

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ПДС 0200.006  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ  
НАРОДОВ ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета ПДС 0200.006 от 13 февраля 2026 г., протокол 2

О присуждении Штепа Кристине Александровне, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование трансформирующих сред средствами лучевой оптики» по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ в виде рукописи принята к защите 15 декабря 2025 г., протокол № 31, диссертационным советом ПДС 0200.006 федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; приказ от 24 октября 2022 года № 599).

Соискатель Штепа Кристина Александровна, 1997 года рождения, гражданин РФ, в 2019 году окончила бакалавриат ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» по направлению 38.03.05 – Бизнес-информатика, а в 2021 году магистратуру РУДН по направлению 02.04.02 – Фундаментальная информатика и информационные технологии. Оба диплома с отличием.

С 22 сентября 2021 по 22 сентября 2025 г. обучалась в аспирантуре РУДН по направлению 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Документ о сдаче кандидатских экзаменов выдан в 21 апреля 2025 года в РУДН.

В настоящее время работает ассистентом на кафедре теории вероятностей и кибербезопасности. Дата приема на работу 11 ноября 2024 года, приказ о приеме на работу 7838-ко от 11 ноября 2024 года.

Диссертация выполнена на кафедре теории вероятностей и кибербезопасности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Научный руководитель: Кулябов Дмитрий Сергеевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теории вероятностей и кибербезопасности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Официальные оппоненты:

- **Дружинина Ольга Валентиновна** – гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 01.03.01 – Астрометрия и небесная механика), профессор, главный научный сотрудник отдела 61 Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской Академии Наук;
- **Цирулев Александр Николаевич** – гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент, профессор кафедры общей математики и математической физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет»;

- **Блинков Юрий Анатольевич** — гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент, заведующий кафедрой математического и компьютерного моделирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского» дали положительные отзывы о диссертации.

В заключениях отзывов оппонентов указано, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук согласно пункта 2.2 раздела II Положения о присуждении учёных степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утверждённого Учёным советом РУДН, протокол УС-1, 22.01.2024, а её автор, Штепа Кристина Александровна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Основные результаты, выводы и рекомендации диссертационного исследования отражены в 3 работах, в том числе в изданиях, входящих в базу данных Scopus, Web of Science, список ВАК категорий К-1, К-2 и в 3 свидетельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ. Авторский вклад 76%.

Наиболее значимые публикации:

1. Штепа К. А., Федоров А. В., Геворкян М. Н., Королькова А. В., Кулябов Д. С. Solving the eikonal equation by the FSM method in Julia language // *Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science*. 2024. Т. 32, № 1. С. 48–60. DOI: 10.22363/2658-4670-2024-32-1-48-60.
2. Федоров А. В., Штепа К. А., Королькова А. В., Геворкян М. Н., Кулябов Д. С. Methodological derivation of the eikonal equation // *Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science*. 2023. Т. 31, № 4. С. 399–418. DOI: 10.22363/2658-4670-2023-31-4-399-418.
3. Королькова А. В., Геворкян М. Н., Федоров А. В., Штепа К. А., Кулябов Д. С. Symbolic Studies of Maxwell's Equations in Space-Time Algebra Formalism // *Programming and Computer Software*. 2024. Т. 50, № 2. С. 166–171. DOI: 10.1134/S0361768824020087.
5. Королькова А. В., Штепа К. А. Расчет и визуализация лучей трехмерных линз Максвелла, Люнеберга и Итона методом характеристик // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU2024664990 / 26.06.2024. Заявка № 2024663947, 19.06.2024.
6. Королькова А. В., Кулябов Д. С., Штепа К. А., Федоров А. В. Расчет и визуализация трехмерной линзы Максвелла, Люнеберга и Итона // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU2023683618 / 09.11.2023. Заявка № 2023681826, 23.10.2023.
7. Королькова А. В., Штепа К. А., Федоров А. В., Демидова Е. А., Беличева Д. М. Применение NeuralPDE.jl для решения дифференциальных уравнений // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU2024686840 / 12.11.2024. Заявка № 2024685025, 24.10.2024.
8. Штепа К. А. Структура исследования дифракционных оптических элементов // Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем (ИТТММ-2023): материалы Всероссийской конференции с международным участием (Москва, 17–21 апр. 2023 г.). — М.: РУДН, 2023. — С. 250–253.

9. Штепа К. А., Беличева Д. М., Демидова Е. А. Применение NeuralPDE.jl для решения дифференциальных уравнений // Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем (ИТТММ-2024): материалы Всероссийской конференции с международным участием (Москва, 8–12 апр. 2024 г.). — М.: РУДН, 2024. — С. 372–376.

На автореферат диссертации поступили положительные, не содержащие критических замечаний отзывы:

- **Диваков Дмитрий Валентинович** — гражданин РФ, кандидат физико-математических наук (специальность 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент кафедры математического моделирования и искусственного интеллекта Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

В отзыве дана положительная оценка автореферата диссертации. В качестве недостатков указаны:

1. Стоило бы включить в автореферат краткое пояснение почему для программной реализации был выбран язык Julia.
2. В автореферате недостаточно отражена проделанная работа по методу PINN, хотя в диссертации этот материал присутствует.

- **Милованова Татьяна Александровна** — гражданин РФ, кандидат физико-математических наук (специальность 05.13.17 — Теоретические основы информатики), главный специалист отдела докторантуры и аспирантуры Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской Академии Наук.

В отзыве дана положительная оценка автореферата диссертации. В качестве недостатков указаны:

1. На страницах 7 и 9 записано уравнение эйконала и функция эйконала обозначена разными буквами.
2. Не пояснен смысл некоторых обозначений в формулах на странице 7.

- **Иголина Елена Викторовна** — гражданин РФ, кандидат физико-математических наук (специальность 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент, заведующий кафедрой математики, информатики, физики и методики обучения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Елецкий государственный университет имени И. А. Бунина».

В отзыве дана положительная оценка автореферата диссертации. В качестве недостатков указаны:

1. На странице 7 предложение «определяет оптический путь между центром и точкой с радиусом  $r$ » стоило бы исправить на фразу «определяет оптический путь между центром и точкой с радиус вектором  $\mathbf{r}$ » и записать формулы в векторном виде.

2. Стоило бы включить в автореферат некоторые рисунки из диссертации, поясняющие конфигурацию линз.

— **Третьяков Николай Павлович** — гражданин РФ, кандидат физико-математических наук (специальность 01.04.02 — Теоретическая и математическая физика), доцент, доцент кафедры международного менеджмента Института управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации».

В отзыве дана положительная оценка автореферата диссертации. В качестве недостатков указаны:

1. Следовало бы оформить список публикаций согласно ГОСТ.
2. Было бы хорошо добавить библиографические ссылки на апробацию работы.

Все рецензенты отмечают, что приведённые замечания не снижают ценность результатов диссертационной работы и не влияют на её положительную оценку.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием научных трудов и публикаций, соответствующих теме оппонируемой диссертации.

**Дружинина Ольга Валентиновна** является крупным специалистом в области теории устойчивости динамических систем и теории управления техническими системами, качественной теории дифференциальных уравнений, математического моделирования, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Дружининой Ольги Валентиновны по тематике диссертационного исследования:

1. Петров А.А., Дружинина О.В., Масина О.Н., Демидова А.В. Разработка алгоритмического и программного обеспечения для символьных вычислений в задачах построения управляемых компартментальных моделей динамических систем // Программирование. 2025. №1. С. 26–39. DOI: 10.31857/S0132347425010043 (Перевод: Petrov A.A., Druzhinina O.V., Masina O.N., Demidova A.V. Development of Algorithmic and Software Support for Symbolic Computations in Problems of Constructing Controlled Compartmental Models of Dynamic Systems // Programming and Computer Software. 2025. V. 51. No. 1. P. 21–31. DOI: 10.1134/S0361768824700580)
2. Демидова А.В., Дружинина О.В., Масина О.Н., Петров А.А. Построение компартментальных моделей динамических систем с применением программного комплекса символьных вычислений на языке Julia // Программирование. 2024. №2. С. 33–44. DOI: 10.31857/S0132347424020051 (Перевод: Demidova A.V., Druzhinina O.V., Masina O.N., Petrov A.A. Constructing compartmental models of dynamic systems using a software package for symbolic computation in julia // Programming and Computer Software. 2024. V. 50. No. 2. P. 138–146. DOI: 10.1134/S0361768824020051)
3. Vasilyeva I.I., Demidova A.V., Druzhinina O.V., Masina O.N. Computer research of deterministic and stochastic models “two competitors – two migration areas” taking into account the variability of parameters // Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science. 2024. V. 32. No 1. P. 61–73. DOI: 10.22363/2658-4670-2024-32-1-61-73
4. Дружинина О.В., Петров А.А., Масина О.Н. Моделирование и стабилизация систем конвейерного транспорта с интеллектуальным управлением // Автоматика

- и телемеханика. 2024. № 11. С. 81–101. DOI: 10.31857/S0005231024110053 (Перевод: Druzhinina O.V., Petrov A.A., Masina O.N. Modeling and Stabilization of Conveyor Transport Systems with Intelligent Control // Automation and Remote Control. 2024. V. 85, No. 11. P. 1113–1127. DOI: 10.31857/S0005117924110058)
5. Vasilyeva I.I., Demidova A.V., Druzhinina O.V., Masina O.N. Construction, stochastization and computer study of dynamic population models «two competitors – two migration areas» // Discrete & Continuous Models & Applied Computational Science. 2023. V. 31 (1). P. 27–45. DOI: 10.22363/2658-4670-2023-31-1-27-45
  6. Sedova N.O., Druzhinina O. V. Exponential stability of nonlinear time-varying delay differential equations via Lyapunov–Razumikhin technique // Mathematics. 2023. V. 11. Iss. 4. 896 (1–15). DOI: 10.3390/math11040896
  7. Petrov A.A., Druzhinina O.V., Masina O.N. Application of the computational intelligence method to modeling the dynamics of multidimensional population system // Lecture Notes in Networks and Systems (LNNS). Springer, 2023. V. 597. P. 565–575. R. Silhavy, P. Silhavy, Z. Prokopova (Eds.): CoMeSySo 2022. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21438-7\\_45](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21438-7_45)
  8. Демидова А.В., Дружинина О.В., Масина О.Н., Петров А.А. Разработка алгоритмического и программного обеспечения моделирования управляемых динамических систем с применением символьных вычислений и стохастических методов // Программирование. 2023. №2. С. 54–68. DOI: 10.31857/S0132347423020085 (Перевод: Demidova A.V., Druzhinina O.V., Masina O.N., Petrov A.A. Development of algorithms and software for modeling controlled dynamic systems using symbolic computations and stochastic methods // Programming and Computer Software. 2023. V. 49. No. 2. P. 108–121. DOI: 10.1134/S036176882302007)
  9. Дружинина О.В., Седова Н.О. К задаче стабилизации по выходу: построение запаздывающей обратной связи для кратного интегратора. Автоматика и телемеханика. 2022. Вып.2. С. 22-34. DOI: 10.31857/S0005231022020027. (Перевод: Druzhinina O.V., Sedova N.O. On the Output Stabilization Problem: Constructing a Delay Feedback for a Chain of Integrators. Automation and Remote Control. 2022. V.83. №2. P. 180-190. DOI: 10.1134/S0005117922020023)

**Цирулев Александр Николаевич** является крупным специалистом в области теоретической и прикладной физики, математического моделирования, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Цирулева Александра Николаевича по тематике диссертационного исследования:

1. A. N. Tsirulev. Computation of Operator Exponentials Using the Dunford–Cauchy Integral // Physics of Particles and Nuclei, 2025, V. 56, No. 4, pp. 994-998. DOI: 10.1134/S1063779625700078
2. E.L. Andre and A.N. Tsirulev. Tidal Disruption of Stars by Supermassive Black Holes and Naked Singularities with Scalar Hair // Physics of Atomic Nuclei, 2024, V. 87, No. 1, pp. 56–64. DOI: 10.1134/S1063778824020054
3. E.L. Andre and A.N. Tsirulev. Hamiltonian simulation in the Pauli basis of multi-qubit clusters for condensed matter physics // Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science, 2023, V.31, No 3, pp. 236-248. DOI: 10.22363/2658-4670-2023-31-3-247-259
4. Э.Л. Андре, А.Н. Цирулев. Модель трехкубитного кластера в термостате // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов, 2023, Вып. 15, стр. 223-230. DOI: 10.26456/pcascnn/2023.15.223

5. E.L. Andre and A.N. Tsirulev. Equilibrium spherical shell of condensed matter around a scalar naked singularity//Mathematical Modelling and Geometry, 2023, V. 11, No 1, pp. 1-12. DOI: 10.26456/mmg/2022-1021
6. Э.Л. Андре, А.Н. Цирулев. Моделирование запутанных состояний в кластерах кубитов // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов, 2022, Вып. 14, стр. 342-351. DOI: 10.26456/pcascnn/2022.14.342
7. I.M. Potashov, Ju.V. Tchamarina and A.N. Tsirulev. Null and Timelike Geodesics near the Throats of Phantom Scalar Field Wormholes // Universe, 2020, V. 6, No 10, 183, 15 pp. DOI: 10.3390/universe6100183
8. E.L. Andre, I.M. Potashov, Ju.V. Tchamarina, A.N. Tsirulev. Tidal forces near a black hole with scalar hair // Journal of Physics: Conference Series, 2020, V. 1690, 012181, 8pp DOI: 10.1088/1742-6596/1690/1/012181

**Блинков Юрий Анатольевич** является крупным специалистом в области математического моделирования, компьютерной алгебры; теории дифференциальных уравнений, численных методов и комплексов программ, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Блинкова Юрия Анатольевича по тематике диссертационного исследования:

1. Blinkov Y.A., Rebrina A.Y. Investigation of Difference Schemes for Two-Dimensional Navier–Stokes Equations by Using Computer Algebra Algorithms. Programming and Computer Software, 2023, vol. 49, no. 1, pp. 26-31. DOI: 10.1134/S0361768823010024
2. Mogilevich L.I., Blinkov Y.A., Popova E.V., Popova V.C. Solitary deformation waves in two coaxial shells made of material with combined nonlinearity and forming the walls of annular and circular cross-section channels filled with viscous fluid. Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics, 2024, vol. 32, no. 4. 20 p. DOI: 10.18500/0869-6632-003115
3. Bayramov R.E., Blinkov Y.A., Levichev I.V., Malykh M.D., Melezhik V.S. Analytical Study of Cubature Formulas on a Sphere in Computer Algebra Systems. Comput. Math. and Math. Phys., 2023, vol. 63, pp. 77-85. DOI: 10.1134/S0965542523010050
4. Blinkov Y.A. Computer-Algebraic Approach to First Differential Approximations: Van der Pol Oscillator. Programming and Computer Software, 2024, vol. 50, no. 2, pp. 115-120. DOI: 10.1134/S0361768824020026
5. Zemlyanukhin A.I., Bochkarev A.V., Blinkov Y.A. Shanks extrapolation method and exact solutions of equations of nonlinear mathematical physics. Theoret. and Math. Phys., 2025, vol. 224, pp. 1681-1693. DOI: 10.1134/S0040577925090120

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

- разработан мультимодельный подход к моделированию оптических трансформирующих сред на основе сочетания FSM и PINN;
- предложена математическая постановка задачи моделирования распространения лучей в трансформирующих средах на основе уравнения эйконала, адаптированная для использования в среде PINN с учётом физических ограничений и профиля показателя преломления;
- доказана перспективность использования комбинированного мультимодельного подхода к моделированию оптических трансформирующих сред;

- сформулированы практические рекомендации по выбору и комбинированию численных и нейросетевых методов в задачах лучевой оптики в трансформирующих средах.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

методика представляет интерес для исследовательских лабораторий и научных коллективов, так как мультимодельный подход позволяет усовершенствовать процессы проектирования оптических элементов за счет сокращения времени расчета, упрощения методов оптимизации и возможности выполнения расчетов на персональных компьютерах, что является существенным фактором для научных лабораторий без доступа к ресурсам высокопроизводительных вычислительных кластеров.

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

для производителей оптических компонентов и систем, в том числе для разработчиков радиолокационных систем, так как метод применим для проектирования и оптимизации новых типов линз и других трансформирующих устройств.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

Достоверность обеспечивается правильностью выбранных методов и их перекрестной верификацией, а также численными экспериментами с применением численного анализа.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

непосредственном участии на всех этапах исследовательского процесса – от постановки задач до получения основных научных результатов диссертации; личном участии в проведении научных исследований, включая разработку сценариев для численных экспериментов и получение исходных данных; личном участии в апробации результатов исследования на международных и всероссийских научных мероприятиях; разработке методологической основы исследований, включая создание комплекса математических моделей и алгоритмов; обработке и интерпретации результатов численных экспериментов, выполненных при непосредственном участии автора; подготовке основных публикаций по выполненной работе, включая статьи в журналах, индексируемых в международных базах данных.

Заключение диссертационного совета подготовили доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теории вероятностей и кибербезопасности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Гайдамака Ю. В.; доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математического моделирования и искусственного интеллекта Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Малых М. Д.; доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделением прикладной математики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» Боголюбов А. Н.

На заседании 13 февраля 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Штепа Кристине Александровне учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0, проголосовали: за — 13, против — 0, недействительных бюллетеней — 0.

**Председательствующий на заседании**

председатель диссертационного совета ПДС 0200.006,  
доктор физико-математических наук, профессор



Севастьянов Л. А.

учёный секретарь диссертационного совета ПДС  
0200.006, кандидат физико-математических наук  
доцент



Геворкян М. Н.



13 февраля 2026 г.