

Сергеев А. Ю., Гусенцова Т. М., Рябчук Д. В.,
Сорокин П. Е., Кулькова М. А.,
Нестерова Е. Н., Жамойда В. А., Спиридонов М. А.

Реконструкция палеорельефа береговой зоны Литоринового моря в районе археологического памятника Охта 1*

Резюме. Памятник Охта 1 расположен в центре Санкт-Петербурга, исследовался в 2008–2010 гг. Культурный слой содержит материалы эпох неолита и раннего металла. Собрана обширная и выразительная коллекция артефактов, найдены многочисленные остатки деревянных промысловых конструкций. В работе рассматриваются дискуссионные вопросы формирования культурного слоя в субаэральных условиях. Предлагается модель палеорельефа местности, где протекала хозяйственная и промысловая деятельность древнего населения.

Ключевые слова: Охта 1, палеорельеф, литориновая трансгрессия, неолит, эпоха раннего металла.

Sergeev A. Yu., Gusentsova T. N., Ryabchuk D. V., Sorokin P. E., Kulkova M. A., Nesterova E. N., Zhamoida V. A., Spiridonov M. A. Paleorelief reconstruction for the coastal zone of the Litorina Sea in the environs of Okhta 1. The site of Okhta 1 is situated in the central part of St. Petersburg; it was excavated in 2008–2010. The cultural layer yielded rich and representative collections of artifacts dating from the Neolithic and Early Metal periods, including numerous remains of wooden fishing constructions. The paper is devoted to the study of local paleorelief and the site formation processes.

Keywords: Okhta 1, paleorelief, Litorina transgression, Neolithic, Early Metal period.

Введение

Первые исследования четвертичных отложений побережий Финского залива были осуществлены в конце XIX в. П. А. Кропоткиным, Г. Де Геером и Х. Бергелем. Береговые формы Балтийского Ледникового озера, Анцилового озера и Литоринового моря были описаны С. А. Яковлевым и К. К. Марковым в 1920–1930-х годах. Тогда же были опубликованы первые палеогеографические карты распространения послеледниковых водоемов (Яковлев 1925; Марков 1930).

* Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 12-05-01121-а, 12-05-31196 мол_а.

В 1960–1970-х годах проведены широкомасштабные исследования, прежде всего, геологическая съемка и первое абсолютное датирование четвертичных отложений региона (Биске 1963; Квасов, Краснов 1967; Знаменская, Черемисинова 1974; Джиноридзе, Клейменова 1965; Малаховский 1995 и др.). В 1980–2000 гг. ВСЕГЕИ в рамках геологической съемки шельфа масштаба 1:200 000 исследовано распространение, состав, структура и мощность четвертичных отложений восточной части Финского залива (Спиридонов 1989).

К настоящему времени накоплен обширный объем данных о голоценовой геологической истории восточной части Финского залива, однако ряд принципиальных вопросов остаются дискуссионными. Вследствие сложного характера проявления блоковых тектонических движений и недостатка данных абсолютного датирования древних береговых форм не существует региональной схемы относительного изменения уровня моря в среднем и позднем голоцене. Отсутствует общепринятая схема расположения древних береговых линий. Публиковавшиеся ранее кривые относительного изменения уровня моря для восточной части Финского залива достаточно противоречивы (Dolukhanov 1979; Kvasov 1979). В отчете по геологической съемке территории Санкт-Петербурга, проводившейся в 1989–2001 годах специалистами Петербургской комплексной геологической экспедиции под руководством В. Г.Ауслендера (фондовые материалы), представляющем собой наиболее полную сводку данных по геологии, геоморфологии и палеогеографии региона, говорится лишь о «неоднократных колебаниях уровня палеобассейнов», двух трансгрессивных (с максимальным уровнем в районе Санкт-Петербурга 6–7 м абс.) и двух регрессивных (с минимальным уровнем –3,5 м абс. и частичным осушением Невской губы) цикла развития литориновой трансгрессии.

Опубликованные в последние годы кривые относительного изменения уровня моря, построенные по результатам детальных современных исследований озер Карельского перешейка (Miettinen et al. 2007; Sandgren et al. 2004) и геолого-археологических исследований южного побережья залива (Rosentau et al. 2010), характеризуют лишь период до 5000 кал. л. н.

Новые перспективы решения дискуссионных вопросов палеогеографического развития региона открываются благодаря междисциплинарным научным исследованиям в области археологии и геологии. Важно отметить, что на первоначальных этапах изучения побережий Финского залива геологические и археологические исследования велись практически параллельно. Систематическое изучение археологических памятников каменного века проводилось совместно известными археологами и геологами, среди которых были, в частности, Б. Ф. Земляков, С. А. Яковлев, И. И. Краснов, Г. П. Сосновский, М. Я. Рудинский, Л. А. Динцес (Герасимов 2006). Палеогеографические построения классической монографии С. А. Яковлева «Наносы и рельеф Ленинграда» (1925) проведены с широким использованием археологических материалов. Однако с середины XX века целенаправленные геолого-археологические исследования в регионе практически не велись. Интерес к таким работам вновь возник в последнее десятилетие, что связано с применением новых методов и технологий, существенно расширивших возможности как полевых и лабораторных работ, так и анализа получаемой информации.

В ходе археологических исследований побережий Финского залива последних лет было выявлено большое число новых памятников каменного века, а также обследовано большинство памятников, найденных в первой половине XX в. (Герасимов и др. 2003). Установлено, что в литориновое время (8500–4500 кал. л. н.) в юго-восточной части Финского залива наиболее благоприятными зонами промысловой деятельности людей были лагунные системы, такие как Рийгикюльская и Кудрукюльская в междуречье рек Нарвы и Луги, а на северном побережье залива — Сестрорецкая и Лахтинская (Герасимов 2006; Rosentau et al. 2010). Археологические исследования позволили существенно уточнить палеогеографические представления о развитии Ладожского озера в голоцене (Герасимов, Субетто 2009).

Наиболее сложной с точки зрения палеогеографических реконструкций является нынешняя территория Санкт-Петербурга, некогда бывшая восточной береговой зоной Литоринового моря. Геолого-геоморфологические исследования здесь представляют значительную сложность вследствие практически полного изменения поверхностного рельефа и преобразования верхней части геологического разреза антропогенными процессами в ходе развития мегаполиса. С этой точки зрения трудно переоценить значение археологического памятника Охта 1, обнаруженного в 2008 г. при проведении охранных археологических раскопок крепостей Ландскрона (XIII в.) и Ниеншанц (XVII в.) под руководством П. Е. Сорокина. Памятник Охта 1 расположен в районе современного слияния рек Охты и Невы (рис. 1).

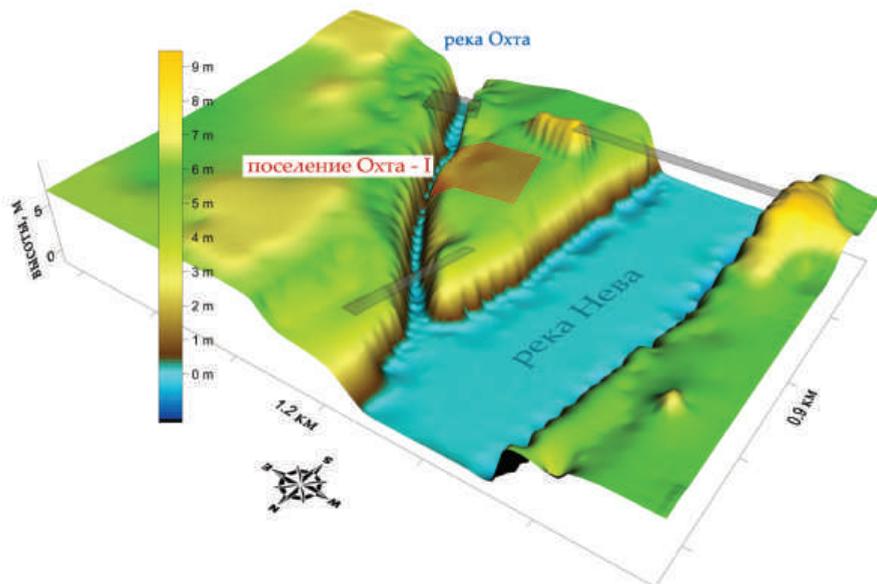


Рис. 1. Современная геоморфологическая ситуация в районе памятника Охта 1.

Fig. 1. Geomorphological situation in the region of Okhta 1.

Комплексные исследования отложений на памятнике Охта 1 включали литологический анализ, минералого-геохимический анализ, спорово-пыльцевой анализ, диатомовый анализ, радиоуглеродный анализ, археологические исследования (Кулькова и др. 2010; Kulikova et al. in press). Благодаря тому, что раскопки проводились на значительных площадях, удалось проследить микро-рельеф на территории памятника. Особенности микро-рельефа, расположение археологических объектов и находок, а также большой массив радиоуглеродных дат (более 150), полученных по нагару керамики, деревянным артефактам, остаткам угля, позволяют выделить более раннюю прибрежную промысловую зону, расположенную на берегу моря, и вторую, промысловую и жилую зону, связанную с речными протоками (Гусенцова, Сорокин 2011). Коллекция памятника насчитывает 12 000 находок, среди которых три группы неолитической керамики, несколько групп посуды эпохи раннего металла, выразительный комплекс каменных орудий и отходов их производства, изделия из органики и дерева, янтарные украшения (Гусенцова, Сорокин 2012). Выявлены находки, связанные с культурой шнуровой керамики и раннего железного века. Археологические объекты эпохи неолита относятся к V — началу IV тыс. до н. э. В культурном слое, относящемся к этому периоду, были обнаружены деревянные конструкции, связанные с промысловой и хозяйственной деятельностью человека, а также многочисленные артефакты — гребенчато-ямочная керамика и изделия из кремня и сланца. (Kulikova et al. 2012). Археологические находки из культурного слоя эпохи позднего неолита — раннего металла (IV — конец III тыс. до н. э.) включают пористую и асбестовую керамику, остатки очагов, «жилых» зон и деревянных конструкций. Коллекция каменных изделий представлена орудиями из кремня, кварца, сланца, песчаника. Сланцевые орудия для обработки дерева (более 70 экз.) включают стаместки, долота, тесла, топоры. Найдены десятки кремневых наконечников стрел, сланцевые грузила (более 55 экз.), каменные грузила. Прекрасная сохранность каменных изделий со следами обработки позволила трасологам определить функции каменных орудий: вкладыши для срезания растений, резчики по дереву и кости, скребки, скобели, пилки, ножи (Гусенцова, Сорокин 2011). Это еще раз доказывает залегание артефактов *in situ* в отложениях, не нарушенных процессами перемыва. Большая коллекция изделий из бересты, коры и дерева представлена грузилами, оплетенными берестой, коробами (12 экз.), скоплениями обработанных реек-лучин, кольями (более 400 экз.). Исследование состава и технологии изготовления глиняной посуды на основе минералого-геохимического состава и петрографии было проведено для 53 керамических фрагментов (Кулькова, Гусенцова 2012). Сравнение с данными типологического и морфологического анализа позволило выделить технологические признаки для основных групп керамики и установить хронологические границы для определенных типов, что также является важным признаком для разделения «слепых» стратиграфических толщ на этой территории. Все керамические фрагменты имеют хорошую сохранность, рядом с некоторыми «жилыми» и промысловыми зонами были найдены развалы сосудов, которые можно реконструировать. Все эти данные говорят об интенсивной хозяйственной деятельности человека на древнем побережье в течение длительного времени.

В 2010 г. археологические работы были продолжены экспедицией под руководством Н. Ф. Соловьевой. Результаты этого этапа археологических исследований Охтинского мыса пока не опубликованы. Группой сотрудников СПбГУ были также проведены описания ряда разрезов с фиксацией структурно-текстурных особенностей отложений, отбор проб для спорово-пыльцевого анализа (56 образцов), выполнены 4 определения абсолютного возраста по древесному детриту (Шитов и др., 2010).

Обсуждение результатов, полученных разными группами специалистов, вызвало оживленные дискуссии, в ходе которых высказывались самые различные точки зрения на возможные обстановки осадконакопления в исследуемом районе в период заселения его человеком. Был выдвинут ряд гипотез, в том числе, что формирование отложений проходило в глубоководных условиях «шельфа», или в зоне активной приливно-отливной динамики. Также высказывалось мнение, что все выявленные артефакты были переотложены в результате воздействия селевых потоков. На наш взгляд, перечисленные предположения пока не имеют серьезного обоснования.

Одним из подходов к решению проблемы является реконструкция палеорельефа. Методики, применяющиеся при археологических раскопках, детальность и скрупулезность фиксации границ геологических тел (слоев) в разрезе и по площади, а также возможность получения уникального материала (артефактов) для абсолютного датирования «немых» песчаных и алевро-песчаных толщ прибрежно-морских и береговых отложений позволяют с высокой точностью реконструировать морфологию палеорельефа и датировать его элементы. Полученные результаты дают также возможность дополнить и скорректировать имеющиеся представления о палеогеографии региона восточной части Финского залива в литориновое и постлиториновое время.

Материалы и методы исследований

Исследование культурных слоев эпохи неолита — раннего металла происходило после снятия антропогенных наслоений эпохи Средневековья, нового и новейшего времени мощностью до 1,5 м. Общая мощность исследованного слоя достигала 1,9–2,5 м.

В ходе раскопок на исследуемой территории были выделены два культурных слоя эпохи неолита (конец V — IV в. до н. э.) — раннего металла (конец IV — I в. до н. э.). Выборка культурного слоя проводилась по литологическим слоям горизонтами по 0,1 м. После выборки слоя производилась его зачистка, фотографическая фиксация, графическая фиксация пятен и объектов в масштабе 1:20 и нивелировка поверхности. Фиксация находок на плане каждого слоя проходила по квадратам в трехмерном измерении с указанием глубины их залегания (относительно уровня Кронштадского футштока, Балтийская система высот (БС)), номера полевой описи и соответственного условного обозначения. Заполнение пятен и ям и относящиеся к ним комплексы разбирались по слоям до уровня, ниже которого находки не обнаружены.

Был произведен послойный отбор образцов отложений в пределах раскопов 16, 7–2, 18 и 19 (см. рис. 2). 19-фракционный гранулометрический анализ 31 образца песчано-алевритовых осадков, отобранных по разрезам 6 раскопов,

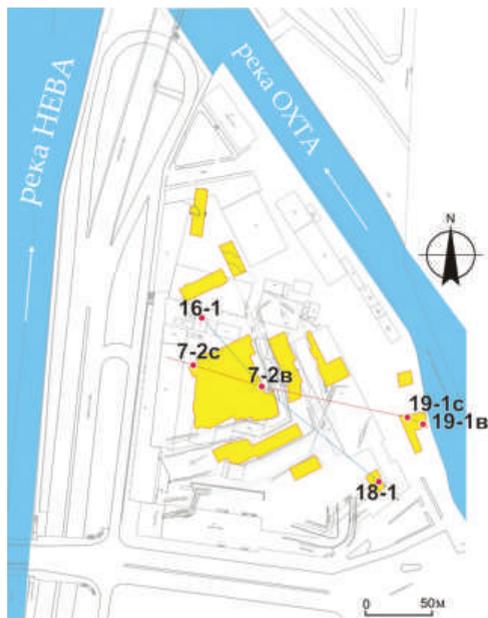


Рис. 2. Расположение раскопов (2008–2009 гг.) на Охтинском мысу.

Fig. 2. Location of excavation pits on the Okhta promontory.

был проведен в лаборатории ВСЕГЕИ ситовым методом (с использованием анализатора AS 200 фирмы Retsch). Для всех образцов были рассчитаны гранулометрические параметры (Md , Ma , So , A) по методу моментов (Folk, Ward 1957; Романовский 1977), построены кривые распределения и кумулятивные кривые. Для генетической интерпретации гранулометрических распределений использовались также методики С. И. Романовского (1977), Б. Н. Котельникова (1979) и Г. Ф. Рожкова (1978). Следует отметить, что полученные результаты генетической интерпретации данных 19-фракционного анализа в целом совпадают с выводами М. А. Кульковой с соавторами (Кулькова и др. 2010).

Для реконструкции палеорельефа в пределах всей исследованной площади была выбрана кровля слоя серых алевритов с прослоями ожелезненного песка (археологические слои 11, 13). Кроме того, была выполнена послойная детальная реконструкция наиболее расчлененного участка палеорельефа поверхности северной части исследованной площади. Реконструкция палеопереходности рельефа производилась в программе трехмерного моделирования «3ds max 9.0» на основе детальных литологических разрезов, в пределах раскопов 16, 7–2, 15, 18 и 19 и данных нивелировочных отметок кровли слоя.

Региональная палеорекострукция рельефа для различных этапов развития Литоринового и постлиторинового времени для района Санкт-Петербурга и восточной части Финского залива была выполнена в программе Surfer с использованием базы данных о современном рельефе суши (Спиридонов, Филиппов 2009), карты насыпных грунтов (Ленинград. Историко-географический атлас 1981), батиметрической карты восточной части Финского залива (Петров 2010), а также топографической карты из работы С. А. Яковлева (1925).

Все радиоуглеродные даты, приведенные в данной работе, откалиброваны с помощью программы OxCal 3.10 и представлены в годах тому назад (л. н.) от 1950 г. Для перевода в годы до н. э. нужно вычесть 1950 лет.

Результаты

Раскопами на исследуемой территории вскрыт ряд субгоризонтальных слоев алевритовых и песчаных отложений позднего голоцена (рис. 3, табл. 1), различающихся по своим генетическим признакам и условно объединенных в три группы (пачки), образующие при интерпретации трансгрессивно-регрессивные последовательности.

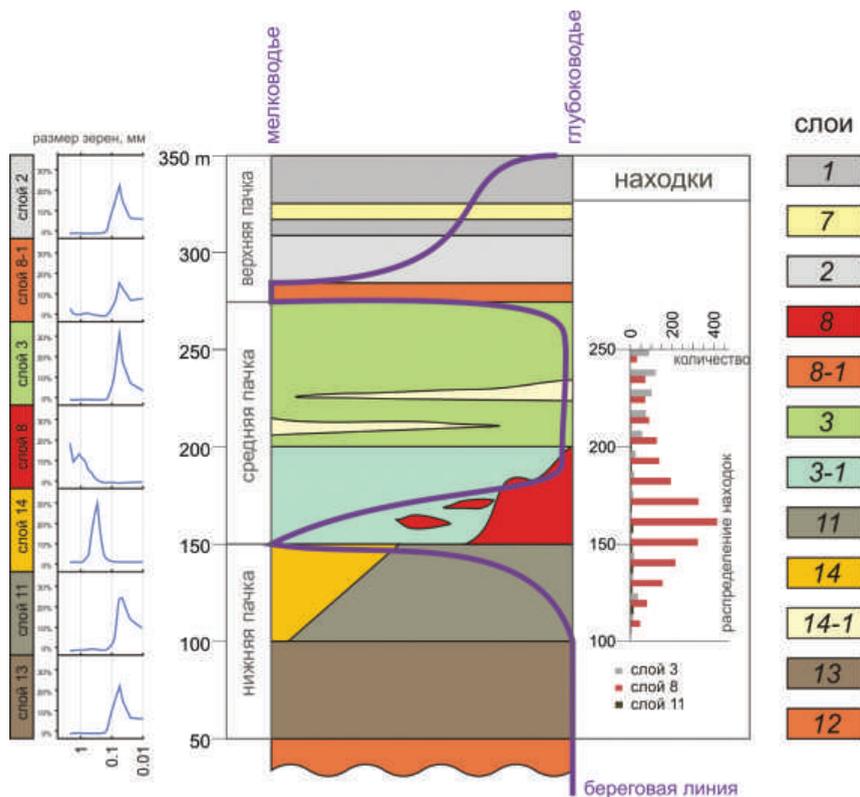


Рис. 3. Охта 1. Сводный геологический разрез, характеристика гранулометрического состава основных литологических слоев (слева) и распределение археологических находок по слоям (справа). Легенда — см. табл. 1.

Fig. 3. Okhta 1. Composite section, granulometric composition of the main lithological layers (left), and layer-by-layer distribution of archaeological finds (right).

Таблица 1

Описание сводного геологического разреза

1	алевритовый песок серый, плотный
7	песок ожелезненный, красновато-коричневый, средне-мелкозернистый
2	Песок светло-серовато-желтый с ожелезненными прослоями, тонко-мелкозернистый (Ма 0,2 мм) с тонкой субгоризонтальной, слегка волнистой слоистостью. Кривые распределения одномодальные, вес модальной фракции от 68 до 82 %, осадки достаточно хорошо сортированы (So 1,2–1,7), содержание фракций < 0,01 не превышает 5 %, грубые фракции (> 2 мм) отсутствуют
8–1	невыдержанный линзовидный прослой коричневатого ожелезненного разнозернистого, существенно тонкозернистого песка с катунами глин, галькой и гравием гранитоидов (Ма 0,15 мм). Кривые распределения полимодальные, сортировка плохая (So 3,97), содержание фракции < 0,01 мм до 19 %, грубых фракций (> 2 мм) до 10 %
3, 3–1	светлый охристый алеврит или алевритовый тонкозернистый песок (Ма 0,1 мм) с прослойками мелкозернистого кварцевого песка светло-серого цвета с ожелезнением. Кривые гранулометрических распределений бимодальные, степень сортированности плохая (So 2–3,5), содержание фракции < 0,01 до 5 %, грубых фракций (> 2 мм) до 1 %
3–1	тот же слой с линзовидными прослоями слоя 8
8	слой изменчивой мощности (до 20–25 см в раскопах северо-восточной части исследованной площади) до выклинивающихся линзовидных прослоев, сложного гранулометрического состава. Преобладают грубо-крупнозернистые ожелезненные пески (Ма 1,1–1,2 мм). Кривые распределения бимодальные, с модами в области грубых фракций, сортированность осадка в целом плохая (So 2,6–3,0), однако в раскопе 19 (северная и восточная стенки) в верхней части слоя наблюдаются четко выраженные косо-слоистые текстуры, содержание грубозернистого материала до 44 %, наряду с зернами гравия и гальки встречаются мелкие, хорошо окатанные валуны гранитоидов, а также катуны серых пластичных глин
11	серый плотный алеврит или алевритовый тонкозернистый песок (Ма 0,1–0,18 мм) с прослойками мелкозернистого кварцевого песка светло-серого цвета. Гранулометрические распределения бимодальные, степень сортированности плохая (So 2–3,5), содержание тонких (< 0,01 мм) и грубых (> 2 мм) фракций менее 1 %
14	песок розовато-белый мелко-среднезернистый (Ма 0,47 мм), по нижнему контакту — железистая корочка (до 3 мм), нижний контакт — с карманами, образует невыдержанные по мощности прослои. Кривые распределения одномодальные, сортировка хорошая (So 1,55)
14–1	песок коричневатый ожелезненный разнозернистый, существенно крупнозернистый (Ма 0,45–0,75 мм). Кривые распределения одно- или бимодальные, сортированность осадка плохая (So до 5,5), содержание фракции < 0,01 менее 1 %, грубых фракций значительно (> 2 мм) больше — до 7 %
13	темно-серый алевропесок (тонкозернистый) (Ма 0,08 мм) с ожелезненными прослоями крупнозернистого песка (12), сортированность осадка хорошая (So 1,5), содержание фракции < 0,01 менее до 2 %, грубых фракций (> 2 мм) до 4,5 %
12	охристый ожелезненный песок крупно-грубозернистый (Ма 1,21 мм) с гравием горизонтально-слоистый. Кривые распределения бимодальные, сортированность осадка плохая (So 3,5), содержание фракции < 0,01 менее 1 %, грубых фракций (> 2 мм) — до 25 %

Нижнюю пачку слоев (11, 13) средней мощностью около 100 см образуют хорошо сортированные алевритовые пески серого цвета с ожелезненными прослоями. Накопление отложений происходило в условиях стационарного отложения взвешенного материала. Эти слои хорошо выдерживаются по площади раскопов и вскрыты практически на всех разрезах. В северо-западной части исследованной площади кровля слоя серых тонкозернистых алевритовых

песков понижается, и они фациально замещаются по латерали хорошо сортированными мелко-среднезернистыми песками желтовато-розового цвета (слой 14), сформировавшихся, согласно генетической интерпретации данных гранулометрического анализа, под воздействием волнового потока. Отложения нижней группы слоев датируются периодом 8400–5500 кал. л. н. (Kulkova et al., in press). К данной пачке слоев приурочены остатки деревянных конструкций, связанные с промысловой деятельностью человека, обломки вбитых кольев, а также находки глиняной посуды преимущественно среднего и позднего неолита.

Большинство деревянных конструкций располагалось в локальных понижениях рельефа (ямах, западинах) округлой, овальной или удлинённой формы глубиной от 0,2 до 1,0 м и площадью от 4 до 65 м² в северо-западной части исследованной площади. Важно отметить, однако, что в некоторых случаях колья, обнаруженные в нижних слоях, были вбиты сквозь вышележащий слой крупнозернистого песка, разделявшего нижний и верхний культурные слои. Верхний уровень, с которого были вбиты колья, составляет 2,00–1,90 м¹.

Граница нижней и средней пачки слоев несогласная, маркируется невыдержанным линзовидным прослоем грубо-крупнозернистых песков (слой 8) со значительным содержанием грубозернистого материала. Наряду с гравием и галькой встречаются мелкие, хорошо окатанные валуны гранитоидов, а также катуны серых пластичных глин. Грубозернистый материал и катуны глин имеют явно аллохтонное происхождение. Кривые распределения гранулометрического состава песков бимодальны с модами в области грубых фракций, сортировка материала плохая (коэффициент относительной (нормированной) энтропии 0,74). По интерпретационной генетической диаграмме асимметрия-эксцесс эти отложения формировались при сильных течениях. Это же подтверждают визуальные наблюдения ориентировки и окатанности гальки и мелких валунов. Отложения были сформированы около 5500 кал. л. н. (Kulkova et al., in press).

В данном слое сосредоточено основное количество археологического материала (более 4000 экз.) эпох неолита и начала раннего металла. Особенно насыщена находками керамики эпохи среднего и позднего неолита линза песка в юго-западной части исследованной территории мыса в раскопах 7–2 и 5–1.

Вышележащие слои (3–1, 3) мощностью 1,0–1,5 м представлены песчаными алевритами и тонкозернистыми песками с прослойками мелкозернистого кварцевого песка светло-серого цвета. Алевро-песчаные отложения характеризуются низкой степенью сортированности с бимодальными распределениями. По генетической интерпретации накопление происходило при стационарном отложении взвешенного материала в мелководных условиях.

В этом слое, в основном на уровне 2,40–2,00 м (в раскопах 5–1, 7–1, 7–2, 14–1, 15–1) зафиксированы остатки «жилых зон» с крупными развалами сосудов и скоплением каменного инвентаря, остатки погребений и котлованы сооружений, датированные 5290–4500 кал. л. н. В этих комплексах сосредоточены материалы культуры пористой и асбестовой керамики эпохи раннего металла (Гусенцова, Сорокин 2012).

¹ Высотные отметки для памятника Охта 1 даются по Балтийской шкале (т. е. от Кронштадтского футштока).

В основании слоев, объединенных в верхнюю группу, в южной части исследованной площади выделяется еще один слой крупнозернистых, несортированных песков с галькой и мелкими валунами. Мощность прослоя до 20 см. Выше залегают средне- и мелкозернистые полимиктовые пески светло-желтого цвета, с тонкой, субгоризонтальной, слегка волнистой слоистостью. Кривые распределения гранулометрического состава одномодальные. По генетической интерпретации гранулометрических коэффициентов осадки формировались на подводном береговом склоне под действием одинаковых по скорости прямого и обратного волновых потоков. По данным М. А. Кульковой с соавторами (Kulkova et al., in press), окончание формирования естественных отложений разреза датируется периодом около 1700 кал. л. н.

По абсолютным отметкам, полученным в ходе раскопок, была восстановлена палеоповерхность кровли нижней пачки. Морфологически поверхность характеризуется четким поднятием в центральной и южной части (рис. 4). В центральной части ее уровень достигает абсолютных отметок в 2,50 м, резко понижаясь до 1,00 м на восток к руслу р. Охты и полого опускаясь в северо-западном направлении в сторону современного русла р. Невы до высоты 0,50 м. В плане поверхность напоминает субмеридиональный вал, плавно погружающийся в северном направлении.

Северо-западная (в сторону современного русла р. Невы) часть реконструированной палеоповерхности обладает рядом интересных особенностей. В ее периферийной части выделяется выдержанный прослой хорошо сортированных песков волнового генезиса, аналоги которого не установлены на других разрезах рассматриваемой площади. В плане данный прослой образует вытянутое в субмеридиональном направлении песчаное тело длиной около 20 м и шириной до 5 м, севернее которого палеоповерхность продолжает понижаться. Данное геологическое образование, по нашему мнению, маркирует береговую линию палеолагуны, представляя собой аккумулятивное тело — локальную косу или бар морского (лагунного) происхождения, либо устьевой речной бар палео-Охты.

Между описанным песчаным образованием и центральным поднятием реконструкция выявила вытянутое в субмеридиональном направлении локальное понижение рельефа («палеопротоку») шириной до 12–14 м, с которой связаны находки части кольев. Конструкции в протоке существовали достаточно долго, находки из ее заполнения относятся к эпохам позднего неолита и раннего металла. На дне «протоки» обнаружены крупные обломки (до 6 м) стволов деревьев (ель и лиственничное с сучьями).

Кроме того, как уже говорилось выше, деревянные конструкции были найдены в локальных понижениях рельефа (ямы, западины), располагающихся в направлении, перпендикулярном «палеопротоке». Верх западин был заполнен прослойками светло-серого алевролита и песка. Нижние слои отложений, заполняющих их, были представлены темными алевролитами с линзами дисперсной органики, прослойками щепы, скоплениями древесных остатков (ветви, шишки ели, орехи лещины).

В дно западин и рядом с ними были вбиты колья, здесь же находились упавшие колья, скопления обработанных реек и фрагменты деревянных предметов. Найдено около 400 кольев, изготовленных из сосны обыкновенной, ольхи,

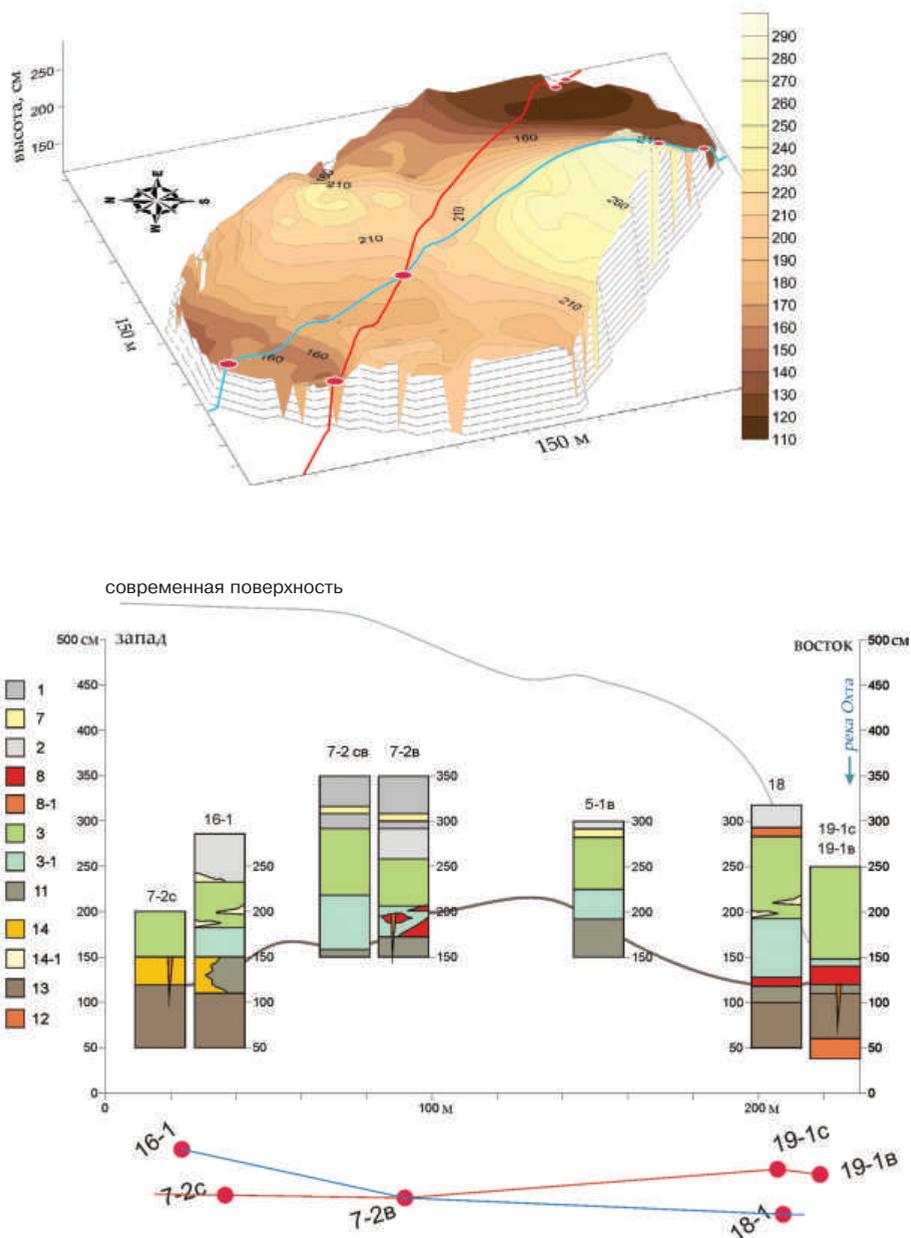


Рис. 4. Трехмерная диаграмма поверхности нижней пачки слоев и расположение колонок на гипсометрическом профиле.

Fig. 4. Three-dimensional diagram of the lower bed surface, and position of columns on the hypsometric profile.

ели, ивы, березы, можжевельника и рябины. Диаметр кольев варьирует от 4 до 16 см, единичные кольца достигают 18–22 см в диаметре. Длина сохранившихся фрагментов до 0,5 до 2,5 м. Полученные результаты дендрохронологического и радиоуглеродного анализа спилов кольев (40 дат) позволяют проследить некоторую последовательность устройства конструкций с колами в период 5550–4650 кал. л. н. Наиболее позднюю группу составляют колы в районе древней протоки: 5050–4650 кал. л. н. По данным радиоуглеродного анализа многочисленных остатков конструкций из рек были изготовлены в разное время. Наиболее древние из них, приуроченные к западной части мыса, относятся к эпохе неолита 6296–5562 кал. л. н. Другие, как и большинство колов, относятся к эпохе раннего металла.

Небольшие песчаные косы, формирующиеся за счет отклонения русел рек потоками наносов вдоль берегов, встречаются в настоящее время в береговой зоне восточной части Финского залива и в устьевых участках небольших рек, например, в устье р. Приветная (рис. 7) или р. Черная в пос. Большая Ижора. Ямы в нижнем слое, выявленные в ходе раскопок, расположены перпендикулярно простираю косы, и, соответственно, береговой линии. Они остались от протоков или ручьев, которые перегораживались колами и загородками из рек.

Обсуждение полученных результатов

Анализ литературных данных и материалов, полученных в ходе археологических раскопок на Охтинском мысу, показывает, что рассматриваемый район в период после максимальной фазы первой Литориновой трансгрессии представлял собой береговую зону лагуны, отделенной от открытой части Литоринового моря так называемой Лиговской косой (Яковлев 1925) и имевшей постоянную связь с морем в районе современного русла Невы (рис. 5, 6).

Важно отметить, что при проведении палеогеографических реконструкций последнего этапа геологической истории побережий Финского залива целесообразно опираться на основные закономерности, выявленные при изучении лито- и морфодинамики современных береговых зон (направления потоков наносов, распределения зон размыва и аккумуляции, закономерности формирования аккумулятивных форм и т. д.), так как основные тренды геологической эволюции современных береговых зон четко прослеживаются, по крайней мере, начиная с Анцилового времени (Амантов и др. 2012; Спиридонов и др. 2010).

Береговые формы рельефа, выработанные в ходе различных фаз развития Литоринового моря и постлиториновых бассейнов, обнаруживаются на различном расстоянии от современной береговой линии Финского залива и на разных гипсометрических уровнях, что связано с дифференцированными скоростями неотектонических и современных тектонических движений. Береговая линия Литоринового моря четко выражена в рельефе абразионными уступами и береговыми валами.

Максимальные абсолютные высоты поверхности морской литориновой террасированной равнины составляют от +8 м (в районе Лахты) до +15 м (в районе пос. Лужки). В устье р. Черная выявлено до трех «литориновых» террас, на поверхности которых отмечены береговые валы, дюны, а в пределах первой

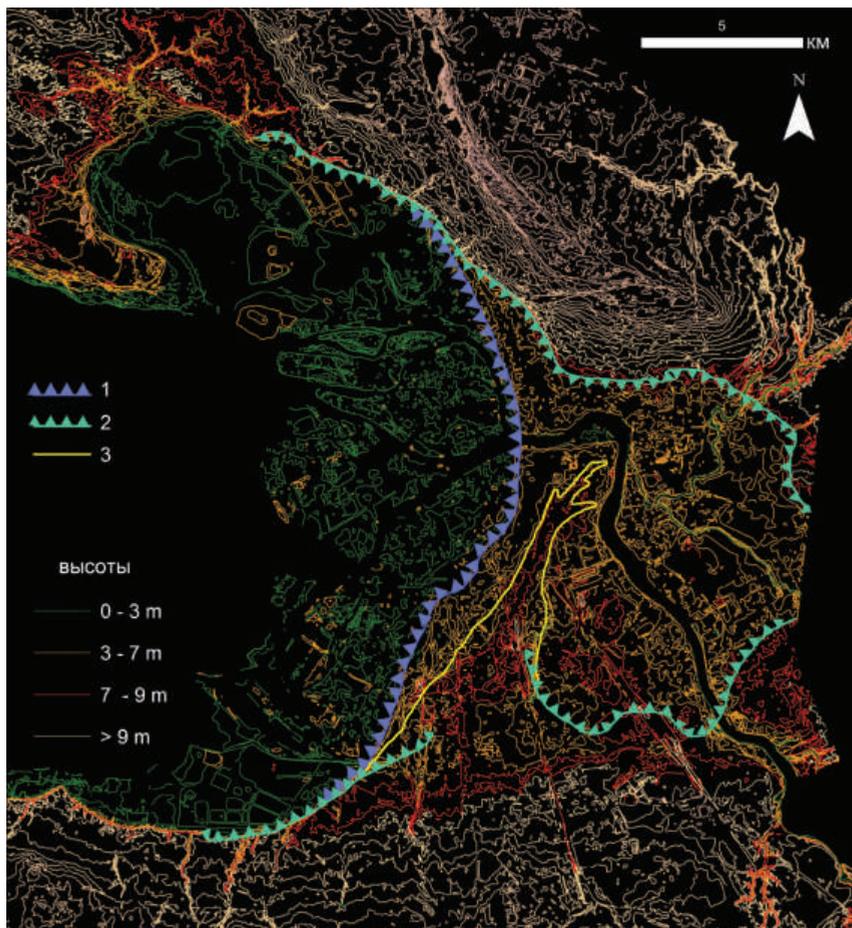


Рис. 5. Границы распространения береговых форм террас Литоринового моря. 1 — граница «Василеостровской террасы» 0–3 м (Знаменская, Черемисинова 1974) (граница древнебалтийской трансгрессии по С. А. Яковлеву (1925)); 2 — граница «Охтинской террасы», сформированной в ходе максимальной фазы Литориновой трансгрессии; 3 — Лиговская коса (по изогипсе 6 м) с использованием схемы С. А. Яковлева (1925).

Fig. 5. Borders of the Litorina Sea terraces. 1 — Vasilyevskaya terrace, 0–3 m (Знаменская, Черемисинова 1974) (the border of the Old-Baltic transgression is shown according to Яковлев 1925); 2 — Okhtinskaya terrace, formed during the maximum of the Litorina transgression; 3 — Ligovsky bar (6 m isohypse); according to (Яковлев 1925), with modifications.

(нижней) террасы — песчаные косы и пересыпи (Знаменская 1956). Вдоль южного берега залива тыловой шов Литориновой террасы прослеживается на высоте от +7 м (Петродворец) до +14 м (Кургальский п-ов) (Знаменская, Черемисинова 1974). Кроме того, в ходе исследований ВСЕГЕИ 2005–2011 гг. вдоль северного и южного берегов Финского залива установлены подводные террасы с тыловыми швами на глубинах от 4–5 м до 10–12 м и подножьем на глубинах от 8–12 м до 20–25 м (Рябчук и др. 2008; Леонтьев и др. 2010; Амантов и др. 2012).

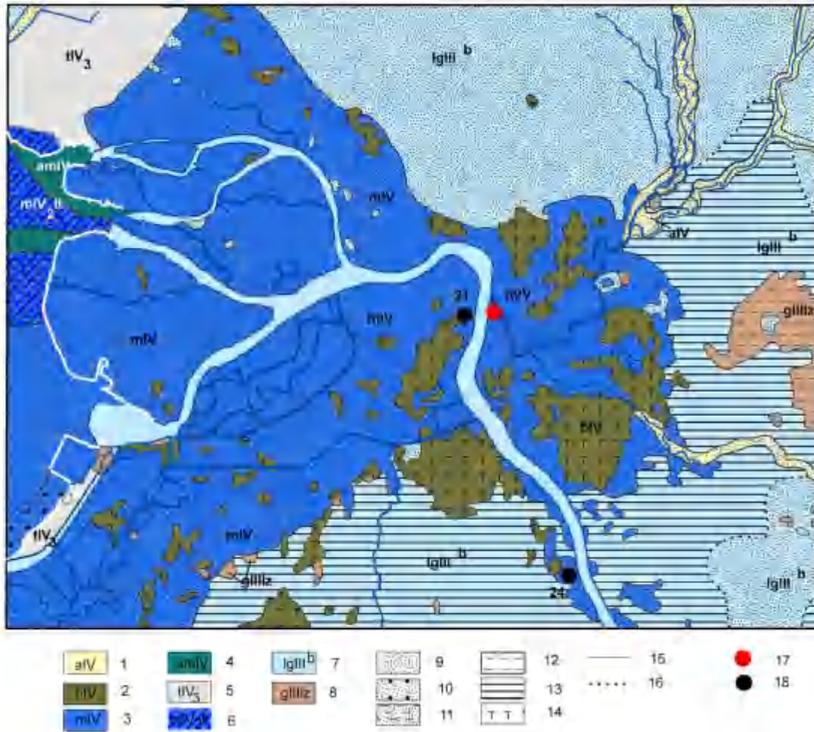


Рис. 6. Фрагмент карты четвертичных отложений (по неопубликованной карте И. И. Краснова, 1995). Отложения: голоцен: 1 — аллювиальные; 2 — биогенные; 3 — морские Литориновые; 4 — озерные Анцилоновые; 5 — техногенные; плейстоцен: 6 — флювиогляциальные; 7 — озерно-ледниковые; 8 — ледниковые; 9 — пески; 10 — пески с валунами; 11 — суглинки; 12 — глины; 13 — ленточные глины; 14 — торф; границы: 15 — достоверные; 16 — предполагаемые; 17 — Охта-1; 18 — опорные разрезы.

Fig. 6. Fragment of unpublished I. I. Krasnov's map of Quaternary deposits (1995). Holocene (1–5) and Pleistocene (6–15) deposits: 1 — alluvium; 2 — biogenic; 3 — marine (Litorina); 4 — lacustrine (Ancyclus); 5 — technogenic; 6 — fluvio-glacial; 7 — lake-glacial; 8 — glacial; 9 — sands; 10 — sands with boulders; 11 — loams; 12 — clays; 13 — varved clays; 14 — peat. borders; 15 — reliable; 16 — presumed; 17 — Okhta-1; 18 — reference sections.

Восточная береговая линия Литоринового моря не так четко выражена в рельефе. Береговые формы максимальной фазы развития Литориновой трансгрессии прослеживаются здесь на расстоянии до 13 км от современной береговой линии (Лахтинская депрессия, Приневская низменность). В Санкт-Петербурге наблюдаются две литориновые террасы. Первая терраса «Василеостровская» располагается на абсолютных отметках 0–3 м абс. Вторая, более высокая «Нижнеохтинская» терраса лежит на высоте 4–6 м абс. Наивысший уровень максимальной литориновой трансгрессии в районе достигал уровня современной отметки 6 м абс. (Знаменская, Черемисинова 1974) (рис. 5).

К наиболее крупным аккумулятивным формам Приневской низменности относятся песчаные косы, известные на городской территории Петербурга (Лиговская и Сестрорецкая). Лиговская коса (по А. С. Яковлеву «гряда»),

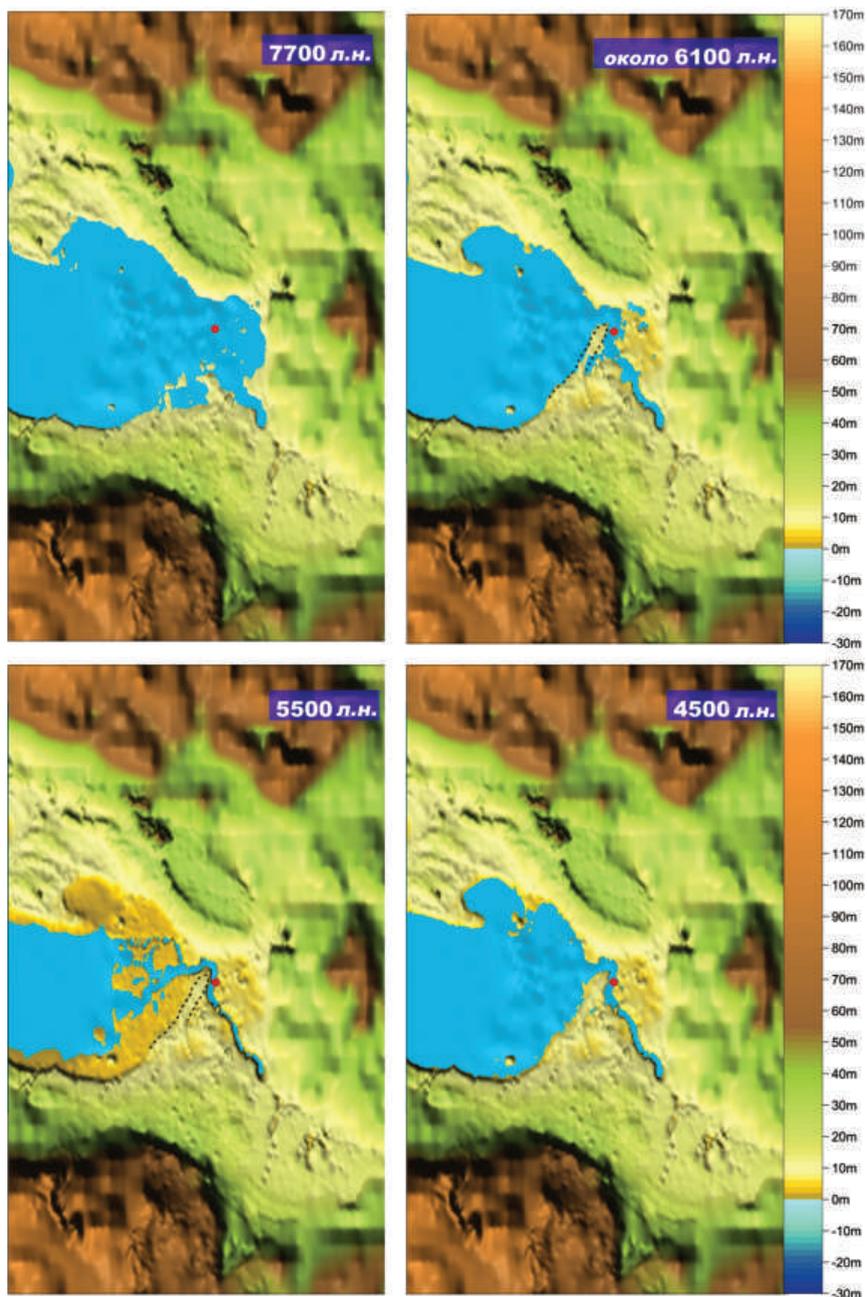


Рис. 7. Схема расположения береговых линий Литоринового и послиторинового моря на различных этапах его развития. Район памятника Охта-1 показан красной точкой.

Fig. 7. Coastal lines of the Litorina and post-Litorina sea on different stages of its history. The area of Okhta 1 is shown as a red dot.

перекрытая насыпными грунтами и застройкой, но, тем не менее, выделяющаяся в рельефе, протягивается через центральную часть города в юго-западном направлении от ул. Восстания по Лиговскому пр. в сторону района Автово. Абсолютные отметки ее поверхности (под насыпным грунтом) достигают 7 м, тогда как уровень окружающей литориновой террасы здесь на 3–4 м ниже. Длина косы составляет около 10 км, ширина — от 600 м до 1,5 км. Общая мощность литориновых отложений в пределах Лиговской косы достигает 8,4–9,5 м. В строении косы наблюдается четкая регрессивная последовательность — нижние горизонты представлены гумусированными голубоватыми и серыми песками и алевритовыми песками, выше по разрезу сменяются желтыми среднезернистыми песками, и, наконец, верхние слои представлены ко-сослоистыми крупнозернистыми песками с гравием и галькой. Цоколем косы на всем ее протяжении является торфяник, относимый С. А. Яковлевым к литориновому времени. Образование самой косы датируется, по его мнению, временем литориновой трансгрессии (Яковлев 1925). По современным представлениям, подводные бары, трансформирующиеся в процессе развития в косы, формируются преимущественно на берегах относительного поднятия (Зенкович 1962). К сожалению, ссылки на более поздние исследования ископаемого торфяника с применением методов абсолютного датирования в литературе отсутствуют. Важно отметить, что как анализ распределения морских литориновых отложений (рис. 6), так и закономерности лито- и морфодинамических процессов в береговой зоне полностью исключают интерпретацию Лиговской косы как «берегового вала максимальной стадии литориновой трансгрессии», предложенную М. В. Шитовым с соавторами (Шитов и др. 2010: 193).

По современным данным начало трансгрессии Литоринового моря датируется временем от 8600–8500 кал. л. н. (Sandgren et al. 2004; Miettinen et al. 2007) до 8200 кал. л. н. (опорный разрез на берегу Невы около Невского лесопарка) (Малаховский и др. 1989).

Максимумы трансгрессии Литоринового моря по разрезам Карельского перешейка датируются периодами около 7700 кал. л. н. и 6500 кал. л. н. (Sandgren et al. 2004; Miettinen et al. 2007). На основе анализа данных по распределению диатомовой флоры в донных отложениях озер и восточной части Финского залива (Джиноридзе 1986) и геоархеологических исследований побережий Нарвского и Лужского заливов (Rosentau et al. 2010) в этот период выделяется единая регрессивная фаза. Морские отложения, вскрытые в основании разреза на Охте и интерпретируемые как осадки времени литориновой трансгрессии, также датируются временем 8460–7600 кал. л. н. (Kulkova et al., in press).

Моделирование уровня Литоринового моря в ходе максимума трансгрессии, проведенное с учетом естественных скоростей осадконакопления в районе Охтинского мыса, а также мощности техногенных отложений на территории Санкт-Петербурга, показывает, что в этот период площадь «Охтинского мыса» располагалась в центральной части открытого залива (рис. 7).

В ходе начавшейся регрессии произошло формирование Лиговской косы. Рост косы происходил в северо-восточном направлении от коренного берега моря в районе современного городского района Лигово. Источником песчаного материала служил вдольбереговой поток наносов, образованный

преимущественно за счет перемива ледниковых и ледниково-водных отложений. Район современного слияния рек Невы и Охты располагался в пределах северной части лагуны вблизи палеопролива (рис. 7). Лагуна, располагавшаяся к востоку от Лиговской косы, на протяжении всего своего существования имела постоянную связь с открытым Литориновым морем через пролив в районе современного русла р. Невы, приуроченного к палеодолине, где кровля неоплейстоценовых отложений, подстилающих морские голоценовые осадки, располагается на абсолютных отметках –12...15 м (Ауслендер и др. 2002). В пределах же Охтинского мыса даже во время максимального уровня Литоринового моря глубины, вероятно, не превышали 4–5 м. Современными аналогами описанной лагунной системы в Балтийском море являются, например, Куршский и Вислинский заливы с одноименными косами.

Таким образом, в момент начала заселения Охтинского мыса исследуемая площадь располагалась в прибрежной зоне мелководной лагуны, небольшие глубины и спокойный гидродинамический режим которой обусловили формирование слоя алевро-песчаных отложений. В упомянутых выше Куршском и Вислинском заливах в настоящее время также накапливаются преимущественно алевритовые осадки. Литолого-геохимический анализ слоев нижней пачки (Kulkova et al. in press) зафиксировал постепенную регрессию палеоводоёма. Реконструированные «региональные» палеоусловия рассматриваемого района близки к палеореконструкциям, выполненным для неолитических поселений района Нарвского залива и Лужской губы (Rosentau et al. 2010) и Сестрорецкого разлива (Герасимов 2003).

Как было сказано выше, резкие изменения седиментационных условий фиксируются в разрезе Охтинского мыса линзовидным прослоем крупнозернистых песков с гравием, галькой, мелкими валунами и катунами глин. Данный слой датируется временем около 5500 кал. л. н. (Kulkova et al. in press). По результатам исследований озер Карельского перешейка регрессия второй фазы Литоринового моря началась около 6500 кал. л. н., после чего уровень моря понижался до периода около 5500–5000 кал. л. н. В окрестностях Охты (опорные разрезы на Новгородской ул. и в Невском лесопарке) та же регрессия зафиксирована прослоями торфа и гиттии (6600–6200 кал. л. н. и 6100–6200 кал. л. н. соответственно) (Малаховский и др. 1989).

Опубликованные кривые относительного изменения уровня моря для периода времени до 5000 кал. л. н. для северного (Mittinen et al. 2007) и южного побережий залива (Rosentau et al. 2010) показывают, что относительный уровень моря между максимальной (первой) фазой Литориновой трансгрессии и временем 5500 кал. л. н. снизился и в первом и во втором случае с 10 до 6 м, т. е. на 4 м (рис. 8). Учитывая, что современная высота древних береговых форм, маркирующих уровень максимальной фазы Литориновой трансгрессии в рассматриваемом районе, составляет 6 м абс., а эрозионный слой располагается в настоящее время на гипсометрическом уровне 1,7–2,0 м, получаем, что около 5500 кал. л. н. поверхность сформировавшихся ранее в лагунных условиях алевритов в наиболее высокой части мыса находилась выше уровня моря. Таким образом, центральная часть исследуемой площади (вершина валлообразного тела) в момент формирования песков потокового генезиса находилась в субаэральных условиях (рис. 7). Сделанные выводы подтверждаются

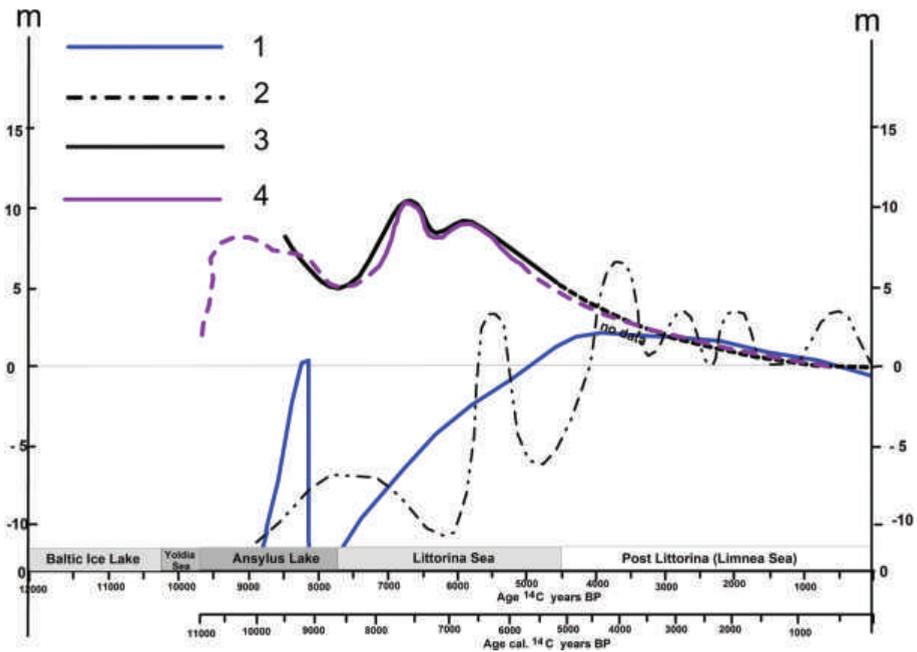


Рис. 8. Кривые относительного изменения уровня моря в восточной части Финского залива. 1 — Квасов 1979; 2 — Долуханов 1979; 3 — Miettinen et al. 2007; 4 — Sandgren et al. 2004.

Fig. 8. Sea level fluctuations in the eastern part of the Finnish Gulf. 1 — Квасов 1979; 2 — Долуханов 1979; 3 — Miettinen et al. 2007; 4 — Sandgren et al. 2004.

и результатами анализа гранулометрического состава и текстур рассматриваемого слоя. Характер обломочного материала (наличие гальки, мелких валунов, катунов глин) позволяет предположить, что отлагавший его поток характеризовался высокой энергией. Низменный рельеф побережий восточной части Финского залива в рассматриваемом районе полностью исключает возможность возникновения таких потоков в субаквальных условиях. Существование р. Охты прослеживается начиная с послеледникового времени (Яковлев 1925). В соответствии с изменениями уровня приледниковых водоемов она меняла свое русло и формировала террасовые уровни. Крупнозернистые пески с катунами глин и фрагментами древесной растительности, вероятно, отлагались в устьевой части реки в результате изменений ее гидрологического режима в период паводков, а также взаимодействия речного стока со сгонно-нагонными процессами. Важно отметить, что формирование данного слоя не было одномоментным, характер залегания в той или иной степени выраженных субгоризонтальных и диагональных прослоев и линз и соотношение их с выше- и нижележащими слоями позволяет предположить, что потоки воздействовали на поверхность сформированных ранее отложений неоднократно на протяжении некоторого промежутка времени.

Следует отметить, однако, что ряд исследователей вслед за С. А. Яковлевым выделяют фазу литориновой регрессии (6200–5000 кал. л. н.), когда в результате отступления моря «субаэральные условия наблюдались повсеместно к востоку от Лиговской косы», «на Выборгской стороне и Охте» (Яковлев 1925: обзорная таблица геологической истории окрестностей Ленинграда в поздне- и послеледниковое время), а на месте Лахтинского разлива существовали постепенно осушавшиеся торфяники. По некоторым данным (В. Г. Ауслендер, отчет о геологической съемке, 2001 г.) при наиболее низком уровне воды была осушена также часть Невской губы до глубины –3,6 м. Гипотеза о столь значительной регрессии, основанная на нескольких определениях абсолютного возраста погребенных торфяников, требует дальнейшего подтверждения или опровержения, в том числе с использованием методов морской геологии.

Условия образования алевро-песчаных слоев, залегающих выше (слои 3–1, 3) и объединенных в «среднюю пачку», опираясь на современные литературные данные, однозначно интерпретировать сложнее, так как период времени от 5000 кал. л. н. не отражен на опубликованных кривых относительного изменения уровня моря. Характер гранулометрического состава осадков позволяет предполагать еще одну трансгрессию, сопровождавшуюся затоплением изучаемой площади водами мелководной лагуны (глубины при этом, вероятно, были минимальными и не превышали 1 м). По мнению С. А. Яковлева (1925), следующий за регрессией период был связан с развитием новой трансгрессии (древнебалтийская трансгрессия по С. А. Яковлеву). Трансгрессивная фаза выделяется в период времени 5400–5000 кал. л. н. и целым рядом исследователей Балтийского моря (Berglund et al. 2005; Harff et al. 2011). В районе Санкт-Петербурга эта фаза трансгрессии, по-видимому, характеризовалась достаточно продолжительной стабилизацией уровня моря на высоте, соответствующей современным отметкам 3,0 м по Балтийской шкале, когда сформировалась выраженная «абразионная дуга» нижней «Василеостровской» террасы (Знаменская, Черемисинова 1974). Такой уровень трансгрессии объясняет отсутствие доказательств ее существования в осадках озер северного и южного побережий Финского залива, характеризующихся восходящими неотектоническими движениями.

В то же время в Приневской низменности «древнебалтийские» береговые формы прослеживаются в восточном направлении вдоль современного русла Невы до Невского лесопарка. В опорном разрезе на Новгородской ул. с данным периодом времени соотносится слой глины с растительными остатками (абсолютные отметки от –1,5 до 0,5 м). На «геологическом плане» С. А. Яковлева «береговые скаты» древнебалтийской трансгрессии широкой полосой выделяются на правом берегу р. Охты в районе ее впадения в Неву, а также узкой полосой вдоль правого берега Невы в пределах самого Охтинского мыса (рис. 9). Таким образом, выполненная нами реконструкция береговой линии центральной части Охтинского мыса дополняет и уточняет сложившуюся концепцию.

В основании «верхней группы» слоев в южной части Охтинского мыса вновь отмечен прослой крупнозернистого песка с галькой и катунами глин. Смена среды седиментации произошла за короткий промежуток времени, когда территория вновь оказалась в субаэральной обстановке и формировались осадки

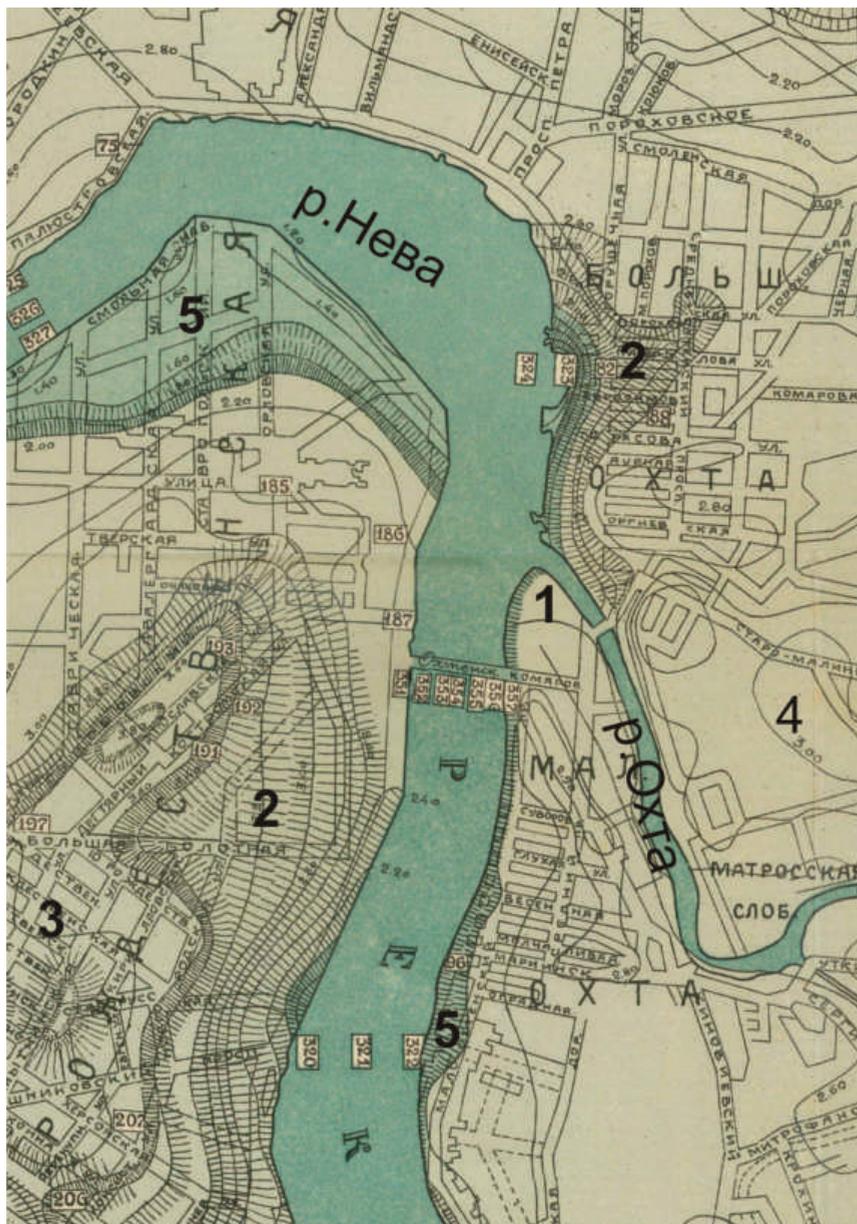


Рис. 9. Фрагмент «геологического плана» С. А. Яковлева (1925) для района Охтинского мыса. 1 — памятник Охта-1; 2 — береговые валы «Древнебалтийской трансгрессии»; 3 — северная оконечность Лиговской косы; 4 — области, занятые Литоринным морем при максимальной трансгрессии; 5 — области, занятые «Древнебалтийским морем» в период максимальной трансгрессии.

Fig. 9. Okhta promontory on S. A. Yakovlev's «geological plan» (1925). 1 — Okhta-1; 2 — Old-Baltic transgression beach ridges; 3 — northern end of the Ligovsky bar; 4 — areas occupied by the Litorina Sea during the transgression maximum; 5 — areas occupied by the Old-Baltic Sea during the transgression maximum.

потокового генезиса. Выше залегает маломощный (50–70 см) слой алевропесчаных отложений, образованных в мелководных условиях. Упомянутые выше опорные разрезы на Новгородской ул. и в Невском лесопарке содержат прослой торфа, датированные периодами 2800–2600 кал. л. н. и 2100–2300 кал. л. н. и интерпретируемые как результат окончательной регрессии водоема (Малаховский и др. 1989).

Анализ рельефа палеоповерхности нижней группы слоев с выделением возвышенного валообразного тела в центре южной части исследованной площади, субмеридиональной аккумулятивной косы или бара морского (лагунного) происхождения, и локального понижения рельефа («палеопотоки») между косой и возвышенностью в северо-западной части хорошо соотносится с выводами археологических исследований (Kulkova et al. in press), подразделяющих территорию на жилую и промысловую зоны.

Остатки деревянных конструкций, приуроченные к нижнему культурному слою, в таком случае были расположены вдоль побережья палеолагуны или в руслах небольших проток, впадающих в нее. Конструкции подобного типа встречаются на неолитических памятниках побережья восточной Балтики и лесной зоны России. Такие устройства, известные также в этнографии, перегородивали неглубокие речные, озерные или морские протоки с медленным течением. Конструкции подобного типа известны на памятниках эпох от мезолита до раннего металла побережья восточной Балтики и лесной зоны России: торфяниковой стоянке Сарнате в Латвии (Ванкина 1970; Bērzins 2006); Швянтойских стоянках, Кретуонас 1, Жемайтиске 1–3 в Литве (Pranckenaite, 2011); в Финляндии (Koivisto 2011: рис. 3); на дне озера Арэнд в Германии (Leineweber, Lubke 2006: 135); Плехановской стоянке на р. Оке (Федоров 1937), стоянках Становое 4, Сахтыш 2а (Жилин 2004), Замостье 2 на р. Дубне (Лозовская 2011) Караваиха 4 в бассейне оз. Воже (Косорукова 2008), на Мармугинском торфянике на р. Юг (Буров 1969).

Выводы

1. Установлено, что в ходе развития первых фаз Литориновой трансгрессии (7700–6500 кал. л. н.) на значительной части современного центра Санкт-Петербурга сформировалась лагунная система, частично отделенная от открытой части моря песчаной Лиговской косой. Рост косы происходил в северо-восточном направлении от коренного берега моря в районе современного городского района Лигово. Источником песчаного материала служил вдольбереговой поток наносов, образованный преимущественно за счет перемыва ледниковых и ледниково-водных отложений. Район современного устья р. Охты располагался в пределах северной части лагуны вблизи палеопротока. Подтверждением существования здесь лагуны являются вскрытые алевропесчаные отложения, которые могли формироваться только в мелководной, отделенной от открытого моря акватории с пониженной волновой активностью. Таким образом, создались условия, благоприятные для первичного освоения этой территории неолитическим человеком, заселившим внутренние берега лагуны, на что указывают и обнаруженные в раскопах наиболее древние промысловые конструкции из реек.

2. От 6500 кал. л. н. до 5500 кал. л. н. вследствие регрессивной фазы развития Литоринового моря центральная и южная часть исследованной площади (район современного устья р. Охты) были осушены с формированием в ее пределах небольших речных протоков, о чем свидетельствуют обнаруженные здесь локально русловые отложения. В юго-западной части площади располагался песчаный бар, отделенный от «материковой» суши субмеридиональной мелкой протокой, в которой была расположена часть деревянных конструкций. На пониженном прибрежном участке находилась промысловая зона, на возвышенном — жилая.

3. Начиная с 5200 кал. л. н. до 4500 кал. л. н. фиксируется следующая трансгрессивная фаза. В этот период были образованы выровненная абразионная дуга «Василеостровской террасы» и узкий залив вдоль палеодолины, где в настоящее время располагается русло реки Невы. В этом заливе происходила аккумуляция алевро-песчаных осадков, гранулометрический состав которых свидетельствует о мелководных относительно слабодинамичных условиях, характерных для полузамкнутых водных бассейнов, берега которых были благоприятны для рыбопромысловой деятельности людей.

4. Полученные данные убедительно доказывают, что периоды трансгрессивных фаз Литоринового моря сменялись периодами регрессии, в ходе которых появлялись участки суши, в частности, территория современного устья р. Охты, заселяемые древними людьми. Следы стоянок древних людей, перекрытые трансгрессивными отложениями Литоринового моря, широко известны на территории не только России, но и Финляндии, Эстонии, Латвии, Швеции.

В заключение хотелось бы отметить, что находка уникального археологического памятника Охта 1 выявила наличие неизвестных страниц не только в археологической, но и в геологической «летописи» Санкт-Петербурга. Существование различных, в ряде случаев диаметрально противоположных, взглядов на интерпретацию верхней части геологического разреза (Шитов и др. 2010; Никитин 2010; Шитов и др. 2011; Кулькова и др. 2010) делает актуальным организацию детальных междисциплинарных геологических, геоархеологических и палеогеографических исследований с применением современных аналитических методов и 4D-моделирования геологической среды.

Литература

- Амантов А. В., Жамойда В. А., Рябчук Д. В., Спиридонов М. А., Сапелко Т. В. 2012. Геологическое строение подводных террас восточной части Финского залива и моделирование условий их формирования на послеледниковом этапе развития региона // Региональная геология и металлогения 50, 15–27.
- Петров О. В. (ред.). 2010. Атлас геологических и эколого-геологических карт Российского сектора Балтийского моря. СПб.: ВСЕГЕИ.
- Ауслендер В. Г., Яновский А. С., Кабаков Л. Г., Плешивцева Е. С. 2002. Новые данные по геологии Санкт-Петербурга // Минерал 4, 51–58.
- Биске Г. С. 1963. К развитию Балтики в предвалдайское и послевалдайское время в пределах Ленинградской области и Карелии // Baltica 1, 34–45.
- Бузов Г. М. 1969. О поисках древних деревянных вещей и рыболовных сооружений в старичных торфяниках равнинных рек // КСИА 117, 133–134.

- Ванкина Л. В. 1970. Торфяниковая стоянка Сарнате. Рига: Зинатне.
- Герасимов Д. В. 2006. Каменный век Карельского перешейка в материалах МАЭ (Кунсткамеры) РАН // Хлопачев Г. А. (ред.). Свод археологических источников Кунсткамеры. Том 1. СПб.: МАЭ РАН, 109–188.
- Герасимов Д. В., Лисицын С. Н., Тимофеев В. И. 2003. Материалы к археологической карте Ленинградской области. СПб.: ИИМК РАН.
- Герасимов Д. В., Субетто Д. А. 2009. История Ладожского озера в свете археологических данных // ИРГПУ 106, 37–49.
- Гусенцова Т. М., Сорокин П. Е. 2011. Охта 1 — первый памятник эпох неолита и раннего металла в центральной части Петербурга // РАЕ 1, 421–451.
- Гусенцова Т. М., Сорокин П. Е. 2012. Новый памятник эпох неолита и раннего металла (Охта 1) в Санкт-Петербурге // Васильев С. А., Шумкин В. Я. (ред.). Мезолит и неолит Восточной Европы: хронология и культурное взаимодействие. СПб.: ИИМК РАН/МАЭ РАН, 182–199.
- Джиноридзе Р. Н. 1986. Диатомовые водоросли из осадков акватории Финского залива // ВЛУ. Серия 7. Геология и география 3, 118–123.
- Джиноридзе Р. Н., Клейменова Г. И. 1965. Данные спорово-пыльцевого и диатомового анализов об отложениях аллередского времени Ленинградской области // Baltica 2, 125–137.
- Жилин М. Г. 2004. Природная среда и хозяйство мезолитического населения центра и северо-запада лесной зоны Восточной Европы. М.: Academia.
- Зенкович В. П. 1962. Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН ССР.
- Знаменская О. М. 1956. Геоморфологические районы и типы рельефа окрестностей г. Ленинграда // ВЛУ 24, 152–163.
- Знаменская О. М., Черемисинова Е. А. 1974. Развитие бассейнов восточной части Финского залива в поздне- и послеледниковое время // Baltica 5, 95–104.
- Квасов Д. Д. 1974. Познечетвертичная история крупных озер и внутренних морей восточной Европы. Л.: Наука.
- Косуравова Н. В. 2008. Исследование раннеолитического поселения Каравайха 4 в бассейне озера Воже в 2007 г. // Безнин М. А. (ред.). Русский Север: вариативность развития в контексте исторического и социально-философского осмысления. Вологда: Изд-во Вологодского технического ун-та, 13–20.
- Котельников Б. Н. 1989. Реконструкция генезиса песков. Л.: Изд-во ЛГУ.
- Кулькова М. А., Сапелко Т. В., Лудикова А. В., Кузнецов Д. Д., Субетто Д. А., Нестеров Е. М., Гусенцова Т. М., Сорокин П. Е. 2010. Палеогеография и археология стоянок неолита — раннего металла в устье реки Охты (г. Санкт-Петербург) // ИРГО 142 (6), 13–31.
- Кулькова М. А., Гусенцова Т. М. 2012. Особенности технологии и источники сырья для изготовления глиняной посуды эпохи неолита — раннего металла на поселении Охта 1 в Санкт-Петербурге // Васильев С. А., Шумкин В. Я. (ред.). Мезолит и неолит Восточной Европы: хронология и культурное взаимодействие. СПб.: ИИМК РАН/МАЭ РАН, 200–214.
- Ленинград. Историко-географический атлас. 1977. М.: Изд-во Главного упр. геодезии и картографии при Совете Министров СССР.
- Леонтьев И. О., Рябчук Д. В., Спиридонов М. А., Куренной Д. Н. 2010. Береговой профиль восточной части Финского залива: результаты наблюдений и реконструкция развития в позднем голоцене // Океанология 50, 1034–1044.
- Лозовская О. В. 2011. Деревянные изделия стоянки Замостье 2 // РА 1, 15–26.

- Малаховский Д. Б. 1995. Проблемы возраста и генезиса рельефа Северо-запада Русской платформы // Геоморфология 2, 44–53.
- Малаховский Д. Б., Гей Н. А., Джиноридзе Р. Н., Арсланов Х. А. 1989. К палеогеографии голоцена в районе Ленинграда (разрез у Невского лесопарка) // ВЛУ. Серия 7. Геология и география 1, 92–97.
- Марков К. К. 1931. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области // Труды Главгеолуправления ВСНХ СССР 117.
- Никитин М. Ю. 2010. Геологическое строение и палеогеографическая интерпретация разреза Охтинской стрелки // Бюллетень ИИМК (охранная археология) 1, 151–164.
- Рожков Г. Ф. 1978. Геологическая интерпретация гранулометрических параметров по данным дробного ситового анализа // Гроссгейм В. А. (ред.). Гранулометрический анализ в геологии. М.: Наука, 5–25.
- Романовский С. И. 1977. Седиментологические основы литологии. Л.: Недра.
- Рябчук Д. В., Спиридонов М. А., Сухачева Л. Л., Жамойда В. А., Нестерова Е. Н. 2008. Рельеф, геологическое строение и экзогенные геологические процессы береговой зоны Курортного района Санкт-Петербурга // Региональная геология и металлогения 36, 109–120.
- Спиридонов М. А. 1989. Ледниковая история Финского залива // Спиридонов М. А., Амантов А. В. (ред.). Геология субаквальной части зоны сочленения Балтийского щита и Русской плиты в пределах Финского залива. Л.: ВСЕГЕИ, 23–32.
- Спиридонов М. А., Филиппов Н. Б. (ред). 2009. Геологический атлас Санкт-Петербурга. СПб.: Комильфо.
- Федоров В. В. 1937. Рыболовные снаряды неолитической эпохи из долины р. Оки // СА 2, 61–70.
- Шитов М. В., Арсланов Х. А., Бискэ Ю. С., Плешивцева Э. С., Сумарева И. В. 2010. Голоценовая толща Охтинского мыса: стратиграфия и условия формирования // Бюллетень ИИМК (охранная археология) 1, 181–195.
- Яковлев С. А. 1925. Наносы и рельеф г. Ленинграда и его окрестностей. Л.: Научно-мелиорационный институт.
- Berglund B. E., Sandgren P., Barnekow L., Hannon G., Jiang H., Skog G., Yu S.-Y. 2005. Early Holocene history of the Baltic Sea, as reflected in coastal sediments in Blekinge, southeastern Sweden // QI 130, 111–139.
- Bērziņš V. 2006. Zusu zeberklu un zvejas aizprostu detalas no Sarnates neolita armetnes // Arheologija un etnografija 23, 49–58.
- Dolukhanov P. M. 1979. Leningrad and Soviet Karelia // Gudelis V., Konigsson L. K. (eds.). The Quaternary History of the Baltic. Uppsala: Almqvist & Wiksell, 115–127.
- Folk R. L., Ward W. C. 1957. Brazos River bar — a study in the significance of grain size parameters // Journal of Sedimentary Petrology 27, 3–26.
- Harff J., Endler R., Emelyanov E., Kotov S., Leipe T., Moros M., Olea R., Tomczak M., Wirkowski A. 2011. Late Quaternary climate variations reflected in Baltic Sea sediments // Harff J. et al. (eds.). The Baltic Sea Basin, Central and Eastern European Development Studies (CEEDES). Springer, 99–132.
- Koivisto S. 2011. Prehistoric Wetland Archaeology in Finland: Sites and Settlement in a Changing Environment // Pränckenaite E. (ed.). Wetland Settlements of the Baltic: A Prehistoric perspective. Vilnius: Center of Underwater Archaeology, 31–54.
- Kvasov D. D. 1979. The late-Quaternary history of large lakes and inland seas of Eastern Europe // Annales Academiae Scientiarum Fennicae., Ser. A III. Geologica-Geographica 127, Helsinki.

- Kulkova M., Gusentsova T., Nesterov E., Sorokin P., Sapelko T.* 2012. Chronology of Neolithic-Early Metal Age sites at the Okhta river mouth (Saint Petersburg, Russia) // Radiocarbon 54, 1049–1063.
- Kulkova M. A., Gusentsova T. M., Sapelko T. V., Nesterov E. M., Ludikova A. V., Ryabchik D., Markova M.* (in press). Holocene development of the Neva River delta (Eastern Gulf of Finland, Baltic Sea // Journal of Marine Systems.
- Leineweber R., Lubke H.* 2006 (2007). Unterwasserarchalogie in der Altmark // Archaeologie in Sachsen-Anhalt-Fundorkarte 4/1, 127–138.
- Miettinen A., Saveliev, L., Subetto D. A., Dzhinoridze R., Arslanov, K.* 2007. Palaeoenvironment of the Karelian Isthmus, the easternmost part of the Gulf of Finland, during the Litorina Sea stage of the Baltic Sea history // Boreas 36, 441–458.
- Pranckenaite E.* 2011. Prehistoric archaeology of wetlands in Lithuania // Pranckenaite E. (ed.). Wetland Settlements of the Baltic: A Prehistoric perspective. Vilnius: Center of Underwater Archaeology, 93–111.
- Rosentau A., Subetto D., Letjuka N., Kriiska A., Lisitsyn S., Gerasimov D., Nordqvist K.* 2010. Holocene water-level changes of the Baltic Sea in Narva-Luga Klint bay area and its relations with Stone Age settlement pattern // The Baltic Sea Geology–10. Abstracts of the 10th International Marine Geological Congress. St. Petersburg: VSEGEI, 105–106.
- Sandgren P., Subetto D. A., Berglund B. E., Davydova N. N., Savelieva L. A.* 2004. Mid-Holocene Littorina Sea transgressions based on stratigraphic studies in coastal lakes of NW Russia // GFF 126, 363–380.