

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Воронежский государственный
университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ»),
доктор экономических наук, профессор,



Handwritten signature in blue ink.

Д.А. Ендовицкий

«02» 03 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

ВОРОШИЛОВА Владислава Алексеевича «Развитие методов моделирования и трансформации гравитационных и магнитных аномалий», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 «Геофизика»

Актуальность исследований

Диссертационная работа Ворошилова В.А. посвящена созданию и модификации методов моделирования и трансформации данных гравиразведки и магниторазведки. Выполненный автором анализ проблем данного направления показал, что возросшие вычислительные возможности современных ЭВМ требуют создания новых и совершенствования существующих технологий извлечения геологической информации из данных полевых наблюдений магниторазведки и гравиразведки. В этом плане, тематика диссертационной работы Ворошилова В.А. представляется вполне *актуальной* и соответствующей общим тенденциям современного развития методов интерпретации потенциальных полей.

Цель и задачи исследований

Целью диссертационных исследований соискатель сформулировал разработку эффективных алгоритмов моделирования и трансформации данных гравиразведки и магниторазведки для более полного извлечения геологической информации из данных полевых измерений. Достижение цели подразумевает создание новых, а также модификацию существующих технологий и методик трансформации и моделирования данных геопотенциальных полей.

Для реализации научных целей работы автором сформулированы основные *задачи исследования*:

- разработка и апробирование методики учёта аномальных возмущающих объектов, находящихся вне территории проведения крупномасштабных полевых геофизических работ при построении аналитических моделей геопотенциальных полей;
- проведение обоснования эмпирической модовой декомпозиции с целью моделирования и трансформации двумерных и трёхмерных данных гравиразведки и магниторазведки;
- разработка программы, реализующей EMD-преобразование и апробирование алгоритма на модельных и реальных данных;
- разработка и обосновании алгоритма, позволяющего проводить трёхмерное EMD-преобразование данных гравиразведки и магниторазведки;
- создание программы, реализующей двумерное, псевдотрёхмерное и трёхмерное EMD-преобразование.

Все указанные задачи исследования, несомненно, являются актуальными, поскольку в практике геофизического моделирования постоянно возрастает спрос на более эффективные численные методы обработки и интерпретации потенциальных полей.

Каждая из перечисленных разработок исследований вынесена в отдельное защищаемое положение.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Изложена на 115 страницах, включая 40 рисунка, 11 таблиц, 14 формул, список сокращений и условных обозначений.

Во *введении* диссертантом обозначены актуальность, цель, задачи исследований, сформулированы защищаемые положения, научная новизна, практическая значимость и приведена информация об апробации

В *главе 1* соискателем выполнен обзор современного состояния и тенденций в трансформации данных гравитационных и магнитных аномалий. Приведено подробное математическое описание трансформации данных, рассмотрена классификация трансформант геопотенциальных полей, кратко описана история искообразных аппроксимаций.

В *главе 2* изложены материалы, доказывающие первое защищаемое положение. В рамках разработки новой методики диссертантом было показано, что эффективную намагниченность геологического объекта можно принять равной его индуктивной намагниченности. Показано, что использование двухуровневой аппроксимационной конструкции уменьшает погрешность искообразной аппроксимации примерно в 2,5 раза в сравнении с использованием одноуровневой аппроксимационной конструкцией. На практическом примере показан процесс реализации методики учета объектов, находящихся за пределами крупномасштабной съемки.

Глава 3 содержит материалы, подтверждающие второе защищаемое положение. Автором показано, почему построение огибающих сигнала следует производить с помощью искообразных аппроксимаций. Приведен пример использования площадных вариантов разложения с использованием эмпирической модовой декомпозиции. Вторая половина главы посвящена примерам использования эмпирической модовой декомпозиции при трансформации и моделировании гравитационных и магнитных аномалий с использованием разработанного автором программного обеспечения.

В главе 4 выполнено обоснование третьего защищаемого положения. Автором предложен новый алгоритм разложения сигналов, с использованием эмпирической модовой декомпозиции, накладывающий априорные ограничения на спектральный состав мод, что позволяет управлять процессом декомпозиции. Дано подробное текстовое и математическое описание, а также блок-схема предлагаемого алгоритма. В результате проведенного соискателем сравнения классического алгоритмом эмпирической модовой декомпозиции и предложенного автором алгоритма управляемой модовой декомпозиции показано, что числа обусловленности в новом алгоритме на 2-3 порядка ниже чем в классическом. Представлены особенности нового алгоритма при проведении разложения площадных гравиметрических и магнитометрических съемок. Рассмотрена разработанная автором диссертации программа «EMD v 2.0 (MMF)».

Заключение содержит основные результаты разработки и применения защищаемой технологии исследований.

Список литературы насчитывает 85 наименований источников.

Представленный автореферат с необходимой полнотой отражает содержание собственно диссертационной работы и содержит основные результаты выполненных соискателем исследований.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Соискателем разработаны технологии высокоточного вычисления трансформант гравитационных и магнитных аномалий, совместного использования разномасштабных съёмок в процессе истокообразной аппроксимации, а также даны рекомендации по использованию EMD-разложения и его модификаций для анализа геофизических данных.

Выносимые на защиту научные положения обладают высокой степенью достоверности, о чем свидетельствуют многочисленные примеры успешного практического применения разработанной технологии.

Разработанные автором алгоритмы позволяют существенно улучшить результаты выделения компонент геопотенциальных полей, связанных с

различными геологическими объектами (или структурами), для их последующей геологической интерпретации. Применение созданной программы на основе эмпирической модовой декомпозиции позволяет извлекать из данных полевых измерений скрытую информацию о геологическом строении недр.

При использовании предложенных, соискателем алгоритмом значительно повышается эффективность геофизических работ при решении картировочных, прогнозно-поисковых и инженерно-геологических задач.

Кроме методической составляющей следует отметить практическую ценность работы с точки зрения получения геологически значимых результатов. Разработанные автором алгоритмы применялись для уточнения геологического строения соляной толщи Верхнекамского месторождения солей. Результаты гравиразведочных исследований подтверждены данными прямых геологических методов.

Приведенные в диссертационной работе результаты автора исследований имеют научную новизну и несомненную практическую значимость.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе имеется некоторое количество стилистических оборотов, затрудняющих понимание основного текста.

2. В разделе 4.6 упомянут способ ПВРО, но не представлены наглядные результаты шахтной сейсморазведки, полученные с использованием данного способа.

Тем не менее, высказанные замечания не влияют на обоснованность научных положений и не умаляют достижений соискателя.

Использование результатов и выводов диссертационной работы, несомненно, может быть рекомендовано при проведении гравиразведочных и магниторазведочных исследований для решения широкого круга различных геологических задач.

Выводы

Диссертация Ворошилова В.А. посвящена решению актуальных задач гравиметрических и магнитометрических исследований, содержит новые научные результаты, является законченной научной работой, имеющей значительный прикладной характер. Диссертация написана автором самостоятельно, изложена грамотным научным языком, обладает внутренним единством, хорошо оформлена, содержит фактический материал, подкрепленный большим количеством иллюстраций и таблиц.

Основные результаты диссертационных исследований представлены в виде 19 публикаций, в том числе в журналах, индексируемых WoS, Scopus и ВАК (7 статьи), в журналах, рекомендованных ВАК (3 статей), в журналах, индексируемых в РИНЦ (9 статей), получен 1 патент, 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и докладывались на 10 международных и всероссийских конференциях.

Диссертационная работа соответствует пункту 14 паспорта специальности 1.6.9 и критериям пунктов 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842) для ученой степени кандидата наук, а ее автор Ворошилов Владислав Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности «Геофизика».

Отзыв подготовил:

*Заведующий кафедрой геофизики,
доцент, доктор физико-математических наук
по специальности 25.00.10 «Геофизика,
геофизические методы поисков полезных ископаемых»,*



Виктор Николаевич Глазнев

Отзыв рассмотрен и обсуждён на заседании кафедры геофизики Воронежского государственного университета 22 февраля 2023 г. (протокол № 4), и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

*Заведующий кафедрой геофизики ,
доцент, доктор физико-математических наук
по специальности 25.00.10 «Геофизика,
геофизические методы поисков полезных ископаемых»*



Виктор Николаевич Глазнев

Я, Глазнев Виктор Николаевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанных с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет (ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Адрес: 394018, Российская федерация, Воронеж, Университетская площадь, 1.

E-mail: office@main.vsu.ru

Телефон: +7 (473) 220-87-55