

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
 на диссертацию Овдина Екатерины Андреевны
 «Минералого-geoхимические особенности и условия формирования органоминеральных
 донных отложений малых озер юга Западной Сибири»,
 представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук
 по специальности 25.00.09 – geoхимия, geoхимические методы поиска полезных
 ископаемых.

Ввиду своих небольших размеров и широко проявленных процессов аутигенного минералообразования, приводящих к формированию своеобразных терригенно-эвапоритовых толщ, фиксирующих даже незначительные изменения среды, происходящие на их водосборных бассейнах, осадки малых озер часто используют для получения палеогеографической и палеоклиматической информации. Более того, детальная информация о минералого-geoхимическом составе донных отложений помогает сформулировать критерии создания прогнозных моделей антропогенных изменений природных обстановок. В этом плане представленная к защите работа является своевременной и актуальной. **Научным достижением** данной работы является доказательство того, что в формировании органоминеральных отложений участвует биологическая составляющая озера, участвующая в создании минеральной матрицы. Оригинальность работы заключается в том, что впервые применен новый методический принцип детального исследования отдельно взятого озера в тесной взаимосвязи со всей системой компактно расположенных озёр (озёрной системой) в одинаковых ландшафтно-климатических и геолого-geoхимических условиях. Такой подход дает представление как об общих особенностях минерально-geoхимического состава в пределах ландшафтных зон, так и озёрных систем, и каждого отдельно взятого озера в частности. **Достоверность результатов исследований** обеспечена представительностью данных анализа многочисленных проб с использованием количественных аналитических методов, сертифицированных методик в аккредитованных лабораториях. Исследования проводились при непосредственном участии автора, результаты работ прошли всестороннюю апробацию на всероссийских и международных совещаниях, симпозиумах и конференциях. По теме диссертации опубликовано 7 статей, в рецензируемых журналах из списка ВАК, Scopus и Web of Science.

Диссертационная работа состоит из шести глав, введения, заключения и списка литературы, включающего 181 наименование. Общий объем работы составляет 148 страниц, включая 12 таблиц, 56 рисунков и 1 приложение.

Во **Введении** диссертант кратко описывает актуальность проблемы современного изучения малых озер, ставит цель и обозначает задачи и объекты исследования, приводит

фактический материал, на котором базируются результаты, и, как следствие, новизна работы и выносимые диссертантом на защиту положения, предлагает практическое применение полученных результатов, указывает на связь работы с научными программами и научно-исследовательскими темами, обозначает личный вклад, приводит список опубликованных ею работ и выносит благодарности коллегам.

В 1 главе «Озеро как объект изучения» поднимается вопрос проблемы изучения донных осадков малых озер, приводится классификация сапропелей по типам, классам и доминирующей первичной продукции. Обосновывается применение нового подхода к комплексному изучению малых озёр, а именно, объясняется методический принцип изучения озер, находящихся в одинаковых ландшафтно-климатических и геологогеохимических условиях.

Замечание к главе. В названии работы имеется словосочетание «малые озера», однако ссылка на автора классификации отсутствует. Можно только догадываться, что автор для разделения озер по морфометрическим параметрам использует классификацию П.В. Иванова.

В главе 2 «Объекты и предмет исследования» автор диссертационного исследования описывает климатические условия, особенности рельефа юго-западной Сибири, в пределах которой расположены рассматриваемые озера. Очерчивает схемы локализации озерных систем, описывает координаты, отобранный на анализ материал и констатирует количество проб. *Между тем автор не приводит данные по морфометрии озер, их водному балансу (хотя бы на уровне проточные или бессточные водоемы), ведь от этого зависит интенсивность водообмена и как минимум минерализация озерных вод, содержание основных химических компонентов, состав хемогенных минералов и конечно состав гидробионтов. Хотелось бы увидеть в этой главе геологическую схему с нанесением объектов исследования и более подробное описание геологических условий территории локализации изученных озер.*

В главе 3 «Полевые и аналитические методы исследования» диссертант описывает методы отбора проб и их анализа. *На мой взгляд, излишне подробно описаны аналитические методы исследования, поскольку применялись часто стандартные методики. Достаточно было бы дать ссылки на ГОСТы и иную литературу, согласно которых анализировался полученный материал и указать основные метрологические параметры.*

В главе 4 «Геохимическая характеристика компонентов малых озёр Юга Западной Сибири» характеризуется химический состав, минерализация и pH озерных вод, состав почв и гидробионтов. Приводится формула Курлова, позволяющая выделить соотношения

основных химических компонентов озерных вод и их изменение с переходом из одной ландшафтной системы в другую. Проводится сравнительный анализ данных по средним значениям содержаний изученных элементов в донных осадках озер юга Западной Сибири и почв их водосборных площадей. Делается вывод, что в донных отложениях всех ландшафтных зон накапливаются в больших количествах Sb, а также Ca, Mg, Sr. Для остальных элементов влияние ландшафтных условий на формирование геохимического состава донного осадка в зависимости от состава почв водосборных площадей не устанавливается. Выявляется зависимость в распределении содержания микроэлементов в органоминеральных отложениях, относящихся к одному типу и классу. Деление озер по соотношению Ca/Si позволяет автору прийти к выводу, что в химический состав донных отложений озер с кальциевым и смешанным сапропелем большой вклад в накопление Ca вносят воздушно-водные растения. В озёрах с кремниевым классом сапропеля значительную долю в фитопланктоне составляют диатомовые водоросли, накапливающие в больших количествах кремний. *Между тем для такого вывода отсутствует конкретная информация, в каких озерах были обнаружены эти водоросли (и/или макрофиты, и/или фитопланктон и/или все вместе), какая у них биомасса, какое количество кальция и кремния концентрируется этими обрастаниями?*

Разделение автором по классам донных отложений малых озёр юга Западной Сибири позволило констатировать тот факт, что микроэлементы имеют четкую корреляцию с элементами терригенной составляющей донных отложений. Во всех трех классах наблюдается корреляция Si-Al-K с Fe, Cr, Ni, Co, Cu, Th, а также четко выделяется карбонатофильная группа Ca-Mg-Sr с вариациями в разных классах. В этой же главе делается важный вывод, что зависимость в распределении между ландшафтной зоной, типом и классом органоминеральных донных отложений малых озёр отсутствует, а повышенные концентрации Ca, Mg и Sr в донных отложениях связаны с накоплением в донном осадке аутигенных карбонатов разной степени магнезиальности и/или арагонита. На выводах, приведенных в этой главе, сформировано первое защищаемое положение, которое гласит: «В пределах одной озёрной системы формируются органоминеральные отложения разных типов, классов и видов во всех ландшафтных зонах юга Западной Сибири. Вне зависимости от ландшафтной зоны, вариабельность концентраций микроэлементов схожа в органоминеральных отложениях, относящихся к одному типу и классу. Уникальный компонентный состав малых озер юга Западной Сибири обеспечивается превалированием локальных факторов над глобальными».

*Замечание. Автор указывает на отсутствие связи между содержанием химических элементов в донных отложениях и почвах водосборных бассейнов озер, которые по логике в большей степени должны наследовать хим. состав разрушаемых пород. Более того, автор приходит к выводу, что такие различия в хим. составе донных отложений и почвах могут объясняться эоловым переносом. Тогда непонятно, почему присутствует такая избирательность? Может быть надо было бы сравнить распределение содержания хим. элементов в воде и донных осадках, посчитать коэффициенты миграции (по А.И. Перельману), ведь для чего-то приводится хим состав озерной воды. Не было бы лишним также указать хим состав терригенной составляющей, чтобы вывод был более доказательным. Имеется описка в приложении к таблице 4.1 «Примечание. * Измерения Eh, pH и значений общей минерализации воды (M, г/л) производились в полевых условиях». Минерализация не может измеряться в полевых условиях, т.к. эта величина представляет собой расчетное значение суммы макрокомпонентов.*

В главе 5 «Радиоэкологическая оценка компонентов малых озёр Юга Западной Сибири» описывается распределение содержания естественных и искусственных радионуклидов в компонентах малых озер юга Западной Сибири. Автор дает оценку радиационного состояния изученных сапропелевых залежей для возможного их промышленного освоения. Делает вывод, что суммарная эффективная удельная активность естественных радионуклидов (Ac) для донных отложений всех изученных малых озер юга Западной Сибири не превышает значений Ac для почв площадей водосбора озёр и норму 300 Бк/кг. Для большей части сапропелевых залежей изученных озер независимо от их химического состава суммарные уровни загрязнения ^{137}Cs соответствуют уровню глобального фона. Однако автор указывает на наличие озер с существенным превышением активности ^{137}Cs . На основе материала этой главы формируется 3 защищаемое положение: «Суммарная эффективная удельная активность (Ac) естественных радионуклидов сапропелевых отложений малых озер юга Западной Сибири ниже нормы в соответствии с требованиями ГОСТа».

В главе 6 «Минералогическая характеристика компонентов малых озер Юга Западной Сибири» на основе полученного фактического материала диссертант приходит к выводу, что в изученных малых озерах происходят активные процессы аутигенной минерализации. Аутигенные минералы представлены - аутигенным кремнеземом, карбонатами кальцит-доломитового ряда и/или арагонитом, пиритом (фрамбоиды, одиночные кристаллы, скопления) и иллит-смектитами (редко). Богатейший фактический материал и современные методы его анализа позволяют сделать вывод, что первичное

осаждение аутигенных карбонатов происходит в виде тонких пленок на скелете водорослей (псевдоморфозы по нитям и клеткам микроорганизмов) в результате концентрирования отдельных элементов живым веществом при создании специфических локальных Eh-рН условий в процессе жизнедеятельности биоты. Автор утверждает, что процесс минерализации органического вещества в малых озерах юга Западной Сибири определяет формирование аутигенных карбонатов (низкомагнезиальный кальцит, магнезит, кальцит, арагонит, высокомагнезиальный кальцит, Ca-избыточный доломит) на геохимических барьерах (дрейфующая биота–вода, погруженная биота–вода и вода-донные отложения) во всем диапазоне параметров вод. В то же время автор на многочисленных примерах доказывает тот факт, что хемогенное осаждение высокомагнезиального кальцита и Ca-избыточного доломита на границе вода-донные отложения определяется в результате изменений физико-химических условий благодаря совокупности ландшафтных, геохимических и биогенных факторов. На этих выводах сформировано 2 защищаемое положение «Формирование аутигенных карбонатных минералов малых озёр юга Западной Сибири происходит на геохимических барьерах: дрейфующая биота–вода, вода – погруженная биота, вода-донные отложения. На всех геохимических барьерах формируются арагонит, кальцит, низкомагнезиальный кальцит в озёрах всего спектра значений общей минерализации воды вне зависимости от состава вод. На границе вода-донные отложения происходит хемогенное осаждение высокомагнезиального кальцита и Ca-избыточного доломита при гидрокарбонатно-натриевом и хлоридно-гидрокарбонатно-натриевом составе вод при минерализации >3 г/л и $pH>9$ и в водах любого состава при минерализации >10 г/л и $pH>8,2$ ».

К сожалению, в работе отсутствуют доказательства наличия в ультрапресных озерах Самуськой системы арагонита, кальцита, низкомагнезиального кальцита. Согласно термодинамическим расчетам при установленных значениях минерализации (0.02 г/л) и pH (6.3-6.8) воды образование хемогенных арагонита, кальцита и низкомагнезиального кальцита невозможно. В остальных случаях полученные результаты не вызывают сомнения.

В **Заключении** соискатель в сжатой форме подводит итог выполненным исследованиям, акцентируя внимание на главных результатах, которые имеют реальную перспективу их реализации при решении экологических задач.

Все защищаемые положения обоснованы, подтверждены фактическим материалом. В целом работа носит законченный характер, с поставленными задачами соискатель справился. Результаты исследования имеют практическое применение. Основные

положения диссертации опубликованы. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертационной работы, представленной к защите. По объёму работы, её теоретическому и практическому уровню, актуальности, новизне и значимости результатов диссертационная работа Екатерины Андреевны

Овдиной соответствует требованиям, установленным ВАК РФ, а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поиска полезных ископаемых.

Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник,
и.о. заведующего лабораторией
геоэкологии и гидрохимии,
ФГБУН Института природных ресурсов,
экологии и криологии СО РАН,
672014 г. Чита, ул. Недорезова 164
(3022) 206613
e-mail: svb_64@mail.ru



д.р геол.минерал. наук Борзенко Светлана Владимировна

Я, Борзенко С.В., автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

17 сентября 2021 г.

Борзенко С.В.

С.В. Борзенко

Подпись Борзенко С.В., автора отзыва, заверяю

Подпись заверяю
Специалист ОК ИПРЭК СО РАН

17.09.2021 Буссан