

Дополнительные сведения*
о приеме к защите, поступивших отзывах,
результатах публичной защиты диссертации
Зыкова А.В.
«ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ УПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ
КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С БОЛЬШИМ
ВРАЩАЮЩИМСЯ СОЛНЕЧНЫМ ПАРУСОМ»

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.01 — Теоретическая механика

Дата принятия к защите: 13.10.2015

Дата защиты: 22.12.2015

* Состав дополнительных сведений определяется приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 16 апреля 2014 г. «Об утверждении Порядка размещения в информационно-телекоммуникационной сети Интернет информации, необходимой для обеспечения порядка присуждения ученых степеней» (зарегистрировано в Минюсте РФ 27.05.2014, опубликовано: 11.06.2014 в «РГ», вступает в силу 22.06.2014)

Диссертационный совет Д 002.024.01

Создан на базе ИПМ имени М. В. Келдыша РАН, приказ № 105/нк от 11.04.2012.

Адрес: 125047 Москва, Миусская площадь, д.4. Сайт: www.keldysh.ru

Председатель диссертационного совета Д 002.024.01: **Сазонов Виктор**

Васильевич

доктор физико-математических наук, профессор,

место работы: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,

должность: главный научный сотрудник сектора № 2 «Механика и управление движением космических аппаратов» отдела № 5 «Механика космического полета и управление движением».

Адрес: 125047 Москва, Миусская площадь, д.4

E-mail: sazonov@keldysh.ru

Сведения о соискателе, диссертации, руководителях, официальных оппонентах, ведущей организации

(размещено 18.10.2015)

Соискатель: **Зыков Александр Владимирович**

Диссертация: «Исследование динамики управляемого движения космического аппарата с большим вращающимся солнечным парусом».

Специальность 01.02.01 – Теоретическая механика

Диссертация в виде рукописи принята к защите 13.10.2015 г., протокол № 9.

Члены комиссии по приему диссертации к защите: Овчинников Михаил Юрьевич, Сазонов Виктор Васильевич, Мирер Сергей Александрович.

Объявление на сайте ВАК:

<http://vak.ed.gov.ru/dis-details?xPARAM=207357>

Руководитель

1. Научный руководитель – Платонов Валерий Николаевич, доктор тех. наук, начальник отдела динамики и программного обеспечения систем управления движением и навигации Открытого акционерного общества «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королёва»,

Адрес: 141070, Московская обл., г. Королёв, ул. Ленина, д. 4А

2. Научный консультант – Тимаков Сергей Николаевич, кандидат тех. наук, ведущий научный сотрудник отдела динамики и программного обеспечения систем управления движением и навигации Открытого акционерного общества «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королёва»,

Официальные оппоненты

1. Мельников Виталий Михайлович

доктор тех. наук, профессор, главный научный сотрудник Центрального научно-исследовательского института машиностроения (ФГУП ЦНИИмаш).

Адрес: 141070, Московская обл., г. Королёв, ул. Пионерская, д. 4.

Телефон: 8-495-513-59-51

email: melnikov45@tsniimash.ru

Список основных публикаций в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Сысоев В.К., Барабанов А.А., Мельников В.М., Матюшенко И.Н., Харлов Б.Н. Космические солнечные электростанции на базе центробежных волоконных лазеров с солнечной накачкой // Тепловые процессы в технике. 2014. № 10. С. 469-474.
2. Мельников В.М., Сысоев В.К., Верлан А.А., Манохин В.Ф., Харлов Б.Н. Лидерство России в создании промышленных лазерных космических солнечных электростанций для трансляции электроэнергии на Землю // Информационные ресурсы России. 2013. № 1 (131). С. 13-17.
3. Мельников В.М., Сурин Д.М., Харлов Б.Н. Преимущества и особенности космических бескаркасных центробежных солнечных батарей, их предельные размеры // Космонавтика и ракетостроение. 2012. № 1 (66). С. 169-176.
4. Райкунов Г.Г., Верлан А.А., Мельников В.М., Пичхадзе К.М., Сысоев В.К., Харлов Б.Н. Преимущества космических солнечных электростанций с лазерным каналом передачи энергии // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2012. № 5. С. 38-47.
5. Райкунов Г.Г., Мельников В.М., Чеботарев А.С., Гусевский В.И., Харлов Б.Н. Орбитальные солнечные электростанции как перспективный путь решения энергетических и экологических проблем // Теплоэнергетика. 2011. № 11. С. 32-37.
6. Комков В.А., Мельников В.М., Кабдулин Г.В., Бугаева А.А. Проектно-конструкторские основы создания агрегатов раскрытия центробежных космических конструкций // Вестник Московского авиационного института. 2011. Т. 18. № 1. С. 6.

2. Косенко Иван Иванович

доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической механики Московского авиационного института (ФГБОУ ВПО МАИ НИУ)

Адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4.

Телефон: 8-499-158-25-71

e-mail: kosenkoi@gmail.com

Список основных публикаций в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Ivan Kosenko and Kirill Gerasimov, Omni Vehicle Dynamics Model: Object-Oriented Implementation and Verification // Proceedings of the International Conference on Numerical Analysis and Applied Mathematics 2014 (ICNAAM-2014), AIP Conference Proceedings, Vol. 1648, pp. 850134-1–850134-4; DOI: 10.1963/1.4913189.
2. Alexander A. Burov, Ivan I. Kosenko, Planar oscillations of a dump-bell of a variable length in a central field of Newtonian attraction. Exact approach // International Journal of Non-Linear Mechanics, Volume 72, June 2015, pp. 1-5.
3. Ivan I. Kosenko, Kirill V. Gerasimov and Mikhail E. Stavrovskiy, Contact Types Hierarchy and Its Object-Oriented Implementation // Proceedings of the VI International Conference on Coupled Problems in Science and Engineering, San Servolo, Venice, Italy, May 18-20, 2015, pp. 19-202. ISBN: 978-84-943928-3-2.
4. А.А. Буров, И.И. Косенко, Существование и устойчивость стационарных ориентаций гантели переменной длины в поле гравитационного центра. Точная постановка // XI Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, Казань, 20-24 августа 2015. С. 641-643.
5. Ivan Kosenko, Kirill Gerasimov, Object-Oriented approach to the construction of an omni vehicle dynamical model // Journal of Mechanical Science and Technology, July 2015, Volume 29, Issue 7, pp. 2593-2599.

Ведущая организация

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем механики имени А.Ю. Ишлинского Российской академии наук» (ФГБУН ИПМех имени А.Ю. Ишлинского РАН)

Адрес: 119526, г. Москва, пр. Вернадского, д. 101, к. 1

Телефон: 8-495-434-00-17

Сайт: www.ipmnet.ru

1. В.В. Булатов Математическое моделирование сложных систем. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014, 348с. ISBN 978-3-659-58651-43.
2. Черноушко Ф. Л., Акуленко Л. Д., Соколов Б. Н. Управление колебаниями. – М.: Наука, 1980. – 384 с.
3. Черноушко Ф. Л., Ананьевский И. М., Решмин С. А. Методы управления нелинейными механическими системами. – М.: Физматлит, 2006. – 328 с. – ISBN 5-9221-0678-3.
4. Kostin G. V., Saurin V. V. The method of integro-differential relations for linear elasticity problems // Archive of Applied Mechanics. 2006, v.76, N.7-8.
5. Костин Г. В., Саурин В. В. Оптимизация движений упругого стержня методом интегро-дифференциальных соотношений // Известия РАН. Теория и системы управления. 2006, 2.

Отзывы на автореферат и диссертацию

Асланов Владимир Степанович

Заведующий кафедрой теоретической механики Самарского государственного аэрокосмического университета, доктор технических наук, профессор. Адрес: 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34, тел. 7-927-688-97-91, aslanov_vs@mail.ru, ssau.ru. Отзыв на автореферат положительный.

Бранец Владимир Николаевич

Заместитель генерального конструктора по науке ОАО «Газпром космические системы», доктор физ.-мат. наук. Адрес: 141078, Московская область, г. Королев, ул., Сакко и Ванцетти, д.186, тел. 7-(495) 504-29-06, branets@gazprom-spacesystemms.ru, gazprom-spacesystemms.ru. Отзыв на автореферат положительный.

Поляхова Елена Николаевна

доцент кафедры небесной механики механико-математического факультета Санкт-Петербургского государственного университета, кандидат физ.-мат. наук. Адрес: 198504, Санкт-Петербург, Петродворец, Университетский пр., 28, тел. (812) 428-41-64, pol@astro.spbu.ru, astro.spbu.ru. Отзыв на автореферат положительный.

Козьминых Валерий Аркадьевич

доцент кафедры Теоретической механики МФТИ, кандидат физ.-мат. наук. Адрес: 141700, г. Долгопрудный, Моск. обл., Институтский пер. д.9, тел. (495) 408-78-66, kozmi@mail.ru

Результаты публичной защиты

На заседании присутствуют 19 членов совета, из них 11 специалистов по профилю рассматриваемой диссертации.

САЗОНОВ В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ПЛАТОНОВ А.К.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ГОРБУНОВ-ПОСАДОВ М.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ПОЛИЛОВА Т.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
БОРОВИН Г.К.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ВАШКОВЬЯК М.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ГАЛАКТИОНОВ В.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ГОЛУБЕВ Ю.Ф.	д.ф.-м.н.	01.02.01

ИВАШКИН В.В.	д.ф.-м.н.	01.02.01
КРЮКОВ В.А.	д.ф.-м.н.	05.13.11
КУГУШЕВ Е.И.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ЛАЗУТИН Ю.М.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ЛАЦИС А.О.	д.ф.-м.н.	05.13.11
МИРЕР С.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ОВЧИННИКОВ М.Ю.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ПАВЛОВСКИЙ В.Е.	д.ф.-м.н.	05.13.11
ПОПОВ Ю.П.	д.ф.-м.н.	05.13.11
САРЫЧЕВ В.А.	д.ф.-м.н.	01.02.01
ТУЧИН А.Г.	д.ф.-м.н.	01.02.01

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны алгоритм управления угловым движением космической платформы с солнечным парусом и алгоритм выпуска солнечного паруса из уложенного состояния за счет центробежных сил. Предложена схема укладки солнечного паруса в виде четырех симметричных тросов. К наиболее значимым результатам работы, представляющим научную новизну, относятся:

- Стационарная форма мембранного диска, возникающая при регулярной прецессии оси вращения паруса, найденная как прямым интегрированием неоднородного уравнения в частных производных, так и методом Фурье, путем разложения решения в ряд по собственным функциям.
- Доказательство устойчивости найденной стационарной формы паруса прямым методом Ляпунова и её асимптотической устойчивости в случае конструкционного демпфирования согласно гипотезе Фойгта.
- Алгоритм управления угловым движением космической платформы в режимах гашения начальных угловых скоростей и программных разворотов.
- Аналитическое решение уравнения малых поперечных колебаний точечной массы на невесомом тросе в процессе выпуска из вращающегося центрального блока. Решение найдено для случая равномерного выпуска

через функции Бесселя, а также для случая равномерно замедленного выпуска через гипергеометрические функции.

- Математическая модель выпуска весомого троса, представленного в виде совокупности материальных точек, соединенных невесомыми нерастяжимыми нитями.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что разработанные диссертантом алгоритмы и модели, а также найденные аналитические решения являются основой для разработки технического задания космического эксперимента «Знамя-3», введенного Федеральным космическим агентством в долгосрочную программу научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на Российском сегменте Международной космической станции. Диссертантом изучено влияние сил Кориолиса на колебания, возникающие в процессе разворачивания пленочной конструкции, что вместе с разработанной математической моделью выпуска весомого троса позволило в значительной степени повысить точность имеющихся моделей и алгоритмов выпуска пленочных конструкций и тросовых систем.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что они могут быть использованы при проведении в космическом пространстве научных экспериментов по раскрытию, как солнечного паруса, так и тросовой системы, а также при управлении угловым движением КА нового поколения с большим вращающимся солнечным парусом.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что предложенные соискателем алгоритм управления и способ выпуска, а также аналитические результаты, были получены с использованием классических моделей, методов теоретической механики, теории управления и теории динамических систем. Разработанные алгоритмы управления верифицированы численным моделированием динамики углового движения космического аппарата с солнечным парусом и динамики разворачивания мембранного диска из уложенного состояния, что подтверждает **достоверность** и **научную обоснованность** результатов проведенных исследований.

Все представленные в диссертации результаты получены лично автором. Соискатель реализовал программу численного решения задачи раскрытия весомого троса из вращающегося центрального барабана, провел полномасштабное компьютерное моделирование углового движения составного КА, а также получил ряд важных аналитических решений и доказательств, отраженных в диссертации. Успешная апробация результатов исследований на всероссийских и международных конференциях и полученное одобрение специалистами – также личная заслуга автора. Автор принимал активное участие в проектах №09-01-13513 и №12-08-00254, поддержанных Российским фондом фундаментальных исследований, посвященным разработке солнечного паруса.

На заседании 22 декабря 2015 г. диссертационный совет принял решение присудить Зыкову Александру Владимировичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 11 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» присуждение учёной степени – 19, «против» присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.024.01
д. ф.-м. н.

Полилова Т.А.