

Заключение диссертационного совета МГУ.013.1

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «23» октября 2025 года № 55

О присуждении Попандопуло Никите Андреевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Численное моделирование особенностей динамики окололунных объектов» по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия принята к защите диссертационным советом 04.09.2025, протокол № 51.

Соискатель Н. А. Попандопуло, 1996 года рождения, в период подготовки диссертации обучался в очной аспирантуре (01.09.2020-31.08.2024) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории компьютерного моделирования и машинного анализа астрономических данных Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре астрономии и космической геодезии Физического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Научный руководитель:

— Бордовицына Татьяна Валентиновна, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры астрономии и космической геодезии Физического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета.

Официальные оппоненты:

— Кузнецов Эдуард Дмитриевич, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды Института естественных наук и математики Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина;

— Кондратьев Борис Петрович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор

кафедры небесной механики, астрометрии и гравиметрии физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова;

— Нефедьев Юрий Анатольевич, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры астрономии и космической геодезии Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высокой квалификацией, опытом работы в области физики космоса и астрономии, а также значительным количеством публикаций по теме диссертации.

Дополнительных отзывов не поступало.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, из них 9 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности:

1. А. Г. Александрова, Т. В. Бордовицына, Н. А. Попандопуло, И. В. Томилова. Новый подход к вычислению вековых частот в динамике околоземных объектов на орбитах с большими эксцентриситетами. Известия высших учебных заведений. Физика, том 63, № 1(745), стр. 57–62, 2020. EDN: NNLYYO. Импакт-фактор 0.350 (РИНЦ). Личный вклад 25%. Объем 0.72 печатных листа.

A. G. Aleksandrova, T. V. Bordovitsyna, N. A. Popandopulo, I. V. Tomilova. A New Approach to Calculation of Secular Frequencies in the Dynamics of Near-Earth Objects in Orbits with Large Eccentricities. Russian Physics Journal, Vol. 63, No. 1, pp. 64–70, 2020. EDN: PNWMSS. Импакт-фактор 0.130 (JCI). Личный вклад 25%. Объем 0.84 печатных листа.

2. Н. А. Попандопуло, А. Г. Александрова, И. В. Томилова, В. А. Авдюшев, Т. В. Бордовицына. Численное моделирование динамики искусственных спутников Луны. Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы, том 56, № 4, стр. 266–284, 2022. EDN: CATLGU. Импакт-фактор 0.990 (РИНЦ). Личный вклад 75%. Объем 2.28 печатных листа.

N. A. Popandopulo, A. G. Aleksandrova, I. V. Tomilova, V. A. Avdyushev, T. V. Bordovitsyna. Numerical Modeling of the Dynamics of Artificial Satellites of the Moon. Solar System Research, Vol.

56, No. 4, pp. 252–270, 2022. EDN:MOZBFO. Импакт-фактор 0.180 (JCI). Личный вклад 75%. Объем 2.28 печатных листа.

3. Н. А. Попандопуло, А. Г. Александрова, Т. В. Бордовицына. К обоснованию численно-аналитической методики выявления вековых резонансов. Известия высших учебных заведений. Физика, том 65, № 6(775), стр. 47–52, 2022. EDN: UNVHRP. Импакт-фактор 0.367 (РИНЦ). Личный вклад 75%. Объем 0.72 печатных листа.

N. A. Popandopulo, A. G. Aleksandrova, T. V. Bordovitsyna. To the Substantiation of a Numerical-Analytical Method for Revealing Secular Resonances. Russian Physics Journal, Vol. 65, No. 6, pp. 959–965, 2022. EDN: HIMLXG. Импакт-фактор 0.130 (JCI). Личный вклад 75%. Объем 0.84 печатных листа.

4. Н. А. Попандопуло, А. Г. Александрова, Т. В. Бордовицына. Анализ динамической структуры вековых резонансов в окололунном орбитальном пространстве. Вестник Томского государственного университета. Математика и механика, 2022, № 77, стр. 110–124. EDN: BEIQQK. Импакт-фактор 0.490 (РИНЦ). Личный вклад 75%. Объем 1.8 печатных листа.

N. A. Popandopulo, A. G. Aleksandrova, T. V. Bordovitsyna. Analysis of a Dynamic Structure of Secular Resonances in Circumlunar Orbital Space. Tomsk State University Journal of Mathematics and Mechanics, 2022, No. 77, pp. 110–124. doi: 10.17223/19988621/77/9 (EDN не известен). Импакт-фактор 0.050 (JCI). Личный вклад 75%. Объем 1.8 печатных листа.

5. N. A. Popandopulo, A. G. Aleksandrova. Searching for Optimal Areas of Circumlunar Space for Placement of Satellites Moving in Circular Orbits. Russian Physics Journal, Vol. 67, No. 7, pp. 1058–1064, 2024. EDN: HJILXE. Импакт-фактор 0.130 (JCI). Личный вклад 75%. Объем 0.84 печатных листа.

6. Н. А. Попандопуло, А. Г. Александрова, Н. А. Кучерявченко, Т. В. Бордовицына, Д. С. Красавин. Усовершенствованная численная модель движения искусственных спутников Луны и её применение в исследовании особенностей динамики окололунных объектов. Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы, том 58, № 6, стр. 783–806, 2024. EDN: NGVXCS. Импакт-фактор 0.800 (РИНЦ). Личный вклад 75%. Объем 2.88 печатных листа.

N. A. Popandopulo, A. G. Aleksandrova, N. A. Kucheryavchenko, T. V. Bordovitsyna, D. S. Krasavin. Improved Numerical Model of Motion of Artificial Satellites of the Moon and Its

Application in Research Features of the Dynamics of Circumlunar Objects. *Solar System Research*, Vol. 58, No. 6, pp. 780–800, 2024. EDN: OOKWVI. Импакт-фактор 0.180 (JCI). Личный вклад 75%. Объем 2.52 печатных листа.

7. V. A. Avdyushev, N. A. Popandopulo. Analysis of Circumlunar Orbital Structures for Designing the Space Segment of a Lunar Global Navigation Satellite System. *Cosmic Research*, Vol. 63, No. 4, pp. 342–351, 2025. DOI:10.1134/S0010952524601361 (EDN не известен). Импакт-фактор 0.160 (JCI). Личный вклад 50%. Объем 1.2 печатных листа.

8. N. A. Popandopulo, V. A. Avdyushev, I. V. Tomilova, T. V. Bordovitsyna. Numerical Modeling of the Influence of the Lidov–Kozai Mechanism on the Dynamics of Nearlunar Objects. *Astronomical and Astrophysical Transactions*, Vol. 35(1), pp. 17–28, 2025. DOI: 10.17184/eac.9606 (EDN не известен). Импакт-фактор 0.170 (SJR). Личный вклад 75%. Объем 0.72 печатных листа.

9. И. В. Томилова, Т. В. Бордовицына, А. Г. Александрова, Е. В. Блинкова, Н. А. Попандопуло, Т. В. Шафоростов. Численно-аналитический подход к исследованию резонансных структур околопланетных орбитальных пространств. *Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы*, том 59, № 3, стр. 239–256, 2025. EDN: KWELQA. Импакт-фактор 1.333 (РИНЦ). Личный вклад 15%. Объем 0.72 печатных листа.

I. V. Tomilova, T. V. Bordovitsyna, A. G. Aleksandrova, E. V. Blinkova, N. A. Popandopulo, T. V. Shaforostov. Numerical and Analytical Approach to the Study of Resonant Structures of Near-Planetary Orbital Spaces. *Solar System Research*, Vol. 59, No. 4, id. 39, 2025. EDN: VGCABD. Импакт-фактор 0.180 (JCI). Личный вклад 15%. Объем 0.72 печатных листа.

Диссертационный совет отмечает, что в диссертации проведено численное моделирование динамики окололунных объектов с учётом высокоточной модели гравитационного поля Луны, возмущающего воздействия Земли и Солнца, а также светового давления. Показано, что на низких орбитах основную роль играет радиальная составляющая селенопотенциала, приводящая к быстрому росту эксцентриситета и сокращению времени жизни спутников, тогда как на средних и высоких орбитах ключевое влияние оказывают вековые резонансы, прежде всего механизм Лидова–Козаи, определяющий условия существования долгоживущих устойчивых орбит. Дополнительно построены карты

распределения вековых и полuveковых резонансов и показаны зоны наложения, выявлено влияние светового давления на структуру резонансных областей, ускоряющее рост эксцентриситета и сокращающее время жизни объектов. Полученные результаты можно рассматривать как начало разработки лунной глобальной навигационной спутниковой системы, для которой определены параметры орбитальной группировки, обеспечивающей структурную устойчивость и высокую плотность покрытия поверхности Луны навигационными спутниками.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Разработанная численная модель движения искусственных спутников Луны позволяет проводить высокоточное моделирование движения окололунных объектов и исследовать динамику этих объектов.
2. Короткое время жизни низколетящих окололунных объектов на орбите обусловлено преобладающим влиянием радиальной составляющей гравитационного поля Луны, что приводит к быстрому росту эксцентриситетов.
3. На средних и больших высотах окололунного орбитального пространства влияние вековых резонансов, прежде всего механизма Лидова–Козаи, приводит к росту эксцентриситетов орбит.

На заседании 23 октября 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Попандопуло Никите Андреевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 25 человек, из них 25 докторов наук по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия (отрасль наук — физико-математические), участвовавших в заседании, из 30 человек, входящих в состав совета по специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, проголосовали: за – 25, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета

К. А. Постнов

Ученый секретарь диссертационного совета

А. И. Богомазов

23 октября 2025 года