

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Карпенко Станислава Олеговича по теме «Исследование движения спутника с активной магнитной системой ориентации по информации от солнечного датчика», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика

**Целью** диссертационного исследования является проработка возможности управления ориентацией спутника с использованием активной магнитной системы ориентации по информации только солнечного датчика. Предложенный алгоритм управления может быть применен как служебный режим, необходимый для обеспечения ориентации панелей солнечных батарей на Солнце для надежной зарядки аккумуляторных батарей, например, для поддержания работоспособности аппарата при возникновении нештатных ситуаций в работе. Подобные режимы движения играют важную роль в обеспечении живучести космического аппарата и поэтому рассматриваемая тема диссертации безусловно **является актуальной**.

Судя по автореферату основными **научными результатами**, полученными в диссертации, следует считать:

- новый алгоритм управления угловым движением космического аппарата, использующий показания солнечного датчика и магнитные исполнительные элементы и позволяющий ориентировать его на Солнце с целью заряда аккумуляторных батарей;
- усредненные уравнения движения осесимметричного спутника и полный набор первых интегралов, задающих их решение;
- положения устойчивого равновесия спутника, близкого к осесимметричному, в зависимости от соотношения между главными моментами инерции аппарата.

**Обоснованность** научных положений, выводов, рекомендаций и **достоверность** результатов подтверждается сопоставлением аналитических результатов и данных, полученных в ходе математического моделирования и летных испытаний, включающих нештатные ситуации.

Предложенный алгоритм управления был реализован для бортовой вычислительной машины малого спутника «Чибис-М» и позволил продлить срок службы аппарата на несколько месяцев, после того, как вышла из строя большая часть двигателей-маховиков.

**Диссертация состоит** из введения, трех глав, заключения, списка используемой литературы и приложения. В *первой* главе диссертации содержится описание модели магнитного поля Земли. Приводятся уравнения динамики спутника с использованием оскулирующих переменных. При рассмотрении переходных процессов используется метод усреднения. Затем, описывается принцип управления ориентацией спутника с использованием магнитной системы ориентации и цифрового солнечного датчика. Во *второй* главе выведены усредненные уравнения движения осесимметричного спутника и полный набор первых интегралов, задающих их решение. Найдены положения равновесия оси симметрии спутника, рассмотрено влияние слабой несимметричности на динамику аппарата. Приведен подробный анализ устойчивости положений равновесия для рассматриваемой системы в зависимости от соотношений между моментами инерции спутника. В *третьей* главе сопоставляются результаты, полученные в ходе аналитического исследования и численного моделирования динамики спутника под управлением предложенного алгоритма с использованием уточненных моделей внешней среды, управления и возмущений. Приведены особенности практической реализации алгоритма в бортовом вычислителе аппарата «Чибис-М». Представлены данные телеметрии, показывающие работоспособность предложенного автором алгоритма

управления и подтвердившие эффективность полученных общих результатов анализа динамики спутника под его управлением.

В качестве **недостатков** стоит отметить следующее:

- в автореферате отсутствует определение систем координат используемых при выводе уравнений движения спутника, что затрудняет восприятие текста;
- на приведенных в автореферате графиках не подписаны оси, кроме того в тексте отсутствует пояснение к ним, что затрудняет оценку работоспособности предложенного автором алгоритма;
- не расшифрована часть аббревиатур.

Однако указанные недостатки не снижают научной и практической ценности работы.

Автореферат написан литературным языком, довольно грамотно, стиль изложения доказательный.

**Выводы.** Диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему. В работе изложен научно обоснованный алгоритм управления ориентацией спутника, который позволяет расширить возможности системы ориентации весьма ограниченного аппаратного состава.

Работа отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор КАРПЕНКО С.О. **заслуживает** присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – Теоретическая механика.

К. т. н.,  
старший научный сотрудник  
отдел новых гироскопических приборов (084)  
АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»,  
Россия, г. Санкт-Петербург,  
ул. Малая Посадская, д. 30,  
Тел. (812) 232 59 15. Факс (812) 232 33 76.  
E-mail: office@eprib.ru  
<http://www.elektropribor.spb.ru>

Драницына  
Елена Викторовна

« 5 » апреля 2021 г.

Подпись Драницыной Е.В. заверяю.

Д. т. н.,  
Ученый секретарь  
АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»

Литманович  
Юрий Аронович



« 6 » апреля 2021 г.