

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ И ОРИЕНТАЦИИ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ПРИМЕРЕ «EYASSAT CLASSROOM SATELLITE»

**Е. С. Алейникова, В. Н. Сулова, Н. Р. Хлебородов,
С. В. Лешкевич, В. А. Саечников**

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

E-mail:saetchnikov@bsu.by

Рассмотрены основные принципы функционирования систем ориентации и стабилизации малых космических аппаратов. В программной среде Matlab Simulink разработана математическая модель системы ориентации спутника, позволяющая наглядно и с помощью графиков оценить работу системы. На основе кубсата EyasSat реализован и опробован макет системы ориентации и стабилизации.

Ключевые слова: малый космический аппарат (МКА), система ориентации и стабилизации, EyasSat, реактивный маховик.

Цель работы

Цель работы – создание методических материалов и макетов для обучения студентов технологиям управления малыми космическими аппаратами, приобретения навыков работы с аппаратурой управления спутником. Методические материалы включают описание работы с различными системами МКА, в частности с системой ориентации и стабилизации, с командным интерфейсом МКА. Макеты системы управления созданы на основе модели МКА EyasSat (рис.1).



Рис. 1. Макет МКА EyasSat

Система ориентации и стабилизации [1] представлена реактивным маховиком (механическая система ориентации и стабилизации) и двумя индуктивными катушками, использующими для ориентации электромагнитное поле земли (электромагнитная система). Управление моделью EyasSat и мониторинг состояния осуществляются посредством удаленного командного интерфейса. С его помощью выполняется задача поворота на заданный угол и задача стабилизации после внешнего воздействия.

Математическая модель

Математическая модель разработана в среде Matlab simulink [2], что позволяет максимально визуализировать весь процесс работы системы и получить наглядные зависимости в виде графиков в удобной для анализа форме.

В соответствии с теорией автоматического управления [3–4] блок-схема системы стабилизации и ориентации может быть представлена на рис. 2.



Рис. 2. Блок-схема системы автоматического управления

Входным параметром данной системы (задание) является угол поворота модели МКА, приводом – реактивный маховик и электродвигатель аппарата. Регулятор осуществляет преобразование данных, полученных с датчиков угловой скорости и угла поворота (как правило, солнечных датчиков), в сигнал управления электродвигателем маховика. Объектом управления является сам МКА, а внешние возмущения определяются различными факторами, влияющими на движение МКА (солнечное давление, гравитация, сопротивление атмосферы и т. д.).

Задача поворота на заданный угол (рис. 3.) реализуется путем подачи на вход системы численного значения угла поворота (в данном случае значение угла 45 градусов) относительно начального состояния или состояния, заданного как ноль градусов. После достижения системой заданного угла поворота будет осуществляться стабилизация системы, т. е. поддержание достигнутого системой состояния (угла поворота).

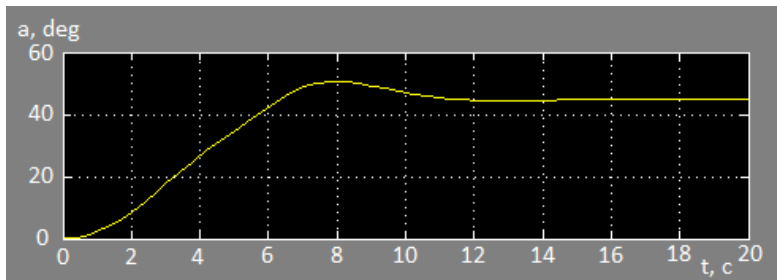


Рис. 3. Зависимость угла поворота модели МКА относительно начального положения от времени при задаче ориентации

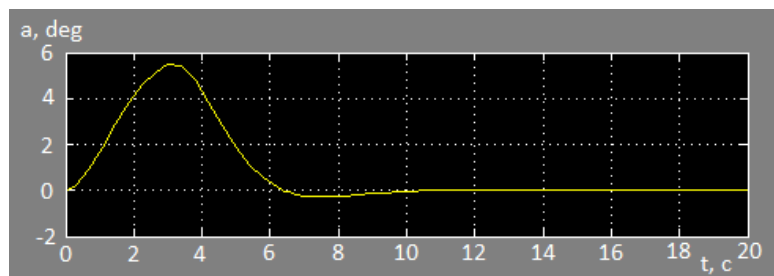


Рис. 4. Зависимость угла поворота модели МКА относительно начального положения от времени при задаче стабилизации

Для осуществления задачи стабилизации в качестве внешнего воздействия системе сообщается угловая скорость, после чего она через некоторый промежуток времени опять приходит в равновесие (рис. 4.).

Библиографические ссылки

1. *Barnhart D. J., James J. White.* EyasSat user's manual version 4.1.1. and oth. U.S. Airforce Academy, Colorado, USA. 2010.
2. *Дьяконов В. П.* Simulink 5/6/7 самоучитель. Москва : ДМК пресс, 2008.
3. *Поляков К. Ю.* Теория автоматического управления. Санкт-Петербург, 2008.
4. *Лазарева Т. Я., Мартеньянов Ю. Ф.* Основы теории автоматического управления. Тамбов : ТГТУ, 2004.