

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА  
Д999.170.03, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ), МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
НАУКИ ИНСТИТУТА НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ ИМ.  
А.А. ТРОФИМУКА, СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ  
НАУК (ФГБУН ИНГГ СО РАН), ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ФГАОУ ВО НИ ТГУ),  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 15 июня 2018 г. №11

**О присуждении Борзенко Светлане Владимировне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора геолого-минералогических наук.**

**Диссертация «Геохимия соленых озер Восточного Забайкалья» по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых**

**принята к защите 6 марта 2018 г., протокол № 3 объединенным диссертационным советом Д 999.170.03, созданном на базе ФГАОУ ВО НИ ТПУ, Министерство образования и науки Российской Федерации, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, ФГБУН ИНГГ СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, ФГАОУ ВО НИ ТГУ, Министерство образования и науки**

Российской Федерации, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ Минобрнауки России от 02.11.2012 г. № 714/нк.

**Соискатель Борзенко Светлана Владимировна** 1964 года рождения.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук «Геохимия содового озера Доронинское (Восточное Забайкалье)» защитила в 2012 году в диссертационном совете, созданном на базе Национального исследовательского Томского политехнического университета по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых,

**работает** в должности старшего научного сотрудника лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук (г. Чита), Министерство науки и высшего образования РФ.

**Диссертация выполнена** в лаборатории геоэкологии и гидрогеохимии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения (г. Чита) Российской академии наук.

**Научный консультант** – доктор геолого-минералогических наук, Шварцев Степан Львович, профессор отделения геологии ФГАОУ ВО НИ ТПУ.

**Официальные оппоненты:**

**Рыженко Борис Николаевич**, доктор химических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН (г. Москва), главный научный сотрудник лаборатории моделирования гидрогеохимических и гидротермальных процессов;

**Плюснин Алексей Максимович**, доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Геологический институт СО РАН (г. Улан-Удэ), заместитель директора по научной работе;

**Кулаков Валерий Викторович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, ФГБУН Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (г.

Хабаровск), главный научный сотрудник лаборатории гидрологии и гидрогеологии

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** ФГБУН Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск **в своем положительном отзыве**, подписанном заведующим лабораторией рудно-магматических систем и металлогении Неволько Петром Александровичем, д.г.-м.н., внс лаборатории рудно-магматических систем и металлогении Гаськовой Ольгой Лукиничной и д.г.-м.н., внс лаборатории геохимии благородных и редких элементов и экогеохимии Страховенко Верой Дмитриевной,

**указала, что** диссертация Борзенко Светланы Владимировны является завершённой научно-исследовательской работой, базирующейся на обширном экспериментальном материале, полученном на современном оборудовании. Работа вносит вклад в решение проблем, связанных, прежде всего, с формированием содовых вод и сопутствующим этому процессу образованию месторождений многих химических элементов. Автореферат и текст диссертации оформлены согласно требованиям нормативно-методических документов и отвечает содержанию диссертации. Выводы автора о значимой роли горных пород в формировании различного типа озер и их эволюции, главной движущей силой которой выступает постоянная неравновесность воды с ведущими минералами пород эндогенного генезиса, являются существенным вкладом в дальнейшее развитие геохимии. По объёму работы, её теоретическому и практическому уровню, актуальности, новизне и значимости результатов диссертационная работа С.В. Борзенко соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Соискатель имеет 60 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 60 работ, из них в рецензируемых научных изданиях 28 работ. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, авторский вклад в основных работах по диссертации более 70%, общий объем которых 32 печатных листа.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **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.
2. **Борзенко, С.В.** Элементарная сера в воде озера Доронинское (Восточное Забайкалье) / Л.В. Замана, С.В. Борзенко // Доклады академии наук. – 2011. – Т. 438. – № 4. – С. 515–518.
3. **Борзенко, С.В.** Механизм и гидрогеохимические условия образования гейлюссита в озерах Доронинской группы (Восточное Забайкалье) / С.В. Борзенко // Геохимия. – 2014. – № 7. – С. 667–672.
4. **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.
5. **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.
6. **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.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:** 1) Абуковой Л.А., д.г.-м.н., директора ФГБУН Института проблем нефти и газа РАН, 2) Петрищева В.П., д.г.н., внс ФГБУН Института степи УО РАН, 3) Алексеевой Л.П., д.г.-м.н., внс и Алексеева С.В., д.г.-м.н., зав. лабораторией гидрогеологии ФГБУН

Института земной коры СО РАН, 4) Титовой К.В., к.г.н., нс и 5) Кокрятской Н.М., к.г.-м.н., зав. лабораторией экоаналитических исследований ФГБУН исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова; 6) Верхотурова А.Г., к.г.-м.н., доцента, зав. кафедрой гидрогеологией и инженерной геологии Забайкальского государственного университета; 7) Абрамова Б.Н., д.г.-м.н., внс ФГБУН ИПРЭК СО РАН, 8) Колпаковой М.Н., к.г.-м.н., нс ФГБУН Института геологии и минералогии СО РАН, 9) Рагозина Д.Ю. д.б.н., доцента, внс Института биофизики СО РАН, 10) Новикова Д.А., к.г.-м.н., доцента, зав. лаборатории гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири ФГБУН нефтегазовой геологии и геофизики А.А. Трофимука СО РАН, 11) Харитоновой Н.А., д.г.-м.н., профессора кафедры гидрогеологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, 12) Бархутовой Д.Д., к.б.н., зав. лаборатории микробиологии и Бурюхаева С.П., к.б.н., снс лаборатории микробиологии ФГБУН Института общей и экспериментальной биологии СО РАН, 13) Исупова В.П., д.х.н., гнс, зав. лабораторией интеркаляционных и механохимических реакций ФГБУН Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, 14) Бочарова В.Л., д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». Все отзывы **положительные**. В отзывах содержатся следующие критические замечания: 1) недостаточная изученность аутигенной составляющей донных осадков озер, 2) не четко обоснован баланс озерных вод и их источников питания, 3) не полно учтено влияние органических комплексов на механизмы взаимодействия в системе вода-порода, 4) в автореферате отсутствует геохимическая карта района исследований, 5) незначительно уделено внимание сезонным изменениям состава озерных вод, 6) в автореферате отсутствуют скорости процесса сульфатредукции.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** высокой квалификацией специалистов в области геохимии вод зоны гипергенеза, а также большим опытом выполнения научно-

исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаврова; 6) Верхотурова А.Г., к.г.-м.н., доцента, зав. кафедрой гидрогеологией и инженерной геологии Забайкальского государственного университета; 7) Абрамова Б.Н., д.г.-м.н., внс ФГБУН ИПРЭК СО РАН, 8) Колпаковой М.Н., к.г.-м.н., нс ФГБУН Института геологии и минералогии СО РАН, 9) Рагозина Д.Ю. д.б.н., доцента, внс Института биофизики СО РАН, 10) Новикова Д.А., к.г.-м.н., доцента, зав. лаборатории гидрогеологии осадочных бассейнов Сибири ФГБУН нефтегазовой геологии и геофизики А.А. Трофимука СО РАН, 11) Харитоновой Н.А., д.г.-м.н., профессора кафедры гидрогеологии геологического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, 12) Бархутовой Д.Д., к.б.н., зав. лаборатории микробиологии и Бурюхаева С.П., к.б.н., нс лаборатории микробиологии ФГБУН Института общей и экспериментальной биологии СО РАН, 13) Исупова В.П., д.х.н., нс, зав. лабораторией интеркаляционных и механохимических реакций ФГБУН Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, 14) Бочарова В.Л., д.г.-м.н., профессор, зав. кафедрой гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». Все отзывы **положительные**. В отзывах содержатся следующие критические замечания: 1) недостаточная изученность аутигенной составляющей донных осадков озер, 2) не четко обоснован баланс озерных вод и их источников питания, 3) не полно учтено влияние органических комплексов на механизмы взаимодействия в системе вода-порода, 4) в автореферате отсутствует геохимическая карта района исследований, 5) незначительно уделено внимание сезонным изменениям состава озерных вод, 6) в автореферате отсутствуют скорости процесса сульфатредукции.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** высокой квалификацией специалистов в области геохимии вод зоны гипергенеза, а также большим опытом выполнения научно-исследовательских работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработана** новая концепция формирования **разнообразных** типов и подтипов соленых озер Восточного Забайкалья; основанная на глубоком изучении взаимодействия озерных вод и вод водосборной территории с ведущими минералами горных пород;

**предложен** новый механизм учета степени испарения воды в конкретном озере; **доказано**, что природа разнообразия химического и изотопного состава озерных вод связана с многофакторным процессом их формирования, обусловленного неодинаковой степенью испарения воды в озерах, разнообразием их связей с подземными водами водосборных территорий, разной продолжительностью взаимодействия озерных и подземных вод с горными породами, равновесно-неравновесным состоянием системы вода – порода, влиянием деятельности микроорганизмов, степенью окисления растворенных органических веществ и других факторов.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказаны** следующие положения:

1. На ограниченной территории в близких ландшафтно-климатических и геолого-геохимических условиях формируются разнообразные геохимические типы озер: хлоридные, сульфатные, содовые и многочисленные их подтипы, каждый из которых отличается соленостью, геохимической средой, химическим составом, специфическим набором макро- и микрокомпонентов, органических веществ и микроорганизмов.
2. Все озерные воды образуют с горными породами региона специфическую равновесно-неравновесную систему: они не только равновесны со многими вторичными минералами – продуктами выветривания и диагенеза донных осадков (карбонатами, глинами, гидрослюдами, оксидами, гидроксидами и сульфатами и др.), но и многими нетипичными для зоны гипергенеза аутигенными минералами (цеолитами, хлоритами, слюдами и др.). Все эти минералы, выпадая из раствора, меняют состав озерной воды. Вместе с

тем изучаемые воды всегда неравновесны со многими эндогенными минералами (анортитом, форстеритом, фаялитом, диопсидом и др.), которые постоянно растворяются, обогащая озерные воды иным комплексом элементов.

3. Поведение сульфат-ионов в исследуемых озерах носит сложный характер в связи с тем, что наряду с влиянием степени испарения воды, оно контролируется двумя дополнительными процессами, которые имеют противоположную направленность: сульфатредукцией и окислением сульфидов горных пород. Бактериальное восстановление сульфатов развито в большей части озер, которые отличаются более высокими значениями  $\delta^{34}\text{S}$  восстановленных её форм, наличием  $\text{H}_2\text{S}$  и других форм серы. И наоборот, окисление сульфидов ведет к уменьшению значений  $\delta^{34}\text{S}$ .

4. Содовые озера без взаимодействия подземных и озерных вод с алюмосиликатами не формируются.

**Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** современные методы термодинамических расчетов для выявления масштабов взаимодействия природных вод с различными минералами, что дало возможность с новых позиций подойти к вопросу о роли вторичного минералообразования в формировании состава озерных вод;

**доказано**, что, наряду с испарением, огромная роль в формировании озер принадлежит процессам их взаимодействия с алюмосиликатными горными породами. Яркий пример этому – химический состав вод содовых озер;

**показано**, что процессы микробиологической редукции сульфат-ионов играют важную роль при формировании конкретного состава озер;

**установлено**, что формирование хлоридных озер происходит в условиях относительно слабого водообмена, т.е. в озерах с высокой степенью испарения воды и наличии масштабных процессов сульфатредукции;

**изложена** последовательность концентрирования микроэлементов в озерах разных геохимических типов;

**изучены** основные формы нахождения химических элементов в озерных водах;



**показано**, что обогащение вод тяжелым изотопов кислорода обязано не только процессам испарения, но и обмену легкого изотопа воды на тяжелый эндогенных алюмосиликатов.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**  
**определены** объекты, наиболее привлекательные с точки зрения их использования как источника промышленно ценных компонентов;  
**создана** база данных для оценки и использования соленых озер в лечебных целях.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**  
**для экспериментальных работ** результаты исследований получены на современном сертифицируемом аналитическом оборудовании с использованием как передовых, так и традиционных методов исследования в аналитических центрах: ИГХ СО РАН (г. Иркутск), ДВГИ ДВО РАН (г. Владивосток), ИЗК СО РАН (г. Иркутск) и ИПРЭК СО РАН (г. Чита);  
**теория** построена на новых фактах и данных полученных автором, а также новейших результатах лабораторных исследований ведущими специалистами стран Европы и США по взаимодействию воды с алюмосиликатами;  
**идея базируется** на обобщении большого фактического материала и подтверждена теоретическими выводами, которые прошли широкую апробацию перед научной общественностью и опубликованы в ведущих научных журналах;  
**использованы** достоверные данные по геохимии озер и подземных вод их водосборных территорий;  
**применены** современные программные средства обработки информации (ArcGIS, CorelDraw, Microsoft Office), а также метод термодинамического моделирования с применением программного комплекса HydroGeo.  
**Личный вклад соискателя состоит в:** сборе фактического материала, постановке цели и задач, выборе методики исследований, непосредственном выполнении автором статистических исследований, в получении новых


исходных данных, в обработке и интерпретации полученных аналитических данных, в формулировке защищаемых положений, апробации результатов исследований, разработке концепции формирования различных геохимических типов озер, а также подготовке основных публикаций по выполненной работе.

**Диссертация** является научно-квалифицированной работой, в которой содержатся данные об особенностях формирования различных геохимических типов соленых озер, которые вносят вклад в понимание процессов генезиса озер и их эволюции, и соответствует пункту 9, абзац 1 Положения о присуждении ученых степеней.

**На заседании** 15.06.2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Борзенко С.В. ученую степень доктора геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 5 докторов наук по специальности 25.00.09 - Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Зам. председателя диссертационного совета  
д.г.-м.н., профессор

  
Рихванов Л.П.

Ученый секретарь диссертационного совета  
к.г.-м.н.

  
Лепокурова О.Е.

15.06.2018 г.