

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.481.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 04.06.2025 № 4

О присуждении Жукову Борису Сергеевичу, гражданину РФ, ученой степени доктора технических наук

Диссертация «Автономная оптическая навигация космических аппаратов при полетах к Луне и малым телам Солнечной системы» по специальности 1.3.1 «Физика космоса, астрономия» (отрасль науки – технические) принята к защите 20.02.2025 (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.1.481.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), 117997, ул. Профсоюзная, д. 84/32, подъезды А2-А4, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 829/нк от 20 апреля 2023 г.

Соискатель Жуков Борис Сергеевич, 8 декабря 1951 года рождения.

В 1975 г. соискатель окончил факультет Аэрофизики и космических исследований Московского физико-технического института по специальности «Экспериментальная ядерная физика». В 1982 г. защитил диссертацию на тему «Исследование метода спектрополяризационной съемки и возможности его использования в дистанционном зондировании Земли» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «Геофизика». С 1978 г. работает в Институте космических исследований Российской академии наук, в настоящее время – старшим научным сотрудником.

Диссертация выполнена в отделе Оптико-физических исследований Института космических исследований Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Сазонов Василий Викторович - доктор физико-математических наук, доцент, декан Факультета космических исследований (ФКИ) Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова,

Ступак Григорий Григорьевич - доктор технических наук, профессор, руководитель направления проекта Акционерного общества «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (ЦНИИМаш) Государственной корпорации «Роскосмос»,

Сумароков Антон Владимирович - доктор технических наук, начальник сектора Публичного акционерного общества «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева» Государственной корпорации «Роскосмос»,

представили **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской Академии наук (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН) в своем **положительном** отзыве, составленном исполняющим обязанности заведующего отделом № 5 «Механика космического полета и управление движением», главным научным сотрудником, доктором физико-математических наук Боровиным Геннадием Константиновичем и главным научным сотрудником, доктором физико-математических наук Грушевским Алексеем Васильевичем и утвержденном директором ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, членом-корреспондентом РАН, доктором физико-математических наук, профессором М.В. Якововским, указала, что диссертация Б.С. Жукова на тему «Автономная оптическая навигация космических аппаратов при полетах к Луне и малым телам Солнечной системы» является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит

значительный вклад в развитие страны, конкретно – в выполнение Федеральной космической программы. Диссертация соответствует требованиям п. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с последующими изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор заслуживает присуждения искомой учёной степени.

Соискатель имеет более 200 опубликованных научных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 24 статьи в журналах из списка ВАК и 6 статей в рецензируемых иностранных журналах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. *Аванесов Г.А., Гордеев З.В., Гришин В.А., Жуков Б.С. и др.* Телевизионная система навигации и наблюдения // *Астрон. Вестник*. 2010. Т.4. №5. С. 473-479.

2. *Аванесов Г.А., Бережков А.В., Бессонов Р.В., ..., Жуков Б.С. и др.* Служебная телевизионная система КА Луна-25 // *Астрономический Вестник*. 2021. Т. 55. №6. С. 601-617. DOI: 10.31857/S0320930X21060013.

3. *Жуков Б.С., Жуков С.Б.* Алгоритм автономного выбора места посадки КА «Фобос-Грунт» по телевизионным изображениям // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2011. Т.8. №2. С. 281-288.

4. *Жуков Б.С., Жуков С.Б., Фори А.А.* Возможности навигационных измерений по лимбу Земли в видимом и ближнем ИК диапазоне // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2015. Т.12. № 2. С.61-76.

5. *Жуков Б.С., Полянский И.В., Жуков С.Б.* Автономная оптическая навигация на окололунных орбитах и при посадке на Луну с помощью сверхширокоугольной камеры. // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2017. Т.14. № 2. С.24-35. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-2-24-35.

6. Жуков Б.С., Гришин В.А., Жуков С.Б. и др. Моделирование оптических навигационных измерений на траектории подлета к районам посадки на Луну // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т.15. № 6. С. 154-168. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-6-154-168.

7. Жуков Б.С., Гришин В.А., Жуков С.Б. и др. Моделирование оптических навигационных измерений при вертикальном спуске на поверхность Луны // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т.15. № 6. С. 169-179. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-6-169-179.

8. Avanesov G.A., Bonev B.I., Kempe F., ..., Zhukov B.S. et al. Television observations of Phobos: first results // Nature. 1989. Vol. 341. No. 6243. P. 585-587.

9. Polyansky I., Zhukov B., Zubarev A. et al. Stereo Topographic Mapping Concept for the Upcoming Luna-Resurs-1 Orbiter Mission // Planetary and Space Science. 2018. Vol.162. P. 216-232. DOI:[10.1016/j.pss.2017.09.013](https://doi.org/10.1016/j.pss.2017.09.013).

10. Sagdeev R.Z., Szabo F., Avanesov G.A., ..., Zhukov B.S. Television observations of comet Halley from Vega spacecraft // Nature. 1986. Vol. 321. No. 6067. P. 262-266.

Во всех приведенных выше публикациях автору диссертации принадлежит ключевая роль в их подготовке и написании разделов, посвященных методам автономной оптической навигации космических аппаратов.

На автореферат поступили **отзывы (все отзывы положительные)**:

1. Отзыв на автореферат от заместителя начальника отдела баллистики и навигации АО «НПО Лавочкина», доктора технических наук Назарова Анатолия Егоровича, заместителя начальника отдела баллистики и навигации АО «НПО Лавочкина», кандидата технических наук Симонова Александра Владимировича, начальника сектора динамики полета КА АО «НПО

Лавочкина», кандидата технических наук Розина Петра Леонидовича, ведущего математика отдела баллистики и навигации АО «НПО Лавочкина», кандидата технических наук Гордиенко Евгения Сергеевича. В качестве замечаний отмечено, что в работе указано, что разработанный автором метод навигации по контрольным точкам имеет преимущество перед методом TRN по инвариантности к условиям освещения и требованиям к памяти, но не сопоставлены другие характеристики (точность, быстродействие и др.). Желательно было бы провести статистическое моделирование погрешностей оптической навигации при посадке для различных вариантов траекторий посадки в различные точки поверхности Луны. Неясно, что является критерием оптимальности алгоритмов: погрешности, быстродействие, занимаемый объем памяти.

2. Отзыв на автореферат начальника отдела 10103 АО «ЦНИИмаш», кандидата технических наук Кудрявцева Юрия Евгеньевича. В качестве замечания указаны имеющиеся в автореферате незначительные орфографические неточности.

3. Отзыв на автореферат главного научного сотрудника – заместителя начальника экспертно-аналитического центра АО «Российские космические системы», доктора технических наук, профессора, академика РАН Владимира Вадимовича Бетанова и главного конструктора направления – заместителя начальника отделения АО «Российские космические системы», кандидата технических наук Гектина Юрия Михайловича. В качестве замечаний указано желательность рассмотрения методов комплексирования автономных оптических измерений с наземными радиолокационными траекторными измерениями на трассе перелета и с альтиметрическими измерениями на околопланетных орбитах и при посадке КА.

4. Отзыв на автореферат начальника отделения радиотехнических и оптических систем АО «ВПК «НПО Машиностроения», кандидата технических наук Сливко Сергея Александровича и ведущего научного сотрудника оптического отдела, кандидата технических наук Майорова

Евгения Павловича. В качестве замечания указано отсутствие анализа роли и опыта автономных оптических измерений на типовых околоземных орбитах.

5. Отзыв на автореферат и.о. заведующего кафедрой «Системный анализ и управление» Московского авиационного института, доктора технических наук, доцента Старкова Александра Владимировича. В качестве замечаний отмечено отсутствие в обзоре упоминания об использовании прибора «СКАН» для автономной оптической навигации в проектах Марс-71 и Марс-73, а также использования кратеров в качестве контрольных точек в проекте Фобос (1989 г.). В качестве рекомендаций к дальнейшей работе предлагается разработка стандартов в системах автономной оптической навигации космических аппаратов.

6. Отзыв на автореферат проректора по научной работе и инновациям, зав. кафедрой «Космические технологии» Рязанского государственного радиотехнического университета им. В.Ф. Уткина (РГРТУ), доктора технических наук, доцента С.И. Гусева и директора НИИ обработки аэрокосмических изображений РГРТУ, доктора технических наук, профессора В.В. Еремеева. В качестве замечаний указано недостаточное представление взаимодействия разработанных методов автономной оптической навигации с традиционными наземными методами траекторных измерений, отсутствие в автореферате информации о модификации разработанных методов автономной оптической навигации для обработки данных КМСС-2 на КА «Метеор-М» и использование термина «контрольные точки» вместо принятого в отечественной литературе термина «реперные точки».

7. Отзыв на автореферат руководителя комплексной лаборатории исследования внеземных территорий Московского государственного университета геодезии и картографии, кандидата технических наук Карачевцевой Ирины Петровны. В качестве замечаний указаны недостаточно четкое определение понятия «контрольная точка»; непонятный из содержания автореферата вывод о несущественности отличия законов Хапке

и Ломмеля-Зеелигера для формирования эталонных изображений контрольных точек; использование неточного термина «топографическая модель» вместо «цифровая модель рельефа (ЦМР)»; неточное указание разрешения необходимых ЦМР «~10 м» вместо «10 м/пиксель»; отсутствие в автореферате описания методики картографической привязки получаемых изображений в реальном времени; отсутствие учета облачности в статистике распознавания контрольных точек по данным КМСС-2; использование термина «карта риска», которая на самом деле является схемой, а не картой в картографическом смысле; использование термина «картирование» вместо «картографирование».

8. Отзыв на автореферат начальника Научного центра оперативного мониторинга Земли – заместителя директора проектов по созданию систем ДЗЗ АО «Российские космические системы», кандидата технических наук Зайцева Евгения Михайловича и начальника сектора научно-прикладных исследований и разработок в области ДЗЗ Научного центра оперативного мониторинга Земли АО «Российские космические системы», кандидата физико-математических наук Гришанцевой Любви Александровны. В качестве замечаний указаны: отсутствие информации о требуемых характеристиках бортовой вычислительной системы; в автореферате не обоснована необходимость полетной геометрической калибровки; не ясно, являются выбранные оптические камеры оптимальными по своим характеристикам и какова взаимосвязь ошибок измерений с характеристиками камер; не приводятся ограничения на углы визирования контрольных точек; при изложении алгоритма построения карты риска не приводятся методики выбора шага отсчетов, адаптивных порогов и возможные значения кодов риска.

9. Отзыв на автореферат доцента кафедры инструментального и прикладного программного обеспечения Института информационных технологий Российского технологического университета МИРЭА, кандидата

технических наук, доцента Лобанова Александра Анатольевича. В отзыве замечаний нет.

10. Отзыв на автореферат начальника отдела общих научно-технических исследований АО «Корпорация «ВНИИЭМ» д.т.н., доцента Захаренко Андрея Борисовича, утвержденный первым заместителем генерального директора АО «Корпорация «ВНИИЭМ» Сарычевым Алексеем Петровичем. В качестве замечаний указано, что из содержания автореферата не ясно, как практически был реализован стенд для отработки программно-алгоритмического обеспечения оптической навигации, а также, что не приведены требуемые количественные характеристики бортовых процессоров, повышение которых приведет к оптимизации алгоритмов оптической навигации.

11. Отзыв на автореферат первого заместителя генерального конструктора – первого заместителя начальника ЦСКБ АО «РКЦ «Прогресс» Филатова Артема Викторовича, главного конструктора – начальника отделения по системам управления и управления полетом КА АО «РКЦ «Прогресс» Сафиуллина Гумара Абдуразаковича, утвержденный первым заместителем генерального директора – генерального конструктора АО «РКЦ «Прогресс», д.т.н. Ахметовым Равилем Нургалиевичем. В качестве замечаний указано, что при описании стенда обработки оптической навигационной системы следовало бы более подробно рассмотреть ограничения стендовых измерений по сравнению с навигационными измерениями в условиях реального космического полета. Кроме того отмечено, что в главе 2 при определении радиус-вектора космического аппарата по горизонту автор аппроксимирует наблюдаемое тело сферой или эллипсоидом вращения, при этом использование реальной топографической модели тела могло бы улучшить точность навигационных измерений по горизонту.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их авторитетом в научном сообществе и компетентностью в

области динамики, баллистики и навигационного обеспечения космических аппаратов, что подтверждается их научными публикациями в российских и международных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработан метод автономных оптических навигационных измерений по горизонту планеты для использования на околопланетных орбитах и на трассах перелета с учетом: характеристик камеры, формы и положения тела в поле зрения, условий освещения и наличия терминатора, наличия помех и др. *(соответствует п.2 паспорта научной специальности).*

2. Разработан метод автономных оптических навигационных измерений по контрольным точкам (КТ) для использования на околопланетных орбитах и при посадке космических аппаратов. *(соответствует п.2 паспорта научной специальности).* Метод учитывает сферическую или эллиптическую геометрию наблюдения небесных тел и может применяться при значительных отклонениях оптической оси камеры от гравитационной вертикали. За счет использования трехмерных моделей КТ обеспечивается автоматическая адаптация к изменению структуры изображения КТ на поверхности безатмосферных тел при изменении условий освещения.

3. Разработаны алгоритм и программное обеспечение формирования каталогов контрольных точек на поверхности безатмосферных тел для задач автономной оптической навигации *(соответствует п.4 паспорта научной специальности).* Каталоги КТ строятся на основе критериев оптимальной локализации, уникальности в области поиска, инвариантности к условиям наблюдения в широком диапазоне за счет использования трехмерных моделей КТ, независимости от объектов, не входящих в область определения КТ, и соответствия используемым алгоритмам навигационных измерений. С использованием предложенного алгоритма построен специализированный

глобальный каталог контрольных точек на поверхности Луны для задач автономной оптической навигации.

4. Разработан метод построения фотометрической карты риска для определения направления на наиболее безопасную площадку для посадки на поверхность безатмосферных тел (*соответствует п.2 паспорта научной специальности*). Метод основан на минимизации относительной дисперсии яркости площадки и использовании порогов по теням и средней яркости площадки. На примере района посадки КА «Луна-25» размером 10х30 км с площадной долей опасных уклонов 38% показано, что данный метод позволяет уменьшить вероятность посадки на опасные уклоны до 12-15%. При выборе более ровного района размером 1,2х1,2 км с площадной долей опасных уклонов 16%, выведение КА в который с необходимой точностью требует использования автономной оптической навигации на этапе подлета, данный метод позволяет уменьшить вероятность посадки на опасные уклоны до ~3%.

5. На основе разработанных методов предложен новый подход к построению систем автономной оптической навигации для работы на околопланетных орбитах и на трассах перелета, сочетающий навигационные измерения по горизонту и по контрольным точкам с использованием одновременных измерений ориентации космического аппарата и времени (*соответствует п.1 паспорта научной специальности*).

6. Разработанные в диссертации методы и подходы к решению задач автономной оптической навигации использованы при построении следующих систем (*соответствует п.1 паспорта научной специальности*):

- телевизионная система навигации и наблюдения ТСНН для КА «Фобос-Грунт» для навигационных измерений при посадке на Фобос,
- оптическая навигационная система для Пилотируемого транспортного корабля (ПТК) для навигационных измерений на трассе перелета Земля-Луна и на окололунных орбитах,

- определены структура и основные характеристики системы ТСНН-2 для КА «Луна-27» для навигационных измерений на траектории подлета к району посадки и выбора безопасного места посадки.

Теоретическая значимость и научная новизна исследования обоснована тем, что:

1. В автономном режиме траекторные измерения по горизонту на околопланетных орбитах и на трассах перелета для определения положения КА в планетоцентрической системе координат до настоящего времени не проводились. Разработанный автором метод автономных навигационных измерений по горизонту с помощью телевизионных систем, учитывающий все основные эффекты (геометрические свойства камеры, форму тела и его положение в кадре, наличие терминатора, наличие помех, ограничение поля зрения и др.), является новым.

2. Разработанный автором метод автономной навигации по контрольным точкам основан на известных фотограмметрических принципах, но оптимизирован для проведения автономных измерений в реальном времени на околопланетных орбитах и при посадке на поверхность небесных тел с учетом сферической или эллиптической геометрии наблюдения и возможных больших отклонений от гравитационной ориентации. В автономном режиме подобные измерения до настоящего времени не проводились. Отличительной особенностью предложенного метода является его инвариантность к условиям освещения, которая достигается за счет использования трехмерных моделей контрольных точек. Разработанный автором метод при посадке на поверхность Луны и других небесных тел имеет ряд преимуществ по сравнению с применяемым в американских миссиях методом относительной навигации TRN по ранее полученным изображениям. К этим преимуществам относятся инвариантность к условиям освещения за счет использования 3D-моделей контрольных точек, учет высоты рельефа и перспективных искажений (что особенно важно на траектории основного торможения при посадке на Луну,

где отклонения оси визирования от надира могут достигать $\pm 30^\circ$), что позволяет уменьшить область поиска КТ и тем самым повысить быстродействие алгоритма, а также существенная экономия бортовой памяти.

3. Автономная оптическая навигация на околопланетных орбитах требует наличия специализированных каталогов контрольных точек, оптимизированных для этих целей. Имеющиеся каталоги кратеров на поверхности Луны и других небесных тел для этой цели не подходят из-за трудности распознавания кратеров в автоматическом режиме и их схожей структуры. Оптимальными являются компактные ориентиры со сложной и уникальной структурой в области их определения, которые легко детектируются известными методами. Автор впервые разработал метод построения специализированных каталогов КТ для целей автономной оптической навигации в окрестности безатмосферных тел и на этой основе впервые сформировал такие каталоги для Луны.

4. Новой является предложенная автором методика комбинирования навигационных измерений по горизонту и по контрольным точкам на околопланетных орбитах. В соответствии с ней положение КА первоначально определяется по горизонту, а далее уточняется по контрольным точкам. При этом используются дополнительные измерения ориентации звездными датчиками. Данная методика позволяет проводить навигационные измерения в полностью автономном режиме без использования прогнозной баллистической информации. Новой является реализующая эту методику концепция полностью автономной оптической навигационной системы для ПТК.

5. Предложенный автором метод построения фотометрической карты риска (ФКР) для выбора наиболее ровной площадки для посадки КА основан на применении простейшей и широко используемой характеристики текстуры изображений – дисперсии яркости. Новыми являются результаты исследования связи этого критерия с характеристиками кратеров, а также

оптимизация разрешения съемочной системы для применения этого критерия. Данный метод был реализован автором в ПАО ТСНН «Фобос-Грунт» в 2011 г. и далее был доработан для учета общего наклона площадки. Его преимущество перед использовавшимся в последующие годы на китайских зондах «Чанъэ 3-6» и «Тяньвэнь-1» для уклонения от крупных препятствий методом, основанным на пороговых и дифференциальных тестах – вычислительная простота и чувствительность как к крупным, так и к небольшим (камни) опасным неровностям поверхности.

Практическая значимость диссертационного исследования подтверждается тем, что:

Методы автономной оптической навигации, разработанные автором, позволяют повысить надежность и безопасность космических полетов к Луне, Марсу, Венере и малым телам Солнечной системы, предусмотренных Федеральной космической программой. Повышение безопасности обретает особую важность при пилотируемых полётах.

Особую значимость результаты диссертации имеют при подготовке планируемых в ближайшие годы автоматических и пилотируемых миссий к Луне. На основе разработанных автором методов и подходов и при его непосредственном участии создана оптическая навигационная система для Пилотируемого транспортного корабля для автономных навигационных измерений на трассе перелета Земля-Луна и на окололунных орбитах, а также разрабатывается телевизионная система навигации и наблюдения ТСНН-2 для КА «Луна-27» и следующих лунных посадочных миссий.

При непосредственном участии автора разработана также лунная стереотопографическая камера (ЛСТК) для орбитального КА «Луна-26», приоритетной задачей которой поставлено построение трехмерных моделей участков подлета к местам посадки будущих отечественных лунных посадочных миссий с разрешением лучше 10 м. Это обеспечит эффективное применение разработанных автором методов автономной оптической навигации при посадке лунных аппаратов.

Перспективным является сочетание традиционных методов навигации (наземных радиотехнических на трассах перелёта и околопланетных орбитах, инерциальных и альтиметрических методов на траекториях посадки) и разработанных автором методов автономной оптической навигации.

Автономное уточнение орбиты в реальном времени особенно важно при выводе КА на околопланетную орбиту и после коррекций орбиты, а также в нештатных ситуациях. Оно может также существенно помочь в реализации баллистически сложных проектов. При полётах к планетам Солнечной системы с выходом на орбиты их искусственных спутников требуется высокая точность выполнения манёвров. В настоящее время для этой цели используются интерферометрические измерения, проведение которых не всегда возможно и требует больших затрат. Использование автономной оптической навигации, обеспечивающей высокую точность угловых измерений, совместно с наземными измерениями радиальной скорости и наклонной дальности должно обеспечить точность, необходимую для маневрирования при выходе на орбиту искусственного спутника планеты.

Автономная оптическая навигация на этапе основного торможения при посадке КА на поверхности небесных тел позволит радикально повысить точность вывода КА к месту посадки. Это позволит существенно сэкономить топливо (и тем самым увеличить вес научной аппаратуры), а также даст возможность выбирать для посадки районы меньших размеров и в большей степени ориентироваться на научные задачи миссии, а не на наличие больших ровных площадей.

Использование карты риска, построенной по телевизионным изображениям, в дополнение к сканирующим радиолокационным и лидарным системам позволит существенно повысить вероятность безопасной посадки.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Предложенные в диссертации методы и подходы подтверждены результатами математического моделирования, стендовой отработки

оптической навигационной системы для Пилотируемого транспортного корабля и телевизионных систем навигации и наблюдения ТСНН и ТСНН-2, систематической навигационной обработки данных Комплекса многозональной спутниковой съемки (КМСС-2) на КА серии «Метеор-М», обработки реальных космических снимков Луны и Фобоса.

Личный вклад соискателя:

Все выносимые на защиту методы автономных оптических навигационных измерений, подходы к построению автоматических навигационных систем и реализующее их базовое программно-алгоритмическое обеспечение разработаны автором лично. При внедрении в оптическую навигационную систему для ПТК и в телевизионные системы навигации и наблюдения ТСНН на КА «Фобос-Грунт» и ТСНН-2 для миссии «Луна-27» автор играл ведущую роль в определении концепции, состава и основных характеристик указанных систем, в разработке их программного обеспечения и в проведении их стендовой отработки.

На заседании 4 июня 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Жукову Борису Сергеевичу ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 13 докторов по специальности «Физика космоса, астрономия», участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 14, против 0, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета 24.1.481.02

член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

Ученый секретарь

к.т.н.

Дата оформления заключения 04.06.2025



А.А. Лутовинов

С.В. Воронков