

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико-математических наук Андреева Степана Николаевича

на диссертационную работу Цапко Екатерины Дмитриевны

на тему «**Численные методы решения сингулярно возмущенных начальных и краевых задач для систем дифференциальных уравнений, моделирующих физические процессы**»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Сингулярно возмущенные уравнения относят к классу жестких уравнений. В зависимости от задачи определяющие уравнения могут дополняться начальными или краевыми условиями, а сами они могут быть нелинейными или квазилинейными. Поэтому получить точное аналитическое решение затруднительно. Традиционные численные методы оказываются малоэффективными для таких задач. Явные схемы редко позволяют получить решение с приемлемой точностью. Применение неявных схем сопряжено с вычислительными трудностями при решении систем нелинейных или трансцендентных уравнений. Это подтверждает **актуальность** разработки новых подходов к решению таких задач.

В диссертации Цапко Е. Д. предложен новый численный метод, основанный на методе наилучшей параметризации, хорошо зарекомендовавший себя для решения жестких задач. Разработанная модификация позволяет повысить эффективность явных численных методов для решения задач с экспоненциальной скоростью изменения интегральных кривых. Стоит отметить, что модификация содержит дополнительный параметр, выбор которого влияет на скорость и точность вычислительного процесса.

В работе Е. Д. Цапко было проведено численное моделирование задачи возникновения потока в канале с постоянным и параболическим сечением. Задача сводится к решению сингулярно возмущенного обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка с краевыми условиями. По результатам численного моделирования можно сделать вывод, что предложенная Цапко Е. Д. модификация наилучшего аргумента является эффективным подходом к решению данного класса задач.

Помимо практической части, Цапко Е. Д. было также проведено и теоретическое исследование разработанного метода. Показано, что преобразование к наилучшему аргументу и его модификации расширяет область устойчивости разностной схемы явного метода Эйлера.

Таким образом, можно отметить наличие **научной новизны и практической значимости** рассматриваемой работы.

К новым научным результатам в диссертации можно отнести следующие:

1. Проведено численное моделирование задачи сверхзвукового течения в каналах постоянного и переменного сечения.
2. Разработан новый численный метод решения начальных и краевых задач для сингулярно возмущенных уравнений с контрастными структурами.
3. Разработан комплекс вычислительных программ, получивший государственную регистрацию.
4. Получено более общее доказательство абсолютной устойчивости разностной схемы

явного метода Эйлера при решении задач, преобразованных к наилучшему аргументу.

5. Доказана абсолютная устойчивость разностной схемы явного метода Эйлера при решении задач, преобразованных к модифицированному наилучшему аргументу.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, одного приложения, списка литературы (91 наименование), изложена на 112 страницах.

Во введении главное внимание обращается на цели и задачи диссертационной работы, отражена научная новизна исследований, практическая значимость результатов соискателя.

В первой главе приводится обзор традиционных численных методов решения начальных и краевых задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Для решения жестких и плохо обусловленных задач автором предлагается использовать преобразование исходной системы к наилучшему аргументу.

Во второй главе на некоторых начальных и краевых задачах показано, что переход к наилучшему аргументу, хоть и позволяет значительно повысить эффективность явных разностных методов, оказывается малоэффективным при решении задач, в которых интегральные кривые растут с экспоненциальной скоростью.

В третьей главе для устранения указанного недостатка наилучшего аргумента предложена его экспоненциальная модификация. Показано, что разработанный подход позволяет сократить время счета задач с экспоненциальной скоростью роста интегральных кривых и, в некоторых случаях, получить приближенное решение задачи тогда, когда другие рассматриваемые методы не работают.

Глава 4 посвящена теоретической части исследования. В ней сформулированы и доказаны теоремы об увеличении области абсолютной устойчивости разностной схемы явного метода Эйлера для задач, преобразованных к наилучшему аргументу и его экспоненциальной модификации. Отмечается, что теорема, относящаяся к применению наилучшего аргумента, была сформулирована ранее, однако автором было получено общее доказательство теоремы.

Приложение А содержит описание программного комплекса решения жестких и нежестких задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений с начальными или краевыми условиями с использованием метода продолжения решения по наилучшему аргументу и его модификации, разработанной в диссертационной работе.

По содержанию диссертации можно высказать следующие **замечания**:

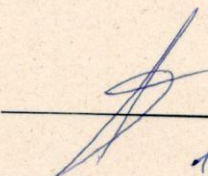
1. Не приводится алгоритм выбора модифицированного наилучшего аргумента.
2. Абсолютная устойчивость разностной схемы решения задач, преобразованных к наилучшему и модифицированному наилучшему аргументу доказана только для явного метода Эйлера.

Указанные замечания носят рекомендательный характер, не снижают качество результатов исследований соискателя, общую высокую оценку представленной диссертации.

Заключение

Диссертация Цапко Екатерины Дмитриевны на тему «Численные методы решения сингулярно возмущенных начальных и краевых задач для систем дифференциальных уравнений, моделирующих физические процессы» является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой на актуальную тему. Работа соответствует паспорту специальности 1.2.2.—«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (физико-математические науки). Диссертация отвечает всем требованиям положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Цапко Екатерина Дмитриевна, заслуживает присуждение ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Профессор кафедры Общей физики МФТИ,
доктор физико-математических наук
141701, Московская область, г. Долгопрудный,
Институтский переулок, д.9.
+7(985)411-45-08
E-mail: andreev_stepan@mail.ru

 / С. Н. Андреев
12.12.2022

Подпись С. Н. Андреева ЗАВЕРЯЮ

адм. камп
Сердоблева О.А.
Смирнов



С отзывом ознакомлена 14.12.2022

Смирнов