

СЕКЦИЯ СЕВЕРО-ЗАПАД РОССИИ

doi: 10.24412/2687-1092-2024-11-639-645



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ РАБОТ 2024 ГОДА В ЮЖНОМ ПРИЛАДОЖЬЕ

✉ Аксенов А.О.^{1,2,3}, Савельева Л.А.¹, Костромина Н.А.^{1,4}, Фоменко А.П.^{1,3,5},
Суворова А.Н.^{1,3}

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБУ «ААНИИ», Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБУ «Институт Карпинского», Санкт-Петербург, Россия

⁴ ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия

⁵ Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

✉ aksenov2801@gmail.com

В данной работе представлены результаты полевых исследований, проведенных в рамках студенческой практики кафедры геоморфологии СПбГУ на южном побережье Ладожского озера в 2024 г. Были изучены два обнажения, в которых вскрыты отложения позднего неоплейстоцена и голоцена. Обнажение «Ленэнерго» расположено на левом берегу реки Оять, обнажение «Рыбежно» – на правом берегу реки Паша. В рамках исследования выполнено описание разрезов, а также отобран материал для радиоуглеродного и ОСЛ-датирования, спорово-пыльцевого и диатомового анализов. Результаты дальнейшей камеральной обработки позволят уточнить палеогеографию Приладожья, детализировать историю колебаний уровня Ладожского озера.

Ключевые слова: *Ладожское озеро, голоцен, Ладожская трансгрессия, ОСЛ-датирование, радиоуглеродное датирование, спорово-пыльцевой анализ, диатомовый анализ*

Ладожское озеро расположено на северо-западе России, на границе двух тектонических структур – Восточно-Европейской платформы и Балтийского кристаллического щита. Южное побережье водоема до 15-17 м абсолютной высоты представляет собой пологую озерную равнину, сформированную в позднем голоцене в результате Ладожской трансгрессии – подъема уровня воды, не зависимо от колебаний уровня Мирового Океана [Марков, 1949]. В результате эрозионной деятельности рек в береговых обнажениях вскрываются отложения, слагающие эту равнину. Эти обнажения являются предметом изучения в ходе полевых практик по четвертичной геологии кафедры геоморфологии СПбГУ. В июне 2024 года проведено детальное исследование двух обнажений, в которых вскрыты отложения Ладожской трансгрессии, а также подстилающие их толщи позднеплейстоценового и голоценового возраста, последние включают в себя слои торфа и гиттий мощностью до 0,75 м. Выполнено описание вещественного состава и текстурно-седиментологических особенностей этих отложений и отобраны образцы для последующей аналитики.

Обнажение «Ленэнерго» расположено на левом берегу реки Оять, у поселка Оятский Участок (рис. 1). Абсолютная высота его кровли составляет около 14,5 м (8,6 м от уреза реки). Этот разрез уже неоднократно изучался ранее [Кошечкин, Экман, 1993; Лисицына, 1961; Малаховский и др., 1993; Марков, 1949; Delusin, 1991; Dolukhanov et al., 2009]. В 2019 году разрез вновь был изучен методом спорово-пыльцевого анализа и радиоуглеродного датирования с целью детализации этапов развития растительности на окружающей территории и сопоставления их с региональными палеогеографическими событиями голоцена [Фоменко, Савельева, 2024]. Общая мощность вскрытых органогенных отложений, включая торф и гиттию, составила 90 см. Радиоуглеродный возраст показал, что они формировались в интервал времени от 8900 ± 150 ¹⁴C л.н. (9960 ± 210 кал. л.н.) до 3530 ± 80 ¹⁴C л.н. (3810 ± 110 кал. л.н.). Зафиксировано не менее трех

перерывов в осадконакоплении. В ходе учебной практики этого года было выявлены особенности строения разреза Ленэнерго, которые не были установлены ранее, что явилось причиной его повторного детального исследования.

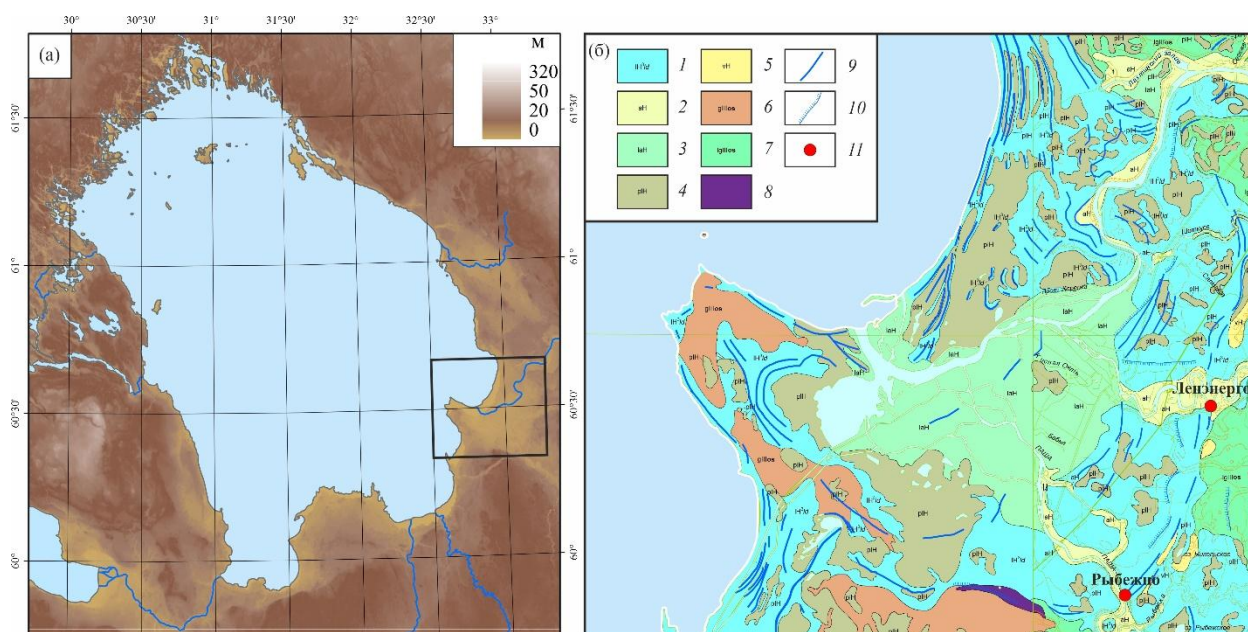


Рис. 1. (а) – местоположение района исследований. Цифровая модель рельефа – FABDEM (Hawker L., Neal J. FABDEM V1-0, 2021). (б) – Фрагмент карты четвертичных отложений листов Р-36-XXXIII, XXXIV, с местоположением изученных обнажений, по (Шведов С.Д. Отчет о результатах работ по объекту «ГДП-200 листов Р-36-XXXIII, XXXIV (Южно-Ладужская площадь)». Санкт-Петербург: АО «ПКГЭ», 2015.), с изменениями. 1 – озерные образования Ладужской трансгрессии; 2 – голоценовые аллювиальные образования; 3 – голоценовые озерно-аллювиальные образования; 4 – голоценовые болотные образования; 5 – голоценовые эоловые образования; 6 – ледниковые отложения ошайковского горизонта верхнего неоплейстоцена; 7 – ледниково-озерные образования ошайковского горизонта верхнего неоплейстоцена; 8 – дочетвертичные образования; 9 – береговые валы, бары, 10 – абразионные уступы; 11 – местоположение изученных обнажений

В кровле разреза залегает современная почва, под которой обнажаются мелкозернистые пески, гомогенизированные. Под ними вскрываются пески с меняющейся вниз по разрезу троговой, косой, горизонтальной и флазерной слоистостью, постепенно переходящие в переслаивание песков и алевроитов. По всей пачке встречаются включения и прослои детрита, обломки древесины. В подошве залегают крупные куски и бревна плавниковой древесины. Литостратиграфический анализ позволяет предполагать, что данные отложения формировались в устьевых и озерных обстановках Ладужской трансгрессии. Из косолоистых песков отобраны два образца для ОСЛ-датирования, в горизонтально-слоистых песках, у подошвы алевро-песчаного переслаивания отобраны образцы детрита на радиоуглеродное датирование. На датирование также взят обломок плавника из подошвы пачки.

Ниже залегают, чередуясь между собой, два пласта гиттии и два пласта торфа. Переход между верхним торфом и нижней гиттией постепенный, остальные слои залегают с размывом друг на друге. В нижних пластах торфа и гиттии встречены вкрапления вивианита, обломки древесины и мелкий гравий. Эти отложения сопоставляются с обстановками осадконакопления в условиях болот и малых озер в бореал-атлантике при низком уровне Ладужского озера. Анализируя предыдущие исследования отмечен факт латеральной неоднородности этой пачки. В публикациях отмечена разная мощность органогенных отложений, разное количество слоев гиттий и торфа. Чередование гиттия-торф-гиттия-торф вовсе ранее не отмечалось. Более того, радиоуглеродные датировки,

полученные по подошве пачки имеют как атлантический возраст [Арсланов и др., 1990; Delusin, 1991; Dolukhanov et al., 2009], так и пребореал-бореальный [Кошечкин, Экман, 1993; Малаховский и др., 1993; Фоменко, Савельева, 2024]. Вероятно, нижняя, пребореал-бореальный слой торфа залегает фрагментарно в виде отдельных линз. Из подошвы верхнего пласта гиттии, а также кровли и подошвы нижнего пласта торфа отобраны образцы для радиоуглеродного датирования. Также для спорово-пыльцевого и диатомового анализов отобраны 14 образцов по 2, 4 и 8 см.

Под органогенными отложениями обнажаются средне- и крупнозернистые пески со слоистостью, меняющейся по разрезу. В верхней части наблюдается конволютная слоистость и текстуры внедрения. Ниже слоистость меняется на троговую разнонаправленную, а затем на параллельную разнонаправленную с сериями косых и волнистых слойков. В нижней части наблюдается пески со слоистостью восходящей ряби, она подчеркивается прослоями детрита до 4-5 см. Под ними отложения приобретают слоистость крупной ряби. Предполагается, что образование этой пачки происходило в мелководных (эстуарных?) условиях мелеющего бассейна в позднеледниковое время. После осушения эти отложения промерзали, о чем свидетельствуют криогенные текстуры верхней части пачки. Из песков со слоистостью восходящей ряби отобран детрит для радиоуглеродного датирования. В предыдущих исследованиях находок детрита в предположительно позднеледниковых песках не отмечалось. Также из песков с троговой слоистостью верхней части пачки взяты две трубки на ОСЛ-датирование.

Обнажение «Рыбежно» расположено на правом берегу реки Паша, неподалеку от деревни Рыбежно (рис. 1). Абсолютная высота кровли составляет около 14 м. Ранее в этом районе схожие по строению разрезы были описаны К.К. Марковым [Марков и др., 1934] и Е.Г. Шеффером [1967]. Также по погребенному торфу на левом берегу реки получены радиоуглеродные датировки, указывающие на его суббореальный возраст [Арсланов и др., 1990]. В 2 км выше по течению известен археологический памятник Усть-Рыбежна 1, где культурный слой погребен под отложениями Ладожской трансгрессии [Гурина, 1961]. Детальные исследования, посвященные обнажению «Рыбежно», ранее не публиковались. Тем не менее, его расположение в зоне развития отложений максимальной стадии Ладожской трансгрессии, а также значительная мощность органогенных отложений делает его перспективным объектом изучения. А близкое высотное и геоморфологическое положение с обнажением «Ленэнерго» позволит сравнить эти два объекта.

На обнажении описаны три разреза. *Рыбежно-3* (12,1-14,1 м н.у.м.) находится в его верхней части. В его кровле вскрыты два горизонта почв. Первый – современная почва с включениями обломков угля. Ниже залегает погребенная почва. Далее наблюдаются гомогенизированные ожелезненные среднезернистые пески. Вниз по разрезу в них появляется волнистая слоистость, а также слоистость ряби течения. Затем обнажаются волнисто-слоистые мелкозернистые пески, к основанию разреза по слоистости появляется детритовый материал. Предполагается, что седиментация слоистых песков происходила в мелководных условиях во время Ладожской трансгрессии. Из них отобраны два образца для ОСЛ-датирования.

Разрез *Рыбежно-2* (8,7-11,9 м н.у.м.) находится несколько ниже по течению реки Паша. В верхней части разреза вскрыты мелкозернистые горизонтально-слоистые пески с чередованием слойков с горизонтальной и троговой слойчатостями. По пачке фиксируется рассеянный детрит. Ниже в песках увеличивается количество алеврита, появляется горизонтальная слоистость с выполнением промоин. Содержание детрита также повышается, появляются детритовые прослои. После этого наблюдается переслаивание алевритистого песка и аллохтонного торфа. Переслаивание имеет волнисто-слоистый характер, в его верхней части залегает пласт торфа с песчаными прослоями. Текстуры позволяют отнести отложения этого разреза к обстановкам трансгрессирующего бассейна. Здесь отобраны четыре образца детрита и аллохтонного торфа для радиоуглеродного датирования.

Разрез *Рыбежно-1* расположен поперек течения реки Паши на склоне впадающего в реку ручья. Его кровля находится примерно на одной высоте с кровлей Рыбежно-2 – 12,4 м. У кровли представлены осыпные отложения со слабо выраженной слоистостью. Ниже его строение достаточно схоже со строением Рыбежно-2. Вскрываются мелкозернистые пески с мелкой троговой слоистостью, переходящие в песчано-торфяное волнисто-слоистое переслаивание с изменяющейся мощностью слоев. Ниже залегает пласт гиттиевого автохтонного торфа. Предположительно строение отложений этой части разреза обусловлено сменой субаэральных обстановок субаквальными в результате подъема уровня Ладожского озера. Для радиоуглеродного датирования отобраны два образца аллохтонного торфа, а также образец гиттиевого торфа из его подошвы. На спорово-пыльцевой и диатомовый анализы из песков отобрано 8 образцов с интервалом пробоотбора 8 см, из органо-минерального переслаивания и торфа отобран 41 образец через 4 см.

Торф с размывом перекрывает сложно деформированную пачку мелкозернистых песков. В кровле пачки наблюдаются морозобойные трещины, заполненные глинистым материалом и вышележащим торфом. Ниже фиксируются подушечные текстуры, также сложенные глинами, и текстуры внедрения. В середине пачки наблюдается сетчатое ожелезнение. Ближе к подошве в северо-восточной части разреза расположены наклонно залегающие вытянутые линзы глин, в юго-западной – слабо выраженная волнистая слоистость. Предполагается, что такая сложная текстура нижней пачки песков обусловлена последовательным проявлением гравитационных и криогенных процессов. Нижние деформации имеют декливиальный генезис, в то время как верхние возникли в результате последующего промерзания в субаэральных условиях.

Изученные разрезы литостратиграфически коррелянтны (рис. 2). Сопоставляя их с результатами предыдущих исследований, можно предварительно составить картину палеогеографического развития Южного Приладожья. Нижние пачки накапливались в обстановках поздненеоплейстоценового бассейна. В результате последующего осушения и промерзания в верхней части этих отложений сформировались криогенные текстуры. В голоцене на осушенной поверхности начали формироваться торфяники. Во время Ладожской трансгрессии они были затоплены и частично размыты. После завершения трансгрессивной фазы верхние слои озерных осадков были частично перевеяны, затем на них начались процессы почвообразования.

Суммарно отобрано 14 образцов для радиоуглеродного датирования, 6 образцов для ОСЛ-датирования, 67 образцов для спорово-пыльцевого и диатомового анализов. Применение совокупности методов ОСЛ и радиоуглеродного датирования позволит уточнить временные рамки основных событий послеледниковой истории Приладожья. ОСЛ-датировок поздненеоплейстоценовых и голоценовых отложений этого региона не так много, несмотря на перспективность этой методики при исследовании озерных прибрежных отложений. Анализ диатомового и спорово-пыльцевого составов органогенных отложений с небольшим шагом пробоотбора поспособствует детализации палеоклиматических и палеоэкологических условий осадконакопления.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00273 “Оценка темпов снижения уровня Ладожского озера за последние 3000 лет по результатам абсолютного датирования береговых форм рельефа”, <https://rscf.ru/project/23-27-00273/>. Авторы выражают благодарность студентам 2 курса бакалавриата и 1 курса магистратуры кафедры геоморфологии за помощь в работе на обнажениях.

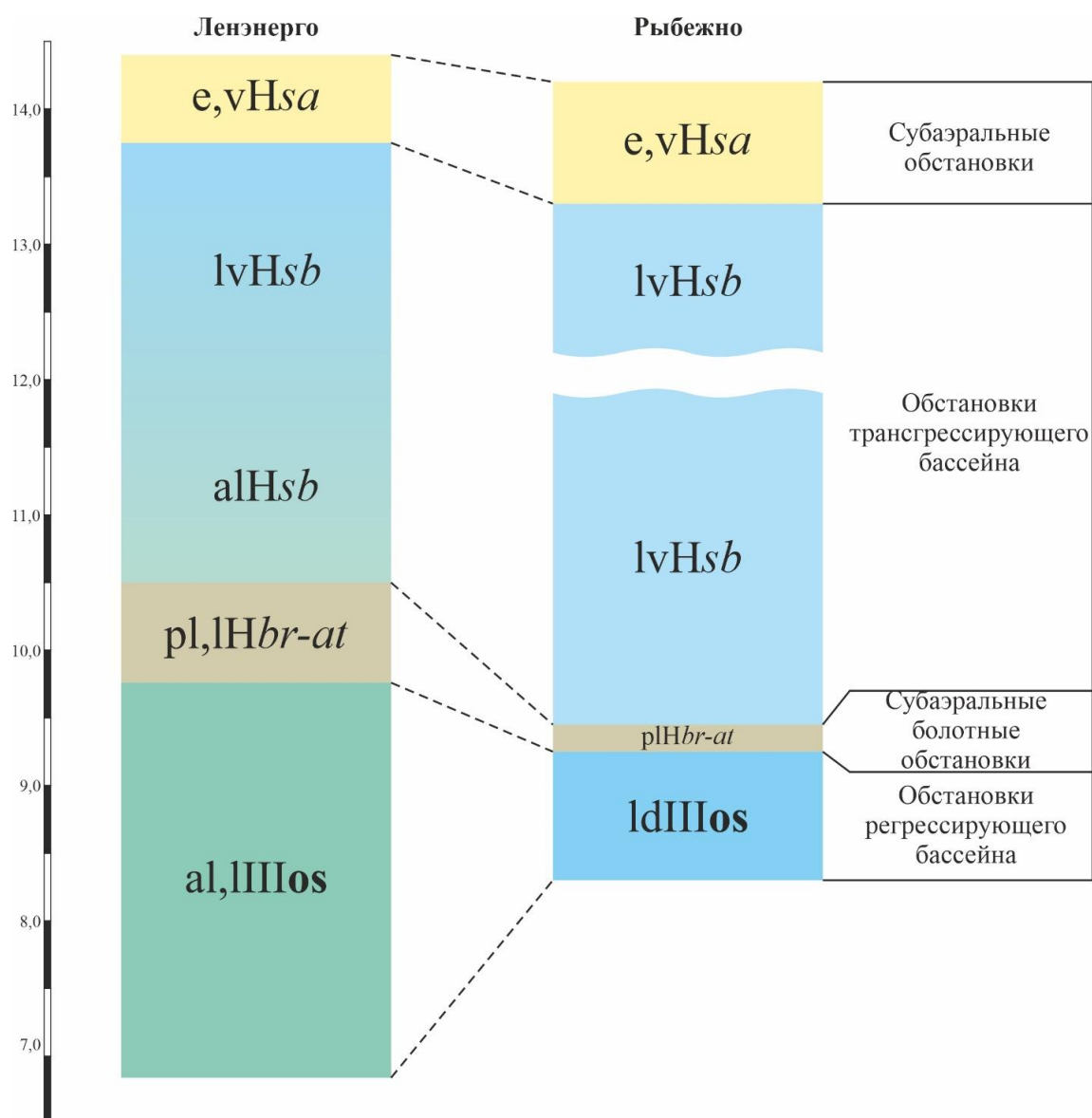


Рис. 2. Литостратиграфическая корреляция отложений разрезов Ленэнерго и Рыбежно

ЛИТЕРАТУРА

Арсланов Х.А., Делюсина И.В., Козырева М.Г., Кошечкин Б.И. Возраст береговых образований по радиоуглеродным и палинологическим данным // История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки. Ленинград: Наука, 1990. С. 26–33.

Гурина Н.Н. Стратиграфические особенности неолитического поселения Устьрыбежно в связи с геологическими данными юго-восточного Приладожья // Материалы совещания по изучению четвертичного периода. 1961. Т. 1. С. 483–492.

Кошечкин Б.И., Экман И.М. Голоценовые трансгрессии Ладожского озера // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера. Санкт-Петербург: РГО, 1993. С. 49–60.

Лисицына Г.Н. Вопросы палеогеографии неолита районов северо-запада Европейской части СССР // Древняя история Северо-Запада Европейской части СССР. Москва: Издательство Академии Наук СССР, 1961. С. 535–578.

Малаховский Д.Б., Арсланов Х.А., Гей Н.А., Джиноридзе Р.Н., Козырева М.Г. Новые данные по голоценовой истории Ладожского озера // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера. Санкт-Петербург: РГО, 1993. С. 61–73.

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

Марков К.К., Порецкий В.С., Шляпина Е.В. О колебаниях уровня Ладожского и Онежского озер в послеледниковое время // Труды комиссии по изучению Четвертичного периода. 1934. Т. 4. № 1. С. 71–129.

Фоменко А.П., Савельева Л.А. Новые данные по стратиграфии разреза «Ленэнерго» в связи с историей Ладожской трансгрессии // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Лимнология в России», посвященной 80-летию Института озероведения Российской академии наук. Санкт-Петербург: Российская академия наук, 2024. С. 151–152.

Шеффер Е.Г. Некоторые черты развития южного Приладожья в голоцене // Вестник Ленинградского Университета. Геология. География. 1967. Т. 12. № 2. С. 159–162.

Delusin I. The Holocene Pollen Stratigraphy of Lake Ladoga and the Vegetational History of Its Surroundings. Helsinki: Suomalainen Tiedeakatemia, 1991. 67 p.

Dolukhanov P.M., Subetto D.A., Arslanov Kh.A., Davydova N.N., Zaitseva G.I., Djindiridze E.N., Kuznetsov D.D., Ludikova A.V., Sapelko T.V., Savelieva L.A. The Baltic Sea and Ladoga Lake transgressions and early human migrations in North-western Russia // Quaternary International. 2009. Vol. 203. Is. 1–2. P. 33–51. doi: 10.1016/j.quaint.2008.04.021

PRELIMINARY RESULTS OF FIELDWORK IN 2024 IN THE SOUTHERN LADOGA AREA

Aksenov A.O.^{1,2,3}, Savelieva L.A.¹, Kostromina N.A.^{1,4}, Fomenko A.P.^{1,3,5}, Suvorova A.N.^{1,3}

¹ Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia

² Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

³ A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia

⁴ VNIIOkeangeologia, St. Petersburg, Russia

⁵ Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

This study presents the results of field research conducted as part of the student practice of the Department of Geomorphology at St. Petersburg State University on the southern shore of Lake Ladoga in 2024. Two exposures were studied, revealing Late Pleistocene and Holocene deposits. The "Lenenergo" exposure is located on the left bank of the Oyat River, while the "Rybezhno" exposure is on the right bank of the Pasha River. The research included detailed descriptions of the sections and sampling for radiocarbon and OSL dating, spore-pollen, and diatom analyses. The results of further laboratory analysis will help refine the paleogeography of the Ladoga region and provide a detailed reconstruction of the fluctuations in the level of Lake Ladoga.

Keywords: *Lake Ladoga, Holocene, Ladoga Transgression, OSL dating, radiocarbon dating, spore-pollen analysis, diatom analysis*

REFERENCES:

Arslanov Kh.A., Delusina I.V., Kozyreva M.G., Koshechkin B.I. The Age of Coastal Formations Based on Radiocarbon and Palynological Data. In: *Istoriya Ladozhskogo, Onezhskogo, Pskovsko-Chudskogo ozer, Baykala i Khanki*. Leningrad: Nauka (Publ.), 1990. P. 26–33.

Delusin I. The Holocene Pollen Stratigraphy of Lake Ladoga and the Vegetational History of Its Surroundings. Helsinki: Suomalainen Tiedeakatemia, 1991. 67 p.

Dolukhanov P.M., Subetto D.A., Arslanov Kh.A., Davydova N.N., Zaitseva G.I., Djindiridze E.N., Kuznetsov D.D., Ludikova A.V., Sapelko T.V., Savelieva L.A. The Baltic Sea and Ladoga Lake transgressions and early human migrations in North-western Russia. *Quaternary International*. 2009. Vol. 203. No. 1–2. P. 33–51. doi: 10.1016/j.quaint.2008.04.021

Fomenko A.P., Savelieva L.A. New Data on the Stratigraphy of the "Lenenergo" Section in Relation to the History of the Ladoga Transgression. In: *Tezisy докладov Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii «Limnologiya v Rossii», posvyashchennoy 80-letiyu Instituta ozerovedeniya Rossiyskoy akademii nauk*. Saint-Petersburg: RAS (Publ.), 2024. P. 151–152.

Gurina N.N. Stratigraphic Features of the Ust-Rybezno Neolithic Settlement in Connection with Geological Data of the Southeastern Ladoga Region // *Materialy soveshchaniya po izucheniyu chetvertichnogo perioda*. 1961. Vol. 1. P. 483–492.

Koshechkin B.I., Ekman I.M. Holocene Transgressions of Lake Ladoga. In: *Evolyutsiya prirodnkh obstanovok i sovremennoe sostoyanie geosistemy Ladozhskogo ozera*. Saint-Petersburg: RGO (Publ.), 1993. P. 49–60.

Lisitsyna G.N. Questions of the Paleogeography of the Neolithic in the Northwestern Regions of the European Part of the USSR. In: *Drevnyaya istoriya Severo-Zapada Evropeyskoy chasti SSSR*. Moscow: AS USSR (Publ.), 1961. P. 535–578.

Malakhovskij D.B., Arslanov Kh.A., Gej N.A., Dzhinoridze R.N., Kozyreva M.G. New Data on the Holocene History of Lake Ladoga. In: *Evolyutsiya prirodnkh obstanovok i sovremennoe sostoyanie geosistemy Ladozhskogo ozera*. Saint-Petersburg: RGO (Publ.), 1993. P. 61–73.

Markov K.K. Postglacial History of the Southeastern Shore of Lake Ladoga. *Voprosy geografii*. 1949. No. 12. P. 213–220.

Markov K.K., Poretsky V.S., Shlyapina E.V. On the Fluctuations in the Levels of Lakes Ladoga and Onega in Postglacial Time // *Trudy komissii po izucheniyu Chetvertichnogo perioda*. 1934. Vol. 4. No. 1. P. 71–129.

Sheffer E.G. Certain Features of the Development of Southern Priladozhye in the Holocene // *Vestnik Leningradskogo Universiteta. Geologiya. Geografiya*. 1967. Vol. 12. No. 2. P. 159–162.