

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.062.01, 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 05.10.2023 г. № 7

о присуждении **Кузьминой Елене Александровне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

**Диссертация** «Взаимосвязь азотных термальных вод и разломной тектоники Баргузино-Баунтовской ветви впадин Байкальской рифтовой системы»

по специальности 1.6.6 Гидрогеология

**принята к защите** 05.04.2023 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.1.062.01, 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 Кузьмина Елена Александровна**, 07 октября 1978 года рождения, в 2001 г. окончила Иркутский государственный технический университет по направлению «Геология и разведка полезных ископаемых», а в 2004 г. завершила обучение в аспирантуре ИЗК СО РАН по специальности 25.00.03 Геотектоника и геодинамика.

**Работает** в должности инженера лаборатории Современной геодинамики ИЗК СО РАН.

**Диссертация выполнена** в ФГБУН Институт земной коры СО РАН.

**Научный руководитель** – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геохимии окружающей среды и физико-химического моделирования Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН и доцент кафедры геологии нефти и газа геологического факультета Иркутского госуниверситета **Бычинский Валерий Алексеевич**.

### **Официальные оппоненты:**

Лепокурова Олеся Евгеньевна, доктор геолого-минералогических наук, Томский филиал ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрогеохимии и геоэкологии, директор;

Чернявский Михаил Константинович, кандидат географических наук, ФГБУН Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН, научный сотрудник

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, в своем **положительном отзыве**, подписанном Ершовым В.В., кандидатом физико-математических наук, ведущим научным сотрудником, руководителем лаборатории геохимии и региональной геологии, указала, что представленная диссертация отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор – Кузьмина Елена Александровна достойна искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 Гидрогеология.

**Соискатель имеет** 23 опубликованные работы, в том числе 5 из них в рецензируемых изданиях, входящих в Перечень изданий ВАК РФ, или приравненных к ним.

#### **Наиболее значимые работы по теме диссертации:**

1. Кузьмина Е.А. Результаты анализа состава современных гидротерм центральной части Байкальской рифтовой системы / Е.А. Кузьмина, Ю.Н. Диденков // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. – 2011. – № 2 (39). – С. 159–169.

2. Kuz'mina E.A. Physico-chemical model as a tool to explain the composition of thermal waters in tectonically active regions / E.A. Kuz'mina, S.V. Veshcheva, O.V. Zarubina, N.V. Brianskii // Italian Journal of Groundwater (AcqueSotterranee). – 2015. – V. 4. – No. 2. – AS13061. – P. 7–17. – doi: 10.7343/as-109-15-0136.

3. Новопашина А.В. Плотность разломов земной коры и термальные источники в зоне миграции сейсмической активности области Амурского роя землетрясений (северо-восточный фланг Байкальской рифтовой системы) / А.В. Новопашина, Е.А. Кузьмина // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». – 2017. – Т. 20. – С. 81–90.

4. Kuz'mina E.A. Groundwater outflows and fault density spatial relation in the Baikal rift system (Russia) / E.A. Kuz'mina, A.V. Novopashina // Italian Journal of Groundwater (AcqueSotterranee). – 2018. – V. 7. – No. 1. – AS24-317. – P. 19–27. – doi: 10.7343/as-2018-317.

5. Novopashina A.V. Influence of crustal fracturing on the thermal springs and earthquake swarms distribution in the north-east part of the Baikal rift system (Russia) / A.V. Novopashina, E.A. Kuz'mina // Italian Journal of Groundwater (AcqueSotterranee). – 2019. – V. 8. – No. 2. – AS29–360. – P. 23–36. – doi: 10.7343/as-2019-360.

6. Kuz'mina E.A. List of thermal waters of the northeast of the Baikal rift system (53°–56° N, 109°–114° E) and their main characteristics / E.A. Kuz'mina // ESDB repository, GC RAS, Moscow, 2022 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.2205/ESDB-RJES-data-824> /. Заглавие с экрана. (Дата обращения 9.12.2022).

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы от:** **1) Брагина И.В.** – к.г.-м.н., с.н.с., руководителя Отдела природных и антропогенных систем Дальневосточного геологического института ДВО РАН, г. Владивосток; **2) Бурцева А.А.** – д.г.-м.н., доцента, профессора кафедры «Прикладная геология» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск; **3) Гребенщиковой В.И.** – д.г.-м.н., в.н.с. лаборатории экологической геохимии и эволюции геосистем Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск; **4) Диденкова Ю.Н.** – к.г.-м.н., доцента, с.н.с. ООО НПП «Экопром-Иркутск», г. Иркутск; **5) Еремина О.В.** – к.г.-м.н., и.о. зав. лабораторией геохимии и рудогенеза Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита; **6) Калачевой Е.Г.** – к.г.-м.н., зам. директора по научной работе Института вулканологии

и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский; 7) **Кальной О.И.** – к.г.н., с.н.с. лаборатории геодинамики, магматизма и рудообразования Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, г. Кызыл; 8) **Кирюхина А.В.** – д.г.-м.н., профессора, главного научного сотрудника лаборатории тепломассопереноса Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН г. Петропавловск-Камчатский; 9) **Потапова Е.Г.** – к.г.-м.н., в.н.с. Пятигорского государственного научно-исследовательского института курортологии, Филиала федерального научно-клинического центра медицинской реабилитации и курортологии «Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки; 10) **Потурая В.А.** – к.г.-м.н., с.н.с., зав. лабораторией экологии, генетики и эволюции Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан; 11) **Хаустова В.В.** – д.г.-м.н., профессора кафедры прикладной геологии и горного дела Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород; 12) **Шевко Е.П.** – д.г.-м.н., с.н.с. Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск.

**В положительных отзывах** содержатся критические замечания: 1. При проведении моделирования необходимо указывать состав вмещающих пород, в автореферате этого нет. Почему в качестве вмещающих пород выбраны именно граниты и базиты? У автора есть данные по геологии территории водосбора и транзита на глубину 5 км? 2. Неясно, на основании чего автор относит хлор к глубинному источнику (с. 17), не проведя анализ конкретных материалов по геохимии изверженных пород исследуемого района (граниты, базиты) и не осуществив физического моделирования в системе «вода-порода». ФХМ с использованием лишь кларков, на наш взгляд, снижает степень достоверности полученных результатов. 3. Понятие «количество выходов» в 1-ом защищаемом положении – неопределенное (скорее всего автор засчитывает группу источников как один выход, т.к. на рис. 6А приводится средняя температура). Приводит в недоумение сравнение рис. 3, где термальных источников изображено 9 и рис. 6А, где их насчитывается 21. Лучше использовать термин «величина разгрузки». Применение химических геотермометров позволило бы также оценить базовую температуру гидротермальных систем, что сделало бы обоснование более доказательным. Защищаемое положение не доказано при малом числе активных разломов ( $\leq 6$ ), скорее всего оно и не выполняется в этом случае. Рис.6 также показывает, что аппроксимация квадратным полиномом будет лучше, чем линейной зависимостью. 4. Во втором защищаемом положении под термальными источниками понимается иное, чем при обосновании положения 1, т.к. из рисунка 7 видно, что их число достигает 58. Максимальное число роев землетрясений – понятие неопределенное и непонятно как «рои» определялись пространственно и по времени, и какой физический смысл «роя». 5. Относительно третьего защищаемого положения, нет смысла настаивать именно на астеносфере. Можно и другие доп. источники легко придумать (соленосные толщи, морские захороненные воды и пр.). 6. Нет упоминания о публикациях по азотным термам в других регионах России и мира (азотные термы распространены в разнообразных геодинамических условиях спрединга, субдукции и коллизии плит). 7. Утверждение о зависимости количества выходов современных гидротерм от степени раздробленности земной коры активными разломами (защищаемое положение № 1) представляется достаточно очевидным и вряд ли нуждается в защите.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией специалистов в области гидрогеологии, а также значительным опытом выполнения научно-исследовательских работ.**

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

*выявлены* региональные особенности взаимосвязи состава и температуры термальных вод, тектонических и сейсмических процессов;

*установлена* положительная корреляция между плотностью активных разломов и количеством современных гидротерм и отрицательная – между плотностью активных разломов и температурой термальных вод; максимальное количество роев землетрясений и источников термальных вод с высокой и средней температурой в основном приурочено к активным разломам повышенной плотности;

*получены* новые данные по содержанию серы, хлора и фтора в составе термальных вод, которые указывают на их мантийный генезис, *обоснована* роль активных разломов в этом процессе в качестве подводящих каналов.

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

1) количество выходов современных гидротерм и их температура зависят от степени раздробленности земной коры разломами. Зонам пониженной плотности активных разломов свойственны редкие выходы более горячих термальных вод, а зонам повышенной плотности – большее количество выходов менее горячих гидротерм;

2) максимальное количество роев землетрясений и источников термальных вод Баргузино-Баунтовской ветви впадин приурочено к зонам повышенной нарушенности земной коры активными разломами, характерным для границ консолидированных блоков земной коры;

3) исследование состава растворов, формирующихся в процессе физико-химических взаимодействий воды с породами кислого и основного состава, показало, что содержание в термах установленного количества серы, хлора и фтора не может обеспечиваться водовмещающими породами, а предполагает дополнительный источник их привноса из астеносферы по глубоким разломам.

*Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)*

*использованы* методы статистического анализа и физико-химического моделирования состава термальных вод для решения дискуссионного вопроса о глубине источника поступления некоторых химических элементов;

*установлены* статистические закономерности связи состава и температуры термальных вод с тектоническими и сейсмическими процессами;

*проведена* количественная оценка связи плотности активных разломов с количеством и температурой гидротерм.

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

полученный цифровой материал может служить фактической основой в исследованиях по геомоделированию;

выделение участков повышенной плотности активных разломов с выходами современных гидротерм позволяет определять места вероятного возникновения роев землетрясений;

разработанные физико-химические модели могут применяться для исследования термальных вод других территорий;

моделирование процесса преобразования минеральных фаз в системе «вода – горные породы» может найти применение в поисковой геологии (например, при установлении генезиса микроэлементов в подземных водах районов рудных месторождений).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

*для экспериментальных работ:* высокая степень достоверности полученных результатов основана на использовании методов статистического анализа и физико-химического моделирования состава термальных вод;

*теоретические положения* диссертационного исследования основываются на современных представлениях и основах гидрогеологии, геотектоники и сейсмологии, а также на новых оригинальных данных, полученных автором;

*идея базируется* на изучении региональных особенностей образования термальных вод, что позволяет установить генезис их химического состава;

*исследование* опирается на данные полевых исследований, большой объем картографического материала с привлечением актуальных методов физико-химического моделирования состава термальных вод Баргузино-Баунтовской ветви впадин, а также на представления предыдущих исследователей, опубликованных в отечественной и зарубежной литературе;

*установлено*, что результаты, впервые полученные автором для исследуемой территории, дополняют и расширяют представления о закономерностях формирования азотных терм и их связи с параметрами разломной тектоники и современной сейсмичности.

*Личный вклад соискателя состоит в следующем:* автором осуществлен сбор и анализ фактического материала во время полевых работ в Баргузинской впадине, анализ взаимосвязи активной тектоники и термальных вод рассматриваемого района, физико-химическое моделирование процесса формирования химического состава термальной воды при участии осадочных, магматических пород (гранитов, базитов) и дополнительного источника поступления серы, хлора, фтора. Составлена база данных, зарегистрированная в системе CrossRef [Kuzmina, 2022], содержащая информацию об источниках термальных вод с их координатами, включая абсолютные отметки высот, тип воды, её минерализацию, температуру, дебит, pH, химический состав, дату обследования термальных вод и литературные источники.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания (вопросы): 1. Когда вы говорите о возможности глубинного привноса элементов, вы располагаете данными по изотопному составу серы, например, чтобы оценить насколько она действительно глубинная? 2. Согласно третьему защищаемому положению, вы считаете, что привнос химических элементов идет из астеносферы, с глубин 150-200 км? 3. Каково ваше представление о механизме образования азотных

терм, каким образом происходит их формирование и выход на поверхность? 4. Зона питания источников термальных вод может достигать десятков километров от места выхода (при глубине до 5 км) и содержание серы, хлора и фтора как раз и может быть связано с привносом из отдаленных от места выхода гидротерм зон питания (кембрийские отложения в Икатском и Баргузинском хребтах). Это противоречит третьему защищаемому положению, проясните, пожалуйста, этот момент.

Соискатель Кузьмина Елена Александровна ответила на заданные ей в ходе заседания вопросы: 1. Подобными данными я не располагаю, но могу сказать, что такие исследователи, как Б.Г. Поляк, Е.В. Пиннекер, И.С. Ломоносов и др. опирались на соотношение изотопов гелия. Именно эта изотопная метка является более точной на сегодняшний день. 2. По данным гипоцентров землетрясений некоторые разломы, например, Баргузинский, однозначно доходят до глубины верхней мантии и вполне могут являться транзитом по переносу элементов из мантии. 3. Согласно построенным физико-химическим моделям механизм формирования азотных терм следующий: атмосферная вода поступает в зону глубинного разлома, входит в контакт с вмещающими породами и также смешивается с водно-газовым флюидом, поступающим из астеносферы. Конечно же атмосферные воды преобладают в составе гидротерм над ювенильными, но судя по изотопам гелия там присутствует и мантийное вещество, а вот в каком количестве никто не знает. 4. В данном случае, более реалистичным представляется привнос фтора, хлора и серы по флюидопроводящим каналам с глубины, чем из отдаленных районов, поскольку не вполне ясен механизм такого привноса. Также еще раз подчеркну, что влияние вмещающих пород на состав природных вод, в частности термальных, несомненно, имеет место, однако вмещающие породы могут привнести в воду всего лишь 0.30–0.65 мг/л фтора, согласно данным В.И. Гребенчиковой. То же самое, возможно, относится к сере и хлору.

На заседании 05 октября 2023 г. диссертационный совет принял решение: за разработку и решение научной задачи, имеющей значение при изучении закономерностей формирования азотных термальных вод, присудить Кузьминой Елене Александровне ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного электронного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 8 докторов наук по специальности 1.6.6 Гидрогеология, участвовавших в заседании из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 11, против – 2.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Алексеев Сергей Владимирович

Бабичева Виктория Аркадьевна

05 октября 2023 г.