

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу МИШЕНИНОЙ С.П.

**«СТРОЕНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ ПУТЕЙ РАЗГРУЗКИ ГИДРОТЕРМ  
НА ПРИМЕРЕ ТЕРМАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ОСТРОВНОЙ ГРЯДЫ  
ПО ДАННЫМ ГЕОЭЛЕКТРИКИ И ГЕОХИМИИ»,**

представленную на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук  
по специальности 1.6.9 -Геофизика

Поставленная в диссертации С.П. Мишениной цель – выявление путей, структуры и физико-химических параметров разгрузки приповерхностных гидротерм на примере термальных полей Курило-Камчатской островной гряды является весьма актуальной при разработке обеспечения безопасности туристических маршрутов на ценных природных объектах, также как и для решения фундаментальной задачи внедрения методов геоэлектрики в комбинации с геохимическим опробованием для описания строения термальных полей.

**Научная новизна работы** заключается в применении комплекса электрометрических методов (частотное зондирование, электротомография) в сочетании с геохимическим опробованием для установления строения каналов разгрузки на нескольких гидротермальных полях Курило-Камчатской островной гряды. Впервые построены геоэлектрические модели, описывающие конфигурации и структуры каналов гидротерм, определены их количественные характеристики (геометрические параметры, удельное электрическое сопротивление, минерализация и др.). Для исследованных объектов установлено, что гидротермы различного типа и гидрохимического состава питаются из единого канала, а вариации их состава, вероятно, обусловлены взаимодействием системы «вода-порода», что подтверждается геохимическим опробованием.

Диссертационная работа имеет **практическое значение**, которое состоит в эффективности изучения геотермальной деятельности с помощью апробированного комплекса геофизико-геохимических исследований. Результаты исследования данных систем могут использоваться для выбора точек бурения геотермальных скважин. Кроме того, результаты диссертации обосновывают неразрушающие способы контроля

подповерхностного пространства, позволяющие обеспечить безопасность маршрутов туристических троп.

Диссертация начинается с обзора изученности гидротермальных проявлений с помощью геофизических методов и различных вариаций их комплексирования (Глава 1). В ней приведен детальный анализ литературы, в которой освещены основные аспекты этой тематики и показано развитие исследований за последние годы. Особое внимание автор уделяет комплексированию геофизических методов, отмечая отсутствие малоглубинных исследований в сопоставлении с результатами геохимического опробования. Глава весьма информативна и даёт полное представление об уровне изученности вопроса.

Во второй Главе приводится краткое физико-географическое описание объектов исследования. Рассмотрена история извержений вулканов, их основные геологические особенности. Приведены описания термальных полей, виды термальной деятельности. Замечание по этой главе относится к таблице 5, в которой приведены концентрации взвешенных веществ и 6-ти газов. Четыре из них во всех точках измерений – ниже предела обнаружения. Зачем составлять такую объёмную таблицу, в которой есть цифры только по двум газам? Достаточно было в тексте в одном предложении упомянуть, что угарный газ, диоксид серы, аммиак и метан измерялись, но не обнаружены.

В третьей Главе приведено описание методов исследования: электротомография, частотное индукционное зондирование, отбор проб и аналитические методики. Отмечу подробное рассмотрение методов зондирования. Однако, не приведены характеристики прибора IRIS Syscal Pro Switch 48, которым выполнено масштабное исследование на кратере Токарева в кальдере Академии Наук.

В Главе 4 приводятся результаты комплексных геофизико-геохимических исследований, на основе которых сформулированы защищаемые положения.

*Первое защищаемое положение* содержит вывод о путях разгрузки грязевых котлов термальной площадки кальдеры вулкана Узон через серию трубообразных выходов. Положение базируется на построенной с помощью частотного зондирования геоэлектрической модели, описывающей зональность внутренних частей термального поля.

Полученные С.П. Мишениной данные грамотно обработаны и наглядно представлены в виде геоэлектрических разрезов, диаграмм, таблиц. Однако, совершенно не рассмотрен подробный геохимический состав термальных растворов на каждом поле. Откуда берутся выводы об уникальности составов? Отсутствует объяснение, как могли

образовываться столь контрастные составы. Хорошие результаты получены при частотном индукционном зондировании, выполнена качественная обработка данных, представленная в виде трёхмерного массива. Автор привлекает наглядной визуализацией своих результатов, что весьма положительно.

Положение полностью доказано.

**Второе защищаемое положение** посвящено обнаружению приповерхностного источника питания гейзеров Академии Наук (гидротерм системы озера Карымского) с помощью электротомографии и доказательству общего источника для гидротерм Медвежьих и горячих выходов на полуострове Новогодний, тяготеющего к кратеру Токарева.

Отмечу большое количество разнонаправленных профилей электротомографии и частотного зондирования, которые убедительно демонстрируют выводы.

Недостаточно освещены геохимические параметры растворов, не приведён их состав, рассмотренные на диаграмме кислотно-щелочные условия в сопоставлении с уровнем минерализации источников (рис. 4.5) вызывают больше вопросов, чем дают ответов. С чем связаны колебания уровня pH ручья Горячего? Почему общий уровень минерализации растворов невысокий?

Положение доказывается большим фактическим материалом, установленными закономерностями геоэлектрических разрезов и детальным анализом полученных данных.

**Третье защищаемое положение** содержит утверждение об обнаружении единого питающего канала, прослеженного до глубины более 40 м для термальных источников на Донного фумарольного поля вулкана Мутновский. Разнообразие составов термальных разгрузок автор объясняет вариациями соотношения флюид/метеорные воды и степенью взаимодействия растворов с вмещающими породами.

Положение основано на результатах анализа данных двух- и трёхмерных зондирований методами электротомографии и частотного электромагнитного зондирования в сопоставлении с геохимическим опробованием.

Сразу же возникает вопрос, как можно связать термальные поля кальдеры вулкана Узон и Мутновского вулкана? Почему составы растворов являются уникальными? Есть ли общие закономерности строения для каждого из рассмотренных термальных полей, и продолжают ли они с течением времени, учитывая данные за разные годы на Мутновском вулкане? Трудно согласиться с утверждением о высокой сходимости результатов определения УЭС тремя методами (табл. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 рис. 4.11) судя по разбросу

значений. Излагаемые результаты и в этой главе сопровождаются детальным обсуждением полученных данных, рассмотрением каждого разреза отдельно и в совокупности с остальными, что указывает на тщательную проработку материала и глубокий анализ по существу.

Положение доказано приведёнными фактическими данными, реальными результатами зондирований и обобщением полученного материала.

**Достоверность** сделанных в диссертации выводов определяется большим фактическим материалом, современными методами зондирований и аналитическими методами, применёнными в работе, квалификацией автора при обработке аналитических данных, тщательностью проводимых исследований и грамотным анализом литературных данных. Диссертация производит очень хорошее впечатление интересной научной работы, внесшей большой вклад в понимание приповерхностного строения термальных полей активных вулканов Камчатки и Курил.

**Выводы**, изложенные в разделе «**Заключение**», соответствуют содержанию диссертации. Основные положения диссертации полностью отражены в публикациях из списка, представленного автором. Автореферат отражает содержание диссертации.

Материалы, изложенные в диссертации, докладывались на 12 международных конференциях в России и за рубежом. Опубликовано 6 статей в российских и зарубежных журналах из списка ВАК. Это более, чем достаточно для подтверждения квалификации, т.е. результаты работы достаточно широко освещены и апробированы.

Можно сделать вывод, что Софией Павловной проведена большая работа по комплексным исследованиям термальных полей Камчатки и Курил. Диссертация написана хорошим языком, практически без опечаток и ошибок. При обработке и интерпретации фактического материала чувствуется грамотное высокопрофессиональное руководство Игоря Николаевича Ельцова. Сделанные замечания по большей части носят редакционный характер и не влияют на высокую оценку работы.

Диссертация по своим целям, задачам, содержанию, методам исследований, пунктам новизны и практической значимости соответствует паспорту специальности 1.6.9 – Геофизика в пункте: 18. Использование геолого-геофизических данных для построения цифровых геологических, гидродинамических, геодинамических и иных моделей геологической среды и месторождений.

Диссертационная работа Мишениной С.П. по специальности 1.6.9 – Геофизика отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по



актуальности, обоснованности полученных результатов, научной новизны и практической значимости. Считаю, что автор диссертационной работы «Строение приповерхностных путей разгрузки гидротерм на примере термальных полей Курило-Камчатской островной гряды по данным геоэлектрики и геохимии» Мишенина София Павловна достоин присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Официальный оппонент

Гохберг Михаил Борисович

доктор физико-математических наук, профессор,  
академик РАН

заведующий IV отделением геоэлектромагнитных  
полей и межгеосферных взаимодействий, главный  
научный сотрудник лаборатории физики  
межгеосферных процессов № 401 Федерального  
государственного бюджетного учреждения науки  
Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта  
Российской академии наук (ИФЗ РАН)

25 декабря 2025 г.



Подпись

Почтовый адрес: 123242, г. Москва, Б. Грузинская ул., д. 10, стр. 1

Эл. почта: [gmb@ifz.ru](mailto:gmb@ifz.ru)

Тел.: +7 (499) 766-26-56

М.П.

Я, Гохберг М.Б., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



2. е. 1