

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.437.11,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 09.11.2023 года, № 1

О присуждении Ушакову Андрею Леонидовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Анализ стационарных физических систем методом итерационных расширений» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите 06 июля 2023 года (протокол заседания № 1/пз) диссертационным советом 24.2.437.11, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76, приказ от 24 октября 2022 года № 1329/нк.

Соискатель Ушаков Андрей Леонидович, 14 декабря 1960 года рождения, в 1983 г. окончил Новосибирский госуниверситет им. Ленинского комсомола по специальности «Математика. Прикладная математика».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Исследование математических моделей упругости методами итерационных факторизаций» защитил в 2017 году в диссертационном совете, созданном на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Ученое звание доцента по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» присвоено в 2019 году (аттестат ДООЦ № 001571).

Работает в должности доцента кафедры математического и компьютерного моделирования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре математического и компьютерного моделирования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор физико-математических наук, профессор Загребина Софья Александровна, заведующий кафедрой математического и компьютерного моделирования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

– Кризский Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра «Информатика и компьютерные технологии», заведующий кафедрой,

– Ряжских Виктор Иванович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», кафедра «Прикладная математика и механика», заведующий кафедрой,

– Пятков Сергей Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Югорский государственный университет», Инженерная школа цифровых технологий, профессор, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова

Российской академии наук», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Кушнером Алексеем Гурьевичем, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником, и утвержденном Новиковым Дмитрием Александровичем, доктором технических наук, академиком РАН, директором, указала, что диссертация является работой на актуальную тему, в которой решена асимптотически оптимально бигармоническая проблема. Научная новизна проведенного автором научного исследования заключается в разработке нового метода итерационных расширений, а также создании специального математического и алгоритмического обеспечения анализа рассматриваемых в диссертации систем. Разработанный в диссертации метод итерационных является развитием методологии системного анализа при использовании вложения рассматриваемых систем в продолженные и расширенные системы. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Публикации автора отражают основные научные и практические результаты.

Диссертационная работа Ушакова Андрея Леонидовича на тему «Анализ стационарных физических систем методом итерационных расширений» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научные результаты и заложены основы нового научного направления исследований. Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. от 18.03.2023 г.), а соискатель Ушаков Андрей Леонидович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Соискатель имеет 43 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 43 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 15 работ, среди которых 11 статей опубликованы в журналах из Перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, 4 статьи в журналах, индексируемых базами данных WoS и Scopus, 9 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В диссертацию включены результаты, полученные автором лично, авторский вклад составляет 220 стр. (13,75 п.л.).

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают ее основные положения. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы соискателя по теме диссертации:

1. Ushakov, A.L. Analysis of Biharmonic and Harmonic Models by the Methods of iterative Extensions / A.L. Ushakov, E.A. Meltsaykin // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematical Modelling, Programming and Computer Software. – 2022. – V. 15, № 3. – P. 51–66. (BAK, WoS, Scopus, Q2) (16 с./8 с.)

2. Ushakov, A.L. Analysis of the Problem for the Biharmonic Equation / A.L. Ushakov // Journal of Computational and Engineering Mathematics. – 2022. – V. 9, № 1. – P. 43–58. (MathSciNet, BAK)

3. Ushakov, A.L. Analysis of the Boundary Value Problem for the Poisson Equation / A.L. Ushakov // Bulletin of the South Ural State University. Series: Mathematics, Mechanics, Physics. – 2022. – V. 14, № 1. – P. 64–76. (RSCI, ZbMath, BAK)

4. Ушаков, А.Л. Исследование задачи представления линейного функционала в форме скалярного произведения / А.Л. Ушаков // Вестник Югорского государственного университета. – 2022. – Вып. 3(66). – С. 152–162. (BAK)

5. Ushakov, A.L. Research of the boundary value problem for the Sophie Germain Equation in a cyber-physical system / A.L. Ushakov // Studies in Systems, Decision and Control. Springer. – 2021. – V. 338. P. 51–63. (Scopus)

6. Ушаков, А.Л. Анализ смешанной краевой задачи для уравнения Пуассона / А.Л. Ушаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика, Механика, Физика. – 2021. – Т. 13, № 1. – С. 29–40. (RSCI, ZbMath, BAK)

7. Ushakov, A.L. Numerical Analysis of the Mixed Boundary Value Problem for the Sophie Germain Equation / A.L. Ushakov // Journal of Computational and Engineering Mathematics. – 2021. – V. 8, № 1. – P. 46–59. (MathSciNet, BAK)

8. Ushakov, A.L. Investigation of a Mixed Boundary Value Problem for the Poisson Equation / A.L. Ushakov // 2020 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), Sochi, Russia. – 2020. – P. 273–278. (Scopus)

9. Ушаков, А.Л. Асимптотически оптимальное решение модельной задачи

для экранированного уравнения Пуассона / А.Л. Ушаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика, Механика, Физика. – 2019. – Т. 11, № 2. – С. 25–35. (RSCI, ZbMath, ВАК)

10. Ушаков, А.Л. Быстрое решение модельной задачи для бигармонического уравнения / А.Л. Ушаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика, Механика, Физика. – 2019. – Т. 11, № 1. – С. 34–42. (RSCI, ZbMath, ВАК)

11. Ушаков, А.Л. Быстрое решение модельной задачи для уравнения Пуассона / А.Л. Ушаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика, Механика, Физика. – 2017. – Т. 9, № 4. – С. 36–42. (ZbMath, ВАК)

12. Ушаков, А.Л. О моделировании деформаций пластин / А.Л. Ушаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. – 2015. – Т. 8, №2. – С. 138–142. (Scopus)

13. Ушаков, А.Л. Итерационная факторизация на фиктивном продолжении для численного решения эллиптического уравнения четвертого порядка / А.Л. Ушаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика, Механика, Физика. – 2014. – Т. 6, №2. – С. 17–22. (ZbMath, ВАК)

14. Ушаков, А.Л. Итерационная факторизация для численного решения эллиптического уравнения четвертого порядка в прямоугольной области / А.Л. Ушаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика, Механика, Физика. – 2014. – Т. 6, №1. – С. 42–49. (ZbMath, ВАК)

15. Ушаков, А.Л. Модификация итерационной факторизации для численного решения двух эллиптических уравнений второго порядка в прямоугольной области / А.Л. Ушаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика, Механика, Физика. – 2013. – Т. 5, №2. – С. 88–93. (ZbMath, ВАК)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Зеркаля Сергея Михайловича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры вычислительной техники, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский

государственный технический университет». Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1) при анализе бигармонической и гармонической систем в двумерных случаях не указываются значения выбираемых не итерационных параметров; 2) не всегда приводятся количественные оценки числа операций при решении бигармонических и гармонических задач; 3) есть опечатки при определении базисной функции на стр. 14.

2. Кадченко Сергея Ивановича, доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры прикладной математики и информатики, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова». Отзыв положительный, сделаны следующие замечания: 1) при анализе бигармонической и гармонической систем используются положения о продолжениях функций, но не указываются конструктивные приемы выбора не итерационных параметров для их выполнения; 2) не приводятся явные оценки количества операций при решении приведенных задач бигармонических и гармонических систем; 3) имеются опечатки в определении базисной функции на стр. 14, когда 4,5 надо брать с плюсом на [2; 3].

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается профилем их научной деятельности и профессиональных интересов, что подтверждается представленными публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый метод итерационных расширений для анализа гармонических, бигармонических и скалярных стационарных физических систем в геометрически сложных областях; **предложено** использовать свойства материала, например, жесткость упругого основания, цилиндрическую жесткость пластины или коэффициент натяжения мембраны для подбора оптимального итерационного параметра, обеспечивающего асимптотическую скорость сходимости метода итерационных расширений; **показана** возможность автоматизации выбора оптимального итерационного параметра при обработке информации с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа стационарных физических систем; **введены** новые понятия: «бигармоническая система», «гармоническая система», «скалярная система», «итерационные расширения».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **доказаны** теоремы об оценке скорости сходимости метода итерационных расширений применительно к гармонической, бигармонической и скалярной системам, показано, что приближенное решение асимптотически сходится к точному; **применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** модифицированный метод фиктивных компонент, вложения пространств решений исходной, продолженной и расширенной задач; **изложен** алгоритм итерационных расширений, асимптотически оптимальный по количеству операций, с автоматизацией выбора значений оптимального итерационного параметра с критерием останова итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа гармонических и бигармонических систем; **раскрыта** необходимость минимизации ошибки по норме более сильной, чем энергетическая, для обеспечения асимптотически оптимальной скорости сходимости; **изучены** общие связи гармонических, бигармонических систем через скалярные системы; **проведена модернизация** методов фиктивных компонент, минимальных невязок, обеспечившая получение нового метода итерационных расширений.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработанный метод может быть внедрен в системы компьютерной алгебры и системы автоматического проектирования для построения срединных поверхностей пластин и мембран с заданными физическими параметрами; **определен** класс задач, к которым применим метод итерационных расширений; **созданы** асимптотически оптимальные алгоритмы, реализующие метод итерационных расширений для анализа гармонических и бигармонических проблем; **представлены** рекомендации по дальнейшему совершенствованию и развитию разработанного метода итерационных расширений на случай экранированных уравнений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теория построена на основе математического, функционального и системного анализа, методах математического моделирования, согласуется с вычислительными экспериментами; **идея базируется** на том, что пространство решений для исходной задачи на геометрически сложной области продолжено

нулем в дополнении до прямоугольной области, применении метода минимальных невязок и решении на каждом шаге расширенной задачи; **использован** метод фиктивных компонент, являющийся логарифмически оптимальным, а на его основе разработан метод итерационных расширений, являющийся асимптотически оптимальным; **установлена** сходимость приближенных решений к точным; **использованы** современные компьютерные технологии при реализации алгоритмов и проведении вычислительных экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном получении всех результатов диссертационного исследования, а именно в: анализе предметной области; постановке цели и задачи диссертационного исследования; разработке метода и алгоритма итерационных расширений, асимптотически оптимальных 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 систем, гармонических систем в геометрически сложных областях; разработке специального математического и алгоритмического обеспечения, реализующего метод итерационных расширений для анализа бигармонических и гармонических систем.

Личное авторство всех результатов, выносимых на защиту, подтверждается публикациями статей в рецензируемых журналах и докладами на всероссийских и международных конференциях. В получении, обработке и интерпретации данных численного исследования были использованы, компьютерные программы, разработанные при активном участии автора.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая направлена на создание научно-методологического аппарата анализа бигармонических, гармонических и скалярных систем, позволяющего находить численное решение соответствующих краевых задач с заданной точностью и строить срединную поверхность. Перечисленные системы описывают широкий спектр физических явлений, а также прикладных задач в строительстве гражданских и промышленных зданий, подводных лодок, кораблей и других объектов. Для этого разработан метод итерационных расширений и модифицирован метод фиктивных компонент.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: исходная область должна частично совпадать с прямоугольником, доказательство единственности в утверждении 1.2.1 (2.2.1, предложение 1.3.2), только если проектор обладает рядом дополнительных свойств, которые используются, но явно не указаны.

Соискатель Ушаков А.Л. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и замечания и привел собственную аргументацию по полученным научным теоретическим и прикладным результатам в части разработки метода итерационных расширений.

На заседании 09 ноября 2023 года диссертационный совет принял решение: за разработку теоретических основ метода итерационных расширений для анализа различных классов стационарных физических систем, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, присудить Ушакову А.Л. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 10 докторов наук по специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: «за» – 11, «против» – 0.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета



Свиридюк Георгий Анатольевич

Бычков Евгений Викторович

Дата оформления заключения 09 ноября 2023 г.