетенции у студентов, в том числе некосмических специальностей, а также существенно сократить сроки разработки студенческих МКА, что положительно скажется на динамике образовательного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макриденко Л. А., Волков С. Н., Ходненко В. П., Золотой С. А. Концептуальные вопросы создания и применения малых космических аппаратов // Вопросы электромеханики. 2010. Т. 114. С. 15—26.
2. Прокопьев В. Ю., Кусь О. Н., Оссовский А. В. Малые космические аппараты стандарта CubeSat. Современные средства выведения // Вестн. науки Сибири. 2014. № 2 (12). С. 71—80.
3. Белоконов И. В., Тимбай И. А., Устюгов Е. В. Использование низковысотных группировок наноспутников для изучения геофизических полей: опыт участия в проекте QB50 // Сб. материалов науч. сессии Секции солнечно-земных связей Совета по космосу. М.: ИКИ РАН, 2015. С. 28—36.
4. Волоцуев В. В., Ткаченко И. С., Сафронов С. Л. Выбор проектных параметров универсальных платформ // Вестн. Самарского гос. аэрокосм. ун-та. 2012. № 2 (33). С. 35—47.
5. Кофтун Ю. С., Фомин Д. В. Проведение научных экспериментов с образовательной целью на малых космических аппаратах // „Орбита молодежи и перспективы развития российской космонавтики“: Сб. материалов Всерос. молодежной науч.-практ. конф., 8—9 сент. 2016 г. Самара: Самарский ун-т, 2016. С. 153—154.
6. Ахметов Р. Н., Шилов Л. Б., Куренков В. И., Якищук А. А. Методика размещения внешних устройств космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с учетом целевого функционирования // Вестн. Самарского гос. аэрокосм. ун-та. 2015. Т. 14, № 4. С. 38—48.
7. Мурадимов М. Ж., Двирный В. В., Двирный Г. В., Кукушкин С. Г., Голованова В. В., Сидорова Е. С. Тепловая схема малого космического аппарата типа „Юбилейный“ и определение параметров теплообменного устройства // Исследования наукограда. 2015. № 1 (11). С. 18—23.

Сведения об авторах

- Дмитрий Владимирович Фомин** — канд. физ.-мат. наук, доцент; Амурский государственный университет; директор научно-образовательного центра; E-mail: e-office@yandex.ru
- Дмитрий Олегович Струков** — студент; Амурский государственный университет, инженерно-физический факультет; E-mail: tokloo@yandex.ru
- Анна Сергеевна Герман** — студентка; Амурский государственный университет, инженерно-физический факультет; E-mail: dream_of_rains@mail.ru

Поступила в редакцию
14.02.18 г.

Ссылка для цитирования: Фомин Д. В., Струков Д. О., Герман А. С. Универсальная платформа полезной нагрузки для малых спутников стандарта CubeSat // Изв. вузов. Приборостроение. 2018. Т. 61, № 5. С. 446—449.

UNIVERSAL PAYLOAD PLATFORM FOR SMALL SATELLITES OF THE CUBESAT STANDARD**D. V. Fomin, D. O. Strukov, A. S. German***Amur State University, 675027, Blagoveshchensk, Russia
E-mail: e-office@yandex.ru*

A concept of universal payload platform for scientific experiments to be carried out by university students is proposed. The class of problems solved by our universal platform includes research of new devices of micro- and nanoelectronics, testing prototypes of semiconductor devices, analysis the possibility of remote sensing of the Earth. The use of such a universal platform when conducting scientific experiments on small satellites of the CubeSat standard for educational purposes is anticipated to allow forming new competencies for students of different training areas.

Keywords: CubeSat standard, payload, universal platform, new students' competencies

Data on authors

- Dmitry V. Fomin** — PhD, Associate Professor; Amur State University; Director of Scientific-Training Center; E-mail: e-office@yandex.ru
- Dmitry O. Strukov** — Student; Amur State University, Faculty of Engineering Physics; E-mail: tokloo@yandex.ru
- Anna S. German** — Student; Amur State University, Faculty of Engineering Physics; E-mail: dream_of_rains@mail.ru

For citation: Fomin D. V., Strukov D. O., German A. S. Universal payload platform for small satellites of the CubeSat standard. *Journal of Instrument Engineering*. 2018. Vol. 61, N 5. P. 446—449 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2018-61-5-446-449