

## ОТЗЫВ

дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.25,  
доктора геолого-минералогических наук Гусевой Н.В.  
на диссертационную работу Дребот Валерии Витальевны  
«ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В  
РАЙОНЕ ТОРЕЙСКИХ ОЗЕР (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)», представленную на  
соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности  
1.6.6-Гидрогеология

**Актуальность исследования.** С каждым годом растет площадь территории, подверженной аридизации, природа которой весьма разнообразна, но ее негативные последствия очевидны. На начальных стадиях этот процесс запускает значительные изменения во всем ландшафтно-климатическом комплексе и оказывает значительное влияние на компоненты природной среды, в том числе подземные воды. Зачастую, подземные воды в таких районах оказываются единственным пригодным источником водоснабжения для населения. Масштабность этой проблеме придает тот факт, что районы с засушливым климатом распространены практически на всех континентах.

В этой связи выявление и обоснование механизмов формирования химического состава вод в условиях аридного климата является важной и актуальной задачей как фундаментальных, так и прикладных исследования. Согласно современным исследованиям уже невозможно объяснить формирование химического состава вод в районах с аридным климатом только влиянием процессов испарительного концентрирования. Встает вопрос о соотношении процессов взаимодействия в системе вода-порода и испарительного концентрирования и масштабах обогащения подземных вод химическими элементами при этом совокупном влиянии.

Диссертационная работа посвящена разработке концептуальной модели формирования химического состава подземных вод верхней гидродинамической зоны района Торейских озер (Забайкальский край) в рамках общей теории взаимодействия воды с алюмосиликатными породами.

Для достижения поставленной цели автор поставил следующие задачи:

- 1) обозначить природные условия региона, влияющие на формирование химического состава подземных вод района Торейских озер;
- 2) определить характер изменения макро- и микрокомпонентного состава подземных вод района исследования при их движении от источников питания (атмосферные осадки) через вмещающие породы к областям разгрузки (реки, озера);
- 3) выявить закономерности перераспределения химических элементов в системе вода-порода на основе расчётов форм миграции элементов и их геохимической подвижности, а также оценки термодинамического равновесия воды с основными минералами вмещающих пород;
- 4) определить источники питания подземных вод и длительность взаимодействия в системе вода-порода на основе изотопного состава воды ( $\delta D$ ,  $\delta^{18}O$ ), водорастворенных элементов ( $\delta^{13}C$ ,  $\delta^{34}S$ ) и трития ( $^3H$ );

5) разработать концептуальную модель формирования химического состава подземных вод района Торейских озер на основе выделенных геохимических типов (по С.Л. Шварцеву).

**Достоверность и новизна научных положений.** Выводы и защищаемые положения в работе сформулированы на основе обработки результатов собственных исследований, включая данные о химическом составе 59 проб подземных вод, отобранных в летние сезоны 2017-2019 и 2021 гг., а также с использованием опубликованных данных.

Исследование выполнено с использованием современных концептуальных, теоретических, методических подходов и принципов решения фундаментальных проблем в области гидрогеологии. Большой массив фактического материала позволил получить статистически обоснованные параметры распределения всех рассмотренных характеристик. Пробы отобраны и подготовлены по единой методике в соответствии с нормативно-методическими документами, а анализ состава выполнен с помощью современных высокочувствительных аналитических методов в аккредитованных лабораториях.

Впервые автором показаны результаты трансформации химического состава вод района Торейских озер в системе атмосферные осадки-подземные воды-речные воды-озерные воды и от области питания к области разгрузки. Приведены расчеты равновесия подземных вод района Торейских озер с горными породами и определены геохимические типы вод, а также представлена концепция их формирования. На основе исследования изотопного состава воды и компонентов в ней растворенных (серы и углерода) сделано заключение о происхождении воды и ее возрасте, а также определены источники углерода.

Диссертация изложена на 150 страницах и состоит из введения, семи глав, заключения и списка литературы, включающего 223 наименования, содержит 69 рисунков и 22 таблицы.

Во введении автором сформулирована актуальность, цели и задачи работы, научная новизна и практическая значимость, описан фактический материал и апробация работы.

К этому разделу есть некоторые замечания:

1. В формулировке задачи 2 автор пишет «при движении от источника питания (атмосферные осадки) через вмещающие отложения к области разгрузки». Скорее всего автор хотел сказать от области питания.

2. Формулировка задачи 5 полностью повторяет формулировку цели. Если одна задача позволяет достичь поставленной цели, то для чего формулировать предыдущие 4?

3. В этом разделе и далее по тексту автор использует термин «подземные воды верхней динамической зоны».

В главе 1 представлен обзор литературы по проблеме исследования. Автор выбрал объектный и предметный ракурс, описав изученность района исследований на основе опубликованных данных, а также фондовой литературы. В то же время, в главе

присутствует раздел, на взгляд оппонента, заголовок которого сформулирован слишком обширно и затрагивает роль взаимодействия в системе вода-порода в формировании химического состава воды. Правильнее было бы рассмотреть особенности взаимодействия воды с горными породами в условиях аридного климата и имеющиеся концепции формирования состава подземных вод в таки

В главе 2 приведено описание природных условий района исследований, включая административное положение, гидрологический режим, рельеф, Ландшафты, почвы, вечную мерзлоту, геологические условия, полезные ископаемые, гидрогеологические условия.

1. Вызывает недоумение положение подраздела Климатические условия в разделе Гидрологический режим, название которого тоже не очень соответствует содержанию.

2. Качество отдельных рисунков очень плохое, например, на рисунке 6 невозможно причитать условные обозначения.

3. Описание геологических условий обычно составляется по схеме стратиграфия, магматизм, тектоника, полезные ископаемые. В данной работе полезным ископаемым уделено значительное внимание, а вот стратиграфии или истории геологического развития практически нет в описании.

4. В конце раздела заголовок «Общая характеристика геологических условий района», в которой автор, вероятно, пытался сформулировать выводы по разделу. Лучше было сделать общий вывод по главе об особенностях природных условий района исследований. Здесь же автором обозначена мысль «Дополнительно разломы и трещины могут локально обеспечивать смешение озерных и подземных вод, т.е. дополнительное поступление химических элементов в подземные воды из более соленых озерных», которая требует пояснения с позиций характера взаимодействия озерных вод и подземных (скорее всего трещинно-жильных) вод.

Глава 3 посвящена описанию фактического материала и методов исследования. Представленная методика выполнения работ включает 3 этапа: полевые работы, лабораторные исследования, камеральная обработка результатов. В главе хорошо в формате таблицы охарактеризован объем и качество фактического материала. Для выполнения исследования автор использовал программные средства для статистических, термодинамических расчетов, а также для визуализации фактических данных. Все использованные программные средства выбраны корректно и, безусловно, способствовали решению поставленных задач.

1. В разделе полевые исследования автор не указал проводилась ли фильтрация проб воды, отобранных для определения содержания микрокомпонентов. Это является важным, т.к. в разделе, посвященном описанию форм миграции химических элементов, автор указывает на то, что исследовалась только растворенная форма элементов.

Глава 4 посвящена описанию ионного и микрокомпонентного состава подземных вод, атмосферных осадков, речных вод, озер. В главе приведена характеристика химических типов природных вод, установлены зависимости концентраций основных ионов от величины минерализации и pH. Рассмотрена распространенность широкого спектра химических элементов, проведена статистическая обработка и выявлены

корреляционные связи между элементами. Приведено обоснование особенностей поведения химических элементов в разных типах вод. На основе материалов четвертой главы сформулировано первое защищаемое положение.

1. Проведена типизация вод только с учетом химического состава. Удалось ли типизировать опробованные воды по их приуроченности к водоносным горизонтам. Опробованы воды одного водоносного горизонта или разных?

2. Подземные воды обрамления Торейской впадины охарактеризованы как пресные и слабоминерализованные при минерализации до 0,96 г/л. Какой классификацией пользовался автор?

3. Автором сформулирован тезис о единой сложной природной системе атмосферные осадки-подземные воды - речные воды-озерные воды. Почему указанные элементы образуют сложную систему и как они взаимосвязаны между собой, если взаимосвязаны?

4. При описании микрокомпонентного состава вод автор проводит деление всех химических элементов на 4 группы, при этом критерии разделения на группы очень разные и не учитывают «геохимической природы».

5. Описание поведения микрокомпонентов в подземных водах очень поверхностное, нет системности. Для каждой выявленной на основе корреляционного анализа пары химических элементов приводится объяснение, однако микрокомпонентный состав следует рассматривать прежде всего с учетом геохимической среды, вероятных источников и их геохимической природы.

Глава 5 Оценка равновесия подземных вод с вмещающими породами открывается описанием форм миграции химических элементов в рассматриваемых водах, что оказывает значительное влияние на оценку состояния их насыщенности вторичными минералами. На основе коэффициента миграции и коэффициента геохимической подвижности автор прослеживает процессы перераспределения в системе вода-порода и делает попытку качественно и количественно оценить этот аспект. По результатам расчета индекса насыщенности автор подтверждает тезис о равновесно-неравновесном характере системы вода-порода и выявляет набор вторичных минералов, с которыми природные воды находятся в равновесии. По материалам этой главы сформулировано второе защищаемое положение.

1. В таблице 19 приведены геохимические параметры вод для достижения равновесия с некоторыми минералами. Некоторые параметры значительно отличаются от тех данных которые приводятся в работах С.Л. Шварцева. Например, равновесие с кальцитом по его данным наступает при несколько большей величине минерализации и содержании кальция.

Глава 6 Изотопный состав подземных вод посвящена анализу результатов исследования изотопного состава воды и компонентов в ней растворенных, а именно углерода и серы. Автором установлено, что источником питания исследуемых подземных вод являются атмосферные осадки. На основе исследования трития в воде установлено, что возраст рассматриваемых вод составляет в зоне активного водообмена – 17-40 лет, а в зоне замедленного водообмена – более 57 лет. При этом

воды гидрокарбонатного натриевого состава характеризуются более длительным временем нахождения в горных породах, в сравнении с гидрокарбонатными кальциевыми.

Глава 7 является итоговой, в которой представлена концептуальная модель формирования химического состава рассматриваемых природных вод. Основной акцент сделан на эволюцию взаимодействия вод с горными породами в условиях испарительного концентрирования с выделением последовательности формирования гидрогенно-минеральных комплексов. В пределах исследуемой территории выделено три типа взаимодействия: кремнистый, содовый, солеобразующий. На основе материалов главы сформулированы третье защищаемое положение.

1. В таблице 22 приведены Геохимические типы подземных вод района Торейских озер. Автор в таблице и дальше по тексту используют терминологию, введенную С.Л. Шварцевым не совсем корректно. То, что в таблице названо геохимическим типом, называется типов взаимодействия, а геохимические подтипы это и есть геохимические типы. Далее в этой таблице необходимо было бы указать какое количество точек относится к каждому типу и дать краткую их характеристику.

2. На рисунке 69 обозначена стрелками последовательность формирования вторичной фазы каолинит, монтмориллонит и альбит. В этой последовательности явно упущены некоторые этапы.

3. Из всего описания концептуальной модели осталось непонятным как соотносятся процессы взаимодействия воды с горными породами и испарительного концентрирования, что вносит больший вклад в накопление элементов и каких элементов?

В заключение приведены выводы по основной части работы, замечаний к разделу нет. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Общее замечание к работе - формулировки защищаемых положений очень нагружены, стилистически не выверены, как и текст диссертации.

Несмотря на высказанные замечания, в основном, не принципиального характера, работа производит благоприятное впечатление. **Актуальность работы и ее практическая значимость** не вызывают сомнений. **Научные результаты**, полученные соискателем в рамках исследования, представлены научной общественности в публикациях различного уровня, в т.ч. в 3 статьях в журналах, индексируемых международными базами данных Scopus и Web of Science, из списка ВАК. Все это не позволяет усомниться в **достоверности и новизне исследования**. Указанные замечания не снижают ценности работы и направлены на развитие исследования. Представленное исследование является завершенной, научно-квалифицированной работой и соответствует пунктам 1, 3, паспорта специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

Принимая во внимание вышеизложенное, считаю, что диссертация «ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ТОРЕЙСКИХ ОЗЕР (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)», отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в п. 2.1 Порядка присуждения ученым степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, а ее автор Дребот Валерия Витальевна заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

Я, Гусева Наталья Владимировна, дополнительный член диссертационного совета ДС.ТПУ.25, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Дополнительный член  
диссертационного совета ДС.ТПУ.25  
доктор геолого-минералогических наук,  
заведующий кафедрой-руководитель отделения  
геологии на правах кафедры  
Федерального государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования «Национальный  
исследовательский Томский политехнический университет»  
634050, г. Томск, пр. Ленина д.30  
[www.tpu.ru](http://www.tpu.ru), [gusevanv@tpu.ru](mailto:gusevanv@tpu.ru)  
+7 (3822) 701777 вн.т. 2901

\_\_\_\_\_ Гусева Наталья Владимировна 03.10.2023

Подпись Гусевой Натальи Владимировны удостоверяю  
Ученый секретарь Национального исследовательского Томского  
политехнического университета

\_\_\_\_\_ Е.А. Кулинич

М.П.

М.П.