

ОТЗЫВ

отечественного научного консультанта

на диссертационную работу Нурмангалиевой Май Болатовны на тему «Эффективные численные методы решения обратной задачи математической геофизики о продолжении потенциальных полей в сторону возмущающих масс» представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D05401 – Математика»

Диссертационная работа посвящена численному решению обратной задачи о продолжении потенциальных полей в сторону возмущающих масс, которая является очень важным при интерпретации аномалий полезных ископаемых. В настоящее время для Казахстана разведка новых месторождений и добыча полезных ископаемых по новым технологиям является актуальной задачей. Важнейшее значение для развития геологической отрасли Казахстана имеет охват геологической изученности территории по глубинному геологическому, геолого-минералогическому картированию. Также актуальной является задача разведки новых месторождений вместо истощающихся старых с применением достижений вычислительной математики и современных информационно-коммуникационных технологий.

Рассматриваемая обратная задача геофизики о продолжении потенциальных полей в сторону возмущающих масс описывается интегральным уравнением Фредгольма первого рода. Правые части интегральных уравнений содержат данные геохимических исследований полученных в инженерной лаборатории при проведении аналитических исследований ICP-MS спектроскопии, 777 отобранных проб на 70 химических элементах на обследованной территории площадью свыше 40 тысяч квадратных километров, которые получены в экспедиционных исследованиях по геохимии и минералогии рыхлых отложений месторождений полезных ископаемых Рудного Алтая и Калбы.

Целью диссертации является разработка и исследование эффективных численных методов решения задачи выявления аномалий при исследовании пространственного распределения химических элементов на месторождениях, которая описывается интегральным уравнением Фредгольма первого рода.

Диссертант Нурмангалиева М.Б. применяла различные методы для решения интегрального уравнения Фредгольма первого рода, рассматривая ее как обратную. Для приближенного численного решения интегрального уравнения Фредгольма первого рода были использованы следующие методы:

метод регуляризации А.Н.Тихонова, метод регуляризации М.М.Лаврентьева, двухэтапный метод, основанный на теории сопряженных уравнений, метод Г.Н.Положего, конструктивный метод с «сопровождением», метод Бубнова-Галеркина с базисами в виде вейвлетов Лежандра. Проведены исследования приближенных методов решения интегрального уравнения Фредгольма первого рода и сравнительный анализ методов на модельных задачах.

Среди рассмотренных методов наиболее предпочтительным оказался метод Бубнова-Галеркина с базисами в виде вейвлетов. Методом априорных оценок была доказана сходимость проекционного метода с базисами в виде вейвлетов на малых интервалах. Доказанная теорема показывает сходимость в зависимости от количества интервалов деления и степени полиномов метода Бубнова-Галеркина с базисами в виде вейвлетов.

Проведены методические численные расчеты на тестовых примерах показывающие удовлетворительную сходимость разработанного алгоритма реализаций метода Бубнова-Галеркина с базисами в виде вейвлетов Лежандра.

Получено численное решение двумерного интегрального уравнения Фредгольма первого рода.

Еще одним хорошим результатом является разработка двухэтапного метода, основанного на теории сопряженных уравнений. Метод оригинален тем, что первый этап вычислений можно провести заранее, до выезда “в поле”, простота второго этапа позволяет проводить обработку геологических данных “в поле” в режиме реального времени.

Представленный алгоритм решения задачи разбивается на два этапа. На первом этапе решается ряд задач, в которых не участвует правая часть интегрального уравнения. Используя результаты вычислений первого этапа, искомые решения интегральных уравнений для большого количества правых частей на втором этапе вычисляются при помощи двух суммирований.

В дальнейшем созданные комплексы прикладных программ были использованы в разработке геоинформационной системы основанной на методах интеллектуального выявления аномалий скрытых объектов, для глубинного прогнозно-поискового моделирования месторождений.

Научные результаты опубликованы в 4 научных статьях, в том числе 1 статья из списка, рекомендованного Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, 1 статья в международном рецензируемом научном журнале, входящем в первый квартиль базы WoS, 1 статья в международном рецензируемом научном журнале, входящем во второй квартиль базы JCR, 1 тезис - в сборнике материалов международных конференций, проиндексировано в базе данных Scopus.

- VII Всемирный Конгресс Математиков тюркского мира (TWMS Congress-2023);

Представленная диссертационная работа «Эффективные численные методы решения обратной задачи математической геофизики о продолжении потенциальных полей в сторону возмущающих масс» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философий (PhD), а ее автор – Нурмангалиева Мая Болатовна заслуживает присуждения ей степени доктора философий (PhD).

Темирбеков Н.М.

