

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Кенжебаевой Мерей Омаровны на тему «Обратная задача гравиметрии для нефтегазового месторождения»,
предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060300-Механика».

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан по специальности: «Механика». Также данная диссертационная работа была выполнена в рамках проектов программы грантового финансирования фундаментальных исследований в области естественных наук «Разработка геоинформационной системы для решения задачи гравиметрического мониторинга состояния недр нефтегазоносных районов Казахстана на основе высокопроизводительных вычислений в условиях ограниченного объема экспериментальных данных» (2018-2020 гг., AP05135158-ОТ-19).
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Работа вносит существенный вклад в науку и ее важность хорошо раскрыта в данной диссертационной работе. Диссертационная работа

			соответствует приоритетным направлениям развития науки и техники и посвящена математическому моделированию и численному решению обратной задачи гравиметрии нефтегазового месторождения методом Нелдера-Мида.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности: высокий. Основные результаты исследований, проведенных в диссертационной работе, получены автором самостоятельно. Полученные в работе научные результаты являются новыми, представляют научный и практический интерес для мониторинга текущего состояния нефтеносности месторождения и могут быть применены при принятии решении для дальнейшей добычи нефти.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Да, обоснование полное. Суть диссертационной работы раскрыта подробно.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертации отражает тему в полном объеме. Все работы выполнены докторантом самостоятельно.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u> ; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Цель и задачи соответствуют теме диссертации: соответствует. Целью работы является: разработка математической модели и решение обратной задачи гравиметрии для восстановления плотности полезных

			ископаемых на основе данных гравитационных измерений (гравиразведки) для нефтегазовых месторождений.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны. В работе подробно рассмотрены вопросы математического моделирования и численного решения обратной задачи гравиметрии для нефтегазового месторождения в условиях не определенной среды и ограниченности данных методом Нелдера-Мида. Диссертантом составлена математическая модель и численная реализация решения обратной задачи гравиметрии, которая позволяет проводить экспресс мониторинг для различных параметров месторасположения и размеров аномалии с учетом геолого-литологических профилей, полученных при первичной разведке месторождения.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) <u>анализ частичный</u>; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	В данной диссертационной работе все решения аргументированы и приведен частичный анализ. В работе были проведены исследования прямой и обратной задачи гравиметрии. Здесь было показано, что расположение аномалии близко к краю исследуемой области сильно искажает результаты счета как для прямой, так и для

			обратной задачи гравиметрии. Обратные задачи являются не корректными, т.е. не имеют единственного решения. Разработана математическая модель обратной задачи гравиметрии при неопределенной окружающей среде, которая успешно протестированна в лабораторных условиях, для реального нефтяного месторождения.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%);</u> 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Научная новизна работы состоит в постановке новых прямых и обратных задач геофизики. Качественный анализ решаемых обратных задач геофизики. Разработка алгоритмов решения обратных задач геофизики и их программная реализация. - математическая модель распространения гравитационного поля в нефтегазовом месторождении, численное решение задачи и соответствующее программное обеспечение, оценка влияния параметров процесса, определение потенциала гравитационного поля на основе реального геолого-литологического профиля нефтяного месторождения; - постановка задачи восстановления плотности гравитационной аномалии по результатам измерения гравитационного поля на внешней поверхности, доказательство единственности решения задачи, разработка и программная реализация алгоритма решения

			обратных задач с использованием градиентного метода и метода Монте-Карло, оценка точности решения обратной задачи в зависимости от места расположения гравитационной аномалии и ее размеров; - постановка обратной задачи гравиметрии с данными на внутренней поверхности при наличии двух гравитационных аномалий, разработка и программная реализация алгоритма решения обратной задачи с использованием метода Нелдера-Мида, оценка точности решения обратной задачи в зависимости от взаимного расположения гравитационных аномалий и их размеров.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%);</u> 3) не новые (новыми являются менее 25%)	В диссертации содержатся новые научно обоснованные результаты, совокупность которых является достижением в развитии решении обратных задач гравиметрии для нефтегазового месторождения. Основные результаты и выводы диссертационного исследования заключаются в следующем: 1. Рассмотрена математическая модель распределения потенциала гравитационного поля в неопределенной среде. На основе численного анализа исследовано влияние расположения гравитационной аномалии и ее размеров на градиент поля на поверхности земли.

			2. Решена прямая задача гравиметрии с использованием данных геолого-литологического профиля реального нефтегазового месторождения. Разработана программа «Converter» для преобразования данных геолого-литографического профиля нефтяного месторождения в цифровой формат в виде массива в среде Python. Разработанная программа подтверждена авторским свидетельством. 3. Поставлена задача восстановления плотности гравитационной аномалии по результатам измерения градиента потенциала гравитационного поля на внешней поверхности рассматриваемой области. Соответствующая обратная задача сводится к двум оптимизационным задачам. Доказана единственность решения полученных задач. Разработан алгоритм численного решения обратной задачи с использованием градиентного метода и метода Монте-Карло. С помощью компьютерного анализа установлено влияние расположения аномалии и ее размеров на точность решения рассматриваемой обратной задачи гравиметрии. 4. В целях уточнения граничных условий при постановке обратной задачи гравиметрии предложено искусственно расширить заданную область, в результате чего результаты измерения гравитационного поля оказываются на внутренней
--	--	--	---

			поверхности расширенной области. Показано, что применение градиентного метода для решения соответствующей обратной задачи оказывается не эффективным в виду необходимости вычисления производной от дельта-функции при определении градиента минимизируемого функционала. Соответствующая обратная задача гравиметрии решена с помощью метода Нелдера-Мида. Численное решение задачи проведено для различных вариантов расположения гравитационной аномалии и ее размеров. 5. Поставлена задача восстановления плотностей двух гравитационных аномалий по результатам измерения градиента потенциала гравитационного поля на внутренней поверхности рассматриваемой области. Решение задачи найдено с помощью метода Нелдера-Мида для различных вариантов взаимного расположения гравитационных аномалий и их размеров.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%);</u> 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются частично новыми.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах. Разработанные в диссертации математические модели и численные

			методы решения исследования были использованы при проектировании ГИС, для восстановления значения плотности аномалии для обратной задачи гравиметрии. Проведенные экспериментальные исследования сравнения результатов численного решения с результатами замеров от гравиметров для прямой задачи дали положительные результаты, что свидетельствует о выполнении и обоснованности основных выводов соискателем и поставленных перед ним задач и соответственно цели исследования.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет	Доказано ли положение? – Да. Является ли тривиальным? –Нет. Является ли новым? –Частично (так как обратные задачи гравиметрии ранее были исследованы, но докторант предлагает решение обратной задачи гравиметрии для любых форм и глубин залегания аномалии). Уровень для применения: средний. В основном для исследования глубинных залежей полезных ископаемых. Доказано ли в статье? – Да. По теме диссертации автором было опубликовано 15 работ, в том числе 2 публикации в научных изданиях, входящих в перечень рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК для публикации основных результатов научной

			деятельности, 4 публикации в научном журнале индексируемый базой данных Scopus; 9 публикаций в трудах зарубежных и отечественных научных конференций, среди которых 1 публикации в материалах зарубежных конференций, 4 публикации в трудах всероссийских научных конференций, 4 публикации в материалах отечественной конференции. Получено одно авторское свидетельство на разработанную программу «Converter». Из некоторых незначительных замечаний и предложений по диссертации: - в диссертации можно было расширить литературный обзор с представлением других методов решения обратных задач и с указанием их недостатков и преимуществ. - в виде пожелания следует отметить, что Comsol Multiphysics применяется для проверки расчетов, а не в качестве основного инструмента решения поставленной задачи;
8.	Принцип достоверности Достоверность	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет	Да, достоверность и обоснованность научных положений, выводов и результатов диссертации подтверждена.

	источников и предоставляемой информации	8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет	Да, разработанные в диссертации математические модели и методы расчета и исследования обратных задач гравиметрии в неопределенной среде, и полученные результаты его экспериментальных исследований, могут быть использованы для проектирования и разработки новых математических моделей и численных методов в научно-исследовательских институтах, в организациях занимающихся разведкой и добычей полезных ископаемых.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) да; 2) нет	Да, доказаны в полном объеме
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Да, важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу
		8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Достаточны, замечаний нет
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	Да, полученные математические модели и методы численного решения обратных задач гравиметрии для нефтегазового месторождения в неопределенной среде могут быть использованы при проведении теоретических исследований для широкого класса обратных задач гравиметрии.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Да, практическая значимость работы состоит в математической модели и

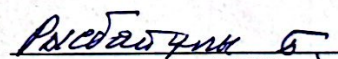
		1) да; 2) нет	численного решения при помощи современных вычислительных способностях суперкомпьютеров. Результаты экспериментальных исследований будут полезны при мониторинге и анализе текущего состояния нефтяного месторождения и принятия решения для дальнейшей эффективной добычи полезных ископаемых.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Да, новыми
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Высокое

Заключение: Считаю что диссертация Кенжебаевой М.О. на тему «Обратная задача гравиметрии для нефтегазового месторождения» полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора философии (PhD), а ее автор – Кенжебаева Мерей Омаровна заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D060300 – Механика».

Официальный рецензент:

Доктор физико-математических наук, профессор
Рысбайулы Б.
Международный университет
информационных технологий (МУИТ)
(место работы, научное звание)


(подпись)


(ФИО)

