

## ОТЗЫВ

**дополнительного члена Язикова Егора Григорьевича на диссертационную работу Дребот Валерии Витальевны на тему «Формирование химического состава подземных вод в районе Торейских озер (Забайкальский край)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология**

**Актуальность работы.** Вопросы засоления пресных подземных вод особенно актуальны для регионов, в которых эти воды являются единственным питьевым ресурсом. Засоление пресных вод может быть за счет процессов смешения с солёными поверхностными водами, а также антропогенным воздействием. В какой-то мере сказывается и роль глобального изменения климата. Для России данная проблема стоит не столь остро, однако для Забайкальского края, который граничит на юго-востоке с Монголией, аридизация коснулась в полной мере. В большей степени это коснулось района трансграничных соленых озер – Зун и Барун-Торей, где затянувшаяся почти на 10 лет засуха стала причиной почти полного отсутствия воды в водоемах вплоть до 2021 года. Торейские озера вместе с прилегающими водно-болотными угодьями являются уникальными природными объектами международного значения, т.к. они служат средой обитания для многочисленных краснокнижных видов животных, одновременно являясь и развитым сельскохозяйственным регионом, благодаря чему с 2017 г. входят в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, и нарастающая проблема аридизации может пагубно сказаться на устойчивости экосистемы.

**Научная новизна.** Сформулированные научные положения, представленные на защиту, являются новыми для исследуемой области знаний и вносят значительный вклад в разработку концептуальной модели формирования химического состава подземных вод района Торейских озер. На большом фактическом материале показано, что подземные воды района Торейских озер представляют собой сложную единую природную систему с поверхностными водами, формирующуюся в условиях повышенного испарения. На основе современных данных по изотопному составу ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $3\text{H}$ ) доказано, что подземные воды имеют инфильтрационное происхождение.

**Достоверность** результатов определяется сформулированной целью работы и поставленными для достижения цели задачами. В основу работы положены фактические материалы исследований с 2017 года, в которых автор принимала участие. В основу работы положены данные о химическом и изотопном составе 59 точек опробования подземных вод верхней динамической зоны – родники, колодцы и скважины глубиной до 70 м. Для изучения источников и путей формирования их состава также исследовались поверхностные природные воды территории: реки (9 точек), озера разного состава (10 точек), а также атмосферные осадки

(6 точек). Одновременно отбирались образцы горных пород (25 шт.) для определения их минералогического и элементного состава.

Все анализы выполнялись в различных лабораториях ведущих аналитических центров России, а также часть проб на изотопы кислорода и водорода воды за 2021 г. определялись автором в период стажировки в лаборатории Isotope Tracer Technologies Inc Канады.

**Практическая значимость.** Результаты по химическому составу природных вод и горных пород района Торейских озёр могут быть использованы в качестве фоновых значений организациями, осуществляющими экологический мониторинг, водоподготовку, водоснабжение и инженерные изыскания на территории юго-восточного Забайкалья. Данные также могут быть использованы при разработке новых механизмов адаптации экономики к климатическим изменениям, связанных с аридизацией регионов, с целью обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности региона.

Результаты исследования опубликованы в 19 научных работах, в том числе 4 из них в рецензируемых журналах, индексируемых в базах данных Scopus, Web of Science и рекомендованных перечнем ВАК. Полученные результаты были представлены на научных конференциях различного уровня как за рубежом, так и в России

Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, заключения, списка используемых источников, включающего 223 наименований. Объем работы составляет 150 страниц, в том числе 22 таблицы и 69 рисунков. Структура диссертации достаточно логична, главы и параграфы вытекают один из другого. Представлен завершённый научный труд.

**Рассмотрим содержание работы.** Во **введении** рассматривается актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, сформулированы три основных положения, выносимые на защиту, рассмотрены научная новизна и положения, практическая значимость работы, обоснована достоверность полученных результатов, определен личный вклад автора работы. В **первой главе** представлены данные о состоянии изученности территории, приведены сведения о том какие исследования сейчас проводятся в регионе, описано текущее экологическое состояние и сформулирована научная проблема. Во **второй главе** содержится описание физико-географических и природных условий района исследований, геологические и гидрогеологические особенности распространения подземных вод. Рассматриваются проблемы аридизации климата. Дается характеристика ландшафтам, почвам, вечной мерзлоте и экологической обстановке. Уделяется внимание особенностям экономики региона и антропогенной нагрузки. В **третьей главе** приводится фактический материал, подходы и методы исследования. В **четвертой главе** описываются геохимические особенности всех природных вод региона, осуществляется типизация подземных вод по областям распространения и выделяются зависимости в их обогащении макро- и микроэлементами. Детально приводится информация по

отдельным микроэлементам, в т.ч. и по редкоземельным. В **пятой главе** оценены формы миграции химических элементов в воде, их геохимическая подвижность и равновесие в системе вода-порода. В **шестой главе** на основе изотопного состава вод и водорастворенных веществ определено происхождение воды, дана сравнительная оценка длительности взаимодействия в системе вода-порода, выделены области активного и замедленного водообмена. В **седьмой главе** описаны геохимические типы подземных вод и предложена концептуальная модель формирования их химического состава.

На основании результатов и их обработки, сформулированы и обоснованы **три основных положения**, вынесенных на защиту. В целом положения отражают содержание работы, ее специфику и особенности, а также основные выводы.

К наиболее **важным научным результатам** следует отнести следующие:

1. Автором установлено, что в районе Торейских озёр развиты гидрокарбонатные подземные воды с пестрым катионным составом, который поэтапно сменяется от  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$  через  $\text{HCO}_3\text{-Mg}$  к  $\text{HCO}_3\text{-Na}$  от областей питания к области разгрузки. При этом высокие значения pH и солёности являются отличительной особенностью всех природных вод региона, что указывает на единую сложную природную систему, развивающуюся в условиях повышенного испарения.

2. Диссертантом выявлено в работе, что все природные воды территории неравновесны относительно исходных Ca-Mg-Fe алюмосиликатных пород, особенно широко развитых здесь базальтов, что и обеспечивает эволюцию состава вод. При этом воды различаются по характерному набору равновесных вторичных минералов. В направлении от области питания в сторону разгрузки увеличивается количество и разнообразие равновесных вторичных фаз. При этом уменьшается интенсивность миграции основных элементов, большинство из которых на разных этапах уходят во вторичные отложения (Ca, Mg, Sr, Ba, PЗЭ). Продолжают накапливаться в водах – Na, Cl и S.

3. В работе установлено, что формирование химического состава подземных вод региона является результатом сложного сочетания атмогенного, литогенного и испарительного этапов. По мере движения от области питания в область стока к озерам время взаимодействия с вмещающими породами растёт, параллельно усиливается влияние испарения. В этом же направлении формируется три геохимических типа вод: кремнистый, содовый и солесодержащий, каждый из которых отличается по химическому составу и набору вторичных минеральных фаз. При этом осадки уже обогащены солями местного генезиса, которые поступают в атмосферу из всех компонентов ландшафта, в том числе и с акваторий обмелевших солёных озёр, т. е. система всегда работает в условиях повышенной солёности, способствуя развитию засоления.

**К замечаниям** по автореферату и диссертации необходимо отнести следующие:

1. В автореферате на стр. 8 автор отмечает, что в районе существует множество проявлений рудной минерализации, большинство из которых не имеют промышленного значения. Какие рудные минералы и соответственно какие катионы и анионы поступают дополнительно в подземные воды? Какова их доля в общем объеме?
2. Автор отмечает, что формирование химического состава подземных вод – это сложный процесс, который проходит в несколько этапов: атмогенный, биогенный, литогенный и испарительный. Поэтому подземные воды района рассматриваются совместно с источниками питания (атмосферными осадками) и поверхностными (речными и озерными) водами территории. Какие источники питания преобладают из выше перечисленных и как это отражается в многолетней динамике?
3. В чем проявляется антропогенная нагрузка на подземные воды и какие дополнительные микроэлементы были установлены в поверхностных или подземных водах?
4. В чем заключается основная причина повышенного содержания редкоземельных элементов в подземных водах обрамления Торейской впадины, а не в водах водосборного бассейна?
5. Периодическая смена засухи за большой период времени как может повлиять на изотопный состав подземных вод?
6. Автором ни где не обсуждается вопрос о лечебных свойствах подземных вод данного региона? Это не актуально или эти задачи не были поставлены в настоящей работе?
7. В диссертации семь глав. Стоит отметить, что пятая глава содержит 16 страниц, шестая глава содержит всего 6 страниц, а седьмая глава – 9 страниц. По существу, это небольшие разделы, которые могли бы войти в пятую главу. В чем смысл такого выделения глав?

**Выводы**, изложенные в разделе «**Заключение**», соответствуют содержанию диссертации. Основные положения диссертации полностью отражены в публикациях из списка, представленного автором. **Автореферат** соответствует содержанию диссертации. Диссертация по своим целям, задачам, содержанию, методам исследований, пунктам новизны и практической значимости соответствует паспорту специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

**Основное заключение.** Диссертационная работа Дребот В.В. по специальности 1.6.6. – Гидрогеология отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по актуальности, обоснованности полученных результатов, научной новизны и практической значимости. Работа соответствует п.п. 2.1-2.5 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, утвержденного приказом ректора ТПУ 362-1/од от 28.12.2021 г.



Считаю, что автор диссертационной работы «Формирование химического состава подземных вод в районе Торейских озер (Забайкальский край)» Дребот Валерия Витальевна достойна присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

Дополнительный член

диссертационного совета ДС.ТПУ.25

доктор геолого-минералогических наук,

профессор отделения геологии Федерального государственного

автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

634 050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30

[www.tpu.ru](http://www.tpu.ru), [yazikoveg@tpu.ru](mailto:yazikoveg@tpu.ru)

+7(3822) 606-199

Язиков Егор Григорьевич

14 сентября 2023 г.

Даю свое согласие на обработку персональных данных.

Подпись Язикова Егора Григорьевича удостоверяю

Ученый секретарь Национального исследовательского

Томского политехнического университета

Е.А. Кулинич