

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра физики и аэрокосмических технологий

Аннотация к дипломной работе

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ
НАНОСПУТНИКА BSUSAT-2**

Николаев Алексей Олегович

Научный руководитель — кандидат технических наук,
С. Н. Семенович

Минск, 2022

РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 57 страниц, 21 рисунок, 2 таблицы, 17 источников.

Ключевые слова: ОРИЕНТАЦИЯ, НАНОСПУТНИК, МАГНИТНАЯ СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ, МАХОВИЧНАЯ СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ, НАЗЕМНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ

Цель работы: разработать программное обеспечение модулей электромагнитной и электромеханической ориентации наноспутника BSUSat-2.

Объект исследования: модули электромагнитной и маховичной ориентации наноспутника.

В дипломной работе были рассмотрены основные виды систем контроля ориентации КА и представлена их классификация. Изучены цели миссии наноспутника BSUSat-2, приведен состав подсистем и конструкция используемого в работе наноспутника.

В работе приведено детальное описание аппаратного наполнения модулей электромагнитной и электромеханической ориентации. В рамках проекта реализован программный алгоритм работы модулей ориентации с возможностью гибкой настройки режимов работы системы контроля и определения ориентации. Обеспечено получение данных с датчиков, встроенных в модули и бортовых датчиков других модулей наноспутника. Реализованы алгоритмы создания механического момента электромагнитными катушками и системой из четырех маховиков.

Наземное тестирование системы ориентации подтвердили работоспособность алгоритма стабилизации электромагнитными катушками и алгоритма ориентации с использованием как электромагнитных катушек, так и маховиков в одноосном приближении вращения на подвесе для условий эксперимента в усиленном магнитном поле клетки Гельмгольца. Полученные при этом максимальная ошибка наведения на заданное направление по магнитному азимуту и направлению на Солнце составила не более 10° , а СКО – не более 1° .

ГЛАВА 1

РЭФЕРАТ

Дыпломная праца: 57 старонак, 21 малюнак, 2 табліцы, 17 крыніц.

Ключавыя словы: АРЫЕНТАЦЫЯ, НАНАСПАДАРОЖНІК, МАГНІТНАЯ СІСТЭМА АРЫЕНТАЦЫІ, МАХАВІЧНЫЯ СІСТЭМА АРЫЕНТАЦЫІ, НАЗЕМНАЕ ТЭСТАВАННЕ СІСТЭМЫ АРЫЕНТАЦЫІ

Мэта працы: распрацаваць праграмае забеспячэнне модуляў электрамагнітнай і электра механічнай арыентацыі Нанаспадарожніка BSUSat-2.

Аб'ект даследавання: модулі электрамагнітнай і махавіковай арыентацыі нанаспадарожніка.

У дыпломнай працы былі разгледжаны асноўныя віды сістэм кантролю арыентацыі КА і прадстаўлена іх класіфікацыя. Вывучаны мэты місіі Нанаспадарожніка BSUSat-2, прыведзены склад падсістэм і канструкцыя выкарыстоўванага ў працы нанаспадарожніка.

У працы прыведзена дэталёвае апісанне апаратнага напаўнення модуляў электрамагнітнай і электра механічнай арыентацыі. У рамках праекта рэалізаваны праграмны алгарытм працы модуляў арыентацыі з магчымасцю гнуткай налады рэжымаў працы сістэмы кантролю і вызначэння арыентацыі. Забяспечана атрыманне дадзеных з датчыкаў, убудаваных у модулі і бартавых датчыкаў іншых модуляў нанаспадарожніка. Рэалізаваны алгарытмы стварэння механічнага моманту электрамагнітнымі шпулькамі і сістэмай з чатырох махавікоў.

Наземнае тэставанне сістэмы арыентацыі пацвердзілі працаздольнасць алгарытму стабілізацыі электрамагнітнымі шпулькамі і алгарытму арыентацыі з выкарыстаннем як электрамагнітных шпуплек, так і Махавікоў у аднавосевым набліжэнні кручэння на падвесе для ўмоў эксперыменту ва ўзмоцненым магнітным полі клеткі Гельмгольца. Атрыманыя пры гэтым максімальная памылка наводнення на зададзены кірунак па магнітным азімуце і кірунку на сонцы склала не больш за 10° , а сярэднеквадратычная адхіленне сярэднеквадратычная адхіленне – не больш за 1° .

ABSTRACT

Degree paper: 57 pages, 21 figures, 2 tables, 17 sources.

Key words: ORIENTATION, NANOSATELLITE, MAGNETIC ORIENTATION SYSTEM, REACTION WHEELS SYSTEM, GROUND TESTING OF ORIENTATION SYSTEM

Purpose of research: to develop software for modules of electromagnetic and electromechanical orientation of the BSUSat-2 nanosatellite.

Object of research: modules of electromagnetic and electromechanical orientation of a nanosatellite.

In the thesis, the main types of spacecraft orientation control systems were considered and their classification was presented. The mission objectives of the BSUSat-2 nanosatellite are studied, the composition of subsystems and the design of the nanosatellite used in the work are given.

The paper provides a detailed description of the hardware filling of electromagnetic and electromechanical orientation modules. Within the project, a software algorithm for the operation of orientation modules with the possibility of flexible adjustment of the operating modes of the control system and orientation determination has been implemented. Data obtaining from sensors embedded in the modules and onboard sensors of other nanosatellite modules was realized. Algorithms for creating a mechanical moment by electromagnetic coils and a system of four flywheels are implemented.

Ground testing of the orientation system confirmed the operability of the stabilization algorithm by electromagnetic coils and the orientation algorithm using both electromagnetic coils and flywheels in a single-axis approximation of rotation on a string for experimental conditions in the enhanced magnetic field of the Helmholtz cell. The resulting maximum error of aiming at a given direction in the magnetic azimuth and direction to the Sun was no more than 10° , and the standard deviation was no more than 1° .