

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Черкасова Сергея Владимировича на тему: «Методологические аспекты создания и эксплуатации геотермальных природно-техногенных систем» по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» – на соискание ученой степени доктора технических наук.

Актуальность темы. Одной из основных проблем развития геотермальной энергетики является проблема добычи тепловой энергии Земли. При значительном ресурсном потенциале она отстает от других отраслей энергетики из-за большого объема связанных задач различных областей науки и технологии. В связи с этим работа С.В. Черкасова по разработке методологии эффективного экологически чистого использования геотермальной энергии весьма актуальна для повышения перспектив использования геотермальных ресурсов.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, выводов, списка использованной литературы (149 источников, в т.ч. 30 – фондовых, и 4 – рукописных). Объем работы составляет 249 страниц, работа проиллюстрирована 62 рисунками, 12 таблицами, и 9-ю приложениями.

Во **введении** приводится характеристика современного состояния объекта и предмета исследований, обосновываются и формулируются цели и задачи исследования.

В **первой главе** рассматриваются данные современных научных исследований и результаты практического использования тепла Земли, характеризуется геотермальный потенциал и определяются основные проблемы использования геотермальных ресурсов страны.

Во **второй главе** представлены результаты авторской актуализации и генерализации международной классификации геотермальных ресурсов.

В **третьей главе** рассматриваются основные геоэкологические аспекты геотермальной энергетики и обосновывается преимущество гидротермальных систем перед петротермальными при современном уровне развития технологий бурения и добычи тепловой энергии в стране.

В **четвертой главе** представлены результаты разработки авторской методологии создания геотермальных природно-техногенных систем.

Пятая глава посвящена реализации авторской методологии создания гидротермальных природно-технических систем при проектировании, строительстве и эксплуатации дублетной циркуляционной системы на Ханкальском месторождении.

В **шестой главе** приведены технические характеристики Ханкальской опытно-промышленной геотермальной станции, проанализировано ее значение для развития геотермальной энергетики в Российской Федерации, определен и научно обоснован эффект остаточного дебита циркуляционной системы, рассмотрены направления его дальнейшего исследования и возможности использования для повышения эффективности циркуляционной системы.

Достоверность полученных результатов подтверждается созданием и результатами испытаний первой в стране дублетной циркуляционной системы на Ханкальском месторождении теплоэнергетических вод.

Новизна работы заключается в разработке обобщенной и актуализированной классификации геотермальных ресурсов по способам их использования, систематизации геоэкологических рисков геотермальной энергетики, реализации

подхода к геотермальным системам теплоотбора как к природно-техногенным, разработке методологии создания и эксплуатации объектов геотермальной энергетики, научном обосновании эффекта остаточного дебита гидротермальной циркуляционной системы, и в разработке способа интерпретации данных беспилотной инфракрасной съемки для целей мониторинга эксплуатации месторождений теплоэнергетических вод.

Работа С.В. Черкасова представляет собой синтез современных представлений и практического опыта использования тепла. Указанный синтез нашел применение на практике как методология создания геотермальных природно-техногенных систем теплоотбора, реализованная на Ханкальском месторождении теплоэнергетических вод. При этом обоснование эффекта остаточного дебита циркуляционной системы и способ интерпретации беспилотной инфракрасной съемки имеют не только узко практическое значение, но и определяют направления дальнейших исследований в области геотермии.

Несмотря на охват весьма широкого круга вопросов в области использования геотермальных ресурсов, С.В. Черкасову удалось выполнить законченную, сбалансированную работу, в которой анализ и синтез имеющихся знаний подтверждается и дополняется результатами проработки конкретных проблем. Результаты работы характеризуются научной новизной и практической значимостью, что подтверждается авторским свидетельством и двумя патентами.

Замечания.

1. В тексте диссертации и автореферата имеются случаи неполноты оформления и опечатки. Например, на рис. 5 диссертации, и рис. 1 автореферата, иллюстрирующих различные классификации геотермальных ресурсов не указана подпись для вертикальной шкалы (вероятно - температура). На стр. 129 диссертации, а также на стр. 32 автореферата вместо «250 Вт», вероятно, следует читать «250 кВт», что согласуется с данными, приведенными ранее на стр. 78 диссертации и на стр. 28 автореферата. На стр. 101 диссертации - не «раздел 3.2» (такой раздел в работе отсутствует), а «раздел 5.2».
2. В тексте диссертации допущены отдельные терминологические неточности. Например, на стр. 102 вместо использованного автором термина для одного из способов теплопереноса - «диффузионный», удобнее было бы использовать повсеместно принятый в отечественной литературе термин «кондуктивный». Приведенное на стр. 102 диссертации предложение «Для описания конвективного теплопереноса используется уравнение движения жидкости в пористом грунте» не вполне корректно. Для указанного описания необходимо также, чтобы в уравнении теплопроводности присутствовала так называемая конвективная производная температуры. Автору следовало бы привести в тексте работы систему уравнений разработанного программного комплекса GEOTHERM. Оппоненту не удалось найти в доступных источниках формулировку математической модели указанного комплекса.
3. Вряд ли можно полностью согласиться с предпринятым автором подходом к объяснению «эффекта остаточного дебита циркуляционной системы», на стр. 123-126 диссертации и стр. 30-32 автореферата. Неуместно использован термин «гидростатическое давление» при рассмотрении случая потока теплоносителя, но не его равновесия. Очевидно, что здесь речь должна идти о достаточно простом процессе свободной конвекции теплоносителя в системе геотермальный резервуар - скважины - поверхностный контур теплообменника, по существу - о частном случае однофазного термосифона.

4. Защищаемые научные положения по своему содержанию представляют собой краткие результаты выполненного исследования.

Замечания не снижают ценности и значимости выполненного исследования. Диссертационная работа охватывает широкий спектр вопросов - от классификации геотермальных ресурсов до конкретных процессов и методов, используемых при создании и эксплуатации природно-техногенных систем добычи тепловой энергии Земли. Выводы и рекомендации по результатам работы соответствуют защищаемым положениям и вытекающим из них следствиям. Диссертация является результатом самостоятельной работы автора, основные результаты опубликованы в рецензируемых научных изданиях, большая часть результатов подтверждена внедрением. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Заключение. Диссертация Черкасова Сергея Владимировича на соискание ученой степени доктора технических наук представляет собой научное исследование по решению проблемы разработки методологии создания и эксплуатации природно-техногенных систем добычи тепловой энергии для геотермальной энергетики.

Диссертация Черкасова Сергея Владимировича «Методологические аспекты создания и эксплуатации геотермальных природно-техногенных систем» соответствует критериям, указанным в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Директор НИГТЦ ДВО РАН, д.т.н.



Пашкевич Роман Игнатьевич

Дата: 19.05.2021 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Научно-исследовательский геотехнологический центр
Дальневосточного отделения Российской академии наук
(НИГТЦ ДВО РАН)

Российская Федерация, 683002, г. Петропавловск-Камчатский,
ул. Северо-восточное шоссе д. 30,
Тел. +7-(415)-249-73-99, E-mail: nigtc@nigtc.ru

Подпись Пашкевича Р.И. удостоверяю.

Ученый секретарь НИГТЦ ДВО РАН, к.т.н.



Иодис Валентин Алексеевич

Я, Пашкевич Роман Игнатьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

19 мая 2021 г.

