

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по научной работе, главный конструктор
по динамике и прочности КА,
д.т.н., профессор



В.Я. Геча

«17» апреля 2021 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу ЮДИНА АНДРЕЯ ДМИТРИЕВИЧА
на тему «Разработка способа увода наноспутников Cubesat с низких
околоземных орбит», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление
и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

В диссертационной работе исследуется и решается задача, связанная с
выбором рационального способа увода КА формата CubeSat с низких орбит.

Данная тема является актуальной, поскольку многочисленные запуски
наноспутников CubeSat, которые представляют угрозу столкновения при
окончании срока эксплуатации или при выходе их из строя с
функционирующими объектами в космосе.

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования,
сформулированы цель и задачи исследования, представлены основные
положения и научные результаты, выносимые на защиту, дана характеристика
их новизны, достоверности и практической значимости.

В первой главе диссертации автором представлена технология создания
наноспутников CubeSat и приведены основные ограничения стандарта
«CubeSat», в соответствии с которым выполнено большинство наноспутников.

Проведен обзор способов очистки околоземного космического
пространства от нефункционирующих спутников Cubesat, и предложена
техническая реализация способа увода наноспутников Cubesat с
использованием аэродинамической тормозной сферической оболочки, которая
обеспечит прогнозируемый спуск спутника с рабочей орбиты.

Автором разработана оригинальная методика выбора рационального
способа увода наноспутников Cubesat, отличающаяся временными,

Отдел документационного
обеспечения МАИ

массогабаритными, эксплуатационными и конструктивными показателями, формирующие обобщенный критерий качества увода КА.

Сформулирована задача выбора рационального способа увода наноспутника Cubesat, как задача максимизации критерия эффективности F , который зависит от следующих показателей:

1. Время увода КА с рабочей орбиты;
2. Массогабаритные характеристики системы увода КА;
3. Ориентация наноспутника по скорости в процессе увода КА;
4. Автономность системы увода.

Предложенный автором способ увода с рабочей орбиты за счет сил аэродинамического торможения, создаваемые надувной тормозной оболочкой сферической формы из тонкой металлизированной полимерной плёнки, получил максимальную оценку по своей эффективности в соответствии с приведенной методикой.

Во второй главе приведено исследование системы для увода наноспутников Cubesat с помощью надувной тормозной оболочкой сферической формы, и разработана модель рационального состава автономного модуля для увода КА Cubesat с низких околоземных орбит.

Автором проведен анализ вариантов схемотехнических решений, от работы которых зависит выполнение задачи увода КА Cubesat с рабочей орбиты.

Задача выбора рационального варианта системы ввода в действие и системы надува тормозной оболочки сформулирована как задача минимизации критерия эффективности F , который зависит от следующих показателей:

1. Масса системы;
2. Количество наименований деталей системы;
3. Совместимость элементов системы ввода в действие с другими системами;
4. Работоспособность системы.

Также автором проанализирована система управления и сделан вывод о том, что алгоритм активации должен содержать минимальное количество команд и элементов для активации системы увода КА Cubesat с рабочей орбиты.

В результате анализа по приведенной методике и синтеза системы увода наноспутников CubeSat с учетом ограничения по массогабаритным параметрам стандартного модуля CubeSat, определен рациональный состав системы увода наноспутника с рабочей орбиты после окончания времени его эксплуатации.

В третьей главе диссертации проанализирована технология изготовления основного элемента системы увода CubeSat – тормозной сферической оболочки.

Автором обоснован выбор полиимидной пленки в качестве материала оболочки, проведен анализ схемы изготовления сферической оболочки для минимизации количества швов соединений, и показана возможность использования тонкопленочной сферической оболочки для увода наноспутников Cubesat с низкоорбитальных орбит.

Автором была решена задача укладки оболочки из тонкой полиимидной пленки с высоким процентом заполнения и учетом габаритных ограничений модуля Cubesat, и разработаны рекомендации по использованию размера тормозных оболочек в зависимости от массы наноспутника и его рабочей орбиты.

В заключении приведены общие результаты работы, а также был создан демонстрационный образец системы увода КА Cubesat с рабочей орбиты за счет сил аэродинамического торможения.

Теоретическая значимость и научная новизна результатов диссертационной работы заключается в обобщении системного анализа для решения задачи выбора рационального способа увода наноспутников CubeSat на основе метода обобщенного критерия и включает:

- методику выбора рационального способа увода наноспутников Cubesat с низких околоземных орбит, отличающуюся временными, массогабаритными, эксплуатационными и конструктивными показателями, формирующие обобщенный критерий качества увода КА;

- методику выбора рационального состава системы увода с учетом массогабаритных ограничений и совместимости компонентов системы;

- алгоритм управления системой увода с минимальным количеством команд и элементов системы управления.

Практическая значимость работы заключается в решении практических задач, стоящих в космической технике и связанных с созданием новых средств увода космических аппаратов. При выполнении работы были разработаны:

- исходные данные и требования для реализации автономной системы увода наноспутников CubeSat с рабочей орбиты после окончания срока эксплуатации;

- схема укладки сферической тормозной тонкопленочной оболочки с высоким процентом заполнения материала пленки при геометрических ограничениях стандарта CubeSat;

– варианты системы увода наноспутников и рекомендации по использованию размера надувных тормозных оболочек в зависимости от массы КА и высоты рабочей орбиты.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы предприятиями ракетно-космической отрасли, частными космическими компаниями и университетами, которые развивают программы по запуску космических аппаратов на низкие орбиты, в том числе формата Cubesat, в части решения проблемы очистки околоземного космического пространства после окончания эксплуатации спутника или выхода его из строя.

Предложенная методика выбора рационального способа увода КА Cubesat с рабочей орбиты и схемотехнические решения для системы увода позволят существенно упростить процедуру выбора системы увода наноспутника на ранних этапах разработки.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы производителями комплектующих деталей для наноспутников формата Cubesat.

По представленной работе можно сделать следующие замечания:

1) Обобщенный критерий оптимальности в представленной методике в виде суммы показателей с весовыми коэффициентами не достаточно обоснован;

2) Соискатель привел мало литературных ссылок на аналогичные отечественные и зарубежные работы;

3) Встречающийся в работе термин «низкооколоземная» (орбита) может быть отнесен к техническому сленгу и не является общеупотребимым;

4) В работе встречаются плохо читаемые подписи на рисунках из-за мелкого шрифта или названия на английском, например, рисунок 1-6.

Однако отмеченные недостатки, безусловно, не снижают ценности и практической значимости работы. Проведенные исследования можно характеризовать как научно обоснованные методические разработки, обеспечивающие решение важных для космической отрасли прикладных задач.

Диссертация Юдина Андрея Дмитриевича на тему «Разработка способа увода наноспутников Cubesat с низких околоземных орбит», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором на высоком научно-техническом уровне.

Новые научные результаты, полученные автором работы, имеют существенное значение для науки и практики.

Тема и содержание диссертации Юдина Андрея Дмитриевича соответствуют паспорту специальности 05.13.01–«Системный анализ,

управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»).

Автореферат полно и объективно отражает содержание диссертации. Выводы по диссертации соответствуют выводам, опубликованным в автореферате.

По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных исследований, теоретической и практической значимости полученных результатов, а также оформлению и содержанию представленная работа соответствует всем требованиям п.п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Юдин Андрей Дмитриевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности по специальности 05.13.01—«Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»).

Результаты диссертационной работы были рассмотрены на заседании секции №4 НТС АО «Корпорация «ВНИИЭМ» (протокол №5/2021 от 16.04.2021 г.) и получили положительную оценку.

Начальник НТЦ
«Новые технологии», к.т.н.

Начальник отдела 20, к.т.н.



Каверин В.В.

Пугач И.Ю.

Акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна» (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»)

Почтовый адрес: 107078, Российская Федерация, город Москва, Хоромный тупик, дом 4, строение 1

Телефон: (495) 608-84-67, (495) 365-56-10

Факс: (495) 624-86-65, (495) 366-26-38

E-mail: info@vniiem.ru, vniiem@vniiem.ru