

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор-проректор по
научной работе ФГАОУ ВО «ЮУрГУ
(НИУ)», доктор технических наук,
доцент



А.В. Коржов

2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Диссертация «Анализ стационарных физических систем методом итерационных расширений» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика выполнена на кафедре математического и компьютерного моделирования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

В период подготовки диссертации, с 2017 года по настоящее время, Ушаков Андрей Леонидович работает в должности доцента на кафедре математического и компьютерного моделирования федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

В 1983 г. окончил Новосибирский государственный университет по специальности «Математика. Прикладная математика».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ на тему «Исследование математических моделей упругости методами итерационных факторизаций» защитил в 2017 году в диссертационном совете Д 212.298.14,

созданном на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Ученое звание доцента по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ присвоено в 2019 году.

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

Тема диссертации утверждена Ученым советом Южно-Уральского государственного университета 03 ноября 2022 г., протокол № 3.

По результатам рассмотрения диссертации «Анализ стационарных физических систем методом итерационных расширений» принято следующее заключение:

Актуальность темы и направленность исследования. Диссертация Ушакова А.Л. является законченным самостоятельно выполненным научным исследованием. Диссертационная работа посвящена, в рамках решения бигармонической проблемы в геометрически сложных областях, анализу стационарных физических систем, описываемых 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 опирания, 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 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 бигармоническая проблема в геометрически сложных областях численно при разработке нового направления метод итерационных расширений асимптотически оптимального по количеству операций. В связи с этим, считаем, что исследования, представленные в данной диссертации, являются актуальными.

Личное участие автора в полученных научных результатах. В ходе диссертационного исследования Ушаковым А.Л. были получены следующие основные результаты, которые как видно из перечисления отличает широта применения к анализу различных стационарных физических систем:

В рамках разработки методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта (п. 4 паспорта специальности) получены:

1. Новые метод и алгоритм итерационных расширений, асимптотически оптимальные по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации и

с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа бигармонических систем.

2. Новые метод и алгоритм итерационных расширений, асимптотически оптимальные по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа гармонических систем.

3. Новые метод и алгоритм итерационных расширений, асимптотически оптимальные по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа скалярных систем.

В рамках разработки специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта (п. 5 паспорта специальности) получены:

4. Специальное математическое и алгоритмическое обеспечение, реализующее метод итерационных расширений, асимптотически оптимальное по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа бигармонических систем.

5. Специальное математическое и алгоритмическое обеспечение, реализующее метод итерационных расширений, асимптотически оптимальное по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа гармонических систем.

Все исследования, связанные с пунктами 1–5, были выполнены Ушаковым А.Л. единолично.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Результаты работы опубликованы и научно обоснованы, т.е. проведены их математические доказательства, соответствующие современному уровню математической строгости. Вычислительные эксперименты подтвердили теоретические результаты работы, а именно асимптотическую оптимальность предложенного метода.

Научная новизна результатов заключается в разработке нового метода итерационных расширений, асимптотически оптимального по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации для анализа бигармонических, гармонических и скалярных систем. В рамках развития нового направления метод итерационных расширений асимптотически оптимально по вычислительным затратам решена бигармоническая проблема в геометрически сложных областях. К основным новым результатам относятся следующие результаты:

1. Разработаны новые метод и алгоритм итерационных расширений, асимптотически оптимальные по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа бигармонических систем. В методе итерационных расширений используется введение параметра, имеющего в приложениях физический смысл жесткости пластины, а минимизация ошибки ведется в более сильной норме, чем энергетическая норма.

2. Разработаны новые метод и алгоритм итерационных расширений, асимптотически оптимальные по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа гармонических систем. В методе итерационных расширений используется введение параметра, имеющего в приложениях

физический смысл натяжения мембраны, а минимизация ошибки ведется в более сильной норме, чем энергетическая норма.

3. Разработаны новые метод и алгоритм итерационных расширений, асимптотически оптимальные по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа скалярных систем как обобщения метода и алгоритма итерационных расширений для гармонических, бигармонических и других систем.

4. Разработано специальное математическое и алгоритмическое обеспечение, реализующее метод итерационных расширений, асимптотически оптимальное по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа бигармонических систем. Это обеспечение позволяет решать модельные задачи бигармонических систем с получением графических представлений решений.

5. Разработано специальное математическое и алгоритмическое обеспечение, реализующее метод итерационных расширений, асимптотически оптимальное по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации и с критерием остановки итераций при достижении задаваемой оценки точности для анализа гармонических систем. Это обеспечение позволяет решать модельные задачи гармонических систем с получением графических представлений решений.

Практическая значимость полученных результатов. Разработанный новый метод может использоваться при решении задач бигармонических и гармонических систем, описывающих стационарные физические системы в природе и технике в таких областях как гидродинамика, механика, теплотехника, электротехника и т.д. Использование этого асимптотически

приборостроении, а также времени вычислений на ЭВМ. Результаты работы могут быть использованы в процессе обучения в высших учебных заведениях на механико-математических и физико-технических специальностях и направлениях.

Научная значимость результатов заключается в разработке нового метода итерационных расширений, который вносит вклад в развитие методов решения задач бигармонических, гармонических и скалярных систем, описывающих стационарные физические системы.

Материалы диссертации полно представлены в работах, опубликованных в 40 печатных работах, в том числе 15 работ индексируемы в базах данных WoS, Scopus, MathSciNet, RSCI, ZbMath, BAK:

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), (16с. / 8с.)

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. – Выпуск 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, ВАК)
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, ВАК)
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)

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

16. Расчет поля температуры от тепловых источников № 2022663814 / Ушаков А.Л., Мельцайкин Е.А. (RU); правообладатель ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)». – 2022663254; заявл. 18.07.2022; зарегистр. 20.07.2022, реестр программ для ЭВМ.

17. Численное решение модельной задачи для экранированного уравнения Пуассона № 2020667216 / Ушаков А.Л., Мельцайкин Е.А. (RU); правообладатель ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)». – 2020666269; заявл. 09.12.2020; зарегистр. 21.12.2020, реестр программ для ЭВМ.

18. Асимптотически оптимальный расчет распределения температуры и перемещения в стержнях № 2020665998 / Ушаков А.Л., Мельцайкин Е.А. (RU); правообладатель ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)». – 2020664697; заявл. 23.11.2020; зарегистр. 03.12.2020, реестр программ для ЭВМ.

19. Асимптотически оптимальный расчет балки при смешанных краевых условиях симметрии и Дирихле № 2020664402 / Ушаков А.Л., Мельцайкин Е.А. (RU); правообладатель ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)». – 2020663735; заявл. 10.11.2020; зарегистр. 12.11.2020, реестр программ для ЭВМ.

20. Численное решение модельной задачи для уравнения Пуассона № 2020619757 / Ушаков А.Л., Щеколдина Е.С. (RU); правообладатель ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)». – 2020618486; заявл. 04.08.2020; зарегистр. 24.08.2020, реестр программ для ЭВМ.

21. Численное решение неоднородного бигармонического уравнения в квадратной области при смешанных краевых условиях № 2018619527 / Ушаков А.Л., Пономарев В.С., Котлованов К.Ю. (RU); правообладатель ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)». – 2018617059; заявл. 06.07.2018; зарегистр. 07.08.2018, реестр программ для ЭВМ.

22. Численное моделирование перемещений пластины под действиями давлений при однородных краевых условиях № 2015661153 / Ушаков А.Л., Артес Н.О. (RU); правообладатель ФБГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)». – 2015618103; заявл. 04.09.2015; зарегистр. 20.10.2015, реестр программ для ЭВМ.

23. Численное моделирование деформации квадратной мембраны, закреплённой на двух смежных сторонах № 2014613985 / Ушаков А.Л., Бухарин И.Ю. (RU); правообладатель ФБГОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)». – 2014611376; заявл. 24.02.2014; зарегистр. 14.04.2014, реестр программ для ЭВМ.

Другие научные публикации

24. Ушаков, А.Л. Исследование смешанной краевой задачи у бигармонического уравнения / А.Л. Ушаков // Математические методы в технике

и технологиях: сб. тр. междунар. науч. конф.: в 12 т. Т. 6 / под общ. ред. А.А. Большакова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2020. – С. 11–14.

25. Ушаков, А.Л. Исследование смешанной краевой задачи для уравнения Пуассона / А.Л. Ушаков // Фундаментальные проблемы управления производственными процессами в условиях перехода к индустрии 4.0. тез. докл. науч. сем. в рамках международной научно-технической конференции «Автоматизация». – ЮУрГУ, 2020. – С. 91–93.

26. Ушаков, А.Л. Исследование краевой задачи для уравнения Софи Жермен / А.Л. Ушаков // Математические методы в технике и технологиях: сб. тр. междунар. науч. конф.: в 12 т. Т. 1 / под общ. ред. А.А. Большакова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2020. – С. 3–7.

27. Ушаков, А.Л. Численное моделирование деформации мембраны / А.Л. Ушаков // Дифференциальные уравнения и математическое моделирование: тез. докл. Международной научной конференции, Улан-Удэ, 22-27 июня 2015 года. – Улан-Удэ: ВСГУТУ, 2015. – С. 291-292.

28. Ушаков, А.Л. Численное моделирование деформации прямоугольной пластины / А.Л. Ушаков // Системы компьютерной математики и их приложения: тез. докл. XVI Международной научной конференции, посвященной 75-летию профессора В.П. Дьяконова, Смоленск, 15-17 мая 2015 года. – Смоленск: СмолГУ, 2015. – Вып. 16. – С. 222.

29. Ушаков, А.Л. Математическое моделирование деформаций пластин на упругих основаниях / А.Л. Ушаков // НАУКА ЮУРГУ: статья в сборнике трудов 67-й научной конференции ЮУрГУ, Челябинск, 14-17 апреля 2015 года. – Челябинск: ЮУрГУ, 2015. – С. 75-83.

30. Ушаков, А.Л. Модификация метода фиктивных компонент для численного решения эллиптических краевых задач четвертого порядка / А.Л. Ушаков // Математические модели и теория групп: сб. науч. тр. каф. общей математики Южно-Уральского государственного университета. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – С. 61–65.

31. Ушаков, А.Л. Моделирование итерационной факторизации для эллиптического уравнения четвертого порядка / А.Л. Ушаков // Известия Челябинского научного центра УрО РАН. – 2007. – Вып. 1 (35). – С. 33–36.

32. Ушаков, А.Л. Моделирование итерационной факторизации для эллиптической краевой задачи второго порядка / А.Л. Ушаков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика, физика, химия. – 2006. – Вып. 7. – №7 (62). – С. 64–70.

33. Ушаков, А.Л. О приближённом решении одной эллиптической краевой задачи четвёртого порядка / А.Л. Ушаков; Челябинский государственный технический университет. – Челябинск, 1997. – 30 с. – Библ.: – 12 назв. – Деп. в ВИНТИ РАН 21.04.1997, № 1346-В1997.

34. Ушаков, А.Л. Метод итерационной факторизации / А.Л. Ушаков; Челябинский государственный технический университет. – Челябинск, 1994. – 31 с. – Библ.: – 17 назв. – Деп. в ВИНТИ РАН 17.10.1994, № 2375-В1994.

35. Ушаков, А.Л. Модификация метода фиктивных компонент / А.Л. Ушаков; Челябинский государственный технический университет. – Челябинск, 1991. – 40 с. – Библ.: – 13 назв. – Деп. в ВИНТИ АН СССР 11.11.1991, № 4232-В1991.

36. Ушаков, А.Л. Модификация метода фиктивных компонент при несимметричном расширении / А.Л. Ушаков; Челябинский государственный технический университет. – Челябинск, 1991. – 25 с. – Библ.: – 10 назв. – Деп. в ВИНТИ АН СССР 23.05.1991, № 2114-В1991.

37. Ушаков, А.Л. Метод фиктивных компонент для эллиптических дифференциальных уравнений / А.Л. Ушаков // 5-ая Школа молодых математиков Сибири и Дальнего востока: тез. докл., Новосибирск, 10-16 декабря 1990 года. – Новосибирск: ИМ СО АН СССР, 1990. – С. 123.

38. Ушаков, А.Л. Метод итерационного расщепления для специальных эллиптических краевых задач / А.Л. Ушаков; Челябинский политехнический

институт. – Челябинск, 1990. – 32 с. – Библ.: – 16 назв. – Деп. в ВИНТИ АН СССР 23.11.1990, № 5892-В1990.

39. Ушаков, А.Л. Метод фиктивных компонент на непрерывном уровне /А.Л. Ушаков; Челябинский политех. ин-т. – Челябинск, 1989. – 15 с. – Библ.: – 4 назв. – Деп. в ВИНТИ АН СССР 28.12.1989, № 7717-В1989.

40. Ушаков, А.Л. Метод фиктивных компонент для приближённого решения эллиптического дифференциального уравнения четвёртого порядка / А.Л. Ушаков; Челябинский политехнический институт. – Челябинск, 1989. – 29 с. – Библ.: – 11 назв. – Деп. в ВИНТИ АН СССР 25.05.1989, № 3480-В1989.

В работах [1], [16–23], выполненных в соавторстве, в диссертацию включены только те результаты, которые были получены лично А.Л. Ушаковым, и не затрагивают интересов других соавторов.

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным п. 14 Положения о присуждении ученых степеней. Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, не содержит заимствований материала без ссылок на автора и (или) источник заимствования. Из работ, выполненных в соавторстве, в диссертацию вошли, только результаты, полученные автором лично.

Специальность, которой соответствует диссертация. В диссертации Ушакова Андрея Леонидовича решена фундаментальная научная проблема – бигармоническая проблема в геометрически сложных областях. Для этого было разработано новое научное направление, основой которого стал предложенный соискателем метод итерационных расширений, асимптотически оптимальный по количеству операций, с автоматизацией управления оптимальным выбором параметров при итерационной обработке информации для анализа бигармонических, гармонических и скалярных систем. Это позволяет сделать вывод о том, что работа содержит оригинальные результаты в области – системного анализа, управления и обработки информации, статистики. Кроме того, предлагаемый метод может быть использован в различных предметных областях – теории упругости, строительстве, приборостроении.

Диссертационное исследование выполнено в рамках следующих пунктов паспорта специальности: 4 – разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта; 5 – разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта. Таким образом, диссертация соответствует паспорту специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Диссертация «Анализ стационарных физических систем методом итерационных расширений» Ушакова Андрея Леонидовича является законченным, самостоятельно выполненным научным исследованием, содержит новые научные результаты и рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры математического и компьютерного моделирования Южно-Уральского государственного университета.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: Свиридюк Г.А., д-р физ.-мат. наук, проф., проф. (председатель расширенного заседания кафедры математического и компьютерного моделирования), Загребина С.А., д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой; Акимова А.А., канд. физ.-мат. наук, доц., доц.; Гаврилова О.В., канд. физ.-мат. наук, доц.; Гребенщиков Б.Г., канд. физ.-мат. наук, СИС, доц.; Глушков А.И., канд. техн. наук, доц., доц.; Демьяненко Т.С., канд. экон. наук, доц.; Деркунова Е.А., канд. физ.-мат. наук, доц.; Клыгач Д.С., канд. техн. наук, доц. доц.; Колотова Н.С., канд. экон. наук, доц., доц.; Конкина А.С., канд. физ.-мат. наук, доц.; Кунгурцева А.В., канд. физ.-мат. наук, доц., доц.; Логинова Л.А., канд. пед. наук, доц.; Назарова Е.И., канд. физ.-мат. наук, доц.; Овчинникова Н.Н., канд. пед. наук, доц.; Осмоловский В.И., канд. пед. наук, доц., доц.; Парасич И.В., канд. техн. наук, доц.; Ушаков А.Л., канд. физ.-мат.

наук, доц., доц.; Эбель А.А., канд. физ.-мат. наук, доц., доц.; Богушов А.К., ст. преподаватель; Котлованов К.Ю., ст. преподаватель; Коробкова О.В., ст. преподаватель; Назарова Т.В., ст. преподаватель; Соловьева Н.Н., ст. преподаватель; Фокина М.С., ст. преподаватель; Козина Е.Н., ассистент; Кутепова Л.А., ассистент; Сагадеева М.А., канд. физ.-мат. наук, доц, доц..

Заключение составлено кандидатом физико-математических наук, доцентом, доцентом кафедры математического и компьютерного моделирования Сагадеевой Минзелей Алмасовной. Диссертация и заключение обсуждены и одобрены на расширенном заседании кафедры математического и компьютерного моделирования ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

Присутствовало 28 чел. Результаты голосования: «за» – 28 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 5 от 01 декабря 2022 г.

Председатель расширенного заседания кафедры математического и компьютерного моделирования, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Неклассические уравнения математической физики», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» доктор физико-математических наук, профессор Свиридюк Георгий Анатольевич



Доцент кафедры математического и компьютерного моделирования, кандидат физико-математических наук, доцент Сагадеева Минзиля Алмасовна



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Россия, 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д.76

Тел./факс: +7 (351) 267-99-00, E-mail: info@susu.ru



Начальник управления по работе с кадрами Южно-Уральского государственного университета

Минакова