



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный университет»

пр-т Ленина, 61, г. Барнаул, 656049
Тел. (385-2) 291-291. Факс (385-2) 66-76-26, E-mail: rector@asu.ru



31.05.2023 № 10-2-21/05/3297
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НИР ФБОУ ВО «Алтайский
государственный университет»



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Солотчина Павла Анатольевича на тему «Литолого-минералогические летописи донных отложений озёр Сибирского региона, как основа палеоклиматических реконструкций», представленную на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – геоэкология

Общий объём работы составляет 237 машинописных страниц, а также включает 107 рисунков и 27 таблиц. При написании диссертации автор использовал результаты собственных исследований и 316 первоисточников, из которых 100 работ изданы за рубежом, что свидетельствует о знании отечественной и зарубежной литературы по данной проблематике.

Актуальность работы

В научном сообществе Российской Федерации и на крупнейших Международных форумах и симпозиумах в настоящее время активно обсуждается проблема изменения климата Земли, в сторону повышения среднегодовой температуры воздуха на планете, так называемое «глобальное потепление», что приводит к постепенной деградации льдов Арктики и Антарктики, а также горно-долинного оледенения. По отношению к последнему, многими исследователями выявлено отступление ледников, например в Горном Алтае и в других горных сооружениях Западной и Восточной Сибири.

В связи с этим, особое значение приобретает исследование климата недавнего прошлого Земли, поскольку именно климатические обстановки голоцена и позднего неоплейстоцена в мировой практике рассматриваются как близкие аналоги современности, а также как потенциальные аналоги климата будущего. Поэтому, в связи с недостаточной изученностью процессов формирования минерального вещества озёрных отложений в природных низкотемпературных условиях Сибири и растущей нестабильности климата, с его катастрофическими аномалиями, дискусионностью роли антропогенного фактора, невозможно делать климатические прогнозы. При этом, как отмечает Солотчин П.А., естественными архивами, в которых зафиксирована история развития природно-климатических обстановок со времени окончания последнего ледникового максимума, являются донные отложения озёр. Изучение таких накоплений в озёрах Сибирского региона является одной из приоритетных задач для соискателя, дающая возможность распределения и перераспределения атмосферной циркуляции на территории всего северного полушария планеты, чем и определяется актуальность проведённого исследования.

Новизна полученных результатов

Донные озёрные отложения изучались многими исследователями. Как правило, это были крупные водоёмы, типа Байкала, Хубсугула, Чанов и др. В то время, как систематическое изучение сравнительно малых озёр на обширной территории Восточной и Западной Сибири не проводилось, что было связано со слабой освоенностью территории, труднодоступностью удалённых районов Сибирского региона и отсутствием новых современных технологий.

Поэтому, при участии Солотчина П.А. был разработан и впервые успешно применён современный метод математического моделирования рентгеновских дифракционных спектров карбонатных и слоистых силикатов, что позволило проводить дифференциальную диагностику отдельных минеральных фаз, получать количественные соотношения минералов в каждом образце и их распределение в разрезах, в зависимости от смены условий осадконакопления в том или ином водоёме. Данный метод не имеет аналогов в мировой практике.

На основании проведённых литолого-минералогических исследований впервые для ряда озёр Сибирского региона были получены детальные летописи региональных климатических событий произошедших в позднем неоплейстоцене и в голоцене.

Впервые для ряда неизученных озёр Восточной и Западной Сибири выполнено литологическое описание голоцен-позднеплейстоценовых донных отложений, определён их гранулометрический и минеральный составы, выявлены особенности распределения в разрезах терригенных и аутигенных минералов, некоторых макро- и микроэлементов, а также стабильных изотопов кислорода и углерода.

Также впервые проведён детальный минералогический анализ отдельных компонентов осадков, установлены их структурные и кристаллохимические характеристики, могущие служить основой для реконструкции природно-климатических обстановок.

Апробация работы и публикации

Основные положения диссертации приведены в 88 публикациях, в том числе 39 статьях в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах, а также в журналах, цитируемых в WoS и Scopus, одной коллективной монографии и в 48 сборниках трудов международных и российских совещаний и конференций: в Монгольской народной республике (Улан-Батор, 2005, 2008, 2018), Сыктывкар (2006, 2016, 2018), Иркутск (2007, 2010, 2012, 2020, 2021), Новосибирск (2009, 2013, 2017, 2022), Санкт-Петербург (2011, 2022), Петрозаводск (14, 17), Якутск (2016), Казань (2018), Москва (2015, 2019) и др.

Исследования Солотчина П.А., как руководителя проектов, были поддержаны Российским фондом фундаментальных исследований: гранты № 16-05-00244 «Голоценовая седиментация в малых минеральных озёрах Сибирского региона: роль климатического фактора» и №19-05-00219 «Донные отложения малых озёр Сибири: вещественный состав, факторы и процессы их формирования от плейстоцена до современности» и в пяти проектах в которых автор был исполнителем.

Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Современные исследования донных отложений озёр Сибири, как известно, ведутся в трёх основных направлениях. Во-первых, это решение фундаментальных вопросов литологии и седиментологии на основе сравнительно-литологического принципа, во-вторых, с озёрами связывается добыча ряда полезных ископаемых и, в-третьих, с изучением

осадков делается попытка реконструкции палеоклиматов, а возможно и прогнозирование климата будущего. Последнее, в настоящее время, имеет большое значение.

Рассматривая историю изучения озёрных систем Сибири, в отличие от европейского шестиэтапного деления, диссертант разбивает весь период активного освоения региона на четыре этапа. Первый этап связан с экспедицией академика С.П. Палласа и завершившегося в конце XIX столетия. Второй этап охватывает последние годы XIX – первые десятилетия XX столетия. На этом этапе озёрные осадки рассматривались как источник полезных ископаемых, в основном, солей и органоминеральных удобрений. Третий этап (1950-1980) озёрных исследований характеризовался сменой парадигмы, когда от решения практических задач исследователи переходят к решению теоретических вопросов. И, наконец, четвёртый этап изучения донных отложений озёр Сибирского региона напрямую связан с актуальными вопросами изменения природной среды и климата.

В первой главе диссертации соискателем приводится подробный анализ ранее опубликованных работ и делается справедливый вывод о том, что большинство публикаций последних десятилетий посвящено палинологическим и биостратиграфическим исследованиям, а также элементному и изотопному анализу отложений, в то время как число работ, в которых рассматриваются собственно процессы седиментации и минеральный состав донных осадков сибирских озёр, сравнительно невелико.

В настоящее время не существует единой классификации озёр. На основании этого Солотчин П.А. приводит краткую типизацию исследуемых им сибирских озёр, которые выделяются по площади водного зеркала, по степени постоянства своего существования, по общей минерализации и по характеру водообмена. При этом делается вывод, что Сибирь настолько большая по площади территория, что на ее поверхности можно выделить гораздо большее число типов озёр, но это не является предметом его исследования. Замечаний к содержанию первой главы диссертации, нет.

Методам исследования озёрных осадков посвящена вторая глава диссертации. Поскольку озёрные отложения Западной и Восточной Сибири носят полигенетический характер и представляют собой сложную смесь терригенных, хемогенных и биогенных отложений, в этом случае требуется привлечение широкого комплекса традиционных и современных методов изучения вещества осадков. Для этого диссертантом широко применялся базовый аналитический метод, в который вошли определение гранулометрического состава для типизации донных осадков и изучения распределения частиц по размеру в разрезах нелитифицированных донных отложений. Результаты такого анализа использовались автором для установления колебания уровня воды в водоёмах.

К аналитическим методам относится и метод порошковой рентгеновской дифрактометрии, метод инфракрасной спектроскопии, метод рентгенофлуоресцентного анализа, атомно-абсорбционной спектрометрии, метод радиоуглеродного по ^{14}C датирования возраста по карбонатному и органическому материалу и ряда других методов позволяющих судить о комплексности изучения донных отложений, а значит и достоверности полученных выводов.

Солотчин П.А. широко использовал авторский метод моделирования XRD профилей карбонатов и слоистых силикатов. Применение этого методы к донным отложениям минеральных озёр Прибайкалья показало, что аридизация климата, сопровождающаяся падением уровня воды в озерных котловинах, приводит к осаждению серии высокомагнезиальных кальцитов и кальций-доломитов, в то время как теплый и влажный климат способствует формированию низкомагнезиальных и промежуточных Mg-кальцитов (Солотчина Э.П. и др., 2008, 2011).

Следующие главы диссертации посвящены результатам исследования соискателем конкретных озёр Забайкалья, Приольхонья, крупнейших озёр Байкальской рифтовой зоны и озёрам юга Западной Сибири. Давая физико-географическую и геологическую характеристику Забайкалья, диссертант отмечает, что Забайкалье является областью

повсеместного развития горного рельефа. Равнинные ландшафты встречаются преимущественно в долинах крупных рек и тектонических депрессиях. Направлению главных хребтов с юго-запада на северо-восток подчиняется и формирование межгорных озёрных котловин.

На территории Забайкалья насчитывается 19000 озёр, но для исследования выбрано пять групп – озёра Гусиноозёрской системы, в которую вошло три водоёма; Бургузинская система, с озером Большое Алгинское; Еравнинская система, с двумя озёрами; Ивано-Арахлейская система, с озером Арахлей; Баунтовская система, с озером Баунт и одиночное озеро Киран. Все перечисленные озёра сравнительно молодые и имеют четвертичный возраст.

Озеро Верхнее Белое Гусиноозёрской системы расположено в Джидинской котловине и принадлежит к группе из нескольких минеральных водоёмов. Все озёра этой котловины представляет собой остаток обширного палеозера. Осадочный разрез был вскрыт на глубину до 66 см. По ряду литологических признаков в керне выделено два горизонта, граница между которыми приурочена к геологическому разрезу 22 см. Установленные по радиоуглероду абсолютные датировки в 10810 ± 280 калиброванных лет, взятой в основании разреза и 2820 ± 180 в верхней его части, позволяют уверенно проводить границу распределения карбонатных минералов, служащих геохимическими индикаторами палеоклиматических изменений, а по стабильным изотопам кислорода и углерода выделить четыре стадии эволюции водоёма. Граница первой стадии определяется с 55 см и до забоя скважины, вторая с 22 см до 55 см, третья с 10 см до 22 см и четвертая стадия от нулевой отметки до глубины 10 см.

Возрастные характеристики донных отложений, отмеченные выше, соответствуют оптимуму голоцена, что подтверждается обилием пыльцы пихты при спорово-пыльцевом анализе, которая отличается высокими требованиями к температурному режиму, влагообеспеченности и плодородию почв. Господство на территории Западного Забайкалья тёплого и влажного климата в этот период подтверждается и изотопным составом кислорода и углерода в карбонатах оз. Верхнее Белое. Низкие значения изотопов кислорода и углерода свидетельствуют в пользу положительного гидрологического баланса озера, за счёт, по мнению диссертанта, притока метеорных вод и вследствие таяния ледников.

Очень интересным представляется график результатов гранулометрического анализа образцов осадочного разреза оз. Верхнего Белого (см. рис. 3.6). Образец отобранный с глубины 4-5 см характеризует период обводнённости озёрной котловины при гумидном климате. Образец отобранный с глубины 37-38 см указывает на существование мелкого озера при аридном климате (первая стадия развития озера).

Вторая стадия – отмечается небольшим количеством карбоната кальция и отсутствием фаунистических остатков (интервал 22-55 см).

Третья стадия (интервал 10-22 см) – озёрная котловина постепенно начинает обводняться, о чём можно судить по увеличению содержания в осадках низкомагнезиальных и промежуточных разностей Mg-кальцитов и лёгкого изотопа кислорода при уменьшении Mg/Ca отношения (см. рис. 3.5). В конце третьей стадии уровень воды в озере вновь падает. Возможно на этой стадии высока вероятность перерыва в осадконакоплении.

Четвёртая стадия – в осадках увеличивается доля низкомагнезиального и промежуточного кальцита и приближается к 50 % от общего количества карбонатов при синхронном уменьшении содержания тяжёлых изотопов кислорода и углерода.

Для доказательства своей точки зрения соискатель приводит графические построения результатов гранулометрического анализа образцов донных осадков (см. рис. 3.6), рентгенофазового анализа XRD спектров (см. рис. 3.7) и результаты моделирования экспериментальных XRD профилей карбонатов (см. рис. 3.8).

Озеро Сульфатное располагается в Гусиноозёрской котловине на высоте 602,5 м над уровнем моря. Протяжённость впадины достигает 75 км, а ширина в среднем 15 км.

Центральная часть депрессии занята акваторией оз. Гусино, а на северо-востоке располагается ряд мелководных водоёмов различной солёности, в том числе озёра Сульфатное и Круглое.

Керновый материал получен на оз. Сульфатном при вскрытии до глубины 57,1 м. Верхний горизонт 0-13 см сложен чёрными и тёмно-серыми алевритами, в различной степени глинистыми, с примесью псаммитового материала. В интервале 13-27 см преобладают грубообломочные осадки. По мнению диссертанта это связано с частичным или полным пересыханием озёрного бассейна. Интервал 27-53 см сложен серыми алеврита-глинистыми осадками с незначительной примесью песчаного материала озёрной фации. В подошве разреза вновь возрастает роль грубообломочной фракции.

Для оз. Сульфатного также выполнен набор экспериментальных исследований, куда вошли результаты гранулометрического анализа, получены рентгеновские дифракционные спектры. Солотчиным П.А. построены модельные XRD профили карбонатов, а также по содержанию изотопов кислорода и углерода выделены четыре стадии развития водоёмов.

Первая стадия соответствует периоду интенсивного наполнения новообразованного бассейна. Вторая и третья стадии характеризуются сравнительно высокими величинами изотопов кислорода и углерода, что свидетельствует, по мнению диссертанта, о засушливости климата, вплоть до частичного или полного пересыхания водоёма. На четвёртой стадии значение изотопов кислорода и углерода вновь падает, что указывает на обводнение озёрной котловины.

Озеро Круглое Гусиноозёрской системы расположено северо-западнее оз. Сульфатное. Водное питание озеро получает за счёт атмосферных осадков и таяния снежного покрова. Площадь водной поверхности составляет 10 км², средняя глубина 5 м. Разрез донных отложений вскрыт до глубины 1 м, осадки представляют собой органоминеральный ил. Карбонаты обнаружены только в верхней части разреза, поэтому для этого водоёма Солотчиным П.А. были получены только XRD спектры из верхней и нижней частях разреза, а также приведены результаты моделирования экспериментальных XRD профилей карбонатов и инфракрасные спектры.

Озеро Большое Алгинское Бургузинской системы является бессточным. Площадь водного зеркала составляет 1 км², глубина до 1,5 м. Донные отложения в центральной части озера вскрыты на глубину 75 см. В результате выполненных исследований осадков, представленных в виде получения XRD спектров и результатов моделирования экспериментальных XRD профилей карбонатов выделено четыре стадии эволюции озера. Радиоуглеродный возраст карбонатного вещества в основании разреза составляет 5600 калиброванных лет. Опираясь на эту дату, Солотчин П.А. полагает, что осадки с интервала 63-75 см сформировались на границе атлантического и суббореального периодов и отнесены к первой стадии эволюции водоёма. Эта стадия обладала положительным гидрологическим балансом, но было мелководным.

Вторая стадия (интервал 47-63 см) отвечает первой трети суббореального периода. Диссертант считает, что на этой стадии произошло значительное кратковременное похолодание, сопровождающееся иссушением климата, приведшее к уменьшению притока свежих вод в озеро, деградации органической жизни и вследствие этого резкому обогащению озёрной воды изотопом углерода.

На третьей стадии (интервал 20-47 см) обстановка седиментации в водоёме заметно меняется. На основании авторского предположения эта стадия охватывает основную часть суббореального периода.

Последняя, четвёртая стадия (интервал 0-20 см) характеризуется самым высоким содержанием карбонатов в разрезе. Радиоуглеродный возраст осадка по ¹⁴C и уточнённый по гамма-спектрометрии по ²¹⁰Pb, составляет 80±20 лет.

Надо согласиться с Солотчиным П.А., что на рубеже второй и третьей стадий на оз. Большое Алгинское произошло значительное изменение гидрологического режима водоёма, обусловленное усилением аридности климата, и лишь на последнем десятилетии

отмечается тенденция к его увлажнению, что в принципе наблюдалось и на оз. Сульфатном Гусиноозёрской системы.

Озеро Долгое Еравнинской системы расположено на высоте 900 м, в Еравнинской котловине. Керн донных отложений получен до глубины 96 см. Вскрытый разрез представлен в разной степени насыщенным водой пелитовым илом с примесью мелкообломочного алевритового материала, небольшого количества диатомей, спикул губок, раковин моллюсков и растительного детрита. Возрастные характеристики донных отложений были получены с помощью радиоуглеродного датирования по ^{14}C и ^{210}Pb . По всей видимости, озеро образовалось в первом тысячелетии нашей эры. Диссертант по отработанной им схеме приводит литологическую колонку и возрастную модель к ней, результаты дифрактограммы, результаты моделирования экспериментальных XRD профилей карбонатов, выделяет четыре стадии эволюции водоёма и приводит три наиболее характерные ИК-спектра. Изучая разрез по скважине, Солотчин П.А. обратил внимание на то, что в осадках малого озера впервые был обнаружен гидромагнезит, сравнительно редкий в природе минерал, хотя этот минерал известен на Коршуновском железорудном месторождении в Нижнеилимском районе Иркутской области (Г.Б.), и делает, на наш взгляд, правильный вывод, что появление гидромагнезита в верхнем слое оз. Долгое может свидетельствовать об эвтрофикации водоёма.

Озеро Большое Окунёвское этой же системы находится в 2 км юго-западнее от оз. Долгое. Мощность вскрытых донных отложений этого водоёма составляет 66 см. В низах разреза резко доминирует промежуточный Mg-кальцит. Возраст этих отложений составляет 563 калиброванных лет, а на глубине 46 см – 287 калиброванных лет. Судя по имеющимся датировкам около 400 лет от рождения Христа произошло иссушения климата. Были получены дифрактограммы образцов и результаты моделирования экспериментальных XRD профилей карбонатов, доказывающие правильность выводов соискателя.

Озеро Арахлей Ивано-Арахлейской системы находится на юге Витимского плоскогорья в межгорной Беклемишевской впадине на высоте 950 м. В этой впадине расположена цепочка озёр, среди которых Арахлейское озеро самое большое. Озеро глубокое и, пожалуй, самое представительное. Керн озёрных отложений был получен длиной 128 см. С различных интервалов были определены радиоуглеродные датировки. Самая древняя в основании разреза составила 15312 ± 255 калиброванных лет. Донные отложения хорошо представлены по спорово-пыльцевому анализу, позволяющих следить за сменой растительности, на основании которой автором устанавливается тот или иной вид климата. Необходимо согласиться с Солотчиным П.А., что без детальных археологических данных антропогенное воздействие на природную среду, пока невозможно установить.

Озеро Баунт Баунтовской системы находится на северо-востоке Республики Бурятия. Принципиальных вопросов к описанию разреза озера нет, за исключением того, что для этого водоёма требуется более глубокое его изучение, поскольку в нём обнаружен самый, относительно, древний материал, свыше 18 тысяч лет – это уже неоплейстоцен. Требуется также объяснить откуда взялся каолинит?

Озеро Киран расположено на юге Бурятии. Описание результатов лабораторных исследований проведено корректно и по отработанное авторской схеме. К анализу полученного материала вопросов нет.

По озёрам Приольхонья диссертант приводит краткую характеристику тектоники, геологическому строению и физико-географическим особенностям Приольхонья. В своей работе он рассматривает озёра Цаган-Тырм, Холбо-Нур и Намши-Нур. Все озёра солёные или слабо солёные. Сопоставление результатов комплексных литолого-минералогических, кристаллохимических, геохимических, изотопных, диатомовых, палинологических и других исследований терригенно-эвапоритовых отложений трёх малых озёр Приольхонья позволили Солотчину П.А. прийти к выводу о том, что о климате второй половины бореального периода можно судить по результатам изучения осадков оз. Намши-Нур.

Начало атлантического периода по палеоклиматическим записям всех трёх озер характеризуется как период господства сравнительно тёплого и влажного климата. Начало суббореального периода (около 5000 лет назад по ^{14}C), который для Сибирского региона считается более сухим и холодным, чем атлантический, характеризуется резким ростом содержания в осадках всех трёх озёр высокомагнезиальных разновидностей карбонатов ряда кальцит-доломит. Судя по осадочной летописи оз. Холбо-Нур, ослабление аридности климата региона началось около 700 л. н.

Работа посвящённая изучению донных отложений озёр Центральной Азии, была бы неполной без рассмотрения двух крупнейших пресноводных бассейнов Байкальской рифтовой зоны: Байкала и Хубсугула.

Озеро Байкал простирается в длину на 636 км при ширине от 24 до 80 км. По этому водоёму опубликовано достаточное количество научных работ, поэтому соискателем приводятся результаты изучения голоцен-позднеплейстоценовой части разреза байкальских осадков по кернам BDP-93-2 и VER93-2 st.24GC. Скважина BDP-93-2 была пробурена в 1993 г. по донным отложениям до глубины 500 см, но керн в интервале 145-190 см отсутствовал и, как отмечает диссертант, именно этот интервал должен был соответствовать переходу от неоплейстоцена к голоцену. Для уточнения строения позднечетвертичного разреза был получен другой непрерывный керн по скважине VER93-2 st.24GC, вскрывший толщу осадков мощностью 472 см. Возраст отложений, полученный с помощью радиоуглеродного датирования (^{14}C) по двум скважинам составил 24100 калиброванных лет на забое скважины и около 2650 калиброванных лет верхней части литологической колонке.

Изучение осадков керна методами рентгеновской дифракции и инфракрасной спектроскопии установлено, что в их составе доминируют слоистые силикаты, которые составляют до 73 % минеральной компоненты. По ранее разработанной схеме Солотчиным П.А. проведены и получены результаты моделирования XRD спектров голоцен-позднеплейстоценовых отложений оз. Байкал и установлено, что основными индикаторами палеоклиматических обстановок на территории байкальского водосбора среди слоистых силикатов являются содержание в осадках тонкодисперсного иллита.

Озеро Хубсугул находится на территории Монголии и имеет следующие параметры: максимальная протяжённость 136 км, ширина 36,5 км и средняя глубина 139 м, а максимальная 262 м. Материалом для исследования послужили шесть кернов. Это озеро детально обследовано. Солотчиным П.А. подмечено, что «Появление каолинита в изученных осадках аналогично тому, которое наблюдалось в одновозрастных отложениях Байкала – его содержание на холодном плейстоценовом интервале выше, чем на тёплом голоценовом». Возможно, так и должно быть. В холодном неоплейстоцене развито физическое выветривание (см. стр. 160), которое приводило к разрушению коры выветривания более молодой олигоцен-миоценовой, а в голоцене этот вид выветривания был значительно ниже.

Озеро Хикушка расположено в юго-восточной части Восточного Саяна. Озеро высокогорное, с отметкой 2200-2500 м н.у.м. Керн донных отложений вскрыт на 124 см в центре водоёма. Возраст изученных отложений лежит в диапазоне от 13800 калиброванных лет до современности. Для отложений этого керна были получены дифрактограммы, проведено моделирование XRD профилей слоистых силикатов. Результаты комплексного изучения донных отложений оз. Хикушка позволили выделить пять стадий эволюции водоёма. Приведённые данные о позднечетвертичном осадконакоплении в глубоких пресных озёрах Байкальского региона позволяют сделать следующие выводы. Голоцен-позднеплейстоценовые осадочные комплексы в таких озёрах имеют двучленное строение. Верхняя голоценовая толща сложена диатомовыми илами, нижняя неоплейстоценовая представлена смесью алевролитового и пелитового материала.

В Западной Сибири Солотчиным П.А. рассмотрены донные осадки водоёмов Барабинской низменности, куда вошли озёра Чаны, Иткуль, Большие Тороки и Большой

Баган. По выбранному региону приведена краткая характеристика геологического строения, характер рельефа и физико-географические особенности территории.

Озеро Чаны состоит из трёх самостоятельных бассейнов – Большие Чаны, Малые Чаны и Яркуль. В свою очередь Большие Чаны представляют собой систему из четырёх соединённых протоками и мелководными участками плёсов: Ярковского, Казано-Казанцевского, Чиняихинского и Юдинского. Исследования проведены на Ярковском плёсе. Был получен керн длиной 325 см. Скважина была пробурена в центральной части плёса. По этому керну, по отработанной схеме, был проведён комплекс лабораторных анализов и камеральной обработки материала с построением возрастной модели, распределение карбонатных минералов, кварца, плагиоклаза и стабильных изотопов кислорода и углерода. Было проведено моделирование экспериментальных XRD профилей карбонатов кальцит-доломитового ряда. Выделено пять этапов эволюции озера. Аналогичная работа была проведена и по скважине, пробуренной на оз. *Малые Чаны*.

Озеро Иткуль расположено на территории Восточно-Барабинской низменности представляющей собой аллювиально-озёрную равнину в пределах лесостепной ландшафтной зоны Новосибирской области. Керн озёрных отложений отобран в центральной части озера. Его длина составляет 180 см. По гранулометрическому составу озёрные осадки довольно однородны и представлены смесью пелитового и алевритового материала. По всей длине керна получены радиоуглеродные датировки. Из семи дат самой древней оказалась, полученная на 160 см, равна 8740 ± 340 калиброванных лет, а самой молодой на глубине 40 см - 1800 ± 150 калиброванных лет. Автором выполнено моделирование экспериментальных XRD профилей карбонатов, электронно-микроскопическое изучение снимков и выделено пять стадий эволюции водоёма.

Озеро Большие Тороки расположено на северо-западе от оз. Иткуль. В центральной части озера был поднят керн длиной 180 см. В отличие от оз. Иткуль, все пробы отобранные на радиоуглеродное датирование, указывают на молодой возраст осадков. Были построены дифрактограммы и интервале 98-100 см выделено большое количество арагонита, а также приведены результаты моделирования экспериментальных XRD профилей карбонатов. Выделено четыре стадии эволюции водоёма.

Озеро Большой Каган расположено в лесостепной зоне Новосибирской области на границе с Казахстаном. Скважина пробурена в центральной части водоёма и был получен керн длиной 375 см, возраст органических остатков составил от 9000 до 900 лет. Были построены дифрактограммы образцов из проб нижнего горизонта (240-250 см) и верхнего (16-32 см), а также результаты моделирования экспериментальных XRD профилей карбонатов. Выделено четыре стадии эволюции водоёма.

Замечаний по исследованию озёрных систем Барабинской низменности, нет.

Подводя итог проведённых исследований П.А. Солотчина по малым озёрам Восточной и Западной Сибири необходимо отметить широкое применение им авторской методики математического моделирования сложных XRD профилей минералов в многокомпонентных системах, с помощью которых была проведена диагностика и изучены структурные особенности хемогенных карбонатов в солоноватых и солёных озёр и слоистых силикатов в пресных водоёмах.

Надо согласиться с автором, что проведённые им исследования позволили сделать выводы об эволюции природной среды и климата в позднеплейстоцен-голоценовое время на севере азиатской части континента. Глобальные климатические события нашли своё отражение в осадочных последовательностях глубоководных пресных озёр Восточной Сибири. Предложенный комплексный подход к изучению донных осадков, основанный на литолого-минералогических и кристаллохимических исследованиях, позволяет как на региональном уровне, так и на уровне озёрных систем выявлять палеоклиматические изменения различных порядков – от длительных до кратковременных.

Поставленные задачи выполнены и цель исследований достигнута. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и указанной специальности.

Значимость результатов для науки и производства

Разработанный при участии автора диссертации метод математического моделирования сложных XRD профилей ряда карбонатных минералов, как компонентов, наиболее чувствительных к изменениям обстановок осадконакопления в озёрных отложениях, позволяет применять их не только в качестве надежных минеральных индикаторов для проведения палеоклиматических реконструкций, но и в качестве индикаторов раннедиагенетических процессов преобразования минерального вещества карбонатных сапропелевых отложений солоноватых и соленых озёр юга Западной Сибири. Индикаторами раннего диагенеза в таких озёрах могут служить аутигенные минералы, что представляет большой практический интерес, поскольку континентальный диагенез в малых озерах Сибирского региона почти не изучен.

Полученная диссертантом база данных о литолого-минералогическом составе донных отложений озёр Восточной и Западной Сибири может служить основой для определения современного состояния природной среды Сибири, а также для прогнозирования вероятных тенденций локальных и региональных изменений климата и оценки роли в них антропогенного фактора.

Замечание по диссертационной работе

Необходимо отметить, что соискатель достаточно внимательно подошёл к написанию рукописи своей диссертации. Им до мельчайших подробностей выверен текст, ссылки на первоисточники выполнены корректно, графический материал представлен с исчерпывающей детальностью и хорошо вмонтирован в текст. Тем не менее, имеется ряд замечания по существу.

1. Страница 45 рисунок 3.7. Сравнивая графики XRD спектров образцов осадочного разреза оз. Верхнее Белое, диссертант отмечает отчетливое различие в карбонатной составляющей осадка. При внимательном прочтении графиков различия отмечаются не только по карбонатам, но и по калиевому полевому шпату, кварцу, плагиоклазу и другим минералам. Чем можно объяснить такие различия?

2. Страница 50, второй абзац сверху. Автор пишет «... в пользу положительного гидрологического баланса озера – увеличение притока *свежих метеорных вод вследствие таяния ледников...* Метеорные воды – это осадки выпадающие в виде дождя, града или снега, а не вследствие таяния ледников.

3. Страница 57, текст после рис. 3.16. Автор пишет «...в стадии I ...бассейна атмосферными и метеорными водами». Термины «атмосферные» и «метеорные» воды считаются синонимами и в русской транскрипции понимаются как выпавшие из атмосферы в виде осадков (дождь, град, снег), но в английском языке под метеорными водами могут пониматься и подземные воды и даже воды от растаивающих ледников. Наверное автор ориентировался на английскую транскрипцию? Но поскольку работа выполнена на русском языке, то и надо придерживаться русских определений.

4. Исследование озёр Гусиноозёрной системы проведено по малым водоёмам этой системы, а само оз. Гусиное не обследовалось. С чем связана такая избирательность?

5. Страница 92. В таблице 3.9 и по тексту выделен каолинит, причём в таблице он показан и в голоцене и в верхнем неоплейстоцене в одинаковых величинах – 5 %. Каолинит это продукт химического выветривания при корообразование, олигоцен-миоценового времени (см. работы А.Г. Золотарёва). Что это случайное попадание каолинита в пробу или всё закономерно?

6. Страница 151, предпоследний абзац. Автор пишет «В геоморфологическом отношении водосборная территория (далее Прихубсугулье) характеризуется наличием двух поверхностей выравнивания, наиболее древняя из которых имеет позднемеловой-раннепалеогеновый возраст...». Далее непонятно о каких террасах идёт речь, то ли они

озёрные, то ли они связаны с корообразованием другой эпохи? По крайней мере стало бы ясно, откуда в разрезах появляется каолинит.

7. Страница 161. Указаны даты 14200-15000 калиброванных лет. Из какого разреза и из какой его части получены эти даты?

Несмотря на отмеченные замечания диссертационная работа Солотчина Павла Анатольевича на тему «Литолого-минералогические летописи донных отложений озёр Сибирского региона, как основа палеоклиматических реконструкций» является законченным научным исследованием и соответствует пунктам 9, 10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – геоэкология.

Отзыв подготовлен доктором географических наук (специальность 25.00.25 – геоморфология и эволюционная география) кафедры природопользования и геоэкологии Института географии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный университет» профессором Барышниковым Геннадием Яковлевичем.

Отзыв рассмотрен и обсуждён на расширенном заседании кафедры природопользования и геоэкологии Института географии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный университет». Присутствовало на заседании 15 человек (три доктора географических наук, девять кандидатов географических наук и трёх специалистов по учебно-методической работе. Принято единогласно.

Протокол № 26 от 31 мая 2023 года.

Профессор кафедры природопользования и геоэкологии Института географии ФГБОУВО «Алтайский государственный университет» доктор географических наук

Г.Я. Барышников

Подпись заверяю
Начальник управления кадров

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
НАЧ ОТДЕЛА ПО РСОР
УК МОКЕРОВА ЕВ

А.Н. Трушников

31.05.2023 г.



Секретарь заседания к.г.н.
доцент кафедры природопользования и геоэкологии Института географии ФГБОУВО «АлтГУ»

С.С. Слажнева

Сведения о ведущей организации: Институт географии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный университет».

Адрес: 656049 Алтайский край, г. Барнаул, пр-т Ленина, д. 61
Тел. рабочий: 8 (3852) 29-12-75, E-mail: decanat@geo.asu.ru

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
НАЧ ОТДЕЛА ПО РСОР
УК МОКЕРОВА ЕВ

Подпись заверяю
Начальник управления кадров



А.Н. Трушников

31.05.2023 г.