

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.379.10,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 18 сентября 2026 г. № 14
о присуждении Пикалову Руслану Сергеевичу, гражданину Российской
Федерации, учёной степени кандидата технических наук

Диссертация «Динамика сближения космического буксира с крупногабаритными объектами космического мусора» по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин принята к защите 1 июля 2026 г. (протокол заседания №11) диссертационным советом 24.2.379.10, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34), приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 14.02.2023г. №229/нк с изменениями, внесёнными приказами от 20.03.2026 №209/нк, от 10.06.2026 №495/нк.

Соискатель Пикалов Руслан Сергеевич, 05 апреля 1992 года рождения, в 2015 году с отличием окончил магистратуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 01.04.03 – Механика и математическое моделирование, в 2019 году освоил программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» по направлению подготовки 01.06.01 – Математика и механика, в настоящее время работает в должности старшего преподавателя на кафедре теоретической механики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре теоретической механики федерального государственного автономного образовательного учреждения

высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Асланов Владимир Степанович**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», профессор кафедры теоретической механики.

Официальные оппоненты:

Купреев Сергей Алексеевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры механики и процессов управления инженерной академии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»;

Филатьев Александр Сергеевич, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник факультета космических исследований федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;

– дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Волгоградский государственный технический университет**», г. Волгоград, в своём положительном отзыве, подписанном Брискиным Евгением Самуиловичем, доктором физико-математических наук, профессором кафедры «Динамика и прочность машин», Шароновым Николаем Геннадьевичем, кандидатом технических наук, заведующим кафедрой «Динамика и прочность машин» и утверждённом членом-корреспондентом РАН, профессором Навроцким Александром Валентиновичем, доктором химических наук, и.о. ректора, указала, что диссертационная работа по своему содержанию, объёму, актуальности, научной и практической значимости, соответствует требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, определенным пунктами 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а её автор, Пикалов Руслан Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Соискатель имеет **34** опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано **18** научных работ, из них **2** работы опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК России, **9** работ опубликованы в научных изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus.

Суммарный объём принадлежащего соискателю опубликованного материала по теме диссертации составляет 10,52 п.л. / 5,45 п.л. Все результаты, представленные в диссертации, получены автором самостоятельно или при его непосредственном участии.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые работы:

1. Пикалов Р.С. Безударное сближение космического мусора с буксиром при использовании тросовой системы / В.С. Асланов, Р.С. Пикалов // Труды МАИ. – 2017. – № 92. – С. 1-24. (научная статья 1,5 п.л. / 0,75 п.л.).
2. Пикалов Р.С. Обзор и выбор средств увода крупногабаритного космического мусора / Р.С. Пикалов, В.В. Юдинцев // Труды МАИ. – 2018. – № 100. – С. 1-37. (научная статья 2,31 п.л. / 1,5 п.л.).
3. Pikalov R.S. Rendezvous of non-cooperative spacecraft and tug using a tether system / V.S. Aslanov, R.S. Pikalov // Engineering Letters 2017. – Vol. 25. No. 2. – P. 142-146. (научная статья 0,31 п.л. / 0,2 п.л.).
4. Pikalov R.S. Dynamic control of tug-debris tethered system after the capturing of the debris / V.I. Trushlyakov, V.V. Yuditsev, R.S. Pikalov // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1050. No. 1. – P. 012092. – DOI 10.1088/1742-6596/1050/1/012092. (научная статья 0,75 п.л. / 0,3 п.л.).
5. Pikalov R.S. Nonlinear control of tether retrieval in elliptical orbit / A.S. Ledkov, R.S. Pikalov // Russian Journal of Nonlinear Dynamics — 2023. — Vol. 19. No. 2— P. 1-18. – DOI 10.20537/nd230401. (научная статья 1,13 п.л. / 0,7 п.л.).

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов от организаций:

- 1) АО «РКЦ «Прогресс», подписан ведущим конструктором, к.т.н., Филипповым Александром Сергеевичем;
- 2) ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», отзыв подписан доцентом кафедры ФНЗ «Теоретическая механика, к.ф.-м.н. Гришко Дмитрием Александровичем;
- 3) ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», отзыв подписан заведующим кафедрой «Авиа- и ракетостроение», к.т.н., доцентом Яковлевым Алексеем Борисовичем;

- 4) **ФГАОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»**, отзыв подписан профессором кафедры «Прикладная математика», д.ф.-м.н. Красильниковым Павлом Сергеевичем;
- 5) **АО «НПО Лавочкина»**, отзыв подписан ведущим математиком отдела исследования внешних воздействующих факторов и проектирования защиты от них, к.т.н. Добрицей Дмитрием Борисовичем и ведущим математиком отдела баллистики и навигации, к.т.н. Гордиенко Евгением Сергеевичем;
- 6) **ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»**, отзыв подписан профессором кафедры «Теоретической и прикладной механики», д.ф.-м.н. Тихоновым Алексеем Александровичем;
- 7) **ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук»**, отзыв подписан старшим научным сотрудником, к.ф.-м.н. Ивановым Дániлом Сергеевичем;
- 8) **ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»**, отзыв подписан главным научным сотрудником НУЛ «Мобильные системы», д.ф.-м.н., профессором РАН Мамаевым Иваном Сергеевичем.

Критические замечания в отзывах на автореферат отсутствуют. В качестве основных замечаний отмечены следующие:

- 1) В работе не учитывается возможное влияние на динамику системы «буксир – космический мусор» наличия остатков топлива на борту объекта космического мусора или наличие гибких элементов, например, панелей солнечных батарей;
- 2) Закон управления, полученный во второй главе, предполагает использование тяги двигательной установки буксира. При этом не приведена оценка топливных затрат при осуществлении заданного манёвра сближения;
- 3) Во второй главе предложена функция управления длиной троса в форме тригонометрического ряда (формула 5). По результатам численного моделирования автор делает вывод о том, что достаточно использовать только первый член этого ряда, что фактически соответствует убыванию длины троса по гармоническому закону в форме косинуса с нулевыми скоростями на концах интервала сближения. Автор не поясняет необходимость ввода сложной функции управления в виде ряда;
- 4) В главах 2-5 используется ряд упрощающих предположений, которые позволяют получить уравнения движения системы в плоскости орбиты, провести их анализ и вывести законы измерения длины троса. Однако, для

валидации результатов аналитических исследований было бы полезно провести математическое моделирование системы в пространственном случае при нарушении предположений о коллинеарности вектора тяги двум материальным точкам, соединённых тросом, и рассмотреть угловое движение космического аппарата и объекта космического мусора как твердых тел с закреплением тросов в точках на их поверхности.

В полученных отзывах отмечено, что указанные замечания в целом не снижают высокой оценки работы, а сама диссертационная работа соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения Пикалову Р.С. учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин.

Выбор **Купреева Сергея Алексеевича** в качестве официального оппонента обосновывается его компетенциями в области математического моделирования динамики космических тросовых систем.

Выбор **Филатова Александра Сергеевича** в качестве официального оппонента обосновывается его компетенциями в области механики космического полета.

Выбор **ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»** в качестве ведущей организации обосновывается наличием известных специалистов, таких как заведующий кафедрой «Динамика и прочность машин», к.т.н., доцент Шаронов Н.Г., профессора кафедры «Динамика и прочность машин», д.ф.-м.н., профессор Брискин Е.С., д.ф.-м.н., Жога В.В., д.т.н., Малолетов А.В., д.т.н., Чернышев В.В., области компетенций которых связаны с теоретической механикой, задачами динамики и управления и математическим моделированием объектов и систем управления.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

- нелинейный закон управления длиной троса, обеспечивающий безударный процесс управляемого сближения буксира с объектом космического мусора посредством тросовой связи;
- закон управления длиной троса, обеспечивающий выравнивание орбитальных параметров космического буксира и космического мусора до начала сближения;
- закон управления длиной, обеспечивающий процесс свёртывания троса на эллиптических орбитах без использования тяги реактивного двигателя буксира;

предложены:

- функциональная зависимость для параметров системы «буксир – космический мусор», формирующая собой математическую основу для синтеза законов управления угловым движением связки вокруг собственного центра масс в процессе выполнения транспортной операции;
- схема и состав механизма лебёдки, способные корректно реализовывать процессы свёртывания троса по разработанным законам управления. Определены технические требования и рекомендации к данному механизму, включая состав, массово-габаритные параметры и мощность сервопривода.

Научная новизна исследования заключается в том, что получены следующие новые результаты:

- предложен нелинейный закон управления длиной троса, обеспечивающий управляемый процесс безударного сближения космического буксира с объектом космического мусора на круговых орбитах;
- получен закон управления длиной троса, обеспечивающий выравнивание орбитальных параметров космического буксира и космического мусора до начала сближения;
- разработан закон управления, обеспечивающий процесс свёртывания троса на эллиптических орбитах в отсутствие тяги двигателей буксира;
- получена функциональная зависимость для параметров системы «буксир-космический мусор», обеспечивающая отсутствие углового движения связки вокруг собственного центра масс в процессе выполнения транспортной операции.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны:

- возможность управляемого процесса сближения космического буксира с пассивным объектом – космическим мусором, путём управления свёртыванием троса в условиях орбитального движения системы;
- асимптотическая устойчивость процесса свёртывания троса на круговых и эллиптических орбитах при использовании разработанного в диссертации закона управления;

изложены теоретические аспекты построения математических и механических моделей для описания и анализа движения системы «буксир – космический мусор» в условиях орбитального движения;

изучены:

- динамика движения системы космический буксир – космический мусор в процессе свёртывания троса в условиях орбитального движения;

– механизм возникновения продольных колебаний троса в процессе его свёртывания, получена аналитическая формула для определения частоты колебаний троса.

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

разработаны и внедрены:

– методы построения математических моделей, описывающих динамику тросовой системы «буксир – космический мусор» в процессе транспортной операции буксировки и свёртывания, в учебный процесс кафедры теоретической механики ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», включены в курс «Физико-механический практикум» направления подготовки 01.03.03 «Механика и математическое моделирование (Анализ и компьютерное моделирование аэрокосмических систем)» (акт о внедрении в учебный процесс от 21.03.2024 г.);

– на математические модели и законы управления получен акт о возможности использования результатов диссертационного исследования от АО «РКЦ «Прогресс» от 21.04.2026 г.;

представлены:

– технические требования и рекомендации к механизму управления длиной троса – «лебёдки», включая состав, массово-габаритные параметры и требуемую мощность сервопривода;

результаты исследования **использованы** при выполнении работ, поддержанных Российским научным фондом:

- проект РНФ №16-19-10158, 2016-2018 гг.;
- проект РНФ №19-19-00085, 2019-2021 гг.;
- проект РНФ №22-19-00160, 2022-2024 гг.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты **проведенного численного моделирования** получены с применением корректных математических моделей и апробированных методов проведения численных экспериментов;

использованные математические модели и методы построены на известных, проверенных положениях теоретической механики, аналитической механики с применением апробированных аналитических и численных методов моделирования и анализа;

использованные концепции и схемы тросовых систем базируются на обобщении передового опыта в области механики космического полета, в том числе в рамках известных задач моделирования движения космических тросовых систем.

Личный вклад соискателя состоит в получении исходных данных, разработке математических моделей, проведении исследований и подготовке основных научных публикаций по теме диссертационной работы. Все полученные результаты, выносимые на защиту, получены автором лично.

В ходе защиты диссертационной работы не было высказано критических замечаний. Соискатель Пикалов Р.С. ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию по высказанным замечаниям.

Диссертация Пикалова Р.С. является законченной научно-квалификационной работой, соответствует научной специальности 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин, отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, определенным пунктами: п.1. Классическая механика и аналитическая динамика; п.2. Теория устойчивости движения. Прикладные проблемы устойчивости равновесия и движения механических систем; п.5. Управление движением, наблюдаемость и идентификация механических систем; п.10. Динамика летательных аппаратов и космических конструкций Положения о присуждении ученых степеней. В диссертации содержится решение научной задачи разработки математической модели, синтеза законов управления и выработки технических требований и рекомендаций для системы захвата и безударного сближения с крупногабаритными объектами космического мусора на базе космического буксира с механизмом лебёдки.

На заседании 18 сентября 2026 г. диссертационный совет за решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, принял решение присудить Пикалову Р.С. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета 24.2.379.10

доктор технических наук,

академик РАН

Шахматов Евгений Владимирович

Учёный секретарь

диссертационного совета 24.2.379.10

доктор технических наук, доцент

Виноградов Александр Сергеевич

18.09.2026

