

Минаев Н.Д. (Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск)

К ВОПРОСУ О ПЕРИОДИЗАЦИИ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕР РОССИИ

*Данная статья посвящена рассмотрению и дополнению исторических периодов изучения донных отложений озер, которые были выделены в значительном труде Д.А. Субетто «Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции». Проанализировав исследования в XXI в., мы предлагаем выделить седьмой этап, который в значительной степени посвящен проблеме загрязненности донных отложений озер. Приведены результаты работ по изучению нефтезагрязненности донных отложений озер Самотлорского месторождения. **Ключевые слова:** донные отложения озер, сапропель, тяжелые металлы, нефть, нефтепродукты.*

Minaev N.D. (Ugra State University, Khanty-Mansiysk)

ON THE PERIODIZATION OF THE HISTORY OF THE STUDY OF THE BOTTOM SEDIMENTS OF THE LAKES OF RUSSIA

*This article is devoted to the consideration and addition of historical periods of study of bottom sediments of lakes, which were highlighted in the significant work of DA Subetto «Don Lakes: Paleolimnological Reconstructions». Analyzing the studies carried out in the 21st century, we are invited to highlight the seventh stage, which is largely devoted to the problem of contamination of bottom sediments of lakes. The results of studies on the oil contamination of bottom sediments of the lakes of the Samotlor deposit are presented. **Keywords:** bottom sediments of lakes, sapropel, heavy metals, petroleum, petroleum products.*

Донные отложения озер — один из важных компонентов озерной экосистемы, являющийся носителем наиболее полной информации о истории развития водоемов (С.В. Калесник). Донные отложения озер не остались без внимания ученых, и с середины XIX в. начинается их бурное исследование. Неоценимый вклад на начальных этапах изучения донных отложений внесли такие ученые, как П.А. Кропоткин, В.А. Обручев, К.К. Гильзен, В.Н. Таганцев, Ф.К. Дриженко, Н.И. Демидова, В.Н. Сукачев, В.С. Доктуровский, С.Н. Тюремный, Д.В. Наливкин, Н.М. Книпович, Г.Ю. Верещагин, Н.В. Полонский, Б.В. Перфильев, В.Б. Шестакович, М.И. Нейштадт и др. В настоящее время большинство исследований связано с проблемой загрязненности донных отложений тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами, а также способами их очистки. Еще в 1984 г. Л. Хакансон отметил, что изучение донных отложений является одним из

важных направлений водной экотоксикологии и программ контроля загрязнения поверхностных вод. В решение данной проблемы вносят вклад многие ученые: Д.А. Субетто, Н.А. Белкина, В.А. Даувальтер, Т.Л. Шпильмакова, Д.В. Иванова, Е.В. Осмелкин, В.Д. Страховенко, В.В. Дерягин, А.В. Масленникова, А.В. Дерягин, В.Н. Удачин, Л.П. Паничева, Т.А. Кремлева и др. Неоценимый вклад в изучение истории донных отложений озер внес Д.А. Субетто в своем труде «Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции», где он выделяет шесть этапов истории изучения донных отложений озер [15].

Первый этап изучения берет свое начало во второй половине XIX в. Во время исследований Лача-Кубенского водного пути были написаны работы, в которых впервые упоминается о донных отложениях оз. Кубенское (Данилевский, 1862; Арсеньев, 1863) [7]. Также данный период ознаменован выходом в свет монографии П.А. Кропоткина «Исследования о ледниковом периоде» (1876 г.), где он писал «что в конце оледенения воды, не находя себе готовых русел, собираются в огромные водоемы, которые мало-помалу объединяются в цепи озер, соединенных короткими порожистыми протоками. При этом начинается понижение уровня озер. 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» [15].

Второй этап характеризуется более масштабным изучением донных отложений и охватывает 1900–1920 гг. Интерес к донным отложениям привлекает все больше ученых, одним из которых был В.А. Обручев, подробно рассмотревший процессы формирования донных отложений, абразии, а также занимавшийся изучением возраста озер. Стоит отметить, что его труды были опубликованы Русским географическим обществом в «Инструкциях для исследования озер» в 1908 г. Первым ученым, который при исследованиях донных осадков озер европейской части уделял наибольшее значение минералогическому и химическому составу отложений был К.К. Гильзен (1911 г.). В 1920-е годы В.Н. Таганцевым были проделаны обширные исследования в области формирования сапропеля в озерах. В 1912 г. в России вышла первая научная публикация, посвященная использованию сапропеля, как удобрения.

В конце XIX-начале XX вв. под руководством Ф.К. Дриженко экспедицией Главного гидрографического управления проведены первые исследования донных отложений оз. Байкал. Используя материалы экспедиции, в 1915 г. К.К. Гильзен впервые охарактеризовал донные осадки озера как диатомовые минерально-илистые. В 1918 г. по инициативе химика

Н.И. Демидова началось изучение сапропелевых отложений оз. Селигер, химические исследования которых выполнялись в Сапропелевой лаборатории в г. Осташков [6].

Отдельно стоит остановиться на исследованиях, проведенных В.В. Дерягиным. В 2011 г. вышла в свет его статья под названием «Историко-географический аспект палеолимнологии Южного Урала». В своей работе автор выделяет инструментальную эпоху изучения озер Урала, подразделяя ее на шесть этапов. Стоит обратить внимание, что второй этап, выделенный Д.А. Субетто, практически совпадает с началом эпохи, выделенной В.В. Дерягиным, которая начинается с 1905 г. В статье он освещает исследования озер, в том числе и донных отложений в Зауралье, Среднем и Южном Урале.

Третий этап охватывает 1920–1940 гг. На данном этапе организован Сапропелевый комитет Академии наук СССР, в задачи которого входило технологическое использование сапропелевых отложений как источника для производства различной кормовой добавки скоту и удобрений, столь необходимых в сельском хозяйстве. В 1924 г. были исследованы озерные отложения Косинских озер В.В. Кудряшовым, который обнаружил в основании толщи сапропелей прослой торфа. В 1933 г. Д.В. Наливкин развивает метод фацеального анализа, который применим не только к породам осадочного происхождения, но и к донным осадкам озер.

В 1920-е годы изучением донных осадков Каспийского моря, которое может классифицироваться как бессточное озеро, занимался Н.М. Книпович. Он предложил первые сведения о вещественном составе донных осадков по Каспию.

В 1928 г. под руководством Г.Ю. Верещагина Байкальской лимнологической станцией, ранее именуемой Байкальской экспедицией, были начаты комплексные исследования почти всего оз. Байкал. В задачи станции входило изучение донных отложений, рельефа, строения берегов, термического режима.

Исследованиям подводных грунтов оз. Севак занимались Л.В. Арнольди (1929), С.Я. Лятти (1932), Г.Д. Афанасьева (1933), которые установили, что основными источниками образования донных грунтов были речные, ветровые наносы и продукты смыва прибрежных участков при постоянных волнобоях.

В 1931 г. Советом по изучению производственных сил СССР при АН СССР была организована Селигерская экспедиция. Задачей экспедиции было выяснить, имеются ли в оз. Селигер и в ближайших к нему водоемах сапропелевые отложения, а также необходимо было изучить их тип и их запасы [6].

В 1932 г. экспедицией Всесоюзного института удобрений и агротехники были исследованы сапропелевые отложения озер Центральной Якутии. Исходя из данных экспедиции, в одном только Кобяйском районе общие запасы сапропелевых отложений приблизительно равны 1 млрд м³ [5].

В 1931 и 1933 гг. отрядом Кольской экспедиции АН СССР под руководством Н.В. Полонского и Ловозерской экспедиции Ленинградского гидрометеорологи-

ческого управления были проведены исследования в районе оз. Ловозеро. Результатами этих исследований послужили данные о морфологии, составе и распределении грунтов в озере, химическом составе воды, фауны и флоры прибрежной зоны.

В 1930–1940-е годы в ходе исследования ионного состава иловых вод оз. Маныч-Гудило ученые Гидрохимического института П.А. Кашинский, К.Г. Лазарев, И.А. Гончарова, Н.В. Веселовский [9] заинтересовались донными отложениями, как составным компонентом водных объектов.

С 1930-х годов по инициативе академиков П.И. Преображенского и Н.С. Курнакова началось системное изучение Сакского озера и соленых озер Крыма. В 1930–1931 гг. впервые дана характеристика донных отложений и построены геологические разрезы Сакского озера. Неоценимый вклад в изучение донных соляных отложений минеральных озер внес А.И. Дзенс-Литовский. Изучая Кара-Богаз-Гол и Сакское озеро и их донные отложения, А.И. Дзенс-Литовский пришел к выводу, что ежегодный прирост солей может наблюдаться только при ограниченном притоке свежих вод и засушливом климате. Также он указывает на то, что осадконакопление в минеральных озерах обусловлено тремя факторами: 1) геологический; 2) физико-химический; 3) биохимический, соотношение которых в течение года изменяется [3].

В 1927 г. Б.В. Перфильевым разрабатывается новая аппаратура для отбора проб донных отложений озер. Им проводятся исследования годичной слоистости отложений, которые позволяют определить возраст озера, а также гидрометеорологические условия, к которым относятся эти отложения. В 1934 г. В.Б. Шестакович занимается изучением микрослоистости донных отложений, связанной с годичной изменчивостью озерного осадконакопления, с особенностями химических, бактериологических и биологических процессов в осадочной толще. В 1935 г. в своем труде «Иловые отложения Сакского озера, как летописи климата» В.Б. Шестакович приводит данные по длительности периодов осадконакопления (в годах) для различных озер (Сакское, Пертозеро, Лаго Аверно, Урозеро, Онежское, Чокракское, Телецкое).

В 1932 г. В.В. Алабышев составил карты-схемы географического распределения озерных отложений на европейской части России. Он указал на то, что озерные отложения являются отражением климатических условий и всей совокупности условий географической среды [12].

В 1932 г. В.В. Алабышевым при изучении иловых отложений озер пустынно-степной зоны на основе закона горизонтальной зональности было выделено два типа:

- 1) соленые озера, в которых отложения минеральных солей могут превалировать над отложениями органических соединений;
- 2) соленые озера с мощными отложениями органических серо-черных и черных лечебных грязей, богатых сернистым железом.

В предвоенный период изучение донных отложений озер приобретает массовый характер, исследование ведется в разных частях страны. Изучением озерных осадков Валдайской возвышенности занимается И.В. Молчанов (1933 г.), Г.А. Стальмакова (1939 г.), отложения Кольского полуострова изучал В.С. Порецкий в 1934 г., донные осадки оз. Сомино в Переславском районе, мощность которых достигает до 40 м, исследовал М.И. Нейштадт в 1936 г. С 1930-х годов начались исследования донных отложений озер Карелии. 1937 г. В.С. Ивлев, проводя исследования круговорота железа в оз. Белое, пришел к выводу, что ежегодно выносятся из ила в воду масса железа, примерно равная его ежегодному вносу в озеро [4]. Изучением микрослоистости илов из озер с различными гидробиологическими и гидрохимическими режимами занимался Ю.В. Первольф. В своем труде 1940 г. ученый приводит следующие данные, полученные им в ходе исследований крымских озер [3]:

1) илы с наличием продуктов размыва береговых пород, кристаллов, выпавших из рапы и хлопьев органического вещества с остатками организмов. Это свидетельствует об участии в процессе накопления илообразующих элементов физико-химического, геологического и биологического факторов (Сакское озеро);

2) илы с наличием продуктов размыва береговых пород и массовым скоплением биогенных элементов. Это указывает на участие в процессе формирования ила биологического и геологического факторов (Мойнакское озеро);

3) илы с отсутствием биогенных элементов. Ход процесса илообразования определяется здесь физико-химическими и геологическими факторами. Физико-химический фактор подавляет проявление жизни в данных озерах (некоторые озера Перекопской группы).

Четвертый этап охватывает годы Великой Отечественной войны. С 1942–1943 гг. Г.И. Поплавской и В.Н. Сукачевым было исследовано более 100 озер, в результате чего установлено, что в большинстве озер Урала на минеральных отложениях в основании разреза залегает прослой торфа, перекрывающийся карбонатными отложениями.

В послевоенное время с 1947 г. начинается систематическое изучение современного осадкообразования на оз. Байкал под руководством Н.М. Страхова [14].

Пятый этап брал свое начало с 1950 г. и продолжался по 1980 г. Б.В. Перфильев развивал микрозональную теорию и в 1952 г. в своей статье ученый указывает на сезонный или ленточный характер озерного илонакопления [3].

В 1955 г. экспедицией Всесоюзного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства Т.С. Титенковым проведена батиметрическая съемка оз. Кубенское, во время которой составлена подробная карта донных отложений. А также им получены данные по содержанию органического вещества в осадках. В работе М.М. Алферовской, касающейся донных отложений Белого озера, также приводятся данные о содержании различных форм фосфора в осадках Кубенского озера [7].

В это время появляются новые аналитические методы исследования, к которым относятся электронно-графический, рентгеноструктурный, термический, электронно-микроскопический. Все эти методы предназначены для изучения вещественного состава озерных отложений. С помощью изотопов свинца и углерода становится возможным выполнять датировку озерных осадков. В 1960 г. Р.А. Эдияном и Н.К. Хтрыном проведены детальные исследования грунтов оз. Севан, в ходе которых составлена подробная карта грунтов.

Л.Л. Россолимо в период 1964–1971 гг. разработал теорию осадконакопления озер, с помощью которой выполнил типизацию и районирование озер. Проводя наблюдения на оз. Белое, он с помощью суммарного месячного илометра пришел к выводу, что объемный вес свежееотложившегося, богатого органическими веществами ила колеблется от 0,0054 (февраль) до 0,0266 (сентябрь), составляя в среднем за год 0,0191 г/см³. А объемный вес того же ила, определенный по суммарному годовому илометру, оказался почти в 2 раза больше и составлял 0,0354 г/см³ [4].

С 1956 г. институтом озероведения АН СССР [15] проведены ряд работ по изучению донных отложений Ладожского озера, в результате которых были получены сведения о стратиграфии и строении осадков. Исследования озер велись в Прибалтике и Белоруссии под руководством О.Ф. Якушко. Результатом изучения послужили выводы о том, что северные озера Белоруссии были сформированы в интервале времени от аллерада до конца бореала, а озера юга Полесья образовались не раньше пребореала. Исследованием донных отложений Ладожского озера занимался Н.И. Семенович. В 1966 г. вышел его труд «Донные отложения Ладожского озера».

С 1972–1974 гг. изучением озер Южного Урала занималась комплексная экспедиция Института озероведения АН СССР. Во время экспедиции было исследовано 17 озер. Изучены процессы продукции и деструкции органического вещества, фито-, зоо- и бактериопланктон, в том числе химический состав и условия формирования донных отложений озер [2].

В 1975 г. В.М. Макеевым начаты работы по изучению ленточно-слоистых илов оз. Изменчивое. Им было выяснено, что озерные осадки этого водоема содержат информацию о процессе осадконакопления в течение голоцена. В это время ученым при изучении донных отложений озер удалось оценить запасы сапропеля, которые насчитывали более 117 млрд т.

Комплексным исследованием озер Якутии занималась Лаборатория озероведения ЯГУ. С 1980 г. для изучения донных отложений озер Центральной Якутии начали применять усовершенствованный ОНИЛОЗ БЕЛ.ГУ бур ИТАН [5].

В 1982 г. на Втором международном симпозиуме «Геохимия природных вод» в программном докладе «Гидрохимия: достижения и перспективы» А.М. Никаноров говорит о возможности научных достижений в исследовании баланса вещества и энергии на границах отдельных сред гидросферы «донные отложения — горная порода» и «вода — донные отложения».

Сотрудниками Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН с 1991 г. выполняется изучение по загрязнению донных отложений озер и почв Алтайского края [8]. В.И. Хомутов и В.Ю. Радаева в начале 1990-х годов занимались изучением эволюции озера Увильды, используя метод спорово-пыльцевого анализа. В дальнейшем данные по комплексному изучению донных отложений были опубликованы.

Исследования системы «вода — донные отложения» в мировой литературе нашли должную оценку. В руководстве по оценке качества воды при мониторинге биоты, отложений и воды, изданном ЮНЕСКО, ВОЗ, ЮНЕП в 1992 г., особо подчеркивается, что «ни одна программа исследования водного объекта не должна исключать изучение донных отложений. Программы исследований должны включать в себя отбор проб донных отложений и их анализ в максимальном объеме, насколько позволяют средства и квалификация сотрудников. Для осуществления полной программы наряду с химиком-экологом требуется квалифицированный ученый — специалист в области изучения донных отложений, чтобы оптимизировать план исследований, его выполнение и интерпретацию полученных данных» [9].

Шестой этап включает в себя два десятилетия XX в. и начало XXI в. Для данного этапа характерны масштабные исследования по изучению донных отложений озер по всему миру. В научном труде Д.А. Субетто шестой этап истории изучения донных отложений озер заканчивается в начале 2000-х годов.

Нами были систематизированы исследования донных отложений озер России, которые проводились, начиная с 2002 г. по сегодняшний день. Исходя из результатов анализа, представленных в **таблице**, изучению донных отложений сотен озер таких регионов, как: Южный, Средний Урал, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и др. были посвящены работы более 100 исследователей и ученых. Нами исследования были подразделены на 7 групп:

1. Исследования, посвященные проблеме загрязненности тяжелыми металлами.
2. Исследования, посвященные проблеме загрязненности нефтепродуктами.
3. Исследования, в которых рассматривались проблемы загрязненности нефтепродуктами и тяжелыми металлами.
4. Исследования, посвященные палеоклиматическим условиям и осадкообразованию.
5. Исследования, посвященные изучению микроорганизмов в донных отложениях.
6. Исследования, посвященные изучению органического вещества в донных отложениях.
7. Иные исследования, которые не входят ни в одну из выше перечисленных групп и не могут быть выделены в отдельные группы из-за небольшого количества исследований. В дальнейшем из этой группы можно выделить исследования, объединив в отдельные группы, такие как: посвященные исследованию газов, гуминовых кислот, неметаллов в донных отложениях озер.

Основная масса исследований посвящена определению тяжелых металлов и нефтепродуктов в донных отложениях озер. По проблематике нефтезагрязненности донных отложений озер нами было выделено и проанализировано 15 научных работ, 11 из них проводились на территории Западной Сибири. Приведем ряд примеров наиболее значимых по обследованной территории региона и количеству анализируемых параметров. В исследованиях Л.П. Паничевой, С.С. Волковой, Т.А. Кремлевой изучено 22 малых фоновых озера Западной Сибири, направленных на определение степени загрязненности донных отложений нефтепродуктами. Как отмечают авторы, концентрация нефтепродуктов в донных осадках малых фоновых озер может быть выше, чем в воде в 218÷24667 раз, прежде всего, обусловленная водной и атмосферной миграцией.

Особого внимания заслуживают исследования групп ученых, направленные на изучение вопроса о технологиях биологического очищения донных отложений озер от нефти и нефтепродуктов. В работе [1] Д.С. Воробьева, Н.А. Залозного, С.В. Лушников и др. был представлен способ очистки донных отложений водоемов от нефти и нефтепродуктов и устройство для его осуществления. Способ основан на концепции минимизации экологического ущерба при проведении очистных работ, в результате которого производится очистка субаквальных почв и поверхностных вод. В результате проведенных работ содержание нефти в субаквальных почвах было снижено в 35–40 раз до остаточного содержания нефти 0,40–0,45 г/кг. Предложенная очистная установка является мобильной и может доставляться в труднодоступные районы вездеходным транспортом.

В нашей работе мы хотим заострить внимание на одной из проблем, существующих в настоящее время, — это проблема определения истинно техногенного загрязнения в донных отложениях озер. В этой связи интересны результаты работ [10, 11, 13] по изучению донных отложений озер на территории Саяно-Алтайского месторождения. Данные исследования проводились в период с 2012 по 2014 г. Для выполнения химического анализа применялись методы хромато-масс-спектрометрии, атомного элементного анализа и ИК-спектрометрии. Пробы донных отложений отбирали в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа — Югры, в 30 км к северо-востоку от г. Нижневартовск. Район исследований представляет собой группу озер, расположенных на территории Саяно-Алтайского нефтяного месторождения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (площадь каждого озера 1–1,5 га.; для каждого озера донные отложения были исследованы в 70–80 равномерно распределенных точках на глубину 75–100 см с соблюдением стратификации с шагом 25 см, а также в 3-х точках на глубину до 3 м в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80 торфяным буром вдоль береговой линии и по площади озера). В результате комплексного исследования отобранных образцов донных отложений 28 озер с применением ИК-спектрального анализа выявило неоднородность загрязнения

Систематизация исследований по изучению донных отложений озер России по группам

№	Год начала исследования	Год выхода статьи	Название озера	Местоположение	Ученый/Исследователь
Группа № 1 (Тяжелые металлы)					
1		2002	Пясино	Красноярский край, Норильский район	Е.М. Старичков
2		2003	Кучак	Тюменская область	В.Г. Катанаева, А.А. Машошына, Н.Т. Ларина, М.А. Газизова
3		2008	Чередовое	Омская область	Т.В. Скрипко, А.М. Хорышева
4	2005	2008	Умбозеро	Мурманская область	В.А. Даувальтер, С.И. Ящишина
5	1987–2001	2009	Горное, Чунозеро, Ельярв	Мурманская область	В.А. Даувальтер, Н.А. Кашулин, С.С. Сандимиров, Н.Е. Раткин
6		2009	Тургояк, Алабуга, Серебры	Челябинская область	В.Н. Удачин, В.В. Дерягин, Р. Китагава, П.Г. Аминов
7		2010	Безымянное	Ямало-Ненецкий автономный округ, Пуровский район	Т.А. Кремлева, Л.С. Бронникова
8	1997–2008	2010	100 озер Республики Татарстан	Республика Татарстан	Д.В. Иванов, И.И. Зиганшин, Е.В. Осмелкин
9		2011	Королев	Оренбургская область	Л.В. Голинская, Г.Ф. Кольчугина, Н.В. Винокурова, Г.Н. Соловых
10	2008–2009	2011	Ильмень	Новгородская область	И.А. Кузьмина, О.В. Кузнецова, Т.А. Асанова
11		2012	Асылыкуль	Республика Башкортостан	Ф.Х. Бикташева, Г.Ф. Латыпова
12	2008–2012	2013	Масельгское, Вильно, Саргозеро	Архангельская область	К.В. Титова, Н.М. Кокрятская
13	2012	2013	Палецкое	Московская область	О.Н. Волошина, В.М. Хромов, Д.В. Малашенков, Н.В. Карташева
14	2010	2013	Большой и Малый Вудъявр, Нюдъявр	Мурманская область	В.С. Югай, В.А. Даувальтер, Н.А. Кашулин
15	2000, 2004	2014	Селигер	Тверская область, Новгородская область	Г.Н. Иванов
16		2014	40 озер	Таежная зона Западной Сибири	Г.Н. Шигабаева, Е.О. Ахтырская
17		2014	Иткуль	Республика Хакасия	Н.В. Архипова, Н.А. Макаренко, В.П. Парначев, А.Л. Архипова
18		2014	Онежское, Ладожское	Республика Карелия, Ленинградская и Вологодская области	Н.А. Белкина
19	1992–2006, 1997–1998, 2013	2015	Северная часть Ладожского озера	Республика Карелия, Ленинградская область	Н.А. Белкина, Д.А. Субетто, Н.А. Ефремова, М.С. Потахина
20	2007–2012	2015	Базарское, Большое Щучье, Чебак, Лиса, Курюкалы	Пензенская, Ульяновская, Нижегородская области, Чувашская Республика	Е.В. Осмелкин, Д.В. Иванов, И.И. Зиганшин
21	2012	2015	Четырхверстное, Ламба	Республика Карелия	З.И. Слуковский, А.С. Медведев
22		2016	Нижний Кабан, Средний Кабан, Верхний Кабан, озера ВКГПБЗ	Республика Татарстан, г. Казань, Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник	В.С. Валиев, Д.В. Иванов, И.И. Зиганшин, Д.Е. Шамаев, В.В. Маланин, А.А. Марасов
23		2017	Грязное	Республика Карелия, Медвежьегорский район	З.И. Слуховской, А.С. Медведев, Т.П. Бубнов, Е.В. Сыроежкин
Группа № 2 (Нефтепродукты)					
24		2008	Озеро вблизи пос. Межениковка	Западная Сибирь, Томская область	Д.С. Воробьев, Ю.А. Франк, Н.А. Залозный, С.В. Лушников, Л.П. Ступакова
25		2012	Озеро вблизи Томска	Западная Сибирь, Томская область, г. Томск	Д.С. Воробьев, Ю.А. Франк, С.В. Лушников
26	2011	2013	22 озера Западной Сибири	Западная Сибирь	Л.П. Паничева, С.С. Волкова, Т.А. Кремлева
27		2013	Самотлор	Западная Сибирь, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра	Д.С. Афонин, А.Б. Берберов, П.А. Гуштин, Е.В. Иванов, Я.А. Чудаков

№	Год начала исследования	Год выхода статьи	Название озера	Местоположение	Ученый/Исследователь
28	2012–2013		3 озера Самотлорского месторождения	Западная Сибирь, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра	О.С. Кузьменко, М.Г. Кульков, И.С. Чухин, Д.М. Тихонова, С.В. Нехорошев, А.В. Нехорошева
29	2014		25 озер на территории Самотлорского лицензионного участка	Западная Сибирь, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра	О.С. Кузьменко, М.Г. Кульков, И.С. Чухин, Д.М. Тихонова, С.В. Нехорошев, А.В. Нехорошев
30	2013	2013	Малое Минзилинское	Новосибирская область	А.И. Астанин, Н.Б. Наумова, А.Ю. Алексеев, С.Н. Загребальный, Л.С. Адаменко
31	2010	2013	Шунет, Тус, Утичье, Беле, Шира, Итькуль, Ая, Каимское, Манжерок, Сорокинское	Республика Хакасия и Алтай	О.В. Серебренникова, И.В. Русских, П.Б. Кадычагов, Е.Б. Стрельникова, Е.В. Гулая
32		2016	3 озера без названия в районе куста № 14 Южно-Аганского л. у., озеро Комсомольское	Западная Сибирь, г. Нижневартовск	А.И. Фахрутдинов, Т.Д. Ямпольская, А.А. Зубайдулин
Группа № 3 (Тяжелые металлы и нефтепродукты)					
33	2005	2006	Пряжинское	Республика Карелия	Н.А. Белкина, И.Ю. Потапова
34	2011	2012	Средний Кабан	г. Казань	Д.В. Иванов
35	2011–2012	2014	29 озер Западной Сибири	Западная Сибирь	Т.А. Кремлева, А.А. Шавнин, С.А. Паничева
36	2011	2014	озера г. Тюмени	Западная Сибирь, г. Тюмень	С.А. Гузеева
37	2010, 2012	2015	Кандры-Куль	Республика Башкортостан	Н.Г. Шерышева, Т.А. Ракитина
38	2015	2016	Имандра	Мурманская область	В.С. Анохина, П.П. Кравец, С.С. Малавенда, П.Г. Приймак, О.С. Тюкина
Группа № 4 (Палеоклиматические условия и осадкообразование)					
39	1997–1998	2002	Кандрыкуль, Асликуль	Южное Предуралье, Бугульминско-Белебеевская возвышенность	А.Р. Нигмедзянова, А.С. Борисов
40		2007	Онежское	Республика Карелия, Ленинградская область, Вологодская область	Н.А. Белкина
41	2007–2009		Никоновское, Коневское, Крестовое, Лещевое, Германово	Республика Карелия, Валаамский архипелаг	В.Е. Марков
42		2010	184 озера Сибири	Сибирь	В.Д. Страховенко, Б.Л. Щербов, И.Н. Маликова, Ю.С. Восель
43		2011	Телецкое	Республика Алтай	В.Г. Лужецкий
44		2011	Серебры, Сырыткуль	Челябинская область	В.В. Дерягин, А.В. Масленникова, А.В. Дерягин
45	1999–2009	2011	Большое Глубокое, Раифское	Республика Татарстан	Д.В. Иванов, Е.В. Осмелкин, И.И. Зиганшин
46		2012	Сакское	Республика Крым	М.А. Веселова
47		2014	Байкал	Республика Бурятия, Иркутская область	О.Ю. Астраханцева, Л.А. Филиппова
48	2010	2015	Манжерокское	Республика Алтай, Майминский район	Т.А. Бляхарчук, Е.Ю. Митрофанова, А.Н. Эйрих
49		2015	Палозеро, Сяргозеро	Республика Карелия	Т.С. Шелехова, Д.А. Субетто, Ю.С. Тихонова, М.С. Потахин
50		2016	Хашозеро, Турастамозеро, Мягрозеро, Леликозеро, Сяргозеро, Палозеро, Полевское, Яндомозеро	Республика Карелия	Т.С. Шелехова, Д.А. Субетто
51		2016	Собакино, Провальное	Республика Татарстан, Зеленодольский район	Д.В. Иванов, И.И. Зиганшин, Е.В. Осмелкин, Р.Р. Хасанов
Группа № 5 (Микроорганизмы)					
52	2008	2009	Байкал	Иркутская область	В.П. Гаранкина, В.Д. Дамбаев, С.П. Бурюхаев
53	2009	2010	Хилганта	Юго-Восточное Забайкалье	О.В. Шаргаева, Е.Ю. Абидуев
54		2015	Километровое, Котово	Ямало-Ненецкий автономный округ, Приуральский район	Л.А. Фролова, А.Г. Ибрагимова

№	Год начала исследований	Год выхода статьи	Название озера	Местоположение	Ученый/Исследователь
55		2017	Байкал	Республика Бурятия, Иркутская область	С.В. Букин
Группа № 6 (Органическое вещество)					
56		2011	16 озер Минусинской котловины	Юг Красноярского края, Республика Хакасия	Н.Г. Клопотова, Т.А. Пушкарева
57		2011	13 озер Самарской Луки	Самарская область	В.И. Номоконова
58	1965–2009	2011	98 озер Карелии, Онежское, Ладожское	Республика Карелия, Ленинградская, Вологодская области	Н.А. Белкина
Группа № 7 (Иные исследования)					
59		2009	Доронинское содовое озеро	Забайкальский край	Н.В. Серебренникова
60		2010	Болван, Иргень	Забайкальский край	Т.Л. Шильникова, Ц.Б. Лыгдынова, О.Р. Набиева
61		2012	9 содовых озер Забайкалья	Забайкалье	Е.Ю. Абидуева, Л.П. Козырева, Д.Д. Цыренова, Б.Б. Намсараев, Б.Б. Батоболотова, Е.Б. Матюгина
62		2012	Иткуль, Уфимское, Сырыткуль	Челябинская область	А.В. Масленникова, В.В. Дерягин, В.Н. Удачин
63		2014	7 озер без названий, Польштур, Белое	Таежная зона Тюменской области	Г.Н. Шигабаева
64		2014	Святое	Юг Архангельской области	К.В. Титова, Н.М. Кокрятская
65		2014	Калган, Половниково, Угремово, Плоховское, Апляцкое	Тюменская область	Т.А. Кремлева, Г.Н. Шигабаева, Л.П. Паничева, В.В. Тишаева
66		2014	Большой Харбей	Ямало-Ненецкий автономный округ, Приуральский район	Л.Б. Назарова, Л.Р. Косарева, Н.А. Рудая, Л.С. Сырых, Л.А. Фролова, Л.И. Гафиатуллина, Д.М. Кузина, О.Н. Туманов, О.В. Палагушкина, Е.Б. Фефилова, О.А. Лоскутова
67		2015	Онежское	Республика Карелия, Ленинградская, Вологодская области	Н.А. Белкина
68		2015	Большой Таткуль	Южный Урал, Ильменский заповедник	П.М. Вализер, Е.П. Щербакова, Н.К. Никандрова, А.С. Никандров, С.Н. Никандров
69	2008	2015	Большое Яровое	Алтайский край, г. Славгород	П.С. Крылов, Д.К. Нургалиев, П.Г. Ясонов
70		2015	Имандра	Мурманская область	В.А. Даувальтер, Н.А. Кашулин
71	2008	2017	Вендюрское	Южная часть Карелии	Н.И. Пальшин, Г.Э. Здоровеннова, Т.В. Ефремова, Р.Э. Здоровеннов, Г.Г. Гавриленко, С.Р. Богданов, С.Ю. Волков, А.Ю. Тержевик
72		2017	Восток	Антарктида	Н.И. Васильев, Г.Л. Лейченков, Э.А. Загривный

в нижнем и среднем слоях отобранных образцов. Проведенные расширенные исследования с применением ХМС анализа позволили выявить группы веществ-«индикаторов» техногенного нефтяного загрязнения: 1 группа — нормальные и мелилзамещенные алкилбензолы состава $C_{14}-C_{25}$ (идентификация в сопоставлении с образцом нефтезагрязнения — обнаружен/не обнаружен); 2 группа — алкилфенантрены состава $C_{15}-C_{17}$ (идентификация в сопоставлении с образцом нефтезагрязнения — обнаружен/не обнаружен); 3 группа — нормальные алканы до $C_{34(35)}$ (сопоставление с образцом нефтезагрязнения рассчитываемых параметров состава *n*-алканов — индекс нечетности *n*-алканов, соотношения высоко- и низкомолекулярных гомологов). Обнаружено, что оптимальным критерием для построения

схемы комплексного химического анализа отобранных проб является уровень концентрации нефтепродуктов, равный 4,7 г/кг. Для проб, имеющих содержание нефтепродуктов выше 4,7 г/кг и проб с выявленными признаками нефтезагрязнения техногенного происхождения (по результатам ХМС и АЭС анализов), предлагается провести дополнительный отбор проб на глубину до 2 м со стратификацией по 25–50 см. В работе был сформирован и предложен к внедрению в рамках мониторинга минимальный достаточный перечень химико-аналитических исследований (схема исследований) образцов донных отложений обследуемых объектов, необходимых для достижения цели НИР. Официальные методики, внесенные в Государственный реестр, позволяют определять лишь суммарное содержание НП

в почве и применимы только для анализа загрязнения почвогрунтов НП в случаях свежих разливов, что ограничивает их применение для мониторинга нефтезагрязненных территорий и контроля качества выполненных рекультивационных работ. С другой стороны, в ряде работ показано, что определяемые по этим методикам УВ могут соответствовать не только техногенному загрязнению, но и присутствующему в пробах нативному ОВ. В связи с этим необходимо проведение специальных исследований для изучения состава и особенностей химической структуры выделенных углеводородных компонентов.

Исходя из проведенного анализа современных исследований по проблематике изучения загрязненности донных отложений водных объектов, нами предлагается расширить периодизацию Д.А. Субетто и выделить седьмой этап истории изучения донных отложений озер с 2002 г. по настоящее время. Это связано с тем, что значительная часть исследований, проводимых в России в этой области, посвящена проблемам загрязненности донных отложений озер тяжелыми металлами, нефтью, нефтепродуктами и способами очистки донных отложений от загрязнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, Д.С. Технология очистки субаквальных почв загрязненных нефтью / Д.С. Воробьев, С.П. Кулижский, Ю.А. Носков, О.Э. Мерзляков, Ю.А. Франк. / Природно-техногенные комплексы: современное состояние и перспективы восстановления: Сб. матер. междунар. науч. конф. — НИТГУ, 2016. — С. 54–57.
2. Дерягин, В.В. Озерные геосистемы восточного склона Южного Урала и их изменение в зоне техногенного воздействия: Дис. ...канд. геогр. наук / В.В. Дерягин. — Пермь, 1999. — 158 с.
3. Жемчужников, Ю.А. Сезонная слоистость и периодичность осадконакопления / Ю.А. Жемчужников. — М.: Издательство АН СССР, 1963. — 67 с.

4. Зайков, Б.Д. Очерки по озероведению: вторая часть / Б.Д. Зайков. — Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1960. — 237 с.
5. Иванов, К.П. Сапропели озер Центральной Якутии (классификация, темпы седиментации, охрана, использование): Дис. ... канд. биол. наук: 11.00.11 / К.П. Иванов. — Якутск, 1999. — 183 с.
6. Косова, И.В. Геоэкологическая оценка формирования водной системы Селигер в условиях антропогенного воздействия: Дис. ... канд. тех. наук: 25.00.36 / И.В. Косова. — Тверь, 2001. — 220 с.
7. Курочкина, А.А. Озеро Кубенское. Часть 2. Гидрохимия, донные отложения, растительные сообщества / А.А. Курочкина. — Л.: Наука, 1977. — 220 с.
8. Леонова, Г.А. Оценка современного экологического состояния озер Алтайского края по биогеохимическим критериям / Г.А. Леонова // Электронный журнал Исследовано в России. — 2005. — С. 954–972.
9. Манихин, В.И. Растворенные и подвижные формы тяжелых металлов в донных отложениях пресноводных экосистем / В.И. Манихин, А.М. Никаноров. — СПб.: Гидрометеоиздат, 2001 г. — 165 с.
10. Минаев, Н.Д. Оценка состояния донных отложений озер на современном этапе и ретроспектива вопроса / Н.Д. Минаев, А.В. Нехорошева, О.С. Кузьменко, С.В. Нехорошев, М.Г. Кульков // Экологические системы и приборы. — 2016. — № 5. — С. 34–40.
11. Минаев, Н.Д. Хроматографические методы анализа и их роль при изучении нефтезагрязненных донных отложений / Н.Д. Минаев // Инновационная наука: прошлое, настоящее, будущее: Сб. статей Междунар. н-пр. конф. — 2016. — С. 252–259.
12. Моря, озера и трансграничные водосборы России, Финляндии и Эстонии: Лекции науч. сотрудников, преподавателей и молодых ученых для вузов (по докладам Междунар. молодежной школы-конф.). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. — 222 с.
13. Нехорошев, С.В. Стратегия аналитического контроля нефтяных и нефтеподобных углеводородов в донных отложениях с использованием метода газовой хроматографии-масс-спектрометрии / С.В. Нехорошев, Н.Д. Минаев, А.В. Нехорошева // Современные проблемы экологии: Доклады XVI Междунар. науч.-техн. конф. — 2016. — С. 13–14.
14. Погодаева, Т.В. Поровые воды донных отложений оз. Байкал в районах накопления и разгрузки углеводородов: Дис. ...канд. геол.-минер. наук: 25.00.28 / Т.В. Погодаева. — Иркутск, 2008. — 134 с.
15. Субетто, Д.А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции / Д.А. Субетто. — М.: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. — 344 с.

© Минаев Н.Д., 2018

Минаев Николай Дмитриевич // minaev4444@mail.ru

ХРОНИКА

К 100-ЛЕТИЮ ГЕОРГИЯ ВЛАДИМИРОВИЧА МАХИНА

13 марта 2018 г. исполнилось 100 лет со дня рождения известного ученого-геолога Георгия Владимировича Махина (1918–2011), одного из основателей научно-практического направления в изучении геологии Земли дистанционными методами. В 1944 г. Георгий Владимирович окончил Московский геологоразведочный институт и начал свою трудовую деятельность в геологии в ВИМСе, где проработал 10 лет, а затем перешел на работу в ВАГТ и навсегда связал свою жизнь с «Аэрогеологией». Он трудился в самых отдаленных уголках страны, включая Туву, Восточные Саяны, Казахстан, Камчатку и другие регионы. На территории Тувы Георгий Владимирович изучал Эрзинский рудный пояс с ультраосновными массивами, где были найдены перспективные проявления хромита и асбеста. Совместно с В.М. Моралевым они нашли в этой зоне крупное проявление талька «Улар». Приобретя бесценный опыт полевого геолога, он на протяжении более 25 лет проработал начальником аэрогеологических экспедиций.



В 1962 г. Г.В. Махин стал начальником Прибалхашской аэрогеологической экспедиции, которая вела геологические съемки на территории Восточного Казахстана от оз. Балхаш до гор Ченгиз-Торбагатая. Здесь велись поиски на руды пьезооптического сырья и урана. В это же время по инициативе Г.В. Махина в «Аэрогеологии» был создан методический кабинет, осна-