

На правах рукописи

УДК: 551.794

Морозов Дмитрий Александрович

**Палеогеоэкологические реконструкции озерных систем южного  
обрамления Фенноскандии**

Специальность 25.00.36 – геоэкология (науки о Земле)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

**Санкт-Петербург  
2014**

**Работа выполнена на кафедре геологии и геоэкологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»**

Научный кандидат геолого-минералогических наук, доктор педагогических наук, профессор **Нестеров Евгений Михайлович**, заведующий кафедрой геологии и геоэкологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена»

Официальные доктор географических наук, **Анохин Владимир Михайлович**, ведущий геолог комплексной партии Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга»

доктор геолого-минералогических наук, профессор **Верзилин Никита Николаевич**, профессор кафедры физической географии и ландшафтного планирования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Ведущая Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный гидрометеорологический университет»

Защита состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 года в \_\_\_ часов на заседании совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.199.26, созданного на базе Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена по адресу: 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48, корп. 12, ауд. № 21.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена по адресу: 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, 48, корпус 5 и на сайте: <http://dissertation.herzen.spb.ru/Preview>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

И.П. Махова

## I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы** диссертации обусловлена необходимостью уточнения известных и установления новых закономерностей геохимической эволюции озерных и озерно-болотных систем в голоцене, влиянию на них антропогенной деятельности для решения вопросов геоэкологии и палеогеографии, детализации природных изменений в прошлом и настоящем в связи с недостаточной степенью изученности этих проблем для территории Северо-Запада Европейской части России. В то же время значительные климатические перестройки, происходящие в настоящее время, диктуют необходимость исследования палеоклиматических изменений в голоцене с целью выявления механизмов и последовательности общего хода естественной и антропогенной истории.

Существует ряд климатических и палеогеоэкологических реконструкций голоценовой эволюции окружающей среды Северо-Запада России (Нейштадт, 1957; Хотинский, 1977; Величко, 1989 и др.), осуществленных в основном с помощью спорово-пыльцевого анализа. Значительное количество работ посвящено реконструкциям палеоусловий по донным отложениям озер Северо-Запада России (Давыдова, 1976; Хомутова, 1989; Субетто, 2009). Тем не менее, для данного региона таких исследований явно недостаточно для обоснования детальных реконструкций развития окружающей среды, особенно выполненных на основе изучения геохимии озерных и озерно-болотных отложений.

**Объектом исследования** являются донные отложения озерных и озерно-болотных систем различных физико-географических районов на границе Восточно-Европейской равнины и Фенноскандии.

**Предметом исследования** являются особенности эволюции рассматриваемых водоемов в голоцене, устанавливаемые геохимическими методами исследования донных осадков с применением радиоуглеродного датирования и спорово-пыльцевого анализа.

**Цель исследования** заключается в уточнении существующих представлений о временной динамике, геоэкологических особенностях и этапах голоценовой эволюции озерных систем на Северо-Западе Русской равнины с преимущественным использованием методов геохимической индикации донных отложений озерных систем.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие **задачи**:

- произвести литературный обзор данных по голоценовой истории региона исследования;
- изучить геохимический состав донных отложений озерных систем для различных физико-географических условий;
- обосновать характер и установить тенденции геохимической эволюции донных осадков, сопряженные с эволюцией биоценозов;
- провести реконструкцию палеообстановок озерного седиментогенеза в голоценовое время и датировать время основных событий;
- выявить антропогенные изменения состава озерно-болотных отложений.

На защиту выносятся следующие **основные положения**:

- разрез донных отложений Лахтинского разлива, отражающий почти 10000 лет естественной истории Балтийского моря и его трансгрессивно-регрессивные циклы может рассматриваться как стратотипический для голоцена восточной части Финского залива;
- показано, что  $300 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  лет назад имело место локальное понижение уровня Балтийского моря, что могло отразиться на ряде решений Петра I по строительству Санкт-Петербурга ниже террасы Литоринового моря;
- в конце суббореального климатического периода голоцена развитие внутренних водоемов центральной части острова Валаам происходит в условиях их изоляции от Ладожского озера, что выражается в характерном изменении литогеохимического состава послеледниковых отложений;
- органическая седиментация в пределах Вепсской возвышенности и её склонов происходила разновременно, указывая на асинхронность процессов смены характера осадконакопления в озерных системах зоны Карбонового плато;
- геохимическая эволюция донных осадков и сопряженная с ними эволюция биоценозов в озерных системах различных орографических зон имеет сходства и различия, связанные как с динамикой послеледниковых процессов, так и с разновременностью процессов осадконакопления.

**Теоретической и методологической основой** диссертации являются конструктивные идеи и результаты исследований отечественных и зарубежных специалистов в области географии, геоэкологии и геохимии: Н.Н. Верзилина, В.В. Гавриленко, А.Г. Исаченко, Д.Д. Квасова, Г.И. Клейменовой, М.А. Кульковой, В.К. Лукашева, В.Е. Маркова, К.К. Маркова, А.В. Маслова, Е.М. Нестерова, Е.Г. Пановой, Ю.Ю. Скибина, Е.В. Складорова, Д.А. Субетто, Е.В. Шмитт, К.Е. Barber, J.F. Boyle, J.S. Kahl, S.H. Lomas-Clarke, S.A. Norton и многих других.

**Научная новизна** работы состоит в том, что:

- впервые с использованием комплексирования методов геохимической индикации, радиоуглеродного датирования и спорово-пыльцевого анализа проведено исследование разрезов озерно-болотных отложений и установлены особенности развития окружающей среды в голоцене на территории Вепсской возвышенности и юго-востоке Ленинградской области;
- в ходе исследования были уточнены время и продолжительность трансгрессивно-регрессивных циклов Балтийского древнего моря и особенности их проявления в восточной части Финского залива в голоценовое время;
- впервые выполнена детальная геохимическая характеристика, позволившая провести сравнение и корреляцию разрезов донных отложений голоцена различных ландшафтных зон на границе Фенноскандии и Восточно-Европейской равнины с использованием новых авторских данных, послуживших основой для палеогеоэкологических реконструкций эволюции окружающей среды;
- установлены геохимические индикаторы условий озерного осадконакопления на Северо-Западе Русской равнины, позволившие установить чередование процессов потепления и похолодания, аридизации и гумидизации климата;

– получены новые радиоуглеродные датировки, позволяющие уточнить существующие и отметить ранее не зафиксированные этапы эволюции природной среды изучаемой территории;

– составлены электронные таблицы, являющиеся основой для создания базы геохимической информации, включающей в себя местоположение пунктов опробования природных сред и результаты химико-аналитических исследований;

– для многих объектов выявлена значительная смена геохимических условий седиментогенеза (повышенные концентрации элементов, особенно свинца, в верхней части разрезов), которая рассматривается нами как аэрогенное техногенное загрязнение регионального масштаба.

**Теоретическая значимость** диссертационного исследования заключается в дальнейшей разработке теории развития окружающей среды под влиянием природных и антропогенных факторов на основе междисциплинарного геоэкологического подхода к изучению донных отложений.

Амплитуды и периодичность колебаний палеогеоэкологических параметров, выделенных с помощью комплексирования методов геохимической индикации донных отложений, спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования, могут иметь фундаментальное значение для региональных и глобальных реконструкций событий голоценовой истории и изучения тенденций изменения природных условий.

**Практическая значимость.** Результаты исследования могут быть использованы для расчленения и корреляции разрезов донных отложений голоцена, а также при создании региональных моделей изменения палеогеоэкологических обстановок. Выявление геохимических индикаторов палеоклимата и техногенеза позволит осуществлять палеореконструкции голоцена изученных территорий на основе геохимических данных в том случае, когда применение других методов невозможно или дорого. На основе накопления баз данных возможно перейти к построению временных геохимических шкал голоцена как локального, так и регионального уровня. Показана возможность корреляции спорово-пыльцевых спектров и литогеохимических данных, которая может с большой достоверностью использоваться при подобных палеогеоэкологических реконструкциях.

Полученные результаты используются в учебном и научном процессе РГПУ им. А.И. Герцена.

**Обоснованность и достоверность результатов исследования** базируется на большом объеме количественных и качественных исходных материалов, применении сертифицированных методов исследования вещества на современном оборудовании с использованием новейших компьютерных технологий обработки аналитических материалов, а также анализе отечественных и зарубежных литературных источников и публикаций по исследуемой проблеме.

**Фактический материал и методы исследования.** В основу диссертации легли результаты тематических исследований автора на опорных участках – Лахтинский разлив, озеро Ставок (Карельский перешеек), урочище

Тихойнинсилти (болото в центральной части о. Валаам), оз. Святозеро и оз. Вялгозеро (Вепсская возвышенность, восточная часть Ленинградской области), оз. Вожанское (восточный склон Тихвинской гряды, юго-восток Ленинградской области) – полученные при участии автора в течение полевых сезонов 2008-2013 гг. Основой фактического материала исследования явились керны донных отложений рассматриваемых водоемов. Было проанализировано более 1700 образцов (42500 элементоопределений) в Лаборатории Геохимии окружающей среды имени А.Е. Ферсмана следующими методами исследования:

- выполнение измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV» (выполнено 42500 элементоопределений);
- определение возраста методом радиоуглеродного анализа на низкофоновом сцинтилляционном счетчике альфа- и бета-излучения Quantulus (получена 21 радиоуглеродная дата);
- спорово-пыльцевой анализ в отделе стратиграфии ВНИГРИ (под руководством к.г.н. Дзюбы О.Ф., Кочубей О.В., Федосеевой С.В.) и СПбГУ (под руководством к.г.н., доц. Савельевой Л.В.) с помощью светового микроскопа марки «Leica DMLS» и системы анализа изображений «Видеотест»;
- статистическая обработка данных с помощью пакета прикладных программ Statistics 6.0. и Advanced Grapher;
- Координатная привязка точек отбора проб осуществлялась с помощью GPS-навигатора eTrex Legend;

Отбор и подготовка проб к анализу проводились в соответствии с ГОСТом (ГОСТ 17.1.5.01-80; ГОСТ 17.4.4.02-84; ГН 2.1.7.2041-06; ГН 2.1.7.2042-06).

**Апробация исследований.** Результаты исследований были представлены на LXIII, LXV и LXVI Межвузовской конференции «Герценовские чтения» (РГПУ им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург, 2010, 2012 и 2013 гг.); VIII-XII Международных семинарах «Геология, геоэкология, эволюционная география» (РГПУ им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург, 2008-2014 гг.); VI-VIII Международной конференции «Геология в школе и вузе: Геология и цивилизация» (РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, 2009, 2011 и 2013 гг.); Межрегиональной научной конференции «Тихвинская водная система: 300 лет идее создания, 200 лет от начала эксплуатации» (Санкт-Петербург, Тихвин, 2011 г.); XVII Международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий» (Новосибирский гос. ун-т, Новосибирск, 2012); Международной молодежной конференции «Науки о земле и цивилизация» (РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, 2012); III Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Динамика современных экосистем в голоцене» (Казань, 2013 г.)

**Содержание работы.** Диссертация состоит из введения, 4 глав с выводами и заключения. Она изложена на 234 страницах машинописного текста, включает 45 рисунков, 40 таблиц и содержит список литературы из 165 наименований.

## II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность темы исследования, показана значимость исследований для разработки палеогеоэкологических реконструкций эволюции окружающей среды, определены объект, предмет и цели исследования, основные задачи работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, обоснованы научная новизна и практическая значимость результатов исследования. Логика и результаты исследования представлены в главах диссертации.

В первой главе «**Изученность, история развития и общая характеристика региона исследования**» дается общая характеристика природных и техногенных условий исследуемой территории, рассматриваются геоэкологические параметры эволюции окружающей среды в голоцене, описываются опорные участки региона исследования.

Исследованные соискателем озерно-болотные системы расположены в пределах Северо-Запада Европейской части России, включающей в себя Фенноскандийский кристаллический щит и северо-западную часть Русской плиты (рис.1). Формирование рельефа и озерности этой территории связано с распространением четвертичных оледенений. История большинства озер Северо-Запада Европейской части России берет свое начало с таяния последнего плейстоценового оледенения, связанного с резким потеплением в позднем плейстоцене в Северном полушарии и сопровождавшееся несколькими осцилляциями. В связи с этим на Валдайской возвышенности осадконакопление началось не ранее 13000-12000 л.н., в то время как на территории северной части Карельского перешейка не ранее 12000-11000 л.н. (Субетто, 2009).

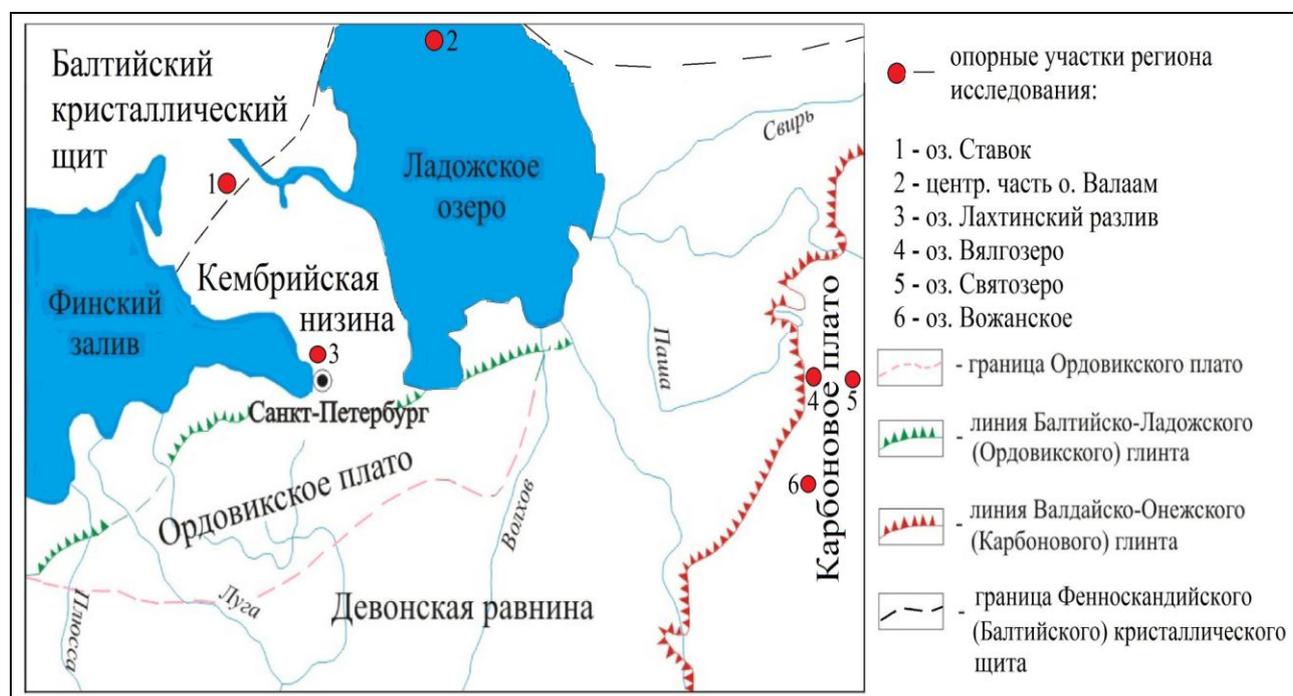


Рис.1. Карта-схема расположения орографических зон Северо-Запада Русской равнины и опорных участков исследования (Геология..., 1971, с изменениями)

Дальнейшее развитие аквальных комплексов происходит синхронно изменениям климата в позднеледниковье и голоцене, но во многом, безусловно,

зависит от местных геологических и ландшафтных условий. Развитие природы исследуемого района в голоцене проходит в условиях постоянных климатических колебаний, чередования теплых и холодных, сухих и влажных отрезков времени, длительность которых колеблется от нескольких сотен до первых тысяч лет. На развитие гидрологической сети в районе Северо-Запада значительное влияние также оказали тектонические процессы, связанные с подвижками в Фенноскандии в голоценовое время. После освобождения Фенноскандии от континентального ледникового щита изостатические поднятия земной коры в этом регионе активизируются. Обусловленные тектоническими подвижками и глобальными флуктуациями уровня моря эвстатические изменения уровня Балтийского древнего моря могли оказывать значительное влияние на гидрологическую сеть Северо-Запада Восточно-Европейской равнины.

Голоценовая история Финского залива делится на несколько этапов. После спуска Балтийского ледникового озера начинается стадия слабосоленого Иольдиевого моря. На севере Карельского перешейка озера, расположенные на высоких гипсометрических отметках, начинают развиваться автономно, что находит отражение в накоплении органогенных отложений. В это время на востоке Ленинградской области территории, по всей видимости, были заняты перигляциальными тундрами.

С поднятием Фенноскандии связано образование Анцилового озера, которое затопило более обширную территорию, чем Иольдиевое море. С анциловой трансгрессией Балтики связан подъем уровня вод Ладожского озера, во время максимума которого, около 9200 л.н., происходило подтопление южных мелководий Ладожского озера.

В бореальное время около 9000 лет назад уровень Ладожского озера и Анцилового озера постепенно понижается в связи с регрессией Балтийского палеоводоёма. Начало бореального периода на востоке Ленинградской области характеризуется значительным потеплением.

Атлантический климатический период характеризуется вторжением вод Мирового океана в котловину Балтийского моря, знаменуя собой стадию Литоринового моря. В истории Ладоги эти периоды являются наиболее дискуссионными. Считается, что результатом развития Ладожской трансгрессии в это время явился перелив Ладоги через Мгинско-Тосненский водораздел и образование реки Невы. По всей видимости, в это время после резкого падения уровня Ладоги Валаамский архипелаг приобретает свой современный облик.

В конце суббореального—начале субатлантического климатического периода голоцена происходит регрессия Литоринового моря, на месте лагун и заливов которого образуются изолированные пресноводные водоёмы, многие из которых начинают заторфовываться. На востоке Ленинградской области отмечается незначительное похолодание и аридизация.

Несмотря на то, что исследования различных водоемов на Северо-Западе России ведутся уже на протяжении нескольких столетий, многие вопросы остаются нерешенными. До сих пор точно не установлено время образования реки Невы, последовательность и продолжительность палеогеографических событий Балтики, таких как количество трансгрессивно-регрессивных фаз

Литоринского моря и многие другие. Озера восточной части Ленинградской области долгое время с позиции вопросов геоэкологии и палеогеографии являлись практически неизученными. Остаются дискуссионными некоторые события последних 5000 лет естественной истории Ладожской геосистемы – продолжительность и глубина Ладожской трансгрессии, существование среднеголоценовой регрессии, время основания Валаамского монастыря и др.

Во второй главе «**Методология, методы и практические результаты исследований**» рассмотрен комплекс методов полевых и аналитических исследований и приведено обоснование выбора опорных участков исследования. Приводятся ряд спорово-пыльцевых диаграмм и подробная палинологическая характеристика разрезов, изученных при участии автора. Также представлены результаты радиоуглеродного датирования.

В ходе полевых работ производился отбор проб донных отложений, который сопровождался подробной документацией материала. Опробование Лахтинского разлива велось в зимний полевой сезон 2009 со льда акватории с помощью озерного (с внутренним диаметром 40 мм) и геологического буров. Была заложена скважина мощностью 6,60 м (скв.1). В 2013 году полевые работы на территории Лахтинского разлива были продолжены. Были заложены 2 скважины на суше и со льда мощностью 2,2 м (скв.2) и 5,35 м (скв.3) соответственно. Заложена скважина и отобрана колонка донных отложений мощностью 1 м на озере Ставок в зимний полевой сезон 2009 года. В летний полевой сезон 2009 года был произведен отбор проб донных отложений болота в центральной части о. Валаам (мощность 2-х отобранных скважин составила 2,88 м и 8,2 м соответственно). В летний полевой сезон 2010 года были взяты пробы донных отложений озера Святозеро (скважина глубиной 2,9 м, колонка мощностью 1,9 м). Исследования на востоке Ленинградской области были продолжены в 2012-2013 годах. Было произведено опробование верхнего слоя донных отложений озера Вялгозеро (мощность скважины составила 1,94 м). На озере Вожанское было заложено 3 скважины.

В основе работы лежат следующие основные виды собственных исследований:

- геохимический анализ отложений по методике выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV». Этот метод позволяет определять в пробах содержание ряда элементов (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr, Pb, Ba, Rb, Nb, La, Y, Zr) и некоторых оксидов (TiO<sub>2</sub>, MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, MgO, CaO);
- палинологический (спорово-пыльцевой) анализ образцов болотно-озерных отложений оз. Святозеро и урочища Тихойнинсилти (о. Валаам);
- метод радиоуглеродного датирования (табл.1).

Интерпретация геохимических данных проводилась в два этапа. Первый этап включал предварительную оценку характера распределения валовых содержаний элементов в толщах донных отложений с применением программ Excel и Advanced Grapher. Для выяснения уровня содержания изученных элементов были рассчитаны кларки концентраций ( $K_k$ ) элементов – отношение среднего содержания микроэлементов в донных отложениях к их кларковому

содержанию в земной коре (Виноградов, 1962). В качестве фонового значения рассчитывалось среднее гармоническое, система расчета которого позволяет существенно снизить роль аномальных значений в ряду данных, поэтому его величина может быть наиболее объективна (Спиридонов и др., 2004).

Таблица 1.

Результаты радиоуглеродного датирования\*

№	Индекс	Место отбора пробы	Глубина, м	Материал	Результат датирования ( <sup>14</sup> C возраст)
1	СПб-18	Лахтинский разлив, скв.1	0,07-0,42	торф	современный
2	СПб-19	Лахтинский разлив, скв.1	0,43-0,72	торф	2890±100 ВР
3	СПб-20	Лахтинский разлив, скв.1	2,60-2,88	гиттия	9160±150 ВР
4	СПб-21	Лахтинский разлив, скв.1	6,20-6,40	глинистая гиттия	9400±200 ВР
5	СПб-879	Лахтинский разлив, скв.2	0,7-0,9	подошва торфов	350±70 ВР
6	СПб-881	Лахтинский разлив, скв.3	5,9-5,98	гиттия	8037±100 ВР
7	СПб-882	Лахтинский разлив, скв.3	6-6,1	гиттия	8520±100 ВР
8	СПб-968	Лахтинский разлив, скв. 3	5,98-6,00	гиттия	8300±100 ВР
9	СПб-965	Лахтинский разлив, скв. 3	6,00-6,02	гиттия	8380±100 ВР
10	СПб-966	Лахтинский разлив, скв. 3	5,96-5,98	гиттия	7960±100 ВР
11	СПб-82	Оз. Ставок	4,23-4,35	гиттия	9050±100
12	СПб-778	Оз. Святозеро	2,3-2,5	торф	5430±100 ВР
13	СПб-487	Оз. Вожанское, скв. 1	7,6-7,8	гиттия	7390±70 ВР
14	СПб-802	Оз. Вожанское, скв. 1	9,9-10,1	гиттия	7600±100 ВР
15	СПб-918	Оз. Вожанское, скв. 2	8,7-8,9	Песчано-глинистые осадки	9500±100 ВР
16	СПб-917	Оз. Вожанское, скв. 3	4,4-4,5	гиттия	7909±100 ВР
17	СПб-964	Оз. Вожанское, скв. 3	4,49-4,50	гиттия	7935±100 ВР
18	СПб-969	Оз. Вожанское, скв. 3	4,39-4,40	гиттия	7800±100 ВР
19	СПб-919	Оз. Вялгозеро	1,57-1,67	торф	2970±80 ВР
20	СПб-924	Оз. Вялгозеро	1,67-1,77	подошва торфов	3300±70 ВР
21	СПб-1040	Болото Белая Вельга	4,6-4,7	торф	7104±80 ВР

\* - аналитические работы выполнены в Лаборатории Геохимии окружающей среды им. А.Е. Ферсмана доц. Кульковой М.А.

Второй этап подразумевал дальнейшую статистическую обработку данных с применением кластерного и факторного анализов, выполнение которых осуществлялось с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0, все статистические операции производились с логарифмами содержаний.

С целью установления палеогеоэкологических параметров развития окружающей среды использовался набор геохимических индикаторов, который определяет такие взаимосвязанные параметры природных условий, как палеоклимат, особенности выветривания, состав и зрелость отложений и другие. Под геохимическими индикаторами понимается ряд отношений химических элементов и оксидов, изучение распределения которых дает ключ к пониманию процессов озерного седиментогенеза и влияния на него

палеогеографических факторов (Лукашев, 1972; Маслов, 2003; Енгальчев, 2004; Кулькова, 2012 и др.) (табл. 2).

Таблица 2

Геохимические индикаторы седиментогенеза

Реконструируемый показатель условий среды	Используемые индикаторы
Состав пород источника сноса	Калиевый модуль ( $K_2O/Al_2O_3$ ), Фемический модуль ( $(FeO+Fe_2O_3+MnO)/(Al_2O_3+TiO_2)$ )
Солёность	Соотношения Ba/Sr, Fe/Mn
Температура	Щелочной модуль ( $Na_2O/K_2O$ ), соотношение Rb/Sr.
Влажность	Соотношение Fe/Ca, индекс химического выветривания CIA, соотношение $Al_2O_3/TiO_2$
Интенсивность выветривания, зрелость пород	Гидролизатный модуль ( $(Al_2O_3+TiO_2+Fe_2O_3+FeO)/SiO_2$ ) Алюмокремниевый модуль ( $Al_2O_3/SiO_2$ ) Индекс ICV ( $(Fe_2O_3+MgO+CaO+Na_2O+K_2O+TiO_2)/Al_2O_3$ ) Натриевый модуль ( $Na_2O/Al_2O_3$ ), Индекс CIW ( $[Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO+Na_2O)] \times 100$ ), Соотношения Zr/TiO <sub>2</sub> , La/V
Окислительно-восстановительные условия	Соотношения Mn/Fe, Ni/Co, V/Cr
Фациальные условия	Титановый модуль ( $TiO_2/Al_2O_3$ ), соотношения SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Sr/Ca, Fe/Mn, Ti/Mn, Ti/Zr, Mn/Ni

Разрезы, исследованные спорово-пыльцевым методом, удалось расчленить на различные климатические периоды согласно климатической периодизации голоцена Блитта-Сернандера. Палинологический анализ разреза оз. Святозеро позволил выделить пять пыльцевых зон (рис. 2), которые можно сопоставить с климатическими периодами схемы Блитта-Сернандера.

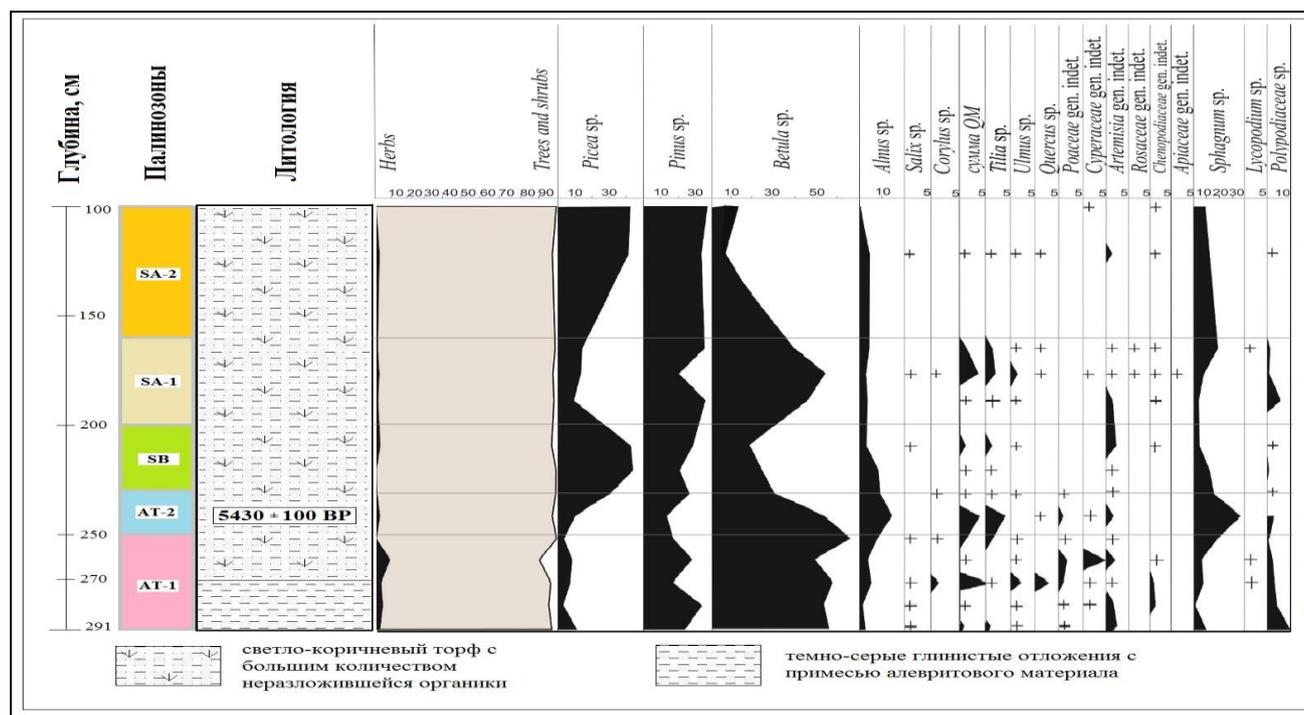


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма озерно-болотных отложений оз. Святозеро (Малоземова, Морозов, 2013)

Так, для первой фазы атлантического климатического периода (АТ-1) характерно доминирование пыльцы березы со значительным участием сосны. В это время начинается зарастание водоема. Для второй фазы атлантики (АТ-2) характерно увеличение доли широколиственных пород, что хорошо соотносится с хронологическими рамками климатического оптимума голоцена.

По всей видимости, елово-сосновые леса доминировали на водосборе оз. Святозеро в течение суббореального (SB) климатического периода. С первой субатлантикой (SA-1) связано увеличение роли березы и снижение доли ели в составе древесных пород, что может свидетельствовать о росте антропогенной нагрузки на водосбор. Самая верхняя часть разреза сопоставима со второй субатлантикой (SA-2), для которой характерно резкое увеличение содержания пыльцы ели, что может служить индикатором относительной гумидизации климата.

В третьей главе «**Интерпретация полученных данных**» рассмотрены особенности поведения изученных элементов и оксидов в послеледниковых отложениях, приводятся результаты литологического описания и статистической обработки геохимических данных для каждого из опорных участков. Построены литостратиграфические колонки и графики распределения элементов по разрезам, обсуждаются результаты радиоуглеродного датирования. Выделены геохимические ассоциации и предложена их интерпретация.

При реконструкции условий среды Лахтинского разлива на основе изучения послеледниковых отложений учитывалось, что их формирование происходило в условиях последовательного чередования трансгрессивно-регрессивных ритмов Балтийского палеоводоёма. Изменение его уровня, и, как следствие, гидродинамики водной среды нашло своё отражение в литологическом составе осадков, что позволило выделить характерные литологические разности, формирование которых происходило на различных этапах седиментогенеза, что подтверждается результатами радиоуглеродного датирования (рис. 3).

Материалы комплексных исследований отложений показали, что полученный разрез Лахтинского разлива состоит из осадков Иольдиевого моря, Анцилового озера, Литоринового моря и современных осадков.

Отложения иольдиевой стадии в колонке донных осадков Лахтинского разлива (скв.1) представлены песчано-глинистыми светло-серыми отложениями, глинистыми отложениями с включением органики, голубовато-серыми плотными глинами. Выше по разрезу они сменяются прослоем торфа мощностью до 10 см и прослоем темно-бурого органогенного ила и гиттии мощностью до 20 см, образовавшихся во время регрессии Иольдиевого моря. Возраст органогенного слоя по данным радиоуглеродного датирования составляет  $9400 \pm 200$  лет, что соответствует стадии Иольдиевого моря для большинства схем расчленения голоцена.

Осадки Анцилового озера состоят из серых глинистых отложений мощностью до 3,3 м, залегающих на иольдиевых отложениях. В этом суглинке довольно часто встречаются растительные остатки, по которым можно судить о цикличности в осадконакоплении: от глубоководного режима к более мелководному. Выше по колонке глинистые отложения сменяются прослоем гиттии мощностью около 30 см, фиксирующем регрессию Анцилового озера (возраст  $9160 \pm 150$ , скв. 1).

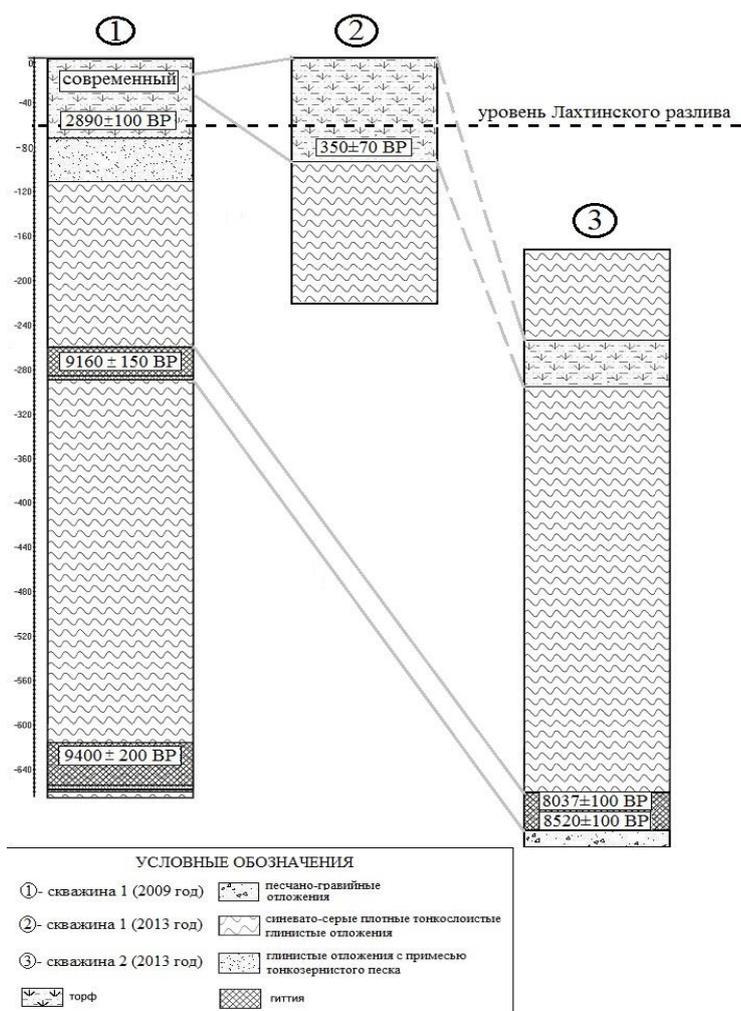


Рис.3. Разрезы донных отложений Лахтинского разлива

По всей видимости, Лахтинский разлив был в то время окраинной частью Анцилового озера и представлял собой неглубокий залив, что отражается в столь раннем начале регрессии озера для этого района согласно радиоуглеродной дате. В то же самое время, радиоуглеродные даты, полученные для слоя гиттии из разреза скважины №3 позволяют сделать предположение, что регрессия Анцилового озера в разных частях Лахтинской котловины происходила одновременно. Так, слой гиттии из скважины 3 согласно датированию начал формироваться  $8500 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  лет назад, а закончил формироваться  $8000 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  лет назад.

Вверх по разрезу скважины 1 Лахтинского разлива осадки переходят сначала в синевато-

серые глинистые илы с редкими черными прослоями гидротроилита мощностью до 80 см, а затем в светло-бурые мелкопесчаные отложения литориновой стадии Балтики. Выше по разрезу они плавно сменяются темно-бурыми торфами мощностью до 70 см, для подошвы которых получена радиоуглеродная дата, согласно которой регрессия Литоринового моря и начало образования торфа на данной территории началась  $2890 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  л. н.

Исходя из выше изложенного сформулировано первое защищаемое положение: **разрез донных отложений Лахтинского разлива, отражающий почти 10000 лет естественной истории Балтийского моря и его трансгрессивно-регрессивные циклы может рассматриваться как стратотипический для голоцена восточной части Финского залива.**

В процессе бурения на Лахтинском разливе в трех скважинах на разных глубинах был вскрыт горизонт слабо разложившегося торфяника, результаты радиоуглеродного датирования которого дали возрастную привязку около 300 лет.

Таким образом, примерно 300 л.н. уровень воды в Лахтинской низине и, соответственно, на прилегающей акватории мог быть ниже нынешнего ординара, что позволило нам сформулировать следующее защищаемое положение: **показано, что  $300 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  лет назад имело место локальное понижение уровня Балтийского моря, что могло отразиться на ряде**

## **решений Петра I по строительству Санкт-Петербурга ниже террасы Литоринового моря.**

Донные отложения, соответствующие Балтийскому ледниковому озеру, отмечены только для озера Ставок. Они представлены серыми слоистыми глинистыми илами. По нашим данным, для них характерны следующие геохимические ассоциации: 1. Cu-Ni; 2. TiO<sub>2</sub>-MgO-Zn-Cr-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-V; 3. Y-Sr. Граница между глинистыми илами и вышележащими бурыми органогенными илами фиксирует спад вод БЛО. По литературным данным, радиоуглеродная датировка для данной границы составляет 10300 <sup>14</sup>C л.н. (Субетто, 2009). В течение пребореального климатического периода голоцена в пределах озера Ставок, по всей видимости, существовали условия перерыва в седиментации или размыва, что выражается примесью разнородного песчаного материала на контакте глинистых и органогенных отложений. Для границы зеленовато-бурого алевритистого сапропеля и темно-бурого однородного сапропеля на глубине 429 см была получена радиоуглеродная дата, составившая 9050 радиоуглеродных лет (10504 cal. BP). Полученная дата хорошо согласуется с существующим представлением о том, что смена характера осадконакопления от минерогенного к органогенному в озерах северной части Карельского перешейка, находящихся на трассе Хейниокского пролива и расположенных на отметках выше 16 м над у.м., могла начаться ранее 10000 календарных л.н. (Кузнецов, 2014). Следует отметить, что при переходе от серых глин к бурым озерным илам геохимические ассоциации изменяются на следующие: 1. Cu-Ni-Rb; 2. CaO-MnO; 3. TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>-K<sub>2</sub>O.

Литологический состав осадков ур. Тихойнинсилти (о. Валаам) (рис. 4) позволил нам выделить три основных этапа осадконакопления:

1-й этап – накопление глинистой толщи, формирование которой происходило в относительно глубоководных условиях, при этом супесчаные отложения в нижней части разреза скважины 2 могут указывать на колебания уровня Ладожского озера в конце атлантики – начале суббореала.

2-й этап – формирование супесчаного слоя, который присутствует в разрезах обеих скважин. Данные отложения накапливаются в мелководных условиях, что указывает на снижение уровня Ладожского озера в это время. Присутствие в осадках большого количества грубообломочных частиц свидетельствует о возросшей гидродинамике водной среды.

3-й этап – органогенная седиментация с накоплением толщи органоминеральных илов с большим количеством неразложившейся органики в изолированном водоёме. Подобный тип осадконакопления характерен для изолированных водоёмов с выраженным процессом эвтрофикации. Выделенные 3 этапа осадкообразования с различными литогеохимическими особенностями позволяют проследить динамику развития Ладожской геосистемы в голоцене.

На самом раннем выделенном этапе процессы седиментации происходили в то время, когда рассматриваемый нами участок острова Валаам был скрыт ладожскими водами.

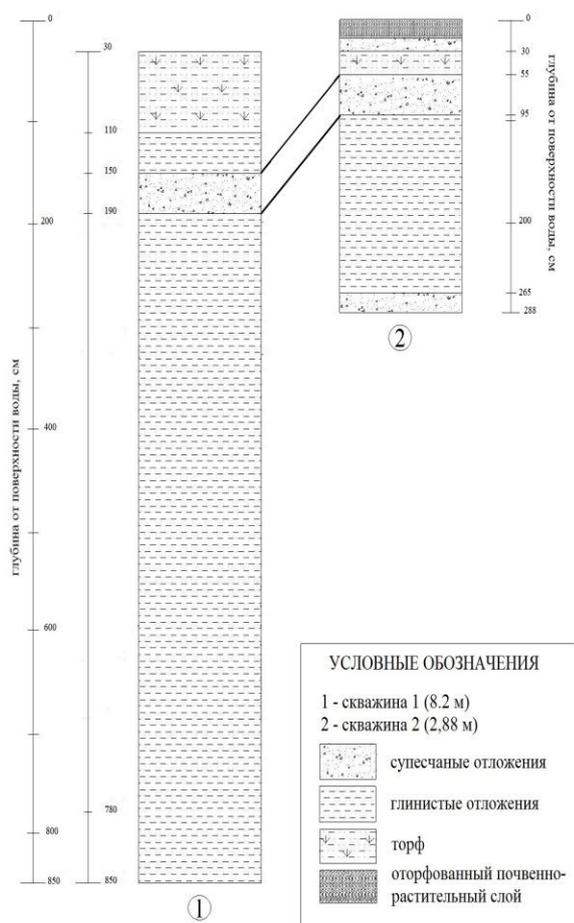


Рис. 4. Разрезы озерно-болотных отложений урочища Тихойнинсилти (центр. часть о. Валаам)

Для этого периода характерно накопление глинистых отложений с повышенным содержанием  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $Cu$ ,  $Fe$ ,  $Cr$ ,  $Ni$ ,  $V$ ,  $Rb$ . Следующий этап осадкообразования характеризуется накоплением супесчаных осадков в мелководных условиях, с повышенным содержанием  $CaO$ ,  $P_2O_5$ ,  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $Ba$ ,  $Sr$ ,  $Zr$ . Третий выделенный этап седиментации происходил в условиях, когда исследуемая территория становится внутренним водоёмом о. Валаам, изолированным от ладожских вод. Концентрации элементов на данном этапе находятся на среднем уровне значений. Таким образом, главным фактором изменения геохимии донных отложений вскрытой толщи является изменение литологического состава осаждавшегося в бассейне седиментации материала, находящегося в прямой зависимости от гидродинамического режима водоема.

Данные спорово-пыльцевого анализа отложений ур. Тихойнинсилти (Марков и др., 2011) позволили определить относительное время

существования на данной территории выделенных выше палеогеографических этапов. В суббореальный климатический период голоцена внутренние водоёмы представляли собой заливы Ладожского озера, в которых накапливался преимущественно глинистый материал. Поведение химических элементов в глинистых отложениях указывают на стабильные геохимические условия. Большая часть лесов, произраставших в раннесуббореальное время, вероятно, была представлена сосново-еловым и сосново-ольховым древостоем с распространением сфагновых и зеленых мхов в нижнем ярусе. В среднесуббореальное время наблюдается увеличение роли березняков. В позднесуббореальное время преимущественно распространяются еловые и сосново-еловые леса, а участие термофильных пород в древостое достигает своих наименьших значений, что указывает на относительное похолодание.

В конце суббореала—начале субатлантики происходят существенные изменения условий осадконакопления, связанные с понижением уровня воды в Ладожском озере. Увеличение значений  $P_2O_5$  может указывать на появление застойных условий с восстановительной средой осадконакопления в это время. О потеплении в начале субатлантического климатического периода говорит заметный рост содержания термофильных пород в лесах, при этом в составе

древостоя преобладают сосна и береза. Отмечается также возрастание роли злаков и второстепенная роль осоковых, маревых и полыней. В дальнейшем, в среднесубатлантическое время, резкая смена литологического состава отложений на органоминеральные образования с увеличением доли грубозернистой фракции, вероятно, указывает на произошедшую изоляцию водоема от Ладоги. С этого момента рассматриваемый нами водоем приобретает свой современный облик. Возрастает роль сосново-еловых древостоев с участием широколиственных пород.

В поздней субатлантике в составе лесных формаций доминируют сосново-березовые леса, а участие ели сокращается. Встречаются виды – спутники человека: крапива, лебеда, полынь и подорожник. Увеличение роли березы может указывать на сокращение площади острова, покрытой хвойными лесами в результате обширных вырубок еловых и сосновых насаждений. Наличие песчаного прослоя в толще органоогенных отложений верхней части разреза скважины 2 может свидетельствовать о процессах антропогенной трансформации ландшафта при проведении мелиоративных работ.

Проанализированные данные позволяют сформулировать защищаемое положение о том, **что в конце суббореального климатического периода голоцена развитие внутренних водоемов центральной части острова Валаам архипелага происходит в условиях их изоляции от Ладожского озера, выражающееся в характерном изменении литогеохимического состава послеледниковых отложений.**

Особенности литостратиграфии разрезов озерно-болотных отложений озёр Святозеро, Вялгозеро и Вожанское свидетельствуют о том, что на территории южного склона Вепсовской возвышенности и восточного склона Тихвинской гряды существовало несколько различных обстановок осадконакопления, что нашло своё отражение в литологическом составе и позволило выделить 2 этапа седиментогенеза:

1-й этап (нижняя часть разрезов) – накопление глинистой и песчано-глинистой толщи, сформировавшейся, по всей видимости, в условиях минерогенного осадкообразования в мелководных условиях с незначительной ролью органического материала в процессе осадконакопления;

2-й этап (верхняя часть разрезов) – органоогенная седиментация с накоплением толщи торфов с большим количеством неразложившейся органики в условиях зарастания водоемов (оз. Святозеро и оз. Вялгозеро) или темно-бурой монотонной гиттии (оз. Вожанское).

Граница между двумя отличающимися слоями фиксирует начало органоогенного этапа седиментации:

- 1) для озера Святозеро для слоя торфа с глубины 2,3-2,5 м получена радиоуглеродная дата, составившая  $5430 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  лет;
- 2) согласно радиоуглеродной датировке, торфонакопление в озере Вялгозеро началось не позднее  $3300 \pm 70$   $^{14}\text{C}$  лет;
- 3) в оз. Вожанское для границы бурых органоогенных илов и серо-зеленых глин из разреза скважины 3 получена дата, составившая  $7935 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  лет.

Полученные данные позволили нам сформулировать четвертое защищаемое положение: **органогенная седиментация в пределах Вепсской возвышенности и её склонов происходила разновременнo, указывая на асинхронность процессов смены характера осадконакопления в озерных системах зоны Карбонового плато.**

Результаты кластерного и корреляционного анализа песчано-глинистых отложений из нижних частей разрезов озер Святозеро, Вялгозеро и Вожанское (скв.3) позволили установить схожую для трех водоемов геохимическую ассоциацию элементов:  $K_2O-Al_2O_3-Rb-Ba-TiO_2$ . Этот факт может свидетельствовать в пользу того, что в течение минерогенного этапа осадкообразования озера зоны Карбонового плато имели общий источник материала, поступавшего в бассейн седиментации.

В четвёртой главе «**Палеогеоэкологические реконструкции природных условий региона исследования**» приводятся результаты анализа геохимических индикаторов для реконструкции палеогеоэкологических параметров природной среды региона исследования в голоцене. Исходя из сопоставления и синтеза данных по геохимии донных отложений с результатами спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования осуществляется окончательная реконструкция палеообстановок голоцена региона исследования.

По нашим данным можно разделить отложения изученных разрезов на климатические периоды голоцена согласно схеме Блитта-Сернандера.

Отложения пребореального климатического периода (РВ) были вскрыты в скважинах озера Ставок и Лахтинского разлива (скв. 1). Формирование донных отложений Лахтинского разлива происходит в водоеме с повышенной соленостью, климатические условия характеризуются как холодные и сравнительно сухие. В это время, по всей видимости, в озере Ставок существовали условия перерыва в осадконакоплении.

Отложения бореального климатического периода (ВО) были вскрыты в скважинах озера Ставок, Лахтинского разлива (скв.1) и Вожанского озера. Климатические обстановки в Лахтинской низине в это время можно охарактеризовать как стабильные. Индикаторные соотношения элементов, такие как индекс CIA,  $Al_2O_3/TiO_2$  и другие указывают на переходные климатические обстановки близкие к относительно сухим. Для осадков Вожанского озера обстановки данного этапа являются наиболее сухими и прохладными по сравнению с последующими периодами голоцена (рис. 5). Установлено, что заметные изменения в сторону аридизации климата на территории оз. Ставок начинают проявлять себя во второй половине бореала.

Отложения атлантического климатического периода (АТ) выделены в слое глинистых отложений Лахтинского разлива (скв. 1) на глубине 260-140 см. Геохимические индикаторы свидетельствуют о стабильных условиях среды, схожих с теми, что существовали во время бореального климатического периода. В разрезе донных осадков озера Святозеро удалось разделить отложения атлантики на раннеатлантические и позднеатлантические, при этом последние описаны как формировавшиеся в климатический оптимум голоцена.



геохимических индексов CIA, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/CaO, а также возрастание роли сосново-еловых древостоев с участием широколиственных пород указывают на незначительное потепление и увеличение влажности климата. В поздней субатлантике в условиях относительного похолодания происходит формирование оторфованного почвенно-растительного слоя при доминировании сосново-березовых лесов на водосборе.

Субатлантические отложения озера Святозеро удалось разделить на ранне- и позднесубатлантические. Оба подэтапа представлены отложениями торфа. Палинологический анализ позволил нам предположить, что в начале субатлантики здесь существовали относительно теплые и сухие условия, которые в поздней субатлантике сменились на более прохладные и влажные.

Показано, что в отложениях субатлантики заметно увеличение концентраций многих химических элементов, особенно свинца, в верхней части разрезов, что мы связываем с нарушением естественного хода геохимических процессов седиментогенеза, вызванного антропогенной деятельностью.

Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать пятое защищаемое положение: **геохимическая эволюция донных осадков и сопряженная с ними эволюция биоценозов в озерных системах различных орографических зон имеет сходства и различия, связанные как с динамикой послеледниковых процессов, так и с разновременностью процессов осадконакопления.**

В заключении сформулированы выводы, приведены основные результаты, полученные в ходе проделанной работы.

В результате комплексных исследований озерно-болотных отложений реконструированы обстановки осадконакопления и изучено отражение развития палеоусловий голоцена в геохимическом составе донных отложений. Спорово-пыльцевой анализ отложений болота в центральной части о. Валаам и оз. Святозеро позволил проследить смену состава растительности.

Полученные оригинальные данные литостратиграфического, геохимического, радиоуглеродного и палинологического анализов озерно-болотных отложений позволили уточнить существующие представления и выявить новые черты, характеризующие особенности формирования озерно-болотных отложений в естественных и антропогенно-измененных геосистемах региона исследования.

Результаты радиоуглеродного датирования и литогеохимического анализа разрезов Лахтинского разлива, рассматриваемого нами в качестве стратотипического для восточной части Финского залива, хорошо согласуются с литературными данными по истории развития Балтийского моря в голоцене. Осадки Иольдиевого моря, вскрытые в скважине 1 и представленные глинистыми отложениями, согласно анализу распределения Ba/Sr соотношения формировались в условиях повышенной солености, что подтверждает тезис о морской стадии Балтики в это время. Слой гиттии, фиксирующий регрессию Иольдиевого моря, имеет возраст  $9400 \pm 200$  <sup>14</sup>C лет, что практически полностью совпадает с временными рамками этого события по данным S. Uscinowicz, Д.Д. Квасова, К. Duphorn. В тоже время расхождения в оценке

времени регрессии Иольдиевого моря с другими исследователями (Нейштадт М.И., Марков К.К. и др.) незначительны, что может указывать на относительную кратковременность Иольдиевой регрессии в Балтийском регионе. По нашим данным, во время анциловой стадии геохимические условия осадконакопления были стабильными. Геохимические индикаторы указывают на снижение солености и глубоководные условия осадкообразования. Результаты радиоуглеродного датирования слоя гиттии, фиксирующего регрессию Анцилового озера, уточняют существующие представления. Установлено, что регрессия Анцилового озера в разных частях Лахтинской котловины происходила разновременно. Так, для слоя гиттии, фиксирующего это события, получены даты  $9160 \pm 150$  ВР (скв. 1),  $8520 \pm 100 - 8037 \pm 100$  ВР (скв.3).

Очень близкая дата, совпадающая по времени с окончанием Анциловой стадии, была получена для нижней части гиттии разреза оз. Вожанское (скв.3) ( $7935 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  лет). Это дает нам возможность предположить, что изменение режима Балтики могло приводить к изменениям гидрологических условий не только в прибрежных районах Балтийского моря, но также оказывало влияние на гидрологическую сеть всего Северо-Запада Русской равнины.

Литориновая стадия Балтийского моря представлена глинистыми и песчано-глинистыми отложениями, перекрытыми слоем торфа, для которого получена радиоуглеродная дата  $2890 \pm 100$  лет назад. Таким образом, подтверждается регрессия Литоринового моря во второй половине суббореального климатического периода (Клейменова, 2010).

Прорыв ладожских вод по руслу будущей Невы в Балтику произошел, согласно исследованиям разных ученых, от 3,5 до 2,5 тыс.л.н. По нашим данным это событие не фиксируется. Однако в верхней части разреза донных отложений Лахтинского разлива слой погребенного торфа возрастом  $2890 \pm 100$   $^{14}\text{C}$  л.н. смыкается со слоем современного торфа, формирование которого началось примерно 300 лет назад. Если данные о прорыве Невы верны, то вышесказанное может указывать на возможный размыв торфов в районе Лахтинской низины, вызванный данным катастрофическим событием. Также установлено, что в конце суббореала—начале субатлантики в северной части Ладожского озера имело место локальное понижение уровня озера, проявившее себя в прекращении связи Ладожского озера с водоемами в центральной части острова Валаам.

#### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:**

- 1. Морозов Д.А., Палеогеохимические и палинологические реконструкции юго-восточного склона Вепсовской возвышенности / Нестерова Л.А., Морозов Д.А., Малозёмова О.В. // Известия Российского государственного педагогического университета имени А. И. Герцена. - СПб. - 2014. - № 165. - С. 138-147 (0,6/0,3 п.л.).**
- 2. Морозов Д.А. Геохимическая индикация донных отложений в теории и практике палеоэкологических исследований / Нестеров Е.М., Морозов**

- Д.А., Веселова М.А., Харитончук А.Ю. // Проблемы региональной экологии. – М.: Камертон. – 2013. – №5. – С. 71-75 (0,3/0,2 п.л.).
3. Морозов Д.А. Реконструкции параметров палеоэкологических обстановок развития окружающей среды по данным геохимии озерных отложений / Д.А. Морозов // Известия Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена. № 144: Научный журнал. – СПб., 2012. – С. 122-130 (0,5 п.л.).
  4. Морозов Д.А. Палеоэкологические обстановки развития окружающей среды о. Валаам по данным геохимии озерных отложений / Морозов Д.А., Нестеров Е.М. // Известия Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена. № 153 (2). – СПб., 2012. – С. 93-104 (0,7/0,5 п.л.).
  5. Морозов Д.А. Геохимические критерии в оценке геоэкологической обстановки береговой зоны Финского залива / Нестеров Е.М., Кулькова М.А., Егоров П.И., Морозов Д.А., Субетто Д.А., Шмитт Е.В. // Вестник МАНЭБ. Серия Геоэкология. – Т. 15, № 5. – 2011. – С. 13-24 (0,7/0,2 п.л.).
  6. Морозов Д.А. Геоэкологические особенности позднеголоценового седиментогенеза внутренних водоемов Валаамского архипелага / Марков В.Е., Морозов Д.А., Гильдин С.М. // Вестник МАНЭБ. Серия Геоэкология. – Т. 15, № 5. – 2011. – С. 24-28 (0,3/0,1 п.л.).
  7. Морозов Д.А. Геохимические особенности позднеголоценового седиментогенеза внутренних водоемов Валаамского архипелага / Марков В.Е., Морозов Д.А., Харитончук А.Ю., Дербенев И.В. // Геология, геоэкология, эволюционная география: Коллективная монография. Том XII / Под ред. Е. М. Нестерова, В. А. Снытко. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2014. – С. 97-102 (0,3/0,2 п.л.).
  8. Морозов Д.А. Палеогеохимические реконструкции условий озерного осадкообразования озера Вожанское / Морозов Д.А., Веселова М.А., Нестеров Е.М. // Геология, геоэкология, эволюционная география: Коллективная монография. Том XII / Под ред. Е. М. Нестерова, В. А. Снытко. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2014. – С. 102-110 (0,5/0,3 п.л.).
  9. Морозов Д.А. Эволюция прибрежных ландшафтов Святозера / Малозёмова О.В., Морозов Д.А. // Динамика современных экосистем в голоцене: Материалы Третьей Всероссийской научной конференции (с международным участием) / [отв. ред. И.В. Аськеев, Д.В.Иванов]. Казань: Издательство "Отечество", 2013. – С. 239-240 (0,1/0,05 п.л.).
  10. Морозов Д.А. Геохимическая индикация эрозионных процессов на водосборной территории Вожанского озера / Е.М. Нестеров, Д.А. Морозов, С.В. Коваленков, М.Н. Фомичева, А.Ю. Харитончук // География: инновации в науке и образовании. Материалы ежегодной Международной научно-практической конференции LXVI Герценовские чтения, посвященной 150-летию со дня рождения Владимира Ивановича Вернадского, Санкт-Петербург, РГПУ им. А.И. Герцена, 18 – 20 апреля 2013 года / Отв. Ред. В.П. Соломин, В.А. Румянцев, Д.А. Субетто, Н.В. Ловелиус. – СПб.: Астерион, 2013. – С. 167-169 (0,1/0,05 п.л.).

11. Морозов Д.А. К вопросу о применении методов геохимической индикации донных отложений в палеоэкологических исследованиях / Нестеров Е.М., Морозов Д.А. Веселова М.А. // Геология в школе и вузе: Геология и цивилизация: Материалы VIII Международной конференции и летней школы. Том 1. Науки о Земле / Под общ. ред. Е.М. Нестерова. – СПб.: Изд-во им. А.И. Герцена, 2013. – С. 184-187 (0,2/0,1 п.л.).
12. Морозов Д.А. Юго-восток Ленинградской области - перспективный объект геоэкологических исследований / Д.А. Морозов, М.Н. Фомичева // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: Материалы V Международной науч. конф. 28-31 октября 2013г. – М.; Белгород: КОНСТАНТА, 2013. – С. 290-293 (0,2/0,1 п.л.).
13. Морозов Д.А. Донные отложения оз. Святозеро как показатель эволюции природной и антропогенной среды бассейна р. Чагоды в голоцене / Нестеров Е.М., Морозов Д.А., Нестерова Л.А., Малозёмова О.В., Коваленков С.В., Веселова М.А. // Тихвинская водная система: Коллективная монография / Под ред. Е.М. Нестерова, В.А. Широковой. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – С.194-201 (0,5/0,2 п.л.).
14. Морозов Д.А. Геохимические особенности донных отложений Дудергофского озера / Морозов Д.А., Черкашина М.А. // Науки о Земле и цивилизация: Материалы Международной молодежной конференции. Том 1. Науки о Земле / Под. общ. ред. Е.М. Нестерова. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – С. 35-41 (0,4/0,3 п.л.).
15. Морозов Д.А. Геохимические особенности донных отложений внутренних водоемов Санкт-Петербурга / Морозов Д.А., Нестерова Л.А., Пахомова А.Р. // Науки о Земле и цивилизация: Материалы Международной молодежной конференции. Том 1. Науки о Земле / Под. общ. ред. Е.М. Нестерова. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – С. 41-45 (0,3/0,2 п.л.).
16. Морозов Д.А. Предварительные данные по геохимии донных отложений Вожанского озера / Морозов Д.А., Коваленков С.В., Фомичева М.Н., Нестеров Е.М. // Науки о Земле и цивилизация: Материалы Международной молодежной конференции. Том 1. Науки о Земле / Под. общ. ред. Е.М. Нестерова. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2012. – С. 45-50 (0,3/0,2 п.л.).
17. Морозов Д.А. Экогеохимия особенностей донных осадков Валаамского архипелага / Дербенёв И.В., Морозов Д.А., Марков В.Е. // Материалы XVII международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий»: В 2-х томах. – Т.1. – Новосибирский гос. ун-т. Новосибирск, 2012. – С. 68-69 (0,1/0,05 п.л.).
18. Морозов Д.А. Сравнительный анализ донных отложений озерных систем южного обрамления Фенноскандии / Морозов Д.А., Нестерова Л.А., Малозёмова О.В., Нестеров Е.М // Геология в школе и ВУЗе: геология и цивилизация: VII Международная конференция: Сборник научных трудов. Под ред. Е.М. Нестерова. – Т.1. – СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. – С. 94-100 (0,4/0,2 п.л.).

19. Морозов Д.А. Геохимическая характеристика донных отложений озера Ставок / Нестеров Е.М., Субетто Д.А., Шмитт Е.В., Морозов Д.А., Егоров П.И., Нестеров Д.А. // Геология, геоэкология, эволюционная география. Т. X: Сб. науч. тр. / Под ред. Е.М. Нестерова. – СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2010. – С. 59-64 (0,3/0,1 п.л.).
20. Морозов Д.А. Использование геохимических данных для установления особенностей седиментогенеза Лахтинского разлива в голоцене / Морозов Д.А., Веселова М.А. // География: проблемы науки и образования. LXIII Герценовские чтения. Материалы ежегодной Международной научно-практической конференции (22-24 апреля 2010 г.. Санкт-Петербург) /Отв. Ред. В.П. Соломин, Д.А. Субетто, Н.В. Ловелиус. – СПб.: «Полиграф-Ресурс», 2010. – С. 282-284 (0,1/0,05 п.л.).
21. Морозов Д.А. Экогеохимия донных отложений Лахтинского разлива / Маслова Е.В., Морозов Д.А., Нестеров Е.М. // Геология в школе и ВУЗе: Материалы VI Международной конференции – СПб: «Эпиграф», 2009. – С. 25-27 (0,2/0,1 п.л.).
22. Морозов Д.А. Геоэкология береговой зоны северо-восточной части Финского залива в голоцене / Шмитт Е.В., Морозов Д.А., Кулькова М.А., Нестеров Е.М., Сорокин П.Е. // Геология, геоэкология, эволюционная география. Т.IX: Сб. науч. тр. /Под ред. Е.М. Нестерова. – СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – С. 94-100 (0,4/0,1 п.л.).
23. Морозов Д.А. Геохимия донных отложений Лахтинского разлива / Маслова Е.В., Морозов Д.А., Нестеров Е.М., Schmitt J. // Геология, геоэкология, эволюционная география, VIII. – СПб: «Эпиграф», 2008. – С. 27-31 (0,3/0,1 п.л.).