

ОТЗЫВ

**научного консультанта,
доктора физико-математических наук, профессора Серовайского С.Я.
на диссертационную работу
Кенжебаевой Мерей Омаровны
на тему «Обратная задача гравиметрии для нефтегазового месторождения»,
представленную на соискание ученой степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D060300 — Механика**

Диссертационная работа М.О. Кенжебаевой посвящена решению ряда обратных задач гравиметрии. Эффективное освоение нефтяных и газовых месторождений требует проведение постоянного мониторинга состояния нефтегазовых пластов. Один из важнейших способов решения этой задачи связан с измерением гравитационного поля. При этом необходимо по результатам измерения градиента потенциала гравитационного поля на поверхности земли восстановить структуру среды, находящейся глубоко под землей. В частности, представляет особый интерес выявление характеристик гравитационных аномалий с целью анализа текущего состояния нефтегазовых месторождений, повышения эффективности их эксплуатации и предупреждения аварийных ситуаций. Это связано с решением целого комплекса проблем как физического, так и математического характера. Они обусловлены, с одной стороны, особенностями самих физических процессов, больших размеров исследуемой области, сложностью геолого-литологических характеристик, ограниченным объемом измеряемой информации, а с другой стороны, существенной некорректностью соответствующих обратных задач гравиметрии. Тем самым решения вышеуказанных задач представляет значительный интерес, а тематика данной диссертационной работы является весьма актуальной.

В диссертационной работе осуществляется комплексное решение серии задач восстановления распределения плотности гравитационных аномалий по результатам измерения градиента потенциала гравитационного поля. При этом строятся математические модели распределения потенциала гравитационного поля в достаточно протяженных областях, разрабатываются алгоритмы для решения соответствующих моделей с соответствующим программным обеспечением, исследуется влияние структуры, формы и размеров аномалий на характеристики гравитационного поля на поверхности земли, ставятся разнообразные обратные задачи гравиметрии, проводится их глубокий математический анализ, разрабатываются численные алгоритмы решения этих задач на основе различных методов оптимизации, а также программное обеспечение для практической реализации поставленных обратных задач с использованием данных геолого-литологических профилей реальных месторождений на западе Казахстана, проводится глубокий анализ результатов решения соответствующих прямых и обратных задач гравиметрии с компьютерной визуализацией полученных результатов.

Диссертационная работа включает в себя четыре главы. В первой главе исследуется прямая задача гравиметрии. Здесь описывается математическая модель распределения гравитационного поля, в основе которой лежит уравнение Пуассона относительно потенциала гравитационного поля. Дается описание численного алгоритма решения задачи на основе метода конечных разностей и соответствующего

программного обеспечения. Проводится анализ результатов компьютерного эксперимента. Оценивается влияние структуры, формы, размеров и расположение гравитационных аномалий на значение градиента потенциала гравитационного поля на поверхности земли.

Предметом второй главы является задача восстановления плотности гравитационной аномалии по результатам измерения потенциала поля на внешней поверхности. Дается постановка соответствующей обратной задачи. Описываются градиентные методы решения этой задачи с использованием метода Монте-Карло для решения соответствующих краевых задач. Проводится практическое решение поставленных задач с оценкой эффективности предлагаемых алгоритмов в широком диапазоне параметров процесса.

В третьей главе в связи со сложностями задания краевых условий производится переформулировка обратной задачи, вследствие чего результаты измерения оказываются на внутренней поверхности. Сложность этой задачи обусловлена принципиальными математическими сложностями производной функционала и соответствующей сопряженной системы, что делает непригодными градиентные методы минимизации функционала. В этой связи практическое решение обратной задачи осуществляется с помощью метода Нелдера-Мида, не требующего вычисления производной функционала. Осуществляется решение обратной задачи с оценкой влияния на результат тех или иных параметров.

В четвертой главе полученные ранее результаты распространяются на более реалистичный случай наличия двух аномалий. Здесь также дается постановка обратной задачи, описание алгоритма ее решения и соответствующего программного обеспечения, а также оценка эффективности алгоритма и анализ результатов счета в зависимости от параметров системы, включая особенности взаимного расположения рассматриваемых аномалий.

Диссертационная работа М.О. Кенжебаевой обладает внутренним единством, ее основные результаты являются новыми и имеют теоретическое и практическое значение. Проведенное исследование связано с темой научного ГИС проекта AP05135158 «*Development of geographic information system for solving the problem of gravimetric monitoring of the state of the subsoil of oil and gas regions of Kazakhstan based on highperformance computing in conditions of limited experimental data*». По результатам работы имеются 15 публикаций, в том числе 4 статьи в высоко рейтинговых журналах News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences. 1(445) January – February 2021) (Q3, %41); Вестник Карагандинского университета. Серия «Математика» (Q3, %35); Journal of Physics: Conference Series 2092(1), 012017 (Q4, %22); International Journal of Mathematics and Physics (Q4, %2); а также авторское свидетельство на разработанную программу «Converter».

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа на тему «Обратная задача гравиметрии для нефтегазового месторождения», отвечает всем требованиям, предъявляемым докторским диссертациям по специальности «6D060300 — Механика», а ее автор Кенжебаева Мерей Омаровна заслуживает присуждения ей искомой степени доктора философии (PhD).

Научный консультант,
доктор физико-математических наук,
профессор

С.Я. Серовайский

