

Отзыв

официального оппонента

о диссертации **Черноскутова Александра Игоревича**

“ПРЯМЫЕ И ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ГРАВИМЕТРИИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ТРЕХМЕРНЫХ ПЛОТНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ С УЧЕТОМ ФОРМЫ ПЛАНЕТЫ”, представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18. – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В диссертационной работе А.И. Черноскутова исследуется актуальная проблематика учета сферической (эллипсоидальной) формы планеты при численном решении прямых и линейных обратных задач гравиметрии. Основным результатом работы являются предложенные алгоритмы численного решения прямых и обратных задач, позволяющие достичь высокой точности и производительности вычислений. На основе предложенных алгоритмов разработан программный комплекс, использующий технологии параллельных вычислений.

Актуальность работы обоснована необходимостью разработки новых высокоэффективных численных методов интерпретации гравитационных данных, позволяющих строить практические плотностные модели высокого разрешения.

Диссертация изложена на 90 страницах, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка цитированной литературы, включающего 51 ссылки, и приложения на английском языке, состоящем из инструкции пользователя к программному обеспечению на 3 страницах.

В первой главе приводится обзор современных исследований в которых предлагаются различные методы и алгоритмы учета сферичности Земли при интерпретации гравитационных данных, а также приводятся оценки геометрических характеристик плотностных моделей, при которых необходимо переходить к рассмотрению сферического слоя в постановке прямых и обратных задач. Рассмотрены работы ряда отечественных и зарубежных авторов.

Во второй главе описывается постановка прямой задачи гравиметрии для эллипсоидального слоя с кусочно-постоянным распределением плотности. Строится разбиение области плотностной модели на элементы, которые в последующем аппроксимируются многогранниками. В выражении гравитационного эффекта многогранника происходит переход к интегрированию по его поверхности, которая в свою очередь представляется набором треугольников. Потенциал треугольной пластины выражается в аналитической форме, что позволяет обойтись без методов численного интегрирования в финальном алгоритме решения прямой задачи. Приводятся результаты численных экспериментов, сравнивающих предложенный метод с интегрированием по формулам Гаусса-Лежандра. Для приведенных примеров показано превосходство предложенного метода в точности и скорости вычислений. Далее предлагается условие замены гравитирующих элементов модели, находящихся на большом расстоянии до точки наблюдения, шарами эквивалентной массы. Более простое выражение гравитационного эффекта шара приводит к существенному повышению вычислительной эффективности. Приводится описание разработанного программного обеспечения, которое реализует

предложенный метод с применением технологий распределенных высокопроизводительных вычислений. Приведен пример решения прямой задачи гравиметрии для практической плотностной модели с большим количеством элементов разбиения ($\sim 10^8$).

В третьей главе рассматривается ряд синтетических и практических плотностных моделей различной протяженности и с различными способами задания функции распределения плотности. Для каждого из примеров сравнивается гравитационный эффект в двух случаях: с учетом сферичности и без. На основании проведенных экспериментов делается вывод, что сферичность необходимо учитывать только при рассмотрении «моделей протяженностью порядка 1000×1000 км». Предлагается преобразование плоской плотностной модели (прямоугольный параллелепипед) в эллипсоидальную (тессероид), основанное на преобразовании Гаусса-Крюгера. Утверждается, что данное преобразование вносит малые искажения в поле модели и его морфологию.

В четвертой главе приводится постановка задачи оптимизации, позволяющая получить решение обратной задачи гравиметрии. Задача является некорректной, в связи с чем для обеспечения единственности и стабильности решения используется регуляризация Тихонова. На основании выводов предыдущей главы о том, что поправка за сферичность вносит малую ошибку в поле (для рассматриваемых моделей), предлагается использовать в качестве начального приближения решение обратной задачи, полученное для плоскопараллельного слоя. Предполагается, что это позволит наследовать геологическую содержательность решения, а также существенно сократит количество итераций градиентного метода, с помощью которого в работе производится решение обратной задачи для случая сферической постановки. В связи с существенной недоопределенностью задачи предлагается модификация целевого функционала, позволяющая влиять на морфологию решения таким образом, чтобы оно отвечало имеющимся априорным данным (распределению среднего значения плотности по слоям модели). В конце главы приводится результат численного решения обратной задачи гравиметрии с учетом сферичности для модели Уральского региона в высоком разрешении. Решение получено с помощью разработанного автором совместно с Д. Бызовым программного комплекса.

Диссертационная работа выполнена на приемлемом научном уровне. Автореферат диссертации правильно и достаточно полно отражает ее содержание. Имеется несколько замечаний и рекомендаций:

- Отсутствуют научные работы, написанные автором самостоятельно;
- В автореферате указан личный вклад автора, в то время как в диссертации это отсутствует;
- Короткая инструкция к используемой в диссертации программе написана на английском языке, в которой указан соавтор программы Д.Бызов. Не указано, что сделано автором диссертации самостоятельно в этой программе. В качестве рекомендации хотелось бы, чтобы автор в будущем писал инструкции к программам на русском языке и использовал общепринятый ГОСТ 19.202-78 для написания таких инструкций;
- В соответствии со специальностью диссертации 05.13.18 желательно было зарегистрировать программу для ЭВМ в Роспатенте.

Эти замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации. Все результаты диссертации апробированы на научных российских и международных

конференциях, опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК России для публикации основных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Считаю, что диссертация А.И. Черноскутова соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор – Черноскутов Александр Игоревич – заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент

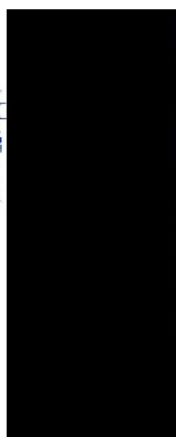
доктор физико-математических наук по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление, ведущий научный сотрудник отдела прикладных задач Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт математики и механики им. Н.Н.Красовского Уральского отделения Российской академии наук;
почтовый адрес: 620990, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 16; Тел.: 8(343)3753480, E-mail: imny@imm.uran.ru



Филимонов Михаил Юрьевич

Подпись официального оппонента М.Ю. Филимонова заверяю:

Подпись
Ученый
ИММ



Ульянов О.Н.