

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт инженерной физики и радиоэлектроники
институт

Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 16г.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Система ориентации и стабилизации окололунного навигационно-связного
спутника»

тема

16.04.01 Техническая физика

код и наименование направления

16.04.01.04 Физические основы создания информационных спутниковых
систем

Код и наименование магистерской программы

Научный
руководитель

подпись, дата

профессор МБК ПФКТ
д-р техн. наук, доцент

должность, ученая степень

В.Е. Чеботарев
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Р.М. Нурдавлетов
инициалы, фамилия

Рецензент

подпись, дата

инженер-констр. 1 кат

должность, ученая степень

М.В. Лазаренко
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

Е.С. Сидорова
инициалы, фамилия

Красноярск, 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт инженерной физики и радиоэлектроники
институт
Межинститутская базовая кафедра
«Прикладная физика и космические технологии»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 В.Е. Косенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2016 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
В ФОРМЕ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Студенту Нурдаuletову Роману Маратовичу
фамилия, имя, отчество

Группа РФ14-44М Направление (специальность) 16.04.01
Номер код

Техническая физика
наименование

Тема выпускной квалификационной работы: «Система ориентации и стабилизации окололунного навигационно-связного спутника»

Утверждена приказом по университету № 3017/с от 03.03.2015 г.

Руководитель ВКР В.Е. Чеботарев, д-р.техн. наук, доцент, профессор МБК ПФКТ
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР Параметры орбиты: окололунная околокруговая, высота $h=4260$ км, наклонение $i=58^\circ$, период обращения $T=11,54$ ч. Масса КА $m=250$ кг, энергопотребление $P=600$ Вт.

Перечень разделов ВКР Введение, формирование требований к спутнику, анализ и выбор возможного конструктивного варианта построения СОС, оценка возмущающих моментов, выбор приборного состава и исполнительных органов, заключение.

Перечень графического материала Презентация 10 слайдов

Руководитель ВКР _____
подпись инициалы и фамилия

В.Е. Чеботарев

Задание принял к исполнению _____
подпись

Р.М. Нурдаuletов
инициалы и фамилия студента

« ____ » _____ 2014 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Система ориентации и стабилизации окололунного навигационно-связного спутника» содержит 67 страниц текстового документа, 15 использованных источников, 15 иллюстраций и 15 таблиц.

ОРИЕНТАЦИЯ, КОРРЕКЦИЯ, ТЕНЕВЫЕ ЗОНЫ, РАДИАЦИЯ, ДВИГАТЕЛЬ-МАХОВИК, ГИРОСТАБИЛИЗАТОР, НАСЫЩЕНИЕ, РАЗГРУЗКА, ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ, МАССА, СТАБИЛИЗАЦИЯ.

Объектом исследования является система ориентации и стабилизации окололунного навигационно-связного спутника.

Цель работы – поиск технических решений для создания системы ориентации и стабилизации окололунного навигационно-связного спутника.

В результате проделанной работы сформированы требования к лунному навигационно-связному спутнику, определены параметры орбиты, действующие на КА факторы космического пространства. Произведена оценка моментов, действующих на КА. Исходя из требований точности и описанных режимов работы КА, сделан выбор приборного состава СОС, описан принцип работы и основные технические характеристики приборов. Выбраны исполнительные органы для предпочтительных схем ориентации спутника, определены места их установки, требования к резервированию и произведен сравнительный анализ выбранных типов исполнительных органов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Задачи системы ориентации и стабилизации	Ошибка! Закладка не определена.
2 Формирование требований к лунному навигационно-связному спутнику	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Параметры и типы орбит лунного навигационно-связного спутника	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Теневые зоны орбит лунного навигационно-связного спутника	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Особенности условий эксплуатации	Ошибка! Закладка не определена.
2.4 Схемы ориентации	Ошибка! Закладка не определена.
3 Моделирование режимов ориентации лунного навигационно-связного спутника	Ошибка! Закладка не определена.
3.1 Режимы ориентации лунного навигационно-связного спутника с солнечной схемой ориентации.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.2 Режимы ориентации лунного навигационно-связного спутника с орбитальной схемой ориентации второго типа.....	Ошибка! Закладка не определена.
4 Выбор приборного состава системы ориентации и стабилизации	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Выбор чувствительных элементов	Ошибка! Закладка не определена.
4.2 Выбор исполнительных органов	Ошибка! Закладка не определена.
5 Основные характеристики оборудования системы ориентации и стабилизации	Ошибка! Закладка не определена.
6 Моменты, действующие на космический аппарат	Ошибка! Закладка не определена.
6.1 Гравитационный момент	Ошибка! Закладка не определена.
6.2 Гироскопический момент	Ошибка! Закладка не определена.
6.3 Момент от сил светового давления	Ошибка! Закладка не определена.
7 Принцип построения системы ориентации и стабилизации с использованием двигателей-маховиков	Ошибка! Закладка не определена.
8 Принцип построения системы ориентации и стабилизации с использованием гиростабилизаторов	Ошибка! Закладка не определена.
9 Сравнение по энергоемкости и времени насыщения гироскопических исполнительных органов с двигателями-маховиками	Ошибка! Закладка не определена.

10 Бюджеты СОС	Ошибка! Закладка не определена.
10.1 Бюджет массы СОС.....	Ошибка! Закладка не определена.
10.2. Бюджет энергопотребления	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение	64
Список сокращений	65
Список использованных источников	67

ВВЕДЕНИЕ

Исследование Луны до полетов к ней космических аппаратов (КА) велось с помощью различных наземных оптических устройств. На этом этапе стало возможным изучение видимой части поверхности Луны, а также особенности ее движения. С развитием техники и созданием космических аппаратов появилась возможность непосредственного изучения Луны.

В СССР были созданы межпланетные станции (автоматические искусственные спутники) для изучения Луны. Эти спутники, обращаясь по орбитам с различными наклонениями к лунному экватору, позволили получить информацию о движении искусственных спутников Луны (ИСЛ), об особенностях строения, гравитационном поле и о наличии незначительного магнитного поля Луны.

До настоящего времени так же решены следующие задачи в изучении Луны: произведено исследование грунта, анализ которого выявил уникальный состав почвы и присутствие полезных ископаемых. В составе лунного грунта были обнаружены залежи титана, калия, железа, серы, натрия, алюминия, магния. Так же было найдено такое редкое для Земли вещество как гелий-3, который активно используется и имеет высокую стоимость; определение внутреннего строения.

Дальнейшие стадии исследования Луны предусматривают промышленное освоение с организацией перемещения по лунной поверхности и окололунном пространстве мобильных транспортных средств. Ввиду этого необходимо решить задачу обеспечения глобальной оперативной связью и навигацией, как

мобильных транспортных средств, так и стационарных станций на поверхности Луны, что подразумевает создание орбитальной группировки (ОГ)ИСЛ.

Успех поставленной задачи, решаемой с помощью ОГ ИСЛ, в значительной степени зависит от технических и эксплуатационных характеристик систем ориентации и стабилизации (СОС). Вследствие чего возникает потребность в простых, надежных, точных, легких, работающих в течении длительного времени с минимальными затратами энергии СОС.

Целью данной работы является: поиск технических решений для создания системы ориентации и стабилизации окололунного навигационно-связного спутника.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- формирование требований к СОС лунного навигационно-связного спутника;
- оценка действующих на КА внешних возмущающих факторов;
- описание режимов работы КА и выбор приборного состава СОС;
- выбор исполнительных органов и сравнение между собой гироскопических исполнительных органов с двигателями маховиками;
- выбор предпочтительного варианта схемы ориентации ИСЛ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проделанной работы были сформированы требования к СОС лунного навигационно-связного спутника, в результате чего определены параметры орбиты, действующие на КА факторы космического пространства, сделаны выводы о невозможности применения инфракрасных датчиков и магнитно-гравитационной системы ориентации.

Произведена оценка внешних возмущающих факторов, в результате которой было установлено, что основным воздействием на аппарат является момент сил солнечного давления. Как показали расчеты и исследования эволюции орбит, определяющим воздействием на КА со стороны гравитационного поля, является притяжение Земли.

Исходя из требований точности и описанных режимов работы КА, сделан выбор приборного состава СОС, описан принцип работы и основные технические характеристики приборов.

Произведен выбор исполнительных органов для предпочтительных схем ориентации спутника, определены места их установки, требования к резервированию и произведен сравнительный анализ выбранных типов исполнительных органов.

Исходя из бюджетов масс и энергопотребления, сделан предварительный выбор в пользу солнечной схемы ориентации околорунного навигационно-связного спутника.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЦП	аналого-цифровой преобразователь
БО	блок оптический
БУП	блок управления приводом
БУСО	блок управления системой ориентации
БЭ	блок электронный
ГКЛ	галактические космические лучи
ГС	гиростабилизатор
ДНС	датчик направления на Солнце
ДУС	датчик угловых скоростей
ИК	измерительный канал
ИСЛ	искусственный спутник Луны
ИУП	измеритель углового положения
КА	космический аппарат
ОГ	орбитальная группировка
ОСО	орбитальная схема ориентации
ПЗВ	прибор звездный
ПОС	прибор ориентации на Солнце
ПТУЗ	полутеневой участок от Земли
РАСО	режим автономной солнечной ориентации
РН	ракета-носитель
РНОС	режим начальной ориентации на Солнце
РПК	режим проведения коррекции орбиты
РСУ	реактивная система управления
РТС	режим трёхосной стабилизации
РУ	режим успокоения
СБ	солнечная батарея
СКЛ	солнечные космические лучи
СОС	система ориентации и стабилизации

ССО	солнечная схема ориентации
СТР	система терморегулирования
ТУЗ	теневого участок от Земли
ТУЛ	теневого участок от Луны
УДМ	управляющий двигатель-маховик
УПБС	устройство поворота батареи солнечной
ФПУ	фотоприемное устройство
ЭМИО	электромеханический исполнительный орган

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Чеботарев, В.Е. Основы проектирования космических аппаратов информационного обеспечения: учеб.пособие / В.Е. Чеботарев, В.Е. Косенко; Сиб. гос.аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2011. – 488 с.

2 Проектирование автоматических космических аппаратов для фундаментальных научных исследований: монография / Сост. В. В. Ефанов, И. Л. Шевалев; Под ред. В. В. Ефанова, К. М. Пичхадзе: В 3-х т. Т. 1. – М.: Изд-во МАИ, 2012. –526 с.

3 Проектирование автоматических космических аппаратов для фундаментальных научных исследований: монография / Сост. В. В. Ефанов; Под ред. В. В. Хартова, К. М. Пичхадзе: В 3-х т. Т. 3. –М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2014. –464 с.

4 Каргу, Л. И. Системы угловой стабилизации космических аппаратов: учебник / Л.И. Каргу. –М.: Машиностроение, 1980.–172 с.

5 Попов, В. И. Системы ориентации и стабилизации космических аппаратов: учебное пособие / В.И. Попов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 184 с.

6 Гуцин, В. Н. Основы устройства космических аппаратов: Учебник для вузов / В.Н. Гуцин. – М.: Машиностроение, 2003. – 272 с.

7 Управление ориентацией космических аппаратов : учебник / Б. В. Раушенбах, Е. Н. Токарь. – Москва : Изд-во «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1974. – 600 с.

8 Физика и астрономия Луны : учебник / ред. З. Копала. – Москва : Изд-во «МИР», 1973. – 318 с.

9 Чеботарев, В. Е. Теневые зоны орбит искусственного спутника Луны / В. Е. Чеботарев // Исследования наукограда. – 2014. – №1(7). – С. 12-18.

10 Чеботарев, В. Е. Концепция Лунной системы спутниковой связи / В. Е. Чеботарев, Д. Н. Шмаков, В. А. Анжина // Исследования наукограда. – 2014. – №1(7). – С. 26-32.

11 Акашев, Д.И. Силовые гироскопические комплексы для малых космических аппаратов / Д. И. Акашев, Д. О. Якимовский, О. Б. Яковец // г. Санкт-Петербург. ФГУП «НИИ командных приборов». [Электронный ресурс]: рукопись (формат pdf). – Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2013/C22/015.pdf>

12 Тарасов, А. А. Проблема насыщения по кинетическому моменту типовых гиродинов и ее решение / А. А. Тарасов // Novainfo.Ru. – 2014. – №29. – С. 18-25.

13 Поле тяготения Луны и движение ее искусственных спутников: учебное пособие / Э. Л. Аким, И.К. Бижинов, В. П. Павлов, В. Н. Почукаев; ред. В. С. Авдуревского. – М.: Машиностроение, 1984. – 288 с.

14 Безродных, И.П. Факторы космического пространства, влияющие на исследования и освоение Луны // г. Москва. ИКИ РАН. [Электронный ресурс]: рукопись (формат pdf). – Режим доступа: <http://d54x.ru/articles/Luna/Luna.pdf>

15 Интересные факты о Луне – Режим доступа: <http://ik.ru/post/83503-interesnye-fakty-o-lune>