

Заключение диссертационного совета МГУ.016.6
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 7 декабря 2023 г., протокол № 50

О присуждении Чепигу Льву Станиславовичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы анализа гравитационного поля с учетом сферичности» по специальности 1.6.9 – Геофизика (технические науки) принята к защите диссертационным советом 23.10.2023 г., протокол № 47.

Соискатель Чепиг Лев Станиславович, 1994 года рождения, с 2017 по 2020 г. освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Соискатель работает инженером 2 категории в группе инженерно-геофизических исследований отдела инженерно-геологических изысканий Государственного бюджетного учреждения города Москвы «Московский городской трест геолого-геодезических и картографических работ».

Диссертация выполнена на кафедре геофизических методов исследования земной коры геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель:

кандидат геолого-минералогических наук Лыгин Иван Владимирович, доцент кафедры геофизических методов исследования земной коры геологического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Официальные оппоненты:

Жаров Владимир Евгеньевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, отделение астрономии, кафедра небесной механики, астрометрии и гравиметрии, заведующий; лаборатория гравиметрии государственного астрономического института имени П.К. Штернберга МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующий;

Долгаль Александр Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент, Горный институт Уральского отделения РАН – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения РАН, лаборатория геопотенциальных полей, главный научный сотрудник;

Вязьмин Вадим Сергеевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», механико-математический факультет, лаборатория управления и навигации, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 19 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 10

работ, из них 4 статьи опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук и 6 приравненных свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

1. **Чепиго Л.С.**, Лыгин И.В., Булычев А.А. Прямая двумерная задача гравirazведки от многоугольника с параболической плотностью // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2019. № 4. С. 89–93. RSCI (0,31 п.л., авторский вклад 40%). Импакт-фактор РИНЦ: 0,38.

2. **Чепиго Л.С.**, Ткаченко Н.С., Лыгин И.В. Определение параметров точечного источника по гравитационному полю, заданному на сфере // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. 2019. № 2. С. 84–89. RSCI (0,31 п.л., авторский вклад 40%). Импакт-фактор РИНЦ: 0,38.

3. **Чепиго Л.С.**, Лыгин И.В., Булычев А.А. Решение обратной задачи гравirazведки с переменной скоростью градиентного спуска // Геофизические исследования, издательство ИФЗ РАН (М.) 2022, том 23, № 1, с. 5-19. RSCI (0,94 п.л., авторский вклад 40%). Импакт-фактор РИНЦ: 0,65.

4. Лыгин И.В., **Чепиго Л.С.**, Соколова Т.Б., Кузнецов К.М., Булычев А.А. Методика геоплотностного и геомагнитного интерактивного моделирования в зависимости от объема и состава априорной геолого-геофизической информации // Геофизика. 2022, № 6, с. 57-70. RSCI (0,88 п.л., авторский вклад 40%). Импакт-фактор РИНЦ: 0,37.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

1. **Чепиго Л.С.**, Булычев А.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018619677 TG2Dlg 9 августа 2018.

2. **Чепиго Л.С.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019662512 GravInv2D, 25 сентября 2019.

3. **Чепиго Л.С.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020615095 GravInv3D, 14 мая 2020.

4. **Чепиго Л.С.**, Кузнецов К.М. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021619725 GravInv Global, 14 мая 2020.

5. **Чепиго Л.С.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022610137 GravMagInv, 10 января 2022.

6. **Чепиго Л.С.** Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022611050 GravInv, 19 января 2022.

На диссертацию и автореферат поступило 13 дополнительных отзывов, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высоким профессионализмом, квалификацией, компетентностью, широкой известностью и имеющимися публикациями в области обработки гравиметрической информации, в создании численных методов решения прямых и обратных задач гравиметрии, а также в области интерпретации гравиметрических материалов.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук соответствует пункту 2.1 Положения о

присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований:

- рассмотрены алгоритмы решения прямой и обратной задачи гравиразведки без учета и с учетом сферичности для изолированных тел правильной геометрической формы и сеточных плотностных моделей, проанализирована их временная сложность;

- сформулированы теоретические основы методики решения обратной задачи гравиразведки для сферы и тонкого радиального стержня по гравитационному полю, заданному на сфере. С помощью разработанной методики выполнено определение параметров источников аномалий гравитационного поля Луны;

- проведено сравнение скорости работы алгоритмов решения прямой задачи гравиразведки для тессероида и предложен новый алгоритм, предполагающий разбиение тессероида на тонкие радиальные стержни;

- доказано, что при подборе сеточных плотностных моделей для определения распределения неоднородностей по глубине возможно использование метода градиентного спуска решения системы линейных уравнений с переменной скоростью, зависящей от глубины как степенная функция;

- выполнен подбор сеточной плотностной модели Луны с детальностью 0.7 градусов по долготе и 0.5 градусов по широте.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- по результатам математического моделирования доказано, что предложенная автором методика решения обратной задачи методом характерных точек с учетом сферичности расширяет возможности количественной интерпретации аномальных гравитационных полей в региональных и глобальных масштабах;

- изложена методика и разработан алгоритм применения переменной скорости градиентного спуска для решения систем линейных уравнений, позволяющий распределять плотностные неоднородности в пространстве и учитывать априорную информацию при решении обратной задачи гравиразведки;

- изучена временная сложность алгоритмов решения прямой и обратной задачи гравиразведки для сеточных моделей и предложены оптимальные алгоритмы их решения.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработанная методика решения обратной задачи гравиразведки позволяет получать оценки параметров источников аномалий гравитационного поля, имеющих размеры в десятки и сотни километров;

- представлены методические рекомендации по использованию разработанных методов решения прямой задачи гравиразведки для тессероида в зависимости от его размеров и глубины;

- разработан и внедрен программный комплекс, позволяющий выполнять подбор сеточных плотностных моделей по гравитационному полю без учета и с учетом сферичности, с возможностью регулирования распределения плотностных неоднородностей по глубине.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- использованы современные и развитые алгоритмы и методики с применением современных вычислительных устройств;
- выводы и рекомендации обоснованы теоретически и подтверждены в процессе проведения математического моделирования.

Личный вклад соискателя состоит:

- в разработке теоретической части диссертации;
- в программной реализации разработанных алгоритмов;
- в сборе геофизических данных для последующего математического моделирования;
- в проведении математического моделирования и анализе его результатов;
- в подготовке основных публикаций по теме диссертационной работы.

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

1. Разработанная методика позволяет высокоэффективно и точно рассчитать гравитационный эффект от сферической призмы (тессероида) на основе ее аппроксимации набором тонких радиальных стержней.
2. Полученные теоретические основы методики решения обратной задачи гравиразведки для сферы и тонкого радиального стержня по гравитационному полю, заданному на сферической поверхности, позволяют определять положение изолированных источников.
3. Разработанная методика подбора сеточных плотностных моделей по гравитационному полю без учета и с учетом сферичности, позволяет учитывать априорную информацию о глубинном строении и строить эквивалентные распределения плотностных неоднородностей по глубине.

На заседании 7 декабря 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Чепигу Льву Станиславовичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.6.9 – Геофизика (технические науки), участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против – 0, недействительных голосов – 1.

Председатель
диссертационного совета

Булычев А.А.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Кузнецов К.М.

11.12.2023 г.