

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 24.2.358.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 23 марта 2023 г. протокол № 4.

О присуждении Ворошилову Владиславу Алексеевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Развитие методов моделирования и трансформации гравитационных и магнитных аномалий» по специальности 1.6.9 – Геофизика (технические науки) принята к защите 22 декабря 2022 г., протокол заседания № 2, диссертационным советом Д 24.2.358.01, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет»: 614990, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, 15. Диссертационный совет создан приказом Минобрнауки России № 853/нк от 12 июля 2022 г.

Соискатель, Ворошилов Владислав Алексеевич, 14 ноября 1996 года рождения. В 2019 году соискатель с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки», квалификация – горный инженер-геофизик.

Освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о Земле». Окончил её в 2022 г. с присвоением квалификации – «Исследователь».

В настоящее время работает ведущим инженером в научно-исследовательской лаборатории геофизики в Акционерном обществе «ВНИИ Галургии».

Диссертация выполнена на кафедре геофизики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Костицын Владимир Ильич, заведующий кафедрой геофизики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет».

Официальные оппоненты:

Калинин Дмитрий Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры геофизики геологоразведочного факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (г. Санкт-Петербург),

Иголкина Галина Валентиновна, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории скважинной геофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича» Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (г. Воронеж) в своем положительном отзыве, утверждённом ректором университета, доктором экономических наук, профессором Дмитрием Александровичем Ендовицким и подписанным заведующим кафедрой геофизики, профессором, доктором физико-математических наук по специальности 25.00.10. «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» Виктором Николаевичем Глазневым, указала, что диссертационная работа Ворошилова Владислава Алексеевича на тему «Развитие методов моделирования и трансформации гравитационных и магнитных аномалий» посвящена решению актуальных задач гравиметрических и магнитометрических исследований, содержит новые научные результаты, является законченной научной работой, имеющей значительный прикладной характер и соответствует всем требованиям, установленным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842 (п.п. 9-14), а ее автор, Ворошилов Владислав Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 Геофизика (технические науки).

Соискатель имеет 31 опубликованную работу, в том числе по теме диссертации опубликовано 19 работ (из которых, в соавторстве – 16, объем научных изданий 38 листов), из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 10 работ. Имеется 1 патент на изобретение и 5 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

В работах, опубликованных соискателем ученой степени, в которых изложены основные научные результаты диссертации, недостоверных сведений, заимствований материалов или отдельных результатов без указания ссылок установлено не было.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

***Публикации в изданиях, рецензируемых ВАК***

1. Обнаружение подземных коммуникаций в условиях техногенных помех по данным магнитного поля / П. Н. Новикова, **В.А. Ворошилов** // Геофизика. – 2017. – № 5. – С. 4-9 (доля участия автора 50%).
2. Совершенствование методики аналитической аппроксимации данных магниторазведки / А. С. Долгаль, В. И. Костицын, П. Н. Новикова, **В. А. Ворошилов** // Геофизика. – 2020. – № 5. – С. 31-38 (доля участия автора 40%).
3. Влияние направленности источников и приемников на результаты шахтной сейсморазведки / А.А. Жуков, А.М. Пригара, Р.И. Царев, И.Ю. Шусткина, **В.А. Ворошилов** // Геофизика. – 2019. – №5. – С.26-36 (доля участия автора 30%).

#### *Публикации в изданиях, индексируемых в Scopus*

4. Dolgal, A. S. Adaptive Separation of Abnormal Geomagnetic Field Components / A. S. Dolgal, **V. A. Voroshilov** // Engineering and Mining Geophysics 2020: 16-я научно-практическая конференция «Инженерная и рудная геология 2020», Пермь, 14–18 сентября 2020 года. – Пермь: ООО ответственностью "ЕАГЕ ГЕОМОДЕЛЬ", 2020. – Р. 133 (доля участия автора 50%).
5. **Ворошилов, В. А.** Возможность применения наземной гравиразведки для локализации эрозионного вреза в пределах месторождения солей / **В. А. Ворошилов** А. А. Жуков // Инженерная и рудная геофизика 2021: 17-я научно-практическая конференция «Инженерная и рудная геология 2021», Геленджик, 26–30 апреля 2021 года. – Геленджик: ООО "ЕАГЕ ГЕОМОДЕЛЬ", 2021. – С. 9 (доля участия автора 70%).
6. **Ворошилов В. А.** Применение трехмерной модификации метода GEMD для аппроксимации геофизических полей / **В. А. Ворошилов** В. И. Костицын // Инженерная и рудная геофизика 2021: 17-я научно-практическая конференция совместно с семинаром «Инженерная и рудная геология 2021», Геленджик, 26–30 апреля 2021 года. – Геленджик: ООО "ЕАГЕ ГЕОМОДЕЛЬ", 2021. – С. 9 (доля участия автора 70%).

В работах, опубликованных соискателем ученой степени, в которых изложены основные научные результаты диссертации, недостоверных сведений, заимствований материалов или отдельных результатов без указания ссылок установлено не было.

На автореферат диссертации поступили 11 отзывов, **все положительные**. Среди них 9 отзывов с замечаниями:

1. *Виноградов Владислав Борисович*, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геофизики Уральского государственного горного университета, отмечает:

- название работы не удачное, развитие — это процесс;
- один или два примера не могут служить доказательством и обоснованием, они показывают возможность применения;
- подпись рисунка 1г в тексте не расшифрована;

- на рисунках 5 и 6 нет газопровода, который упомянут в условных обозначениях, на рисунке 4 нет водопровода;
- в тексте много неудачных высказываний.

2. *Губайдуллин Марсель Галиуллович*, доктор геолого-минералогических наук, заслуженный геолог Российской Федерации, профессор кафедры геологии и горных работ ФГБОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет» (САФУ), отмечает:

- для получения убедительных выводов недостаточно привести примеры сравнения эмпирической модовой декомпозиции, преобразования Фурье и вейвлет-преобразования на одном наборе двумерных данных;
- с использованием какого алгоритма была решена прямая задача гравиразведки?

3. *Кашиников Юрий Александрович*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационных систем Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ), отмечает:

- в автореферат следовало включить больше геолого-геофизической информации об участке исследований на Верхнекамском месторождении солей, например, геолого-плотностной разрез;
- проводилось ли дополнительное бурение скважин с целью подтверждения наличия купола, встреченного в южной части исследуемого участка?

4. *Силаев Валерий Аркадьевич*, генеральный директор нефтедобывающего предприятия «Институт развития организационных структур топливно-энергетического комплекса» (Институт РОСТЭК), доктор технических наук, отмечает:

- проводилась ли количественная интерпретация данных гравиразведки по Верхнекамскому месторождению калийных солей?
- если проводилась интерпретация, то какие получены результаты и сопоставлялись или нет с имеющимися геологическими данными?

5. *Владимир Александрович Рашидов*, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, кандидат технических наук, отмечает:

- имеется ряд замечаний редакторского характера: обозначение частей рисунка 4 отличается от их написания в подрисуночных подписях; часть публикаций, приведенных в списке литературы, является материалами, а не статьями; ВАК не рецензирует статьи;
- отсутствует раздел «Личный вклад автора»;
- из текста автореферата непонятно, участвовал ли диссертант в проведении гравиметрических съемок в пределах Верхнекамского месторождения калийных солей?

6. *Романов Виктор Валерьевич*, кандидат технических наук, доцент кафедры геофизики факультета геологии и геофизики нефти и газа Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе, отмечает:

- недостаточно внимания уделено влиянию параметров двумерной автокорреляционной функции на размер применяемых окон;
- нет сравнения результатов работы алгоритмов с другими подходами, реализованными, например в ПО COSCAD 3D.

7. *Персова Марина Геннадьевна*, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики, заведующая научно-исследовательской лабораторией моделирования и обработки данных наукоемких технологий ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», отмечает:

- шкала рисунка 4 подобрана не удачно, оттенкам оранжевого соответствуют как положительные, так и отрицательные значения;
- в автореферате следовало привести сравнение результатов обработки данных гравитационной съемки участка соляного месторождения и с использованием GEMD, EMD, Фурье- и вейвлет-преобразований.

8. *Булычев Андрей Александрович*, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой геофизических методов исследования земной коры геологического факультета Московского государственного университета М.В. Ломоносова, отмечает:

- название диссертации следовало бы сделать более конкретным и указать в нем анализируемые методы (истокообразная аппроксимация полей и метод модовой декомпозиции сигналов);
- под словами «трансформация аномалий» автор подразумевает задачу аналитического преобразования сигналов на основе интеграла Пуассона. В то же время термин «трансформация» подразумевает любое преобразование исходных данных.

9. *Давыденко Александр Юрьевич*, доктор физико-математических наук, профессор кафедры динамической геологии Иркутского государственного университета, отмечает:

- развиваемые автором приемы подавления периферийных искажений основываются на пространственном расположении аппроксимирующих источников в пределах контуров площадей съемок. В то же время имеет смысл рассматривать расширение областей задания источников в законтурные части, что может быть более продуктивным по сравнению с использованием многоуровневых аппроксимационных конструкций;
- значительная часть работы и второе защищаемое положение посвящены применению эмпирической модовой декомпозиции с использованием истокообразных аппроксимаций для уменьшения влияния краевых эффектов и решения широкого спектра задач трансформации и

моделирования гравимагнитных данных. Тем не менее, декларация о возможностях этого способа, не подтверждена, по крайней мере в автореферате, данными анализа модельных примеров гравитационных и магнитных полей.

Отзыв без замечаний прислали:

10. *Муравьев Лев Анатольевич*, заведующий лабораторией региональной геофизики ФГБУ науки Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук, кандидат технических наук.

11. *Талалай Александр Григорьевич*, генеральный директор ООО Концерн «НЕДРА», зав. кафедрой геофизики ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», профессор, доктор геолого-минералогических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается общностью тематики исследования: Воронежский государственный университет широко известен своими работами в области трансформации гравитационных и магнитных полей; Иголкина Г.В. является известным специалистом в области обработки и трансформации данных магнитных полей; Д.Ф. Калинин – специалист по вопросам геологической интерпретации данных гравиразведки; а также их соответствием требованиям п.п. 22-24 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г., № 842 (с изменениями и дополнениями в ред. от 26.01.2023 г.). Официальные оппоненты и ведущая организация имеют широкую известность, высокую научную компетентность, значительные достижения в данной области наук и способность определить научную и практическую ценность диссертации.

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

**разработана** методика моделирования гравитационного и магнитного полей, основанная на истокообразной аппроксимации результатов разномасштабных геофизических съемок, которая позволяет повысить точность вычисления трансформант за счет минимизации искажений, проявляющихся в периферических частях территории исследований;

**предложен** метод трехмерной контролируемой эмпирической модовой декомпозиции, позволяющий приближенно выделять компоненты интерпретируемого поля, обусловленные разноглубинными геоплотностными (геомагнитными) границами и объектами.

**доказано**, что применение эмпирической модовой декомпозиции с использованием истокообразных функций при построении, огибающих сигнала, уменьшающих влияние краевых эффектов, позволяет решать широкий спектр задач преобразования двумерных и трехмерных данных гравиразведки и магниторазведки;

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

**доказано** предположение о коллинеарности векторов эффективной и индуцированной намагниченности геологических объектов не приводит к дополнительным погрешностям при трансформации аномального магнитного поля;

**применительно** к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследований, в том числе численных методов и экспериментальных методик;

**изложены** идеи и продемонстрированы примеры успешного использования новых подходов к трансформации данных гравиметрической и магнитной съемок с использованием эмпирической модовой декомпозиции;

**раскрыты** преимущества двухуровневой аппроксимации данных разномасштабных съемок гравиразведки и магниторазведки;

**изучены** преимущества и недостатки эмпирической модовой декомпозиции;

**проведена модернизация** существующий алгоритм эмпирической модовой декомпозиции с использованием истокообразных функций для построения огибающих сигнала. Данный подход ориентирован на применение метода эмпирической модовой декомпозиции при интерпретации данных гравиразведки и магниторазведки, а также позволяет уменьшить краевые эффекты при построении верхней и нижней огибающих сигнала (в сравнении с широко применяющимися методами сплайн-аппроксимации).

**Значения полученных соискателем результатов** исследования для практики подтверждается тем, что:

**разработаны** методические основы построения двухуровневых аппроксимационных конструкций системой точечных источников по результатам частично совмещенных в пространстве разномасштабных гравиразведочных и магниторазведочных съёмок;

**представлены** методические рекомендации по использованию эмпирической модовой декомпозиции и ее 2D и 3D модификаций для трансформации данных гравиразведки и магниторазведки.

**Оценка достоверности результатов** исследований выявила:

все представленные в работе результаты полевых наблюдений получены с помощью современного сертифицированного высокоточного сертифицированного геофизического оборудования;

предлагаемые программно-алгоритмические и методические разработки базируются на известных положениях теории потенциала, математического анализа, линейной алгебры, вычислительной математики, физики, методологии интерпретации геофизических полей и программирования;

результаты, полученные в процессе интерпретации данных детальной гравиметрической съемки на участке с аномалией типа «эрозионный врез» согласуются с имеющимися сведениями о геологическом строении, данными шахтной геофизики и бурения.

**Личный вклад** соискателя состоит в следующем:

Автор принимал непосредственное участие в разработке представленных в диссертационной работе алгоритмов, компьютерных технологий и методик. При его непосредственном участии проведены сейсморазведочные работы,

по результатам которых построена физико-геологическая модель изучаемого участка, расположенного в пределах Верхнекамского месторождения солей. Лично диссертантом выполнена серия вычислительных экспериментов и решение 3D прямой задачи гравиразведки с использованием разработанного соискателем программного обеспечения. Непосредственно автором на языке программирования Object Pascal с использованием интегрированной среды кроссплатформенной разработки приложений Lazarus (версия 1.8.4) созданы программы, реализующие предложенные методы трансформации геопотенциальных полей, апробированные на синтетических примерах и практических материалах.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: для получения более убедительных выводов следовало привести примеры сравнения эмпирической модовой декомпозиции, преобразования Фурье и вейвлет-преобразования на большем количестве двумерных данных.

Соискатель Ворошилов Владислав Алексеевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию.

На заседании 23 марта 2023 года диссертационный совет принял решение за новые научно-обоснованные технологические и методические решения в области интерпретации данных гравиразведки и магниторазведки, имеющие существенное значения для развития геологической отрасли и разведки недр страны присудить Ворошилову Владиславу Алексеевичу учёную степень кандидата технических наук.

**При проведении тайного голосования** диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 10 докторов наук по специальности 1.6.9 – Геофизика (технические науки), участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 10; против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя  
диссертационного совета Д 24.2.358.01,  
доктор физико-математических наук,  
доцент

А.С. Долгаль

Ученый секретарь  
диссертационного совета Д 24.2.358.01,  
доктор геолого-минералогических наук,  
доцент



П.А. Красильников

23 марта 2023 г.