

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Мишениной Софии Павловны
«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

Общая характеристика работы. Диссертация изложена на 128 страницах, включает введение, 4 главы, заключение и библиографию из 160 наименований. Текст работы написан грамотным научным языком, хорошо иллюстрирован. Всего в диссертации приводится 47 рисунков и одиннадцать таблиц. Диссертационная работа хорошо структурирована, что облегчает её понимание и положительно влияет на общую оценку.

Во **введении** обоснована актуальность проведения исследований, четко сформулированы их цель и задачи. Содержание работы логично структурировано по разделам. Представлены личный вклад автора на всех этапах выполнения исследований, научная и практическая значимость полученных результатов и т.д.

Во введении конкретно сформулированы научные положения, выносимые на защиту.

Целью исследования является выявление путей, структуры и физико-химических параметров разгрузки приповерхностных гидротерм на примере термальных полей Курило-Камчатской островной гряды (ККОГ).

Необходимо отметить перспективность проведённых исследований, их теоретическую и практическую значимость для современной науки и практических приложений. В настоящем исследовании решаются две взаимосвязанные задачи, имеющие существенное научное и прикладное значение. Первая – в развитии методической базы за счет интеграции электротомографии и геохимии для изучения термальных полей и месторождений. Вторая – в выявлении закономерностей в системах выходов на поверхность газогидротермальных масс в форме трубообразных каналов и оценке рисков для туризма в зонах термальной активности через изучение их подповерхностного строения.

Результаты исследований служат основой для более глубокого изучения геотермальной деятельности. Полученные данные следует учитывать при планировании буровых работ, а разработанные методы исследования – для мониторинга подповерхностного пространства.

Рецензент отмечает хорошую апробацию работы. Основные результаты исследований изложены в 6 публикациях в авторитетных журналах, представляющих

профильные направления в науках о Земле. Это высокорейтинговые журналы «Geofluids», «Тихоокеанская Геология» и «Геосистемы переходных зон». Кроме того, результаты работ представлялись диссертантом на многих международных и всероссийских конференциях.

В последние десятилетия востребованность взвешенной, научной обоснованной информации об особенностях геогидротермальных источников Камчатки для исследования в промышленной сфере области становится все более необходимой.

Ниже представлена краткая характеристика представленной работы по основным разделам.

В первой главе представлен аналитический обзор публикаций о современных исследованиях термальных полей активных вулканов. Приведены основные особенности зондирования активных вулканов разными методами в первую очередь электрическими на территории России и за рубежом. Описана история изучения вулканов с помощью геофизических методов и их связи с геологией, геохимией, термальных полей, приведены основные публикации по теме исследования.

Во второй главе приводятся краткое физико-географическое описание объектов исследования. Рассмотрены краткое описание вулканов, история их извержений, основные геологические особенности в кальдерных системах вулканов Узон, Академии Наук, Мутновского. Более детально дано описание термальных полей, виды термальной деятельности на участках исследований.

В третьей главе описаны методы исследования. На изучаемых вулканах проводился спектр комплексных работ: электротомография, частотное электромагнитное индукционное зондирование, геохимическое опробование с последующими лабораторными анализами (подробное описание методов и приборов приведено в тексте диссертации). Также в работе приведены расчёты по формуле Муанфара для оценки количественной связи между геофизическими и геохимическими параметрами среды термальных полей. Приведённые методы исследования и соответствующие им приборы не раз применялись на термальных полях активных вулканов. Однако, уникальным является именно комплекс работ, реализованный с помощью приборов и методов. Для каждого из объектов, согласно рекогносцировке, выбран набор, который дал действительно новые результаты.

В четвёртой главе приведены результаты исследования, описаны чётко и структурированно: связанные между собой результаты зондирования методами электротомографии и частотного электрического зондирования, отмечены места выходов термальных источников с уникальными параметрами, рассмотрена связь между геохимическими и геофизическими параметрами среды.

В Заключении изложены основные научные результаты, оформленные соискателем в форме защищаемых положений по итогам проведенных исследований.

Основным результатом работы является определение путей разгрузки приповерхностных гидротерм, их структуры и физико-химических параметров на примере нескольких термальных полей ККОГ, обладающих различными типами растворов по физико-химическим параметрам, разнообразием по содержанию широкого круга химических элементов. Большая разница указанных параметров характерна не только для разных вулканов, но обнаруживается в пределах одного термального поля. Эта разница, по мнению автора, объясняется путями миграции флюидов, степенью их взаимодействия с вмещающими породами, меняющимся соотношением метеорных вод и флюидов глубинного генезиса.

Три связанные между собой задачи объединены общей методологией и единым подходом на основе комплекса геофизико-геохимических данных, для которых автор предложил собственную интерпретационную трактовку с концептуальным наполнением.

Основные результаты диссертации и их новизна. Соискатель выносит на защиту следующие научные положения:

1. Грязевые котлы на термальных площадках кальдеры вулкана Узон являются выходами на поверхность газогидротермальных масс в форме трубообразных каналов, что установлено с помощью частотного зондирования. Согласно геоэлектрическим моделям выявлена зональность внутреннего строения термального поля, обусловленная меняющимся соотношением твердой и жидкой фаз, из-за непостоянства поступления доли глубинного флюида, взаимодействующего с вмещающими породами.

2. По результатам интерпретации данных электротомографии установлено, что гейзеры Академии Наук (гидротермы системы озера Карымского) питаются из единой обводнённой линзы, расположенной в интервале глубин 5-20 метров; питающие каналы гидротерм Медвежьих и горячих выходов на полуострове Новогодний уходят корнями к общему источнику, тяготеющему к кратеру Токарева.

3. По данным детальных исследований методами частотного электрического зондирования и электротомографии на фумарольном поле Донном, расположенном в южной части кальдеры вулкана Мутновского обнаружено, что в грязевой котел с уникальным ультракислым составом поступает глубинный флюид по единственному глубинному каналу, который прослежен до глубины более 40 м. Как и на предыдущих объектах исследований этими методами разнообразие состава термальных разгрузок определяется изменяющимся во времени соотношением флюида и метеорных вод и степенью метасоматоза вмещающих пород.

По результатам геоэлектрических и геохимических исследований на ограниченном участке термальных проявлений на склоне вулкана Эбеко сделано заключение в сходстве растворов источников Донного поля Мутновского вулкана и растворов источника на участке вулкана Эбеко по минерализации и кислотности.

Итак, основными результатами новизны в диссертационной работе Мишениной С.П., являются, по мнению рецензента, следующее:

1. Впервые построена геоэлектрическая модель, описывающая зональность внутренней близповерхностной части термального поля в кальдере вулкана Узон;
2. Обнаружена единая водонасыщенная линза, питающая гейзеры Академии Наук;
3. На фумарольном поле Донном в южной части вулкана Мутновского для термальных растворов ультракислого состава грязевых котлов обнаружен единый питающий канал, прослеженный до глубины более 40 м.

Заклячая рецензирование диссертационной работы Мишениной С.П., следует отметить, что выполненное исследование, оформленное квалифицированно согласно требованиям к диссертационному труду, является существенным вкладом в изучении термальных полей действующих вулканов ККОГ, выявившим на примере четырех участков термопроявлений детальные взаимосвязи между жидкими и твердыми фазами грязевых котлов, пути разгрузки газогидронасыщенных растворов, структуру подповерхностного пространства по результатам моделирования в виде структур с разными электросопротивлениями и связав эти модели с химическими параметрами растворов. Дано автором объяснение наблюдаемой контрастности составов растворов в пределах одного поля как результат вариации составов глубинного флюида и метеорных вод. Этот вывод является результатом комплексной методологии, объединившей электротомографию, электрозондирование, электротомографию и геохимическое опробование. Эти результаты базируются на огромной объеме экспериментальных исследований, проводимых в течении более 15 лет. Полученные результаты и отработанная методика создают научную основу для решения прикладных задач, включая оптимизацию разведки геотермальных месторождений, а также для неразрушающего мониторинга с целью обеспечения безопасности туристической инфраструктуры на активных термальных полях.

Замечания. Как любая большая работа, диссертация и автореферат не лишены недостатков. Рецензент не считает их принципиальными так как они ни в коей мере не снижают высокую оценку квалификации соискателя и безусловное соответствие работы уровню кандидата геолого-минералогических наук:

1. Геохимия растворов в широком смысле слова не приведена в диссертации, поскольку имеются только выборочные геохимические характеристики термальных источников, что и следовало указать в более чёткой формулировке названия.

2. Обеспечение безопасности туристических маршрутов – реальная часть практической значимости. Автору стоило бы привести карты-схемы имеющихся маршрутов на выбранных объектах исследования. Также стоило бы рассмотреть аналогичные исследования за рубежом, в частности, на вулкане Унзен.

3. Во второй главе дана краткая геологическая характеристика исследуемых объектов, но не рассмотрены детально их сходство и различия. Почему именно эти объекты выбраны автором?

4. В третьей главе не рассмотрена приборная база из мировой практики: чем выбранный инструментарий лучше? Также в тексте диссертации недостаточно рассмотрена причина выбора совмещения электромагнитных методов измерения с геохимическими исследованиями.

5. Вывод о схожести растворов источников участка Донного Мутновского вулкана и раствора исследованного участка на склоне вулкана Эбеко по минерализации и кислотности преждевременен и нуждается в дополнительных исследованиях.

6. В списке литературы во многих статьях на английском языке указания V. (Volume) и P. (Pages) даны T. (том) и C. (страницы). Необходимо исправить.

Заключение. Диссертация Мишениной Софии Павловны «Строение приповерхностных путей разгрузки гидротерм на примере термальных полей Курило-Камчатской островной гряды по данным геоэлектрики и геохимии» является логически завершённым научным исследованием, выполненным на высоком научном уровне с применением современных инструментов познания и средств интерпретации разнородных геофизико-геохимических данных. В работе решены актуальные задачи, имеющие научную значимость и очевидные перспективы практического применения.

Необходимо отметить оригинальность и корректность представляемых результатов, полученных с помощью высокоточной аппаратуры, достоверной методики измерения и интерпретации экспериментальных данных, дополненных гидрохимическим анализом проб.

Представленная диссертация соответствует паспорту специальности 1.6.9 - Геофизика в части пункта 18. Автореферат достаточно ёмко отражает содержание диссертации и полностью соответствует её основным положениям.

Диссертация Мишениной Софии Павловны «Строение приповерхностных путей разгрузки гидротерм на примере термальных полей Курило-Камчатской островной гряды

по данным геоэлектрики и геохимии» - это научно-квалификационная работа, содержащая оригинальные подходы к успешному решению следующих основных задач:

- получение новых данных о подповерхностном строении ряда термальных полей активных вулканов Камчатки и Курил с использованием комплекса современных геофизико-геохимических методов;

- обнаружение общих питающих каналов для каждого из термальных полей, объединяющих собой источники даже с весьма контрастными геохимическими параметрами;

- создание геоэлектрических моделей подповерхностного пространства ряда термальных полей, описывающих подводящие каналы каждого из источников, включая их объединение на разных глубинах.

Диссертация Мишениной С.П. удовлетворяет требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. (№ 842) (ред. от 26.09.2022), и может рассматриваться как завершенная научно-квалификационная работа, а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9 - Геофизика.

Официальный оппонент

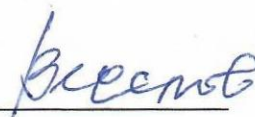
Веселов Олег Васильевич

кандидат геолого-минералогических наук

ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИМГиГ ДВО РАН)

Почтовый адрес: 693022, Сахалинская область, город Южно-Сахалинск, ул. Науки, д.1 к.б Тел.: +7 (4242) 791-517

Эл. почта: o.veselov@imgg.ru



Подпись

25 декабря 2025 г.

Я, Веселов О.В., даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись Веселова О.В. заверяю.

