

**РЕШЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА УрФУ 1.2.05.22
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК**

от «16» октября 2024г. № 8

о присуждении Третьякову Андрею Игоревичу, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Алгоритмы и программы решения обратных задач гравиметрии и магнитометрии на графических процессорах» по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите диссертационным советом УрФУ 1.2.05.22 05 июля 2024 г. протокол № 4.

Соискатель Третьяков Андрей Игоревич, 1991 года рождения, в 2013 году окончил ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности «Математическое обеспечение и администрирование информационных систем», в 2015 году окончил магистратуру ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, в 2019 году окончил очную аспирантуру ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ).

Работает в должности ведущего инженера-программиста Управления разработки в АО «ПФ «СКБ-Контур», г. Екатеринбург, и по совместительству в должности ведущего программиста отдела некорректных задач анализа и приложений ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург.

Диссертация выполнена в отделе некорректных задач анализа и приложений ФГБУН Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения РАН, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, **Акимова Елена Николаевна**, ФГБУН Институт математики и механики им. Н. Н. Красовского Уральского отделения РАН, отдел некорректных задач анализа и приложений, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Терехов Андрей Валерьевич - доктор физико-математических наук, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск, кафедра Вычислительной техники, профессор;

Цымблер Михаил Леонидович - доктор физико-математических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск, Научно-образовательный центр «Искусственный интеллект и квантовые технологии», зам. директора;

Ягола Анатолий Григорьевич - доктор физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», г. Москва, физический факультет, кафедра математики, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, из них 7 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и Аттестационным советом УрФУ, в том числе 5 в изданиях, проиндексированных в базах цитирования Scopus и WoS; 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ. Общий объем опубликованных работ по теме диссертации – 6.9975 п.л., авторский вклад – 3,6045 п.л.

Основные публикации по теме диссертации:

*статьи в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК РФ и
Аттестационным советом УрФУ:*

1. Акимова Е. Н., Мисилов В. Е., Скурыдина А. Ф., **Третьяков А. И.** Градиентные методы решения структурных обратных задач гравиметрии и магнитометрии на суперкомпьютере «Уран» // Вычислительные методы и программирование: Новые вычислительные технологии (электронный научный журнал). — 2015. — Т. 16, № 1. — С. 155—164. — (0.625 п.л. / 0.156 п.л.)
2. Akimova E. N., Misilov V. E., **Tretyakov A. I.** Regularized methods for solving nonlinear inverse gravity problem // 15th EAGE International Conference on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects. — 2016. — P. 1—5. — (Scopus) (0.3125 п.л. / 0.125 п.л.)
3. Akimova E. N., Martyshko P. S., Misilov V. E., **Tretyakov A. I.** On solving the inverse structural magnetic problem for large grids on GPUs // AIP Conference Proceedings. — 2017. — Vol. 1863. — 050010 (Scopus, WoS) (0.3125 п.л. / 0.125 п.л.)
4. Akimova E. N., Misilov V. E., **Tretyakov A. I.** Optimized algorithms for solving structural inverse gravimetry and magnetometry problems on GPUs // Communications in Computer and Information Science. — 2017. — Vol. 753. — P. 144—155. — (Scopus) (0.6875 п.л. / 0.275 п.л.)
5. Akimova E. N., Misilov V. E., **Tretyakov A. I.** Modified Componentwise Gradient Method for Solving Structural Magnetic Inverse Problem // Communications in Computer and Information Science. — 2018. — Vol. 910. — P. 162—173. — (Scopus) (0.6875 п.л. / 0.275 п.л.)
6. Akimova E. N., Misilov V. E., **Tretyakov A. I.** Using Multicore and Graphics Processors to Solve the Structural Inverse Gravimetry Problem in a Two-Layer Medium by Means of α -Processes // Communications in Computer and Information

Science. — 2019. — Vol. 1063. — P. 285—296. — (Scopus) (0.6875 п.л. / 0.275 п.л.)

7. Акимова Е. Н., Мисилов В. Е., **Третьяков А. И.** Экономичные алгоритмы решения обратных задач гравиметрии и магнитометрии на графических процессорах // Вычислительные методы и программирование: Новые вычислительные технологии (электронный научный журнал). — 2023. — Т. 24. — С. 368—385. — (1.06 п.л. / 0.53 п.л.)

свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Grav_1Surface_regCG_CUDA / Е. Н. Акимова, В. Е. Мисилов, **А. И. Третьяков** ; Ф. государственное бюджетное учреждение науки Институт математики и механики им. Н. Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук. — № 2020663100 ; заявл. 05.10.2020 ; опубл. 22.10.2020, 2020661482 (Рос. Федерация).
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. MagJz_1Surface_regCG_CUDA / Е. Н. Акимова, В. Е. Мисилов, **А. И. Третьяков** ; Ф. государственное бюджетное учреждение науки Институт математики и механики им. Н. Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук. — № 2020662619 ; заявл. 05.10.2020 ; опубл. 16.10.2020, 2020661563 (Рос. Федерация).
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Web-Portal_Paral_Prog / Е. Н. Акимова, Д. Гемайдинов, **А. И. Третьяков** ; Ф. государственное бюджетное учреждение науки Институт математики и механики им. Н. Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук. — № 2023683778 ; заявл. 10.11.2023 ; опубл. 14.11.2023, 2023684234 (Рос. Федерация).

На автореферат поступили положительные отзывы от:

Ильина Валерия Павловича, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории вычислительной физики и **Свешникова Виктора Митрофановича**, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории вычислительной физики ФГБУН Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск. Отзыв не содержит замечаний и вопросов.

Гагариной Ларисы Геннадьевны, доктора технических наук, профессора, директора Института СПИНТЕХ ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», г. Москва, г. Зеленоград. Отзыв не содержит замечаний и вопросов.

Губайдуллина Ирека Марсовича, доктора физико-математических наук, профессора, зав. Лабораторией математической Химии Института нефтехимии и катализа – обособленного структурного подразделения ФГБНУ Уфимский федеральный исследовательский центр РАН, г. Уфа. В отзыве содержится следующее замечание:

- Согласно автореферату 4-ой задачей работы являлась проведение экспериментов по исследованию сходимости численных методов, эффективности и ускорения параллельных алгоритмов. Приводятся ли в самой диссертации графики эффективности и ускорения?

Якововского Михаила Владимировича, доктора физико-математических наук, член-корр. РАН, профессора, заместителя директора по научной работе ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН», г. Москва. В отзыве содержится следующее замечание:

- Как недостаток текста автореферата следует отметить позднее описание ключевых параметров размера задач M и N . Косвенно

описание появляется только на рисунке страницы 18, хотя используются эти обозначения, начиная со страницы 10, что затрудняет общее восприятие работы.

Куликова Игоря Михайловича, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории параллельных алгоритмов решения больших задач ФГБУН Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения РАН, г. Новосибирск. В отзыве содержится следующее замечание:

- В настоящее время существенная доля производительности современных процессоров достигается с помощью использования векторных инструкций. Дизайн вычислительной модели для использования подобных инструкций требует как векторной записи численной методики, так и программную реализацию, учитывающую выравнивание данных, записи структур данных в векторной форме и т. п. Главным преимуществом такой организации вычислений является как значительное их ускорение, так и более эффективное использование памяти. В связи с этим возникает вопрос: применимы ли построенные в диссертации алгоритмы для их эффективной реализации с помощью векторных инструкций?

Эпова Михаила Ивановича, доктора технических наук, академика РАН, профессора, научного руководителя АО «Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья», г. Новосибирск. В отзыве содержится следующее замечание:

- На защиту в автореферате выносятся защищаемые положения, которые по тексту и по существу являются защищаемыми результатами. Следует отметить малую разницу между парами формул (1) и (3), (2) и (4). Формулы (1) и (2), являются очевидными частными случаями формул (3) и (4). В постановке задач предполагается, что поверхности раздела вне области

квазислоистости представляют собой горизонтальные плоскости с фиксированной глубиной залегания $z=h$. Эта глубина h затем используется как стартовая при решении обратной задачи (нахождение поверхности $z=f(x, y)$). При этом остается не исследовано влияние на устойчивость и погрешности решения обратных задач неточного задания величины h . Тем более, что в практических применениях она никогда не будет точно известно.

Выбор официальных оппонентов обосновывается известностью их научных достижений, большим научным вкладом и авторитетом в области математического моделирования и численных методов решения прямых и обратных задач гравиметрии, с которыми связана диссертация.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук соответствует п.9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ и является научно-квалификационной работой, в которой удалось получить решение научной задачи – разработать комплекс эффективных параллельных алгоритмов и программ для графических процессоров, имеющей значение для развития математического моделирования, численных методов решения обратных задач гравиметрии и магнитометрии.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное научное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

- для решения обратной задачи магнитометрии о восстановлении поверхности раздела сред, в рамках модели двухслойной среды с произвольно направленными векторами намагниченности слоев, предложен

покомпонентный градиентный метод, учитывающий поправку на отклонение от вертикали вектора разности намагниченности слоев;

- на основе модифицированного метода сопряженных градиентов построены экономичные по памяти (с пространственной сложностью $O(n)$) алгоритмы решения обратных задач гравиметрии и магнитометрии о восстановлении поверхностей раздела сред, учитывающие блочно-теплицевую структуру матриц;
- разработан комплекс эффективных параллельных алгоритмов и программ решения обратных задач гравиметрии и магнитометрии с применением высокопроизводительных графических ускорителей, апробированный с помощью математического моделирования для квазиреальных данных с целью обоснования применимости предлагаемого подхода;
- предложен новый подход разработки веб-портала для выполнения удаленных вычислений с возможностью запуска комплекса программ на многопроцессорных вычислительных системах.

Диссертация является теоретической работой в области математического моделирования и численных методов. Разработанные в диссертации и апробированные в расчетах параллельные алгоритмы и программы могут быть эффективно использованы при численном решении на графических процессорах обратных задач теории потенциала: задач гравиметрии и магнитометрии о нахождении поверхностей раздела. Разработанные алгоритмы могут быть использованы в программных пакетах для решения геофизических задач.

Диссертационная работа «Алгоритмы и программы решения обратных задач гравиметрии и магнитометрии на графических процессорах» полностью соответствует паспорту специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

