

ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЫЕ И ГОЛОЦЕН НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. СВИРЬ (ЮГО-ВОСТОЧНОЕ ПРИЛАДОЖЬЕ). ПО РЕЗУЛЬТАТАМ РАБОТ 2018–2019 гг.

¹Бобровникова Е.М., ²Шитов М.В.

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Без афiliationи

По данным геолого-геоморфологического и геохронологического изучения позднеледниковых и голоценовых отложений нижнего течения р. Свирь в 49 опорных разрезах установлены ключевые закономерности их геологического строения и основные этапы формирования. Впервые получены данные о возрасте позднеледниковых отложений района и времени завершения позднеледниковой–раннеголоценовой трансгрессивной фазы развития Ладожского палеобассейна. Разработана высокоточная хронология развития начальной стадии позднеголоценовой трансгрессии Ладожского озера и получены первые данные о возрасте активизации эоловых процессов в позднем голоцене.

Ключевые слова: палеогидрология, радиоуглеродный возраст, ладожская трансгрессия, осадочные секвенции, лагунно-баровые системы.

Введение. После работ К.К. Маркова [Марков, 1931; 1949; Марков и др., 1934] стало очевидно, что нижнее течение р. Свирь от Лахтинского залива до устья р. Шоткуса (Рис. 1) является районом, где наблюдаются осадочные последовательности, связанные не только с позднеголоценовой трансгрессией Ладожского озера, но и с гораздо более древними – раннеголоценовыми и позднеледниковыми – палеогидрологическими событиями, имевшими исключительно важное значение в развитии ладожских палеобассейнов и формировании древней береговой зоны.

Именно здесь, например, были получены первое и до недавнего времени единственное свидетельство регрессии раннеголоценового бассейна ниже +8 м абс. высоты уже в пребореальное время [Марков и др., 1934] и указание на отсутствие перекоса позднеголоценовых береговых линий на протяжении всего южного побережья Ладожского озера, то есть на прекращение гляциоизостатических поднятий «...после суббореального периода» [Марков, 1949, с. 220]. Вместе с тем, за прошедшие с тех пор 90 лет, разрез поздне- и послеледниковых отложений этого района практически не изучались – отсюда были получены всего 4 радиоуглеродных датировки по торфу в ур. Калач [История..., 1989], из которых 2 оказались некорректными.

Материалы и методы исследования. Всего было описано 49 опорных разрезов поздне- и послеледниковых отложений (Рис. 2), из которых 39 находятся на правом берегу р. Свирь, что позволяет составить практически непрерывный разрез длиной 13 км и установить форму, состав, фациальную изменчивость и взаимоотношения геологических тел, образовавшихся в разновозрастных ладожских палеобассейнах, а также установить связь этих тел с особенностями древнего и современного рельефа. Структурно-текстурные особенности позднеледниковых и голоценовых отложений, форма геологических тел, их границы и взаимоотношения задокументированы более чем 2000 тысячами фотографий.



Рис. 1. Местоположение изученной территории

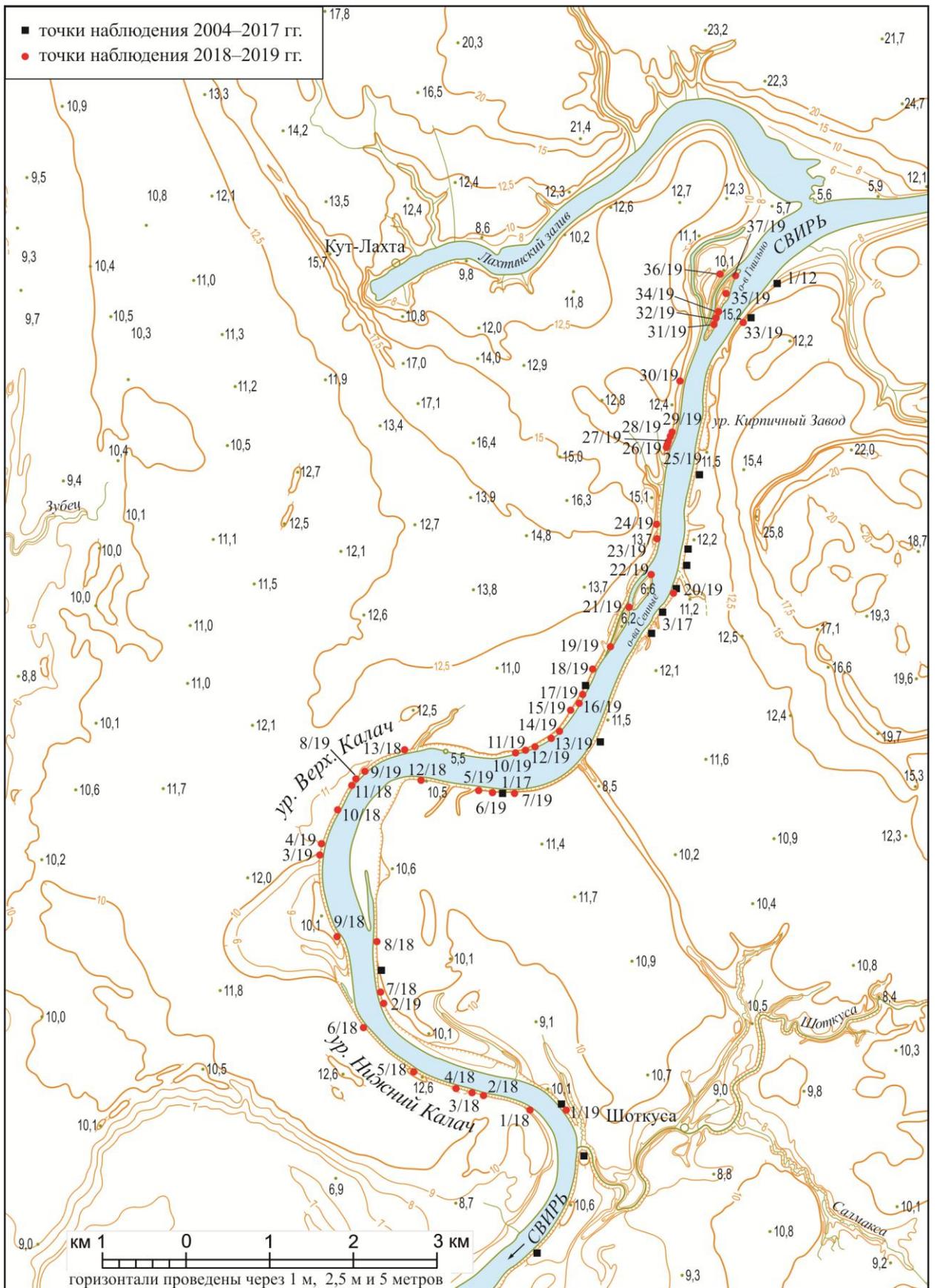


Рис. 2. Карта фактического материала

На основе анализа спектрозональных космических снимков с использованием топографических карт масштаба 1:25 000–1:50 000 и заверочными маршрутами была составлена схематическая карта четвертичных отложений нижнего течения реки Свирь в районе ур. Калач. Особенности современного рельефа главного берегового вала в вершине Лахтинского залива были уточнены поперечным нивелирным ходом длиной 600 м. По органическим материалам из позднеледниковых и голоценовых отложений в Лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и мирового океана им. В. Кёппена СПбГУ были получены серия из 17 ^{14}C -датировок.

Для реконструкции скорости подъема уровня воды в ходе ладожской трансгрессии использовался методический подход, основанный на выявлении и непрерывном прослеживании погребенных (реликтовых) форм рельефа позднеголоценовой береговой зоны – береговых баров и сопряженных с ними лагун, образующих трансгрессивную последовательность и связанных с развитием крупных аккумулятивных форм в начальный период трансгрессии. Трансгрессивный характер этой секвенции доказывается закономерными сочетаниями на различных высотных отметках субэкральных образований (погребенные почвы, торфяники) и бассейновых отложений в различных фациях – эстуарных, лагунных, пляжевых, береговых валов и баров. Эта секвенция образовалась в ходе развития ладожской трансгрессии при продвижении в сторону суши, то есть вверх по течению, позднеголоценовой береговой зоны с лагунно-баровой системой. Принципиально важным в изученных разрезах является наличие сохранившихся погребенных почв, автохтонного торфа и гиттий забаровой лагуны. При этом уровень воды очень точно фиксируется кровлей отложений забаровой лагуны, перекрытых базальным горизонтом синхронного бара, что позволяет очень точно реконструировать скорости подъема уровня воды и продвижения барьерной системы по возрасту мелкого растительного детрита из кровли лагунных гиттий, не имеющих признаков размыва.

Для расчета скорости подъема уровня воды в начальную стадию ладожской трансгрессии и продвижения древнего берегового бара использовались значения календарного возраста трансгрессивных контактов (Рис. 3), полученные на основании калибровочной программы «OxCal 4.2» (калибровочная кривая «IntCal 13», С.В. Ramsey, <https://c14.arch.ox.ac.uk>).

Результаты и их обсуждение. В результате установлено, что в разрезах нижнего течения р. Свирь вскрываются полные или почти полные трансгрессивно-регрессивные последовательности отложений, связанные с двумя разновозрастными ладожскими палеобассейнами: позднеледниковым–раннеголоценовым и позднеголоценовым. Эти последовательности бассейновых отложений разделены субэкральными образованиями – торфом или погребенными почвами.

В основании позднеледниковой толщи залегает осташковский тилл – валунный суглинок (ТН 19/19, 25-29/19, 31/19), кровля которого глубоко размыва и находится на гипсометрических отметках до 7,0 м абс. высоты или, как правило, ниже уреза воды р. Свирь (5,0–5,5 м абс.). На бичевнике на хорошо отмытой поверхности тилла иногда наблюдается система ортогональных трещин, заполненных песчаным материалом. Эти трещины образуют полигональную сеть с периодом около 1,0 м и связаны, видимо, с криогенными процессами. С размывом тилл перекрыт ленточными глинами, которые появляются выше уреза воды у Сенных островов и почти непрерывно прослеживаются выше по течению уже почти в каждом изученном разрезе. Кровля ленточных глин закономерно повышается в том же направлении от 6,0 до 8,5 м абс. высоты. В наиболее полных разрезах ленточных глин насчитывается от 40 до 100 пар годовых слоев. Как правило, на нескольких стратиграфических уровнях в толще ленточных глин встречаются горизонты с интенсивными деформациями, сложной конволютной складчатостью и гомогенитами (Рис. 4.1). Кровля ленточных глин отчетливо размыва, на ее поверхности

залегают гравийно-галечный прослой, свидетельствующий о резкой смене условий седиментации в приледниковом бассейне.

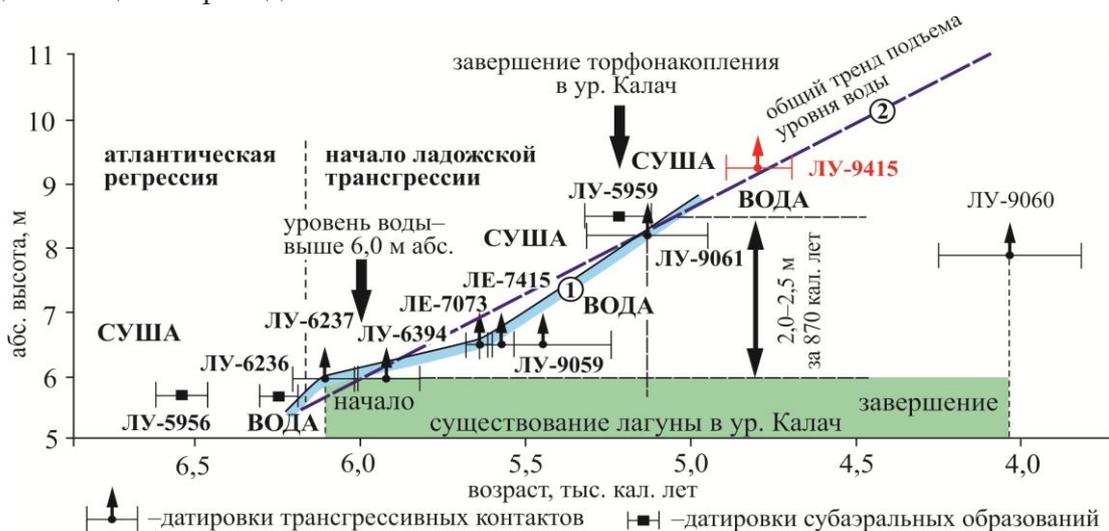


Рис. 3. Подъем уровня воды в начальный период ладожской трансгрессии

Ленточные глины перекрыты пачкой алевро-песчаного переслаивания, в которой местами встречаются линзы и прослой растительного детрита (ТН 3/19). Это переслаивание характеризуется горизонтальной, линзовидной, волнистой или флазерной слоистостью, причем по слоевым швам иногда фиксируются примазки растительного детрита (Рис. 4.2). По растительному детриту из этой пачки были получены 3 радиоуглеродные датировки: запредельная – более 35 000 л.н. (ЛУ-6235), 19170 ± 240 л.н. (ЛУ-8724) и 11810 ± 100 л.н. (ЛУ-5873). Очевидно, что запредельная датировка и датировка, приходящаяся на максимум ошастковского оледенения связаны с размывом и переотложением средневалдайского или более древнего органического вещества водами приледникового бассейна; возраст отложений характеризует, видимо, датировка, приходящаяся на начало аллерёда.

В этой пачке на протяжении не менее 5 км прослеживается горизонт интенсивных деформаций со связными и несвязными псевдонодулями, водоотводными выступами, разнообразными конволюциями и пластическими интрузиями, а также гомогенитами (Рис. 4.3). Эти деформации носят отчетливо внутриформационный характер, так как структурно-текстурные особенности в реликтах недеформированных отложений внутри горизонта деформаций, никак не отличаются от структурно-текстурных особенностей выше- и нижележащих отложений, что может указывать на сейсмическое происхождение деформаций. В целом, снизу вверх по разрезу эта пачка становится более песчанистой и в ней начинают преобладать текстуры типа мелкой волновой ряби, что указывает, видимо, на прогрессирующее обмеление приледникового бассейна.

Установление субаэральных условий в ходе регрессии позднеледникового бассейна фиксируется накоплением лёссовидных суглинков, венчающих разрез позднеледниковых отложений на отметках 9,0–10,5 м абс. высоты (ТН 13-15/19; 17-18/19). В верхней части пачки алевро-песчаного переслаивания развиты морозобойные трещины и псевдоморфозы по ледяным клиньям (Рис. 4.4), а в лёссовидных отложениях повсеместно распространены криотурбации, что указывает на снижение уровня воды уже в позднеледниковое время ниже 9,0–9,5 м абс. высоты. Иногда лёссовидные отложения частично или полностью размывы и тогда устья трещин оказываются абрадированными. Финальная регрессия позднеледникового бассейна фиксируется по возрасту подошвы торфа в ур. Калач на абсолютной высоте около 8,0 м абс. высоты – 9230 ± 130 лет (ЛУ-9413) около 9,2 тыс. ^{14}C лет или несколько ранее.

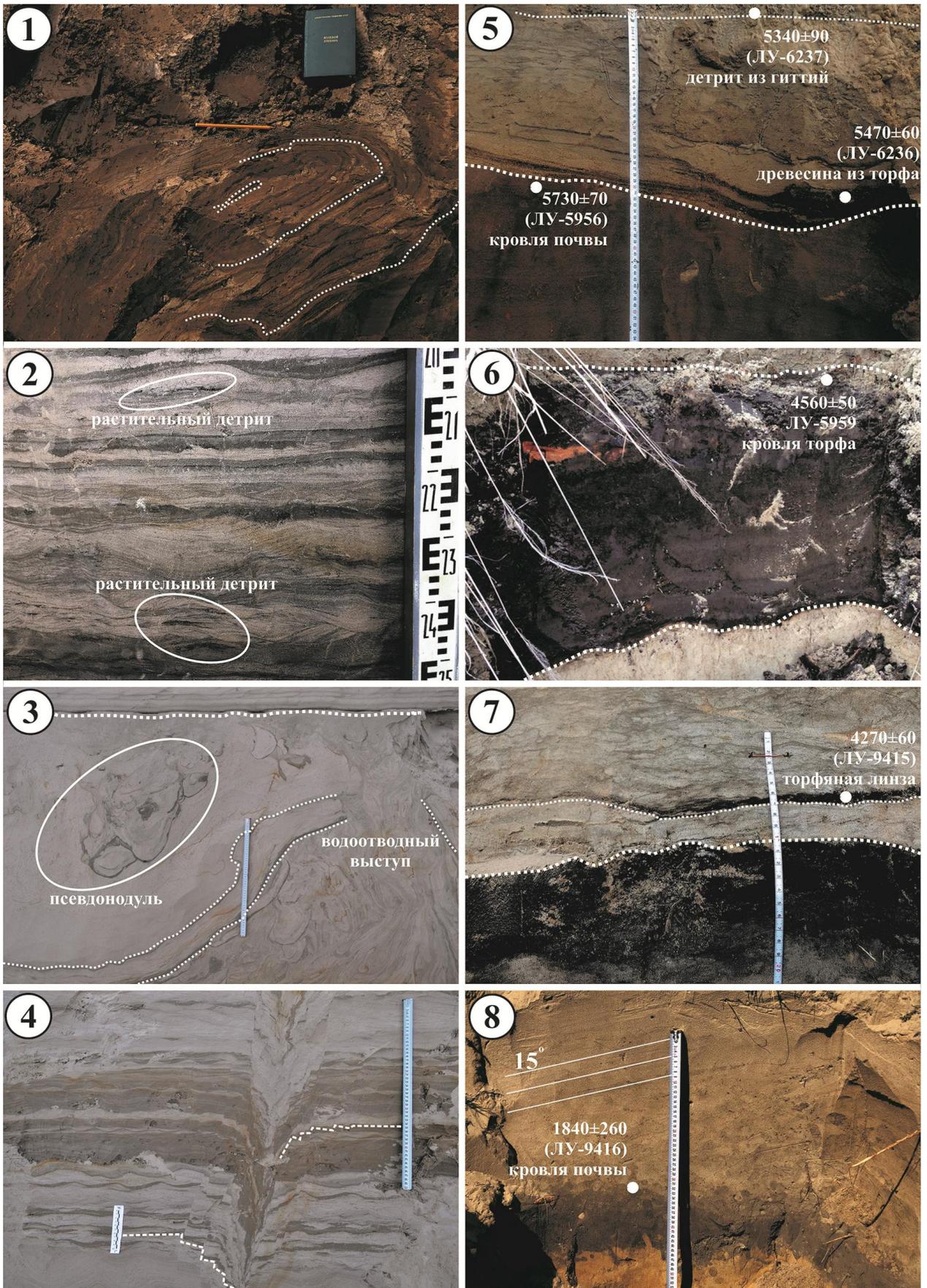


Рис.4. Характерные структурно-текстурные особенности позднеледниковых и голоценовых отложений нижнего течения р. Свирь.

Среднеголоценовые субаэральные образования (погребенные почвы и торф) залегают в кровле позднеледниковой–раннеголоценовой пачки и наиболее полно представлены в разрезах в ур. Калач. Там на отметках 5,5–6,0 м абс. высоты развиты погребенные почвы, латерально переходящие в маломощные торфяники; гипсометрически выше – на 8,0–8,5 м абс. высоты распространены относительно мощные торфяники, развитие которых началось еще в раннем и продолжалось на протяжении всего среднего голоцена. Формирование этих субаэральные образований продолжалось до времени 6,53–6,26 тыс. кал. л.н. (Рис. 3: ЛУ-5956, ЛУ-6236) и фиксирует продолжительную регрессивную фазу в развитии ладожского палеобассейна, при которой уровень воды снизился по крайней мере до 5,5 м абс. высоты. Среднеголоценовые субаэральные образования атлантического возраста с размывом перекрыты или находятся в сложных латеральных взаимоотношениях (Рис. 4.5) с отложениями позднеголоценовой ладожской трансгрессии – эстуарными гиттиями или мелкозернистыми песками с прослоями алевритов и растительным детритом. Латеральные взаимоотношения указывают на синхронное образование субаэральные и бассейновых отложений, что позволяет весьма точно определить время подъема уровня воды выше 6,0 м абс. высоты – 6,12 тыс. кал. л.н. (Рис. 3, ЛУ-6237).

Дальнейший подъем уровня воды выше 6,5 м абс. реконструируется по возрасту кровли гиттий забаровой лагуны в ур. Калач – 5,45 тыс. кал. л.н. (Рис. 3, ЛУ-9059) и базальному горизонту эстуарных отложений в 40 км выше по течению уже за пределами рассматриваемого нами района в ур. Семеновщина и Харевщина, соответственно 5,58 и 5,63 тыс. кал. л.н. (ЛЕ-7415 и ЛЕ-7073 на Рис. 3).

Точно также – по кровле гиттий забаровой лагуны реконструируется подъем уровня воды до отметки 8,1 м абс. высоты около 5,13 тыс. кал. л.н. (ЛУ-9061), по кровле неглубоко абрадированного торфяника (ТН 11/18 Рис. 4.6) на высоте 8,5 м абс. – 5,21 тыс. кал. л.н. (ЛУ-5959) и по латеральному контакту торфяника с бассейновыми отложениями в разрезе 9/19 (Рис. 4.7) до отметки 9,5 м абс. высоты около 4,82 тыс. кал. л.н. (ЛУ-9415, Рис. 3).

Как видно на Рис. 3, подъем уровня воды в начальный период позднеголоценовой трансгрессии от 6,0 до 9,5 м абс. высоты имеет линейный ход со скоростью 2,3–2,9 мм в календарный год, что в 2 раза меньше, чем предполагает гипотеза М. Саарнисто о связи ладожской трансгрессии с прорывом Сайменской водной системы в Ладогу при образовании р. Вуокса [*Saarnisto, 1970*]. Полученная скорость подъема уровня воды около 2,3–2,9 мм в год, равна характерным скоростям современных вертикальных движений земной поверхности в центральной части Карельского перешейка [*Шитов и др., 2018*]. Это позволяет связать подъем уровня воды с повышением высоты порога стока, имеющего, очевидно, тектоническую природу. Предполагая тогда отсутствие короткопериодических – порядка первых тысяч лет – изменений скоростей вертикальных движений можно допустить экстраполяцию полученной скорости подъема уровня воды вплоть до времени максимума ладожской трансгрессии.

Хронология максимальной стадии обоснована менее детально. Для нее, тем не менее, удастся весьма надежно реконструировать развитие древней береговой зоны на фоне подъема уровня воды [*Бобровникова, Шитов, 2019б*]. Установлено, что на протяжении первых 2,0 тыс. кал. лет развития ладожской трансгрессии береговые аккумулятивные формы остаются мало подвижными несмотря на подъем уровня воды от 6,0 до 11,0 м абс. высоты, то есть на 5 м. Только около 4,0 тыс. кал. л.н. при уровне воды 11 м абс. высоты в ур. Калач (см. Рис 2) произошло смещение берегового бара на лагуну и его захоронивание. При этом, несколько позже, при уровне воды около 12 м абс. высоты, когда, видимо, волны штормового наката были уже не в состоянии воздействовать на донные осадки, образование нового бара или разрастание смещенного берегового бара в ур. Калач не произошло. Вместо этого образовался береговой барьер времени максимума

ладожской трансгрессии в 4 км к северо-востоку. Судя по результатам нивелирования 2018 г., его основание имеет высоту около 14 м абс., а гребень достигает отметки в 17,4 м. Вероятно, именно 14 м абс. высоты достигал уровень Ладожского озера в максимум позднеголоценовой трансгрессии.

В ходе работ 2019 г. на правом берегу р. Свирь (ТН 34/19) был обнаружен разрез принципиально нового, по сравнению со всеми прежде известными, строения. Здесь на отметке 12 м абс. высоты залегает погребенная почва, развитая на аккумулятивной форме, которая находится выше по течению, чем юго-восточная оконечность главного берегового вала (бара, косы, см. Рис. 2) времени максимума ладожской трансгрессии. Эта аккумулятивная форма представляет собой, видимо, приустьевой вал или приустьевой (срединный) бар времени начала регрессивной фазы. Кровля погребенной почвы отчетливо эродирована и перекрыта одной мощной (до 2–3 м) косой серией мелкозернистых рыхлых нетипичных песков с наклоном косых слоев под углом 15° в направлениях западных и юго-западных румбов (Рис. 4.8). Эти пески представляют собой, вероятно, эоловые отложения крупной дюны, наветренная сторона которой представлена в разрезе. Возраст кровли погребенной под дюной почвы – 1840 ± 260 ^{14}C -лет (ЛУ-9416); в это время, видимо, произошла активизация эоловых процессов на осушившейся несколько ранее поверхности отложений регрессивной фазы.

Позднеледниковые и голоценовые отложения нижнего течения р. Свирь представляют собой уникальную летопись изменений условий седиментации в различных фациальных зонах ладожских палеобассейнов, формирования рельефа и ландшафтов береговой зоны на фоне знакопеременных колебаний уровня воды Ладожского озера на протяжении более 11,8 тыс. ^{14}C -лет. Сложные, разнообразные и вместе с тем наглядные, непрерывно прослеживаемые на многие километры, легкодоступные для изучения и датирования взаимоотношения геологических тел, связанных с образованием трансгрессивно-регрессивных секвенций, позволяют рассматривать этот район как своеобразную природную «седиментологическую лабораторию». Именно благодаря этой «лаборатории» удалось, например, впервые разработать высокоточную хронологию подъема уровня воды от 6,0 до 9,5 м абс. высоты в ходе ладожской трансгрессии, при том, что никаких данных об этом прежде получить не удавалось.

ЛИТЕРАТУРА:

Бобровникова Е.М., Шитов М.В. Свирская лагунно-баровая система (поздний голоцен, юго-восточное Приладожье) // Труды Кольского научного центра РАН. 2019а. №6. С. 42-51.

Бобровникова Е.М., Шитов М.В. Начальная стадия позднеголоценовой трансгрессии в юго-восточном Приладожье: осадочные секвенции и геохронология / Материалы V Всероссийской научной конференции с международным участием «Динамика экосистем в голоцене» (к 100-летию Л.Г. Динесмана). Отв. ред. А.Б. Савинецкий. М., 2019б. С. 45–47.

История Ладожского, Онежского, Псково-Чудского озер, Байкала и Ханки Квасов Д.Д., Мартинсон Г.Г., Раукас А.В. (под ред.). «Наука», Ленинград, 1989. 280 с.

Марков К.К. Геохронологические исследования в Карелии и Ленинградской области // Природа. 1931. № 4. С. 378–402.

Марков К.К., Порецкий В.В., Шляпина Е.В. О колебаниях уровней Ладожского и Онежского озер в послеледниковое время // Труды Комиссии по изучению четвертичного периода. 1934. Т. IV (1). С. 71–129.

Марков К.К. [Послеледниковая история юго-восточного побережья Ладожского озера](#) // Вопросы географии. 1949. № 12. С. 213–220.

Шитов М.В., Бискэ Ю.С., Плишвицева Э.С., Сумарева И.В., Ядута В.А. Постмикулинская тектоника Приладожья / Проблемы тектоники и геодинамики Земной коры и мантии. Мат. L Тектонического совещания. Т. 2. М.: «Геос», 2018. С. 341–345.

Saarnisto M. The late Weichselian and Flandrian History of the Saimaa Lake Complex // Societas Scientiarum Fennica. Commentationes Physico-Mathematicae. 1970. V. 37. P. 7–107.

LATE GLACIAL AND HOLOCENE OF THE LOWER REACHES OF THE SVIR RIVER (SOUTH-EASTERN LADOGA REGION). ACCORDING TO THE FIELD RESULTS OF 2018-2019.

¹ *Bobrovnikova E.M.*, ² *Sheetov M.V.*

¹Saint-Petersburg State University

²No affiliation

According to geological-geomorphological and geochronological studies of Late Glacial and Holocene deposits of the lower reaches of the riv. Svir in 49 reference sections established the key patterns of their geological structure and the main stages of formation. For the first time, data were obtained on the age of the Late Glacial deposits of the region and the time of completion of the Late Glacial-Early Holocene transgressive phase of the development of the Ladoga paleobasin. A high-resolution chronology of the development of the initial stage of the Late Holocene transgression of Lake Ladoga was developed and the first data on the age of activation of aeolian processes in the Late Holocene were obtained.

Keywords: *palaeohydrology, radiocarbon age, Ladoga transgression, sedimentary sequences, lagoon-bar systems.*