



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИИ

Геозоологические особенности донных отложений озер Челябинской области

Выпускная квалификационная работа
по направлению 05.03.06 Экология и природопользование
Направленность программы бакалавриата
«Природопользование»

Проверка на объем заимствований:

57,22 % авторского текста

Работа ~~рекомендована~~ к защите
рекомендована/не рекомендована

«19» июня 2017 г.

зав. кафедрой _____

(название кафедры)

Малаев А.В. ФИО

Выполнила:

Студентка группы ОФ-401/058-4-1
Хабибуллина Айсылу Гамировна

Научный руководитель:
к.г.н., доцент ЮУрГПУ

Дерягин Владимир Владиславович

~ 8, 2017г

Челябинск
2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1: ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ОЗЕР И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ.....	5
1.1 История исследования озерных отложений.....	5
1.2 Инструментальная эпоха изучения озер.....	8
Выводы по первой главе.....	14
ГЛАВА 2: ФОРМИРОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ОЗЕРАХ.....	16
2.1 Факторы озерного осадконакопления.....	16
2.2 Формирование донных отложений в озерах.....	21
2.3 Роль гидробионтов.....	25
2.4 Влияние донных отложений на качество воды.....	27
Выводы по второй главе.....	29
ГЛАВА 3: ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР СЕРЕБРЫ И БИРТИЛЬДЫ.....	31
3.1 Озеро Серебры.....	31
3.2 Озеро Биртильды.....	33
Выводы по третьей главе.....	38
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	41

ВВЕДЕНИЕ

Антропогенная и техногенная нагрузка в последнее время возрастает. И среди малочисленных индикаторов загрязнения донные отложения являются надежными показателями этого загрязнения, благодаря своей способности к аккумуляции различных поллютантов с единой системы озеро-водосбор. Поэтому данная тема актуальна.

Проблема

Являются ли донные отложения показателем природного фона концентраций тяжелых металлов задолго до появления человека?

Цель данной работы заключается в выявлении геоэкологических особенностей донных отложений озер Челябинской области

Мной были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать информационные и литературные источники
2. Отобрать, описать и передать пробы донных отложений и пробы придонных и поверхностных вод озера-залива Биртильды
3. Сравнить полученные результаты анализов донных отложений озер Челябинской области
4. Сформулировать рекомендации по использованию донных отложений в хозяйстве с учётом геоэкологических особенностей

Объектом исследований являются донные отложения озер Челябинской области

Предметом исследований являются геоэкологические особенности донных отложений

Научная новизна заключается в том, что донные отложения залива Биртильды Аргазинского водохранилища изучены впервые.

Практическая значимость моей работы заключается в том, что результаты исследования могут быть использованы в краеведческих работах для последующего изучения этих озер и в работах для изучения воздействия Карабашского медеплавительного завода на близлежащие территории и озера и его последствия.

Методы исследования

Отбор проб донных отложений осуществлялся с платформы катамарана с использованием стандартного гидрологического оборудования, поршневая трубка Ливингстона, в модификации д.г.н. Субетто Д.А. позволяющая получать образцы с ненарушенной стратификацией. Колонки донных отложений на исследуемых озерах отбирались до подстилающих пород. Придонные и поверхностные пробы отбирались батометром Молчанова ГР-18.

ГЛАВА 1: ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ОЗЕР И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

1.1 История исследования озерных отложений

Давний интерес к озерным отложениям был вызван прежде всего как к природному сырью. Из озер добывали сапропели для хозяйственных нужд, озерную известь (гажу), песок, глину, железную руду. К изучению же донных отложений озер подошли сравнительно недавно - с середины XIX века. При этом в течение всего периода исследований изменялись цели и задачи изучения, количество изученных озер, методика полевых и лабораторных работ, приборная база. Поэтому представляется необходимым весь период исследований разбить на отдельные этапы и в пределах каждого этапа рассмотреть перечисленные выше вопросы. Всего Д.А. Субетто выделено шесть этапов истории исследований донных отложений озер.

Первый этап исследований охватывает период до начала XX века. Исследования на этом этапе носили эпизодический характер, а изучению подвергались отдельные поверхностные пробы озерных осадков. Появились первые сведения об изменении уровня воды в озерах и их размеров. П.А.Кропоткин писал в своей монографии "Исследования о ледниковом периоде" (1876), что массовое развитие озер в послеледниковый период служит типичным отличием этого периода, и его можно было бы назвать озерным. В этот период отлагались огромные толщи позднеледниковых озерных глин, свидетельствующих о чрезвычайно продолжительном озерном периоде.

Второй этап исследований донных отложений охватывает 1900-1920 годы и характеризуется началом исследований стратиграфии и строения донных отложений озер и болот. В.Н.Сукачев (1906) впервые отметил, что торф зачастую подстилается сапропелем, под которым местами встречаются торфяные прослойки. Подробные исследования донных отложений многочисленных озер Европейской части России были проведены К.К.Гильзенем (1911), уделившим большое внимание

химическому и минералогическому составу осадков. Исследования процессов формирования сапропеля в озерах выполнил в 20-х годах В.Н. Таганцев (1920).

Третий, предвоенный, этап (1919-1940) характеризуется началом Сапропелевого комитета Академии наук СССР, перед которым была поставлена задача технологического использования сапропелевых отложений как твердого топлива, источника производства различных химических продуктов, для нужд сельского хозяйства в виде удобрений и кормовой добавки скоту. Исследованиями донных отложений Коссинских озер вблизи Москвы (Кудряшов, 1924) обнаружен прослой торфа в основании толщи сапропелей, на основе чего сделан вывод об аэральных условиях, предшествующим аквальным условиям осадконакопления, и об отсутствии озер здесь прежде. Иностранцы указывали в своих работах, что в позднеледниковое время большинства озер ещё не существовало, а имели место сухие котловины, в которых в пребореальное время развивались болота, и только в бореальное время возникали озера (Tidelski, 1929). В этих озерах вначале отлагалась озерная известь, а позже, с атлантического времени, в более влажных условиях начинается накопление органогенных илов - сапропелей.

Четвертый этап был связан с годами Великой Отечественной войны, когда основной акцент в исследованиях был сделан на их прикладной характер. В течение двух полевых сезонов в 1942 и 1943 годах В.Н. Сукачевым и Г.И. Поплавской (Сукачев, Поплавская, 1946) было исследовано свыше 100 озер. Ими было установлено, что в большинстве озер Урала в основании разреза на минеральных отложениях залегает прослойка торфа, которую перекрывают карбонатные отложения, замещающиеся выше сапропелями.

Пятый этап - это 1950-1980-е годы, когда исследования донных отложений озер в послевоенное время получили большой размах в нашей стране и за рубежом. В этот период получила свое развитие общая теория

литогенеза, разработанная Н.М. Страховым (1960). Им были выделены ледовый, гумидный и аридный типы литогенеза, имеющие зональный характер распространения и обусловленные климатическим фактором, и вулканогенный, являющийся аazonальным типом осадконакопления.

Работы по изучению донных отложений имели и практическую значимость. Так, удалось оценить запасы сапропеля (117,6 млрд. т), являющегося прекрасным сырьем для химической промышленности и сельского хозяйства. Важный вклад в изучение донных отложений озер и их истории внес Л.Л. Россолимо. Им была разработана теория осадконакопления озер, рассматривающая в единстве терригенное, органическое и хемогенное накопление вещества, и на этой основе выполнена типизация озер и их районирование. начиная с 1956 года Институт озероведения АН СССР проводит комплексные научные работы на Ладожском озере, в состав которых входили исследования колонок донных отложений мощностью до 1 м. При этом были получены первые сведения о строении, стратиграфии и распределении донных отложений Ладожского озера. Изучались также донные отложения таких крупных озер Восточно-Европейской равнины, как Онежское, Псковско-Чудское и Ильмень. В этот же период выполняются комплексные исследования донных отложений малых озер Кольского полуострова, Карельского перешейка и Валдайской возвышенности, Большеземельской тундры, Прибалтики и других районов. В общей сложности изучены донные отложения свыше 100 озер, расположенных в разных природно-климатических зонах.

Шестой этап охватывает последние два десятилетия XX века и начало XXI века и характеризуется бурным ростом исследований озер и их отложений на всей нашей планете. Интерес к озерам обусловлен не только как к источнику пресной воды, роль которой возрастает со временем, но и как к источнику сведений о прошлом, об изменениях палеогеографических обстановок и палеоклимата, чтобы на основе полученных данных и

разрабатываемых математических моделей осуществлять прогнозы изменений климата в будущем.

В 90-е годы ведутся активные исследования донных отложений в рамках многочисленных международных проектов на территории России, особенно в Арктической зоне.

На Западе проводятся комплексные палеогеографические исследования, включающие в себя в первую очередь изучение длинных, непрерывных кернов озерных отложений. Эти работы направлены на исследование изменений природно-климатических условий на Земле в четвертичное время (2 млн лет), характеризующихся резкими, с высокой амплитудой изменениями климата, появлением и исчезновением крупных центров оледенения в Северном полушарии [9].

1.2 Инструментальная эпоха изучения озер

Второй этап изучения донных отложений, выделенный Д.А. Субетто (2009) совпадает с началом инструментальной эпохой изучения озер, выделенной Дерягиным В.В. (2011).

Эпоха инструментального изучения озер Урала началась благодаря использованию "Инструкции ..." Ф.А. Фореля. В.В.Дерягин подразделяет эпоху на шесть этапов.

I этап (1905-1916 гг.) - начало инструментального исследования озер Зауралья, Среднего и Южного Урала. Для этапа характерны сбор и систематизация научных (полученных методами измерения) знаний об особенностях гидрологических объектов и их взаимосвязях с другими компонентами природного комплекса (геологией, рельефом, климатом, растительностью и почвами. Начавшись в 1905 г. исследованиями Владимира Николаевича Сементовского [14], он был прерван продолжающейся Первой Мировой войной в 1916 г. и далее Октябрьской революцией с последовавшей за ней Гражданской войной. Внутренне относительно целостный (без деления на периоды), этап характеризуется

возрастанием роли инструментальных исследований озер и увеличением масштаба лимнологических работ на Южном, Среднем Урале и Зауралье.

II этап (1916 - 1941 гг.). Дальнейшее развитие инструментария лимнологических исследований и совершенствование системы изучения озер: начало реализации принципа системности в лимнологическом мониторинге, а также декларирование комплексного подхода в лимнологических исследованиях. Этап, длившийся с 1916 по 1941 год, включает в себя два периода: период отсутствия исследований в 1916-1928 гг. в связи с Первой Мировой войной (1914-1918 гг.), Революцией и Гражданской войной (1917-1922 гг.); а также период изучения хозяйственно-питьевых, рыбных и рекреационно-лечебных ресурсов озер (1922-1941 гг.).

Необходимо отметить, что именно в это время развивались представления об изменениях природных обстановок в голоцене на основе схемы Блитта-Сернадера. Были опубликованы работы по методике анализа пыльцы в торфе В.С.Доктуровского (1923), Д.А.Герасимова (1926, [15]), В.С.Доктуровского и В.В.Кудряшова (1923), "... которые дали толчок к широкому применению палинологического анализа при изучении голоценовых отложений в нашей стране" (цит. по [16]). Первый опыт определения лесных фаз на Урале в голоцене и установление возраста озерно-болотных отложений осуществил Д.А.Герасимов (1926) для Язевского прииска Шигирского болота [15]. Центральным и Уральским институтами курортологии и физиотерапии в 1930-е годы было начато систематическое изучение минеральных озер Челябинской области, а также бальнеологических свойств сапропеля.

В 1936 году краевед Владимир Павлович Бирюков опубликовал в справочном издании "Челябинская область. Природные богатства и их использование" статью "Озера". В этот же период большой вклад в изучение озер Урал внес кандидат географических наук Виктор Семенович Старцев, который одним из первых начал изучать практическое

применение сапропелей. О перспективах использования сапропелей пишет в своей статье "Богатства Уральских озер" профессор Модест Онисимович Клер [17].

Заметным явлением стала небольшая, но важная работа Г.Ю.Верещагина "Задачи исследования озер Ильменской группы" [18]. В ней он освещает вопросы, поднятые на специальной небольшой конференции, созванной в декабре 1936 г. по инициативе Ильменского заповедника Академии наук СССР и Челябинского рыбтреста по вопросам научно-исследовательских работ, связанных с научным обоснованием плана рыбохозяйственного использования озер Ильменской группы. На предвоенном этапе развития лимнологии Урала главенствовал интерес к озерным ресурсам, которые можно быстро включить в хозяйственный оборот. Наряду с этим присутствовало понимание недостаточности накопленных знаний для всестороннего использования озер, поэтому инициировались углубленные исследования компонентов водоемов и, в частности, донных отложений. Фактически это этап начала исследований донных отложений озер Зауралья, Среднего и Южного Урала, который может считаться началом палеогеографических исследований.

III этап (1941-1965 гг.) Обобщение накопленных знаний о закономерностях существования озер Урала и их группировка (при продолжающемся пополнении данных). Кроме того, этап может быть отмечен как время проведения первых палеолимнологических методов. Этап, как и предыдущий, включает два периода: эпизодических лимнологических исследований в период Великой Отечественной войны и первых послевоенных лет (1941-1948 гг.); период активизации лимнологических исследований для интенсификации природопользования на озерах (1948-1965 гг.). Во время Великой Отечественной войны на Среднем и Южном Урале проводил исследования озерных сапропелей Владимир Николаевич Сукачев. В середине 40-х годов В.Н.Сукачев совместно с Г.И.Поплавской опубликовал "Очерк истории озер и

растительности Среднего Урала в течение голоцена по данным изучения сапропелевых отложений" [5], в котором приводит сведения о сапропелевых отложениях более 100 озер и нескольких торфяниках, в том числе и озер-спутников Увильдов: оз.Б.Баик и оз.Зибиккуль. Но большей частью исследования ведутся силами Уральских научных центров: УралНИИВХ, Ильменским заповедником, ЧГПИ.

Михаил Александрович Манько в 1957 году систематизировал данные о колебании уровней озер с XVIII века по середину XX века. Он сформулировал первоочередные задачи для развития лимнологии Среднего, Южного Урала и Зауралья на ближайшие 15-20 лет для рационального включения озерных ресурсов в хозяйственную деятельность [19].

IV этап (1965-1973 гг.). Для этапа характерны обобщение и синтез лимнологических данных по Зауралью, Среднему и Южному Уралу; создание первых теорий, объясняющих закономерности существования озер этой территории. Впервые в лимнологии Урала применен системный подход.

В 1965 г. на крупных озерах восточного склона Южного Урала под руководством Леонида Леонидовича Россолимо работала экспедиция лаборатории озероведения при институте географии АН СССР. Изучался химический состав вод, накопление и содержание органики в донных отложениях. В своих трудах он отмечает своеобразные черты олиготрофии озер Б.Кисегач, Б.Миассово, и Увильды (нетипичный кислородный режим в придонных слоях и сравнительно высокая для органики в донных отложениях). Примечательно, что Л.Л.Россолимо особо настаивал на необходимости строгой охраны крупнейших озер Южного Урала от антропогенного воздействия, подчеркивая их уязвимость [7].

В 1960-70 годы озера Зауралья, Среднего и Южного Урала изучаются Марией Андреевной Андреевой (Челябинский государственный педагогический институт). Исследуются в основном их морфометрические,

термические и гидрохимические особенности, вопросы происхождения озерных котловин и хозяйственное использование [20]. В это же время выходит статья С.С.Жарикова [21] о донных отложениях и палеогеографических этапах развития некоторых озер Ильменского заповедника. В период 1972-1974 гг. на озерах Южного Урала работает комплексная экспедиция Института Озероведения АН СССР. Исследуются 17 озер в горно-лесной и лесостепной зонах. Актуальные по сей день выводы содержатся в монографии "Ландшафтный фактор в формировании гидрологии озер Южного Урала" [22].

В течение четвертого этапа были выявлены особенности озер Зауралья, Среднего и Южного Урала, делающие их отличными от озер других районов мира и обуславливающие необходимость их индивидуального изучения. впервые обращено внимание на необходимость исследования донных отложений как важнейшего компонента в озерной геосистеме.

V этап (1973-1995 гг.) Углубление и расширение исследований. Применение математического аппарата для статистического анализа лимнологических данных. Возникновение лимнологических теорий.

В 1973 г. опубликована работа М.А.Андреевой "Озера Среднего и Южного Урала" [1]. Это один из первых опытов обобщающей работы, в которой, на основании морфометрической, термической и гидрохимической классификаций изученных озер дается комплексная характеристика их гидрологии и обосновывается лимнологическое районирование Среднего и Южного Урала. Работы М.А.Андреевой объяснили локально-региональные ритмы обводнения и усыхания озер рассматриваемой территории, ответив на большинство вопросов, поставленных в трудах М.А.Манько. В это же время среди научной общественности все шире распространяется мысль о важности изучения донных отложений как индикатора антропогенного воздействия.

В рассматриваемый этап развития лимнологии и палеолимнологии Урала выявлены механизмы природно-ритмического изменения характеристик озерных геосистем лесной, лесостепной и степной природных зон.

VI этап - 1995 г. - современность. Для этапа характерны, наряду с узковедомственными лимнологическими, комплексные палеолимнологические исследования.

В 1995 году были закончены исследования эволюции и современного состояния экосистемы крупнейшего на Южном Урале озера Увильды [23]. Наибольший вклад в палеогеографию озера внесли ученые Института озероведения РАН (г. Санкт-Петербург). Результаты этого исследования позволили считать разрез донных отложений оз. Увильды стратотипическим для данного региона [24]. Изучение донных отложений оз. Аргаяш Аргаяшского района Челябинской области выявило долготные различия во времени возникновения озер Южного Урала и Зпуралья [25].

Обобщение полученных к концу XX века данных по палеолимнологии озер восточного склона Южного Урала позволило автору этих строк с помощью палинологов Института озероведения В.И.Хомутовой и Татьяны Валентиновны Сапелко создать палеогеографическую реконструкцию природных обстановок на северной территории восточного склона Южного Урала и примыкающего к нему Зауралья [26]. Для Южного Урала, района древней металлургии, исключительно интересны данные по естественному геохимическому фону для тяжелых металлов, сохраняющемуся в донных отложениях озер. Сопоставление концентраций тяжелых металлов в нижних и верхних горизонтах озерных осадков, производимое Валерием Николаевичем Удачным (Институт минералогии УрО РАН г.Миасс), дает возможность определить степень техногенного загрязнения обширных территорий [27]. Накопленная информация по палеолимнологии позволяет, например, при использовании археологических данных Николая Борисовича Виноградова

(ЧГПУ), проводить палеогеографические реконструкции условий деятельности древних металлургов на озерах Южного Урала.

С 2001 года и по настоящее время Южно-Уральским государственным гуманитарно-педагогическим университетом в содружестве с Институтом минералогии УрО (г.Миасс), Уральским научно-практическим центром радиационной медицины (г.Челябинск) и Биологической станцией Института экологии растений и животных УрО РАН (г.Заречный Свердловская области) ведется комплексное изучение озер Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС). Руководителем работ является декан естественно-технологического факультета ЮУрГГПУ Левина Серафима Георгиевна. Главная цель исследований - характеристика современного радиологического состояния озерных экосистем в целом и основных их компонентов, в том числе донных отложений.

Продолжаются палеолимнологические исследования в Институте минералогии Анной Валерьевной Масленниковой, осуществлен спорово-пыльцевой, диатомовый и геохимический анализы донных отложений озер Уфимское и Иткуль, отобранных В.В.Дерягиным и В.Н.Удачным.

В атласе Челябинской области (2010) опубликована первая для этой территории детальная карта минерализации озер Челябинской области, составленная Сергеем Геннадьевичем Захаровым по собственным данным и результатам предыдущих исследователей. Известно, что с минерализацией озера тесно связан тип седиментогенеза [28].

Выводы по первой главе

Для начального этапа изучения донных отложений характерны сбор и систематизация научных (полученных методами измерения) знаний об особенностях гидрологических объектов и их взаимосвязях с другими компонентами природного комплекса геологией, рельефом, климатом, растительностью и почвами.

Дальнейшее развитие инструментария лимнологических исследований и совершенствование системы изучения озер: начало реализации принципа системности в лимнологическом мониторинге, а также декларирование комплексного подхода в лимнологических исследованиях. Начиная с 1936 года активно публикуются статьи по озерам, их компонентам и их практическое применение.

Обобщение накопленных знаний о закономерностях существования озер Урала и их группировка (при продолжающемся пополнении данных). Кроме того, этап может быть отмечен как время проведения первых палеолимнологических методов.

В 1965 г. на крупных озерах восточного склона Южного Урала изучался химический состав вод, накопление и содержание органики в донных отложениях.

Накопленная информация по палеолимнологии позволяет проводить палеогеографические реконструкции условий деятельности древних металлургов на озерах Южного Урала.

С развитием человечества совершенствовались старые и открывались новые методы изучения озер. При исследовании озер особое внимание обращали на их донные отложения, на факторы и условия их формирования. Интерес к ним высок и по сей день. Так как остро стоит проблема загрязненности водоемов и их территории водосбора. С этой точки зрения донные отложения являются индикаторами техногенного загрязнения.

ГЛАВА 2: ФОРМИРОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ОЗЕРАХ

2.1 Факторы озерного осадконакопления

Донные отложения озер формируются в результате сложного взаимодействия целой совокупности разнообразных природных процессов: климатических, гидрологических, физических, химических и биологических, протекающих на водосборной площади и в самом озере. Эта сложная совокупная система процессов, ответственная за образование донных отложений в озере, может быть представлена следующим образом;

- образование осадкообразующего материала в процессе формирования берегов и ложа водоемов;
- образование седиментационного материала на водосборе озера в зависимости от природных условий (климат, рельеф, геология, почвенный и растительный покровы) и хозяйственной деятельности человека (вырубка лесов, распашка территорий, мелиорация), приводящих к активации процессов эрозии и выветривания горных пород с разной скоростью и интенсивностью, способствующих мобилизации вещества;
- перенос осадочного материала с водосборного бассейна в озера текучими водами и воздушными потоками (аллохтонное вещество);
- образование аутигенного органического вещества в результате жизнедеятельности гидробионтов (автохтонное вещество);
- перемешивание, транспортировка и осаждение сложной смеси аллохтонного и автохтонного веществ на дно озера, протекающие в соответствии с гидродинамической активностью водоема;
- захоронение осадков под все новыми порциями осаждающегося материала и непрерывное преобразование их в результате диагенетических процессов.

Характер выноса седиментационного материала озера с их водосборных площадей зависит от зональных и азональных факторов. К первым относятся ландшафтно-климатические факторы, ко вторым - рельеф, геологическое строение водосборных площадей, густота русловой сети и другие. Если ландшафтно-климатические факторы играют основополагающую роль в зональном изменении озерного осадконакопления [29], то азональные факторы определяют различия в осадконакоплении внутри природной зоны.

Страховым Н. М. была выдвинута идея и четырех различных типах литогенеза: ледовом, гумидном, аридном и вулканогенноосадочным. Каждый из них имеет свои характерные черты развития осадкообразовательных процессов в системе водосбор - водоем, что проявляется в строении донных отложений в зависимости от местонахождения водоема в той или иной климатической зоне.

Отложения озер гумидной зоны формировались в процессе развития двух типов литогенеза - ледового и гумидного. В процессе ледового типа литогенеза формировались отложения, имеющие преимущественно обломочный характер - глины, суглинки и супеси. Для условий ледового типа литогенеза характерно: отсутствие воды в жидкой фазе на протяжении большей части года; преобладание отрицательных температур в течение года; преимущественно физическое (морозное выветривание); щелочная среда осадконакопления (до нескольких сантиметров в год). Донные отложения озер, сформировавшиеся в условиях ледового литогенеза, характеризуются следующим набором признаков: преобладание аллохтонного материала; сезонная слоистость; низкое содержание органического вещества. На втором этапе при гумидном типе литогенеза формируются отложения, в формировании которых большую роль играют физико-химические и биологические процессы. Для гумидного типа литогенеза характерны следующие черты: избыточное увлажнение; химическое и физическое выветривание на

водосборе; преобладание механического осадконакопления над биогенным и хемогенным; высокая биопродуктивность озерной экосистемы; высокое содержание органического вещества в донных отложениях; значительная роль автохтонного вещества в осадконакоплении; скорость осадконакопления 0,1-1 мм в год; тонкая сезонная слоистость осадков или ее отсутствие. В условиях гумидного типа литогенеза образуется, как правило, органо-минеральные и органогенные илы (сапропели).

Геологическое строение области сноса определяет характер терригенного материала, химический состав воды и, как следствие, особенности строения донных отложений. Например, диатомиты - отложения с повышенным содержанием аутигенного кремнезема - накапливаются в озерах, расположенных в зоне выхода кристаллических пород. Этот тип осадков может формироваться как в эвтрофных условиях, так и олиготрофных, в зависимости от видового состава диатомовых водорослей. Если подстилающие горные породы представлены известковыми отложениями, то из водной толщи может осаждаться известь при помощи водных растений и водорослей. Кремовато-белые глинистые отложения с высоким содержанием извести называются карбонатные илы, гажа или марл.

Рельеф дна и морфология котловины определяют распределение донных отложений по дну, согласно закону механической дифференциации. Крупнообломочный материал аккумулируется на мелководьях в прибрежных зонах бассейна, а тонкозернистый соответственно в глубоководных районах.

С морфометрическими характеристиками озерных котловин связаны термические и плотностные свойства водной толщи, которые, в свою очередь, определяют характер озерного седиментогенеза. Прямая термическая стратификация возникает в летний период благодаря нагреву поверхностных вод выше 4 °С и обратная - в зимний период в связи с появлением ледового покрова. Большинство озер умеренной зоны

являются диамиктовыми, то есть имеют полное вертикальное перемешивание водной массы дважды в год - весной и осенью.

Наличие или отсутствие плотностной (термической) стратификации определяет кислородный режим в водной толще, влияющий на характер сохранности органического вещества (детрита) и, следовательно, на литологический состав донных отложений. Органические остатки, например, лучше сохраняются в анаэробных условиях. С другой стороны, анаэробные условия могут быть лимитирующим фактором для видового разнообразия и численности живых организмов в озере.

В анаэробных условиях сероводород, появляющийся в значительных концентрациях, является токсичным для большинства организмов. Тяжелые металлы реагируют с сероводородом, формируя отложения, окрашенные, в черные или сине-черные тона. Такие осадки очень хорошо визуальны фиксируются в разрезах донных отложений озер и контрастно отличаются от светло окрашенных минерогенных или темно-бурых органогенных осадков, сформировавшихся в окислительных условиях.

В диамиктовых озерах сезонные весенние и осенние перемешивания могут быть причиной внезапного и широкомасштабного отмирания водных организмов, например диатомовых водорослей. Эти микрокатастрофы приводят к образованию годичной слоистости, представленной органогенными варвами в донных отложениях. Сезонное перемешивание насыщенных кислородом поверхностных вод с обедненными кислородом придонными водами может быть причиной сезонной садки карбонатных отложений, окислов железа или серосодержащих минералов, образуя химические слои (хемогенные варвы).

Гидрологический режим водоема определяет механическую дифференциацию донных осадков по крупности, а также их площадное

распределение. Можно выделить условно три зоны на дне озер, различающихся по типу осадконакопления, обусловленных гидрологическим режимом: 1) зона размыва (эрозии) донных отложений в местах активной гидродинамической деятельности; 2) зона "нулевой" седиментации, где количества осаждаемого и выносимого материала равны; 3) зона аккумуляции.

Ведущим природным процессом в распределении донных отложений на дне озер гумидной зоны является механическая дифференциация осадкообразующего материала. Происходит пространственное распределение гранулометрических типов осадков и связанных с ними геохимических и минеральных ассоциаций. Разнообразные типы осадков наряду с рельефом дна, особенностями гидродинамического режима и деятельностью донных организмов составляют суть фациальных обстановок. Фациальные обстановки разделяются на две основные группы: седиментогенные или накапливающиеся под воздействием различных природных факторов, и деструктивные, гипергенные, образующиеся за счет размыва ранее сформировавшихся осадков. Образование деструктивных фаций происходило как на ранних этапах развития озер, так происходит и в настоящее время и связано в первую очередь с водной динамикой и колебанием уровня озер.

На некоторых участках дна возникают зоны так называемого "ненакопления", или "нулевой седиментации", когда гидродинамический режим делает невозможным аккумуляцию алеврито-пелитового материала, а скорости придонных течений недостаточны для размыва дна и слагающих его осадочных образований.

Среди седиментогенной группы в зависимости от гидрологического режима выделяется несколько подгрупп седиментационных обстановок и связанных с ними генетических типов осадков. Это волновые, нефелоидные (осаждение взвесей), течениевые

(флювиальные), и гравитационные (оползневые, плотностные потоки, турбидиты и т.д.) типы отложений.

Процессы осадконакопления в озерах определяются не только влиянием природных, но различного рода антропогенных факторов. Наиболее распространенным видом антропогенного нарушения геологической среды акваторий является загрязнение донных отложений, иловых и придонных вод. Значительная часть загрязняющих веществ поступает в водоемы в растворенной и во взвешенной форме, хотя может иметь место и механическое загрязнение дна водоема различными предметами, часто весьма опасными для окружающей природы. Продукты техногенеза, попадая в водный бассейн, вовлекаются в процессы механической дифференциации а накапливаются в зонах аккумуляции совместно с природным осадочным материалом, образуя своеобразные природно-техногенные осадочные комплексы. Большая часть микроэлементов связана с глинистыми осадками.

По мере накопления на дне водоемов осадки начинают подвергаться диагенетическим преобразованиям. Диагенетические процессы в донных отложениях озер протекают в виде уплотнения осадков и уменьшения в них содержания поровой воды, аутигенного минералообразования, изменения физико-химических характеристик, минерализации органического вещества. Большую роль в процессах раннего диагенеза осадочного материала играют иловая микрофлора и хемоавтотрофные микроорганизмы, преобразующие в процессе своей жизнедеятельности органическое вещество.

2.2 Формирование донных отложений

В пресноводных озерах Урала донные отложения обычно представлены сапропелем. Это своеобразное образование, формирующееся на дне водоемов в течение всей его истории - нередко на протяжении многих тысячелетий. Основные составные части сапропелей -

органическое вещество и карбонат кальция (материал автохтонного происхождения, сформировавшийся в самом озере), в меньшем количестве в сапропелях содержатся глины, кварц (аллохтонный материал, сносимый в озеро с окружающей его суши поверхностными водами).

Сапропелевые отложения формируются в результате разнообразных и сложных процессов, происходящих в водной среде с участием микроскопических обитателей озера - планктона, который представлен организмами растительного и животного происхождения. Большую роль в образовании сапропелей играют низшие растения, а также диатомовые сине-зеленые и зеленые водоросли, обуславливающие летом "цветение" воды, и многочисленные представители зоопланктона - рачки, циклопы, дафнии, коловратки и пр. Отмирающие организмы фито- и зоопланктона осаждаются на дно, частично разлагаясь в толще воды. Вместе с отмирающими водными растениями они образуют верхний слой донных отложений - пелоген (греч. - илообразующий). В этом слое развивают активную деятельность личинки насекомых, черви, моллюски, для которых пелоген служит и субстратом и пищей. Огромную роль в окончательном преобразовании органического вещества играют микроорганизмы - аэробные и анаэробные бактерии. Определенный вклад вносят и гумусовые вещества, сносимые в озера водами, стекающими с суши, особенно с заболоченных участков. В конце концов образуется однородный коллоидальный продукт - сапропель. В нем, кроме аллохтонного происхождения, осаждающиеся из воды в результате хемогенных и биогенных процессов.

По общему химическому составу сапропели подразделяются на два основных типа: 1) кремнеземистые, обычно отличающиеся темно-оливковым цветом, зола которых содержит более 50% SiO_2 ; 2) известковистые, зола которых содержит более 50% CaO , имеют светлую краску - сероватую, желтоватую или розовую. Их минеральный скелет состоит в основном из карбоната кальция. Часто встречаются сапропели

смешанного типа, содержащие в золе менее 50% SiO_2 и 50% CaO . Кроме того, нередко встречаются низкозольные сапропели с содержанием золы менее 10% (в расчете на сухое вещество), очень богатые органикой (до 90%). Вообще пресноводные сапропели характеризуются высоким содержанием органических веществ.

Залежи сапропелей имеют мощность 3-5 м, иногда до 9-10 м. Часто наблюдается отчетливая стратификация залежи сапропеля на несколько (4-6, иногда до 10-12) разнокрашенных слоев. При этом верхние слои обычно представлены кремнеземистым сапропелем, а нижние - смешанным или известковистым. В богатых органическими веществами низкозольных сапропелях стратификация выражена сравнительно слабо, их залежи довольно однородны по всей глубине.

Нередко в донных отложениях пресноводных озер встречаются слои торфа, более или менее разложившиеся. Это указывает на то, что в соответствующий период озеро находилось в стадии заболачивания, зарастания. В озерах, расположенных среди гор Среднего Урала, нижний слой донных отложений часто представлен торфом или торфянистым сапропелем (выше лежат слои известковистых или кремнеземистых сапропелей). Академик В.Н.Сукачев относил такие слои торфа к начальному периоду жизни озера, совпадавшему с тундровыми условиями раннего послеледникового времени.

Высокое содержание весьма гидрофильных органических коллоидов в сапропелях обуславливает их большую влагоемкость (до 95-97% у сапропелей из верхних слоев отложений). Нижележащие известковистые сапропели содержат меньше органических веществ и лишь 75-80% воды. Эту воду (иловый раствор) следует рассматривать как компонент сапропеля. Обычно концентрация солей в иловом растворе (до 1,0-1,5 г/л) несколько выше, чем в воде озера (поскольку он находится в равновесии с твердыми фазами, представленными тонкодисперсными или коллоидными частицами и поэтому обладающими очень большой

удельной поверхностью). С увеличением глубины залегания слоя сапропеля концентрация илового раствора возрастает. Иногда наблюдаются аномальные случаи резкого увеличения концентрации иловых растворов и несколько содержащихся в них ионов.

Благодаря большой удельной поверхности твердых фаз сапропелей и обилию комплексообразующих групп у составляющих их органических веществ, а также хемосорбирующих ОН-групп глинистых минералов, сапропели способны адсорбировать значительное количество микроэлементов.

Присутствие в их составе карбонатов кальция или магния придает дополнительную способность к хемосорбции различных металлов и некоторых органических веществ.

В иловых растворах пресноводных сапропелей концентрация солей несколько выше, чем в воде озера, причем в заметных количествах появляются сульфаты, поэтому в сапропелях при благоприятных температурных условиях в ограниченных масштабах может проявляться микробиологическая сульфатредукция, сопровождающаяся образованием сероводорода и сульфидов железа. К этому же приводят и процессы гниения органических веществ. Однако содержание FeS и H₂S в сапропелях, как правило, очень низкое.

Вся совокупность физических, физико-химических, биологических свойств сапропелей обуславливает их высокую ценность как лечебных грязей, оказывающих сильное физиологическое воздействие на организм. Однако до 30-40-х гг. для лечебных целей использовались преимущественно иловые грязи лиманов и связанных с ними высокоминерализованных озер. На Урале таких озер нет, но много озер с богатыми залежами сапропелей, которые широко стали использоваться в лечебной практике лишь в последние десятилетия.

Донные отложения большинства соленых озер Зауралья, воды которых характеризуются средней минерализацией (10-30, иногда 50 г/л),

относятся к категории пелоидов переходного типа, сочетающих свойства пресноводных сапропелей и иловых грязей. Для них предложено также название "сульфидные сапропели" в связи с наличием в составе твердых фаз заметных количеств сульфидов железа. По сравнению с иловыми грязями сульфидные сапропели содержат довольно много органических веществ (до 30-40% в расчете на сухое вещество), что способствует процессам биохимического восстановления сульфатов и повышению щелочности рапы.

Эти же процессы приводят и к накоплению в осадках карбоната кальция в результате взаимодействия поступающих в озеро грунтовых вод, содержащих гидрокарбонат или сульфат кальция, со щелочными водами озера.

Важное значение для поступления формирующего материала имеет степень расчлененности рельефа по водосбору бассейна в целом. В пределах степной и лесостепной зон она достаточно велика и способствует активному склоновому смыву почвенного покрова. На этот процесс активно влияет деятельность человека: распахивание склонов и т.д.

2.3 Роль гидробионтов.

Три основные группы: планктон, высшая водная растительность и бентос.

Планктон приравняется к тонкодисперсным частицам, является лишь компонентом формирующегося материала по седиментационным (гидравлическим) качествам.

Высшая водная растительность через растворимое и взвешенное вещество участвует в формировании состава донных отложений и активно влияет на процесс формирования в пределах своего распространения.

Бентические организмы находятся в постоянном контакте с донными отложениями, поставляя в их состав органическое вещество, и используя в процессе жизнедеятельности некоторые продукты его деструкции.

Необходимо четко выделять две стороны влияния комплекса факторов на процесс формирования донных отложений. Одна сторона заключается в поставке в чашу водоема "исходного" материала, другая - в переработке этого материала, иногда многократной, вплоть до закрепления его в составе отложений. Но каждый из факторов может участвовать как в той, так и в другой форме влияния. Так волновые процессы не только разрушают берега, дно и острова, смывая с них формирующий материал, но и обрабатывают его в период седиментации. Но и после окончания его на отдельных участках дна происходит волновое взмучивание частиц, следствием которого является важный для формирования отложений процесс "трансседиментации". В противоположность этому стоковые течения действуют только на материал, находящийся в водных массах.

Основные источники формирующего материала:

взвешенные и влекомые наносы основного притока;
то же по боковой приточности;
материал эолового переноса;
материал размыва берегов;
материал размыва дна;
вещество, поступающее с планктоном, бентосом и водной растительностью;
сбросные воды.

Аллохтонные (внешние) источники:

взвешенные и влекомые наносы основного и бокового притока, материал эолового переноса, сбросные воды, фитопланктон, поступающий с речными водами.

Основным источником аллохтонного вещества остается твердый сток с основной и боковой водосборной площади.

Автохтонное (внутреннее) - поступление с размываемых участков берегов, островов, дна.

Обычно главенствующую роль играют продукты размыва берегов и дна, то есть автохтонное вещество.

Чем больше скорость движения водных масс, тем меньше будет аккумулирующая способность водоема.

2.4 Влияние донных отложений на качество воды

Донные отложения, количество которых неуклонно возрастает, значительно влияют на качество воды. Внутриводоемные гидродинамические процессы обладают достаточной мощностью для существенной переработки минеральных и органических веществ, поступающих из любых (аллохтонных и автохтонных) источников. В результате такой переработки на дне формируются ареалы отложений различного типа, отличающиеся не только по степени дисперсности слагающих частиц, но и по минералогическому и химическому составу. В сформировавшемся донном грунтовом комплексе начинают проявляться сложные межфазовые взаимодействия. Современный уровень теоретических знаний о геохимических превращениях свидетельствует, что диагенез минеральных компонентов донных отложений - процесс длительный. Однако весьма слабо изучен процесс трансформации органоминеральных комплексов, скорость которого, как правило, значительно выше диагенеза минералов. Основные закономерности трансформации вещества отложений еще не достаточно выяснены и о многих внутриводоемных процессах, результатом которых является влияние донных отложений на водные массы водоема, можно только высказать предположения. Реальная картина может быть получена только экспериментальным путем. Следует отметить, что подвижность придонных слоев воды в сравнении с глубоководными озерами, морями и океанами способствует быстрому отводу химических элементов и

соединений с поверхности раздела дно-вода. Этому способствует не только ветро-волновое взмучивание, периодически проникающее в глубоководные участки, но и активная седиментация, в том числе илонакопление. Последний процесс приводит к уплотнению нижележащих слоев ила, так как к удалению части ненасыщенных биоэлементами поровых вод, вступающих в контакт с придонными слоями. Так, при мощности слоя ила свыше 30 см нижний 5-сантиметровый слой его теряет почти половину поровых вод. Характерно, что органическое вещество активно влияет на этот процесс, как бы связывая и удерживая поровые воды в толще иловых отложений.

Сложность компонентного минералогического и химического состава донных отложений, разнообразие форм нахождения в них различных минеральных и органических веществ определяют их важную роль в формировании режима водоемов вообще. Причем эта роль может быть двоякой: с одной стороны, обладая свойствами сорбента, донные отложения могут благоприятствовать удалению веществ из водной толщи и способствовать улучшению качества воды; с другой, являясь хранилищем значительных запасов различных химических соединений они могут в определенных условиях поставлять их в толщу воды, превращаясь в источник вторичного загрязнения. Кроме того, донные отложения являются своего рода химической лабораторией, в которой протекают процессы превращения и трансформации поступивших туда веществ, причем иногда со значительной скоростью и не всегда в предсказуемом направлении.

Поэтому при изучении закономерностей формирования и существования режима водоема с позиций оценки качества воды первостепенное внимание следует обратить на донные осадки, а точнее на процессы в системе вода - донные отложения.

Тесная взаимосвязь между продукцией фитопланктона и деструкцией органического вещества в донных отложениях

свидетельствует о том, что продуктивность водоема - ведущий фактор, формирующий облик его современных отложений.

Донные отложения, для которых основным источником органического вещества служат синезеленые водоросли, и отчасти макрофиты, обогащены органическим веществом и биогенными элементами.

При определенных условиях биогенные элементы и органические вещества переходят из донных отложений в поровые воды, а затем в придонный слой воды и, служат источником вторичного загрязнения водоемов.

Концентрация биогенных элементов в поровых водах иногда в десятки раз выше, чем в придонной воде. Наиболее резкое увеличение их концентрации происходит в верхнем 2,5-сантиметровом слое осадков. Это создает значительный градиент концентраций на границу раздела донные отложения - вода, что способствует миграции биоэлементов из отложений в воду [8].

Выводы по второй главе

Донные отложения озер формируются в результате сложного взаимодействия целой совокупности разнообразных природных процессов: климатических, гидрологических, физических, химических и биологических, протекающих на водосборной площади и в самом озере. Геологическое строение области сноса определяет характер терригенного материала, химический состав воды и, как следствие, особенности строения донных отложений. Рельеф дна и морфология котловины определяют распределение донных отложений по дну. Процессы осадконакопления в озерах определяются не только влиянием природных, но различного рода антропогенных факторов. Наиболее распространенным видом антропогенного нарушения геологической среды акваторий является загрязнение донных отложений, иловых и придонных вод.

В пресноводных озерах Урала донные отложения обычно представлены сапропелем. Сапропелевые отложения формируются в результате разнообразных и сложных процессов, происходящих в водной среде с участием микроскопических обитателей озера - планктона, который представлен организмами растительного и животного происхождения. Большую роль в образовании сапропелей играют низшие растения, а также диатомовые сине-зеленые и зеленые водоросли, обуславливающие летом "цветение" воды, и многочисленные представители зоопланктона - рачки, циклопы, дафнии, коловратки и пр. По общему химическому составу сапропели подразделяются на два основных типа: 1) кремнеземистые; 2) известковистые. Вся совокупность физических, физико-химических, биологических свойств сапропелей обуславливает их высокую ценность как лечебных грязей, оказывающих сильное физиологическое воздействие на организм.

Донные отложения, значительно влияют на качество воды. Однако это воздействие двояко: с одной стороны, обладая свойствами сорбента, донные отложения могут благоприятствовать удалению веществ из водной толщи и способствовать улучшению качества воды; с другой, являясь хранилищем значительных запасов различных химических соединений они могут в определенных условиях поставлять их в толщу воды, превращаясь в источник вторичного загрязнения.

ГЛАВА 3: ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР СЕРЕБРЫ И БИРТИЛЬДЫ

3.1 Озеро Серебры

Озеро Серебры находятся в окрестностях г. Карабаша, известного своим медеплавильным производством и высочайшей степенью техногенного загрязнения. По лимнологическому районированию [4] это озеро расположено в Восточно-Предгорном гидрологическом районе, в северной части восточного склона Южного Урала. Озеро пресное, проточное, входит в озерную систему, подпружено в начале-середине прошлого века. Озеро Серебры около 100 лет используется для водоснабжения. Его естественные размеры не превышали 0,5 км² при объеме не более 5 млн м³. В начале прошлого века на нем построили первую плотину, которую после прорыва в 1954 г. перенесли и надстроили на 3,5 м. Сейчас, при абсолютной высоте зеркала озера 374 м над уровнем моря, его площадь 1,12 км², объем 5,75 млн м³, максимальная глубина 8,5 м при средней 5,12 м. Прозрачность по диску Секки 2,4 м летом и до 6 м зимой, минерализация менее 100 мг/л. Современный коэффициент водообмена 0,45 [10].

Озеро лежит в южнотаежной части горно-лесной зоны Уральской горной страны, в провинции восточных предгорий подзоны сосново-лиственничных густотравных лесов с примесью ели и пихты [1]. Но окружено оно мертвопокровным березовым криволесьем техногенного происхождения, которое сменяется на удалении от берега в 2–3 км южной сосново-березовой тайгой с примесью липы, елей, пихт и лиственницы [5].

Весной 2010 года группой студентов под руководством В.В. Дерягина со льда в центральной части озера Серебры с глубины 7,1 м поршневой трубкой отобрана колонка донных отложений мощностью 448 см в точке с координатами N55° 30.720; E60° 11.794 (по навигатору GPS MAP 60 CSx). В дополнение к ней были опробованы несколько точек по акватории озера, которые дали сходную картину.

Оценка абсолютного возраста начала осадконакопления проведена В.И.Хомутовой и составляет 12,5 тыс. лет[11]. В результате бурения этого озера выявлена мощность осадков и рассчитан их объем (около 2 млн. куб.м) [12]. Если 2 млн. куб.м накопились за 12500 лет, то следующие 5 млн.куб.м будут накапливаться (при неизменной скорости осадконакопления) около 31250 лет. Следовательно, абсолютное время жизни озера 43750 лет. Время осадконакопления современной толщи (12500 лет) составляет 28,5% от срока заполнения котловины, то есть озеру на сегодня вероятно, 28,5 "условных лет" из 100 возможных. Однако антропогенное вмешательство (постройка плотины) увеличило объем озера и время заполнения котловины ещё как минимум на 2500 лет. Эта "прибавка" дает в расчетах условный возраст в 27 "условных лет" (или более 33750 лет в абсолютном времени)[13].

Литологическое описание изученной колонки донных отложений озера Серебры представлено в табл. 1.

Таблица 1

Литостратиграфия донных отложений озера Серебры, Дерягин В.В.

Глубина, м	Описание выделенного слоя
0,00–0,12	Неконсолидированный черный пелитовый органогенный ил с блестками слюды, текучей консистенции
0,12–0,37	Черный полужидкий слабоконсолидированный пелитовый ил
0,37–1,69	Буро-оливковый консолидированный ил пелитовой размерности с блестками слюды, к нижней границе слоя на срезе появляется зеленоватый оттенок
1,69–2,25	Буро-оливковый зеленоватый консолидированный ил алеврит-пелитовой размерности
2,25–3,67	Темный буро-оливковый (к нижней границе слоя почти черный) консолидированный ил с зеленоватым оттенком на срезе
3,68–4,34	Темный буро-оливковый (почти черный) консолидированный ил
4,34–4,42	Очень плотный опесчаненный черный ил
4,42–4,48	Песок кварцевый слюдистый

3.2 Озеро Биртильды

Озеро-залив Биртильды расположено на западном побережье Аргазинского водохранилища в Аргаяшском районе Челябинской области (координаты центра озера N 55°25'33" E 60°19'57"), в 17 км к юго-востоку от труб медеплавильного производства города Карабаша. До 1982 г. водоем был самостоятельным южноуральским горным озером в восточных предгорьях Ильменского хребта с собственным гидрологическим режимом. Когда была пущена в эксплуатацию современная плотина, воды Аргазей подняли уровень озера почти на 2 метра. Когда в межень уровень водохранилища срабатывается более, чем на 2-2,5 м, озеро вновь становится самостоятельным.

Современное озеро-залив имеет веретенообразную форму, короткая его ось имеет длину более полукилометра, длинная ось (до «Аргазинского горла») – более 1,5 км. Максимальные глубины находятся в пределах 9,5 м, что на 2-3 м глубже, чем в водохранилище на широте «горла».

Вода пресная, минерализация колеблется в широких пределах, но не превышает 300 мг/л. Реакция среды рН практически нейтральная, колеблется от 7,1 у поверхности до 6,8 в полуметре от дна (9 м, запах сероводорода 4 балла). Прозрачность воды во время исследований составила чуть более 3,5 м. Наиболее интересные результаты анализа ионов в воде водоема представлены в табл.2.

Таблица 2

Содержание некоторых ионов в воде озера-залива Биртильды, аналитик

Удачин В.Н.

Анионно-катионная часть	Содержание, мг/л		ПДК, мг/л СанПиН 2.1.4. 1074-01
	поверхность	дно	
Cl ⁻	8,86	11,34	350
SO ₄ ²⁻	57,12	55,0	500
NH ₄ ⁺	0,28	2,5	0,5
Ca ²⁺	29,66	36,47	30 – 140
Mg ²⁺	17,98	22,84	20 – 85
Cu ²⁺	10,1	4,95	1,0
Fe (общ.)	0,21	0,42	0,3

Из данных, приведенных в табл. 2, следует, что придонная вода (то есть «родная» вода озера) имеет значительные отличия от поверхностной (то есть воды Аргазинского водохранилища) даже в августе, когда в толще водной массы большинства озер восточного склона Южного Урала стратификация исчезает [1]. Показательно, что хлоридов, ионов аммония, кальция, магния и железа больше в придонной воде, а сульфатов и ионов меди (типоморфных ионов медеплавильного производства) больше в приповерхностных водах. Также видно, что вода в заливе пресная, так как содержание хлора слишком малое. Влияние аэрационных выбросов ЗАО «Карабаш-медь» на озеро-залив мы наблюдали ранним утром 10 августа (рис. 1). Также это наглядно наблюдается и по данным из таблицы 3: при предельно-допустимой концентрации меди 1.0 мг/л (СанПиН 2.1.4. 1074-01) на поверхности ее содержание достигает 10,1 мг/л.



Рис. 1 Дым Карабашского медеплавильного производства повторяет горный рельеф в окрестностях озера-залива Биртильды (фото Дерягина В.В.)

В точке с координатами N 55°25.3275" и E 060°19.4430" (в системе WGS-84) на глубине воды 8,4 м была вскрыта толща озёрных отложений

общей мощностью 10,38 м. Основной состав толщи представлен озёрными илами разных цветов, низ колонки – озёрные глины с высоким содержанием песка и фрагментами горных пород (табл. 3).

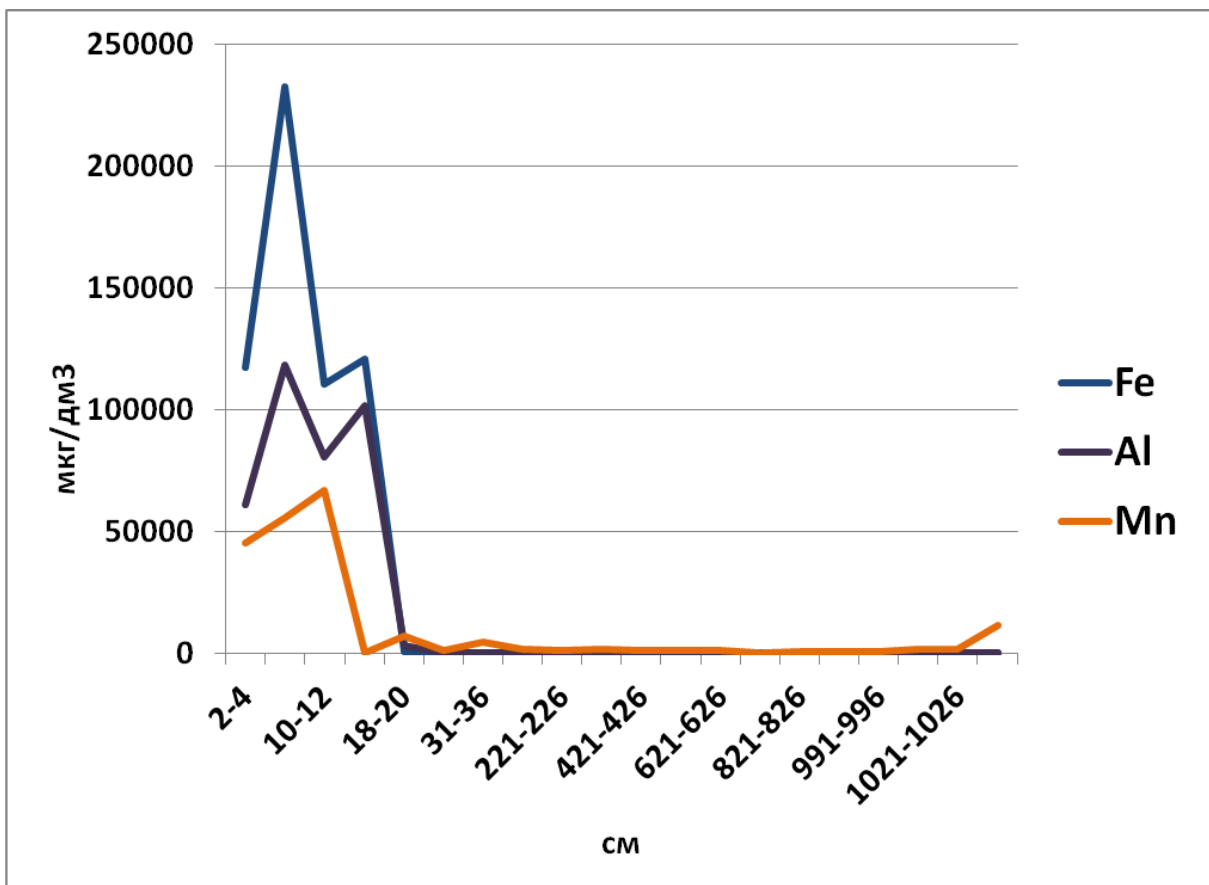
Таблица 3

Литологическое описание донных отложений оз. Биртильды –
залива Аргазинского водохранилища

Горизонт, м.	Описание
0,00-0,12	Жидкий хлопьевидный ил близкий к чёрному цвету
0,12-0,20	Тёмно-оливковый ил однородной консистенции с высокой обводнённостью
0,20-0,26	Светло-коричневый ил однородной консистенции. На воздухе изменил окраску на тёмно-оливковую
0,26-1,01	Тёмно-оливковый ил однородной консистенции с высокой обводнённостью
1,01-2,01	Тёмно-оливковый ил однородной консистенции, постепенно светлеет к низу (к 201 см), чёткой границы нет
2,01-3,01	Светло-оливковый ил
3,01-4,01	Равномерный переход цвета от светло-оливкового до темно-оливкового
4,01-4,11	Тёмно-оливковый ил, чёткая граница на 411 см с нижележащим слоем
4,11-5,01	Светло-оливковый ил однородной консистенции
5,01-7,01	Оливково-зелёный тёмный ил равномерной окраски
7,01-8,01	Светлый оливково зелёный ил, к низу количество влаги уменьшается
8,01-9,92	Тёмный оливково-зелёный ил
9,92-9,94	Слой торфа. Переход от тёмно бурой окраски к светло бурой. Влажность меньше, чем у выше лежащих слоёв
9,94-10,21	Тёмный оливково-зелёный ил с включениями остатков растений
10,21-10,26	Оливко-бурый ил с полосчатостью, мощность слойков 1-2мм
10,26-10,27	Тёмно-синий прослой мощностью около 1см Полосчато-слоистая структура с чередованием слоёв, мощность слоёв 2-3мм
10,27-10,31	Сизая глина с высоким содержанием песка. Фрагмент крупнокристаллического мрамора размером 20x10x7мм (вскипает с HCl)
10,31-10,36	Песок с сизой глиной
10,36-10,38	Сизая глина

На графике мы визуальнo наблюдаем, что концентрации типоморфных металлов Карабашского медеплавильного производства в поровых водах донных отложениях высоки лишь в верхних слоях донных отложений. Это обусловлено техногенной нагрузкой в последнее столетие. А последующие низкие концентрации тяжелых металлов указывают на естественный геохимический фон. Исходя из этого можно

сделать следующее заключение: донные отложения являются индикаторами не только техногенного загрязнения, но и естественного геохимического фона концентраций тяжелых металлов.



Выводы по третьей главе:

в результате проделанной работы выявлено следующее.

1. Степень изученности озера-залива Биртильды, по нашему мнению, исключительно мала. Нам неизвестны работы предыдущих исследователей оз. Биртильды, поэтому мы будем благодарны за любую достоверную информацию об этом водоеме.

2. Установлено, что озеро Биртильды, несмотря на современный статус залива большого водохранилища, сохраняет определенные черты автономности в гидрологическом и гидрохимическом режиме. Выявленная разница в гидрохимическом составе поверхностных и придонных вод подтверждает этот тезис. Кроме того, эта разница показывает современное влияние как аэральных выбросов медеплавильного комбината, так и гидрологического стока р. Сак-Елги, несущей в Аргазинское водохранилище огромное количество сульфат-ионов и катионов меди.

3. Стратификация донных отложений оз. Биртильды позволяет утверждать, что

- озеро прошло длительный путь развития, накопив толщу илов почти в 10,5 м (по нашим данным, это самая большая мощность илов в озерах Южного Урала из более чем 40 исследованных озерных разрезов);

- предположительный возраст начала осадконакопления – не менее 10-11 тыс. лет назад, на рубеже плейстоцена и голоцена;

- в соответствие с теорией Л.Л. Россолимо [7] об особом характере олиготрофии южноуральских озер, Биртильды представляло собой олиготрофный водоем с повышенной продуктивностью, что обусловило накопление такой толщи илов;

- вещественный состав осадков, характерный для многих других озер северной части восточного склона Южного Урала, позволяет отнести толщу илов ко II типу по классификации В.Н. Сукачева [5].

4. Полученные результаты являются частью комплексного исследования озера-залива, но уже позволяют охарактеризовать его как

водоем с уникальными характеристиками, отражающими как прошлые условия естественного осадконакопления, так и современное влияние уральского техногенеза и аэрального массопереноса техногенных поллютантов.

5. По донным отложениям озер наглядно видно антропогенное воздействие и его характер на окружающие геосистемы, которое наблюдается в верхних слоях донных отложений (0-25 см), а также естественный геохимический фон концентраций металлов ниже 25 сантиметров в донных отложениях

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе установлено, что донные отложения озер играют большую роль в мониторинге и прогнозировании окружающих условий, как природных так и техногенных. По ним можем определить условия формирования донных отложений на протяжении тысячелетий. В будущем эта роль только возрастет с научным и техническим развитием методов изучения озерных осадков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Subetto D., Pushenko M., Pisareva V., Neustrueva I., Tarasov P., Harrison S. Argayash Lake, Cheliabinsk region, Russia // Lake Status Records from the Former Soviet`union and Mongolia: Documentation of the Second Version of the Date Base., Boulder, Colorado, USA. 1996, p.95-97.
2. Алабышев, В.В. Зональность озерных отложений / В.В. Алабышев // Изв. Сапропел. ком. 1932. Вып. 6. С. 1-44.
3. Андреева, М.А. Озера Среднего и Южного Урала / М.А. Андреева. - Челябинск: ЮУКИ, 1973. - 270с.
4. Андреева, М.А. Физико-географические особенности озер Челябинской области и их хозяйственное использование: автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд.геогр.наук / Андреева М.А.; Пермь, 1964. 23 с.
5. Буйло, А. С. Опыт определения абсолютного условного возраста озера Серебры(Южный Урал) / А. С. Буйло, В. В. Дерягин. // Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества: Материалы 2 заочной Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти Т.Л. Ишуковой, Челябинск, 2011.— 2011.— С. 84-86.
6. Верещагин, Г.Ю. Задачи исследования озер Ильменской группы/ Г.Ю. Верещагин // Известия Гос.Географического Общества.-1938. Вып.1.с.45-49
7. Герасимов, Д.А. Геоботаническое исследование болот Урала /Д.А. Герасимов // Торфяное дело. 1926. №12, с.12-25.
8. Денисова, А.И. Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды / А.И. Денисова, Е.П. Нахшина, А.К. Рябов. Киев: Наукова думка, 1987. 164 с.

9. Дерягин, В.В. Озера восточного склона Южного Урала в условиях техногенного воздействия. Автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд.геогр.наук / Дерягин В.В.; Пермь, 1999. - 23 с.
10. Дерягин, В.В. Озерные геосистемы восточного склона Южного Урала и их изменение в зоне техногенного воздействия; автореф. дис. ... канд.геогр. наук / Дерягин В.В Пермь, 1999. - 23 с.
11. Дерягин, В.В. Полевая практика по геоморфологии в виде экспедиционного маршрута на административной территории г.Карабаша: учеб.-метод. пособие / В.В. Дерягин. Челябинск: Абрис, 2010. 76 с.
12. Жариков С.С. Палеогеография озер Ильменской группы и формирование ионного состава их вод / С.С. Жариков // Антропогенный фактор в развитии озер - М, 1967.с.44-57.
13. Дерягин, В. В. Историко-географический аспект палеолимнологии Южного Урала / В.В. Дерягин. // Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества: Материалы 2 заочной Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти Т.Л. Ишуковой, Челябинск, 2011.— 2011.— С. 8-16.
14. Клер М.О. Богатство Челябинских озер / М.О. Клер // Челябинский рабочий. - 1939г. - 6 января.
15. Великорецкая, И.И. Ландшафтообразующие факторы / Н.Н. Великорецкая, К.Н. Купецкая // Ландшафтный фактор в формировании гидрологии озер Южного Урала. - Ленинград: Наука, 1978.- с. 5-8.
16. Манько М.А. Основные моменты истории исследования вопроса о колебании уровней озер в Зауральской лесостепи / М.А. Манько // Ученые записки Челяб.отд.геогр.общ.СССР. вып. 2, 1957.

17. Масленникова, А.В. Палеоэкология и геохимия озерной седиментации голоцена Урала / А.В. Масленникова, В.Н. Удачин, В.В. Дерягин. – Екатеринбург: РНО УрО РАН, 2014. – 136 с.
18. Озера Южного Урала : турист. карта-километровка. Екатеринбург : Урал. картогр. компания, 2005.
19. Радаева, В.Ю. Эволюция и современное состояние экосистемы озера Увильды (Южный Урал): автореф.дис...канд.геогр.наук / Радаева В.Ю. - Екатеринбург, 1995. -22 с.
20. Россолимо Л.Л., Федорова Е.И. Олиготрофия озер Южного Урала / Л.Л. Россолимо, Е.И. Федорова. // Антропогенный фактор в развитии озер. – М., 1967, с.5-43.
21. Сементовский В.Н. Горные озера Урала / В.Н. Сементовский. - Изв.Импер.Рус.геогр.общ. т.50, 1914.
22. Сотников В.В. Некоторые результаты исследования озера Биртильды (Южный Урал)/ В.В.Сотников, И.М. Загитова, А.М. Падалец, В.В. Дерягин. // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Челябинск, 2016.
23. Субетто, Д.А. Озерный седиментогенез севера Европейской части России в позднем плейстоцене и голоцене; автореф. дис. ... д-ра геогр. наук/ Д.А.Субетто. СПб., 2003.
24. Субетто, Д.А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции / Д.А. Субетто. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – 348 с.
25. Сукачев, В.Н. Очерк истории озер и растительности Среднего Урала в течение голоцена по данным изучения сапропелевых отложений / В.Н. Сукачев, Г.И. Поплавская //Бюл. Комис. По изучению четвертич. периода. М. : Наука, 1946. №8. С. 5-37.

26. Изотопная геохимия донных отложений озер Южного Урала для оценки масштабов горнопромышленного техногенеза / В.Н. Удачин, Р. Китагава, П.Г. Аминов, В.В. Дерягин. - Тюмень: Вестник ТЮМГУ, 2009. № 3. С. 48-52.
27. Южный Урал. Озеро Увильды / В.И. Хомутова, М.А. Андреева, Н.Н. Давыдова, И.Ю. Неуструева, В.Ю. Радаева, Д.А. Субетто. //История озер Севера Азии.-СПб: Наука, 1995, с.22-40.
28. Хомутова, В.И. Южный Урал. Озеро Увильды / В.И. Хомутова [и др.] // История озер севера Азии, СПб. : Наука, 1995. С. 22-40.
29. Хотинский, Н.А. Голоцен Северной Азии / Н.А. Хотинский. - М., 1977, 200 с.