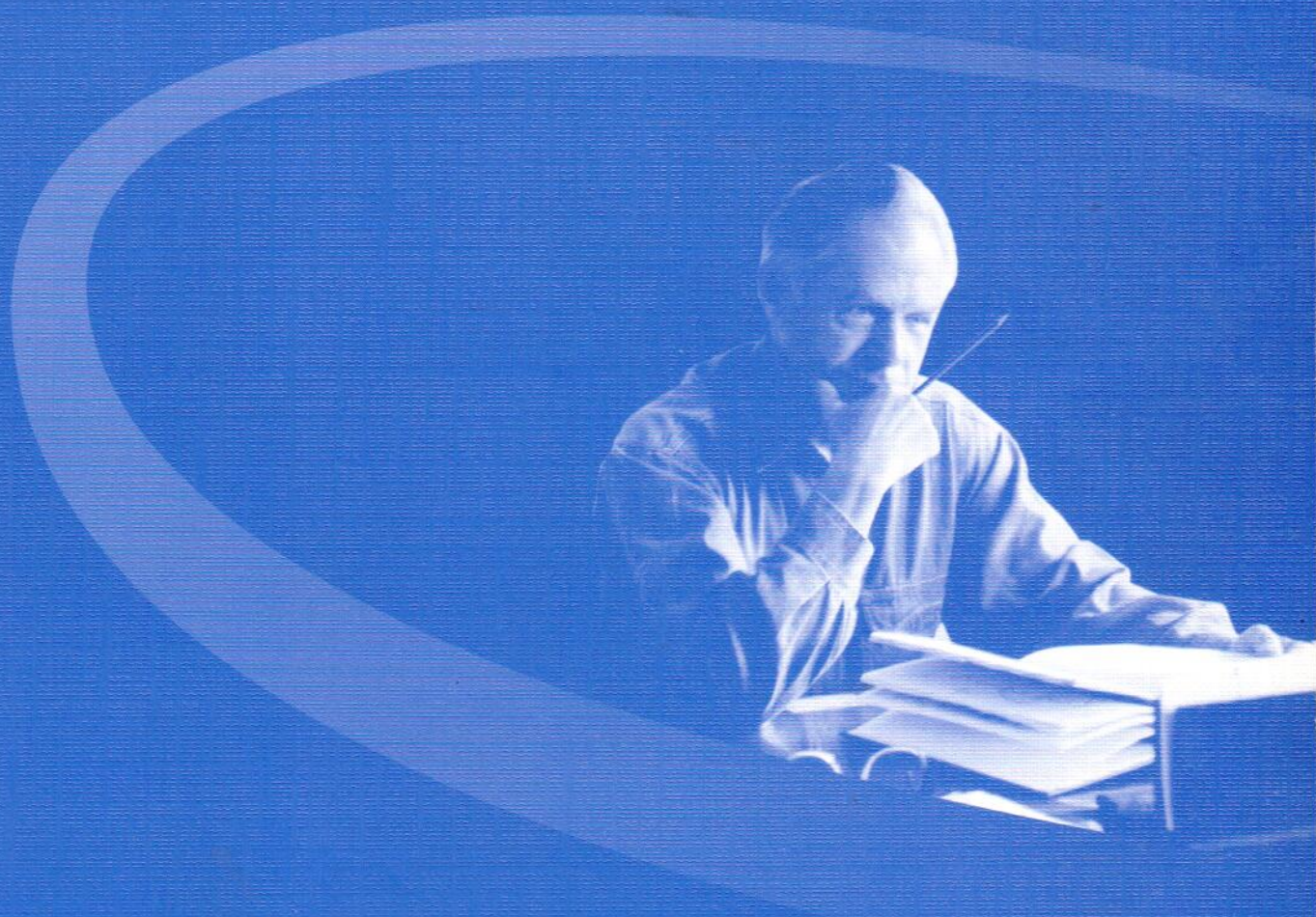


Д
Ф
У

ЕШЕТНЕВСКИЕ
ТЕНИЯ

ISSN 1990-7702



Красноярск · 2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное космическое агентство
Правительство Красноярского края
Сибирский государственный аэрокосмический университет
имени академика М. Ф. Решетнева
ОАО «Информационные спутниковые системы»
имени академика М. Ф. Решетнева»
ОАО «Красноярский машиностроительный завод»
ФГУП «Центральное конструкторское бюро «Геофизика»
Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук
Совет ректоров вузов Красноярского края
Федерация космонавтики России
Ассоциация вузов России «Национальный объединенный аэрокосмический университет»
Красное государственное автономное учреждение «Красноярский красной фонд
поддержки научной и научно-технической деятельности»
Технологическая платформа «Национальная информационная спутниковая система»



РЕШЕТНЕВСКИЕ ТЕННИЯ

*Материалы XVIII Международной научной конференции,
посвященной 90-летию со дня рождения генерального конструктора
ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева
(11–14 ноября 2014, г. Красноярск)*

В 3 частях. Часть 1

Красноярск 2014

УДК 629.7
ББК 30 + 2
Р47

Под общей редакцией
доктора физико-математических наук
Ю. Ю. ЛОГИНОВА

Редакционная коллегия:

Е. В. БЕЛЯКОВА, С. Г. БОГДАНОВ, В. Г. БОНДАРЕНКО, А. А. ВОРОШИЛОВА,
Е. Н. ГОЛОВЕНКИН, В. В. ДВИРНЫЙ, С. П. ЕРЕСКО, Л. В. ЕРЫГИНА, В. В. ЗОЛОТАРЕВ,
М. В. ЛУКЬЯНЕНКО, А. В. МЕДВЕДЕВ, В. Л. МИРОНОВ, А. Е. МИХЕЕВ, А. В. МУРЫГИН,
В. П. НАЗАРОВ, А. С. ПАРШИН, Л. В. РУЧКИН, М. В. САВЕЛЬЕВА, К. В. САФОНОВ,
М. Н. ФАВОРСКАЯ, В. Х. ХАНОВ, В. Г. ЯЦУНЕНКО

Р47 **Решетневские чтения** : материалы XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М. Ф. Решетнева (11–14 нояб. 2014, г. Красноярск) : в 3 ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2014. – Ч. 1. – 530 с.

Сборник содержит материалы XVIII Международной научной конференции «Решетневские чтения», посвященной 90-летию со дня рождения генерального конструктора ракетно-космических систем академика М. Ф. Решетнева, в которых представлены результаты исследований ученых и специалистов предприятий и организаций аэрокосмической отрасли, преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и студентов высших учебных заведений Российской Федерации и стран ближнего и дальнего зарубежья.

Сборник рассчитан на научных сотрудников, работников промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

В статьях сохранен авторский стиль изложения.

УДК 629.7
ББК 30 + 2

© Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, 2014

Халиманович В. И., Кузовников А. В., Единосык С. В., Охоткин К. Г., Кузнецов С. А. Разработка системы персональной подвижной спутниковой связи для Шанхайской организации сотрудничества	202
Черноусов А. В., Кузовников А. В., Сомов В. Г. Выбор метода формирования широкополосного сигнала с целью организации помехоустойчивой связи	203
Щербаков С. А., Игнатовский В. В., Филонова С. Ю., Лянзбург В. П. Модуль мультиплексного канала информационного обмена	205
Владимиров В. М., Реушев М. Ю., Кузнецов Д. А., Зандер О. Е., Носырева Н. В. Аналоговая волоконно-оптическая линия связи для измерительных систем ГЛОНАСС/GPS	206
Владимиров В. М., Реушев М. Ю., Кузнецов Д. А., Казаков А. А., Маликов Р. Д. Волоконно-оптическая линия связи для применения в навигационной аппаратуре ГЛОНАСС/GPS	209

Секция

«КОСМИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ»

Аржанов К. В. Двухкоординатный шаговый электропривод солнечной установки	215
Беляев Б. А., Ходенков С. А., Бутиков А. С., Ефремова С. В., Храпунова В. В. Использование активной среды в микрополосковом фильтре для защиты от мощного радиоимпульса	217
Вергазов М. Ю. Разработка анализатора линка SpaceWire	220
Габбасова С. Б. Анализ динамики электрических процессов системы электропитания низкоорбитальных спутников	222
Голубев Е. Н., Тимофеев А. С. Проблемы и методы испытаний бортовых комплексов управления с сетевой архитектурой	224
Гончаров С. В. Создание сети SpaceWire для сбора статистики сбоев оборудования и ошибок приема и передачи сетевых пакетов	227
Горбунов С. Ф., Гришин В. Ю., Еремеев П. М. Тенденции развития перспективных бортовых накопителей информации для КА ДЗЗ	228
Дрозд О. В., Капулин Д. В. Модернизация методики проектирования электронных устройств с использованием ПЛИС	230
Елубаев С. А., Алипбаев К. А., Бопеев Т. М., Сухенко А. С. Разработка основных компонентов системы ориентации и стабилизации микроспутника	232
Елубаев С. А., Алипбаев К. А., Шамро А. В., Бопеев Т. М., Сухенко А. С. Разработка лабораторного стенда для тестирования звездного датчика	234
Капустин А. Н. Способ повышения достоверности передачи через параллельную магистраль в бортовой аппаратуре управления космических аппаратов	235
Малыгин Д. В., Сидорова Ю. В. О надежности межплатных соединений для сверхмалых космических аппаратов	237
Ощепкова Д. Г., Долганов Е. С., Горностаев А. И. Проектирование унифицированных модулей приборов бортового комплекса управления космических аппаратов с применением микроконтроллеров	238
Пичкалев А. В. Аппаратура долговременного прогона для отработки узлов бортовой аппаратуры	240
Сыров А. С., Соколов В. Н., Добрынин Д. А., Рябогин Н. В., Ковалев А. Ю. Результаты летных испытаний и эксплуатации БКУ КА «Спектр-Р» – проекта «Радиоастрон»	242
Сырямкин В. И., Буреев А. Ш., Куцов М. С., Осипов А. В., Клестов С. А., Сунцов С. Б., Селолустьев А. В. Цифровой рентгеновский микротомограф для диагностики материалов и элементов бортовой радиоэлектронной аппаратуры	244
Сырямкин В. И., Буреев А. Ш., Куцов М. С., Осипов А. В., Сунцов С. Б., Селолустьев А. В. Программное обеспечение цифрового рентгеновского микротомографа для диагностики материалов и элементов бортовой радиоэлектронной аппаратуры	246
Удалов Д. В. Бортовая микропроцессорная система управления с повышенной сбоеустойчивостью	248
Ханов В. Х., Шахматов А. В. Разработка аппаратуры для бортовой сети малого космического аппарата	251
Ходенков С. А., Беляев Б. А., Борисенков Д. В., Литгау К. В. Двухполосные фильтры на шпильковом нерегулярном резонаторе	252

УДК 629.78

РАЗРАБОТКА ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ МИКРОСПУТНИКА

С. А. Елубаев, К. А. Алипбаев, Т. М. Бопеев, А. С. Сухенко

ДТОО «Институт космической техники и технологий»
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»,
Республика Казахстан, 050061, г. Алматы, ул. Кисловодская, 34
E-mail: alipbayev_k@mail.ru

Рассматривается разработка основных компонентов экспериментального образца системы ориентации и стабилизации микроспутника: магнитного датчика, солнечного датчика, маховика.

Ключевые слова: микроспутник, экспериментальный образец, система ориентации и стабилизации.

DEVELOPMENT OF MAIN COMPONENTS OF ATTITUDE CONTROL AND STABILIZATION SYSTEM OF MICROSATELLITE

S. Yelubayev, K. Alipbayev, T. Bopayev, A. Sukhenko

AALR «Institute of space technique and technologies»
CA «National center of space research and technologies»
34, Kislovodskaya str., Almaty, 050061, Republic of Kazakhstan
E-mail: alipbayev_k@mail.ru

Development of main components of attitude control and stabilization system of microsatellite -magnetic sensor, reaction wheel – is considered in this paper.

Keywords: microsatellite, experimental model, attitude control and stabilization system.

С развитием вычислительной и космической техники появилась возможность создавать микроспутники, обладающие полноценными функциональными возможностями. Разрабатываются специальные служебные платформы для малых спутников, позволяющие реализовывать экономически-эффективные миссии, например платформа SSTL-100, на базе которой разработаны и запущены микроспутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), микроспутники мониторинга стихийных бедствий, микроспутники научного назначения [1; 2], платформа CubeSat, на базе которой запущено огромное количество микроспутников различного назначения [3]. Разработка и запуск таких спутников обходятся гораздо дешевле, и они позволяют с меньшими затратами проводить различные исследовательские работы. В связи с этим в последние годы во всех космических странах уделяется большое внимание разработке микроспутников, их компонентов и служебных подсистем.

На данный момент разработка микроспутников становится одной из основных задач в процессе развития космической индустрии в Казахстане. В частности, в Институте космической техники и технологий в рамках проекта разрабатываются компоненты экспериментального образца системы ориентации и стабилизации (СОС) микроспутника.

СОС микроспутника является одной из ключевых подсистем, влияющих на его функциональность и обеспечивающих выполнение определенных для него целей. Современные микроспутники позволяют ис-

пользовать на борту весь спектр приборов СОС: солнечные и магнитные датчики, постоянные магнитные гистерезисные стержни (спутник Delta-2 [4]), звездные датчики, маховики, магнитные исполнительные органы (спутники BIRD [5], PROBA-1, PROBA-2 [6]).

Разрабатываемая СОС микроспутника состоит из следующих компонентов: трехосный магнитный датчик, солнечные датчики, аппаратура системы ориентации, маховики, электромагнитные исполнительные органы (ЭМИО). На текущий момент проводится проектирование и разработка экспериментального образца некоторых компонентов СУДН микроспутника.

Разработан экспериментальный образец магнитного датчика на базе трехосного цифрового датчика MICROMAG 3-AXIS, который дает в качестве выходных параметров компоненты вектора магнитной индукции Земли (рис. 1). Для отработки экспериментального образца магнитного датчика разработано программное обеспечение, с помощью которого производится обработка и визуализация данных, полученных с магнитного датчика через микроконтроллер и беспроводной приемопередатчик.

Разработан экспериментальный образец солнечного датчика, который дает в качестве выходных параметров угловые координаты Солнца и представляет собой щелевой солнечный датчик на базе трехосных фотодиодов. Общая схема солнечного датчика приведена на рис. 2.



Рис. 1. Обработка экспериментального образца магнитного датчика

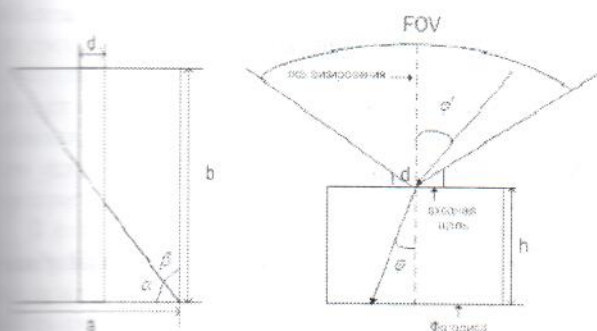


Рис. 2. Схема экспериментального образца солнечного датчика

Проходящий под углом ϕ' луч проходит через тонкую щель и попадает на фотодиоды датчика (рис. 2), которые генерируют различные значения силы тока в зависимости от угла падения луча. Значение угла падения (одна из угловых координат Солнца) определяется на основе отношения полученных сил тока и симметрических характеристик солнечного датчика. Для определения второй угловой координаты Солнца используется второй датчик, установленный перпендикулярно к первому. Для разработки экспериментального образца солнечного датчика использовались два подобных датчика, объединенных в одном корпусе.

Изготовлен экспериментальный образец маховика, который состоит из тела маховика и электродвигателя. Для управления электродвигателем используется пропорционально-интегральный закон управления.

Для тестирования работы маховика изготовлен макет, общий вид которого приведен на рис. 3. Макет состоит из следующих основных частей: подвижной платформы, маховика как исполнительного органа, гироскопического датчика и модуля управления (ПК). Кроме того, для передачи информации в модуль управления на платформе установлен беспроводной приемопередатчик. Макет позволяет управлять угловым положением платформы с помощью прикладного программного обеспечения модуля управления.



Рис. 3. Макет для обработки маховика

Предложенные экспериментальные образцы компонентов СОС войдут в основу разработки опытного образца СОС, который планируется использовать для разработки казахстанских микроспутников.

References

1. URL: <http://www.sstl.co.uk/Downloads/Datasheets/SSTL-100> (date of visit: 1.09.2014).
2. URL: http://space.skyrocket.de/doc_sat/sstl_microsat-100.htm (date of visit: 1.09.2014).
3. URL: http://space.skyrocket.de/doc_sat/cubesat.htm (date of visit: 1.09.2014).
4. URL: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/d/delfi-c3> (date of visit: 1.09.2014).
5. URL: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/b/bird> (date of visit: 1.09.2014).
6. URL: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/p/proba-1> (date of visit: 1.09.2014).

© Елубаев С. А., Алипчаев К. А., Бопеев Т. М., Сухенко А. С., 2014