

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

комиссии диссертационного совета 24.1.087.02  
для принятия к защите диссертации Нуждаева Ивана Алексеевича  
**«Строение зоны разгрузки магнитометрическим данным (Паужетско-  
Камбально-Кошелевский геотермальный район, Южная Камчатка)»**  
по специальности 1.6.9 – «геофизика»  
на соискание учёной степени  
кандидата геолого-минералогических наук

**Объектом исследования** в диссертации И.А. Нуждаева являются современные гидротермальные системы, геотермальные месторождения и термальные поля (термоаномалии) одного из крупнейших на Камчатке Паужетско-Камбально-Кошелевского геотермального района.

**Актуальность** диссертационного исследования определяется тем, что современные гидротермальные системы и геотермальные месторождения представляют повышенный интерес для фундаментальной науки. Их формирование связано с активными геодинамическими зонами Земли, контактами региональных тектонических блоков, глубинными коровыми разломами, крупными интрузивными телами. В связи с этим возможно изучение их геологической структуры геофизическими методами с получением информации о ярко выраженных аномалиях: магнитного поля, распространения упругих волн, электромагнитного поля, поля силы тяжести.

Использование геотермальной энергии является одним из приоритетных направлений в энергетической повестке Российской Федерации. Камчатский край обладает богатейшими геотермальными ресурсами, использование которых может обеспечить все потребности региона в электрической и тепловой энергии. На сегодняшний день на полуострове только два геотермальных месторождения (Паужетское и Мутновское) обеспечивают устойчивую работу ГеоЭС суммарной мощностью 74 МВт, при необходимых Камчатскому краю 500 МВт. На государственном балансе края находятся 16 геотермальных месторождений. Исследования глубинного строения гидротермальных систем и зоны разгрузки парогидротерм, в частности, необходимы для решения фундаментальных научных проблем, касающихся взаимодействия магматических источников с приповерхностными и глубинными флюидами, а также, несомненно, найдут свое применение в практических целях разведки геотермальных месторождений и промышленном использовании тепла Земли.

**Методы исследования:** Геофизические исследования выполнены методами: магнито-, грави- и электроразведки (вертикальное электрическое зондирование) и микросейсмического зондирования. Использовалась современная аппаратура и программное обеспечение для обработки данных. Автор участвовал в полевых работах на всех объектах исследования в составе лаборатории геотермии Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО

РАН с 2007 по 2024 годы. При интерпретации данных использовались материалы поисково-разведочных работ: бурения скважин, геофизических, геологических и гидрогеологических съемок.

**Достоверность** данных, представленных в диссертационной работе, обеспечивается использованием современной аппаратуры для проведения геофизических исследований и стандартных методик (программного обеспечения). Обоснованность и достоверность научных выводов, содержащихся в работе, подтверждаются согласованностью как результатов геофизических исследований между собой, так и полученных моделей с имеющейся детальной геолого-геофизической информацией по рассматриваемому району.

#### **Личный вклад**

Автор принимал активное участие в полевых геофизических работах на всех гидротермальных системах Паужетско-Камбально-Кошелевского геотермального района.

Руководил магнитометрическим направлением: выполнял полевую съемку, обработку данных, анализ и интерпретацию полученных результатов.

Проводил полевые измерения на объектах исследования методами микросейсмического зондирования, вертикального электрического зондирования.

Участвовал в построении гравимагнитных разрезов, а также в создании геолого-геофизических моделей парогидротерм Паужетской, Камбальной и Кошелевской гидротермальных систем, представленных в работе.

#### **Научная новизна результатов исследования**

1. Впервые для гидротермальных систем Камчатки построены площадные карты индукции магнитного поля  $\Delta T_a$  с использованием современных высокочувствительных магнитометров со встроенной спутниковой привязкой данных.

2. На основании магнитометрических исследований на гидротермальных системах Паужетско-Камбально-Кошелевского геотермального района установлены геологические особенности строения зоны разгрузки парогидротерм, в том числе ранее не изучавшегося наземными геофизическими методами Камбального вулканического хребта.

3. В результате анализа полученных данных и обобщения геологической информации по объектам исследований созданы концептуальные модели строения зоны разгрузки Паужетских, Камбальных и Кошелевских парогидротерм.

4. Определены геологические структуры, контролирующие потоки термальных вод в верхних горизонтах земной коры. Показаны принципиальные различия в строении зон разгрузки парогидротерм трех гидротермальных систем Камчатки.

**Практическая значимость работы.** Изучение современных гидротермальных систем с целью использования геотермальной энергии – это активно развивающееся научно-практическое направление в современной энергетической повестке во всем мире. Российская Федерация обладает огромными запасами геотермальных ресурсов, по возможности использования которых Камчатский край занимает первое место. Решение вопросов строения гидротермальной системы, определение источников водного и теплового питания, границ тектонических блоков и секущих разломных зон, областей циркуляции термальных вод имеют большое научное и практическое значение. Комплексные геолого-геофизические исследования строения зоны разгрузки парогидротерм необходимы для построения детализированной модели структуры гидротермальной системы и последующей рациональной эксплуатации геотермального месторождения.

**Научные результаты, выносимые автором на защиту:**

1. Зона разгрузки парогидротерм Паужетского геотермального месторождения приурочена к приподнятым тектоническим и тектоно-магматическим блокам и характеризуется слоисто-блоковой структурой. По данным площадной магнитной съемки на месторождении выделяются Западный и Восточный участки. Тектоно-магматические блоки и контактовые зоны субвулканических тел Восточного участка месторождения контролируют подъем термальных вод. На Западном участке происходит латеральное растекание гидротерм верхнего водоносного горизонта по системе радиально-концентрических трещин. Восточный участок перспективен на поиск высокотемпературных глубинных термальных вод, Западный – на выделение близповерхностных геотермальных резервуаров.

2. На основании магнитометрических исследований установлено, что разгрузка парогидротерм Нижне-Кошелевского геотермального месторождения контролируется системой изометричных и линейных зон аргиллизации горных пород. Непосредственно под Нижне-Кошелевской термоаномалией выделена область аргиллизации пород, насыщенная парогазовой смесью и распространяющаяся на глубину более 250 м. Определены участки скрытой разгрузки термальных вод, приуроченные к линейным разрывным тектоническим нарушениям. Зона разгрузки парогидротерм связана субвертикальными каналами с глубинным источником газо-гидротермальных флюидов.

3. Южная группа термальных полей Камбального вулканического хребта характеризуется пониженным модулем индукции магнитного поля  $T$  по сравнению с Паужетским и Нижне-Кошелевским геотермальными месторождениями, что свидетельствует о более интенсивном изменении горных пород хребта гидротермально-метасоматическими процессами. Каждое термальное поле южной группы образовано в различных геологических условиях: Дальнее - в зоне линейного тектонического нарушения, Центральное - в эродированном кратере палеовулкана Термальный, Ближнее - в контактовой зоне экструзии кислого состава. На основании комплексных геофизических

данных установлена гидродинамическая связь Южно-Камбального Дальнего и Южно-Камбального Центрального термальных полей.

Всё вышеуказанное дает основание утверждать, что **диссертационная работа И.А. Нуждаева** соответствует п. 1. «Изучение строения Земли геофизическими методами по ее физическим свойствам и характеристикам», п. 11. «Природа и свойства физических полей Земли с источниками в земных недрах, их геологическая и геодинамическая интерпретация. Поля во внешних оболочках Земли, если они используются для изучения ее внутренней структуры или взаимодействия ее различных оболочек. Теоретические и экспериментальные исследования потенциальных полей Земли. Теория механических, электромагнитных и тепловых процессов в Земле» и п. 18. «Использование геолого-геофизических данных для построения цифровых геологических, гидродинамических, геомеханических, геодинамических и иных моделей геологической среды и месторождений» **паспорта научной специальности 1.6.9 – «геофизика» по геолого-минералогическим наукам.**

**Результаты исследования представлены** в 21 публикации, из них 9 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией («Геология и геофизика», «Вулканология и сейсмология», «Доклады Академии наук», «Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле», «Тихоокеанская геология»), и 12 публикаций в трудах и материалах научных конференций.

При экспертизе текста диссертации, автореферата, публикаций, а также результатов проверки текста системой «Антиплагиат» **комиссией установлено, что:**

- оригинальных блоков в диссертации с учетом добросовестного самоцитирования 91,18 %.
- соискателем сделаны ссылки на все источники заимствования материалов, **фактов некорректного цитирования или заимствования без ссылки на соавторов в тексте диссертации и автореферате не обнаружено;**
- **сведения, представленные соискателем об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны;**
- **несоответствий** текста диссертации, представленного соискателем в диссертационный совет, тексту диссертации, размещённому на сайте, **не выявлено;**
- **недостоверных сведений в документах, представленных соискателем в диссертационный совет, не выявлено.**

**Комиссия рекомендует:**

1. Принять к защите диссертацию И.А.Нуждаева.
2. Ведущей организацией назначить Институт земной коры СО РАН, г.

Иркутск. В состав организации входит экспертно-аналитическое управление, специалисты которого проводят научные исследования по тематике диссертации и способны определить научную и практическую ценность диссертации, имеют публикации по тематике диссертации соискателя.

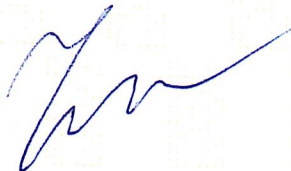
3. В качестве официальных оппонентов рекомендуются:

**Собисевич Алексей Леонидович**, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта, заведующий лабораторией фундаментальных проблем экологической геофизики и вулканологии, г. Москва;

**Панин Григорий Леонидович**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск.

Комиссия диссертационного совета:

Председатель комиссии,  
д.г.-м.н., профессор



Н.О. Кожевников

д.ф.-м.н., доцент



Е.Ю. Антонов

д.т.н., профессор



И.Н. Ельцов

д.г.-м.н., чл.-корр. РАН



И.Ю. Кулаков