

УДК 520.374

## РАЗРАБОТКА МАЛОГО ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ CUBESAT НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

### Писарев Кирилл Борисович

Алтайский край, г. Барнаул, КГБУ ДО «Детский технопарк Алтайского края «Кванториум.22»;  
г. Славгород, МБОУ «СОШ № 10», 9 класс

*Научный руководитель: Вайцель Денис Эдуардович, г. Барнаул, КГБУ ДО «Детский технопарк Алтайского края «Кванториум.22», педагог дополнительного образования*

В условиях информатизации общества особую роль приобретает применение космических систем, обеспечивающих оперативность, высокую периодичность получения и доставки информации. Возникает необходимость создания многоспутниковых группировок на орбите, что невозможно реализовать, используя аппараты с большой массой. Наблюдается тенденция миниатюризации спутниковых платформ и рост популярности малых и сверхмалых космических аппаратов (МКА и СМКА) [1].

**Объект:** малый искусственный спутник Земли CubeSat.

**Предмет:** возможность разработки на базе платформы Arduino.

**Цель:** разработать действующую модель малого искусственного спутника Земли CubeSat на базе платформы Arduino.

#### **Задачи исследования:**

1. Разработать компас на базе микроконтроллера Arduino с использованием магнитометра.
2. Разработать «черный ящик», записывающий на SD карту параметры с 5 датчиков с частотой запись в 10 секунд.
3. Разработать систему передачи информации (температура, напряжение) между 2 микроконтроллерами Arduino, добиться скорости передачи данных на расстоянии 1 м.

**Практическая значимость:** разработанный аналог малого искусственного спутника могут использовать как удешевленный аналог.

**Анализ аналогов и требований, спецификации конструкции CubeSat.** CubeSat – формат малых (сверхмалых) искусственных спутников Земли для исследования космоса (Рис. 1), состоит из 3 основных блоков: основной стек электронных устройств, сборочный каркас и солнечные панели [2].

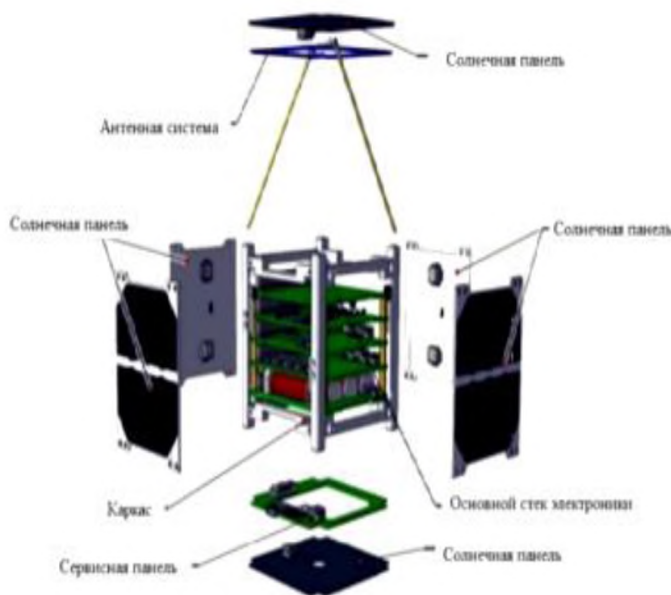


Рис. 1. Аппаратура спутника форм-фактора 1U

Современные наноспутники имеют широкую область применения: от дистанционного зондирования Земли до космических наблюдений [3]; отработка новейших технологий, программно-аппаратных решений; образовательные программы; экологический мониторинг; исследования геофизических полей; астрономические наблюдения [4]. Размеры наноспутников «CubeSat» маленькие, могут крепиться на внешней стороне полезной нагрузки или на средствах выведения, что уменьшает цену их запуска, так как на одном летательном аппарате можно запустить несколько спутников [3]. На данный момент разрабатывается проект CubeSat (CDS). Первоначальный CDS представил миру стандарт CubeSat почти 20 лет назад. Теперь CDS был переоборудован. Требования, написанные для P-POD, будут включать требования для всех доступных в настоящее время дозаторов [3].

Разработчики CubeSat'ов должны активно участвовать в обеспечении безопасности и успешности миссий. Они обязаны заполнить форму «Запроса проверки отклонений от требований» DAR (Deviation Waiver Approval Request). Процесс согласования должен быть быстрым, простым между CubeSat разработчиками, интеграторами P-POD, персоналом безопасности, поставщиком запуска ракеты-носителя. Скачать DAR можно с сайта: <http://www.cubesat.org>. Запросы отправлять по адресу: [standards@cubesat.org](mailto:standards@cubesat.org) Разработчики должны понимать, что каждое отклонение от требований уменьшает шансы найти возможность подходящего запуска. Исходя из требований к процедуре, можно сделать вывод, что разработка собственного CubeSat'а возможна.

**Проектирование и разработка макета конструкции CubeSat на базе платформы Arduino.** Исходя из размеров компонентов для малого искусственного спутника Земли CubeSat, были выбраны размеры. Проектирование конструкции корпуса выполнялось при помощи программы CAD-системы КОМПАС 3D.

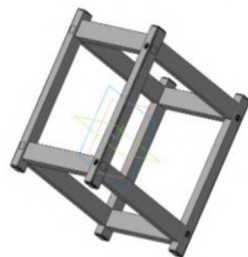


Рис. 2. Спроектированный корпус разрабатываемого макета конструкции CubeSat

**Разработка электроники и программного обеспечения.** Для написания программы использована среда разработки Arduino IDE. Для разработки первоначальной электронной составляющей прототипа использована платформа Arduino: 1) GY-521 – модуль с гироскопом, акселерометром и термометром на базе микросхемы MPU-6050 (что позволяет определить движение тела в трехмерном пространстве); 2) HC-SR501 – модуль датчика движения (или присутствия) для обнаружения движения объектов с инфракрасным излучением; 3) DHT11 – цифровой датчик температуры и влажности (основа DHT11 – компоненты NTC структуры и резистивный сенсор).

**Анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения разработанного проекта.** CubeSats используются для демонстрации технологий космических аппаратов для малых спутников или имеющих сомнительную стоимость более крупного спутника. В 2018 году 2 спутника MarCO CubeSat стали первыми спутниками CubeSats, отправленными на Марс. Некоторые CubeSat имеют сложные компоненты, увеличивающие стоимость строительства до миллионов.

Выводы исследования: разработан прототип малого искусственного спутника Земли CubeSat на базе платформы Arduino с возможностями: ориентация в пространстве, измерение температуры окружающей среды, анализ присутствия объектов в радиусе видимости.

#### Список литературы:

1. Пайсон Д.Б. Малые спутники в современной космической деятельности // Специальный выпуск «Спутниковая связь и вещание». 2017. № 2. С. 3-5.
2. Ермилов В.Т. Международное регулирование применения земных станций спутниковой связи типа VSAT // Радио и связь, Горячая линия – Телеком, 2005, обл., 284 с.
3. CubeSat Designer Specification Rev. 14 DRAFT. Режим доступа: <https://www.cubesat.org/cds-announcement>. Дата обращения: 05 сентября 2021.
4. Gavrilovich I. Development of a robotic system for CubeSat Attitude Determination and Control System ground tests // Automatic. Université Montpellier. 2016. p. 24–25.