

УТВЕРЖДАЮ:



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения
Российской академии наук

Диссертация «ГЕОХИМИЯ СОЛЕННЫХ ОЗЕР ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ» выполнена в лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН.

В период подготовки диссертации соискатель **Борзенко Светлана Владимировна** работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук в лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии в должности старшего научного сотрудника.

В 1986 г. окончила политехнический Новочеркасский институт им. Серго Орджоникидзе по специальности «Технология неорганических веществ». В 2012 г. защитила кандидатскую диссертацию на тему «Геохимия и формирование содовых вод озера Доронинское (Восточное Забайкалье)» в Совете при Национальном исследовательском Томском политехническом университете.

Научный консультант - доктор геолого-минералогических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР **Шварцев Степан Львович**, работает в должности профессора кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и землепользования инженерной школы природных ресурсов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», а также в должности главного научного сотрудника Томского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской Академии наук.

По итогам обсуждения диссертации принято следующее заключение:

Актуальность работы. В настоящее время соленые озера представляют уникальные объекты для широких научных исследований, в особенности как возможные нетрадиционные источники минерального сырья, архивы палеоклиматических изменений, системы активно протекающих современных и аналоги древних биогеохимических процессов. Это связано с тем, что появились новые методы и технологии, которые позволяют получать более полные сведения по геохимической специализации озер, выявлять источники химических элементов в них, расширять представления о процессах озерной седиментации, изучать распределение микрокомпонентов в озерах и механизмов их накопления, определять роль различных процессов и факторов в формировании состава

озер. Как объекты исследований соленые озера Восточного Забайкалья представляют несомненный интерес, поскольку характеризуются высоким содержанием многих химических элементов (Li, U, Th, As, Sr, V, Br, Mo, F и др.), которые могут иметь промышленное значение. Вместе с тем, механизмы концентрирования этих элементов, их источники, масштабы явления изучены недостаточно. Более того, сама по себе проблема генезиса различных типов озер в современной гидрогеохимии остается спорной и требует дальнейших исследований.

Исторически сложилось так, что многими исследователями формирование химического состава соленых озер объясняется испарительным концентрированием. Однако до сих пор нет однозначного объяснения, почему на относительно небольшой территории в близких климатических и ландшафтно-геоморфологических условиях формируются различные типы озер: содовые, сульфатные и хлоридные, с определенным для каждого из них набором микроэлементов. Все эти особенности их состава и особенно самих содовых озер невозможно объяснить только процессами испарительного концентрирования. Между тем, вне поля зрения ученых остается роль горных пород, непрерывное растворение которых приводит к созданию новых минеральных образований и геохимических типов воды. Такой источник солей как горная порода применительно к озерам обычно не учитывается, но он играет важную роль в формировании состава озер наряду со степенью их испарения. В этой связи изучение процессов взаимодействия воды с горными породами в условиях испарительного концентрирования вод позволит лучше понять ведущие процессы, механизмы и факторы формирования определенного типа озер и их эволюцию.

Объектами научного исследования являются соленые озера Восточного Забайкалья; процессы, механизмы и факторы формирования химического состава этих объектов представляют *предмет исследования*.

Цель исследований. На основе данных по химическому и изотопному составу озерных и подземных вод водосборных территорий выявить ведущие процессы, факторы и механизмы формирования различных геохимических типов соленых озер Восточного Забайкалья.

Задачи исследований:

- исследовать химический и изотопный состав озер и подземных вод территорий их водосборных бассейнов;
- оценить степень испарения воды для различных типов озер;
- изучить закономерности распределения некоторых микроэлементов (урана, мышьяка, тория, брома, лития, стронция, редкоземельных элементов);
- определить масштабы восстановления сульфат-ионов в озерах;
- исследовать степень равновесия подземных и озерных вод с ведущими первичными и вторичными минералами горных пород;
- выявить механизмы, процессы и факторы формирования основных геохимических типов соленых озер Восточного Забайкалья.

Личное участие соискателя в получении результатов. В диссертации изложены результаты многолетних (1987-2017 гг.) теоретических и прикладных исследований, выполненных лично автором, либо при его непосредственном участии в государственных научных программах IX.137.1. Динамика биокосных систем Центральной Азии в условиях изменения климата и техногенного давления (факторы и тенденции), № 0386-2015-0006 (IX.137.1.2.) «Геохимия редких и редкоземельных элементов в природных и геотехногенных ландшафтах и гидрогеохимических системах», трех междисциплинарных интеграционных проектов № 38 «Минеральные озера Центральной Азии – архив палеоклиматических летописей высокого разрешения и возобновляемая жидкая руда»;

партнерский интеграционный проект СО РАН, ДВО РАН и УрО РАН № 23 «Трансграничные речные бассейны в азиатской части России: комплексный анализ состояния природно-антропогенной среды и перспективы межрегионального взаимодействия»; Междисциплинарный проект СО РАН № 56 «Прогнозное моделирование и междисциплинарные комплексные исследования многолетней динамики состояния экосистем меромиктических озер Сибири»;

Разработка фундаментальной научной проблемы осуществлялась при финансовой поддержке грантов: РФФИ № 13-05-00556, РФФИ № 15-17-10003, 17-17-01158.

В рамках научных исследований автор выполняла обработку и интерпретацию многолетних наблюдений на соленых озерах Восточного Забайкалья, непосредственно осуществляла физико-химическое моделирование процессов, происходящих в системе вода-порода, направленное на решение проблемы формирования химического состава подземных и озерных вод. Систематизация обширного фактического гидрохимического материала, термодинамических расчетов, позволила автору создать новую концепцию формирования различных геохимических типов соленых озер Восточного Забайкалья.

Новизна и практическая значимость. Научная значимость полученных результатов, их новизна и оригинальность заключаются в следующем:

- впервые для региона изучен широкий комплекс химических элементов, включая редкие и редкоземельные, изотопный состав воды, углерода, растворенных карбонатов и серы, сульфатов и сероводорода;
- установлен характер равновесия озерных и подземных вод с большим количеством минералов горных пород;
- впервые показано, что химический состав озер наряду с испарением определяется масштабом и характером взаимодействия воды с горными породами водосборной площади и дна озера;
- разработана новая методика расчета реальной степени испарения озерных вод;
- установлено, что значительная доля сульфат-ионов в озерных водах восстанавливается до сероводорода и других форм серы;
- впервые для региона разработана модель формирования химического состава различных геохимических типов соленых озер, расположенных на ограниченной территории.

Практическое значение работы состоит в том, что установленные высокие содержания лития, молибдена, мышьяка, урана, брома, стронция, редкоземельных и др. элементов позволяют рассматривать соленые озера Восточного Забайкалья как перспективные источники минеральных возобновляемых ресурсов.

Публикации. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на российских и международных совещаниях и конференциях. По теме диссертации опубликовано 60 работ, в том числе две монографии (в соавторстве) и 22 статьи в рецензируемых журналах из перечня ВАК. В них полностью изложены все материалы диссертации.

1. Замана, Л.В. Гидрохимия минеральных озер Восточного Забайкалья / Л.В. Замана, **С.В. Борзенко** // Солончатые и соленые озера Забайкалья: гидрохимия, биология / Отв. ред. Б.Б. Намсараев. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятск. гос. ун-та, 2009. – Гл. 4. – С. 56–81.
2. Замана, Л.В. Сероводород и другие восстановленные формы серы в кислородной воде озера Доронинское (Восточное Забайкалье) / Л.В. Замана, **С.В. Борзенко** // Докл. Акад. наук. – 2007. – Т. 417. – № 2. – С. 232–235.
3. **Борзенко, С.В.** Сульфатредукция как фактор формирования содовых вод озера Доронинское (Восточное Забайкалье) / С.В. Борзенко, Л.В. Замана // Вестн. Томск. гос. ун-та. – 2008. – № 312. – С. 188–193.

4. **Борзенко, С.В.** Формы сероводорода в минеральных содовых водах озера Доронинское (Восточное Забайкалье) / С.В. Борзенко // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009. – № 1. – Вып. 13. – С. 54–58.
5. Горленко, В.М. Микробные сообщества стратифицированного содового озера Доронинское (Забайкалье) / В.М. Горленко, С.П. Бурюхаев, Е.Б. Матюгина, **С.В. Борзенко**, З.Б. Намсараев, И.А. Брянцева, Е.Н. Болдарева, Д.Ю. Сорокин, Б.Б. Намсараев // Микробиология. – 2010. – Т. 79. – № 3. – С. 410–421.
6. Замана, Л.В. Гидрохимический режим соленых озер Юго–Восточного Забайкалья / Л.В. Замана, **С.В. Борзенко** // География и природные ресурсы. – 2010. – № 4. – С. 100–107.
7. **Борзенко, С.В.** Восстановленные формы серы в воде содового озера Доронинское (Восточное Забайкалье) / С.В. Борзенко, Л.В. Замана // Геохимия. – 2011. – № 3. – С. 268–278.
8. Замана, Л.В. Элементарная сера в воде озера Доронинское (Восточное Забайкалье) / Л.В. Замана, **С.В. Борзенко** // Докл. Акад. наук. – 2011. – Т. 438. – № 4. – С. 515–518.
9. **Борзенко, С.В.** Механизм и гидрогеохимические условия образования гейлюссита в озерах Доронинской группы (Восточное Забайкалье) / С.В. Борзенко // Геохимия. – 2014. – № 7. – С. 667–672.
10. **Борзенко, С.В.** Основные особенности формирования химического состава вод минеральных озер Читино–Ингодинской впадины (Восточное Забайкалье) / С.В. Борзенко // Известия РАН. Серия географическая. – 2014. – № 4. – С. 95–101.
11. **Борзенко, С.В.** Распределение редкоземельных элементов в водах и донных осадках минеральных озер Восточного Забайкалья (Россия) / С.В. Борзенко, Л.В. Замана, О.В. Зарубина // Литология и полезные ископаемые. – 2017. – № 4. – С. 306–321.
12. **Борзенко, С.В.** Уран, литий и мышьяк в соленых озерах Восточного Забайкалья / С.В. Борзенко, Л.В. Замана, В.П. Исупов, С.С. Шацкая // Химия в интересах устойчивого развития. – 2017. – 25 (5). – С. 479–488.

Диссертация «ГЕОХИМИЯ СОЛЕННЫХ ОЗЕР ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ» **Борзенко Светланы Владимировны**

рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Заключение принято на заседании расширенного научного семинара лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН.

Присутствовало на заседании 29 чел. (10 – члены лаборатории, 19 – приглашенные). Результаты голосования: «за» - 29 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол № 1 от 17.11. 2015 г.

Председатель расширенного научного семинара

Л.В. Замана

(**Замана Леонид Васильевич**, к.г.-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии)

Секретарь расширенного научного семинара



(**Чечель Лариса Павловна**, научный сотрудник лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии)