

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Третьякова Андрея Игоревича

«Алгоритмы и программы решения обратных задач гравиметрии и магнитометрии на графических процессорах», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность темы исследований.

Анализ гравитационных и магнитных полей с целью получения информации о структурных неоднородностях земной коры и верхней мантии представляет собой сложную проблему с научной и технической точек зрения. С развитием вычислительной техники появляется возможность повысить качество и степень разрешения геофизических неоднородностей и существенно сократить время расчетов. Разработка программных средств для эффективного использования вычислительных систем при решении данного класса проблем является актуальной задачей.

Диссертация А. И. Третьякова посвящена построению быстрых и экономичных по памяти итерационных алгоритмов на основе градиентных методов решения нелинейных обратных задач гравиметрии и магнитометрии о нахождении поверхностей раздела сред, реализации алгоритмов в виде комплекса программ для графических ускорителей и разработке системы удаленных вычислений для запуска разработанных программ на многопроцессорных системах.

Краткое содержание диссертационной работы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Во введении обосновывается актуальность темы исследований, приводится обзор публикаций, близких к теме диссертации, формулируется цель

исследований, ставятся задачи работы, приводится краткое содержание по главам и основные результаты диссертации.

Первая глава диссертации посвящена постановкам обратных структурных задач гравиметрии и магнитометрии о восстановлении поверхностей раздела сред по гравитационным либо магнитным данным. Показано, что рассматриваемые в диссертационной работе задачи сводятся к решению нелинейных уравнений. Построена схема аппроксимации интегрального оператора прямой задачи нахождения магнитного поля для поверхности раздела сред в случае произвольно направленных векторов намагниченности слоев, увеличивающая точность аппроксимации интегрального оператора по сравнению с квадратурными формулами.

Вторая глава посвящена построению оригинальных экономичных по памяти и времени счета алгоритмов решения задач, поставленных в первой главе. Построен новый покомпонентный метод для решения обратной задачи магнитометрии в случае произвольно направленного вектора намагниченности для одной границы раздела сред. Построены экономичные модифицированные алгоритмы решения обратных задач гравиметрии и магнитометрии на основе метода сопряженных градиентов с использованием блочно-теплицевой структуры матрицы производных интегрального оператора.

Третья глава посвящена разработке комплекса параллельных программ решения структурных обратных задач гравиметрии и магнитометрии на графических ускорителях и тестированию комплекса на построенных модельных примерах с использованием реальных гравитационных полей. Разработан веб-портал для удаленных вычислений, позволяющий запускать комплекс программ на многопроцессорных системах. Комплекс программ интегрирован в веб-портал.

В заключении приводятся основные выводы по теме диссертации.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем.

1. Для решения обратной задачи магнитометрии о восстановлении поверхности раздела сред, в рамках модели двухслойной среды с произвольно направленными векторами намагниченности слоев, предложен покомпонентный метод, учитывающий поправку на отклонение от вертикали вектора разности намагниченности слоев.

2. На основе 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 производных конечномерных аппроксимаций интегральных операторов.

3. 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.

4. Разработан веб-портал для выполнения удаленных вычислений с возможностью запуска комплекса программ на многопроцессорных вычислительных системах.

Обоснованность научных результатов подтверждается материалами публикаций, выполненных автором. Основные результаты по теме диссертации изложены в 11 печатных изданиях, 3 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 5 – в научных изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus, 3 – в научных изданиях, индексируемых в РИНЦ. В Роспатент и РОСРИД зарегистрированы три программы для ЭВМ.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что разработанные 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.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались автором и обсуждались на международных и всероссийских научных конференциях и семинарах.

Содержание автореферата правильно и в полной мере отражает основные положения диссертации, ее результаты и выводы.

Достоверность результатов диссертации установлена проведенными численными экспериментами, надежность разработанных программ проверена расчетами при решении модельных задач, надежность разработанного веб-портала проверена с помощью нагрузочного тестирования.

Замечание по диссертационной работе. В диссертации недостаточно описаны другие постановки и методы решения обратных задач магнитометрии и гравиметрии. Это замечание не снижает общей высокой оценки диссертационной работы.

Общая оценка диссертационной работы.

В диссертационной работе решена актуальная научная проблема, весьма перспективная и имеющая прикладное значение. Судя по публикациям и апробации работы на конференциях и семинарах и по зарегистрированным программам, можно сделать вывод, что Третьяков А. И. имеет все навыки современного исследователя и способен самостоятельно разрабатывать новые численные методы и параллельные алгоритмы.

Диссертационная работа Третьякова А. И. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена важная научно-техническая задача построения быстрых и экономичных итерационных алгоритмов решения нелинейных обратных задач гравиметрии и магнитометрии о нахождении поверхностей раздела сред и реализации алгоритмов в виде комплекса программ для графических ускорителей.

Считаю, что диссертационная работа Третьякова Андрея Игоревича «Алгоритмы и программы решения обратных задач гравиметрии и магнитометрии на графических процессорах» выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных

степеней в УрФУ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент,

профессор кафедры математики физического факультета МГУ им.

М.В.Ломоносова, доктор физико-математических наук, профессор

_____ А.Г. Ягола

«24» сентября 2024 г.

Подпись доктора физико-математических наук, профессора, профессора кафедры математики физического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова Яголы А.Г. заверяю.

И.о. декана физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессор



_____ В.В. Белокуров

«24» сентября 2024 г.

Официальный оппонент: Ягола Анатолий Григорьевич, профессор кафедры математики физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», доктор физико-математических наук, профессор.

Контактные данные:

Тел.: (495)9391033, e-mail: yagola@physics.msu.ru

Адрес места работы: 119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д. 1.

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».