

ОТЗЫВ на автореферат

диссертации Сергеева Степана Викторовича «Моделирование процессов теплопроводности модифицированным методом Чебышевской коллокации», представленную к защите в диссертационном совете ПДС 0200.006 при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Общее впечатление и актуальность

Представленное в автореферате исследование фокусируется на актуальной задаче, возникшей на стыке вычислительной математики и математической физики. Автор предлагает не только формальную постановку параболической модели теплопроводности, но и эффективный инструмент для надежного и оперативного расчета систем с произвольными краевыми условиями. В инженерной практике спектральные методы востребованы благодаря их высокой точности, однако их широкое внедрение часто ограничивается проблемами плохой обусловленности и сложностью алгоритмизации. В этой связи работа автора по технологизации модифицированного метода Чебышевской коллокации и его адаптации к новым классам задач является своевременным ответом на современные вызовы вычислительной физики.

Ключевые элементы содержания диссертации (по автореферату)

Судя по автореферату, структура диссертации ориентирована на последовательное решение двух фундаментальных задач: (1) разработку устойчивой вычислительной схемы в базисе многочленов Чебышёва и (2) адаптацию данной схемы в виде комплекса алгоритмов для решения краевых задач второго порядка и уравнений теплопроводности.

Преимущество предложенного подхода заключается в операционной прозрачности: спектральная аппроксимация реализуется непосредственно через матричный формализм, что упрощает алгоритмизацию и программную реализацию. Данный подход позволяет существенно оптимизировать структуру возникающих систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), снижая их вычислительную сложность

Значимым научным результатом работы является предложенный подход к преобразованию уравнений к виду полной производной с использованием интегрирующего множителя. Согласно автореферату, вычислительная устойчивость при нахождении данного множителя достигается за счет применения чебышевской интерполяции и матриц интегрирования на узлах Гаусса — Лобатто.

Дальнейшее обобщение метода на уравнения второго порядка (в том числе для случаев с линейным потенциалом) позволяет оптимизировать вычислительную трудоемкость алгоритма и обеспечить высокую степень управляемости численного процесса. Данная стратегия способствует формированию структурно разреженных систем линейных алгебраических уравнений, что критически важно для эффективности спектральных методов.

Данный подход позволяет эффективно интегрировать в алгоритм уже верифицированные процедуры решения ОДУ второго порядка. Подобная преемственность методов обеспечивает логическую стройность исследования и свидетельствует о высокой методологической культуре построения вычислительного процесса

Достоверность и представление результатов

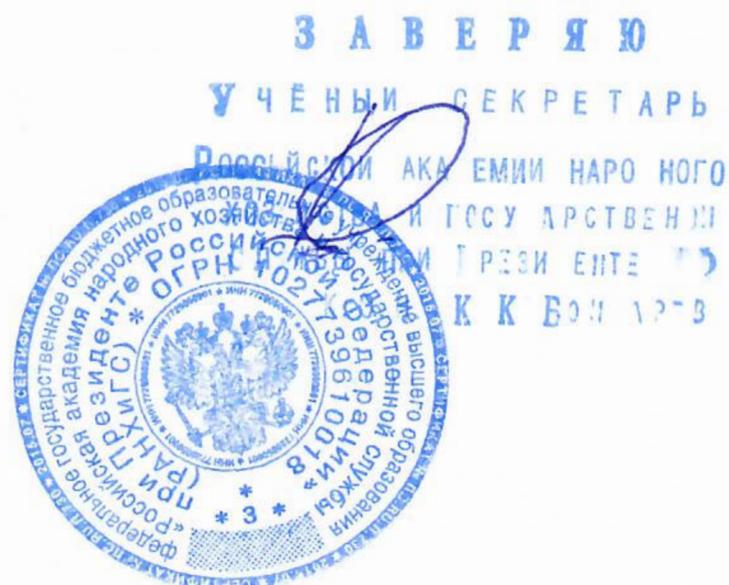
В автореферате приведены результаты сопоставления разработанных алгоритмов с аналитическими решениями и классическими методами, что является необходимым этапом верификации спектральных схем. Достоверность полученных результатов подтверждается апробацией на профильных научных семинарах (2024–2025 гг.) и международных конференциях, а также публикациями в рецензируемых изданиях, индексируемых в международных наукометрических базах Scopus и Web of Science.

Заключение

Представленный автореферат характеризует диссертацию как завершенное и целостное научное исследование. Автором реализовано методическое и алгоритмическое развитие модифицированного метода чебышевской коллокации применительно к краевым задачам для линейных ОДУ второго порядка и параболическим уравнениям теплопроводности. Работа демонстрирует высокий технологический уровень реализации спектральных методов и вносит значимый вклад в инструментарий вычислительной математики. Представленные результаты соответствуют направлению специальности 1.2.2 и заслуживают положительной оценки.

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


/подпись/
28.01.2026



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»

Адрес: 119571, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Тропарево-Никулино, проспект Вернадского, д. 82, стр. 1

Тел. +7 (499) 956-99-99, e-mail: rector@ranepa.ru

Страница в интернете: <https://ranepa.ru.ru>

ОТЗЫВ

об автореферате

диссертации Сергеева Степана Викторовича «Моделирование процессов теплопроводности модифицированным методом Чебышевской коллокации», представленную к защите в диссертационном совете ПДС 0200.006 при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность и практическая постановка

Работа посвящена совершенствованию вычислительных алгоритмов для решения задач теплопроводности. Основной акцент сделан не на получении частных аналитических решений, а на разработке универсального численного аппарата, адаптированного для многократных расчетов при вариативных граничных условиях.

В то время как в современной инженерной практике преобладают методы конечных разностей и конечных элементов, спектральные методы зачастую рассматриваются как ограниченный инструментарий для специфических прикладных задач. Данное исследование, напротив, доказывает, что при рациональной организации вычислительного процесса метод чебышевской коллокации трансформируется в устойчивый, высокотехнологичный и эффективный подход, пригодный для широкого класса инженерных расчетов.

Содержание и вклад (по автореферату)

В работе сформулирована цель разработки устойчивых численных алгоритмов для решения начально-краевых задач теплопроводности с граничными условиями общего вида. Достижение поставленной цели реализуется через взаимосвязанные этапы.

На первом этапе представлен модифицированный метод чебышевской коллокации для линейных обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) второго порядка. Ключевой особенностью предлагаемого подхода является использование операторного представления в виде матриц дифференцирования и интегрирования. Это позволяет свести вычислительную процедуру к задачам линейной алгебры, существенно повышая вычислительную устойчивость реализации. Предложенная двухстадийная схема, разделяющая нахождение общего решения и его доопределение согласно краевым условиям, обеспечивает инвариантность ядра алгоритма при смене типа граничных условий.

Второй этап посвящен алгоритмизации метода приведения уравнений к виду полной производной. Автором разработан численный алгоритм для ОДУ первого порядка с последующим обобщением на линейные ОДУ второго порядка с линейным потенциалом. С позиций вычислительной математики научную новизну здесь представляет не классический метод интегрирующего множителя, а способ его устойчивой аппроксимации в базисе многочленов Чебышева с последующим применением матриц интегрирования на сетках Гаусса — Лобатто.

Достоверность и апробация результатов

Представленные в работе результаты подтверждены серией численных экспериментов и верифицированы путем сопоставления с известными аналитическими и численными решениями. Основные положения диссертации прошли апробацию на научных семинарах по математическому моделированию (2024–2025 гг.) и международных конференциях. Содержание исследования в полной мере отражено в публикациях автора, в том числе в изданиях, индексируемых в международных наукометрических базах Scopus и Web of Science.

Замечание

В качестве рекомендации автору предлагается дополнить текст автореферата кратким анализом вычислительной сложности алгоритмов и оценкой обусловленности возникающих матричных задач при увеличении числа узлов коллокации.

Заключение

Автореферат свидетельствует о выполнении глубокого научного исследования, в котором модифицированный метод чебышевской коллокации развит как эффективный прикладной вычислительный инструмент. Разработаны прямые алгоритмы решения линейных ОДУ второго порядка и продемонстрирована их применимость к начально-краевым задачам теплопроводности, что имеет важное значение для современной вычислительной математики. Согласно содержанию автореферата диссертация соответствует профилю специальности 1.2.2 и заслуживает положительной оценки.

Крянев Александр Витальевич, доктор физико-математических наук (05.13.18), профессор, профессор кафедры прикладной математики и информатики Национального исследовательского ядерного университета - Московский инженерно – физический институт (НИЯУ МИФИ):

(Крянев А.В.)

Подпись Крянева Александра Витальевича заверяю:

М.П.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Адрес: 115409, г. Москва, Каширское шоссе, 31

Тел. +7 499 324-3384, e-mail: rector@mephi.ru

Страница в интернете: <https://mephi.ru>



НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА
АУП и УВП
МИКИРОВА Н.О.
и 16.01.26 ДАТА

ОТЗЫВ на автореферат

диссертации Сергеева Степана Викторовича «Моделирование процессов теплопроводности модифицированным методом Чебышевской коллокации», представленной к защите в диссертационном совете ПДС 0200.006 при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность работы

Работа находится на стыке прикладного моделирования и вычислительной математики, где эффективность алгоритма определяет жизнеспособность модели теплопроводности. В современных инженерных задачах критически важно сочетать точность спектральных методов с устойчивостью к различным краевым условиям. В связи с этим адаптация модифицированного метода Чебышевской коллокации для задач второго порядка и параболических систем является актуальным и своевременным решением.

Содержание и основные результаты, отраженные в автореферате

Диссертация имеет логичную структуру: от анализа моделей теплопроводности до верификации вычислительных алгоритмов на тестовых задачах. Целью работы является создание устойчивых методов решения начально-краевых задач, и она реализуется по следующим направлениям:

1. **Оптимизация метода Чебышевской коллокации.** Разработан прямой алгоритм для линейных ОДУ второго порядка на базе матриц дифференцирования и интегрирования. Применение двухстадийной схемы (расчет общего решения с последующей корректировкой и переходе к частному решению на основе учета краевых условий) значительно упрощает программную реализацию.
2. **Использование полной производной.** Переход к виду полной производной для ОДУ первого и второго порядков (включая случаи с линейным потенциалом) позволил существенно оптимизировать структуру вычислений. В сочетании с чебышевским интегрированием это дает ощутимый выигрыш в скорости расчетов.
3. **Универсальность и адаптивность.** Реализован подход к построению полной системы решений, в том числе через редукцию порядка. Это делает алгоритм инвариантным относительно типа граничных условий и расширяет область его применения.

Достоверность и апробация

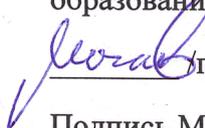
Достоверность результатов обеспечена корректной математической постановкой и подтверждена серией верификационных тестов, включая сравнение с аналитическими решениями и классическими методами. Ключевые положения работы прошли апробацию на профильных научных семинарах (2024–2025 гг.) и международных конференциях.

Основные результаты опубликованы в ведущих рецензируемых изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science.

Заключение

Автореферат представляет собой краткое изложение завершеного диссертационного исследования с четко выраженной научной новизной. Автор успешно адаптировал модифицированный метод Чебышевской коллокации для решения двухточечных линейных ОДУ второго порядка и параболических начально-краевых задач теплопроводности. Разработанные устойчивые алгоритмы прошли верификацию на модельных примерах, подтвердив свою эффективность и практическую применимость. Работа соответствует тематике специальности 1.2.2 и заслуживает высокой положительной оценки.

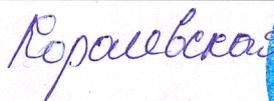
Могилевский Илья Ефимович, кандидат физико-математических наук (01.01.03 — Математическая физика), доцент кафедры математики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

 подпись/

Подпись Могилевского Ильи Ефимовича заверяю:

30.05.2026

Ведущий специалист
по кадрам





Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, д.1, стр.2

Телефон: +7 (495) 939-10-00

E-mail: info@rector.msu.ru

ОТЗЫВ на автореферат диссертации

Сергеева Степана Викторовича «Моделирование процессов теплопроводности модифицированным методом Чебышевской коллокации», представленную к защите в диссертационном совете ПДС 0200.006 при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность и общий замысел работы

Автореферат посвящен дальнейшему развитию и адаптации к конкретным задачам модифицированного численного метода чебышевской коллокации, развитого в РУДН. Автор расширяет область применимости этого спектрального метода, распространяя его на двухточечные краевые задачи для ОДУ второго порядка и начально-краевые задачи параболического типа.

В работе детально исследуется, как модифицированные спектральные вычислительные схемы, основанные на чебышевской коллокации, позволяют сохранить устойчивость и повысить точность без излишнего увеличения размерности аппроксимации, что выгодно отличает их от привычных разностных и конечно-элементных подходов.

Что именно сделано и чем работа выделяется

1. Прямой ММЧК для ЛОДУ второго порядка

Выносимый на защиту результат сформулирован предельно конкретно: разработан, программно реализован и апробирован модифицированный метод чебышевской коллокации (ММЧК).

Ключевое преимущество здесь — оригинальная архитектура вычислений на базе матриц дифференцирования и «антидифференцирования». В отличие от стандартных подходов, интерполяционные коэффициенты решения в простейшем случае получаются умножением транспонированной чебышевской матрицы на вектор значений функции правой части на сетке Чебышева-Лобатто. В сложных случаях коэффициенты извлекаются через спектральное интегрирование, а оставшиеся степени свободы доопределяются краевыми условиями. Это делает алгоритм удобным для практической реализации и снижает вычислительные затраты.

2. Интегрирующий множитель как эффективный инструмент

Автор последовательно развивает вычислительную схему: от ОДУ первого порядка к уравнениям второго порядка (включая случаи с линейным потенциалом). Использование метода интегрирующего множителя здесь — важный прикладной инструмент для оптимизации расчетов. Приведение уравнения к полной производной позволяет системно переформулировать задачу, сводя ее к более удобной и простой для решения форме. Такой подход предлагает изящную и

фиксации времени расчёта позволило бы читателю мгновенно сопоставить скорость и стабильность предлагаемых решений с существующими аналогами.

3. **Границы применимости.** В разделе о теплопроводности было бы полезно точнее очертить область «экономичности» метода. В частности, указать, при каких типах неоднородностей и граничных условий декомпозиция на задачу Пуассона и однородную параболическую задачу остается оптимальной по трудозатратам.

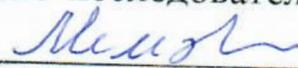
Высказанные пожелания носят уточняющий характер и не снижают общую высокую оценку исследования.

Заключение

Автореферат представляет собой цельное и логически завершённое исследование. Автору удалось успешно адаптировать модифицированный метод чебышевской коллокации для решения двухточечных задач ЛОДУ второго порядка и начально-краевых задач теплопроводности. Разработанные прямые алгоритмы отличаются экономичностью, а приведенные численные примеры подтверждают их высокую устойчивость и надежность.

В целом результаты диссертационного исследования соответствуют тематике и требованиям специальности 1.2.2, а автор, **Сергеев Степан Викторович**, заслуживает высокой положительной оценки представленной работы.

Мележик Владимир Степанович, доктор физико-математических наук (01.04.02 — теоретическая физика), ведущий научный сотрудник Лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова, Международной межправительственной научно-исследовательской организации Объединенный институт ядерных исследований



27.01.2026

Подпись Мележика Владимира Степановича заверяю:

Учёный секретарь ЛТФ ОИЯИ





А.В. Андреев

Международная межправительственная научно-исследовательская организация
Объединенный институт ядерных исследований Адрес: 141980, Московская обл., Дубна,
ул. Жолио Кюри, д. 6 Тел. +7 (496) 216-50-59, e-mail: post@jinr.ru Страница в
интернете: <https://jinr.ru>