

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** 24.2.327.08

**Соискатель:** Васькова Варвара Сергеевна

**Тема диссертации:** Задачи динамики космического аппарата с солнечным парусом при движении вдоль леерной связи

**Специальность:** 1.1.7. «Теоретическая механика, динамика машин»

**Решение диссертационного совета по результатам защиты:** На заседании 22 мая 2026 года (протокол заседания №7), 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 Васьковой Варваре Сергеевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

Присутствовали: Красильников П.С. – *председатель*, Гидаспов В.Ю. – *ученый секретарь*, а также *члены диссертационного совета*: Ревизников Д.Л., Холостова О.В., Бардин Б.С., Бишаев А.М., Колесник С.А., Маркеев А.П., Овчинников М.Ю., Рябов П.Е., Черепанов В.В., Формалев В.Ф.

Ученый секретарь диссертационного  
совета 24.2.327.08,  
доктор физико-математических наук,  
старший научный сотрудник

Гидаспов Владимир Юрьевич

Проректор по научной работе,  
доктор технических наук,  
доцент



Иванов Андрей Владимирович

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.08, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)», ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНДИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 22.05.2026 №7

О присуждении Васьковой Варваре Сергеевне, гражданке Российской Федерации,  
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Задачи динамики космического аппарата с солнечным парусом при движении вдоль леерной связи» по специальности 1.1.7. «Теоретическая механика, динамика машин» принята к защите 11.03.2026 (протокол заседания №5) диссертационным советом 24.2.327.08, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования РФ, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, приказ Минобрнауки России о создании совета №1192/НК 12.10.2022.

Соискатель Васькова Варвара Сергеевна, «23» октября 1998 года рождения.

В 2021 году соискатель окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности «Системы управления летательными аппаратами» с присуждением квалификации «Инженер» (диплом с отличием серия 107718 номер 1200682 от 16.06.2021 г.).

В 2025 г. соискатель завершила освоение программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» по специальности «Математика и механика» (диплом серия 107718 номер 1413836 от 09.06.2025 г.).

Справка № 115 о сдаче кандидатского экзамена по специальности 1.1.7. «Теоретическая механика, динамика машин» выдана 06 октября 2025 года Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

В настоящее время Васькова В.С. работает в должности ассистента кафедры 921 «Прикладная математика» Института № 9 «Общеинженерная подготовка» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена на кафедре 802 «Мехатроника и теоретическая механика» Института № 8 «Компьютерные науки и прикладная математика» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор кафедры 921 «Прикладная математика» Института № 9 «Общеинженерная подготовка»

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Родников Александр Владимирович.

Официальные оппоненты:

1. Шатина Альбина Викторовна, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой высшей математики Института искусственного интеллекта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет».
2. Никонов Василий Иванович, кандидат физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела № 24 механики Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, д.34) в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой динамики полета и систем управления, Стариновой Ольгой Леонардовной, и утвержденным и.о. первого проректора по науке Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», кандидатом экономических наук, Пашковым Дмитрием Евгеньевичем, указала, что диссертационная работа Васьковой Варвары Сергеевны «Задачи динамики космического аппарата с солнечным парусом при движении вдоль леерной связи» является законченной научно-исследовательской работой, которая посвящена актуальной научной проблеме. Достоверность выводов, полученных автором, не вызывает сомнений, результаты диссертационной работы неоднократно и достаточно полно апробированы.

Доклад о научных результатах, включенных в диссертацию, был заслушан на расширенном заседании научного семинара кафедры динамики полета и систем управления Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» «21» апреля 2026 г., протокол №10.

Соискатель имеет по теме диссертации 13 опубликованных работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ.

1. Vaskova V. S., Rodnikov A. V. On a Sailed Spacecraft Motion along a Handrail Fixed to Two Heliocentric Space Stations. Russian Journal of Nonlinear Dynamics. 2023. V. 19. № 3. P. 359–370 (Scopus).

Личный вклад автора заключается в математическом описании модельной задачи о движении космического аппарата с постоянно ориентированным идеальным солнечным парусом, способного перемещаться вдоль троса, закрепленного на двух гелиоцентрических космических станциях и принимаемого идеальной неударяющей связью, а также в выводе условий существования связанного движения и их графической иллюстрации.

2. Васькова В.С., Родников А.В. Модельная задача о движении по леерной связи под солнечным парусом // Космические исследования. 2024. Т. 62. №3. С. 302–310 (Scopus, Web of Science).

Личный вклад автора состоит в оценке влияния активных сил и сил инерции на космический аппарат с идеальным солнечным парусом, перемещающийся вдоль границы леерной связи, предполагающей эллиптическую траекторию движения, в вычислении оптимального угла наклона нормали солнечного паруса относительно солнечных лучей для создания максимально возможного касательного ускорения, в определении минимального времени перемещения между вершинами эллипса, принадлежащими большой оси.

3. Васькова В.С. О перемещении вдоль троса космического аппарата с неидеальным солнечным парусом // Труды МАИ. 2024. № 139 (Перечень ВАК РФ).
4. Васькова В.С., Родников А.В. Задача перемещения космического аппарата с солнечным парусом между произвольными точками леерной связи // Труды МАИ. 2025. № 143 (Перечень ВАК РФ).

Личный вклад автора состоит в разработке метода перемещения космического аппарата с учетом коррекции положения солнечного паруса для сокращения времени перелета, в создании алгоритма исследования динамики полета с управляемым солнечным парусом, предполагающего поиск точки переключения ускорения, разделяющей дугу эллипса на участки разгона и торможения, в вычислении динамических характеристик движения.

5. Васькова В.С., Родников А.В. О движении космического аппарата с постоянно ориентированным солнечным парусом // Инженерный журнал: наука и инновации. 2025. Т. 165. № 9 (Перечень ВАК РФ).

Личный вклад автора заключается в разработке метода перемещения космического аппарата с неизменно ориентированным солнечным парусом относительно солнечных лучей, в написании алгоритма исследования динамики полета с постоянно ориентированным солнечным парусом, предполагающим выполнение условий существования связанного движения.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все отзывы положительные).

**I. Отзыв на диссертацию от ведущей организации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева».**

Отзыв подписан доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой динамики полета и систем управления, Стариновой Ольгой Леонардовной, и утвержден и.о. первого проректора по науке Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», кандидатом экономических наук, Пашковым Дмитрием Евгеньевичем.

Отзыв положителен, содержит следующие замечания:

1. Представленная математическая модель предполагает, что гелиоцентрические станции настолько массивны, что перемещающийся вдоль троса космический аппарат не оказывает влияния на их движение. Несмотря на объективно малое натяжение троса, такое влияние может быть существенным. В диссертации дана

ссылка на работу, где обосновывается возможность сохранения взаимного положения станций с помощью дополнительных солнечных парусов, но не учитывается потенциальный сход станций с их первоначальной орбиты, что существенно при многократном использовании предложенных алгоритмов перемещения.

2. В диссертации упоминаются ситуации, когда при очень малой относительной скорости космического аппарата кориолисова сила может приводить к ослабеванию троса, которое предлагается устранить дополнительным поворотом паруса. Соответствующие случаи подробно не описаны и их продолжительность не определена.
3. В работе не приведены оценки расстояния между станциями и длины троса, при которых описание движения в рамках предложенной математической модели остается адекватным, для всех приведенных примеров модель применима.
4. Для функционирования программного обеспечения, реализующего разработанные алгоритмы, необходима среда Maple. Можно предложить автору в будущем модернизировать ПО так, чтобы устранить это ограничение, и расширить описание слишком краткого руководства, приведенного в одном из приложений.
5. В тексте диссертации имеются шероховатости стиля изложения и опечатки. Например, в одной из фраз на стр. 16 пропущены слова «от Солнца», на стр. 32 есть пунктуационная ошибка, и т.п.

Данные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая выполнена на высоком научном уровне и содержит новые и значимые научные результаты.

Диссертация Васьковой Варвары Сергеевны является законченной научно-исследовательской работой, которая посвящена актуальной научной проблеме. Достоверность выводов, полученных автором, не вызывает сомнений, все результаты диссертационной работы неоднократно и достаточно полно апробированы.

Диссертационная работа Васьковой Варвары Сергеевны «Задачи динамики космического аппарата с солнечным парусом при движении вдоль леерной связи» отвечает всем требованиям Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Васькова Варвара Сергеевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. «Теоретическая механика, динамика машин».

**II. Отзыв на диссертацию от официального оппонента Шатиной Альбины Викторовны**, доктора физико-математических наук, заведующего кафедрой высшей математики Института искусственного интеллекта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА - Российского технологического университета».

Подпись Шатиной А.В. заверена начальником управления кадров Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет», Бухановой М.М.

Отзыв положителен, содержит следующие замечания:

1. В тексте работы встречаются шероховатости стиля изложения, орфографические и пунктуационные ошибки. Во всей диссертации текст, идущий после вынесенной в

отдельную строку формулы, начинается с красной строки, хотя это продолжение предложения.

2. На рисунках не указано направление солнечных лучей, что затрудняет их восприятие. Для лучшего понимания постановки задачи надо было бы изобразить рассматриваемую конструкцию вместе с Солнцем. Кроме того, на рис. 1.3 касательный к эллипсу вектор обозначен символом  $\tau$ , а на рисунках 1.4, 1.5 этот вектор обозначен символом  $\nu$ . При этом на стр. 40 символом  $\nu$  обозначается внешняя нормаль к эллипсу.
3. В тексте диссертации имеются опечатки. Например, на стр. 15 единичный базис обозначен  $e = (e_x, e_y, e_z)^T$ , а должно быть  $e = (e_x, e_y, e_z)$ ; в формуле (1.5) выражение в знаменателе должно быть под знаком корня; в формуле (1.8) при  $tg^2\alpha$  должен быть коэффициент противоположного знака; в формуле (1.9) лишний множитель  $\sin\psi$  в числителе; в формуле (1.13) должно быть  $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ .
4. При выводе условий для оптимального угла наклона следовало подробнее представить вывод уравнений, а не ограничиваться уравнением (1.6), полученным после деления на  $(1 - k) \cos\psi \cos^3\alpha$ , так как разбор частных случаев  $\psi = \frac{\pi}{2}$ ,  $k = 1$  становится некорректным.
5. Программное обеспечение, реализующее разработанные алгоритмы, жестко привязано к среде Maple, и только некоторые его элементы реализованы также в среде Matlab. Это сужает рамки его возможного использования. Содержащаяся инструкция по работе с графическими приложениями является слишком краткой.
6. В работе упомянуты ситуации, когда учет силы Кориолиса существенен (стр. 34), причем указан способ компенсации ее влияния. Однако, исчерпывающий анализ этих ситуаций отсутствует.

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Проведенное в диссертации исследование демонстрирует высокую квалификацию Васьковой Варвары Сергеевны как специалиста по космической динамике и теоретической механике в целом. Достоверность и научная новизна результатов, полученных в диссертации, не вызывают сомнений. Работа носит завершённый характер и выполнена на высоком научном уровне.

Диссертация В.С. Васьковой отвечает всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, предъявленным к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Васькова Варвара Сергеевна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. «Теоретическая механика динамика машин».

**III. Отзыв на диссертацию от официального оппонента Никонова Василия Ивановича**, кандидата физико-математических наук, ведущего научного сотрудника отдела № 24 механики Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук».

Подпись Никонова В.И. заверена ученым секретарем Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр

«Информатика и управление» Российской академии наук», д.т.н.  
Захаровым В.Н.

Отзыв положителен, содержит следующие замечания:

1. «Производная калибровочная характеристика» определяется как «зависимость максимума проекции силы солнечной радиации на заданное направление от угла между этим направлением и линией действия солнечных лучей» (стр. 24). Схожую функцию выполняет угол  $\alpha_{opt}$ , определяемый корнем уравнения (1.6) на стр. 19. Данные динамические характеристики связаны между собой, однако это никак не отражено в тексте диссертации.
2. В диссертации отмечено, что кориолисова сила инерции, несмотря на свою малость, в редких случаях может приводить к ослабеванию троса. В тексте указан способ устранения этой ситуации, но конкретные расчеты не приводятся.
3. В тексте содержится достаточно много примеров расчета динамических характеристик перелетов аппарата с солнечным парусом вдоль леерной связи, но не приводятся явные зависимости значений этих характеристик друг от друга, например, силы натяжения троса от его длины, продолжительности перемещения от парусности космического аппарата и т.п.
4. Описание программного обеспечения, реализующего описанные алгоритмы, является слишком кратким для его эффективного использования другими исследователями.
5. В тексте присутствуют некоторые шероховатости стиля изложения и опечатки в падежах (см., например, стр. 12-13).

Все вышеуказанные замечания не снижают высокой научной и практической ценности, а также общей положительной оценки диссертационной работы.

Рассмотренная диссертационная работа «Задачи динамики космического аппарата с солнечным парусом при движении вдоль леерной связи» является законченным научным исследованием, в котором сформулирована новая задача космической механики, а также получены новые и важные результаты, относящиеся к её решению. Текст диссертационной работы написан хорошим научным языком.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, предъявленным к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Васькова Варвара Сергеевна, заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. «Теоретическая механика динамика машин».

**На автореферат диссертации поступило 2 отзыва.** Все поступившие отзывы положительны. В поступивших отзывах отмечается актуальность и научная новизна диссертационного исследования, практическая значимость полученных результатов работы.

- I. **Отзыв на автореферат от Поляховой Елены Николаевны**, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры небесной механики Математико-механического факультета Санкт-Петербургского

государственного университета, лауреата премии имени Ф.А. Цандера, содержит следующие замечания:

1. На рис. 1, с. 10 непонятно, почему сила гравитации  $F_g$  направлена «вертикально», а не к Солнцу. По-видимому, исходящие от Солнца потоки гравитации и радиации принимаются параллельными, но не объяснено, почему это возможно.
2. Указано, что движение происходит по гелиоцентрической орбите, но непонятно, где расположена Земля, хотя период 365 суток и радиус орбиты 1 а.е. упомянуты в тексте на с.9 и с. 10 соответственно.
3. На с. 11 написано, что направление нормали к парусу определяется только радиус-вектором  $r$ , но рис. 1 он не обозначен. Непонятно, где его начало – у Земли, положение не указано, у Солнца, или в начале координат.

**II. Отзыв на автореферат от Черкасова Олега Юрьевича**, кандидата физико-математических наук, доцента кафедры математических и компьютерных методов анализа Механико-математического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, содержит следующие замечания:

1. В тексте присутствуют отдельные опечатки и стилевые неточности.
2. Используемый в формулах радиус-вектор  $r$  никак не отмечен на рисунках.
3. В работе указано, что сила Кориолиса в некоторых, достаточно редких, ситуациях может приводить к ослабеванию троса. Однако, метод устранения таких ситуаций до конца не формализован.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в отрасли наук, к которой относится диссертационная работа Васьковой Варвары Сергеевны, что подтверждается наличием у них многочисленных публикаций по теме диссертации в рецензируемых изданиях за последние 5 лет.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных лично соискателем исследований:**

1. **Проведена** оценка сил в модельной задаче о движении космического аппарата с солнечным парусом вдоль троса между тяжелыми гелиоцентрическими станциями.
2. **Получены** необходимые и достаточные условия существования связного движения между точками эллипса, ограничивающего перемещение космического аппарата.
3. **Предложена** методика вычисления оптимального угла наклона солнечного паруса относительно солнечных лучей, необходимого для создания максимального ускорения космического аппарата в каждой точке траектории.
4. **Разработаны** алгоритмы исследования динамики полета космического аппарата с постоянно ориентированным и управляемым солнечным парусом при движении вдоль леерной связи.
5. **Создано** программное обеспечение, реализующее разработанные алгоритмы и вычисляющее динамические характеристики движения космического аппарата.

**Теоретическая значимость исследований обосновывается тем, что**

1. найдены способы управления движением космического аппарата с солнечным парусом, позволяющие совершать перемещение между произвольными точками за приемлемое с практической точки зрения время;
2. разработаны методики, реализующие перемещение космического аппарата при сохранении ориентации солнечного паруса под неизменным углом к солнечным лучам или при повороте солнечного паруса до оптимального угла наклона, создающего максимальное ускорение в каждой точке траектории.

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

1. полученные результаты могут быть полезны для организации бестопливного перемещения космического аппарата;
2. полученные алгоритмы исследования динамики относительного движения представляют интерес для оценки и дальнейшего проектирования транспортных миссий в космическом пространстве.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

1. корректное применение методов классической и небесной механики гарантирует точность утверждений и выводов, полученных в диссертации;
2. полученные результаты согласуются путем сравнения численных и аналитических решений.

**Личный вклад соискателя.** Содержание диссертационной работы и публикации отражают персональный вклад автора. Все результаты, выносимые на защиту, получены лично соискателем. Постановки задач, исследованных в рамках подготовки диссертации, задавались научным руководителем. Автор самостоятельно выполнил аналитические исследования и численные расчеты, осуществил обработку и интерпретацию полученных результатов.

**В ходе защиты диссертационной работы не было высказано критических замечаний,** которые ставили бы под сомнение обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну.

Соискатель Васькова Варвара Сергеевна ответила обстоятельно и аргументированно на задаваемые ей в ходе заседания вопросы.

Диссертационная работа Васьковой В.С. полностью удовлетворяет пунктам 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 года «О порядке присуждения ученых степеней», представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой автором проведены исследования динамики полета космического аппарата с солнечным парусом при движении вдоль троса, соединяющего гелиоцентрические космические станции, вращающиеся по одной круговой орбите.

На заседании 22 мая 2026 года диссертационный совет (Протокол №7) принял решение за решение новой научной задачи о движении космического аппарата с солнечным парусом вдоль троса, закрепленного на космических станциях, в области динамики космического полета и небесной механики, присудить Васьковой Варваре Сергеевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

