

**Открытое акционерное общество
«Российская корпорация ракетно-космического
приборостроения и информационных систем»
(ОАО «Российские космические системы»)**

Авиамоторная ул., д. 53, Москва, 111250
Тел.: (495) 673-95-19, факс: (495) 509-12-00, e-mail: contact@spacecorp.ru
ОКПО 11477389, ОГРН 1097746649681, ИНН 7722698789, КПП 774850001

11.06.2015 № 21-109/33

На № _____ от _____

Ученому секретарю
Диссертационного совета Д 002.024.01
при ИПМ им. М.В. Келдыша
Т.А. Полиловой

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации С.П. Трофимова «Увод малых космических аппаратов с низких околоземных орбит», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика»

В диссертации С.П. Трофимова рассматривается решение значимой научно-технической задачи – разработки эффективных алгоритмов для сведения с низкой околоземной орбиты космических аппаратов нанокласса. Действительно, в последнее десятилетие с появлением стандарта CubeSat разработка аппаратов подобного класса стала чрезвычайно популярной во всем мире. Аппараты подобного класса нашли свое применение для решения различных задач: от проектов по исследованию верхней атмосферы до создания группировок для ретрансляции сигналов в интересах обеспечения доступа к сети Интернет. Особенно, учитывая планы по выведению десятков, сотен, а в некоторых случаях и тысяч подобных КА необходимо решать вопросы их выведения из эксплуатации после окончания срока их существования без загрязнения космического пространства.

Как следует из автореферата, работа посвящена решению задач увода малых КА с низких орбит высотой более 700 км при помощи двигателей малой тяги или солнечного паруса. Сложность решения задач обусловлена наличием жестких ограничений по массовым и габаритным характеристикам возможных систем деорбитинга. Указанные факторы нельзя игнорировать и всегда необходимо учитывать при разработке соответствующих систем.

Новизна и актуальность работы не вызывает сомнений. Поставленные в исследовании задачи решались для конфигурации с максимальными ограничениями: жестко определялось направление малой тяги двигателей. Кроме того, исследование углового движения паруса проводилось с учетом

трех внешних моментов: гравитационного, светового давления и аэродинамического (с учетом протяженного теневого участка орбиты).

Необходимо отметить, что результаты диссертационной работы С.П. Трофимова используются в рамках проектов, выполняемых ИПМ им. М.В. Келдыша, в том числе, реализуемых по заказу РФФИ и Минобрнауки. Кроме того они могут быть внедрены в рамках современных миссий малоразмерных космических аппаратов.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

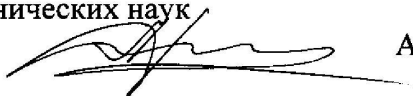
- в работе упоминаются, но не рассматриваются варианты сведения космических аппаратов с орбиты с помощью тросовых систем, при этом цель работы подразумевает рассмотрение разных систем деорбитинга;

- в автореферате не приведен обзор имеющихся алгоритмов сведения малых космических аппаратов с орбиты;

- энергопотребление электроспрейных двигателей (15 Вт), скорее всего, окажется слишком большим для КА платформы 3U Cubesat в режимах, представленных на рисунках 1а) и 1б). В то же время, энергопотребление стандартной активной системы стабилизации на основе трехосных электромагнитных катушек (1-1.5 Вт), может быть на порядок ниже, чем электроспрейных двигателей, что не рассматривается в главе 1.

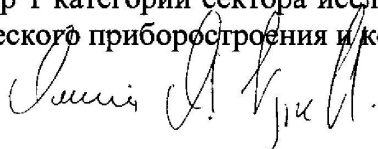
Несмотря на имеющиеся замечания, судя по автореферату, диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, С.П. Трофимов, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.01 – «Теоретическая механика».

Главный научный сотрудник отделения формирования научно-технического задела доктор технических наук



Александр Алексеевич Романов

Инженер 1 категории сектора исследований базовых критических технологий космического приборостроения и космических информационных систем



Алексей Михайлович Кузнецов

Подписи А.А. Романова и А.М. Кузнецова заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета
ОАО «Российские космические системы»
кандидат технических наук



С.А. Федотов