

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по науке

ИЗК СО РАН,

К.Г.-М.Н.

Владимир Анатольевич Саньков



«27» ноября 2025 г.

**ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук
(ИЗК СО РАН)**

на диссертационную работу Нуждаева Ивана Алексеевича "Строение зоны разгрузки парогидротерм по магнитометрическим данным (Паужетско-Камбально-Кошелевский геотермальный район, Южная Камчатка)", представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности "1.6.9 – Геофизика".

Рассмотренная диссертационная работа включает все необходимые главы и разделы: введение, пять глав, заключение, список цитируемой литературы из 137 наименований и список публикаций диссертанта в журналах перечня ВАК и в материалах конференций. Общий объем диссертационной работы составляет 132 стр.

Структура диссертационной работы четкая, последовательно изложен полученный автором представительный материал. Оформление работы и автореферата заслуживает высокой оценки. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы.

Актуальность исследований

Диссертационная работа выполнена в рамках решения фундаментальной научной проблемы, состоящей в отсутствии аргументированных и доказанных представлений о структуре крупных геотермальных систем Паужетско-Камбально-Кошелевского района Южной Камчатки. При решении этой проблемы актуальное значение имеет определение геологического строения зон разгрузки термальных вод как отражения влияния глубинных источников тепла на верхние горизонты гидротермальных систем. Эти вопросы остаются не решенными даже на разведанных и эксплуатирующихся геотермальных месторождениях Камчатки. И.А. Нуждаев предлагает новый подход к решению проблемы на основании исследований геотермальных систем комплексом геолого-геофизических методов с акцентом на магниторазведку, в диссертации данный

подход хорошо аргументирован, имеет новизну по сравнению с другими известными решениями.

Цели и задачи исследований

Целью исследований является выявление особенностей строения близповерхностных горизонтов геотермальных систем, зон разгрузки термальных вод и парагазового флюида в Паужетско-Камбально-Кошелевском геотермальном районе Южной Камчатки.

Для достижения цели были поставлены следующие **научные задачи**:

1. Получение данных о геологическом строении Паужетской, Кошелевской и Камбальной современных гидротермальных систем и одноименных месторождений на основании проведения экспедиционных работ широким комплексом геолого-геофизических методов и, прежде всего, детальной магнитометрической съемки.
2. Анализ полученных фактических данных и построение рабочих структурно-геофизических моделей по каждой гидротермальной системе.
3. Создание концептуальных моделей зон разгрузки термальных вод и структуры более глубоких горизонтов: выделение геологических структур, контролирующих подъем и распределение геотермального флюида.

Необходимо отметить, что все поставленные задачи были успешно выполнены диссертантом.

Научная новизна и практическая значимость полученных результатов

Несомненным достоинством работы является широкий охват проблемы исследований, проиллюстрированный в обзоре опубликованной литературы и результатах анализа фондовых материалов по всем трем основным объектам исследований: Паужетской и Камбальной гидротермальным системам, Кошелевскому геотермальному месторождению. Необходимо отметить, что автором также рассмотрены особенности выбора геофизических методов при исследовании гидротермальных систем на основе анализа мирового опыта в данной области, что, безусловно, украшает диссертационную работу.

Автором за длительный период времени (более 15 лет) проведены масштабные экспедиционные (полевые) работы на каждом из объектов исследований, что показывает системность выполняемых исследований. Это позволило выделить и обосновать геологические структуры, контролирующие потоки геотермального тепла исследованных районов Камчатки, показать особенности геологического строения каждой из крупных геотермальных систем, выявить индивидуальные и общие механизмы их формирования.

Практическая значимость результатов исследований И.А. Нуждаева не вызывает сомнений, поскольку они ориентированы на выделение геолого-гидрогеологических структур, наиболее перспективных для получения геотермального теплоносителя. Результаты исследований уже реально используются при доразведке и эксплуатации Паужетского геотермального месторождения. Несомненно, полученные результаты исследований будут использоваться недропользователями при геологоразведочных работах, направленных на поиски и разведку геотермальных месторождений Камчатки.

Обоснованность защищаемых научных результатов

Защищаемые научные результаты сформулированы, исходя из поставленной цели и решения основных задач диссертационной работы и отражают особенности строения каждого из трех объектов исследований.

Так, не вызывает сомнений обоснованность выделения двух участков на площади Паужетского геотермального месторождения, поскольку на основании геолого-геофизических данных, полученных автором, участки резко отличаются друг от друга характером магнитных аномалий и, соответственно, породными комплексами и типом проницаемых структур.

Второй защищаемый результат получен на основании детального сопоставления геофизических данных и материалов изучения типа и составов пород, образующих мощные зоны аргиллизации и проницаемые для геотермального флюида зоны, четко коррелирующие с отрицательными магнитными аномалиями, зонами поглощения сейсмических волн и пониженных электрических сопротивлений. Результат является обоснованным и также не вызывает вопросов.

Третий защищаемый результат сформулирован на основе изучения мало исследованной до настоящего времени Южной группы термальных полей Камбального вулканического хребта. Ценность этого результата состоит в том, что на объекте, где до сих пор отсутствовали какие-либо геофизические данные (кроме мелкомасштабной аэромагнитной съемки), автору удалось определить геологическую структуру каждого термального поля, существенно отличающуюся одна от другой.

Приведенные автором аргументы и фактическая база геолого-геофизических исследований позволяет считать все защищаемые положения (результаты) обоснованными.

Фактический материал, на котором базируются полученные научные результаты, является весьма представительным: материалы магнито-, грави-, сейсмо-, электроразведки.

Относительно **личного вклада** Нуждаева Ивана Алексеевича, то он сомнений не вызывает: автор участвовал в полевых работах на всех изученных объектах в период с 2007 по 2024 гг., проводил обработку, анализ и интерпретацию полученных геофизических данных, выполнял апробацию полученных результатов на конференциях различного уровня.

Опубликование основных результатов

Автором диссертационной работы опубликовано 9 статей, из них 3 – в качестве первого автора, в ведущих научных журналах РФ. Основные положения работы неоднократно представлялись на конференциях различного уровня, от молодежных до всероссийских и международных, в период с 2013 по 2024 годы.

Несмотря на высокий уровень представленной работы, диссертация не лишена и некоторых недостатков:

1. Автором был применен оригинальный подход к проведению магниторазведочных работ – с использованием снегохода, что позволило существенно повысить производительность исследований, тем самым выполнить значительные объемы полевой съемки. Вместе с тем, возникает вопрос: выполнялась ли оценка величины помехи от металлического снегохода на полученные данные магниторазведки? Не является ли она существенной, учитывая диапазоны изменения магнитного поля на изученных объектах?
2. При магниторазведочных исследованиях в пределах Камбального вулканического хребта для оценки вариаций магнитного поля привлекались материалы геофизической обсерватории «Паратунка» ИКИР ДВО РАН. Выполнялась ли оценка корректности привлечения данных с удаленной обсерватории по сравнению с записью магнитовариационной станции, расположенной непосредственно на участке работ?
3. На стр. 71 указано: «Таким образом ΔT_a рассчитывалось по формуле: $\Delta T_a = T_{\text{набл}} + \Delta T_{\text{вар}} - T_n$, где $T_{\text{набл}}$ – наблюдаемое значение; $\Delta T_{\text{вар}}$ – суточная вариация; T_n – нормальное поле, медианное значение для каждого района исследований». Не вполне понятно, почему при расчете аномального поля значения суточных вариаций суммируются с наблюдаемыми значениями поля, а не вычитаются из них?
4. На стр. 79. указано «Обратная задача решалась методом касательных и характерных точек [Гершанок, 2006]». Неясно, была ли применена регуляризация обратной задачи с применением материалов бурения и других

геофизических методов? Если нет, то почему не учитывались данные гравirazведки и ВЭЗ?

5. На картах аномалий магнитного поля на рис. 4.1, 4.2 и др. следовало привести положение точек наблюдений, чтобы можно было понять, как были проинтерполированы значения. В тексте к рис. 4.1, 4.2 упомянуты экстрезия Березово, борт Паужетского грабена, однако на картах данные геологические объекты не отображены, что затрудняет их интерпретацию.
6. Обращает на себя внимание некоторая небрежность в оформлении иллюстраций. Так, на схемах и картах рис 3.1, 3.4, 3.5, 3.8, 3.9, 4.1, 4.2, 4.7, 4.8 отсутствует координатная сетка. Отсутствует подпись к условным обозначениям на рис. 4.7. Отсутствуют условные обозначения к рис. 4.10, хотя приведены подписи к ним. Рис. 4.12, 4.14 практически нечитаемые.

Вместе с тем, указанные замечания не имеют критического значения, относятся, в большей степени, к оформлению текста и иллюстраций, и не умаляют ценности и значимости рассмотренной диссертационной работы.

При прочтении диссертационной работы может сложиться впечатление, что её название является слишком узким: «Строение зоны разгрузки парогидротерм по магнитометрическим данным...», ведь в работе приведены результаты нескольких методов: магнито-, грави-, сейсмо- и электроразведки, также выполнено комплексирование геофизических методов при построении концептуальных физико-геологических моделей изученных объектов. Однако это говорит скорее в пользу скромности автора, ведь исследования выполняются в команде с другими учеными – С.Н. Рычаговым, С.О. Феофилактовым и др., о чем Иван Алексеевич упоминает и корректно ссылается. Таким образом, учитывая наивысший и определяющий вклад автора именно в направлении магнитометрических исследований, название диссертации следует признать оптимальным.

Необходимо отметить, что в диссертации И.А. Нуждаева содержится решение научной задачи, имеющей существенное значение для развития направления геотермальной энергетики Камчатки.

Заключение

Диссертационная работа И.А. Нуждаева "Строение зоны разгрузки парогидротерм по магнитометрическим данным (Паужетско-Камбально-Кошелевский геотермальный район, Южная Камчатка)" представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Выводы диссертации обоснованы и полностью следуют из ее содержания. Список опубликованных статей, в которых изложены результаты исследований автора,

подтверждающих сформулированные в диссертации защищаемые научные результаты, удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.9 – Геофизика. Автореферат полностью отражает содержание, важнейшие результаты и выводы диссертационного исследования.

Таким образом, диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 Положения "О порядке присуждения ученых степеней" (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, с изменениями и дополнениями) для ученой степени кандидата наук, а ее автор Нуждаев Иван Алексеевич достоин присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Отзыв заслушан и утвержден на заседании Ученого совета ИЗК СО РАН (протокол № 15 от 27.11.2025 г.) в качестве официального отзыва ведущей организации.

Отзыв от ведущей организации (ИЗК СО РАН) составил:

Заведующий лабораторией комплексной геофизики ИЗК СО РАН,
кандидат геолого-минералогических наук,

Буддо Игорь Владимирович

«27» ноября 2025 г.

Контактные данные:

Тел: +7-914-929-14-29

E-mail: biv@crust.irk.ru

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

Адрес места работы:

664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128

Я, Буддо Игорь Владимирович, даю согласие на обработку моих персональных данных и их использование в документах, связанных с работой диссертационного совета.

И.В. Буддо



Подпись	<u>Буддо И.В.</u>	заверяю
Кадрово-правовой отдел Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук		
<u>Вед. специалист Сергей Сухачев</u>		
« <u>27</u> » <u>ноября</u>		20 <u>25</u> г.