

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.022.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
НАУКИ ИНСТИТУТА ЗЕМНОЙ КОРЫ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 06 октября 2020 г. № 5

О присуждении **Рычковой Татьяне Васильевне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

**Диссертация** «Гидрогеологический анализ условий формирования и функционирования гейзеров (на примере гидротермальных систем Камчатки)» по специальности 25.00.07 – Гидрогеология

**принята к защите** 14.02.2020 г., протокол № 2 диссертационным советом Д 003.022.01, созданным на базе ФГБУН Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, в соответствии с приказом Минобрнауки России № 208/нк от 29.04.2013 г.

**Соискатель Рычкова Татьяна Васильевна** 1962 года рождения. В 1985 г. окончила Одесский государственный университет им. И.И. Мечникова по специальности «Гидрогеология и инженерная геология».

**Работает** в должности научного сотрудника лаборатории тепломассопереноса ФГБУН Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук.

**Диссертация выполнена** в Институте вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук.

**Научный руководитель** – Кирюхин Алексей Владимирович, доктор геол.-мин. наук, профессор, заведующий лабораторией тепломассопереноса, ФГБУН Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН.

### **Официальные оппоненты:**

Копылова Галина Николаевна, доктор геол.-мин. наук, доцент, заведующая лабораторией геофизических исследований, ФГБУН Камчатский филиал Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук»,

Аузина Лариса Ивановна, кандидат геол.-мин. наук, доцент кафедры «Прикладная геология, геофизика и геоинформационные системы» ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского», г. Санкт-Петербург, в своем **положительном отзыве**, подписанном

Петровым Владимиром Викторовичем, кандидатом геол.-мин. наук, зав. сектором гидрогеологии и гидрогеохимии отдела региональной геохимии и утвержденном Петровым Олегом Викторовичем, генеральным директором, указала, что диссертационная работа Рычковой Татьяны Васильевны «Гидрогеологический анализ условий формирования и функционирования гейзеров (на примере гидротермальных систем Камчатки)» является завершённой научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 с изменениями, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации № 335 от 21.04.2016), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 – Гидрогеология.

**Соискатель имеет** 24 публикации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано пять работ. Четыре статьи из пяти в журналах (Вулканология и сейсмология и Applied Geochemistry), которые индексируются международными базами данных Web of Science и Scopus. Все пять статей написаны в соавторстве.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

**Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Кирюхин А.В., Асаулова Н.П., Манухин Ю.Ф., **Рычкова Т.В.**, Сугробов В.М. Использование численного моделирования для оценки эксплуатационных запасов месторождений парогидротерм (на примере Паужетского геотермального месторождения) // Вулканология и сейсмология. 2010. № 1. С. 56-76.
2. Кирюхин А.В., **Рычкова Т.В.** Условия формирования и состояние ГТС Долины Гейзеров (Кроноцкий заповедник, Камчатка) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2011. № 3. С. 238-253.
3. Kiryukhin A.V., **Rychkova T.V.**, Dubrovskaya I.K. Formation of the hydrothermal system in Geysers Valley (Kamchatka) and triggers of the Giant landslide // Applied Geochemistry Journal. 2012. № 27. P. 1753-1766.
4. Кирюхин А.В., **Рычкова Т.В.**, Дубинина Е.О. Анализ гидрогеологического режима ГТС Долины Гейзеров (Кроноцкий заповедник, Камчатка) после катастрофы 3.06.2007 // Вулканология и сейсмология. 2015. № 1. С. 3-20.
5. Кирюхин А.В., **Рычкова Т.В.**, Сергеева А.В. Моделирование условий формирования проницаемых каналов гейзеров в районах кислого вулканизма // Вулканология и сейсмология. 2020. № 2. С. 1-13.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:** 1) **Сергеевой А.В.** – к.х.н., с.н.с. лаборатории минералогии Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский); 2) **Лепокуровой О.Е.** – д.г.-м.н., зав. лабораторией гидрогеохимии и геоэкологии Томского филиала Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН; 3) **Соломатина А.В.** – к.ф.-м.н., с.н.с. Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский); 4) **Розова К.Б.** – к.г.-м.н., в.н.с. Санкт-

Петербургского института геоэкологии РАН (г. Санкт-Петербург); 5) **Лаврушина В.Ю.** – д.г.-м.н., зам. директора Геологического института РАН (г. Москва); 6) **Абрамова В.Ю.** – д.г.-м.н., гл. специалиста ЗАО «ГИДЭК» (г. Москва); 7) **Сурнина А.И.** - к.г.-м.н., зав. лабораторией гидрогеологии нефтегазоносных провинций АО «Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья» и **Литвиновой И.В.** зав. группой гидрогеологического моделирования того же Института (г. Новосибирск); 8) **Дутовой Е.М.** - д.г.-м.н., профессора отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов Томского политехнического университета (г. Томск); 9) **Сударикова С.М.** - д.г.-м.н., профессора кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Санкт-Петербургского Горного университета (г. Санкт-Петербург); 10) **Сугрובה В.М.** - к.г.-м.н., с.н.с. Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский); 11) **Потапова Е.Г.** – к.г.-м.н., зав. сектором гидрогеологии Отдела изучения курортных ресурсов Пятигорского научно-исследовательского института «Северо-Кавказского федерального научно-клинического центра» Федерального медико-биологического агентства (г. Пятигорск).

Все отзывы **положительные**. В отзывах содержатся критические замечания:

1. Более логичным было бы объяснить наблюдаемые изменения режима термопроявлений Долины Гейзеров локальным «подпором» восходящего потока глубинных гидротерм в зоне разгрузки гидротермальной системы.
2. Вместо используемых терминов: «гидротермальный резервуар», «геотермальный резервуар», «гейзерный резервуар», было бы достаточно в тексте диссертации ограничиться использованием более традиционных терминов «гидротермальная система» и «зона разгрузки гидротермальной системы».
3. Недостаточно обоснованным является утверждение об отсутствии влияния атмосферного давления на периодичность извержений гейзера Великан на основе простого сопоставления величин ИВЕ и абсолютных значений атмосферного давления.
4. Следовало бы перечислить набор параметров, которые определяют условия формирования гейзеров и диапазон концентраций  $\text{CO}_2$ , необходимого для кипения по всему каналу и извержения.
5. Хотелось бы увидеть более подробное рассмотрение условий питания гидротермальных источников (глубокая инфильтрация – нагрев – подъем – обогащение углекислым газом и пр. – рис.1.8.); не совсем ясно, являются ли временные периоды (100, 1000 и 3500 лет) моделирования реконструкцией геологической истории, результаты которого свидетельствуют о правильности выбора краевых условий.
6. В работе в явном виде нет данных о сезонных колебаниях дебитов гидротерм, хотя основным источником их питания названы метеогенные воды, о чем свидетельствуют результаты изотопного анализа кислорода и водорода вод Нижне-Гейзерного и Верхне-Гейзерного полей (рис.2.13).
7. Следовало бы составить гидрогеологическую стратификацию разреза артезианского бассейна и привести ее в качестве условных обозначений к рис. 1.6 и 1.8.
8. Гидрохимические данные противоречат концептуальной модели автора, в которой важное значение

отводится дегазации насыщенного углекислотой раствора (см. таблицы 2.2.-2.8 в тексте диссертации).. Присутствие  $\text{CO}_2$  должно было бы сместить pH в слабокислую область (pH=5.5...6.5) и привело бы к росту концентраций  $\text{HCO}_3^-$ . 9. Если воды не достигают определенного равновесия солевого состава воды с основными породообразующими минералами, что очень вероятно, поскольку в питании гейзеров активно участвуют инфильтрационные воды, то температурные оценки, сделанные гидрохимическими геотермометрами ( $\text{Na-K}$  и  $\text{SiO}_2$ ), приведенные в работе, не вызывают доверия.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** высокой квалификацией специалистов в области гидрогеологии и большим опытом выполнения научно-исследовательских работ

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

*разработаны* теоретические положения о механизмах формирования гейзерных каналов, функционирования гейзеров и изменения режима гейзерной разгрузки в изменяющихся природных и техногенных условиях на примере гидротермальной системы Долины Гейзеров (Камчатка);

*предложена* оригинальная модель формирования самоизолирующихся каналов разгрузки (в т.ч. гейзерных каналов) термальных вод;

*доказана* перспективность использования разработанных положений в гидрогеотермических исследованиях.

*Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:*  
доказаны следующие положения:

1. Основными условиями, определяющими формирование проницаемого самоизолирующегося канала и извержения гейзеров, являются: 1) естественная проработка и самоизоляция проникающего канала; 2) газлифт; 3) артезианский напор.
2. Режим функционирования гейзеров чувствителен к изменениям локальных гидрогеологических и гидрологических условий: прямая инфильтрация из поверхностных водотоков приводит к прекращению функционирования гейзеров на дне образовавшихся водоемов, но в то же время к повышению частоты извержений гейзеров с каналами разгрузки в надводных условиях. Паводковое повышение давления в поверхностных водотоках и резервуарах грунтовых вод приводит к "подпору" гидротермальной системы и временному уменьшению ее суммарной разгрузки.
3. Гидрогеологический эффект Подпрудных озер, образовавшихся в результате обвала-оползня 2007 г. и схода селя в 2014 г. в Долине Гейзеров, проявляется в повышении давления в Гейзерном резервуаре и увеличении частоты извержений гейзеров при ограниченном термическом и химическом воздействии;

Научные результаты исследования представляют значительный интерес для фундаментальной науки по изучению механизмов передачи тепловой энергии на различных горизонтах земной коры; они могут быть применены при дальнейших гидрогеотермических исследованиях;

*применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, т.е. с получением обладающих новизной результатов)*

*использованы* методы режимных наблюдений, расчетов и аналитических определений химического состава вод и газов, моделирования с использованием программ TOUGHREACT, TOUGH2-EOS2 и TOUGH2-EOS1;

*изложены* условия формирования проницаемого гейзерного канала в зонах трещиноватости туфов кислого состава за счет изменения фильтрационно-емкостных свойств пород при напорной проточной фильтрации термальных вод с химическим составом, соответствующим составу вод гейзеров;

*изучены* параметры газовой разгрузки (преимущественно углекислого газа), обеспечивающие условия кипения по всему гейзерному каналу с величиной массового газосодержания от 0,1 г/л и более, а для гейзеров Большого и Великана – с величиной массового газосодержания  $\text{CO}_2$  от 0,1 до 10 г/л;

*установлены* основные закономерности в динамике цикличности функционирования режимных гейзеров и источников Долины Гейзеров и кальдеры Узон, изменении газо-гидрохимического состава термальных вод после образования двух Подпрудных озер;

*выявлены* изменения разгрузки гидротермальной системы Долины Гейзеров, включая исчезновение старых и появление новых гейзеров и горячих источников, установлена обратная зависимость глубинной составляющей от уровня озера.

*Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:*

*определены* перспективы практического использования результатов моделирования при прогнозе эксплуатации высокотемпературных геотермальных месторождений в режиме реинжекции; данных по гидрогеологическому мониторингу для прогноза сильных землетрясений, оползневых процессов, планирования рекреационной и туристической деятельности в Долине Гейзеров и в других районах современной гейзерной активности;

*представлены* результаты исследования, которые дают возможность прогнозировать формирование энергетических и минеральных ресурсов в областях современного вулканизма, в том числе с учетом техногенных нагрузок, например, таких, как эксплуатация геотермальных электростанций.

*Оценка достоверности результатов исследования выявила:*

*для экспериментальных работ* результаты мониторинга основных характеристик гейзеров камчатской Долины Гейзеров базируются на значительном количестве отобранных проб воды, исследование которых проведено на современном сертифицированном оборудовании; концептуальные модели

формирования гейзерных каналов, условий гейзерной разгрузки и инфильтрации метеорных вод из Подпрудных озер проверены на математических моделях, детально проработанных с точки зрения условий термальной разгрузки, источников поступления тепла, геологического строения вмещающих пород, химического, газового и изотопного состава подземных вод, температурного режима, что определило высокую степень достоверности полученных результатов; *теория* диссертационного исследования согласуется с современными представлениями и положениями гидрогеологии и гидрогеохимии о составе подземных вод районов современного вулканизма, условиях и процессах их формирования, в частности современным представлениям о механизмах взаимодействия в системе «вода-горная порода»;

*идея базируется* на анализе опубликованной и фондовой литературы по гидротермальным системам мира и Камчатки, на полученных лично соискателем фактических данных мониторинга гидротермальной системы Долины Гейзеров после образования оползня 2007 г. и схода селя 2014 г;

*использованы* современные методы исследований геотермальных систем, средства обработки информации и программные пакеты для моделирования.

*Личный вклад соискателя состоит в:* обработке опубликованных, фондовых и полученных автором материалов; проведении полевых исследований; математическом моделировании, интерпретации результатов; формулировке выводов и защищаемых положений; подготовке публикаций и апробации результатов исследований на конференциях разного уровня.

**На заседании 06 октября 2020 г.** диссертационный совет принял решение присудить Рычковой Татьяне Васильевне ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

**При проведении тайного голосования** диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 10 докторов наук по специальности 25.00.07 – Гидрогеология, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного  
совета



Алексеев Сергей Владимирович

Ученый секретарь диссертационного  
совета

Акулова Варвара Викторовна

06 октября 2020 г.