

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института тектоники и геофизики

им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН

к.г.-м.н. А.Ю. Песков

09 августа 2022г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на кандидатскую диссертацию
ФЕОФИЛАКТОВА СЕРГЕЯ ОЛЕГОВИЧА
на тему: **БЛОКОВАЯ СТРУКТУРА ПАУЖЕТСКОГО
ГЕОТЕРМАЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНАЯ КАМЧАТКА):
НОВАЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ**

по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков
полезных ископаемых
на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

1. Актуальность избранной темы

Источником геотермальной энергии является магматическое тепло Земли, которое является практически безграничным возобновляемым источником. Камчатский регион обладает огромными запасами геотермальных месторождений, локализованных в зонах геологической подвижки пластов земной коры и связанных с вулканическими процессами.

Изучение геотермальных систем также важно для прогноза и поиска гидротермальных месторождений редких, благородных и радиоактивных металлов, которые создаются циркулирующими под поверхностью Земли горячими минерализованными газово-жидкими растворами.

Представленная на отзыв диссертационная работа посвящена изучению глубинного строения Паужетского геотермального района Южной Камчатки.

Целью исследований является выделение геологических структур, контролирующих перенос тепла в районе Паужетской гидротермальной системы через создание геолого-геофизической модели зон разгрузки парогидротерм в пределах Паужетского геотермального месторождения и гидротермальной системы.

2. Связь работы с планами соответствующих отраслей науки и народного хозяйства

Диссертационная работа Феофилактова Сергея Олеговича выполнена при частичной финансовой поддержке грантов Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 18-35-00138; 19-05-00102), имеет значимое народнохозяйственное значение для обеспечения бесперебойной работы Паужетской ГеоЭС в условиях прекращения эксплуатации первого на месторождении (Северного) участка и отбора тепла только на одном, введенном в эксплуатацию в 1980-х гг., Южном участке.

В настоящее время назрела настоятельная необходимость бурения новых скважин на месторождении с целью поиска гидрогеологических структур, контролирующих высокотемпературный теплоноситель. Полученная в процессе исследований Сергеем Олеговичем модель, может служить основой для выбора площадок новых скважин.

3. Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Проведенные ранее геолого-геофизические и гидрогеологические исследования на Паужетском геотермальном месторождении не позволили решить многие принципиальные вопросы: об источниках тепла и глубинных растворах, о структуре подводящих каналов для парогидротерм, строении зон смешения термальных и метеорных вод и зон кипения растворов, о геологической природе зон разгрузки термальных вод.

Особенностью настоящей работы является то, что для построения модели литосферы Паужетского геотермального района привлечен широкий комплекс геофизических методов, что позволило заметно повысить достоверность самой модели и обосновать возможную природу геотермальной системы.

На основании оригинальных данных, представленных в диссертации, и использования современного геофизического оборудования получены следующие новые научные результаты:

- 1) определены строение и физические характеристики зон разгрузки парогидротерм;
- 2) выделена система блоков, контролирующая разгрузку теплового потока в структуре Паужетского геотермального месторождения;
- 3) определен глубинный источник тепла для Паужетской гидротермальной системы;
- 4) решен ряд фундаментальных научных и практических вопросов, имеющих принципиальное значение не только для Паужетской гидротермальной системы, но и для других гидротермальных систем Южной Камчатки.

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

Полученные в данной работе результаты вносят весомый вклад в раздел Наук о Земле, способствуют лучшему пониманию природы вулканических процессов и образования геотермических систем.

Предложенная автором модель строения Паужетской гидротермальной системы будет востребована как в практике эксплуатации геотермальных месторождений Южной Камчатки, так и при поисково-разведочных работах на различные виды минерального сырья.

5. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений

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

- широким комплексом геофизических исследований,
- использованием современной аппаратуры для проведения геофизических исследований,
- применением апробированных стандартных методик (программного обеспечения) расчетов физических параметров,
- согласованностью полученных результатов геофизических исследований между собой,

- согласованностью полученных моделей с имеющейся детальной геолого-геофизической информацией по рассматриваемому району

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

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы общим объемом 161 страницы, включающим 65 иллюстрации и одну таблицу. Список литературы состоит из 200 наименований.

Введение

В данном разделе изложена вся необходимая информация для понимания сути защищаемой работы. Отметим излишне большой объем подраздела актуальность, который выбивается из общего ряда краткого и четкого изложения информации во введении.

Глава 1 написана хорошим языком, полно, приведено много примеров. Полностью вводит в рассматриваемую проблему, показывает основные тенденции и вопросы изучения геотермальных систем в мире.

Глава 2 посвящена истории изучения Паужетской гидротермальной системы, Паужетского месторождения и отдельных геофизических полей. Дана их геологическая характеристика, проанализированы существующие модели. Информации для понимания состояния изученности и существующих представлений приведено достаточно.

Вызывает вопросы раздел *2.5 Петрофизические свойства горных пород*. Это наиболее слабый раздел в работе (этого раздела нет в оглавлении работы). Характеристика физических свойств через указание только пределов изменения параметров, а иногда и только верхнего предела не лучший способ представления информации. Указание средних значений или моды для магнитной восприимчивости существенно бы улучшило понимание этого вопроса.

Глава 3 посвящена аппаратуре и методике выполненных геофизических исследований.

Особо хочется отметить применение достаточно широко комплекса геофизических методов, которые позволили создать надежную геофизическую основу для изучения геотермальной системы и ее отдельных участков. Использовалась современная геофизическая аппаратура. При этом к главе есть ряд непринципиальных замечаний:

1. Автором не даны пояснения, как при использовании качественных магнитометров получена столь высокая среднеквадратичная погрешность съемки в 18 нТ.

2. В тексте главы встречается ряд опечаток (например, погрешность ВЭЗ > 3%?)

3. Точность ЕП, как правило, не характеризуется среднеквадратичной погрешностью, для этого используется разность основного и повторного измерений на точке.

Глава 4. Фактический материал и его интерпретация.

В главе проанализирован геофизический материал для объектов трех иерархических уровней: поле, месторождение, гидротермальная система.

Принципиальных замечаний по представленной интерпретации и сделанным выводам нет, тем не менее, необходимо отметить ряд моментов:

1. Для улучшения рисовки геоэлектрического разреза представляется целесообразным использовать для данных ВЭЗ также 2Д инверсию данных.

2. Кроме неоднократного упоминания о методе касательных, который использовался для оценки глубины до верхней кромки аномалиеобразующих тел, больше упоминания об интерпретационных процедурах для гравимагнитных полей нет. При этом в работе приведено 3 разреза построенных, по всей вероятности, методом подбора. Однако информации в работе об используемой программе и методике для этого нет. Кроме того, существует много способов разделения и анализа структуры гравимагнитных полей, что могло бы помочь при изучении геотермальных полей и месторождений. Имеющиеся у автора данные позволяют также

строить 3Д магнитные и плотностные модели, которые могли бы дать дополнительную информацию для понимания распределения и морфологических особенностей магнитных и плотностных неоднородностей. Такая, более углубленная интерпретация, могла бы много добавить к построениям по данным электроразведки.

3. Представляется целесообразным проанализировать положение Паужетской гидротермальной системы в региональных гравитационном и магнитном полях, наметить некоторые черты глубинного строения территории и соотношение с ними выделяемых по профилю глубинных особенностей.

4. В работе уместно привести комплексные геолого-геофизические разрезы по профилям, где показаны данные всех измерений и все интерпретационные разрезы, а также сводный интерпретационный разрез. В настоящее время они бессистемно разбросаны между 4 и 5 главами.

Глава 5. Геолого-геофизические модели строения термальных полей, геотермального месторождения и гидротермальной системы.

В целом глава написана ёмко, ясно и по существу. Представляется неудачной формулировка первого защищаемого положения, которое звучит следующим образом: *«Определено строение и происхождение зоны разгрузки парогидротерм в районе Восточно-Паужетского термального поля. Установлено, что зона разгрузки парогидротерм характеризуется слоисто-блоковым строением аргиллизированных пород и положительными аномалиями магнитного и гравитационного полей в центральной части структуры. Выделено субвулканическое тело среднего-основного состава, апикальные части которого контролируют подъем глубинных термальных вод к дневной поверхности.»*

В одной фразе совмещены геологическая характеристика зоны разгрузки и два геофизических признака. Создается впечатление, что аргиллизированные породы создают геофизические аномалии. Хотя по тексту и рисункам понятно, что речь идет о зоне измененных пород над субвулканической интрузией, и именно она является источником аномалий.

В целом заключительная глава в достаточной мере представляет полученные модели, все защищаемые положения обоснованы фактическим материалом и его интерпретацией.

По представленной работе есть несколько замечаний редакторского плана:

1. Автор широко использует термин блок с различными эпитетами: тектономагматический, тектонический, магматический, кольцевой и т.д. Нет пояснений, что автор понимает под каждым термином, поскольку для читателя это не очевидно, и более того, в некоторых случаях этот блок оказывается, например, экструзивным телом.

2. В ряде случаев автор утверждает, что магнитные аномалии связаны с высокой остаточной намагниченностью, не упоминая магнитную восприимчивость. Однако все разрезы подобраны с параметром магнитной восприимчивости и данные по физическим свойствам не дают основания для выделения разностей с решающим преобладанием остаточной намагниченности над индуцированной.

3. Нет понятия петрофизические свойства пород, есть физические свойства.

4. В работе нет единой покраски для всех геофизических карт.

5. Неудачные условные обозначения на геофизических и модельных разрезах. Привязывая «геофизические» слои к литологическим разностям желательно для последних использовать привычные общепринятые условные знаки, а не так как, к примеру, на рис. 5.6, где и терригенные осадочные, и кристаллические породы обозначены одним условным «интрузивным» крестом в разной модификации. Это для человека, привыкшего к условным обозначениям, принятым в геологии, существенно усложняет чтение разреза.

6. На станции 42 вероятно ошибка с возрастом: «Возраст Большебаной гидротермальной системы определен в 180 – 350 млн. лет. (средний – верхний плейстоцен)»?

В целом диссертационная работа производит очень благоприятное впечатление, как направленностью исследовательских работ, так и методами исследований.

Особо следует отметить большой личный вклад автора, который на протяжении 8 лет участвовал в полном цикле геолого-геофизических работ от постановки научной проблемы до реализации всех этапов изучения: замеры расчеты и интерпретация были выполнены непосредственно автором.

Диссертация является законченным научным трудом, задачи, поставленные перед работой, можно считать выполненными. Защищаемые положения обоснованы и доказаны фактическими данными.

7. Соответствие автореферата основным положениям диссертации.

Автореферат в целом соответствует основным положениям диссертации.

8. Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати

Основные результаты исследований по теме диссертационной работы были представлены в виде устных докладов на 10 российских и 2 международных научных конференциях, изложены в 18 работах, из них 3 в ведущих научных рецензируемых отечественных и зарубежных журналах, входящих в перечень журналов ВАК.

Не смотря на отдельные высказанные замечания, выполненная работа является законченным научным трудом, характеризуется актуальностью выполненных исследований, тщательностью проработки материала, новизной и практической значимостью полученных выводов и соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для учёной степени кандидата наук.

Автор диссертационной работы Феофилактов Сергей Олегович заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина Дальневосточного отделения Российской академии наук, кандидат геолого-минералогических наук (25.00.10):

Подпись:  Носырев Михаил Юрьевич

Дата: 09.08.2022

Подпись	<i>Носырева М.Ю.</i>
Заверяю: специалист по кадровому делопроизводству	
	<i>Ю.Е. Вяткина</i>
« 09 » 08 2022 г.	



Детальное рассмотрение диссертации и отзыва на нее проходило на расширенном заседании лаборатории региональной геофизики и петрофизики ИТиГ ДВО РАН 09 августа 2022 года в присутствии членов: к.г.-м.н. Манилова Ю.Ф. (председатель), к.г.-м.н. Носырева М.Ю., к.г.-м.н. Абражевич А.В., к.г.-м.н. Иволги Е.Г., к.г.-м.н. Горнова П.Ю., к.г.-м.н. Кудымова А.В., к.г.-м.н. Кириллова В.Е., к.г.-м.н. Каретникова А.С..

Диссертационная работа признана отвечающей предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук требованиям. Отзыв одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации.

И.о. зав. лабораторией региональной геофизики и петрофизики ИТиГ ДВО РАН, к.г.-м.н:

 Ю.Ф. Манилов

Подпись	<i>Манилов Ю.Ф.</i>
Заверяю: специалист по кадровому делопроизводству	
	<i>Ю.Е. Вяткина</i>
« 09 » 08 2022 г.	



09.08.2022