

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального
государственного учреждения
«Федеральный исследовательский
центр ИИМ им. М.В.Келдыша РАН»
чл.-корр. РАН А.И Аптекарев



подпись

2020 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного учреждения
«Федеральный исследовательский центр
Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша
Российской академии наук»

Диссертация «Исследование движения спутника с активной магнитной системой ориентации по информации от солнечного датчика» выполнена в отделе № 5 «Механика космического полета и управление движением» Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», Министерство науки и высшего образования РФ.

В период подготовки диссертации соискатель Карпенко Станислав Олегович работал в Федеральном государственном учреждении «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», Временная научно-исследовательская лаборатория «Интеллектуальные информационные системы» в должности научного сотрудника и обучался в аспирантуре Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук». В 2001 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по специальности «Динамика полета и управление движением».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2018 году Федеральным государственным учреждением «Федеральный

исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Овчинников Михаил Юрьевич, Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук», отдел №7 «Динамика космических систем», главный научный сотрудник, и.о. заведующего отделом.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Диссертационная работа Карпенко Станислава Олеговича «Исследование движения спутника с активной магнитной системой ориентации по информации от солнечного датчика» посвящена разработке и исследованию нового закона управления ориентацией космических аппаратов в инерциальном пространстве с использованием электромагнитных органов управления. Данная задача возникла при подготовке к запуску микроспутника «Чибис-М» в связи с необходимостью реализовать алгоритм ориентации для случая нештатной ситуации на борту с основным контуром управления ориентацией. Она стала актуальной в процессе эксплуатации спутника после его запуска с борта грузового корабля «Прогресс» в ночь с 24 на 25 января 2012 года. После превышения гарантийного срока эксплуатации более чем в 2 раза, летом 2014 года, возникла необходимость обеспечить спутник электроэнергией путем разворота и удержания панелей солнечных батарей на Солнце без использования управляющих маховиков-маховиков – основных исполнительных элементов, имевшихся на борту, большая часть из которых вышла к тому времени из строя.

В первую очередь, автор проводит исследование достижений в области магнитного управления спутниками. Затем автор приводит логику формирования нового закона управления, названного им «Sdot» на основе современных подходов к управлению спутников. Автор проводит детальное исследование и математическое моделирование работы закона управления. При этом в части аналитического исследования динамики спутника получен ряд

новых важных результатов. Это - первые интегралы осредненных уравнений движения и результаты исследования устойчивости найденных положений равновесия. По этим общим результатам, полученным лично автором, можно быстро и эффективно оценить применимость разработанного закона управления для конкретных конфигураций спутников.

Приняв в качестве примера конкретный спутник «Чибис-М», в создании системы ориентации которого автор играл ключевую роль, С.О. Карпенко проводит математическое моделирование динамики аппарата. В результате общий результат, полученный в рамках аналитического исследования, верифицируется и расширяется с использованием более точных моделей внешней среды, управления, возмущений, действующих на аппарат.

Далее, автор приводит детальное описание комплекса бортовых программ микроспутника «Чибис-М», значительная часть которого была разработана и программно реализована лично автором диссертационной работы. В завершение работы приводятся результаты обработки телеметрии по итогам летной эксплуатации, показывающие работоспособность предложенного автором алгоритма управления, достоверность и эффективность полученных общих результатов анализа динамики спутника под его управлением. Стоит отметить, что ценность работы автора состоит в создании специфического алгоритма, позволившего, как и было предусмотрено бортовым ПО при его разработке, помочь в парировании нештатных ситуаций в работе системы ориентации, связанных с отказом его штатной маховичной системы.

Научная новизна работы заключается в следующем. Построен новый алгоритм управления угловым движением космического аппарата, использующий показания солнечного датчика и магнитные исполнительные элементы. Получен полный набор первых интегралов для усредненных уравнений движения осесимметричного спутника. Найдены положения равновесия для спутника, близкого к осесимметричному, исследована их устойчивость. Алгоритм управления адаптирован для использования в контуре управления космического аппарата Чибис-М.

Все результаты работы получены Карпенко С.О. лично. Диссертационная работа Карпенко С.О. полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатской диссертации по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика. Тема диссертации раскрыта и правильно отражена в двадцати пяти опубликованных работах, шестнадцать из них – в журналах из перечня ВАК. В этих работах лично автору принадлежат: идея алгоритма, вывод уравнений движения, математические модели, результаты их аналитических и численных исследований, разработка программного комплекса, алгоритм отработки и обработка телеметрии, анализ и сравнение результатов. Результаты работы представлены на российских и международных конференциях.

Диссертация «Исследование движения спутника с активной магнитной системой ориентации по информации от солнечного датчика» Карпенко Станислава Олеговича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика в Диссертационном совете Д 002.024.01, созданном на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук».

Заключение принято на заседании Научного семинара отдела №5 «Механика космического полета и управление движением». Присутствовало на заседании 21 чел. Результаты голосования: «за» – 21 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 55 от 5 ноября 2020 г.

Голубев Юрий Филиппович, д.ф.-м.н., профессор, отдел №5 «Механика космического полета и управление движением», главный научный сотрудник, и.о. заведующего отделом

