

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.12

Соискатель: Макаренкова Надежда Алексеевна

Тема диссертации: Система управления пространственной ориентацией солнечного паруса бескаркасной центробежной конструкции без расхода рабочего тела

Специальность: 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 29 ноября 2018 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и принял решение присудить Макаренковой Надежде Алексеевне ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: *председатель диссертационного совета В.В. Малышев, ученый секретарь диссертационного совета А.В. Старков, члены диссертационного совета:* М.Н. Красильщиков; В.Т. Бобронников; В.С. Брусов; В.Н. Евдокименков; Ефремов А.В.; С.Ю. Желтов; А.И. Кибзун; М.С. Константинов; В.П. Махров; С.Н. Падалко; В.Г. Петухов; В.Н. Почукаев; Ю.Н. Разумный; Г.Г. Райкунов; Г.Г. Себряков; Ю.В. Тюменцев.

Учёный секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.



А.В. Старков

Отдела УДС МАИ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.12
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(ФГБОУ ВО МАИ)

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29.11.2018 г., протокол № 34

О присуждении Макаренковой Надежде Алексеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Система управления пространственной ориентацией солнечного паруса бескаркасной центробежной конструкции без расхода рабочего тела» по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» принята к защите «27» сентября 2018, протокол № 23, диссертационным советом Д 212.125.12 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ), 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк. от 11.04.2012 г.

Соискатель Макаренкова Надежда Алексеевна 1992 года рождения, в 2014 г. окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (ФГБОУ ВО МАИ) по специальности «Системы управления летательными аппаратами» с присуждением квалификации «инженер».

В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной аспирантуре кафедры «Системы автоматического и интеллектуального управления» факультета «Системы управления, информатика и электроэнергетика» МАИ, которую закончила в 2018 году.

Диссертация выполнена в МАИ на кафедре «Системы автоматического и

интеллектуального управления».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Системы автоматического и интеллектуального управления» факультета «Системы управления, информатика и электроэнергетика» МАИ **Степаньянц Георгий Аркадьевич**.

Официальные оппоненты:

1. **Старинова Ольга Леонардовна** – гражданка Российской Федерации, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры космического машиностроения ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королёва».
2. **Круковский Сергей Владимирович** – гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, заместитель начальника отдела, начальник лаборатории Акционерного общества «Корпорация космических систем специального назначения «Комета».

Все оппоненты дали **положительные отзывы о диссертации**.

Ведущая организация

Федеральное государственное унитарное предприятие «Московское опытно-конструкторское бюро «Марс», г. Москва, дало **положительное заключение**. Заключение было заслушано и одобрено 6 ноября 2018 года на заседании Президиума НТС ФГУП «МОКБ Марс» (протокол заседания от 6 ноября 2018 г. № 6), подписано начальником направления 1 ФГУП «Московское опытно-конструкторское бюро «Марс», к.т.н., доцентом М.А. Шатским. Отзыв утвержден заместителем директора по научной работе ФГУП «Московское опытно-конструкторское бюро «Марс», д.т.н. Соколовым Владимиром Николаевичем.

В заключении указано, что диссертационная работа Макаренковой Н.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой разрабатываются алгоритмы системы управления пространственной ориентацией солнечного паруса бескаркасной центробежной конструкции без расхода рабочего тела. Работа отвечает всем критериям, изложенным в «Положении о присуждении

учёных степеней» ВАК, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью в области науки по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Московское опытно-конструкторское бюро «Марс» является ведущей организацией в области бортовых систем и комплексов автоматического управления и навигации космическими беспилотными летательными аппаратами.

Старинова Ольга Леонардовна – автор более 80 научных трудов. Область научных интересов – управление космическими аппаратами с двигателями малой тяги, в частности, космическими аппаратами с солнечным парусом.

Круковский Сергей Владимирович – автор 16 научных работ, 2 свидетельств о государственной регистрации программы на ЭВМ и 1 патента на изобретение. Область научных интересов – баллистическое проектирование космических систем в части формирования структур орбитальных группировок космических аппаратов систем ДЗЗ, обоснование требуемых запасов рабочего тела двигательных установок, оценка пространственно-временных характеристик наблюдения заданных районов, формирование алгоритмов управления КА для поддержания устойчивости ОГ и выполнения маневров для установки КА на рабочую орбиту, а также обеспечение благоприятных условий при выполнении функциональных задач.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 3-х научных работах, опубликованных в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК. Всего по теме диссертации соискатель имеет 8 опубликованных работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Макаренкова Н.А. Исследование формы поверхности полотна солнечного паруса при его пространственном развороте // «Труды МАИ», номер № 85, 2016 г. (№ 2030 в перечне ВАК)
2. Макаренкова Н.А. Управление пространственным положением солнечного паруса // «Труды МАИ», номер № 94, 2017 г. (№ 2030 в перечне ВАК)
3. Макаренкова Н.А. Управление кинетическим моментом солнечного паруса путём изменения отражательной способности его поверхности // «Труды МАИ», номер № 98, 2018 г. (№ 2030 в перечне ВАК)

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. Федеральное государственное унитарное предприятие «Московское опытно-конструкторское бюро «Марс» (ведущая организация). Отзыв положительный.

К диссертационной работе имеются замечания.

1. Не достаточно чётко сформулированы конкретные технические требования к системам рассматриваемого типа.
2. Не указан способ реализации управляющих воздействий, формируемых алгоритмом демпфирования.
3. При оценке и сравнении энергетических затрат не используются характеристики конкретных устройств, а используются лишь некоторые соображения общего характера.

2. Старинова Ольга Леонардовна (официальный оппонент), доктор технических наук. Отзыв положительный, заверен начальником отдела сопровождения деятельности Самарского университета Васильевой И.П.

К работе имеются следующие замечания:

1. В работе не рассматривается возможность использования предложенных алгоритмов и методик управления разворотом поверхности солнечного паруса для выполнения конкретных манёвров космических аппаратов, например, для перелётов между заданными околоземными орбитами, для осуществления набора параболической скорости в поле тяготения Земли или перелётов к другим телам солнечной системы. Выполнение каждого такого

манёвра требует определенных предельных значений угловых скоростей программных разворотов. Подобный анализ позволил бы сделать выводы об осуществимости перелётов космических аппаратов с солнечным парусом с заданными проектными характеристиками.

2. В работе не проведена оценка работоспособности разработанных методик, алгоритмов и способов управления при отклонении поверхности пленки от плоскости, хотя интуитивно ясно, что данные методы и алгоритмы сохранят свою работоспособность при небольших искажениях формы поверхности.

3. **Круковский Сергей Владимирович** (официальный оппонент), кандидат технических наук. **Отзыв положительный**, заверен учёным секретарем НТС АО «Корпорация космических систем специального назначения «Комета», к.т.н. В.Н. Тучиным.

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. В диссертации не указано, проводился ли сравнительный анализ характеристик существующих конструкций солнечных парусов и их отличие от характеристик конструкции, рассмотренной в данной диссертационной работе.

2. Не приведены оценки требуемых угловых скоростей пространственного разворота солнечного паруса, требуемые на практике при выполнении длительных космических полетов в околоземном пространстве и при полетах к другим планетам Солнечной системы.

3. Не проведена оценка влияния на управление солнечным парусом возмущающих факторов, характерных для космического пространства (радиации, магнитных полей).

4. Не показана оценка выигрыша в суммарной массе конструкции космического аппарата, оснащенного солнечным парусом, по сравнению с аппаратами, использующими реактивные двигатели.

4. **Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования Военная академия Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого**. **Отзыв на автореферат. Отзыв положительный**, обсуждён и одобрен на заседании кафедры № 34,

протокол № 04 от 29 октября 2018 г., подписан преподавателем кафедры № 34 Военной академии РВСН им. Петра Великого, к.т.н. В. Липанчуком, адъюнктом кафедры № 24 Военной академии РВСН им. Петра Великого В. Гончаровым, утверждён заместителем начальника Военной академии РВСН им. Петра Великого по учебной и научной работе Ногиным Р.

К работе имеется следующее замечание:

Не проведён сравнительный анализ различных конструкций солнечного паруса, сразу останавливаясь только на одной из них – бескаркасной конструкции, в которой форма поверхности плёнки поддерживается за счёт центробежных сил. Исходя из этого не понятно, является ли такая конструкция солнечного паруса более предпочтительной по сравнению с остальными конструкциями, в том числе с теми, в которых форма поверхности плёнки поддерживается за счёт каркасных элементов.

5. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан проректором по научной работе ВГТУ, д.т.н., профессором, профессором кафедры «Ракетные двигатели» И.Г. Дроздовым.

В качестве замечаний отмечено:

1. Недостаточно подробное описание технологии изменения отражательной способности поверхности плёнки;
2. Не указано, можно ли применять разработанные алгоритмы при нахождении космического аппарата на геоцентрической орбите.

6. Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан старшим научным сотрудником ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, к.ф.-м.н. С.С. Ткачёвым, подпись заверена учёным секретарём ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, к.ф.-м.н. А.И. Масловым.

В качестве замечаний отмечено:

1. На стр. 8 вводятся системы координат, не очень понятно, как направляются оси системы координат OXYZ.

2. На стр. 8 описывается математическая модель паруса, её описание занимает более половины страницы, гораздо эффективнее, на мой взгляд, было бы привести общую формулу координат точек.

3. На стр. 12 сказано, что при наличии лишь только измерений угловой скорости можно определить вектор состояния поверхности плёнки, что не является корректным, так как необходимы ещё и начальные условия, это, в частности, подтверждается дальнейшими выкладками, где явно используются начальные условия.

4. На стр. 13 приведены значения максимальных управляющих воздействий, не очень понятно, из каких соображений эти величины выбирались, так как для существующих в настоящее время маховиков эти величины великоваты, а если это не маховики, то тогда неясно, какими управляющими устройствами реализуется разработанный в первом разделе алгоритм.

5. На стр. 15 не очень понятно, является ли ось ОК произвольной или же речь идёт о некоторой фиксированной в корпусе аппарата оси;

6. На стр. 16 сказано про оценки времени разворота, из текста неясно, получены ли эти оценки численно или же получено некоторое соотношение в конечном виде;

7. На стр. 17 приведена таблица, содержащая сравнение разработанного алгоритма поворота и алгоритма управления с помощью изменяемой отражающей способности. Приведённое сравнение, вообще говоря, нельзя считать корректным, так как не приведены сопутствующие параметры (например, энергопотребление, масса управляющих устройств), если же сравнивать только время разворота, то результат, на мой взгляд, является закономерным и ожидаемым в силу малости момента сил светового давления (при разумной величине паруса); ниже по тексту сказано про «сравнение с аналогами», при этом указан только один аналог (изменяемая отражательная способность).

8. На стр. 22 речь идёт про получение электрической энергии за счёт уменьшения кинетической энергии вращения, неплохо было бы привести коэффициенты потерь при таком преобразовании на примере реально

существующих механизмов, а так же массогабаритные характеристики подобных устройств, чтобы сравнить с эффективностью установки дополнительных солнечных батарей.

7. Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (ФГУП ЦНИИмаш). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан начальником лаборатории ФГУП ЦНИИмаш, к.т.н., с.н.с. В.А. Шуваловым, начальником сектора ФГУП ЦНИИмаш, к.т.н. А.А. Яковлевым, заверен главным учёным секретарём ФГУП ЦНИИмаш, д.т.н., проф. Ю.Н. Смагиным.

В качестве замечаний отмечено:

1. Отсутствуют рисунки с обозначением угловых координат аппроксимирующих окружностей и жёсткой вставки.

2. В автореферате не приводится информация о способах и технических решениях изменения отражающих свойств плёнки.

8. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет) (МГТУ им. Н.Э. Баумана), Научно-учебный комплекс «Специальное машиностроение» (НУК СМ). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан профессором кафедры Динамики и управления полётом ракет и космических аппаратов МГТУ им. Н.Э. Баумана, заслуженным деятелем науки РФ, д.т.н., профессором Лысенко Л.Н., утверждён руководителем НУК Специального машиностроения, д.т.н., профессором Калугиным В.Т.

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. Название диссертации, которое должно отражать тему выполненного исследования, представляется неудачным, как не отвечающее содержанию работы и в большей степени соответствующее специальности 05.13.01, а не 05.07.09, паспорт которой не предполагает рассмотрения в качестве объекта исследования «системы управления». Исходя из фактического содержания, сформулированного

предмета исследования и положений, выносимых на защиту, более обоснованной была бы формулировка темы в виде «Разработка алгоритмического обеспечения управлением пространственной ориентацией солнечного паруса с поддерживаемой центробежными силами формой поверхности отражающей пленки». Вряд ли можно согласиться и с авторской формулировкой «цели исследования». Предназначением любой системы ориентации является «обеспечение требуемой ориентации». Поэтому подобная формулировка является лишенной какой-либо смысловой нагрузки. «Обеспечение демпфирования колебаний плёнки», «устранение дисбаланса» и т.д., тем более не могут служить целью выполненного диссертационного исследования в силу того, что вводимые условия (в форме ограничений) характеризуют не решение поставленной научно-технической задачи «управления движением паруса», а определяют требования, предъявляемые к функционированию устройства конкретного типа. Вместе с тем, корректная формулировка цели работы непосредственно вытекала из результатов сравнения автором (см. стр. 3) предлагаемого подхода со способом, реализованном на аппарате IKAROS и заключается она «в сокращении времени (повышении быстродействия) переориентации солнечного паруса».

2. Вызывает сомнения справедливость ряда полученных автором математических соотношений, определяющих сущность разработанного алгоритмического обеспечения. Так, в частности, при принятых обозначениях справедливость формул 8 (стр.15) и 12 (стр.16) гарантируется только при безразмерном значении коэффициента A , зависящего от геометрических и плотностных характеристик плёнки. Однако на стр.15 приведено выражение этого коэффициента, согласно которому данная величина является размерной $[1/m^2]$. Не очевидна структура выражения редуцированного наблюдателя на стр.12, не говоря уж о возникающих сомнениях в части допустимого уровня адекватности принятой к рассмотрению модели, учитывающей (да и то приближенно) лишь первый тон колебаний плёнки, реальному физическому процессу. При учете более высоких частот, в силу ненаблюдаемости системы по угловым координатам жесткой вставки, в этом случае корректное построение наблюдателя окажется,

очевидно, вообще неразрешимой задачей, поэтому содержащееся на стр.25 утверждение, касающееся возможностей демпфирования высокочастотных колебаний упругой плёнки только по измерениям угловых координат жесткой вставки, представляется слишком оптимистичным.

3. Не бесспорным воспринимается отказ диссертанта от детального анализа значений и характера действующих на парус факторов орбитального полёта, без которых невозможно оценить требования к материалу и параметрам плёнки, а следовательно строго учесть истинные (а не «некоторые» гипотетические) величины дисбаланса, а самое главное, уяснить динамику движения паруса как упругой динамической системы, подверженной сложному действию комплекса возмущающих факторов конкретного типа. Обычно принято считать, что учёт «внешних условий полёта» является обязательным элементом исследования функционирования любой космической системы, вне зависимости от принимаемого уровня схематизации рассматриваемого технического решения. При отсутствии их учета достоверность полученных численных оценок и рекомендаций не представляется очевидной.

9. ФГКВОУ ВПО Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина». Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, рассмотрен и одобрен на заседании 72 кафедры авиационных комплексов и конструкции летательных аппаратов, протокол № 7 от 31 октября 2018 г., подписан доцентом 72 кафедры, к.т.н. И. Моисеевой, начальником 72 кафедры, к.т.н., доцентом Д. Верещиковым, утверждён заместителем начальника ВУНЦ ВВС по учебной и научной работе, к.в.н., доцентом В. Казаковым.

К работе имеется следующее замечание:

Вызывает сомнение изложенное в автореферате мнение автора о том, что достоверность каких-либо результатов можно подтвердить:

- Путём только «математического моделирования». Это можно сделать на основании сравнения результатов математического моделирования с результатами, принятыми за образец или эталон.

- Только «физически обоснованными закономерностями». Очевидно, следует говорить об использовании при проведении исследований физически обоснованных закономерностей.

- Только «соответствием полученных результатов моделирования при изменении исходных данных». Такой подход соответствует понятию «адекватность», но не «достоверность».

10. Сколковский институт науки и технологий «Сколтех». Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан PhD Сомовым А.С. и заверен руководителем отдела кадрового администрирования Бурденко Н.Г.

К работе имеется следующее замечание:

В работе рассмотрено управление именно солнечным парусом, хотя, очевидно, разработанные алгоритмы управления пространственной ориентацией могут быть применены и для других видов космических аппаратов, имеющих в своей конструкции вращающиеся элементы с большими моментами инерции.

11. ФГБУН «Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН)». Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заведующим лабораторией ИКИ РАН, д.ф.-м.н., профессором РАН М.Л. Литваком, заверен учёным секретарём ИКИ РАН А.В. Захаровым.

Замечаний к работе нет.

12. Акционерное общество «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева» (АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева») Конструкторское бюро «Салют» (КБ «Салют»). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный**, подписан заместителем начальника отдела, к.ф.-м.н. Давыдовым А.А., начальником сектора, к.ф.-м.н. Игнатовым А.И., утверждён 1-ым заместителем Генерального конструктора, д.т.н. Владимировым А.В.

К работе имеется следующее замечание:

1. Не поясняется, позволяют ли современные технологии реализовать предложенные алгоритмы на практике. В частности, хотелось бы уточнить возможность изменения отражательной способности поверхности плёнки с

достаточно большой частотой.

2. Из текста автореферата не ясно, проводился ли в диссертационной работе сравнительный анализ разработанной математической модели гибкого солнечного паруса с какими-либо другими существующими подобными моделями.

13. Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ФГУП «ГосНИИАС»). Отзыв на автореферат. Отзыв **положительный**, подписан начальником подразделения 0040, к.т.н. Безноценко В.В., помощником учёного секретаря, к.т.н. Шараповым В.И., заверен учёным секретарём предприятия ФГУП «ГосНИИАС», д.т.н., профессором Мужичек С.М.

В качестве замечания отмечено:

В автореферате не приведены блок-схемы разработанных алгоритмов, а также отсутствует структурная схема системы управления солнечным парусом. Однако, возможно, они присутствуют в диссертационной работе соискателя.

В дискуссии приняли участие:

| Фамилия, имя, отчество | Ученая степень, шифр специальности в совете |
|------------------------|---|
| ПЕТУХОВ В.Г. | д.т.н., 05.07.09 |
| ТЮМЕНЦЕВ Ю.В. | д.т.н., 05.13.01 |
| ЖЕЛТОВ С.Ю. | д.т.н., 05.13.01 |
| КОНСТАНТИНОВ М.С. | д.т.н., 05.07.09 |
| ПОЧУКАЕВ В.Н. | д.т.н., 05.13.01 |
| КРАСИЛЬЩИКОВ М.Н. | д.т.н., 05.13.01 |

Диссертационный совет отмечает, что наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем, могут быть сформулированы следующим образом:

- 1) Алгоритм активного демпфирования колебаний поверхности солнечного паруса при его эволюции в условиях невозможности прямого измерения угловых координат поверхности паруса.
- 2) Разработан алгоритм пространственного разворота солнечного паруса без расхода рабочего тела путём изменения угла между векторами кинетических моментов вращающихся частей солнечного паруса.
- 3) Способ устранения дисбаланса абсолютных значений кинетических моментов маховика и поверхности солнечного паруса без расхода рабочего тела, а также алгоритм и математическое описание этого процесса.
- 4) Методика оценки необходимого увеличения площади солнечных батарей для обеспечения работоспособности системы управления солнечным парусом при использовании в качестве аккумуляторов энергии вращающихся частей солнечного паруса.

Новизна полученных результатов заключается в том, что для объекта рассматриваемого класса впервые была поставлена комплексная задача, связывающая конструктивные параметры солнечного паруса (скорость вращения, радиус жёсткой вставки, радиус плёнки) с управлением (скорость разворота при переориентации солнечного паруса) и возможностью сохранения в процессе разворота космического аппарата формы поверхности плёнки в виде плоского диска.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

1. Предложенный автором алгоритм демпфирования колебаний плёнки может быть использован при разработке методов синтеза законов управления демпфированием колебаний крупногабаритных конструкций, что подтверждается актом внедрения.

2. Время на разворот солнечного паруса путём перераспределения по направлению векторов кинетических моментов вращающихся частей конструкции по результатам моделирования значительно меньше времени, которое может быть затрачено на разворот солнечного паруса с помощью существующего в настоящее

время метода, основанного на изменении коэффициента отражательной способности.

Диссертация целостно охватывает основные вопросы рассматриваемой научно-технической задачи. Изложение полученных результатов логически связано. В работе использованы фундаментальные научно-технические подходы и современные методы моделирования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Показано, что функционирование системы управления солнечным парусом требует сохранения большей части поверхности паруса в виде плоского диска. Выявлена связь конструктивных параметров солнечного паруса, таких как радиус плёнки, радиус жёсткой вставки, угловая скорость плёнки, угловая скорость переориентации космического аппарата, позволяющих выполнять это условие.
2. Показана возможность оценки пространственного положения поверхности солнечного паруса, представляемой в виде плоского диска путём измерения скорости и пространственного положения жёсткой вставки.
3. Обоснована возможность пространственного разворота солнечного паруса без расхода рабочего тела путём изменения угла между векторами кинетических моментов вращающихся частей солнечного паруса.
4. Показано, что устранение дисбаланса векторов кинетических моментов вращающихся частей солнечного паруса можно осуществлять без расхода рабочего тела путём изменения коэффициента отражательной способности отдельных секторов плёнки.
5. Обоснована возможность использования в качестве аккумулятора энергии избытка запасённой энергии вращающихся частей солнечного паруса.

Результаты диссертационной работы были использованы в научно-исследовательских работах ФГУП ЦНИИмаш при определении облика перспективных космических аппаратов (СЧ НИР «Авангард» (Аппараты)), разработке методов синтеза законов управления демпфированием колебаний крупногабаритных конструкций СЧ НИР «Магистраль» (Облик).

Все результаты использования диссертационной работы подтверждаются соответствующим актом о внедрении, который имеется в деле.

Результаты диссертационной работы рекомендуется использовать при проектировании систем управления космическими аппаратами, имеющими в своей конструкции быстро вращающиеся, в том числе гибкие деформируемые элементы.

Диссертационная работа решает актуальную научно-техническую задачу разработки алгоритмов для системы управления пространственной ориентацией солнечного паруса бескаркасной центробежной конструкции.

Изложенные в диссертационной работе результаты являются новыми научно обоснованными техническими решениями, имеющими существенное значение при разработке систем управления угловой ориентацией перспективных космических аппаратов без расхода рабочего тела.

В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник. Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.

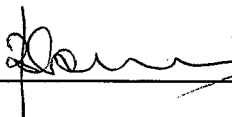
На заседании 29 ноября 2018 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и принял решение присудить Макаренковой Надежде Алексеевне ученой степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов», участвовавших в

заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.


Председатель диссертационного совета

Д 212.125.12, д.т.н., профессор


В.В. Малышев

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.


А.В. Старков

