

УДК 371.38

Конструктор лабораторного спутника для отработки системы ориентации и стабилизации

Боровиков Александр Александрович^(*)borovic68@mail.ru
SPIN-код: 7846-1949**Красульников Степан Евгеньевич**

stepankrasik@gmail.com

Успешный Матвей Сергеевич

ananas3070@gmail.com

Ефимцев Максим Алексеевич

maximefimtsev@gmail.com

Шакиров Рафаэль Тимурович

shakirov.rafael31@gmail.com

МБУ ДО «ДДТ», Реутов, Россия

Аннотация. Представлен образовательный конструктор лабораторного спутника формата CubeSat 1U для обучения старших школьников и студентов основам спутникостроения и алгоритмов управления. Конструктор обеспечивает наглядное изучение работы систем ориентации и стабилизации и раскрытия антенн через практические эксперименты. Особенности открытая архитектура, 3D-печать корпуса, доступная элементная база (Arduino, датчик GY-85, маховик с регулируемым моментом инерции). Применение конструктора в образовательных программах космической направленности повышает эффективность усвоения материала.

Ключевые слова: CubeSat, наноспутник, образование, система ориентации, система стабилизации

Введение. В настоящее время в Российской Федерации для привлечения школьников к космической отрасли активно открываются космические классы, поддерживаемые госкорпорацией «Роскосмос», реализуются космические образовательные программы («Дежурный по планете», CanSat, НТО, «Реактивное движение»). Однако, проектирование космического аппарата остается сложным процессом. Для упрощения обучения и повышения наглядности создаются специализированные конструкторы, например, конструкторы от компаний Спутникс и Образование будущего. В работе предлагается конструктор спутника формата CubeSat 1U [1, 2], предназначенный для изучения основ устройства наноспутников и углубленного понимания работы системы ориентации и стабилизации.

Методы и материалы; результаты. Конструктор лабораторного спутника разработан на основе требований к многократной сборке и разборке; быстрой и легкой замены поврежденных частей, например, вследствие падения конструктора при работе с ним детей, наглядной работы его систем, возможности изменять конструкцию и код «под себя», расширять функционал конструктора. В связи с этим конструктор построен с использованием принципов открытой архитектуры (доступная конструкторская документация, открытый исходный код), большинство деталей конструкции изготовлены из пластика, которые могут быть напечатаны на 3D принтере, составные части состоят

из доступных на рынке электронных элементов и могут быть легко заменены на аналоги.

Спутник состоит из 4 основных систем:

1 Система управления, разработана на базе микроконтроллера Arduino Leonardo, что обеспечивает простоту программирования и легкую замену.

2. Система энергоснабжения, включает в себя четыре аккумулятора, соединенных попарно последовательно-параллельно и элементы для понижения и стабилизации напряжения.

3. Система ориентации и стабилизации, включает 4 солнечных датчика на основе фоторезисторов, блок инерциальных датчиков GY-85 [3], содержащий акселерометр, гироскоп и магнитометр, а также двигатель маховик. Маховик представляет собой пластиковый диск с отверстиями, в которые можно вкручивать болты с гайками, то позволяет наглядно демонстрировать влияние момента инерции на динамику вращения аппарата.

4. Система многоразового раскрытия дипольной антенны: позволяет демонстрировать раскрытие антенны с помощью электромагнита.

Корпус спутника состоит из двух каркасных деталей и шести внешних панелей, напечатанных на 3D принтере. Для обеспечения долговечности при многократной сборке в каркас впаяны латунные втулки. Внутренние платы устанавливаются через стойки на нижнюю панель.

Заключение. Применение представленного конструктора в образовательной деятельности космической направленности позволяет повысить эффективность усвоения материала обучающимися. Практическая работа с системами спутника формирует не только теоретические знания, но и инженерные навыки, что способствует ранней профессиональной подготовке кадров для высокотехнологических отраслей промышленности.

Список источников

- [1] *CubeSat Design Specification (1U-12U)*. Rev 14.1 CP-CDS-R14.1. Cal Poly, San Luis Obispo, CA. 2022.
- [2] *CubSat 101. Basic Concepts and Processes for First-Time CubeSat Developers*. NASA, 2017.
- [3] *Датчик GY-85. Документация и спецификация*. URL: roboparts.ru/catalog/datchiki/datchiki_navigatsii/gy-85 (дата обращения 14.11.2025).