

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата технических наук Сукачина Максима Алексеевича на тему:
«Подавление влияния приповерхностных неоднородностей на
магнитотеллурические данные» по специальности 1.6.9. Геофизика**

Диссертационная работа Сукачина Максима Алексеевича на тему «Подавление влияния приповерхностных неоднородностей на магнитотеллурические данные», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9 «Геофизика», посвящена одной из актуальных проблем современной геоэлектрики – повышению достоверности результатов магнитотеллурического зондирования (МТЗ) за счет подавления искажений, вносимых локальными приповерхностными неоднородностями (ЛППН).

Общая характеристика диссертационной работы

Работа включает введение, пять глав, заключение и список литературы из 98 источников.

Во **введении** обоснована актуальность исследования, поставлены цель и задачи, сформулированы защищаемые положения, отражены научная новизна и практическая значимость, а также описан личный вклад автора. Главы 1 и 2 носят методологический и обзорный характер: в **первой главе** приведен подробный анализ существующих методов борьбы с приповерхностными искажениями (декомпозиция тензора импеданса, нормализация кривых, алгоритмы учета статических смещений при инверсии), во **второй главе** описана разработанная геоэлектрическая модель и исследуется характер влияния ЛППН на синтетические данные МТЗ. В **главе 3** рассмотрены методы определения главных направлений региональных структур: метод ортогонализации Эггерса, метод декомпозиции Бара и метод фазового тензора – показано, что последние два устойчивы к влиянию ЛППН. В **главе 4** приведен оригинальный анализ теллурического тензора $[T]$: введен теллурический фазовый тензор $[\Phi^T]$ и продемонстрировано, что он столь же информативен для выделения региональных структур, как и фазовый тензор на основе тензора импеданса $[Z]$, а также показано схожее влияние ЛППН на компоненты $[T]$ по сравнению с влиянием на $[Z]$. **Глава 5** посвящена нормализации магнитотеллурических данных посредством пространственной низкочастотной фильтрации. Здесь автор вводит новые весовые коэффициенты, проводит нормализацию различных МТ параметров: эффективного кажущегося сопротивления, главных и дополнительных компонент тензора импеданса и теллурического тензора, а также формулирует

рекомендации по выбору оптимальных параметров фильтра (радиуса осреднения, вида весовых функций). В **заключении** диссертации приведены основные выводы, определены направления дальнейших исследований.

Актуальность темы исследования

Актуальность работы обусловлена тем, что в современной геофизике метод МТЗ широко используется при решении множества геологических задач. Статическое смещение амплитудных магнитотеллурических кривых, возникающее из-за неоднородностей в верхней части разреза, способно приводить к серьезным неточностям при построении геоэлектрических моделей. Поэтому разработка эффективных методов подавления влияния ЛППН является ключевым фактором при анализе и подготовке МТ данных для надежной последующей инверсии при поиске полезных ископаемых, разведке геотермальных систем и при решении других прикладных задач. Особенно остро проблема статических искажений стоит в регионах с изменчивым приповерхностным слоем – где отсутствует сплошной осадочный чехол, встречаются зоны многолетней мерзлоты или выраженный горный рельеф; там локальные неоднородности наиболее сильно влияют на результаты МТЗ.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В тексте исследования сформулированы ключевые защищаемые положения. К ним относятся: адаптация метода фазового тензора к теллурическому тензору; разработка и обоснование методики подавления статических искажений, основанной на сочетании локально-регионального разложения тензоров $[Z]$ и $[T]$ и последующей нормализации амплитудных кривых МТЗ с использованием системы весовых функций; внедрение нового способа корректировки дополнительных компонент тензоров $[Z]$ и $[T]$ с помощью коэффициентов нормализации их главных компонент. Исследование включает все необходимые этапы: создание геоэлектрической модели, проведение вычислительных экспериментов, сравнение различных алгоритмов и обоснование выбора оптимальных решений. Эффективность предлагаемых методов нормализации подтверждается статистическими показателями (значительное снижение отклонений кривых кажущегося сопротивления от истинных значений), сопоставлением результатов для различных случаев (разные типы и мощности ЛППН) и сравнением с классическими методиками.

Научная новизна и практическая ценность исследования

Автором получен ряд новых научных результатов в области магнитотеллурики, ориентированных в первую очередь на практическое применение.

1. В работе проведен комплексный анализ влияния приповерхностных неоднородностей не только на тензор импеданса $[Z]$, но и на теллурический тензор $[T]$ – ранее этому вопросу уделялось значительно меньше внимания. Адаптация метода фазового тензора к теллурическому тензору, выполненная автором, является несомненным научным вкладом: показано, что теллурический фазовый тензор избавлен от влияния локальных возмущений и позволяет надежно выделять глубинные структуры.

2. В диссертации предложены и обоснованы новые подходы к нормализации магнитотеллурических кривых. Автором введены оригинальные дополнительные весовые коэффициенты W^D , учитывающий различие в ориентации амплитудных и фазовых полярных диаграмм, а также W^A , штрафующий точки с сильным отклонением уровня амплитуды от среднего в скользящем окне. Эти веса позволяют оценивать степень влияния ЛПГН на МТ данные в каждой точке наблюдения, что позволяет снижать общий вес точки МТЗ с наличием искажений при пространственном осреднении.

3. Автор предложил оригинальный способ для коррекции дополнительных компонент тензоров $[Z]$ и $[T]$, тем самым устранив проблему недостаточной эффективности при их нормализации. В работе показано, что использование коэффициентов нормализации, вычисленных по основным компонентам, существенно повышает эффективность нормализации кривых дополнительных компонент, особенно при больших радиусах осреднения.

Разработанные автором методики и рекомендации направлены на улучшение качества интерпретации магнитотеллурических данных в полевых условиях. Предложенный подход к нормализации кривых МТЗ посредством пространственной низкочастотной фильтрации может быть непосредственно внедрен в практику геофизических организаций при обработке данных МТЗ. Важно отметить, что с участием автора исследования был создан программный комплекс (зарегистрированные программы «GMC» и «MTDA»), реализующий предложенные алгоритмы, методика готова к использованию специалистами.

В качестве замечаний к работе можно отметить следующее:

1. Было бы полезно проверить эффективность предложенных методов на наблюдённых полевых данных, чтобы подтвердить сделанные выводы в реальных условиях. Отдельный научный интерес представляет влияние рельефа местности на статические смещения – этот фактор не рассматривался в диссертации, но его изучение могло бы расширить область применения методики.

2. При проведении нормализации автор использует период 10 с, в то время как выбор периода может заметно влиять на результаты. Это вопрос требует дальнейших исследований.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости докторской диссертации. Докторская диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание докторской диссертации соответствует специальности 1.6.9. Геофизика (технические науки), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Докторская диссертация оформлена, согласно требованиям Положения о совете по защите докторских диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Сукачев Максим Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.9. Геофизика.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,

главный научный сотрудник, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Научной станции Российской академии наук в г. Бишкеке

РЫБИН Анатолий Кузьмич

30.10.2025

Контактные данные:

тел. _____, e-mail: _____

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена докторская диссертация:
25.00.10. Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Адрес места работы: 720049, Кыргызская Республика, Бишкек – 49

Научная станция Российской академии наук

Тел.: 996-312-613140; e-mail: nsran_dir@mail.ru

Подпись главного научного сотрудника, директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Научной станции Российской академии наук в г. Бишкеке А.К. Рыбина устоверяю:

Ведущий специалист по кадрам

Жестовская

30.10.20

