



«...ождаю»
Директор ФГБУН Института проблем
управления им. В.А. Трапезникова РАН
академик РАН

Д. А. Новиков

» октября 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук» на диссертационную работу Ушакова Андрея Леонидовича на тему «Анализ стационарных физических систем методом итерационных расширений», представленную к защите в диссертационном совете 24.2.437.11 при федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность научной работы. Диссертационная работа посвящена анализу стационарных физических систем, описываемых следующими системами:

– бигармоническая система – смешанная краевая задача для неоднородного бигармонического уравнения о вертикальном перемещении точек пластины, расположенной горизонтально под действием вертикального давления с однородными краевыми условиями защемления, шарнирного закрепления симметрии и свободного края;

– гармоническая система – смешанная краевая задача для неоднородного гармонического уравнения о вертикальном перемещении точек мембраны

расположенной, горизонтально под действием вертикального давления с однородными краевыми условиями закрепления и свободного края;

– скалярная система – задача представления линейного функционала в виде скалярного произведения в пространстве Гильберта как обобщение смешанных краевых задач для неоднородных полигармонических уравнений с однородными краевыми условиями.

Актуальность изучения таких систем обусловлена необходимостью разработки асимптотически оптимальных по количеству операций методов и алгоритмов для анализа стационарных физических систем. В разработанном А.Л. Ушаковым методе итерационных расширений заложена автоматизация управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации. В работе установлена асимптотическая оптимальность по количеству операций полученного метода, а вычислительные эксперименты подтвердили его асимптотическую оптимальность по количеству операций при реализации на ЭВМ. В диссертационной работе решена асимптотически оптимально бигармоническая проблема в геометрически сложных областях и разработано новое направление - метод итерационных расширений. В связи с этим считаем, что исследования, представленные в данной диссертации, являются актуальными.

Содержание работы. Диссертационная работа содержит введение, три главы, заключение, список литературы из 129 наименований, список обозначений и 10 приложений. Объём диссертационной работы с приложениями – 296 страниц.

Во введении описывается класс анализируемых систем и степень научной проработки темы, обосновывается актуальность, ставятся цель и задачи исследования, указываются научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы и перечисляются мероприятия по апробации работы.

Первая глава посвящена анализу бигармонической системы. Осуществляется продолжение бигармонической системы и проводится её

анализ. Указывается алгоритм, реализующий метод итерационных расширений для решения задачи бигармонической системы и приводится пример численного расчета изгиба пластины.

Вторая глава посвящена анализу гармонической системы. Для неё также строится продолжение и проводится анализ, который завершается описанием метода итерационных расширений. Формулируется алгоритм, реализующий метод итерационных расширений для решения задачи гармонической системы, а также приводится пример численного расчета изгиба мембраны.

Третья глава посвящена анализу скалярной системы и задачи представления линейного функционала в виде скалярного произведения в пространстве Гильберта. Для этой системы также строится продолжение и приводится метод итерационных расширений.

Научная новизна проведенного автором научного исследования заключается в разработке

- новых методов и алгоритмов итерационных расширений, асимптотически оптимальных по количеству операций для анализа гармонических, бигармонических и скалярных систем. В методах итерационных расширений используется введение параметра, имеющего в приложениях физический смысл, а минимизация ошибок ведется в более сильной норме, чем энергетическая норма возникающих задач.
- специального математического и алгоритмического обеспечения, реализующего асимптотически оптимальный по количеству операций метод итерационных расширений и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа рассматриваемых в диссертации систем.

Достоверность и обоснованность. Результаты работы опубликованы, научно обоснованы, приведены их математические доказательства. При

вычислительных экспериментах подтверждались теоретические результаты, приведенные в работе. Результаты работы докладывались на: Международной научно-технической конференции «Автоматизация» (г. Сочи, 6-12 сентября 2020 года); XXXIII «Международной научной конференции математические методы в технике и технологиях ММТТ-33» (г. Казань, 14-18 сентября 2020 года); Международной конференции «Кибер-физические системы: проектирование и моделирование» «Cyber-physical systems design and modelling» (г. Казань, 14-18 сентября 2020 года); «Фундаментальные проблемы управления производственными процессами в условиях перехода к индустрии 4.0» (г. Сочи, 6-12 сентября 2020 года); 7-й Международной школе-семинаре «Нелинейный анализ и экстремальные задачи» (г. Иркутск, 15-22 июля 2022 года); Международной научной конференции «Актуальные проблемы математики и образования» в соавторстве (г. Ош, Кыргызстан, 12-13 мая 2023 года).

Предварительные результаты работы неоднократно докладывались на научном семинаре «Уравнения соболевского типа» профессора Г.А. Свиридюка (г. Челябинск), на объединенном научном семинаре профессора А.Г. Кушнера в ИПУ РАН (г. Москва), научном семинаре профессора В.И. Ряжских в ВГТУ (г. Воронеж) и научном семинаре профессора С.И. Кадченко в МГТУ (г. Магнитогорск).

По теме диссертации опубликовано 43 работы, из них 9 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, 12 работ изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 5 работ в изданиях, индексируемых Scopus.

Теоретическая значимость работы. Разработанный в диссертации метод итерационных является развитием методологии системного анализа при использовании вложения рассматриваемых систем в продолженные и расширенные системы. При этом указывается на междисциплинарные связи, аналогичность свойств систем, оптимизацию, управление, теорию принятия решений и обработки информации. Этот метод вносит существенный вклад в

решение задач бигармонических, гармонических и скалярных систем, описывающих стационарные физические системы.

Практическая значимость работы. Разработанный новый метод итерационных расширений может использоваться для анализа задач бигармонических и гармонических систем, описывающих стационарные физические системы в природе, технике и т.д. Использование этого асимптотически оптимального по количеству операций метода предоставляет возможности экономии вычислительных и материальных ресурсов и средств, например, в строительстве, приборостроении. Результаты работы могут быть использованы в процессе обучения в высших учебных заведениях на механико-математических и физико-технических специальностях и направлениях.

Замечания по диссертационной работе.

1. Диссертационное исследование при анализе бигармонической и гармонической систем использует положения о продолжениях функций, но при этом в работе не всегда указываются выбираемые не итерационные параметры.

2. В работе не всегда приводятся оценки количества операций при решении приведенных задач бигармонических и гармонических систем.

3. В работе имеются опечатки и неточности при постановке задачи для бигармонической системы в краевых условиях симметрии и условиях шарнирного закрепления.

Заключение

Отмеченные замечания не могут повлиять на общую положительную оценку диссертационной работы А.Л. Ушакова. Диссертация является работой на актуальную тему, в которой решена асимптотически оптимально бигармоническая проблема. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Публикации автора отражают основные научные и практические результаты. Диссертационная работа Ушакова Андрея Леонидовича на тему

