

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Ушакова Андрея Леонидовича «Анализ стационарных физических систем методом итерационных расширений», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук в диссертационный совет по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Разработка асимптотически оптимальных итерационных методов (в смысле ограничения на количество операций) для решения краевых задач уравнений Софи Жермен и Пуассона актуальна. Сюда же относятся задачи представления линейных функционалов в геометрически сложных областях, а так же анализ бигармонических, гармонических, скалярных систем, описывающих стационарные физические процессы в гидродинамике, механике, теплотехнике, электротехнике. Такие задачи исследовали, например, Г.П. Астраханцев, Р. Гловинский, О. Пиронно, Е.Г. Дьяконов, В.В. Карачик, В.Г. Корнеев, Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, А.М. Мацокин, Ж.П. Обэн, Л.А. Оганесян, Л.А. Руховец, С.П. Павлов, М.В. Жигалов, А.Н. Потапов, М.И. Слюсарев, М.И. Попов, В.И. Соломин, С.Б. Сорокин, С.П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер.

В диссертационной работе используются методы системного анализа с привлечением междисциплинарных связей, вложения рассматриваемых систем в более сложные, а также их расширения. Для построения нового асимптотически оптимального метода используется известный подход фиктивных компонент с привлечением физического примера из теории упругости с учетом реакция подстилающей поверхности и жесткости материала на продолжении. Минимизируется ошибка в более сильной норме, чем энергетическая с использованием модифицированного квадратичного оператора. Это определяет выбор итерационных параметров по методу

минимальных невязок с указанием достаточных условий сходимости. При таком подходе скорость оценки сходимости относительных ошибок определяется скоростью сходимости геометрической прогрессии, т.е. выбранная норма более сильная чем энергетическая для рассматриваемой задачи.

Диссертация помимо введения, заключения, приложений и списка литературы включает три главы.

Первая глава посвящается анализу краевой задачи с условием Дирихле для уравнения Софи Жермен как бигармонической системы. Осуществляется продолжение бигармонической системы. Приводится анализ продолженной бигармонической системы модифицированным методом фиктивных компонент и методом итерационных расширений. Предлагается алгоритм, реализующий метод итерационных расширений для решения задачи бигармонической системы. Иллюстрируется применение метода итерационных расширений для численного расчета изгиба пластины.

Вторая глава посвящается анализу краевой задачи с условием Дирихле для уравнения Пуассона как гармонической системы с продолжением. Показан анализ продолженной гармонической системы модифицированным методом фиктивных компонент и методом итерационных расширений, а также алгоритм, реализующий метод итерационных расширений. Приведен пример применения метода итерационных расширений для численного расчета изгиба мембраны.

Третья глава посвящается анализу задачи представления линейного функционала в виде скалярного произведения как скалярной системы. Скалярная система рассматривается в пространстве Гильберта с продолжением ее в том же пространстве. Приводится анализ продолженной скалярной системы модифицированным методом фиктивных компонент и методом итерационных расширений. Выписывается алгоритм, реализующий метод итерационных расширений для решения задачи скалярной системы.

В диссертации разработаны метод и алгоритм итерационных расширений, асимптотически оптимальные по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором значений итерационного параметра при обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа бигармонических и гармонических систем. В методе итерационных расширений используется введение параметра, имеющего в приложениях физический смысл соответственно жесткости пластины, натяжения мембраны, а минимизация ошибки ведется в более сильной норме, чем энергетическая норма. В рамках нового направления метод итерационных расширений разработан асимптотически оптимальный по вычислительным затратам метод решения бигармонической проблемы в геометрически сложных областях. Для анализа скалярных систем разработаны обобщения метода и алгоритма итерационных расширений для гармонических, бигармонических и других систем.

В диссертации разработано специальное математическое и алгоритмическое обеспечение, реализующее метод итерационных расширений, асимптотически оптимальное по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором значений итерационного параметра при обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа бигармонических, гармонических систем.

Достоверность результатов полученных в диссертации следует из корректно сформулированных утверждений и их строгих доказательств. Сформулированные гипотезы подтверждены вычислительными экспериментами. Основные результаты работы достаточно полно отражены в 43 научных работах, из которых: 12 – статьи в журналах рекомендуемых ВАК, 5 – статьи в изданиях индексируемых Scopus, 9 – свидетельства государственной регистрации программ для ЭВМ. Результаты диссертационного исследования апробированы на различных научных конференциях и семинарах. Автореферат диссертации составлен с

соблюдением установленных требований, дает адекватное представление о работе, хорошо оформлен.

Следующие замечания существенно не влияют на значимость научных результатов, полученных в диссертации, и не снижают общее положительное впечатление от результатов работы, полученных с применением новых подходов к старым проблемам при использовании методологии системного анализа.

1. Диссертационное исследование при анализе бигармонической и гармонической систем в первой главе использует разностные аналоги положений о продолжениях с минимальной энергией. Но при этом в работе не всегда указываются, как выбираются не итерационные параметры при продолжении, явно применяемые для ускорения сходимости.

2. В работе не приводятся временные затраты, не всегда приводятся количественные оценки по вычислительным затратам при решении приведенных задач бигармонических и гармонических систем.

3. В работе имеются опечатки в приведенной постановке задачи для бигармонической системы, когда краевые условия симметрии дублируются с условиями шарнирного закрепления, а на части границы отсутствуют краевые условия.


Диссертация Андрея Леонидовича Ушакова *«Анализ стационарных физических систем методом итерационных расширений»* в целом представляет собой самостоятельное законченное научное исследование по актуальной теме, отражающее достижения автора в области практического и теоретического изучения математических систем описывающих стационарные физические системы методом итерационных расширений. В ней решена научная проблема, представляющая несомненный научный интерес для развития применимости методологии системного анализа, т.е. методов специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Автореферат полностью отражает содержание

диссертации, а ее основные результаты являются новыми и полно опубликованы.

В целом считаю, что диссертационная работа «Анализ стационарных физических систем методом итерационных расширений» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований в рамках системного анализа разработаны теоретические положения, которые можно квалифицировать как научное достижение и в полной мере отвечает требованиям пп. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в ред. от 18.03.2023 г.), а ее автор, Андрей Леонидович Ушаков, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Доктор технических наук, профессор
Заведующий кафедрой «Прикладная
математика и механика»,

ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет»



09.10.2023

В.И. Ряжских

Ряжских Виктор Иванович,
394018, г. Воронеж, ул. Плехановская 11,

Тел.: 8(473) 252-74-80.

эл. почта: ryazhskiy_vi@mail.ru

Подпись заверяю

