

УТВЕРЖДАЮ

Проректор - начальник

Управления научной политики

МГУ имени М.В. Ломоносова,

доктор физ.-мат. наук,

А.А. Федянин

«13» марта 2021 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Бызова Дениса Дмитриевича «Методы интерпретации данных гравиметрии с использованием сеточных параллельных алгоритмов решения прямых и обратных задач» по специальности 25.00.10 - «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертационная работа Бызова Дениса Дмитриевича посвящена разработке высокопроизводительных методов интерпретации данных гравиметрии с использованием сеточных параллельных вычислений, включающих решение прямых и обратных задач гравиразведки.

Актуальность исследований обусловлена важностью создания эффективных методов обработки и интерпретации аномалий силы тяжести, применяемых для решения задач изучения глубинного строения Земли. Современные методы геофизики позволяют получать большие объёмы детальных высококачественных данных о гравитационном поле Земли. Поэтому вопрос физической содержательности и быстродействия алгоритмов, на создание которых направлена рассматриваемая работа, является весьма актуальным.

Целью рассматриваемой работы явилась разработка методов количественной интерпретации гравитационного поля на основе создания вычислительно эффективных алгоритмов решения прямых и обратных трехмерных задач гравиметрии. Для достижения этой цели автором были решены **ряд задач**, в число которых входили разработка подхода к решению прямой задачи гравиметрии с использованием современных технологий распараллеливания вычислительных процессов и разработка подхода и алгоритма к решению трехмерной линейной обратной задачи гравиметрии при построении объемных плотностных моделей, заданных на сетках большой размерности.

Структурно диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Текст диссертации содержит 110 страниц, в том числе список литературы из 121 наименования.

В введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследований, а также защищаемые положения.

В первой главе представлен алгоритм расчета гравитационного поля от модели с кусочно-постоянным распределением плотности на трехмерной равномерной сети большой размерности. Разработанный алгоритм отличается высокой производительностью за счет оптимизации вычислений гравитационных эффектов от прямоугольных призм и за счет применения использования современных технологий параллельных вычислений.

В главе 2 диссертации рассматриваются методические вопросы, связанные с выбором нормального плотностного разреза, относительного которого задаются, а в дальнейшем и определяются избыточные плотности пород, слагающих разрез. Автором предлагается и рассматривается методика расчета прямой задачи от созданной трехмерной плотностной модели и рассматривается зависимость рассчитанного прямого гравитационного эффекта от созданной модели в зависимости от выбора нормального плотностного разреза.

В третьей главе диссертации изложен оригинальный устойчивый алгоритм решения обратной задачи гравиразведки, опирающийся на метод локальной минимизации, рассмотренный ранее в работах А.В. Цирульского, И.Л. Пруткина, П.С. Мартышко. Рассматриваются возможности и ограничения применения данного алгоритма для решения обратной задачи гравиразведки, что можно отнести к положительным особенностям данной диссертации.

Четвертая глава посвящена вопросу разделения гравитационных полей на составляющие, каждая из которых связана с определенными плотностными неоднородностями, расположенными на определённых глубинах. Алгоритм основан на последовательном пересчете поля сначала в верхнее полупространство, а затем пересчете полученного поля в нижнее полупространство.

В пятой главе излагаются результаты применения предлагаемых автором алгоритмов к решению конкретных геологических задач.

В заключении диссертации сформулированы основные результаты работы.

Таким образом, в работе представлены **новые** эффективные вычислительные алгоритмы, позволяющие во много раз ускорить процесс построения трехмерных плотностных моделей по аномальному гравитационному полю, что в свою очередь позволяет ускорить процесс получения **геологически значимых результатов**. Актуальность и **новизна** подтверждаются тем фактом, что автор имеет большое количество опубликованных работ по теме диссертации как в российских реферируемых изданиях, так и в зарубежных.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

В диссертации Д.Д. Бызова корректно применены описанные методы, полученные результаты снабжены примерами. Все упоминания о результатах иных исследователей снабжены соответствующими ссылками. В работе корректно размещены ссылки на работы автора и его соавторов.

По теме диссертации соискателем опубликовано 15 работ, в том числе 11 работ, входящих в список ВАК, 7 из которых индексируются WoS и Scopus и 3 только Scopus.

Замечания по диссертации. По работе можно сделать следующие замечания:

1. В диссертации не хватает литературного обзора, отражающего современные подходы к решению прямых и обратных задач гравиметрии на сеточных моделях.
2. В работе представлены оценки ускорения вычислений авторского алгоритма на примере эффектов моделей различной размерности. При этом отсутствуют оценки точности таких вычислений. Их возможно выполнить, например, на сравнении эффектов тел простой формы, имеющих аналитические представления их компонент гравитационного потенциала.
3. В главе 1 не упоминается и не приводится сравнения быстродействия и точности авторского алгоритма с иными подходами к решению прямой задачи, например, на основе быстрой дискретной свертки.
4. В качестве примера для демонстрации особенностей выбора плотности вмещающей среды рассмотрена модель схематического плотностного разреза, представленная на рисунке 4. На данном рисунке рассчитанные поля имеют отрицательные значения, а также локальные минимумы на пикетах ~ 75 км и 575 км. Неясно из-за чего они возникают.
5. В конце 2 главы автор сам отмечает, что «приведенные выше результаты кажутся, на первый взгляд, очевидными...» и отмечает важность выбора плотности относимости для моделей с криволинейными плотностными границами. В таком случае не хватает в качестве модельного примера рассмотрения подобной модели.
6. При описании алгоритма разделения полей на основе последовательного пересчета в верхнее и нижнее полупространства в главе 4 не приводятся примеров показывающие корректность и точность работы авторского подхода.
7. На рисунках 23, 24, 26 - 31 с картографическими материалами не указан масштаб и не указаны единицы измерения координат.

Высказанные в отзыве замечания не снижают общей ценности работы. Диссертация Бызова Дениса Дмитриевича выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и содержит решение задачи построения объемных плотностных моделей по данным

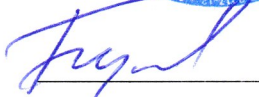
моделей по данным гравиметрии, имеющей важное значение для комплексных геолого-геофизических исследования строения земной коры. Автор демонстрирует высокую квалификацию и высокий уровень математической культуры. **Диссертация написана автором самостоятельно** и обладает внутренним единством.

Диссертация соответствует пунктам **11, 12** паспорта специальности 25.00.10 и критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для учёной степени кандидата наук, а её автор Денис Дмитриевич Бызов достоин присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Научный сотрудник кафедры
геофизических методов
исследования земной коры
Геологического факультета МГУ
имени М.В.Ломоносова, кандидат
технических наук


Кузнецов Кирилл Михайлович

Доктор физико-математических
наук, профессор



Булычев Андрей Александрович

Отзыв рассмотрен и обсужден на заседании кафедры геофизических методов исследования земной коры Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, одно из основных направлений научно-исследовательской деятельности которой является развитие технологий обработки и интерпретации потенциальных полей, 10 марта 2021 г., протокол № 17, и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

Заведующий кафедрой
геофизических методов
исследования земной коры
Геологического факультета МГУ
имени М.В.Ломоносова, доктор
физико-математических наук,
профессор


Булычев Андрей Александрович

Декан Геологического
факультета МГУ имени
М.В.Ломоносова, академик


Пушаровский Дмитрий Юрьевич