

На правах рукописи
УДК 551.89:551.794:552.5

Толстоброва Алёна Николаевна

**ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ
ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗОЛИРОВАННЫХ БАССЕЙНОВ
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА
(ПО ЛИТОЛОГИЧЕСКИМ И ДИАТОМОВЫМ ДАННЫМ)**

Специальность 1.6.14 – геоморфология и палеогеография

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Санкт-Петербург
2022

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Донные отложения (ДО) малых озерных котловин, которые относятся к категории водоемов, изолированных в разное время от более крупного бассейна, являются объектом многоцелевых исследований, включающих палеоклиматические, палеогеографические, неотектонические реконструкции. ДО из малых озерных котловин обычно не подвержены значительным размывам вследствие внутренней динамики водной толщи, поэтому их строение наиболее валидно в отношении таких реконструкций. Для выявления их литогенетических характеристик и фациальной принадлежности традиционно используются результаты диатомового анализа. Помимо палеоэкологических, палеолимнологических аспектов применения данные диатомового анализа являются востребованными и для целей стратиграфии позднеледниковых и голоценовых отложений. В котловинах малых озер, занимающих разное положение по отношению к береговой линии моря или другого крупного водоемов, находящихся в разных палеогляциологической, палеогеографической и тектонической ситуациях, происходит накопление генетически разнородных осадочных толщ. Состав и строение таких осадочных последовательностей (ОП) могут иметь свои возрастные и некоторые вещественные особенности, однако общая схема стратификации, а также главные характеристики осадков, связанные с перемещением береговой линии моря или другого родительского водоема, сохраняются, отражаясь в составе диатомовых водорослей. Изучение диатомовых комплексов применительно к морфолитостратиграфическому расчленению ДО в котловинах изолированных бассейнов северо-восточной (СВ) части Фенноскандинавского щита, проведено впервые. Стратиграфическое расчленение ОП в малых котловинах изолированных бассейнов, имеет корреляционное значение для выявления неотектонических и палеогеографических особенностей в развитии СВ части Фенноскандии.

Цель работы - на основе литологических и диатомовых данных выполнить стратиграфическое расчленение ОП, представленных в малых котловинах изолированных бассейнов СВ части Фенноскандинавского щита: реконструировать условия их образования, выделить слагающие их стратогены.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Выполнить литолого-стратиграфическое изучение ДО в озерных котловинах, расположенных в разных геолого-геоморфологических условиях (на побережьях Белого и Баренцева морей, во внутренней части Кольского региона);
2. Изучить видовой состав и экологическую структуру палеосообществ диатомей в ДО изолированных бассейнов;

3. Выделить отличительные черты диатомовой флоры и комплексы диатомовых водорослей, характерные для фациально-разнородных осадочных толщ ДО из изученных озерных котловин;

4. Выявить однотипные ОП в разрезах ДО из озерных котловин в зависимости от их геолого-геоморфологической ситуации и палеогеографических условий;

5. Применить данные литологического изучения и диатомового анализа для выяснения общей схемы формирования ДО в малых изолированных бассейнах СВ части Фенноскандинавского щита на протяжении заключительных этапов позднего неоплейстоцена и в голоцене.

Объект исследования: ДО в котловинах малых изолированных озер, расположенных в разных палеогеографических и геоморфологических ситуациях в СВ части Фенноскандинавского щита. **Предмет:** условия образования диатомовых комплексов, характерных для разных литогенетических типов ДО малых изолированных водоемов, морфолитостратиграфия ДО.

Материалы и методы исследования. Работа выполнена по результатам изучения ДО озер, полученных в ходе полевых исследований в 2008-2016 гг., также учитывались опубликованные материалы. В основном работа базируется на данных литологического изучения и диатомового анализа. В работе использован комплекс методов по сбору полевого материала, камеральной и аналитической обработке проб. При интерпретации полученных материалов учитывались опубликованные данные спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования. Всего проанализированы данные для ДО из 58 озерных котловин, расположенных на побережье Белого моря: в районах поселков Чупа (10 озер), Энгозеро (6), Лесозаводский (9), Умба (6), в пределах внутренней части Кольского региона: в депрессии озера Имандра (2), в долинах рек Лотты (5), Туломы (7), Колы (1), на побережье Баренцева моря: в районах г. Полярный (7), пос. Дальние Зеленцы (4), губы Дроздовка (1).

Личный вклад автора в исследования включал следующее: - бурение, опробование и литологическое изучение ДО; - техническая обработка проб; - диатомовый анализ ДО (всего изучено 189 образцов из 12 разрезов - во внутренней части Кольского региона в пределах Имандровской депрессии (1), в районе долины р. Лотта (5), р. Тулома (3), р. Кола (1) и на беломорском побережье северной Карелии в районе пос. Чупа (2)); - анализ опубликованных материалов по диатомовой флоре ДО изучаемого региона и сопоставление их с собственными данными; - интерпретация полученного материала.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. ДО изолированных бассейнов СВ части Фенноскандинавского щита представлены осадочной последовательностью литолого-стратиграфических единиц (*ЛСЕ*), которые относятся к морфолитостратиграфическим подразделениям - стратогенам, т.к. образуются в озерных котловинах и соотносятся с осадками разных литогенетических типов. На основе литологических и микропалеонтологических данных установлены соответствующие признаки выделенных *ЛСЕ*.

2. Формирование ОП в изолированных бассейнах побережий Белого и Баренцева морей обусловлено двумя региональными трансгрессивно-регрессивными циклами изменения относительного уровня моря – позднеледниковой и ранне-среднеголоценовой морскими трансгрессиями и сменявшими их регрессиями.

3. В пределах внутренней части Кольского региона литолого-стратиграфическая последовательность осадков в изолированных бассейнах формировалась при минимальном проникновении морских вод (позднеледниковой трансгрессии).

Научная новизна. Впервые выполнено морфолитостратиграфическое расчленение ОП в котловинах малых изолированных водоемов СВ части Фенноскандинавского щита, в качестве стратогенов выделены литолого-стратиграфические единицы (*ЛСЕ*), которые свидетельствуют о последовательной смене условий формирования изолированных озерных котловин побережья от стадии неровности дна в пределах приледникового пресноводного или морского бассейна до стадии современного континентального пресного озера. Впервые проведена детальная реконструкция условий формирования ДО на основе изучения диатомовых водорослей из осадков малых озер, изолированных от родительского водоема и расположенных в разных геолого-геоморфологических обстановках в СВ части Фенноскандинавского щита.

Теоретическое и практическое значение. Проведенные исследования существенно дополняют уже имеющиеся данные о стратиграфии позднеледниковых и голоценовых осадков Кольского региона и северной Карелии. Полученные данные расширяют представление о палеогеографии Кольского региона и северной Карелии в позднеледниковье и голоцене. Исследования имеют важное практическое значение, т.к. могут служить основанием для дальнейших палеогеографических и неотектонических реконструкций, построения стратиграфических схем. Практическая значимость проведенных исследований состоит и в том, что осадочные толщи разных

литогенетических типов ДО часто рассматриваются как маркирующие геологические образования для геодинамических реконструкций. Кроме того, диатомовые отложения и особенно диатомиты являются ценным полезным ископаемым и относятся к тем их видам, которые востребованы в народном хозяйстве.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность результатов исследования обеспечена большим объемом фактического материала и применением комплекса методов изучения ДО озерных котловин. Материалы диссертации были представлены на студенческих научно-технических конференциях МГТУ (Апатиты, 2009, 2011), на International field Simposium (Finland, 2011), молодежных конференциях, посвященных памяти К.О. Кратца и Ф.П. Митрофанова (Санкт-Петербург, 2010, 2014; Апатиты, 2013, 2016; Петрозаводск, 2012, 2015), Всероссийских совещаниях по изучению четвертичного периода (Апатиты, 2011; Ростов-на-Дону, 2013; Иркутск, 2015), Международных научных конференциях альгологов (диатомовые школы) (Борок, 2013, 2017; Звенигород, 2015; Минск, 2021), Международных научных конференциях «Проблемы Арктического региона» (Мурманск, 2009, 2014), Международной береговой конференции (Сочи, 2014), Всероссийском совещании «Геохимия литогенеза» (Сыктывкар, 2014), LXII сессии Палеонтологического общества (Санкт-Петербург, 2016), Ферсмановских научных сессиях (Апатиты, 2016, 2022).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 39 работ, из них 11 – в статьях в рецензируемых журналах из списка ВАК, Scopus, WoS.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 236 страницах, содержит 2 таблицы и 57 рисунков. Список литературы включает 233 наименований, в том числе 71 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю О.П. Корсаковой, а также В.В. Кольке, Д.С. Толстоброву за всестороннюю помощь и поддержку в написании работы. Особые слова благодарности Д.Б. Денисову, А.Л. Косовой за методическую помощь и консультации по диатомовому анализу, Л.Я. Каган, Т.С. Шелеховой за ценные советы и любезно предоставленные данные. Автор признательна С.Б. Николаевой, З.В. Пушиной, Н.Б. Лавровой, Н.Е. Зарецкой, М.Г. Тимофеевой, Л.И. Константиновой, С.В. Мудруку, Е.Н. Стешенко, И.А. Горбунову, А.Ю. Севастьянову, М.В. Тороповой, А.М. Глущенко, Е.Э. Савченко, П.А. Пахомовскому за содействие на разных этапах работы.

Исследования поддержаны грантами РФФИ № 13-05-10025; № 16-05-00311, проектом Минпросвещения России (№ FSZN-2020-0016).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Применение данных диатомового анализа в изучении четвертичных отложений северо-восточной части Фенноскандинавского щита (исторический обзор литературы)

Приводится обзор опубликованных работ, посвященных изучению диатомовых водорослей в четвертичных отложениях СВ части Фенноскандинавского щита. Результаты, полученные в ходе таких работ, начатых еще в 19 в., отражены в трудах многих ученых: А.П. Жузе, В.С. Порецкого, В.С. Шешуковой-Порецкой, Е.А. Черемесиновой, Г.И. Горецкого, Р.Н. Джиноридзе, Н.Н. Давыдовой, Е.И. Поляковой, С.Ф. Комулайнена, Т.А. Чекрыжевой, Т.С. Шелеховой, С.И. Генкала, А.В. Лудиковой, Д.А. Субетто, О.С. Шиловой, Л.Я. Каган, Д.Б. Денисова и др. Анализ проведенных исследований показывает, что в наименьшей степени уделено внимание стратиграфии ДО малых изолированных бассейнов.

Глава 2. Геолого-геоморфологическая и палеогеографическая характеристика северо-восточной части Фенноскандинавского щита

Представлен обзор опубликованных данных по строению кристаллического фундамента, осадочного покрова, рельефу и условиям его образования, палеогеографической ситуации СВ части Фенноскандинавского щита. Рассмотрены этапы деградации ледникового покрова в работах разных авторов. Особое внимание уделено специфике изолированных бассейнов.

К настоящему времени считается, что Кольский регион и смежная территория северной Карелии испытывает общее сводовое поднятие с локальными движениями земной коры по зонам разломов. Установлено, что с развитием и деградацией ледника, с проявлением неотектонических движений и гляциоизостатического поднятия связано перемещение береговой линии моря, формирование изолированных котловин и других береговых образований. *Изолированные бассейны* – депрессии, которые были отделены от более крупного водоема. В зависимости от своего гипсометрического положения они могли быть неровностями дна более крупного водоема –

пресноводного/солонатоводного приледникового в ходе дегляциации на заключительных стадиях позднего плейстоцена или морского в течение голоцена. В колонках ДО из изолированных озерных котловин в зависимости от условий их формирования последовательно было выделено пять *литогенетических типов* (фаций), которые отражают различия в условиях осадконакопления: - осадки приледникового озера (I); - переходная зона от пресноводных к морским условиям седиментации (II); - осадки морской фации (III); - переходная зона от морских к озерным отложениям (IV); - осадки фации пресноводного озера (V).

Глава 3. Материалы и методы

Приводится описание материала, положенного в основу работы (рис. 1), а также подробное описание используемых методов: бурение, опробование, литологическое изучение, радиоуглеродное датирование, палинологическое изучение, диатомовый анализ.

Глава 4. Диатомовые комплексы в донных отложениях малых изолированных бассейнов северо-восточной части Фенноскандинавского щита

В главе дана подробная характеристика диатомовых комплексов в ДО 58 озер, расположенных в разных геолого-геоморфологических ситуациях. В каждом из изученных озер в соответствии с литологией, палинологическими и радиоуглеродными данными выделены *литогенетические типы* осадков. Полученные результаты представлены в виде диаграмм, общий список и микрофотографии наиболее характерных видов диатомовой флоры изученных озер приведены в приложениях к диссертации.

На побережье Белого моря в ДО, соответствующих приледниковому озеру, диатомовые отсутствуют, либо встречаются единичные пресноводные створки и их обломки. В переходной зоне от пресноводных к морским условиям седиментации определен комплекс диатомей, разнообразный по экологической специализации, но при преобладании мезогабов.

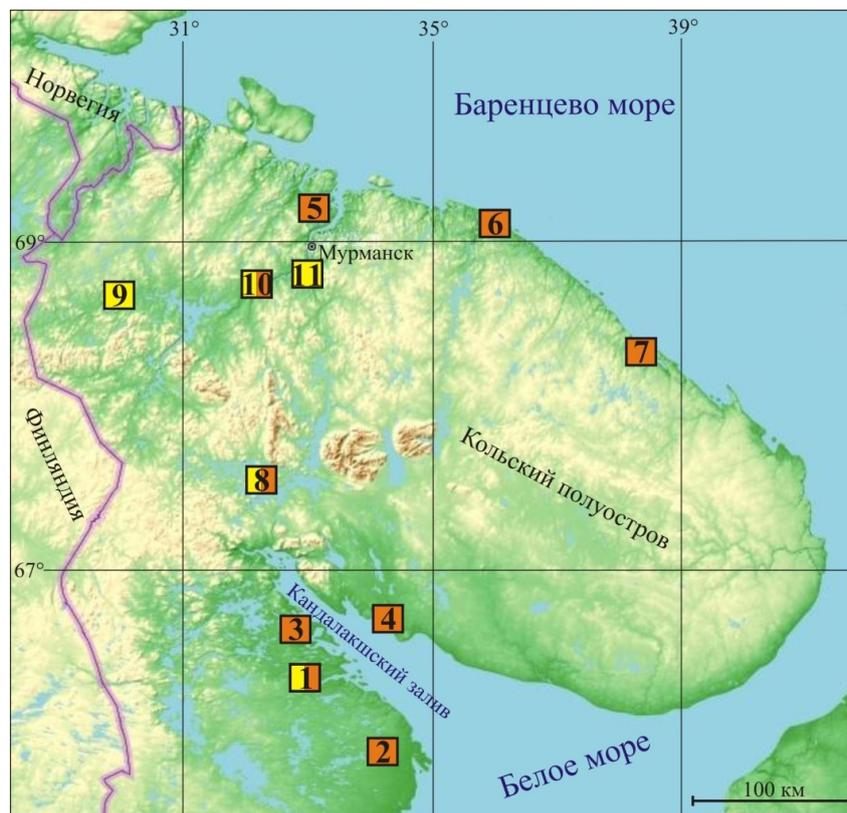


Рис. 1. Расположение изученных районов (топографическая основа взята с <http://www.opentopomap.org>)

1–пос. Чупа, 2–пос. Энгозеро, 3–пос. Лесозаводский, 4–пос. Умба, 5–г. Полярный, 6–пос. Дальние Зеленцы, 7–губы Дроздовка, 8–депрессия оз. Имандра, 9–долина р. Лотта, 10–долина р. Тулома, 11–долина р. Кола (желтый цвет–собственные материалы, оранжевый–опубликованные данные).

В морских осадках диатомовая флора представлена полигалобами и мезогалобами, в верхней части морских осадков встречаются галофилы и индифференты. Доминируют бентосные и обрастатели с незначительным содержанием планктонных, наиболее часто преобладают по численности *Paralia sulcata*, *Hyalodiscus scoticus*, *Cocconeis scutellum*, *C. stauroneiformis*, *Rhabdonema arcuatum*, *Rh. minutum*, *Mastogloia smithi*, *Diploneis interrupta*, *D. smithii*, *Achnanthes brevipes*. Для переходной стадии от морских к пресноводным характерна высокая численность мезогалобов: *Mastogloia smithi*, *Navicula directa*, *N. digitoradiata* и др. Их количество постепенно уменьшается вверх по разрезу и сменяется галофилами: *Pseudostaurosira subsalina*, *Anomoeoneis sphaerophora*, *Fallacia forcipata* и др. Появляются и индифференты. Пресноводные осадки содержат богатую в видовом отношении диатомовую флору с преобладанием индифферентов и галофобов.

По диатомовым данным на побережье Баренцева моря в ДО не обнаружены осадки приледникового озера и соответственно осадки переходной зоны от приледниковых к морским условиям седиментации. В целом, в морских осадках диатомовые комплексы представлены полигалолами и мезогалолами, чаще всего встречаются виды *Cocconeis scutellum*, *Hyalodiscus scoticus*, *Melosira moniliformis*, *Paralia sulcata*, *Pinnularia quadratarea*, *Plagiogramma staurophorum*. Вверх по разрезам происходит смена диатомовых комплексов, характеризующая переходную стадию от морских к пресноводным условиям. Сначала доминируют мезогалолабы *Diploneis didyma*, *Mastogloia smithii*, *Paralia sulcata*, и др., которые потом замещаются галофилами *Navicula menisculus*, *Anomoeoneis sphaerophora* и др. В озерных отложениях доминируют олигогалолабы, в большей степени представлены таксоны из родов *Aulacoseira*, *Cyclotella*, *Fragilaria*, *Pinnularia*, *Tabellaria*.

В пределах внутренней части Кольского региона по результатам изучения диатомовых комплексов в ДО оз. Осинное (депрессия оз. Имандра) установлено, что на начальном этапе развития озера здесь существовал приледниковый водоем с неблагоприятными условиями для развития диатомовой флоры (рис. 2а). Позже в пределы Имандровской депрессии стали проникать морские воды и в ней сформировался сильно опресненный морской бассейн (рис. 2б). На это указывают совместное присутствие солоноватоводных и пресноводных диатомей в ДО оз. Осинное, котловина которого была частью этого бассейна, а также находки морских диатомовых в отложениях на побережье к востоку от Экостровской и к югу от Бабинской Имандры (Арманд и др., 1964, 1969б; Арманд, Самсонова, 1969; Korsakova et al., 2020). После прекращения связи палеоводоема с морем (рис. 2с) в начале голоцена в нем установились условия, благоприятные для развития богатой и разнообразной диатомовой флоры, что выражено в значительном увеличении концентрации и таксономического разнообразия диатомовых водорослей. Также в разрезе фиксируется отделение котловины оз. Осинное от пре-Имандры (рис. 2д). Это отражено в уменьшении количества минеральных частиц в гиттии, в резком изменении состава и структуры диатомовых комплексов, когда в большом количестве появляются планктонные и донные виды, происходит перестройка диатомовой флоры и по отношению к рН среды.

В ДО озер в районе долины р. Лотта по диатомовым данным морских осадков не установлено. Здесь выявлены: - позднеледниковые осадки приледникового водоема (как правило, диатомовые водоросли отсутствуют), - осадки транзитной зоны к голоценовому континентальному озеру (появление

пресноводных видов, в основном это виды обрастаний и донные формы из родов *Fragilaria*, *Stauroforma*, *Staurosira*, *Staurosirella*, *Eunotia*), - осадки голоценового континентального озера (увеличение концентрации диатомей и их разнообразия).

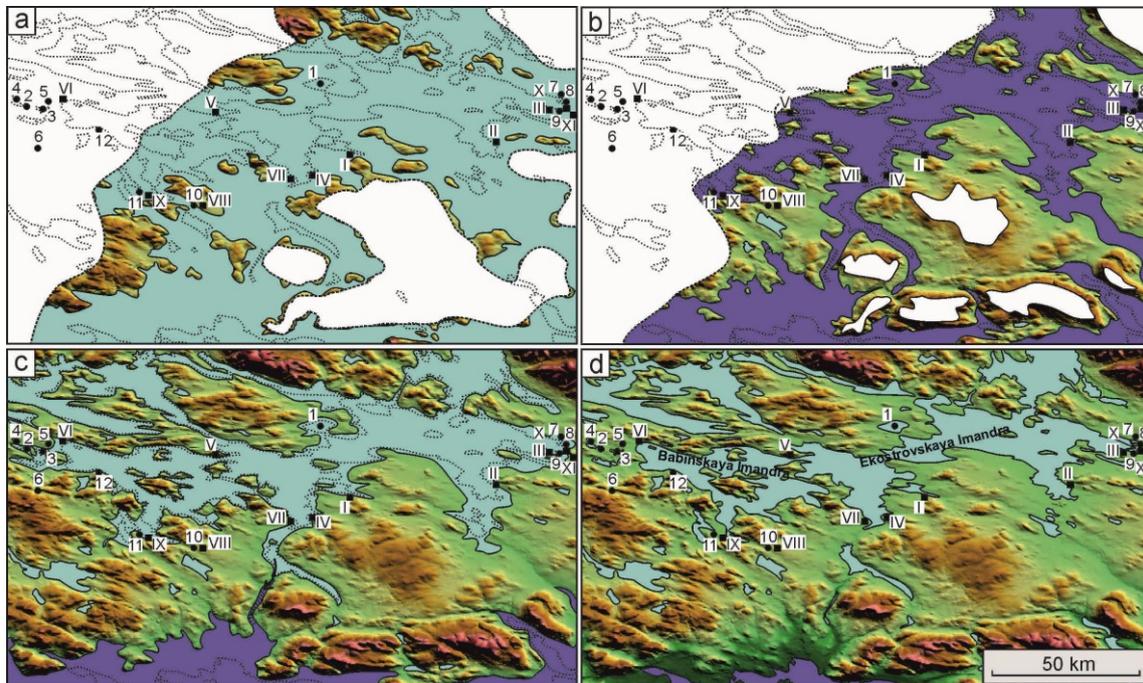


Рис. 2. Схема-реконструкция палеогеографической обстановки Иmandровской депрессии в поздне- и последниковоое время (Korsakova et al., 2020): а–стадия пресноводного приледникового озера, 14,0–13,0 тысяч календарных лет назад (тыс. кал.л.н.); б–этап солоноватоводного перигляциального бассейна, 12,3 тыс. кал.л.н.; с–стадия пресноводного озера пре-Иmandра, изолированного от солоноватоводного бассейна, 11,4–8,5 тыс. кал.л.н.; д–современная обстановка. Участки изучения ДО озер обозначены арабскими цифрами, террасовых отложений - римскими.

В районе долины р. Тулома в озере с отметкой (отм.) 27,0 м над уровнем моря (н.у.м.). обнаружены осадки морского генезиса, постепенно переходящие в пресноводные озерные осадки. В оз. Раут (93,0 м н.у.м.) установлены осадки приледникового водоема, солоноватоводные осадки, формирующиеся в сильно опресненном морском заливе, пресноводные озерные отложения. В озерах с отм. 102,0 и 112,0 м н.у.м. морские осадки не обнаружены, эти котловины находились выше верхней морской границы, соответственно в них накапливались осадки приледникового водоема, осадки переходной зоны от приледниковых условий к современным пресноводным, осадки современного озера. В озерах с отм. 72,0,

77,0 и 92,4 м н.у.м., несмотря на то, что они находятся ниже верхней морской границы, не установлены морские отложения. Возможно, что во время проникновения морских вод по Туломской депрессии эти озерные котловины были блокированы мертвым льдом.

Диатомовая флора из ДО озера в долине р. Кола, указывает на пресноводный режим существовавшего здесь водоема. По полученным данным нельзя сделать однозначные выводы о том, проникало ли море в эту часть долины, т.к. возможно, что более древние осадки не удалось отобрать с помощью используемого оборудования.

При этом в пределах одного *литогенетического типа* по диатомовым и литологическим данным можно выделить несколько зон с присущими им особенностями (состав и структура диатомовых комплексов, литологические характеристики, характер включений). Например, осадки одного *литогенетического типа* могут включать несколько слоев с различными текстурами и структурой, а по диатомовым данным могут соответствовать водоему с различной степенью осолонения и т.п. В связи с этим было выполнено более детальное расчленение ОП с выделением ЛСЕ.

Глава 5. Стратиграфия и условия формирования донных отложений изолированных бассейнов северо-восточной части Фенноскандинавского щита

На основе собственных и опубликованных данных в ДО малых изолированных бассейнов, расположенных в разных геолого-геоморфологических ситуациях, выделены ЛСЕ, которые в качестве стратогенов образуют полную ОП. Установлены характерные литологические, микропалеонтологические признаки и индикаторы ЛСЕ.

Позднеледниковые пресноводные осадки приледникового водоема ЛСЕ 1 представлены глиной, иногда с включениями песка, гравия, либо алевритом. Слоистость, глинисто-алевритистый состав, отсутствие, либо крайне скудные находки створок и обломков пресноводных диатомей, наличие редкой пыльцы растений из состава перигляциальных группировок являются признаками ЛСЕ 1.

Позднеледниковые солоноватоводные осадки приледникового водоема ЛСЕ 2 сложены алевритом и песком. Характерно низкое содержание органики, наличие малочисленных диатомей при доминировании мезогалобов. Относительно большое видовое разнообразие диатомей появляется в кровле ЛСЕ 2, что связано с изменением палеоклиматической обстановки, меньшим оледенением акватории и периодическом насыщении воды кислородом,

необходимым для развития флоры. Встречается редкая пыльца растений из перигляциальных группировок. Характерна слоистость, обусловленная гипоксией, периодически возникающей в придонной части бассейна и по причине длительного ледового покрова, и при проникновении морских вод.

Позднеледниковые солоноватоводные осадки ЛСЕ 3 представлены песком и алевритом с органикой, их формирование происходило в опресненных прибрежных водах обширного морского бассейна при удаленном фронте ледника. От других позднеледниковых отложений их отличает появление макроостатков водных растений, отчетливые тонкослоистые и пятнистые текстуры, признаки гипоксии, преобладание мезогалобных видов диатомовых. Появляется пыльца растений, произрастающих на засоленных грунтах. Кроме того, при преобладании пыльцы кустарников и полукустарников, особенно вересковых, появляется пыльца и древесных растений, что возможно на побережье, свободном от ледника.

Морские осадки ЛСЕ 4a представлены как минеральным (пески и/или алевриты, иногда с включениями гальки и гравия), так и органическим (слоями ракушняка, а также отдельными раковинами и их фрагментами) материалом. Отчетливым индикатором *ЛСЕ 4a* служит доминирование морских диатомей, наличие пыльцы *Aster*-типа, которую продуцируют растения, произрастающие на сильнозасоленных субстратах приморских лугов (Лаврова и др., 2011).

Осадки крупного пресноводного водоема ЛСЕ 4b, представленные глиной с органикой или гиттией алевритистой с неясной слоистостью, характерны для внутренних частей Кольского региона. Их формирование происходит в котловинах, которые некогда были неровностями дна приледникового водоема вначале пресноводного, затем солоноватоводного, а после отделения от морского бассейна, крупного пресноводного. Для них характерно появление макроостатков растений, увеличение концентрации диатомовых водорослей, преобладание диатомей обрастаний.

Осадки отчленяющегося от моря водоема-залива ЛСЕ 5a сложены алевритом или алевритистой гиттией. Эти осадки формируются когда в котловине отчленяющегося водоема происходит некоторое обособление вод, но сохраняется приливной водообмен с морем через порог стока из озера. Затем порог стока поднимается, что уже препятствует приливному водообмену, но позволяет сток поверхностных вод в море. Характерны слоистые и пятнистые текстуры, значительное количество органики, резко увеличивается количество пыльцы злаков и осок, выражено поочередное увеличение и уменьшение содержания пресноводных и морских диатомей.

Осадки меромиктического озера ЛСЕ 6, представленные гиттией алевритистой или гиттией с минеральной частью, формируются, когда порог стока поднимается еще выше, в изолирующемся водоеме на поверхности образуется слой пресной воды, а в котловине сохраняется соленая вода. Характерны слоистые текстуры. Из диатомовых постепенно исчезают полигалобы и мезогалобы, доминируют олигогалобы, резко и в большом количестве появляются диатомовые-индифференты, в частности *Fragilaria sensu lato*, что является широко встречаемым признаком изоляции водоема (Stabell, 1985). Впервые появляется пыльца зеленых водорослей *Pediastrum*, являясь индикатором древнего положения береговой линии моря, все еще присутствует пыльца *Aster*-типа (Лаврова и др., 2011).

Осадки водоема-залива, отчленяющегося от крупного пресноводного бассейна ЛСЕ 5b, как правило, сложены гиттией алевритистой или гиттией с минеральной частью. Формирование их происходит, когда водоем, от которого отчленяется малая котловина, находился выше верхней морской границы. В этом случае осадки ЛСЕ 3, ЛСЕ 4a и соответственно ЛСЕ 5a, ЛСЕ 6 отсутствуют, т.е. осадки крупного родительского пресноводного водоема ЛСЕ 4b перекрыты осадками ЛСЕ 5b. Для них характерно постепенное уменьшение содержания минеральных частиц, появление пресноводных диатомовых и их увеличение по направлению к кровле разреза, особенно "пионерных" видов *Fragilaria* spp., *Stauroforma* spp., *Staurosira* spp. и др., заселяющие водоемы на ранних стадиях развития и типичные для постледниковых диатомовых комплексов (Smol, 1983; Wolfe, 1996 и др.).

Голоценовые пресноводные осадки водоема береговой зоны моря ЛСЕ 7a или крупного пресноводного водоема ЛСЕ 7b, представленные гиттией, часто с примесью минеральных частиц, макроостатками растений, формировались в озере, которое после отчленения либо от морского, либо от крупного пресноводного водоема находилось в пределах береговой зоны, и в водоем с ближайшего водосбора поступало большое количество минеральных частиц. Отличительным признаком ЛСЕ 7a является максимальное количество пыльцы зеленых водорослей *Pediastrum* (Лаврова и др., 2011). Среди диатомовых абсолютное господство принадлежит олигогалобам, виды *Fragilaria sensu lato* постепенно замещаются другими различными пресноводными диатомеями. Их видовой состав определяется комплексом климатических, геолого-геоморфологических факторов, влияющих на гидрохимию и гидрологию водоемов и, соответственно, на приоритетное развитие тех или иных видов.

Осадки пресноводного водоема с повышенной минерализацией воды, соответствующие максимальному развитию голоценовой трансгрессии тапес ЛСЕ 8. Выраженным индикатором осадков ЛСЕ 8 является резкое увеличение галофилов и появление мезогалобов, отмечаемое на фоне преобладающих в составе диатомового комплекса олигогалобов. Повышение летних температур, а также увеличение водности озера и минерализации воды в нем, вызванных относительной стабилизацией близко расположенной береговой линии моря и подпором грунтовых вод, отразились и на составе водной растительности, представленной пыльцой *Typha*, *Sparganium*, *Myriophyllum*, *Pediastrum* (Лаврова и др., 2011). В котловинах, изоляция которых произошла после трансгрессии тапес, осадки ЛСЕ 8 отсутствуют. Нет их и в котловинах, если изоляция происходила во время этой трансгрессии, т.к. в этом случае в зависимости от положения береговой линии более длительное время формировались ЛСЕ 5а, ЛСЕ 6 или ЛСЕ 7а.

Осадки пресноводного континентального озера ЛСЕ 9 всегда сложены гиттией и соответствуют заключительному этапу формирования ОП в изолированных бассейнах. Содержат исключительно пресноводную диатомовую флору с доминированием индифферентов и галофобов. Видовой состав диатомовых комплексов в осадках ЛСЕ 9 зависит от палеогеографических условий конкретного района, в котором находится озеро. Но, как правило, при формировании этих осадков, в большинстве изученных озер происходит изменение кислотно-щелочного баланса водной толщи, уменьшается количество алкалифилов и алкалибионтов, возрастает доля ацидофилов, что указывает на влияние процессов заболачивания.

В результате проведенных исследований в ДО изолированных бассейнов по набору ЛСЕ установлено 2 типа ОП (рис. 3). Первый тип ЛСЕ 1-2-3-4а-5а-6-7а-8-9 характерен в основном для побережий Белого и Баренцева морей, и обязательно включает морские осадки. Второй тип ЛСЕ 1-2-4б-5б-7б-9, т.е. с участием солоноватоводных осадков без участия голоценовых морских отложений характерен только для осадков внутренней части Кольского региона.

В обоих типах установлены как полные, так и усеченные последовательности.

Полученные данные и данные предыдущих исследований позволили выделить **в пределах беломорского побережья** последовательности ЛСЕ первого типа, что обусловлено позднеледниковой и ранне-среднеголоценовой морскими трансгрессиями и сменявшими их регрессиями. Установлены как полные, так и усеченные последовательности.

В осадках **на побережье Баренцева моря** формирование ОП также связано с упомянутыми двумя трансгрессивно-регрессивными циклами. Здесь выявлены последовательности первого типа, но в отличие от беломорских разрезов все последовательности усеченные. Это связано с тем, что вслед за отступающим краем льда в пределы континента проникали морские воды, соответственно здесь в котловинах озер не обнаружены пресноводные приледниковые осадки *ЛСЕ 1*, т.е. при дегляциации территории существовал приледниковый морской бассейн, опресненный в прибрежье из-за поступления талых ледниковых вод.

Литолого-стратиграфическая последовательность осадков в изолированных бассейнах **внутренней части Кольского региона** формировалась при минимальном влиянии морских вод. В основном здесь выявлены последовательности второго типа (в пределах Имандровской депрессии, в районах долин рек Лотта, Тулома), но в районе долины р. Тулома обнаружен и первый тип.

Заключение

1. Выполнено литолого-стратиграфическое изучение ДО 58 изолированных озерных котловин СВ части Фенноскандинавского щита, расположенных в разных геолого-геоморфологических условиях (на побережьях Белого и Баренцева морей, во внутренней части Кольского региона).

2. Детально изучены диатомовые комплексы в разрезах ДО 12 озер, расположенных на побережье Белого моря в районе пос. Чупа и во внутренней части Кольского региона в пределах Имандровской депрессии, в районах долин рек Лотта, Тулома, Кола. Для каждого из изученных озер дана таксономическая и экологическая характеристики структуры диатомовых комплексов, их распределение по разрезу и соответственно их трансформация во времени. Также использованы опубликованные данные по 46 озерам беломорского и баренцевоморского побережий, и внутренней части Кольского региона.

3. В каждом из изученных озер по данным диатомового анализа в соответствии с литологией, палинологическими и данными датирования выделены литогенетические типы осадков. На беломорском побережье установлены: осадки приледникового озера, переходная зона от приледниковых к морским условиям седиментации, морские осадки, осадки переходные от морских к пресноводным условиям, осадки современного континентального озера.

На баренцевоморском побережье осадконакопление началось в морских условиях, которые затем сменились через осадки транзитной зоны пресноводными. Во внутренней части континента море не имело столь значительного влияния, либо

этого влияния не было вообще. Здесь установлены осадки приледникового озера, солоноватоводные осадки сильно опресненного морского залива, переходная зона от приледникового озера к пресноводным озерным осадкам, осадки современного пресноводного озера.

4. Установлено, что в пределах Имандровской депрессии в позднеледниковье и в начале голоцена существовал приледниковый сильно опресненный морской бассейн. На проникновение морских вод в пределы Имандровской депрессии указывает совместное присутствие солоноватоводных и пресноводных диатомей в ДО оз. Осинное, котловина которого была частью этого бассейна, а также наличие солоноватоводных и морских диатомей в нижней части осадочных толщ в обнажениях береговой зоны восточной части Экостровской и южной части Бабинской Имандры.

5. На основе полученных и опубликованных данных в фациально разнородных осадочных толщах из котловин изолированных бассейнов СВ части Фенноскандинавского щита впервые выделены морфолитостратиграфические подразделения – стратогены (*ЛСЕ*). Литолого-стратиграфическое расчленение проведено в соответствии с генетическими особенностями соответствующих им осадков. Полный набор *ЛСЕ* представлен: пресноводными *ЛСЕ 1* и солоноватоводными *ЛСЕ 2* осадками приледникового водоема, солоноватоводными позднеледниковыми осадками *ЛСЕ 3*, осадками морского *ЛСЕ 4a* или крупного пресноводного *ЛСЕ 4b* водоемов, осадками водоема-залива, отчленяющегося от морского, *ЛСЕ 5a* или крупного пресноводного бассейна *ЛСЕ 5b*, осадками меромиктического озера *ЛСЕ 6*, пресноводными осадками водоема береговой зоны моря *ЛСЕ 7a* или крупного пресноводного водоема *ЛСЕ 7b*, осадками пресноводного водоема с повышенной минерализацией воды, образовавшимися во время максимального развития голоценовой морской трансгрессии, *ЛСЕ 8* и голоценовыми пресноводными озерными осадками *ЛСЕ 9*. На основе литологических и микропалеонтологических данных установлены соответствующие признаки выделенных *ЛСЕ*.

6. Набор выделенных *ЛСЕ*, характерный для котловин изолированных бассейнов, а также возраст и вещественный состав слагающих их осадков зависит от конкретной геолого-геоморфологической, тектонической, палеогеографической ситуаций в разных районах СВ части Фенноскандинавского щита.

7. Установлено два типа последовательностей. Первый тип *ЛСЕ 1-2-3-4a-5a-6-7a-8-9* характерен для осадков ДО озер, расположенных на побережьях Белого и Баренцева морей. Вторым типом *ЛСЕ 1-2-4b-5b-7b-9* выделен в осадках ДО озерных котловин в пределах внутренней части Кольского региона.

8. Литолого-стратиграфическое расчленение ОП, формирующихся в котловинах изолированных бассейнов, имеет корреляционное значение для выявления неотектонических и палеогеографических особенностей в развитии разных частей СВ части Фенноскандинавского щита.

Список публикаций в изданиях из перечня ВАК, в журналах Scopus, WoS:

1. **Алексеева А.Н.** Временная последовательность перемещения береговой линии Белого моря в голоцене по данным изучения донных отложений озер района Кузема / Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С., **Алексеева А.Н.**, Толстобров Д.А., Лаврова Н.Б. // Известия Русского географического общества. – СПб. – 2014. – Т.146, Вып. 6. – С. 14-26. (1/0,17 п.л.).

2. **Толстоброва А.Н.** Постледниковое поднятие земной коры в северо-западной части Кольского региона / Толстобров Д.С., **Толстоброва А.Н.**, Колька В.В., Корсакова О.П. // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – Мурманск. – 2015. – Т.18, № 2. – С. 295-306. (1/0,25 п.л.).

3. **Толстоброва А.Н.** Восстановление относительного положения уровня Белого моря в позднеледниковье и голоцене по данным литологического, диатомового анализов и радиоуглеродного датирования донных отложений малых озер в районе пос. Чупа (северная Карелия) / Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С., **Толстоброва А.Н.** // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. – Мурманск. – 2015. – Т.18, № 2. – С. 255-268. (1,2/0,3 п.л.).

4. **Толстоброва А.Н.** Опыт хронологической корреляции береговых форм рельефа голоценового моря в депрессии реки Тулома и Кольском заливе / Толстобров Д.С., Колька В.В., **Толстоброва А.Н.**, Корсакова О.П. // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. — Мурманск. – 2016. – Т.19, №1/1. – С. 142-150. (0,95/0,25 п.л.).

5. **Толстоброва А.Н.** Литология и поздне-постледниковая стратиграфия донных отложений из изолированных бассейнов побережья Белого моря (на примере малого озера из района поселка Чупа, северная Карелия) / Корсакова О.П., Колька В.В., **Толстоброва А.Н.**, Лаврова Н.Б., Толстобров Д.С., Шелехова Т.С. // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – М. – 2016. – Т.24, № 3. – С. 81-101. (1,75/0,3 п.л.).

6. **Толстоброва А.Н.** История развития озера Осинового (Кольский регион) в поздне-постледниковое время по материалам диатомового анализа донных

отложений / **Толстоброва А.Н.**, Толстобров Д.С., Колька В.В., Корсакова О.П. // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – Петрозаводск. – 2016. – № 5. – С. 106-116. (0,92/0,8 п.л.).

7. **Толстоброва А.Н.** Возможные следы голоценовых цунами в озёрных донных отложениях в районе пос. Териберка (Кольский полуостров, Россия) / Толстобров Д.С., **Толстоброва А.Н.**, Колька В.В., Корсакова О.П., Субетто Д.А. // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. –Петрозаводск. – 2018. – №9. – С. 92-102. (0,92/0,2 п.л.).

8. **Толстоброва А.Н.** Стратиграфия донных осадков малых озер и палеогеография западного берега Онежского залива Белого моря в позднеледниковье и голоцене / Колька В.В., Корсакова О.П., Лаврова Н.Б., Шелехова Т.С., **Толстоброва А.Н.**, Толстобров Д.С., Зарецкая Н.Е. // Геоморфология. – М. – 2018. – №2. – С. 48-59. (1/0,14 п.л.).

9. **Tolstobrova A.** Disturbances in the primary stratigraphy of lake sediments on the Murmansk coast (Russia): their identification and relationship with catastrophic events / Nikolaeva S., Tolstobrov D., **Tolstobrova A.** // Baltica. –Vilnius. – 2019. – 32(2). – 156-169. (1,3/0,43 п.л.).

10. **Tolstobrova A.** Lake Imandra depression in the Late Glacial and early Holocene (Kola Peninsula, north-western Russia) / Korsakova O., Tolstobrov D., Nikolaeva S., Kolka V., **Tolstobrova A.**// Baltica. – Vilnius. – 2020. – 33(2). – 177-190. (1,3/0,26 п.л.).

11. **Толстоброва А.Н.** Позднеледниково-голоценовая стратиграфия донных отложений из котловин малых изолированных озер баренцевоморского побережья (Кольский регион) / **Толстоброва А.Н.**, Корсакова О.П., Толстобров Д.С. // Вестник геонаук. – Сыктывкар. – 2022. – №6 (330). – С. 26-37. (1/0,8 п.л.).

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Автореферат

Толстоброва Алёна Николаевна

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
ИЗОЛИРОВАННЫХ БАССЕЙНОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА
(ПО ЛИТОЛОГИЧЕСКИМ И ДИАТОМОВЫМ ДАННЫМ)

Технический редактор В. Ю. Жиганов

Подписано к печати 12.10.2022. Формат бумаги 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 1,28. Заказ № 63. Тираж 120 экз.

ФГБУН ФИЦ КНЦ РАН

184209, г. Апатиты, Мурманская область, ул. Ферсмана, 14