

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.365.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 07.11.2023, № 14

О присуждении Мицыну Сергею Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Геоинформационный метод объёмного моделирования глубинного строения территории на основе данных геопотенциальных полей» по специальности 1.6.20 – Геоинформатика, картография принята к защите 13.07.2023 г. (протокол заседания №7) диссертационным советом 24.2.365.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 192007, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, д.79, созданного приказом № 1551/нк от 21.11.2022 года.

Соискатель – **Мицын Сергей Валерьевич**, гражданство Российская Федерация, 1983 года рождения. В 2009 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московской области «Международный университет природы, общества и человека «Дубна» с присуждением степени магистра техники и технологии по направлению «Системный анализ и управление». В 2009 – 2012 году там же Сергей Валерьевич обучался в аспирантуре по специальности

«Системный анализ, управление и обработка информации». С 2018 года С.В. Мицын работает научным сотрудником в ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» Федерального агентства по недропользованию (Роснедра) Министерства природных ресурсов и экологии.

Диссертация выполнена в отделении геоинформатики ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» Федерального агентства по недропользованию.

Научный руководитель – доктор технических наук, Финкельштейн Михаил Янкелевич, заведующий отделом 3D моделирования геолого-геофизических объектов отделения геоинформатики ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт».

Официальные оппоненты:

Чесалов Леонид Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, начальник управления информационных технологий и защиты информации ФГБУ «Гидроспецгеология».

Вагизов Марсель Равильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных систем и технологий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Университет «Дубна» в своём положительном отзыве, составленном и подписанном доктором технических наук, профессором, профессором кафедры системного анализа и управления ФГБОУ «Университет «Дубна» Моховым Андреем Игоревичем и утверждённом к.ф.-м.н., доцентом, и. о. ректора ФГБОУ ВО «Университет «Дубна» Деникиным Андреем Сергеевичем, обсуждённом и одобренном на совместном заседании кафедр Института системного анализа и управления ФГБОУ «Университет «Дубна», 15 сентября 2023 г., протокол № 3, указала, что диссертация Мицына Сергея Валерьевича является законченной, логично

обоснованной научно-квалификационной работой, соответствует паспорту специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография» и полностью отвечает требованиям Положения о порядке присуждения учёных степеней, а её автор, Мицын Сергей Валерьевич, заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография».

Соискатель имеет 7 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых журналах опубликовано 6 работ, а также 1 работа в материалах конференций.

Наиболее значимые работы по теме диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Мицын С.В., Ососков Г.А. «Экстарполяция сеточных моделей геофизических полей методом конечных разностей». – Геоинформатика, 2016, №3, с. 29-34

2. Мицын С.В. «О численной реализации спектрального метода решения обратной задачи гравиразведки». – Геоинформатика, 2018, №3, с. 89-97

3. Мицын С.В., Пиманова Н.Н., Спиридонов В.А., Шаров Н.В. «Трёхмерное плотностное моделирование земной коры юго-восточной части Фенноскандинавского щита в ГИС INTEGRО». – Геоинформатика, 2019, №1, с. 24-35

4. Мицын С.В. «Новые методы решения прямых задач на геопотенциальные поля на профилях». – Геоинформатика, 2020, №1, с. 27-37

5. Мицын, С. В., Большаков Е. М. «Монтажный метод в ГИС INTEGRО и его использование для решения обратной гравитационной задачи». – Геоинформатика. 2021. № 3. С. 36–47.

6. Мицын С.В., Широкова Т.П., Спиридонов И.В. «Монтажный метод в ГИС INTEGRО для решения обратной задачи магнитного поля». – Геоинформатика. 2022. № 3. С. 30-38.

Все публикации соответствуют теме диссертации и раскрывают её основные положения, недостоверных сведений об опубликованных соискателем учёной степени работ не выявлено.

На диссертацию и автореферат поступило 16 отзывов.

1. Отзыв официального оппонента Чесалова Леонида Евгеньевича, доктора технических наук, профессора, начальника управления информационных технологий и защиты информации ФГБУ «Гидроспецгеология».

Отзыв положительный. Замечания:

соискатель работает в классе алгоритмов и методик, развиваемых различными исследователями много десятков лет, используя модели с эквивалентным распределением эффективного физического параметра. Кроме того, дискретное представление физических полей в виде регулярных сетей страдает значительными недостатками, существенно искажая наблюдаемые исходные данные. Хотелось бы видеть новые подходы к решению обратных задач разведочной геофизики, основанные на иных, в том числе смешанных моделях (В.Н.Страхов), которые потенциально должны дать качественный скачок интерпретации потенциальных полей.

класс моделей, для которых разработана и апробирована методика в рамках монтажного метода достаточно ограничен – горизонтально (или косо) слоистая модель среды с отдельными возмущающими объектами с начальным приближением в виде вертикального эллипсоида. Данный класс моделей фактически применим только для ограниченного количества геологических обстановок, соответствующих, например, нефтегазоносным регионам с традиционными терригенными коллекторами. Тем самым не охватываются месторождения нефти и газа в карбонатных и трещинных коллекторах. Для большей части генетических типов рудных месторождений такие модели также мало применимы. Сложный настраиваемый механизм приоритетов оптимизации не позволяет отличить без визуального контроля специалистом-геологом неадекватные решения от сложных по морфологии, но имеющих геологический смысл моделей. Все это естественным образом ограничивает применение разработанной методики.

2. Отзыв официального оппонента Вагизова Марселя Равильевича, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой информационных

систем и технологий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственных лесотехнический университет им. С.М. Кирова».

Отзыв положительный. Замечания:

в первой методике моделирования на основе метода Приезжева есть поддержка параметров, которые, как указано, позволяют подбирать результат инверсии так, что он не противоречит априорным данным (стр. 61), но недостаточно чётко показано, на что именно влияют эти параметры и как их следует подбирать.

в представленной реализации монтажного метода автором указывается, что из-за использования вычислений на графических ускорителях была выбрана аппроксимация ячейки среды в виде точечного объекта, однако не указано, насколько сильно эта аппроксимация влияет на конечный результат.

достаточно большой раздел посвящен анализу и расчёту оценок вычисления производительности работы монтажного метода, что является не обязательным в условиях неопределённости использования различного аппаратного обеспечения ГИС-специалистами.

неаккуратно оформлены подписи к рисункам 4.2 – 4.19.

3. Отзыв ведущей организации ФГБОУ ВО «Университет «Дубна».

Отзыв положительный. Замечания:

в методике, основанной на методе Приезжева, не показано, как следует подбирать параметры для согласования инверсии с априорными данными.

в методике, основанной на методе Приезжева, показана, что она разработана для дискретных (сеточных) моделей полей и среды, и благодаря чему достигается тождественность композиции операторов прямой задачи и инверсии, но не показана важность (практическая значимость) этого свойства тождественности.

в главе, посвящённой методике экстраполяции не приведено сравнение со статистическими методами, а также с методом минимальной кривизны.

для методики экстраполяции не даны достаточно чётко рекомендации по выбору размера области экстраполяции.

в главе 4 приведено слишком много графиков, касающихся точности вычислений, не приведены обоснования для выбора модели, на основе которой выполнено исследование точности вычислений.

4. Приезжев Иван Иванович, доктор технических наук (25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых), генеральный директор Общества с Ограниченной Ответственностью «Лаборатория Приезжева».

Отзыв положительный. Замечания:

было бы гораздо нагляднее продемонстрировать преимущества предложенного метода на небольших моделях.

увеличение сетки в 4 раза не существенно уменьшает скорость вычислений согласно специфике БПФ. С другой стороны, такое увеличение позволяет «задвинуть» ошибочные тела для такого расширения сетки достаточно глубоко за пределы изучаемой области. Особенно хорошо это будет работать в случае входных данных с большим градиентом.

5. Долгаль Александр Сергеевич, доктор физико-математических наук (25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых), доцент, главный научный сотрудник лаборатории геопотенциальных полей, «Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» – филиал ФГБУ науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения РАН.

Отзыв положительный. Без замечаний.

6. Воронин Александр Юрьевич, доктор технических наук (25.00.35 «Геоинформатика»), доцент, профессор экономического факультета ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет».

Отзыв положительный. Замечания:

в работе недостаточно показано, насколько представленная методика на основе метода Приезжева лучше оригинальной численной реализации этого метода.

следовало бы дать численную оценку для качества экстраполяции разработанной методики. Как известно, чем больше расстояние, на которое строится экстраполяция, тем хуже её качество. На какое расстояние следует её строить и как быстро падает её качество?

7. Чижова Ирина Александровна, доктор геолого-минералогических наук (25.00.35 – «Геоинформатика»), ведущий научный сотрудник лаборатории геологии рудных месторождений Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН.

Отзыв положительный, замечаний нет.

8. Оборнев Евгений Александрович, кандидат физико-математических наук (25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поиска полезных ископаемых»), заведующий кафедрой информатики и геоинформационных систем ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», МГРИ.

Отзыв положительный. Замечания:

почему в методике на основе метода Приезжева был выбран именно такой вид функции и именно такая параметризация?

почему были выбраны именно эти два метода – Приезжева и монтажный метод?

9. Андрианов Дмитрий Евгеньевич, доктор технических наук (05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации»), доцент, заместитель директора по учебной работе, заведующий кафедрой информационных систем, Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых».

Отзыв положительный. Замечания:

недостаточно полно описаны разработанные макеты программных комплексов (главы 3,4), что снижает возможности оценки дальнейших внедрений предложенных методов и алгоритмов.

в работе не приведены результаты исследований адекватности представления территорий в виде числовых характеристик, что не позволяет в полной мере оценить практические возможности алгоритмов.

10. Туренко Сергей Константинович, доктор технических наук (25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»), профессор, заведующий кафедрой прикладной геофизики, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».

Отзыв положительный. Замечания:

требует уточнения устойчивость предложенных методов относительно погрешности исходных данных;

требует уточнения технологическая характеристика разработанного программного обеспечения

11. Черкасов Сергей Владимирович, доктор технических наук (25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»), директор ФГБУН Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН.

Отзыв положительный. Замечание:

автор вполне обоснованно избегает в автореферате конкретных геологических интерпретаций, однако при обсуждении монтажного метода (глава 4) целью метода указывает моделирование геометрии интрузивных тел. Правильнее было бы говорить о локальных, или обособленных неоднородностях земной коры, поскольку интрузивные тела представляют собой лишь частный случай объектов моделирования монтажным методом.

12. Кравец Алла Григорьевна, доктор технических наук (05.13.10 – «Управление в социально-экономических системах»), профессор, профессор кафедры САПриПК, ФГБОУ «Волгоградский государственный технический университет».

Отзыв положительный. Замечания:

в изложении методики на основе метода Приезжева неясно, за счёт чего изменение указанных параметров альфа и бета позволяет подобрать модель физического параметра под априорные данные. Не изложены ограничения

разработанной методики: неужели этих двух параметров достаточно, чтобы подобрать модель под любые априорные данные?

в методике экстраполяции не изложено то, как выполнение указанных в работе требований к экстраполированным полям приводят к подавлению краевых эффектов. Почему неразрывности градиента соискатель посчитал достаточным и не выбрал, например, непрерывность гессиана? Неясно, как из этих требований было получено указанное дифференциальное уравнение.

13. Зубов Денис Евгеньевич, ведущий специалист ЦГФО отдела подготовки опережающих геофизических основ ГГК-200 ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского».

Отзыв положительный. Замечания:

в работе не содержится оценка того, насколько качество экстраполяции разработанной методикой уменьшается с расстоянием, на которое производится экстраполяция.

стоило бы сделать сравнение разработанной методики экстраполяции с другими на примерах, хотя, возможно, они представлены в диссертации.

14. Степанов Юрий Александрович, доктор технических наук (25.00.35 – Геоинформатика), профессор кафедры цифровых технологий Кемеровского государственного университета.

Отзыв положительный. Замечания:

из автореферата следует что, компонентная структура ГИС не предполагает использования коммерческого программного обеспечения. Это затрудняет её интеграцию в АИС предприятия и закрывает доступ к широкому спектру готовых компонентов. Сейчас когда многие САД-системы не доступны это особенно актуально.

в связи с отсутствием в автореферате информационной модели предлагаемого модуля, осталось не ясным – Каким образом обеспечивается взаимосвязь разработанного программного обеспечения с другими ГИС-технологиями.

15. Соколов Сергей Владиславович, кандидат технических наук (25.00.16 – Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика,

маркшейдерское дело и геометрия недр), научный сотрудник лаборатории ресурсов и технологий извлечения угольного метана, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», Институт угля СО РАН.

Отзыв положительный. Замечания:

баланс между количеством графической и текстовой информации представляется неоптимальным. Малый объём графической информации и представление автореферата преимущественно в текстовой форме значительно усложняет его восприятие.

в блоке, описывающем пятую главу диссертационной работы, указано, что применяемые методы анализа гравиметрических данных опирались на результаты сейсморазведки 2D, электроразведки, магниторазведки и априорную геологическую информацию. Далее по тексту отмечается, что основой для построения структурного каркаса базовой плотностной слоистой модели являются профильные сейсмические разрезы по сети региональных профилей МОГТ2D (метод общей глубинной точки 2D) и ГСЗ (глубинного сейсмического зондирования), а в ряде случаев – разрезы удельных электрических сопротивлений по профильным данным МТЗ (магнитотеллурического зондирования). В связи с чем неясно как использовалась априорная геологическая информация. При этом в рамках решения конечной задачи оценки потенциальных ресурсов полезных ископаемых основой для цифровой модели должна являться именно геологическая информация, которая, в свою очередь будет дополняться результатами применения МОГТ2D, ГСЗ, МТЗ и геопотенциальных полей.

16. Дулин Сергей Константинович, доктор технических наук (05.13.16 – Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях), профессор, главный научный сотрудник Научного отдела Департамента научных исследований, аналитики и совершенствования научно-технической деятельности АО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт

информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (АО «НИИАС»).

Отзыв положительный. Замечания:

содержание автореферата не позволяет понять, как разработанные методы «... позволяют обходить проблему неоднозначности и некорректности обратной задачи» (стр. 25).

имеется ряд стилистических некорректностей, таких как «...являются дискретные преобразования Фурье (ДПФ); необходимо учитывать ряд их особенностей.» (стр. 14).

Выбор ведущей организации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Университет «Дубна» обосновывается тем, что она имеет большой опыт в разработке и совершенствованию методов и технологий общей, разведочной, промысловой и инженерной геофизики для поисков, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, решения задач строительства инженерных сооружений и геоэкологии.

Выбор официальных оппонентов обосновывается:

Доктор технических наук, профессор, начальник управления информационных технологий и защиты информации Федерального государственного бюджетного учреждения «Гидроспецгеология» Чесалов Леонид Евгеньевич является ведущим специалистом в области информационных технологий, в том числе в ключевом направлении – геоинформатики;

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных систем и технологий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» Вагизов Марсель Равильевич является ведущим специалистом по геоинформационным системам.

Оппоненты компетентны в вопросах исследования геоинформационных систем и информационных технологий, в процессах информационного и другого обеспечения геоинформационных систем, а также наличием публикаций в исследуемой соискателем области и способностью определить научную и практическую ценность полученных результатов диссертации

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований разработаны:

1. Методика и алгоритмическое обеспечение решения обратных гравимагнитных задач на основе дискретного преобразования Фурье, которое *отличается* от базового метода Приезжева тем, что обеспечивает корректное распространение метода Приезжева на поля, заданные в виде дискретных сеток, *позволяя* строить корректное тождественно эквивалентное распределение физического параметра, и также тем, что допускает параметризацию, *позволяющую* получать модели физической среды, согласующиеся с априорными данными и отвечающие исходному полю.

2. Методика экстраполяции потенциальных полей *отличается* тем, что обеспечивает периодичность и непрерывность продолжения поля и его первых производных, что *позволяет* подавить краевые эффекты при применении методов инверсии, основанных на дискретных преобразованиях Фурье.

3. Методика и алгоритмическое обеспечение решения обратных гравимагнитных задач на основе монтажного метода, которые *отличаются* использованием механизма приоритетов и групповых операций, чем достигается *возможность* построения моделей сложнопостроенных сред на персональных компьютерах (без использования больших вычислительных ресурсов).

Теоретическая значимость работы заключается в следующем:

1. Теоретическая значимость методики, построенной на основе метода Приезжева, заключается в *доказательстве* корректности переноса метода на дискретные модели геопотенциальных полей и среды, благодаря чему обеспечивается возможность получения распределения физического параметра, поле от которого совпадает с наблюдаемым полем вплоть до точности, обеспечиваемой вычислительной машиной и программным обеспечением.

2. Теоретическая значимость разработанной методики на основе монтажного метода заключается в *доказательстве* возможности стабилизации монтажного метода не только формальной оптимизацией по физическому параметру, но и через механизм приоритетов, что может использоваться для моделирования с использованием содержательных значений физического параметра.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные методики и алгоритмическое обеспечение для обработки геопотенциальных полей, заданных на сетке, *внедрены* в ФГБУ «ВНИГНИ», включены в ГИС INTEGRO и позволяют повысить точность построения трёхмерных глубинных моделей территорий, точнее локализовать геологические объекты и оценить их геометрические и физические характеристики в условиях недостаточной изученности территории скважинными и сейсмическими.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- применены известные методы математического анализа, математического моделирования, методы численного решения дифференциальных уравнений, методы математической статистики, оптимального управления и распараллеливания вычислений;
- идеи базируются на хорошо известных в области моделирования глубинного строения территории методах – методе Приезжева-Кобрунова и монтажном методе;
- проведены многочисленные вычислительные эксперименты, проведенные с использованием модельных ситуаций;
- программное обеспечение, разработанное на основе результатов исследования, апробировано на различных технологических этапах трёхмерного моделирования территории при выполнении государственного задания ФГБУ «ВНИГНИ», включая Енисей-Хатангский региональный прогиб, Предуральский прогиб, зону сочленения Волго-Уральской антеклизы и Тимано-Печорской плиты, Астраханский свод, Прикаспийскую впадину, Жигулёвско-Пугачёвский свод Волго-Уральской антеклизы, зону сочленения Байкитской антеклизы и Курейской синеклизы и др.

Личный вклад соискателя заключается в том, что он самостоятельно выполнил теоретический анализ методов обработки геопотенциальных полей, выполнил их модернизацию, заключающуюся в разработке методик, и разработал алгоритмическое и программное обеспечение, реализующее разработанные методики, на языке программирования C++. Автор принимал активное участие в разработке методического и технологического обеспечения

решения обратных задач на основе разработанных методик: в разработке вычислительных схем и графов; тестировании и испытании на модельных и практических примерах; разработке методического обеспечения на основе разработанного программного обеспечения. Разработанное программное обеспечение интегрировано автором в ГИС INTEGRO.

Соискатель Мицын С.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привёл собственную аргументацию.

На заседании 7 ноября 2023 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, включающие методики и алгоритмическое обеспечение геоинформационного моделирования глубинного строения территории на основе обработки данных геопотенциальных полей, присудить Мицыну С.В. учёную степень кандидата технических наук по специальности 1.6.20 – Геоинформатика, картография.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 7 докторов наук (отдельно по каждой научной специальности рассматриваемой диссертации), участвующих в заседании, из 18 человек, входящих в совет, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 12, против 0, ~~недействительных~~ бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета 24.2.365.01
д. т. н., профессор



Истомин Евгений
Петрович

Ученый секретарь диссертационного совета 24.2.365.01
д. т. н., доцент

Соколов Александр
Геннадьевич

7 ноября 2023 года