

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор —
проректор по научной
работе РУДН, доктор
медицинских наук,
профессор, член-корр. РАН



А. А. Костин
«___» 20__ г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» на основании решения, принятого на заседании кафедры теории вероятностей и кибербезопасности

Диссертация Штепы Кристины Александровны «Моделирование трансформирующих сред средствами лучевой оптики», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, выполнена на кафедре теории вероятностей и кибербезопасности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Штепа Кристина Александровна, 1997 года рождения, гражданин Российской Федерации, в 2025 году окончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль: Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

С 22.09.2021 по 21.09.2025 обучалась в аспирантуре РУДН по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению, соответствующему научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, по которой подготовлена диссертация.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в ФГАОУ ВО РУДН в 2025 году.

С ноября 2024 г. по настоящее время работает ассистентом на кафедре теории вероятностей и кибербезопасности ФГАОУ ВО «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».

Научный руководитель и тема диссертационного исследования утверждены на заседании Ученого совета факультета физико-математических и естественных наук РУДН 26.10.2021, протокол № 0201-08/03.

Научный руководитель изменён на заседании Ученого совета факультета физико-математических и естественных наук РУДН 14.03.2023, протокол № 0201-08/08.

Название темы диссертационного исследования в окончательной редакции утверждено на заседании Ученого совета факультета физико-математических и естественных наук РУДН 10.06.2025, протокол № 0200-УСП-12.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертационная работа Штепы Кристины Александровны является научно-квалификационной работой, в которой, на основании выполненных соискателем исследований, решена важная научная задача разработки гибридного мультимодельного подхода к моделированию трансформирующих сред, использующего как классические численные методы, так и методы машинного обучения.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации, состоит в следующем

- Предложен вариант мультимодельного подхода к расчету геометрического распространения лучей в лучевой оптике.
- Предложен метод визуализации разработанного метода.
- Результаты предложенного метода подкреплены исследованиями на основе нейронной сети, основанной на физике (Physics-informed neural networks, PINN), с использованием библиотеки NeuralPDE.jl

Степень достоверности результатов проведенных исследований

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

Новизна результатов проведенных исследований

Научная новизна данного исследования заключается в применении инновационного подхода к моделированию трансформирующих сред и лучевого распространения, основанного на использовании нейронных сетей. Использован мультимодельный подход, объединяющий классические численные алгоритмы и обученные на физике нейронные сети. Применены нейронные сети к решению задач лучевой оптики, что оптимизирует и ускоряет вычисление.

Практическая значимость проведенных исследований

Полученные результаты могут быть полезны 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. Метод существенно сокращает цикл разработки.

Ценность научных работ соискателя

Разработанная в научных работах 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 критично для научных лабораторий без доступа к ресурсам высокопроизводительных вычислительных кластеров.

Соответствие пунктам паспорта научной специальности

- п. 2. Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.
- п. 3. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.
- п. 8. Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основные результаты изложены 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.

Основные положения и результаты диссертации отражены в следующих опубликованных работах

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.

Текст диссертации был проверен на использование заимствованного материала без ссылки на авторов и источники заимствования. После исключения всех корректных совпадений иных заимствований не обнаружено.

Диссертационная работа Штепа Кристины Александровны рекомендуется к публичной защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заключение принято на заседании кафедры теории вероятностей и кибербезопасности Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

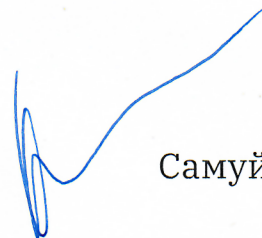
Присутствовало на заседании 30 чел.

Результаты голосования: «за» — 30 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел.

06 ноября 2025 г. , протокол № 0200-54/01-БУП-4.

Председательствующий на заседании

Заведующий кафедрой теории вероятностей и кибербезопасности, д.т.н., профессор



Самуйлов К. Е.

Подпись Самуйлова К.Е. удостоверяю.

Ученый секретарь Ученого совета ФФМиЕН,
к.ф.-м.н., доцент



Зарядов И.С.