

- [8] Любавский М. К. Историческая география России в связи с колонизацией. СПб., 2000. 243 с.
- [9] Магидович И. П. Очерки по истории географических открытий. М.: Просвещение, 1967. 714 с.
- [10] Радищев А. Н. Избранные философские произведения. М., 1949. 558 с.

Санкт-Петербург
greg.isachenko@gmail.com
Санкт-Петербургский государственный университет

Поступило в редакцию
13 марта 2014 г.

Изв. РГО. 2014. Т. 146, вып. 3

© Т. В. САПЕЛКО,* Д. Д. КУЗНЕЦОВ,* Н. Ю. КОРНЕЕНКОВА,*
В. П. ДЕНИСЕНКОВ,** А. В. ЛУДИКОВА*

ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ОЗЕР ОСТРОВА ПУТСААРИ (ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО)

В последнее время получили распространение работы по реконструкциям динамики уровней морей и больших озер по материалам изучения донных отложений малых озер, находящихся на разных абсолютных отметках, на водосборе крупных водоемов. Так, на Белом море выполнены реконструкции по малым озерам береговой зоны [4] и по внутренним озерам Соловецких островов [7, 10]. Актуальны подобные исследования и в зарубежных странах. Известны и работы по реконструкциям уровня Баренцева моря по малым озерам, расположенным на разных террасовых уровнях побережья [13, 17]. Изменениям уровня Ладожского озера посвящены в основном палеолимнологические работы на Карельском перешейке [3, 8, 9, 14]. Также известны работы финских исследователей на озерах о-ва Валаам в Ладожском озере [19, 22] и некоторым небольшим островным озерам в северных шхерах Ладожского озера [12, 16, 18].

С точки зрения изучения динамики уровня Ладожского озера в голоцене внутренние озера о-ва Путсаари являются идеальными объектами. Озера расположены на небольшой изолированной территории в пределах одного острова и на разных абсолютных отметках. Это — уникальные объекты не только с точки зрения реконструкции изменения уровня Ладожского озера, но и с точки зрения изучения истории озерного осадконакопления. Островные озера имеют свои особенности, связанные с изолированностью территории, которая исключает некоторые факторы влияния на развитие экосистем подобных озер. С целью выявления особенностей развития озер проведены исследования донных отложений трех озер на о-ве Путсаари, расположенных на наиболее высоких абсолютных отметках, более 20 м над ур. моря.

Остров Путсаари расположен в северной части Ладожского озера. Его площадь составляет около 14 км². Получены новые данные по шести внутренним озерам о-ва Путсаари (рис. 1), расположенным на разных абсолютных отметках (см. таблицу).

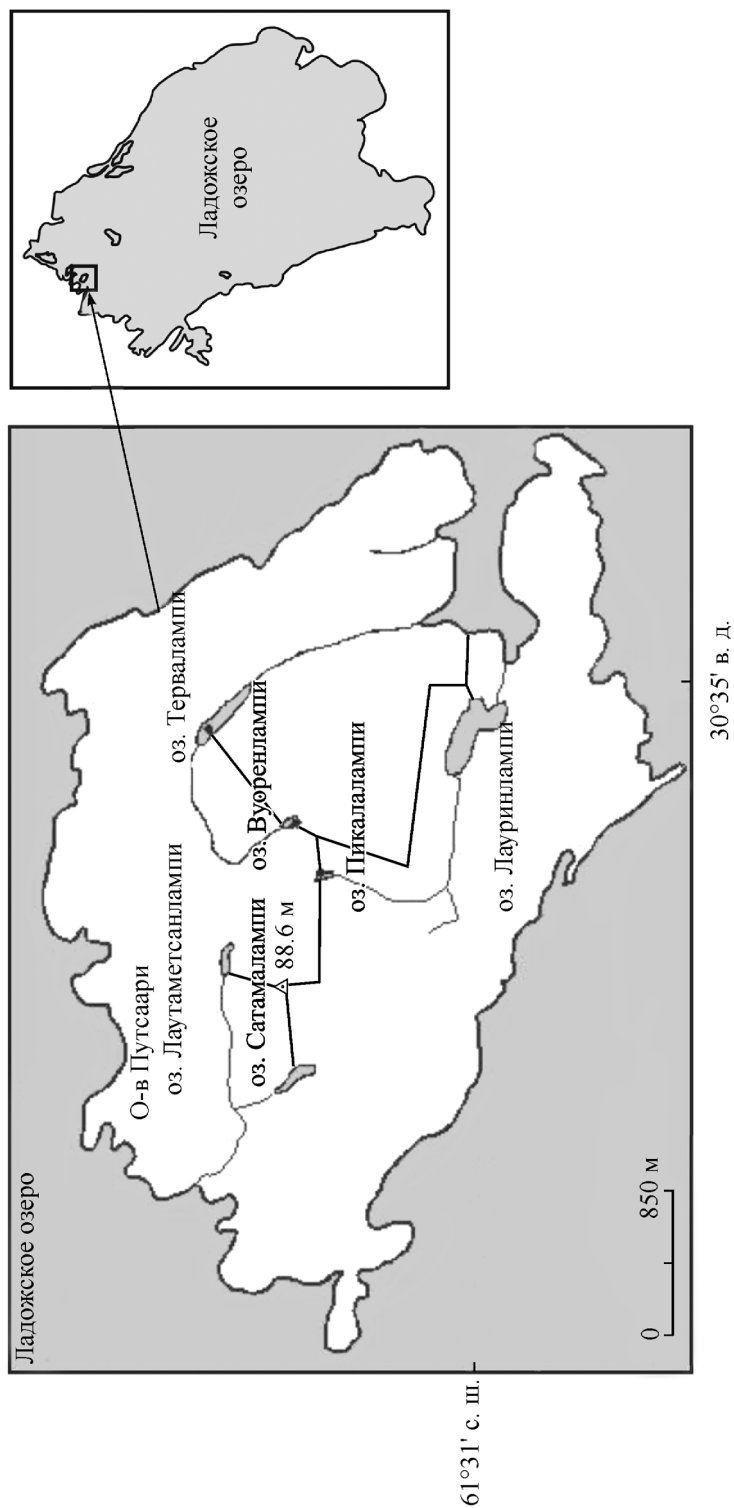


Рис. 1. Карта расположения объектов исследования.
Непрерывной линией между озерами обозначен высотный-геодолитный ход.

Характеристики внутренних озер острова Путсаари

Название озера	Координаты	Высота над уровнем моря, м*	Площадь озера, км ²	Мощность донных отложений, м
Пикалалампи	61°30.44' с. ш., 30°33.77' в. д.	57.28	0.0015	6.5
Вуоренлампи	61°30.52' с. ш., 30°34.13' в. д.	49.4	0.0033	7.15
Лаутаметсанлампи	61°30.73' с. ш., 30°33.37' в. д.	48.22	0.008	
Сатамалампи	61°30.54' с. ш., 30°32.57' в. д.	34.35	0.0072	
Тервалампи	61°30.72' с. ш., 30°34.87' в. д.	21.33	0.0384	4.89
Лауринлампи	61°30.01' с. ш., 30°34.89' в. д.	15.8	0.0588	3.0

Примечание. * Представлена по результатам проведенного нивелирования.

В результате рекогносцировочных работ на острове были обнаружены все внутренние озера, определены их координаты, проведено предварительное описание, рассчитаны площади, установлены названия. Для уточнения абсолютных высотных отметок озер с помощью тахеометра проведены нивелировочные работы. Ход проведен от известной абсолютной отметки — тригонометрического пункта в центре острова, расположенного на высоте 88.6 м над ур. моря. Высотно-теодолитный ход прошел по всем озерам и завершен у уреза Ладожского озера. Вычисление и уравнивание высотно-теодолитного хода выполнены от репера с отметкой 88.6 м и до уреза Ладожского озера. При этом измеренный уровень Ладожского озера на ближайшей к о-ву Путсаари метеостанции на о-ве Валаам в день промеров составил 5.04 м над ур. моря. В результате наших промеров уровень Ладоги был рассчитан как 5.01 м, т. е. ошибка составила 0.03 м. В связи с этим можно говорить о достаточно высокой точности промеров.

Первые палеолимнологические работы Института озераедения (ИНОЗ) РАН на острове были проведены в 2002 г. Отобраны и проанализированы донные отложения оз. Лауринлампи (Святого Сергия), расположенного на самой низкой высотной отметке — 15 м над ур. моря. Выполнены литостратиграфия, радиоуглеродное датирование, диатомовый анализ, определены потери при прокаливании по всей колонке донных отложений [8]. На основе полученных данных по диатомовому анализу [6] проведена реконструкция основных этапов развития оз. Лауринлампи в голоцене, связанных с колебаниями уровня Ладоги. В раннем и среднем голоцене (Анциловая и Ладожская трансгрессии) озеро являлось заливом Ладоги. Около 3000 л. н. образование р. Нева привело к резкому снижению уровня Ладоги и изоляции оз. Лауринлампи.

В результате следующего этапа наших экспедиционных работ в рамках Ладожской экспедиции ИНОЗ РАН в летний период 2009—2013 гг. на острове отобраны колонки донных отложений из трех озер: Тервалампи, Пикалалампи и Вуоренлампи. Донные отложения отбирались с помощью модифицированного торфяного бура с устойчивой платформы (катамарана) или со сплавины. Выполнено литологическое описание колонок, проведена корреляция отобранных кернов по литологическим границам (рис. 2). Также для

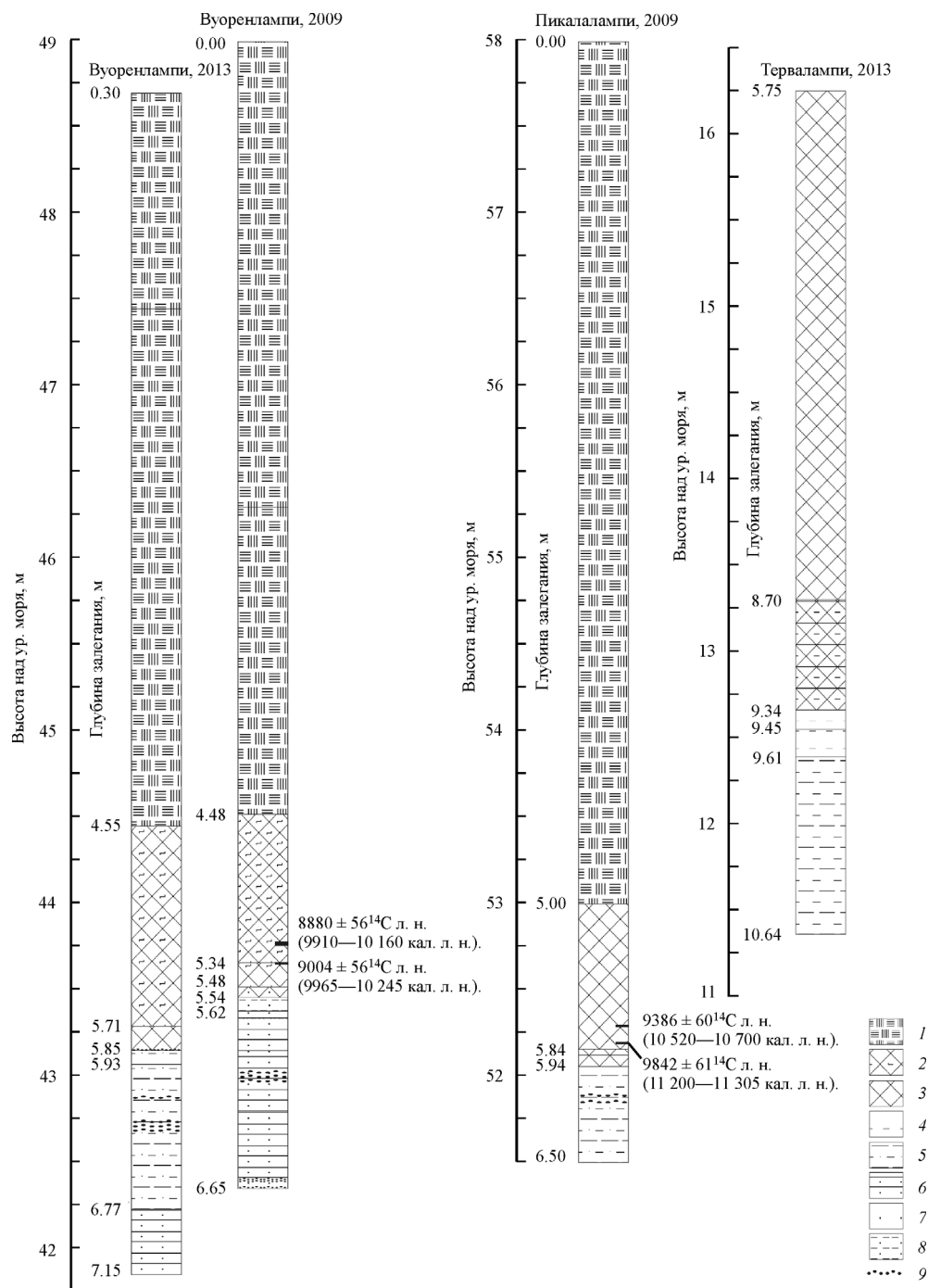


Рис. 2. Генерализованная стратиграфия отложений озер Пикалалампи, Тервалампи и Вуоренлампи.

1 — сплавина, торф, торфянистая гиттия; 2 — грубодетритовая гиттия; 3 — однородная гиттия; 4 — однородная, иногда опесчаненная глина; 5 — слоистая, иногда опесчаненная глина; 6 — ленточная глина; 7 — песок, алевроит; 8 — глинистый алевроит; 9 — песчаные прослои.

изучения колонок донных отложений использованы палинологический и диатомовый методы, ботанический анализ торфа с подробным анализом макроостатков. В радиоуглеродной лаборатории Университета г. Хельсинки (Финляндия) получены радиоуглеродные датировки (AMS).

Озера в большинстве своем в настоящее время сильно заболочены, кроме того, озерные илы насыщены макроостатками, в связи с чем весьма перспективным при подобных исследованиях является ботанический анализ торфа с подробным анализом макроостатков [5].

Пикалалампи. Колонка донных отложений, отобранная со сплавины оз. Пикалалампи, представлена серыми опесчаненными глинами (мощностью до 50 см) в нижней части (рис. 2) и бурыми однородными гиттиями (мощностью до 60 см) в верхней части. Между ними отмечен переходный горизонт, представленный глинистой и опесчаненной гиттией мощностью до 20 см. Переходный горизонт глинистой гиттии начал формироваться 9842 ± 61 C¹⁴ л. н. (Hela-3264). Переход к горизонту бурой однородной гиттии произошел 9386 ± 60 C¹⁴ л. н. (Hela-3265).

Тервалампи. На оз. Тервалампи первые полевые работы проводились в 2009 г. в северной части озера. Вскрытая часть отложений оз. Тервалампи мощностью 2.70 м представлена двумя основными горизонтами. Нижняя часть отложений представлена плотными темно-бурыми глинистыми гиттиями, которые выше по разрезу сменяются полосчатыми глинистыми и однородными бурыми гиттиями (в верхней части с макроостатками).

Новые полевые исследования 2013 г. в южной части озера позволили получить более мощную колонку — 4.89 м (рис. 2). Удалось отобрать нижнюю толщу серых слоистых глин, предположительно по аналогии с другими изучаемыми озерами сформированных в период Балтийского ледникового озера. Ранее отобранные колонки донных отложений имели небольшую мощность и не захватывали горизонт серых глин. Для полноты картины восстановления истории оз. Тервалампи исследование необходимо начинать именно с этого горизонта. Нижний горизонт мощностью 130 см образован серыми слоистыми глинами. Вверх по разрезу слоистость становится менее выраженной, а цвет меняется к бурому. Верхний горизонт сложен бурыми однородными гиттиями мощностью 260 см, в нижней части отмечены слои пепельно-серого цвета.

Вуоренлампи. Изучая внутренние озера острова, мы имеем возможность проследить все этапы истории развития озер начиная с позднеледникового времени и до современного периода. Именно такую полную картину мы получили на примере оз. Вуоренлампи.

Колонки донных отложений из озера отбирались несколько раз (рис. 2). В 2009 г. была отобрана колонка донных отложений у края сплавины, где общая мощность отложений составила 6.65 м. Колонка отбиралась со сплавины в 10 м от уреза воды. Для дальнейших исследований на палинологический и диатомовый анализы была отобрана нижняя часть колонки. В 2013 г. колонку в этой точке отобрали повторно целиком. Общая мощность отложений в точке отбора составила 7.15 м. Колонка отобрана целиком, чтобы помимо изучения периода изоляции озера провести реконструкцию всех этапов развития озера. Донные отложения в нижней части колонки представлены серыми ленточными глинами мощностью 130 см и бурой тонкодетритовой однородной гиттией мощностью 16 см, в верхней части — торфянистой гиттией мощностью 416 см и торфом (155 см).

Нижняя часть колонки донных отложений изучена с помощью палинологического и диатомового анализов. Анализ макроостатков выполнен по всей толще отложений.

Начальный этап развития водоема связан с Балтийским ледниковым озером. Отложения этого этапа представлены серыми ленточными и нечетко слоистыми опесчаненными глинами. По данным предварительных результатов палинологического анализа глины формировались в условиях холодного сухого климата (560—665 см). Доминировала пыльца трав, среди которых ведущая роль принадлежала полыни (до 40 %). Значительно содержание пыльцы злаков, осоковых, маревых. Среди древесных пород преобладает пыльца березы. Растительных макроостатков здесь не обнаружено. Низкие концентрации створок диатомей свидетельствуют об условиях, неблагоприятных для их развития и аккумуляции. В условиях приледникового водоема развитие диатомовых водорослей мог лимитировать дефицит биогенных элементов. В свою очередь большой объем терригенного материала, поступающего с талыми ледниковыми водами и осаждающегося на дне бассейна, приводил к «разбавлению» концентрации створок в донных осадках. Отдельные створки морских диатомей, отмечаемые в толще ленточных глин, возможно, были перетолжены из более древних межледниковых осадков в результате размыва последних в ходе таяния ледника. Отмечены единичные створки планктонной *Aulacoseira islandica*, обрастателей *Cymbella* spp. и *Tabellaria flocculosa*, донных видов *Navicula* spp., а также неопределимые фрагменты створок пресноводных диатомей. С той же глубины наряду с диатомовыми водорослями начинают появляться единичные растительные макроостатки. Здесь происходит смена осадконакопления и начинает формироваться бурая тонкодетритовая гиттия (мощностью 16 см).

Далее по результатам палинологического анализа происходят резкое сокращение пыльцы травянистых пород и увеличение древесных. Широко распространяются березовые сообщества. Помимо кустарниковой и кустарничковой березы появляется и древесная. Климатические условия улучшаются, наступает пребореальный период (560—535 см) согласно радиоуглеродной датировке $9004 \pm 56 \text{ C}^{14} \text{ л. н. (Hela 3266)}$, подтверждающей выводы по палинологическому анализу. По результатам диатомового анализа в этот период отмечается резкое увеличение концентрации створок диатомей до нескольких десятков—сотен млн в 1 г сухого осадка. В составе диатомовых комплексов преобладают обрастатели *Fragilaria* spp., составляющие 60—85 % от общей численности створок, для которых характерна способность быстро адаптироваться к меняющимся условиям среды. Как правило, эти диатомеи массово развиваются в водоемах, недавно освободившихся от ледника, либо изолировавшихся от морских или приледниковых бассейнов [20, 21]. По отношению к рН доминируют виды-алкалифилы. Слабощелочная реакция среды, характерная для данного этапа, свидетельствует о том, что гидрохимические условия были во многом унаследованы от приледникового водоема. Падение уровня приледникового водоема приводит к активизации процессов размыва аккумуляровавшихся в нем и оказавшихся затем на дневной поверхности отложений и как результат к увеличению поступления пеллит-алевритовых частиц в котловину изолирующегося бассейна. В подобных условиях виды *Fragilariaceae* оказываются наиболее конкурентоспособными. Таким образом, на рассматриваемом этапе происходит регрессия приледникового бассейна и, следовательно, изоляция оз. Вуоренлампи. Смена осадконакопления также свидетельст-

вует о формировании озерного бассейна. Донные отложения представлены гиттией, в которой в небольших количествах отмечены макроостатки.

Начало бореального периода знаменуется небольшим сокращением пыльцы березы и резким ростом пыльцы сосны. Этому периоду соответствует полученная радиоуглеродная датировка $8880 \pm 56 \text{ C}^{14}$ л. н. (Hela 3267). С началом бореального периода по данным ботанического анализа торфа (рис. 3) начинает формироваться низинный торф. При литологическом анализе донных отложений этот слой был охарактеризован как торфянистая гиттия (рис. 2). Однако после проведения ботанического анализа описываемые отложения на данный момент все-таки более правильно характеризовать как торф на основании некоторых свойств осадков, характерных более для торфа (кислая реакция среды, обогащенность гуминовыми кислотами). При этом значительное содержание диатомей планктона может свидетельствовать в пользу характеристики этого литологического горизонта как гиттии.

Концентрация створок диатомей в осадках довольно высока, в среднем она превышает 100 млн. Максимальная относительная численность планктонных диатомей составляет более 88 %. Преобладают диатомеи-ацидофилы. Установление слабокислой реакции среды в этот период указывает на то, что гидрохимические обстановки полностью обусловлены геологическими особенностями водосбора. Так, минимальные значения твердого стока с кристаллических пород водосбора привели к обеднению вод озера минеральными веществами и обогащению органическими (гуминовыми) соединениями. Это, вероятно, благоприятствовало массовому развитию *Aulacoseira perglabra*, толерантной к повышенным концентрациям гуминовых веществ в воде. Зарастание и уменьшение глубины водоема за счет заполнения его котловины органическим детритом привели в дальнейшем к сокращению площади озера и уменьшению его глубины, о чем свидетельствует установление доминирования бентосных диатомей. Увеличение содержания диатомей-ацидобионтов указывает на дальнейшее закисление водоема.

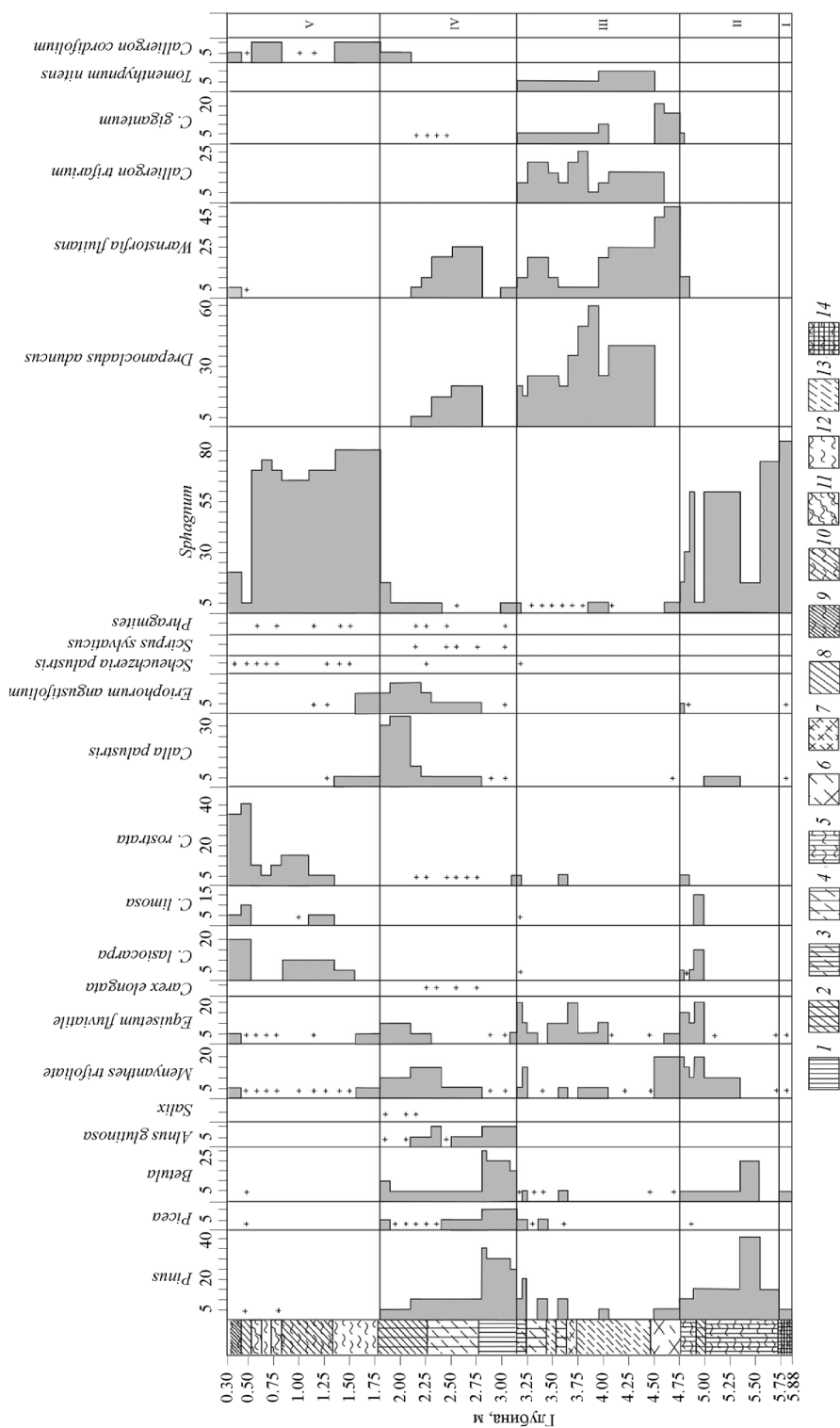
Таким образом, наступление бореального периода сопровождалось сменой характера растительного покрова, началом закисления оз. Вуоренлампи и началом формирования торфянистых отложений.

Далее история развития этого озера связана с формированием торфяной толщи мощностью до 571 см. Торфяная залежь любого болота сложена слоями разных видов торфов, отражающих не только растительность материнских ассоциаций, но и изменения условий окружающей среды.

Образцы для проведения ботанического анализа отбирались послойно с интервалом 10 см. Определение растительных остатков в волокне торфа производилось под микроскопом с 80-кратным увеличением с использованием атласов-определителей [1,2]. При анализе под микроскопом устанавливалась площадь, занимаемая каждым видом, в процентах от общей площади растительного волокна в поле зрения микроскопа с округлением до 5 %. Растительные остатки с площадью менее 5 % отмечались как единичные. Определение видов торфов проводилось по классификации С. Н. Тюремнова [11].

На основе данных ботанического анализа были выделены пять палеосообществ (рис. 3), отражающих смену растительности. Диаграмма ботанического состава торфа составлена по колонке донных отложений оз. Вуоренлампи 2013 г. (рис. 2).

Согласно данным палинологического анализа и радиоуглеродного датирования, время начала образования гиттии, сформировавшейся на глинах на



глубине 5.88—5.73 м, соответствует концу пребореального периода. По данным ботанического анализа в этом интервале глубин выделено палеосообщество сфагновых эвтрофных топей (I). Основную массу растительных остатков (90 %) образуют сфагновые мхи (*Sphagnum riparium*, *Sph. obtusum*, *Sph. centrale*, *Sph. teres*), 10 % приходятся на древесные остатки (корки сосны и кора березы). Единично присутствуют остатки травянистых — *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum fluviatile*, *Eriophorum angustifolium*, *Calla palustris*. В бореальное время на гиттии начал откладываться низинный торф под елово-березово-сосновыми осоково-сфагновыми эвтрофными сообществами (II) (*Pinus*, *Betula*, *Picea*, *Sphagnum obtusum*, *Sph. centrale*, *Sph. riparium*, *Carex rostrata*, *C. lasiocarpa*, *Eriophorum angustifolium*, *Equisetum fluviatile*, *Menyanthes trifoliata*). В составе волокна сформировавшегося торфа увеличивается участие остатков древесных — корки *Pinus* и коры *Betula* — до 20—60 %. Возрастает также участие травянистых остатков, представленных *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum fluviatile*, *Eriophorum angustifolium*, *Calla palustris*, *Carex limosa*, *C. lasiocarpa*, *C. rostrata*.

На глубине 4.75—4.50 м древесно-сфагновые торфы сменяются вахтово-гипновыми, а затем гипновыми. Распространение гипновых сообществ, образовавших слой гипнового торфа мощностью 75 см в интервале глубин 4.50—3.75 м, свидетельствует об установлении более влажных и теплых условий климата. Формирование торфов в данном интервале (4.75—3.18 м) происходило в условиях развития хвощево-осоково-гипновых эвтрофных топей (III) (*Equisetum fluviatile*, *Carex limosa*, *C. rostrata*, *Warnstorffia fluitans*, *Calliergon giganteum*, *C. trifarium*, *Tomenthypnum nitens*). Мхи *Drepanocladus aduncus*, *Warnstorffia fluitans*, *Calliergon cordifolium*, *C. trifarium*, *C. giganteum*, *Tomenthypnum nitens* составляют 60—90 % растительного волокна в торфе. При этом процент сфагновых мхов составляет не более 5 %. Около 20 % волокна образованы травянистыми остатками — *Equisetum fluviatile*, *Menyanthes trifoliata*, *Carex limosa*, *C. rostrata*. Участие остатков древесных (корки *Pinus*, *Picea*, кора *Betula*) значительно меньше (до 20 %).

Сообщества хвощево-осоково-гипновых эвтрофных топей в дальнейшем сменились березово-елово-сосновыми гипново-травяными эвтрофными сообществами (IV) (3.18—1.8 м). На глубине 3.18—2.79 м сформирован древесный низинный торф со значительным участием древесных пород (до 80 % растительных остатков — корки *Pinus*, *Picea*, кора *Betula*, *Alnus glutinosa*, *Salix*). Остатки травянистых растений не превышают 15 %, сфагновые и гипно-

Рис. 3. Диаграмма ботанического состава торфа и палеосообществ оз. Вуоренлампи.

I—V — палеосообщества: I — Сфагновая эвтрофная топь (*Sphagnum riparium*, *Sph. obtusum*, *Sph. teres*, *Sph. centrale*), II — елово-березово-сосновое осоково-сфагновое эвтрофное сообщество (*Pinus*, *Betula*, *Picea*, *Sphagnum obtusum*, *Sph. centrale*, *Sph. riparium*, *Carex rostrata*, *C. lasiocarpa*, *Eriophorum angustifolium*, *Equisetum fluviatile*, *Menyanthes trifoliata*), III — хвощево-осоково-гипновая эвтрофная топь (*Equisetum fluviatile*, *Carex limosa*, *C. rostrata*, *Warnstorffia fluitans*, *Calliergon giganteum*, *C. trifarium*, *Tomenthypnum nitens*), IV — березово-елово-сосновое гипново-травяное эвтрофное сообщество (*Pinus*, *Picea*, *Betula*, *Warnstorffia fluitans*, *Drepanocladus aduncus*, *Calliergon cordifolium*, *Tomenthypnum nitens*, *Calla palustris*, *Eriophorum angustifolium*, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum fluviatile*), V — осоково-сфагновое мезотрофно-эвтрофное сообщество (*Sphagnum obtusum*, *Sph. fallax*, *Sph. balticum*, *Menyanthes trifoliata*, *Carex rostrata*, *C. lasiocarpa*).

I—13 — низинные торфа: 1 — древесный, 2 — древесно-травяной, 3 — гипново-древесный, 4 — древесно-гипновый, 5 — древесно-сфагновый, 6 — вахтово-гипновый, 7 — хвощево-гипновый, 8 — осоковый, 9 — сфагново-осоковый, 10 — осоково-сфагновый, 11 — травяно-сфагновый, 12 — сфагновый, 13 — гипновый; 14 — гиттия.

вые мхи составляют не более 5 %. На глубине 2.79—2.25 м сформировался древесно-гипновый низинный торф с преобладанием в волокне остатков гипновых мхов (до 35 %). Участие остатков *Pinus*, *Betula*, *Picea*, *Alnus glutinosa* уменьшается до 20—25 %, травянистых — увеличивается до 15—20 %. В волокне древесно-травяного торфа (2.25—1.8 м) до 70 % остатков приходится на *Calla palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Equisetum fluviatile*, *Eriophorum angustifolium*. Участие остатков древесных уменьшается до 15—20 %. Практически исчезают гипновые мхи и появляются сфагновые, составляющие до 15 % волокна.

Верхняя часть залежи сложена низинными сфагновыми, осоково-сфагновыми, травяно-сфагновыми, осоковыми и сфагново-осоковыми торфами со степенью разложения 15—30 % (1.8—0.3 м). В составе растительных остатков на глубине 1.8—0.53 м преобладают *Sphagnum centrale*, *Sph. riparium*, *Sph. obtusum* (до 80 % волокна) с участием травянистых — *Carex rostrata*, *C. limosa*, *C. lasiocarpa*, *Calla palustris*, *Equisetum fluviatile*, *Menyanthes trifoliata* (до 25 %). Остатки гипновых мхов составляют не более 10 %. Сфагновые, травяно-сфагновые и осоково-сфагновые торфа на глубине 0.53 м сменяются травяными и сфагново-травяными торфами с преобладанием в волокне *Carex rostrata*, *C. limosa*, *C. lasiocarpa* (до 70 %). Участие сфагновых мхов уменьшается до 20 %, остатки гипновых мхов не превышают 10 %. Единично встречаются древесные остатки — корки *Pinus*, *Picea* и кора *Betula*. Виды торфа, образующие верхнюю часть залежи (1.8—0.3 м), формировались под осоково-сфагновыми мезотрофно-эвтрофными сообществами (V).

Таким образом, получены новые данные об эволюции внутренних озер о-ва Путсаари. Для трех исследованных в ходе работ 2009—2013 гг. озер впервые получены палеолимнологические результаты. Сопоставление результатов ботанического анализа торфа и определения макроостатков в озерных отложениях с результатами палинологического, диатомового и литостратиграфического анализов позволило выявить особенности истории развития островных озер и их взаимодействия с Ладожским озером. Внутренние озера о-ва Путсаари образовались в разное время и в их донных отложениях отражены различные этапы развития Ладожского озера, отражающие изменение его уровня. На данный момент мы можем зафиксировать самую раннюю (озера Пикалалампи и Вуоренлампи) и самую позднюю (оз. Лауринлампи) по времени изоляцию озер на о-ве Путсаари от Ладоги. Это позволяет уточнить ход эволюции водоемов в бассейне Ладоги. В дальнейшем после реконструкции истории всех озер на о-ве Путсаари мы получим более полную и подробную картину.

По результатам проведенных исследований раньше всех на о-ве Путсаари произошла изоляция оз. Пикалалампи: 9842 ± 61 С¹⁴ л. н. (Hela 3264). По данным литологического, радиоуглеродного, палинологического, диатомового анализов, а также ботаническому анализу торфа проведена реконструкция этапов развития оз. Вуоренлампи. Установлено время изоляции оз. Вуоренлампи: 9004 ± 56 С¹⁴ л. н. (Hela 3266). Уточнена абсолютная отметка озера — 49.4 м над ур. моря. Для северной части Ладожского озера подобная датировка 8870 ± 100 С¹⁴ л. н. [16] получена для оз. Пиени-Кууппаланлампи (61°17' N; 29°55' E). Озеро расположено на абсолютной отметке 27 м в северо-западной части побережья Ладожского озера.

Позднее всех на о-ве Путсаари отделилось от Ладоги оз. Лауринлампи (оз. Святого Сергия). Уточненная (в ходе экспедиционных работ 2013 г.) абсолютная отметка для этого озера — 15.8 м над ур. моря. Это дало возмож-

ность установить, что изоляция озера произошла около 3000 л. н. [8] в результате снижения уровня Ладожского озера. Перерыв в осадконакоплении, сопровождавшийся частичным размывом осадков [15], накопившихся во время Ладожской трансгрессии, фиксируется радиоуглеродными датировками: 4000 ± 100 С¹⁴ л. н. (ЛУ-5138) и 2740 ± 70 С¹⁴ л. н. (ЛУ-5136). В это же время на о-ве Риеккалансаари близ г. Сортавала произошла изоляция оз. Кирьявалampi (61°44' N; 30°46' E), расположенного на абсолютной отметке 17 м [12]. Для периода изоляции получена дата 3050 ± 110 С¹⁴ л. н. (Hela 3878). К этому же времени относится образование озер на о-ве Валаам [19].

Авторы выражают благодарность М. А. Науменко, С. Г. Каретникову, А. О. Смоленскому, К. В. Шеманаеву, В. Ю. Сивачуку за помощь в полевых исследованиях.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 12-05-31353 «Особенности развития в голоцене озерных экосистем островов Ладожского озера».

Список литературы

- [1] Домбровская Ф. В., Коренева М. М., Тюремнов С. Н. Атлас растительных остатков, встречаемых в торфе. Л., 1959. 90 с.
- [2] Кац Н. Я., Кац С. В., Скобеева Е. И. Атлас растительных остатков в торфах. М.: Недра, 1977. 376 с.
- [3] Клейменова Г. И. Реконструкция палеогеографических обстановок в голоцене на Северо-Западе России // Вестн. СПбГУ, сер. 7. 2000. Вып. 4 (№ 31). С. 48—59.
- [4] Колька В. В., Корсакова О. П., Шелехова Т. С., Лаврова Н. Б., Арсланов Х. А. Перемещение береговой линии Белого моря и гляциоизостатическое поднятие суши в голоцене (район поселка Кузема, Северная Карелия) // Докл. Академии наук. 2012. Т. 442, № 2. С. 263—267.
- [5] Корнеевская Н. Ю., Сапелко Т. В., Кузнецов Д. Д., Денисенков В. П., Лудикова А. В. Озера острова Путсаари — уникальные объекты для исследования взаимодействия природы и человека // Науки о Земле и цивилизация: Материалы Междунар. молодежной конф. 18—22 окт. 2012 г. Т. 2. Природа и общество. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2012. С. 73—78.
- [6] Лудикова А. В., Субетто Д. А., Давыдова Н. Н., Сапелко Т. В., Арсланов Х. А. Колебания уровня Ладожского озера в голоцене (на основе палеолимнологических исследований оз. Святого Сергия на о-ве Путсаари) // Изв. РГО. 2005. Т. 137, вып. 6. С. 34—41.
- [7] Сапелко Т. В., Субетто Д. А., Кузнецов Д. Д., Лудикова А. В. Реконструкция растительности позднего голоцена по палинологическому изучению донных отложений озерного и морского генезиса на основе исследования озер Соловецких островов // Геология морей и океанов. Материалы 19-й Междунар. науч. конф. (школы) по морской геологии. М., 2011. Т. 3. С. 271—273.
- [8] Субетто Д. А., Арсланов Х. А., Долуханов П. М., Зайцева Г. И., Кузнецов Д. Д., Лудикова А. В., Сапелко Т. В. Формирование стока Ладожского озера в голоцене и расселение человека // Экологическое состояние континентальных водоемов северных территорий. СПб.: Наука, 2005. С. 207—214.
- [9] Субетто Д. А., Сапелко Т. В., Кузнецов Д. Д., Лудикова А. В., Долуханов П. М., Зайцева Г. И. История формирования стока из Ладожского озера: новые палеолимнологические данные // Радиоуглерод в археологических и палеоклиматических исследованиях. СПб., 2007. С. 381—403.

- [10] Субетто Д. А., Шевченко В. П., Лудикова А. В., Кузнецов Д. Д., Сапелко Т. В., Лисицын А. П., Ван-Биек П., Суот М., Субетто Г. Д. Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления // Докл. Академии наук. Сер. геологическая. 2012. Т. 446, № 2. С. 183—190.
- [11] Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения. М.: Недра, 1976. 488 с.
- [12] Alenius T., Grönlund E., Simola H., Saksa A. Land-use history of Riekkalansaari Island in the northern archipelago of Lake Ladoga, Karelian Republic, Russia // Vegetation History and Archaeobotany. 2004. Vol. 13. P. 23—31.
- [13] Corner G. D., Kolka V. V., Yevzerov V. Y., Möller J. J. Postglacial relative sea-level change and stratigraphy of raised coastal basins on Kola Peninsula, northwest Russia // Global and Planetary Change. 2001. 31. P. 155—177.
- [14] Dolukhanov P. M., Subetto D. A., Arslanov Kh. A., Davydova N. N., Zaitseva G. I., Djinnoridze E. N., Kuznetsov D. D., Ludikova A. V., Sapelko T. V., Saveliyeva L. A. The Baltic Sea and Ladoga Lake transgressions and early human migrations in North-western Russia // Quaternary International. 2009. Vol. 203. P. 33—51.
- [15] Ludikova A. V., Subetto D. A., Davydova N. N., Sapelko T. V., Kuznetsov D. D., Arslanov Kh. A., Miettinen J. O. The use of diatom records from small lakes in reconstructing the lake level fluctuations of Lake Ladoga // Proceedings of the 18th International Diatom Symposium, Miedzyzdroje (Poland). 2006. P. 249—263.
- [16] Miettinen J. O., Grönlund E., Simola H., Huttunen P. Palaeolimnology of Lake Pieni-Kuuppalanlampi (Kurkijoki, Karelian Republic, Russia): isolation history, lake ecosystem development and long-term agricultural impact // J. Palaeolimnology. 2002. Vol. 27. P. 29—44.
- [17] Möller J. J., Yevzerov V. Y., Kolka V. V., Corner G. D. Holocene raised-beach ridges and sea-ice-pushed boulders on the Kola Peninsula, northwest Russia: indicators of climatic change // The Holocene. 2002. 12, 2. P. 169—176.
- [18] Saarnisto M., Grönlund T. Shoreline displacement of Lake Ladoga — new data from Kilpolansaari // Hydrobiologia. 1996. Vol. 322. P. 205—215.
- [19] Saarnisto M. Late Holocene land uplift/neotectonics on the island of Valamo (Valam), Lake Ladoga, NW Russia // Quaternary International. 2012. Vol. 260. P. 143—152.
- [20] Stabell B. The development and succession of taxa within the diatom genus *Fragilaria* Lyngbye as a response to basin isolation from the sea // Boreas. 1985. Vol. 14. P. 273—286.
- [21] Shala S., Helmens K. F., Jansson K. N., Kylander M. E., Risberg J., Löwemark L. (2013). Palaeoenvironmental record of glacial lake evolution during the early Holocene at Sokli, NE Finland // Boreas. 2013 (in press).
- [22] Vuorela I., Lempiäinen T., Saarnisto M. Land use pollen record from the Island of Valamo, Russian Karelia // Annales Botanici Fennici. 2001. 38. P. 139—165.

Санкт-Петербург
tsapelko@mail.ru

* Институт озерадения РАН

** Санкт-Петербургский государственный университет

Поступило в редакцию
25 февраля 2014 г.