



УТВЕРЖДАЮ  
директор ФГБУН ИЗК СО РАН  
член-корр. РАН  
Д.П. Гладкочуб  
«28» марта 2022 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института земной коры  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(ИЗК СО РАН)

Диссертационная работа Кузьминой Елены Александровны *"Взаимосвязь азотных термальных вод и разломной тектоники Баргузино-Баунтовской ветви впадин Байкальской рифтовой системы"* выполнена в лаборатории современной геодинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ФГБУН ИЗК СО РАН).

В период подготовки диссертации соискатель Кузьмина Елена Александровна работала в лаборатории современной геодинамики ФГБУН Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук в должности инженера.

В 2001 г. окончила Иркутский государственный технический университет по специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». С 2001 по 2004 гг. обучалась в аспирантуре ИЗК СО РАН по специальности 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика. Справка о сдаче кандидатских экзаменов по специальности выдана в 2022 г. ИЗК СО РАН.

Научный руководитель – кандидат геолого-минералогических наук Бычинский Валерий Алексеевич, работает в должности старшего научного сотрудника лаборатории физико-химического моделирования ФГБУН Института геохимии СО РАН.

Материалы диссертации представлены соискателем на заседании Секции гидрогеологии и инженерной геологии ученого совета ИЗК СО РАН. По итогам обсуждения принято следующее заключение.

**Актуальность работы.** Баргузино-Баунтовская ветвь впадин представляет интерес для изучения, так как к ней приурочено большое количество современных гидротерм, связанных с процессами рифтогенеза (Зорин, Турутанов, 2004; Лысак, 2002; Petit, Déverchère, 2006).

Изучение статистической связи между плотностью активных разломов, количественными и физико-химическими параметрами термальных источников расширяет современные представления о процессах, происходящих в литосфере, и открывает дополнительные возможности для

прогнозирования новых проявлений термальных источников как бальнеологических ресурсов. Под активными разломами, согласно определению А.А. Никонова (Никонов, 1995), понимаются тектонические нарушения геологических тел с признаками смещений на величину не менее 0.5–1.0 м в течение последних сотен тысяч лет.

Одним из путей изучения условий формирования современных гидротерм является реконструкция их химического состава с использованием физико-химического моделирования (ФХМ). Выявление закономерностей образования термальных источников позволяет уточнить генезис присутствующих в них химических элементов, что необходимо для понимания механизмов взаимодействия слоев земной коры и верхней мантии (процессы дегазации астеносферы и передача тектонических напряжений по упруго-пластичному механизму (stress transfer)).

**Цель работы:** выявить закономерности формирования азотных термальных вод Баргузино-Баунтовской ветви впадин БРС.

**Основные задачи:** 1) оценить пространственную связь количества современных гидротерм и их температуры со степенью нарушенности земной коры активными разломами для БРС и Баргузино-Баунтовской ветви впадин; 2) выявить закономерности пространственной взаимосвязи термальных вод и разломной тектоники с сейсмичностью в пределах Баргузино-Баунтовской ветви впадин; 3) с помощью ФХМ определить роль активных разломов в процессе поступления химических элементов в воду термальных источников Баргузинской впадины.

**Личный вклад автора.** Автором осуществлен сбор и анализ фактических материалов во время полевых работ в Баргузинской впадине, анализ взаимосвязи активной тектоники и термальных источников 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.

**Достоверность полученных результатов** обеспечивается полевыми материалами, результатами статистического анализа и физико-химического моделирования состава воды.

**Практическая значимость.** Полученный цифровой материал может служить фактической основой в исследованиях в геомоделировании с применением геоинформационных технологий.

Выделение участков повышенной плотности активных разломов с выходами современных гидротерм, соответствующих зонам активных глубоких разломов, разграничивающих блоки земной коры, позволяет определять места вероятного возникновения роев землетрясений.

Подготовленные физико-химические модели могут применяться для исследования вод других термальных источников, в том числе, гидротерм других территорий, с целью уточнения состава нижней коры, верхней мантии и выявления закономерностей в процессах взаимодействия различных слоев литосферы с участием флюидов.

В поисковой геологии (например, при установлении генезиса микроэлементов в подземных водах районов рудных месторождений) применение может найти моделирование процесса преобразования минеральных фаз в системе «вода – горные породы», исходя из предполагаемых сценариев взаимодействия или смешения, при известном химическом составе поступающего раствора и характере изменения его состава.

**Научная новизна работы:** Впервые для региона выявлены закономерности взаимосвязи состава и температуры термальных вод, тектонических и сейсмических процессов. Выявлена 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 термальных источников с высокой и средней температурой отмечается на плотности активных разломов выше среднего значения, но не максимальной.

Для данной территории существует дискуссионный вопрос, касающийся глубины источника поступления химических элементов. С помощью ФХМ получены новые данные в пользу мантийного генезиса химических элементов, а также обоснована роль активных разломов в этом процессе в качестве подводящих каналов для поступления некоторых химических элементов из слоев верхней мантии.

**Апробация результатов.** Основные результаты докладывались на следующих молодежных, международных, Всероссийских конференциях, совещаниях: Третья Сибирская международная конференция молодых ученых по наукам о Земле, г. Новосибирск, 2006; XXII Всероссийская молодежная конференция, г. Иркутск, 2007; Девятая Уральская молодежная научная школа по геофизике, г. Екатеринбург, 2008; Всероссийская научно-техническая конференция «Геонауки», посвященной 110-летию со дня рождения профессора С.А. Вахромеева и 75-летию со дня рождения профессора Г.С. Вахромеева, г. Иркутск, 2009; XXIV Всероссийская молодежная конференция, г. Иркутск, 2011; Всероссийская научная конференция с международным участием, посвященная 100-летию С.Н. Иванова, г. Екатеринбург, 2011; Всероссийское совещание и молодежная школа по современной геодинамике, г. Иркутск, 2012; XXV Всероссийская молодежная конференция, г. Иркутск, 2013; IAH Central European Groundwater Conference, Szeged (Hungary), 2013; Всероссийская научно-практическая конференция, г. Москва, 2013; National Meeting on

Hydrogeology. Flowpath 2014. IAH Italian Chapter, Viterbo (Italy), 2014; Собрание «Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту)», г. Иркутск, 2014; XXVI Всероссийская молодежная конференция, г. Иркутск, 2015; XXVII Всероссийская молодежная конференция с участием исследователей из других стран, г. Иркутск, 2017.

**Публикации.** По теме диссертации опубликованы двадцать три работы, в том числе пять статей в рецензируемых журналах. Материалы диссертационной работы были представлены на 17 Международных и Всероссийских научно-технических конференциях и совещаниях.

### **Статьи в рецензируемых журналах**

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 (Acque Sotterranee). – 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 (Acque Sotterranee). – 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 (Acque Sotterranee). – 2019. – V. 8. – No. 2. – AS29– 360. – P. 23–36. – doi: 10.7343/as-2019-360.

### **Публикации в материалах совещаний и конференций**

1. Кузьмина Е.А. О возможном механизме формирования роев землетрясений в Байкальской рифтовой зоне / Е.А. Кузьмина // Тезисы докладов Третьей Сибирской международной конференции молодых учёных по наукам о Земле (г. Новосибирск, 27–29 ноября 2006 г.). – Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 2006. – С. 136–137.

2. Кузьмина Е.А. К выявлению парагенетических связей роев землетрясений и геотермальных выходов / Е.А. Кузьмина // Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXII Всероссийской молодежной конференции (г. Иркутск, 24–29 апреля 2007 г.). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2007. – С. 39–40.
3. Кузьмина Е.А. Исследование некоторых сейсмогидрогеологических особенностей Байкальской рифтовой системы / Е.А. Кузьмина // Современные проблемы геофизики. Девятая Уральская молодежная школа по геофизике (г. Екатеринбург, 24–28 марта 2008 г.). – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – С. 86.
4. Кузьмина Е.А. Сопоставительная оценка термальных вод Байкальской рифтовой системы (БРС) и Хангайского сводового поднятия / Е.А. Кузьмина, А.В. Вергун // Геология, поиски и разведка полезных ископаемых и методы геологических исследований: Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Геонауки», посвященной 110-летию со дня рождения профессора С.А. Вахромеева и 75-летию со дня рождения профессора Г.С. Вахромеева. Вып. 9. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009. – С. 164–168.
5. Кузьмина Е.А. Геодинамический режим, плотность разломов и локализация современных гидротерм Прибайкалья / Е.А. Кузьмина // Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXIV Всероссийской молодежной конференции (г. Иркутск, 19–24 апреля 2011 г.). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2011. – С. 30.
6. Кузьмина Е.А. Пространственное соотношение сейсмичности с термальными выходами в Прибайкалье / Е.А. Кузьмина, А.В. Новопашина // Тектоника, рудные месторождения и глубинное строение земной коры (IV чтения памяти С.Н. Иванова): Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию С.Н. Иванова (г. Екатеринбург, 24–26 мая 2011 г.). – Екатеринбург: Ин-т геологии и геохимии УрО РАН, 2011. – С. 143.
7. Кузьмина Е.А. Гидротермы Баргузинской впадины и ее окружения как показатель современной геодинамической активности / Е.А. Кузьмина // Современная геодинамика Центральной Азии и опасные природные процессы: результаты исследований на количественной основе: Материалы Всероссийского совещания и молодежной школы по современной геодинамике (г. Иркутск, 23–29 сентября 2012 г.). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2012. – Т. 1. – С. 45–47.
8. Кузьмина Е.А. Обоснование генезиса микрокомпонентов в подземных водах Баргузинской впадины на основе физико-химического моделирования / Е.А. Кузьмина // Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXV Всероссийской молодежной конференции (г. Иркутск, 23–28 апреля 2013 г.). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2013. – С. 100–101.
9. Kuz'mina E.A. Genesis of thermal waters in the Baikal Rift System (based on physical and chemical simulation) / E.A. Kuz'mina, Y.N. Didenkov, S.V. Veshcheva // Geothermal Applications and Specialities in Groundwater Flow and Resources: Proceedings of the IAH Central European Groundwater (Mórahalom,

Hungary, May 8–10, 2013). – Szeged, Hungary: University of Szeged, 2013. – P. 28–30.

10. Didenkov Y.N. Structural-hydrogeological analysis and physicochemical modeling for the processes of the Baikal Rift System natural water formation / Y.N. Didenkov, E.A. Kuzmina, Z.V. Chernyshova, S.V. Veshcheva // The XVIII Kerulien International Conference on Geology (KICG 2013). Geological Engineering and Mining Exploration in Central Asia (Shijiazhuang, China, 20–23 September 2013). – Shijiazhuang, China, 2013. – P. 477–481.

11. Кузьмина Е.А. Особенности формирования сульфатно-натриевых вод в Баргузинской впадине на примере Алгинского термального выхода (по данным физико-химического моделирования) / Е.А. Кузьмина // Математическое моделирование, геоинформационные системы и базы данных в гидрогеологии: Материалы всероссийской научно-практической конференции (г. Москва, 25–27 сентября, 2013) / Под ред. В.Г. Румынина. – М: АНО УКЦ «Изыскатель», 2013. – С. 49.

12. Кузьмина Е.А. Исследование процессов формирования термальных вод в рифтовых геодинамических условиях (Баргузинская впадина Байкальской рифтовой зоны) / Е.А. Кузьмина // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. Вып. 12. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2014. – С. 169–171.

Kuz'mina E.A. A physico-chemical model as a way of reconstruction of deep source thermal waters / E.A. Kuz'mina, Yu.N. Didenkov, S.V. Veshcheva // Flowpath 2014. National Meeting on Hydrogeology (Viterbo, June 18–20, 2014). Abstract volume. Viterbo, Italy: Universita degli Studi della Tuscia, 2014. – P. 104–105.

13. Кузьмина Е.А. Моделирование физико-химических процессов в системе «вода-порода» (на примере Алгинского термального источника Байкальской рифтовой системы и термальной воды скважины Вржидло в Карловых Варах) / Е.А. Кузьмина // Строение литосферы и геодинамика: Материалы XXVI Всероссийской молодежной конференции (г. Иркутск, 20–25 апреля 2015 г.). – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2015. – С. 102–104.

14. Кузьмина Е.А. Реконструкция состава термальных вод в геодинамически активных областях на примере Байкальского рифта и Эгер грабена / Е.А. Кузьмина // Фундаментальные и прикладные проблемы гидрогеологии: Материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России (г. Якутск, 22–28 июня, 2015 г.). – Якутск: Изд-во Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, 2015. – С. 290–293.

15. Кузьмина Е.А. Трещиноватость земной коры и термальные источники в зоне миграции сейсмической активности области Амутского роя / Е.А. Кузьмина, А.В. Новопашина // Mongolian geoscientist. Special volume dedicated to 20th biannual conference of the Kherlen international geological expedition, May 2017. Ulaanbaatar, 2017. – V. 45. – P. 32–34.

16. Новопашина А.В. Пространственное соотношение роев землетрясений и выходов подземных вод в Байкальской рифтовой системе / А.В. Новопашина, Е.А. Кузьмина // Солнечно-земные связи и геодинамика Байкало-

Монгольского региона: результаты многолетних исследований и научно-образовательная политика (к 100-летию ИГУ): Тезисы докладов XII Российско-Монгольской международной конференции. – Иркутск: ИГУ, 2018. – С. 67.

17. Кузьмина Е.А. Закономерности формирования состава современных гидротерм в геодинамических условиях Баргузинской впадины / Кузьмина Е.А., Новопашина А.В., Лухнева О.Ф. // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. Вып. 18. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2020. – С. 200–201.

Диссертационная работа *«Взаимосвязь азотных термальных вод и разломной тектоники Баргузино-Баунтовской ветви впадин Байкальской рифтовой системы»* Кузьминой Елены Александровны рекомендуется для защиты на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности **1.6.6. «Гидрогеология»**

Заключение принято на заседании Секции гидрогеологии и инженерной геологии Ученого совета ИЗК СО РАН. Присутствовало 15 членов Секции и 9 приглашенных специалистов. Результаты голосования: «за» 15 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол № 2 от «23» марта 2022 г.

Председатель секции гидрогеологии и инженерной геологии Ученого совета ИЗК СО РАН, д.г.-м.н.



С.В. Алексеев

Ученый секретарь Секции гидрогеологии и инженерной геологии Ученого совета ИЗК СО РАН, к.г.-м.н.



О.А. Мазаева