

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института вулканологии и

сейсмологии ДВО РАН

член-корреспондент РАН А.Ю. Озеров

24 декабря 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на кандидатскую диссертацию

МИШЕНИНОЙ СОФИИ ПАВЛОВНЫ

на тему: **СТРОЕНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ ПУТЕЙ РАЗГРУЗКИ ГИДРОТЕРМ НА ПРИМЕРЕ ТЕРМАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ОСТРОВНОЙ ГРЯДЫ ПО ДАННЫМ ГЕОЭЛЕКТРИКИ И ГЕОХИМИИ**

по специальности 1.6.9 – «Геофизика»

на соискание ученой степени **кандидата геолого-минералогических наук****1. Актуальность избранной темы**

В мировой науке и практике остро стоит вопрос об использовании альтернативных источников энергии. Дальний Восток России обладает огромными запасами геотермальной энергии, локализованными в различных геологических обстановках и связанными с вулканическими процессами. Так на Камчатке введена в эксплуатацию первая в СССР геотермальная электростанция – Паужетская ГеоЭС. Позднее запущена Мутновская ГеоЭС которая покрывает 20 % потребления электроэнергии в Елизовском районе. На Курильских островах находится Менделеевская ГеоЭС (о. Кунашир). Однако, как показывает мировая практика, геотермальная энергетика имеет большой потенциал и столь слабая используемость данного ресурса связана с плохим пониманием процессов, происходящих в недрах Земной Коры.

Изучение гидротермальных систем важно для прогноза и поиска гидротермальных месторождений редких, благородных и радиоактивных

металлов, которые приурочены к местам выходов и циркуляции термоминеральных вод.

Цель данного исследования заключается в выявлении путей, структуры и физико-химических параметров разгрузки приповерхностных гидротерм на примере термальных полей Курило-Камчатской островной гряды.

2. Новизна исследований и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В диссертации Мишениной С.П. впервые применен комплекс электрометрических методов (частотное зондирование, электротомография) в сочетании с геохимическим опробованием для изучения строения каналов разгрузки на термальных полях Курило-Камчатской островной гряды.

Построены геоэлектрические модели, описывающие конфигурации и структуры каналов гидротерм, определены их количественные и геохимические характеристики (геометрические параметры, удельное электрическое сопротивление, минерализация и др.).

Для исследованных объектов установлено, что гидротермы различного типа и гидрохимического состава характерны не только для различных вулканов, но и обнаружаются в пределах одного термального поля. Показано, что исследованные разгрузки питаются из единого канала, а вариации их состава, вероятно, обусловлены путями миграции флюидов, степенью их взаимодействия с вмещающими породами, соотношением метеорных вод и флюидов глубинного генезиса.

В работе определена геоэлектрическая зональность подповерхностного пространства термальных полей с помощью ЧЗ и ЭТ, установлена качественная и количественная связь геофизических и геохимических параметров среды, проинтерпретированы результаты геофизических и геохимических исследований для определения строения подповерхностного пространства гидротермальных систем.

3. Значимость для науки и производства (практики) полученных автором диссертации результатов

Автором работы предложена и опробована нестандартная методика комплексирования геофизических и геохимических исследований, которая позволяет определять питающие каналы выходов гидротерм к поверхности на термальных полях. Это отличается от многочисленных, в том числе и современных, исследований, где рассматриваются индивидуальные питающие каналы для каждого термопроявления в связи с различиями в их составе, уровне кислотности, окислительно-восстановительном потенциале и степени минерализации. Полученные результаты вносят весомый вклад в раздел Наук о Земле, способствуют лучшему пониманию природы вулканических процессов и строения гидротермальных систем.

Предложенный автором апробированный комплекс геофизико-геохимических исследований может использоваться для выбора точек бурения геотермальных скважин, а также для обеспечения мониторинга безопасности маршрутов туристических троп (обнаружения структурных нарушений, скрытых полостей).

4. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений диссертации обеспечивается:

- комплексностью методов исследования;
- использованием современного оборудования и хорошо проработанных стандартных методик анализа и расчета физических параметров;
- внушительным объемом проведённых исследований и количеством геохимических проб и анализов;
- согласованностью полученных результатов геофизических методов (ЭТ и ЧЗ) с результатами геохимических анализов.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом, замечания по оформлению

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка сокращений, словаря терминов и списка литературы. Общий объём работы составляет 128 страниц, включая 47 рисунков и 11 таблиц. Список литературы состоит из 160 наименований.

Введение

В данном разделе изложена вся необходимая информация для понимания сути защищаемой работы.

Глава 1 написана хорошим языком, полно, приведен анализ современного состояния использования методов электроразведки. Автором хорошо подмечена современная тенденция к поиску междисциплинарных связей и их сопоставления в практических целях, приведено достаточное количество примеров.

Глава 2 посвящена основным объектам исследований, истории их возникновения. Представлено общее геологическое описание пород и термоминеральных вод.

Глава 3 содержит характеристику применяемых геофизических и геохимических приборов, описание методов и методик выполненных исследований. Представлены используемые методики расчета количественных связей между геофизическими и геохимическими параметрами изучаемых термальных полей. Следует отметить, что автором выполнены не только полевые геофизические исследования, но и отобран внушительный объем проб воды для анализов, часть из которых выполнена диссидентом лично.

Глава 4 включает анализ результатов проведенных диссидентом исследований. Приведены карты, графики, таблицы для исследуемых объектов: Кальдеры Узон; Кальдеры Академии Наук; Вулкана Мутновский,

Вулкана Эбеко. В целом, заключительная глава в достаточной мере представляет полученные геоэлектрические разрезы и модели. Выводы и научные результаты сформулированы четко, структурировано, подкреплены большой базой фактического материала по каждому объекту исследований. Представленные защищаемые положения хорошо обоснованы и полно отражают результат проведенного исследования.

Несмотря на высокий уровень научного исследования, к работе есть некоторые **замечания**:

1. Во второй главе диссертации Софии Павловны приведено геологическое описание пород слагающих районы работ. Хотелось бы чтобы автором использовались общепринятые наименования пород. Непонятно, что представляет из себя туфо-конглобрекция Мутновского вулкана?
2. Во второй главе можно отметить нехватку схем и описания существующих моделей строения гидротермальных систем изучаемых объектов, т.к. диссертация посвящена изучению строения разгрузок термальных вод в приповерхностной части (до 45 м), нет возможности оценить концепцию строения конкретного объекта и сделать вывод о сопоставимости полученных результатов в диссертации с существующими представлениями.
3. В 3 главе, к сожалению, отсутствуют карты схемы мест отбора проб воды для определения геохимических параметров среды. В главах «Методика полевых геофизических работ» есть описание проведённых геофизических исследований с понятной графикой, на схемах нигде не отмечены конкретные точки пробоотбора.
4. Глава 3.4. При обсуждении количественных связей используется «формула Муанфара [Moinfar et al., 2010], связывающая минерализацию, температуру и удельное электрическое сопротивление». Эта формула имеет связь с электропроводностью пластовой воды, но не с УЭС среды? Как всё-таки осуществлялся

расчет УЭС среды? В приведенных таблицах расчётные параметры проводимости и $УЭС_{расч.}$ для некоторых проб разнятся и не согласуются, с чем это связано (например, в таблице 4.1 Уз-8/08)?

5. Геоэлектрические разрезы лишены единой шкалы распределения УЭС по цвету, что осложняет сопоставление разрезов непосвященному читателю. Разрезы частотного зондирования на разных объектах имеют горизонтальную полосу низких значений УЭС на глубине 5 (-5) м (Рис. 4.7, 4.9). Какова природа выделяемого горизонта?
6. Сложно согласиться с выводом «Учитывая схожесть растворов источников вулкана Эбеко с растворами Донного поля Мутновского вулкана по минерализации и кислотности, можно сделать предположение о наличии общего питающего канала для разных источников на вулкане Эбеко». Данный вывод не очевиден и требует более детального анализа данных, возможно отдельной главы.

6. Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат в полной мере соответствует содержанию и основным положениям диссертации.

7. Подтверждение опубликованных основных результатов

диссертации в научной печати

Основные результаты исследований по теме диссертационной работы были представлены в виде устных докладов на 16 российских и 2 международных научных конференциях, главой в монографии, изложены в 6 работах в ведущих научных рецензируемых отечественных и зарубежных журналах, входящих в перечень журналов ВАК.

Несмотря на отдельные высказанные замечания, выполненная работа является законченным научным трудом, характеризуется актуальностью

выполненных исследований, тщательностью проработки материала, новизной и практической значимостью полученных выводов. Стоит отметить слабую изученность и трудную доступность выбранных автором объектов исследований, а вулкан Эбеко представляет реальную опасность для жизни исследователей, что несомненно подчеркивает важность полученных результатов. Диссертация соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ему степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Диссертационная работа признана отвечающей требованиям, предъявляемым для ученых степеней. Отзыв одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

Старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук, кандидат геолого-минералогических наук (25.00.10):

Подпись



Феофилактов Сергей Олегович

Дата: 23.12.2025

Я, Феофилактов Сергей Олегович, даю согласие на обработку моих персональных данных и их использование в документах, связанных с работой диссертационного совета.

С.О. Феофилактов



Детальное рассмотрение диссертационной работы и отзыва на нее проходило на расширенном заседании лаборатории геотермии ИВиС ДВО РАН 23 декабря 2025 года (протокол № 5 от 23.12.2025).

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИВиС ДВО РАН)

Адрес: 683023, Камчатский край, г. Петропавловск-Камчатский, б-р Пийпа Б.И., д. 9.

Подпись к.г.-м.н., с.н.с. лаб. геотермии Феофилактова С.О. заверяю.

Заведующий лабораторией геотермии
ИВиС ДВО РАН, д.г.-м.н.:

Дата: 23.12.2025 г.



Рычагов Сергей Николаевич