

Утверждаю



Директор ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

д.г.-м.н. В.Н. Удачин

21 января 2025 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Малова Виктора Игоревича “Геохимия и минералогия компонентов системы Онежского озера”, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. “Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых”

Диссертационная работа Малова Виктора Игоревича “Геохимия и минералогия компонентов системы Онежского озера” объемом 120 страниц, состоит из введения, 6 глав, заключения и библиографического списка из 149 литературных источников. Работа включает 8 таблиц и иллюстрируется 63 рисунками. Материал диссертации изложен на хорошем профессиональном языке, к большому сожалению, со значительным количеством грамматических ошибок.

**Актуальность темы и цель исследования.** Работа базируется на изучении одного из видов исторических природных архивов – донных отложений одного из крупных озер Российской Федерации. Комплекс процессов, протекающих на водосборе и акватории озера, влияющих на формирование экосистемы Онежского озера, оценка механизмов потоков вещества и его последующей трансформации на основе анализа донных отложений, позволяет лучше оценить процессы седиментогенеза Онежского озера. Немаловажно, что полученные новые данные по геохимии и минералогии донных отложений имеют практическое применение в рамках природоохранных мероприятий регионального уровня. Поставленная автором цель исследования - комплексная оценка процесса современного литогенеза Онежского озера на основе геохимических и минералогических исследований обоснована и успешно достигнута.

**Научная новизна и практическая значимость.** Получены данные по минеральному и геохимическому составу разреза четвертичных отложений, слагающих котловину Онежского озера. Детальное изучение всех этапов формирования донного осадка из осадочного материала, поступающего из разных источников в озеро, впервые позволило установить факторы, отвечающие за состав минеральных ассоциаций донных отложений, и проследить изменение вещественного состава в процессе осаждения. Установлено, что для голоценовых отложений Онежского озера важную роль в распределении химических элементов играют процессы диагенеза, которые проявляются в перераспределении ряда элементов и формировании аутигенных минералов. Практическая значимость

исследований минерального состава, сфокусированных, в том числе, на аутигенном минералообразовании, позволяет прогнозировать роль процессов будущей эвтрофикации крупной озерной экосистемы. Доказанное отсутствие влияния дигенетических изменений на вертикальное распределение радиогенных изотопов  $^{210}\text{Pb}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях позволяет другим исследователям лишний раз уверенно использовать метод радиометрического датирования для донных отложений последнего столетия.

**Фактический материал и методы исследования.** Диссертационная работа базируется на обширном фактическом материале полевых работ шестилетнего периода в составе большого коллектива сотрудников различных организаций. Отбор материала проводился с борта научно-исследовательского судна различными пробоотборниками, двумя вариантами седиментационных ловушек. Отобранный материал изучался современными аналитическими методами: методом атомно-абсорбционной спектрометрии; методом «холодного пара» атомно-абсорбционной спектроскопии; рентгеноспектральным флуоресцентным анализом; методом рентгеновской дифрактометрии; методом рамановской спектроскопии; сканирующей электронной микроскопии; полупроводниковой гамма-спектрометрии. Большой объем фактического материала, использование современных методов аналитических исследований, обобщение опубликованных результатов предшественников позволило автору диссертации получить обоснованные научные результаты достойного уровня.

**Основные результаты по теме диссертации** докладывались автором на 6 конференциях. Жаль, что общепринятое в таких случаях перечисление конференций, отсутствует.

**В первой главе** приведен литературный обзор по Онежскому озеру. **Вторая глава** посвящена, преимущественно, геологическому строению водосборной территории. **Замечание к главам 1 и 2.** Представляется, что 13 страниц по объему изложения на две первые главы при полном отсутствии постановки проблемы необходимости научного исследования, явно недостаточно.

**Третья глава** посвящена методам экспедиционных исследований и аналитическим работам с пробами в камеральный период. Глава написана сухим, понятным языком без замечаний.

**Четвертая глава** посвящена характеристике геохимического и минерального состава донных отложений Онежского озера. Приведены значительные по объему данные по распределению макро- и микроэлементов в составе донных отложений, основанные на результатах рентгеновской дифрактометрии, электронной микроскопии с энергодисперсионным анализом, частично КР-спектроскопии. **Замечания к главе 4.** Вызывает вопросы термин "фрамбоэдальный пирит", "фрамбоэрд пирита". Почему автор не использует классический термин "фрамбоидальный пирит", "фрамбоид пирита"? Диссертантом обосновывается деление макро- и микроэлементов в вертикальной колонке донных отложений на две группы. Объединение этих элементов для последующего деления на группы

уже вызывает вопросы, поскольку ранее автор, совершенно справедливо, относил Al, Mg, K к элементам терригенного сноса. А преимущественно микроэлементы отнесены к результату процессов раннего окислительного диагенеза. На рис. 4.32 приведена иллюстрация распределения элементов двух групп. И, как минимум, Sb, Cd, Hg можно отнести к техногенно-аккумулятивному типу распределения по вертикали, а не как к результату раннего окислительного диагенеза.

В пятой главе изложены результаты изучения осадочного вещества Онежского озера. Глава практически полностью базируется на исследовании минерального состава с использованием двух методов – рентгеновской дифрактометрии и электронной микроскопии. Приведены данные по оценке скоростей озерной седиментации с использованием двух радиогенных изотопов  $^{210}\text{Pb}$  и  $^{137}\text{Cs}$ . Для характеристики геохимии поступающего с реками материала и осаждающегося в седиментационных ловушках сразу же приводятся результаты кластерного анализа без первичных данных в виде таблиц, графиков и т.д. В начале главы диссертант приводит своеобразную формулировку одного из объектов изучения: “В данной работе изучались: ..... 3) современные донные отложения, которые представляют материал заключительного этапа формирования донных отложений.”

Шестая глава посвящена исследованиям ртути, как потенциально наиболее токсичного элемента в донных отложениях Онежского озера. Сопоставляются данные по концентрациям ртути в составе взвешенного вещества и в донных отложениях озера. Установлено, что из 10 пунктов наблюдения в 8 преобладает форма ртути коллоид-раствор. Приведены и проиллюстрированы результаты оценки латерального распространения ртути по акватории озера для верхних частей колонок донных отложений.

Замечания к шестой главе. Максимальные содержания ртути в составе взвешенного вещества установлены в Лижемской губе и Повенецком заливе. Неясно, это материал из седиментационных ловушек или влекомая взвесь речного стока? Различные варианты интерпретации повышенных содержаний ртути диссертант связывает с возможностью поступления от промышленных предприятий, в составе пыли (?). Кроме крупного предприятия в Кондопоге, какие еще могут быть источником поступления? Один рисунок 6.5 положения пунктов с повышенными содержаниями ртути и расположением потенциальных источников поступления (населенные пункты и массивы шунгитов) не может прояснить ситуацию при интерпретации результатов. Имеется значительное количество опубликованной литературы по роли газообразной ртути в общем балансе миграции ртути, когда мозаичное распределение общей ртути в депонирующих средах, как на рисунке 6.5, обусловлено именно газообразной формой поступления.

### Защищаемые положения

1) В результате диагенеза на редокс-границе в голоценовых донных отложениях Онежского озера, выраженного в перераспределении ряда элементов (Fe, Mn, Ba, P, Cd, Ni, Zn, Mo и Hg) образуются аутигенные

**минералы двух парагенетических ассоциаций: пиролюзит, бернессит, голландит, гетит разной степени кристалличности в окислительном диагенезе; вивианит, родохрозит, сидерит в восстановительном диагенезе.**

Вопрос о "свежести" части этого защищаемого положения, поскольку на стр. 49 диссертантом обозначено: "В более ранних работах научного руководителя диссертанта установлено, что в верхней части современных донных отложений Онежского озера существуют два типа стратификации, которые обусловлены глубиной нахождения редокс-границы в донных отложениях".

**2) Осадочное вещество Онежского озера достигает дна без существенных изменений и представлено минералами терригенной фракции, биогенной составляющей, а также частицами антропогенного происхождения. Отличия в вещественном составе заключаются в доле биогенной составляющей (в 2-3 раза выше в поступающем осадочном веществе) и в катионном составе иллита и хлорита (в донных отложениях появляются аутигенные Fe-иллиты и хлориты). Скорость седиментации варьирует как по акватории Онежского озера, так и в пределах одного района от 0,03 см/год до 0,14 см/год.**

Небольшое замечание относится к присутствующей в формулировках констатационности.

**3) Общее содержание ртути в воде Онежского озера в среднем составляет  $0,32 \pm 0,07$  мкг/л. Увеличение содержания ртути в донных отложениях вверх по разрезу незначительно в среднем от  $0,041 \pm 0,001$  мкг/г до  $0,067 \pm 0,003$  мкг/г обусловлено миграцией Hg и ее переотложением на геохимическом барьеере совместно с Fe и Mn и антропогенным загрязнением. Преобладающая форма нахождения ртути в воде - раствор+колloid.**

Ртуть мигрировала вверх по разрезу донных отложений? Доказательства миграции? В каких формах? Как переотлагалась? Что это за процессы? Роль сорбции ртути соединениями Fe и Mn, с одной стороны и антропогенное загрязнение с другой. Что преобладает?

**Основное замечание** касается фактического материала, использованного для диссертации. В результате знакомства с диссертационной работой абсолютно непонятно какой конкретно материал и в каких объемах был использован для данного исследования. В целом, описание фактического материала, послужившего основой для диссертационной работы, а также личного вклада автора неполное, неопределенное и не дает представление об объеме проделанной автором работы.

В частности, указано, что экспедиции проводились с 2016 по 2022 годы и автор принял участие в экспедиционных работах. Во всех? Далее указано, что "отобрано 2 керна донных отложений длиной до 10 м, 93 колонки донных отложений длиной до 3 м (в сумме 836 проб донных отложений), 24 седиментационные ловушки (которые включали осадочный материал (24 пробы), воду (24 пробы) и фильтры (24 пробы)), 36 проб воды Онежского озера и взвеси из нее (36 проб)". В "Личном участии автора" указано, что "автором проведена дальнейшая пробоподготовка для аналитических методов исследования". Для всего отобранного материала?

Обозначено: "Автор самостоятельно изучал материалы на сканирующем электронном микроскопе". Сколько проб? Описано, что отобранный материал изучался комплексом аналитических методов, однако не указано количество проб для каждого анализа. В тексте диссертационной работы приводятся графики, рисунки и таблицы, но в большинстве случаев не указывается какие и сколько колонок донных отложений и других проб послужили основой для того или иного результата. Очевидно, что такая большая и сложная работа проводилась большой группой исследователей и на странице 7 текста диссертации четыре организации этих масштабных проектов указаны. Это прослеживается и при анализе представленных публикаций. Так и осталось непонятным какая же часть огромного массива фактического материала изучена автором и послужила основой для кандидатской диссертации?

В диссертации сравнивается геохимический состав плейстоценовых и голоценовых отложений, однако не написано, какой конкретно колонки (колонок?). Где она была отобрана? Кроме того, в работе используется понятие "обобщенная колонка" донных отложений, однако непонятно, на основе каких колонок она составлена. На основе всех 93 колонок, отобранных в результате экспедиционных исследований?

**Соответствие автореферата тексту диссертации.** Автореферат информативен. Его структура, построение, изложение и содержание соответствуют основным положениям диссертационной работы.

**Соответствие работы научной специальности.** Диссертация Малова В.И. соответствует п. 13 и п.14 паспорта специальности 1.6.4 «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Работа выполнена по актуальной тематике, содержит решение научных задач, имеющих значение для развития соответствующей отрасли знания. Полученные результаты дополняют теоретические представления о миграции химических элементов в объектах окружающей среды, расширяют данные о роли аутогенного минералообразования при раннем диагенезе донных отложений пресноводных систем аквального происхождения.

Представленная диссертационная работа выполнена на достойном профессиональном уровне, является законченным научно-квалификационным исследованием и отвечает критериям, установленным п.п. 9-14 раздела II Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в редакции от 26.01.2023 г.), а ее автор, Малов Виктор Игоревич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 – «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Отзыв ведущей организации обсужден на заседании Объединенного ученого совета 20.01.2025 (протокол №1) Федерального государственного бюджетного учреждения

науки Южно-Уральского федерального научного центра  
минералогии и геоэкологии Уральского отделения  
Российской академии наук

Масленникова Анна Валерьевна, кандидат  
геолого-минералогических наук, научный сотрудник  
лаборатории минералогии техногенеза и геоэкологии  
ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

adenophora@inbox.ru

тел. (3513) 298098

21 января 2025 г.

456317 г. Миасс, Челябинской области,  
тер. Ильменский заповедник

Подпись



Верно  
Начальник отдела кадров  
ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

Масленникова А.В.

Я, Масленникова Анна Валерьевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

Филиппова Ксения Александровна, кандидат  
геолого-минералогических наук, научный сотрудник  
лаборатории минералогии техногенеза и геоэкологии  
ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

Kseniyafil@yandex.ru

тел. (3513) 298098

21 января 2025 г.

456317 г. Миасс, Челябинской области,  
тер. Ильменский заповедник

Подпись



Верно  
Начальник отдела кадров  
ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН

Филиппова К.А.

Я, Филиппова Ксения Александровна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку