

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УНИВЕРСИТЕТСКИХ СПУТНИКОВ ФОРМАТА CUBESAT В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

М.С. Орнатский¹⁾, П.Ю. Бучацкий²⁾

1) студент ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», г. Майкоп, Россия, mikhail.sergeevich.2001@bk.ru

2) к.т.н., доцент, заведующий кафедрой автоматизированных систем обработки информации и управления ФГБОУ ВО «Адыгейский государственный университет», г. Майкоп, Россия, butch_p99@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрены возможности технологии малых спутников формата CubeSat и их значимости в сфере образования и развитии космической отрасли.

Ключевые слова: наноспутники, стандарт CubeSat, полезная нагрузка, спутникостроение.

USING UNIVERSITY CUBESAT SATELLITES IN SCIENTIFIC RESEARCH

Mikhail S. Ornatskiy¹⁾, Pavel Yu. Buchatsky²⁾

1) student Adyghe State University, Maykop, Russia, mikhail.sergeevich.2001@bk.ru

2) candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department of Automated Systems of Processing Information and Control, Adyghe State University, Maykop, butch_p99@mail.ru

Abstract: This article discusses the possibilities of CubeSat small satellite technology and its significance in the field of education and development of the space industry.

Key words: nanosatellites, CubeSat standard, payload, satellite construction.

Цель исследования: изучение спектра новых технологий в области спутникостроения для применения в образовательных целях.

Итог: был проведен анализ передовых технологий в сфере спутникостроения и определены их возможности применения в образовательных целях.

Использование спутниковых систем в решении перспективных задач освоения космоса является очевидным, но процесс разработки,

развёртывания и ввода в эксплуатацию этих систем сопровождается рядом технических и организационных трудностей. В качестве одного из способов разрешения таких проблем можно рассматривать технологию малых спутников. Малые спутники — тип искусственных спутников земли, имеющих малый вес и размеры. Обычно малыми считают КА с массой менее 0,5-1 тонны[1]. Существует более подробная классификация типов в зависимости от массы[2]:

- миниспутники – от 100 до 500 кг
- микроспутники – от 10 до 100 кг
- наноспутники – от 1 до 10 кг
- пикоспутники – от 100 г до 1 кг
- фемтоспутники – до 100 г

Малые спутники имеют преимущества в использовании перед большими по таким показателям как меньшие первоначальные затраты на разработку и развёртывание, минимизация потерь от неудачного запуска КА, а также менее технологичный способ доставки на рабочую орбиту. К тому же они могут справляться с определёнными задачами научных исследований так же успешно, как и многие большие космические аппараты.

CubeSat – один из форматов сверхмалых искусственных спутников Земли для исследования космоса, имеющих объём не более нескольких литров и массу в единицы килограммов. Стандарт CubeSat был создан под руководством профессора Боба Твиггса (факультет аэронавтики и астронавтики, Стэнфорд)[3] на базе стандарта обычной промышленной электроники, таким образом, сильно удешевив разработку малых космических аппаратов и дав возможность их использования университетами и частными коммерческими организациями. Побочным эффектом появления данного стандарта малых космических аппаратов, которые преимущественно являются наноспутниками, стала возможность самостоятельного проектирования, разработки и эксплуатации их учащимися учебных заведений: студентами, аспирантами, а в некоторых случаях и учениками старших классов.

На текущем этапе своего развития спутники CubeSat выпускаются в разных модификациях. В свободном доступе имеется широкий спектр комплектующих и полезной нагрузки к ним, что значительно упрощает самостоятельную разработку аппарата для научных, исследовательских, учебных и коммерческих целей. Существует несколько модификаций стандартной конфигурации 1U (одноюнитовый модуль), которая имеет длину ребра 10 см и массу до 1.33кг. Более крупные спутники имеют форму и массу, кратные 1.5U, 2U, 3U и 6U одиночных модулей,

состыкованных друг с другом по одной линии. Также предлагались и платформы CubeSat крупнее, включающие модель в 12U.

Одним из ключевых этапов разработки аппарата формата CubeSat является оценка и выбор полезной нагрузки, которая представляет собой различные исследовательские приборы, то есть от выбора полезной нагрузки зависит то, какая исследовательская миссия будет у спутника. Здесь возможны следующие варианты решения научно-исследовательских задач в соответствии с полезными нагрузками спутника:

Использование датчика частиц в качестве полезной нагрузки

Детектор заряженных частиц может обеспечивать мониторинг солнечной активности или другого космического излучения, представляющего собой поток гамма-излучения или электронов. Примером может послужить SXC-SINP-CPD-01, разработанный компанией Sputnix в сотрудничестве с учёными из МГУ[4].

Использование программно-определяемой радиосистемы (SDR приёмника) в качестве полезной нагрузки

SDR приёмник использует технологию, позволяющую с помощью программного обеспечения устанавливать или изменять рабочие радиочастотные параметры, и принимает и записывает широкий спектр радиосигналов для дальнейшей научно-экспериментальной обработки. В комбинации с детектором заряженных частиц делает возможным изучение состояния ионосферы и ее влияния на прохождение радиосигналов. Пример: SDR приемник от компании Sputnix[5].

Использование инфракрасного спектрометра в качестве полезной нагрузки

Инфракрасный спектрометр регистрирует инфракрасный спектр поглощения, пропускания или отражения веществ, и может быть применён для дистанционного зондирования Земли. Также этот прибор позволяет проводить радиационный мониторинг, мониторинг загрязнений, парниковых газов и лесных пожаров. Исследования, выполненные этим прибором, могут использоваться для лабораторного химического, биологического и молекулярного анализа. Пример: инфракрасный спектрометр Argus 1000 от компании Thoth[6].

Использование видеомодулей и камер разных разрешений в качестве полезной нагрузки

Такие приборы применяются для дистанционного зондирования Земли или других космических объектов. Примеры: Камера ДЗЗ высокого разрешения[7], видеомодуль продвинутый[8].

Это были лишь некоторые примеры готовых полезных нагрузок, которые можно приобрести на интернет-ресурсах, однако, зачастую

исследовательское оборудование делается «под заказ» для каждого космического аппарата.

Университеты и другие образовательные учреждения, как правило, рассматривают учебный запуск этих спутников с целью развития навыков студентов и привлечения внимания будущих специалистов к космической отрасли, которая является одной из ключевых в нашей стране. В рамках научно-образовательного проекта “Space-π”[9,10] будет проведена разработка и производство малых космических аппаратов на отечественной цифровой платформе, и формирование в течение нескольких лет на орбите группировки более 100 единиц кубсатов формата 3U. С помощью этой модели спутника и камеры высокого разрешения для дистанционного зондирования Земли, установленной на нём в качестве полезной нагрузки, можно, к примеру, вести мониторинг состояния лесов против незаконной вырубке или для использования в борьбе с пожарами. Такое решение отлично подойдёт для охраны Кавказского биосферного заповедника. Также допускается вариант установки специального оборудования для создания радиотелескопа из этой группировки спутников.

Все вышеперечисленные возможности исследований университетскими спутниками формата Кубсат могут быть применены и для достижения перспективных целей в освоении космоса. Одним из примеров такого применения служит проект Mars Cube One, в рамках которого в мае 2018 года к Марсу были отправлены два спутника стандарта Кубсат (MarCO-A и MarCO-B), которые успешно выполнили задачу по дистанционному зондированию красной планеты, и тем самым доказали возможность применения спутников данного формата для недолговременных космических полётов к другим планетам [11]. Этот процесс может быть использован в будущем в качестве разведки для колонизации других планет.

На этом перечень исследовательских миссий с применением технологии CubeSat не ограничивается, так как работа в совершенствовании технологий в этом направлении ведется непрерывно. Подобные предпосылки могут привести к появлению уже в ближайшем десятилетии наноспутников для исследования дальнего космоса и спускаемых аппаратов стандарта CubeSat.

Некоторые примеры миссий CubeSat

Научно-образовательные спутники «СириусСат-1» и «СириусСат-2» были собраны школьниками из центра Сириус Сочи совместно со специалистами компании «СПУТНИКС» на базе разработанной компанией наноспутниковой платформы кубсат «OrbiCast - Pro»[12]. В качестве полезной нагрузки аппаратов выступает детектор космических частиц для

изучения «космической погоды». Старт двух спутников на Международную космическую станцию осуществлен 10 июля 2018 года на борту транспортного корабля «Прогресс МС-09», а отправка в свободный полет была осуществлена 15 августа во время запланированного выхода космонавтов в открытый космос.

СамСат-218 - разработка Самарского государственного аэрокосмического университета (СГАУ), который был запущен и выведен на орбиту 28 апреля 2016 года с помощью ракеты-носителя «Союз-2.1а»[13]. Однако после запуска на орбиту были зафиксированы проблемы в работе спутника. Возможной причиной потери связи стала неисправность приёмопередатчика. В задачи проекта входила отработка алгоритмов управления ориентацией малых спутников и испытания способа взаимодействия со спутником с помощью системы мобильной спутниковой связи Globalstar.

Томск-ТПУ-120 - первый российский космический аппарат, созданный с использованием 3D-технологий и уникальных материалов. Он был выведен на рабочую орбиту 17 августа 2017 года и стал первым в мире космическим аппаратом, корпус которого напечатан на 3D-принтере[14]. Создан для испытаний новых технологий космического материаловедения; поможет протестировать ряд разработок вуза и его партнеров. Юго-Западный Государственный Университет создал электронную аппаратную составляющую спутника.

IRVINE-1 — 1U CubeSat, который построен командой студентов из пяти высших школ США под общим управлением представителей аэрокосмической отрасли США. Был запущен с пускового комплекса Rocket Lab 1 11 ноября 2018 года в рамках миссии Electron rocket[15]. Целью проекта является подготовка инженерных кадров[16]. Полезная нагрузка аппарата — трёхмегапиксельная камера, предназначенная для съёмки звезд и Луны.

Таким образом, вышеописанные технологии являются доступными для образовательных учреждений и могут использоваться для реализации научно-исследовательских и образовательных проектов, одним из которых в дальнейшем может стать запуск университетского малого спутника формата "CubeSat" для мониторинга лесов Кавказского биосферного заповедника.

Список использованных источников:

1. Овчинников М. Ю. Малые спутники — кто они (под названием «Малые мира сего» публиковалось в Компьютере №15, 2007) - <https://docs.google.com/viewer?docex=1&url=http://www.keldysh.ru/events/ovch.pdf>

2. Satellite Classification (Small Satellites Home Page) - http://centaur.sstl.co.uk/SSHP/sshp_classify.html
3. Кубсат - <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кубсат>
4. Датчик частиц - <https://sputnix.ru/ru/priboryi/poleznaya-nagruzka/datchik-chasticz>
5. SDR приемник - <https://sputnix.ru/ru/priboryi/poleznaya-nagruzka/sdr-priemnik>
6. Инфракрасный спектрометр Argus 1000 - <https://www.cubesatshop.com/product/argus-1000-infrared-spectrometer/>
7. ДЗЗ высокого расширения - <https://sputnix.ru/ru/priboryi/poleznaya-nagruzka/kamera-dzz-vyisokogo-razresheniya>
8. Видеомодуль продвинутой - <http://cubesatnano.ru/portfolio-view/видеомодуль-видеомодуль-продвинутой/>
9. Презентация проекта по развитию инфраструктуры и вовлечению молодежи школьного возраста в научно-техническое творчество в области космических технологий - <https://openinnovations.ru/live/561>
10. Паврозин А.В. Формирование профессиональных компетенций на примере подготовки бакалавров в техническом вузе // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2014. № S4. С. 197-200.
11. Mars Cube One - https://en.wikipedia.org/wiki/Mars_Cube_One
12. СириусСат-1 - <https://sputnix.ru/ru/sputniki/na-orbite/siriussat-1>
13. СамСат-218 - https://ru.wikipedia.org/wiki/СамСат-218#cite_note-3
14. Малый космический аппарат «Томск-ТПУ-120» RS4S - <https://swsu.ru/space/tomsk-tpu-120-rs4s/>
15. IRVINE01 - <https://en.wikipedia.org/wiki/IRVINE01>
16. Команда разработчиков спутника IRVINE-1 просит помощи в принятии телеметрии с аппарата - <https://r4uab.ru/2018/07/30/komanda-razrabotchikov-sputnika-irvine01-prosit-pomoshhi-v-prinyatii-telemetrii-s-apparata/>