

doi: 10.24412/2687-1092-2024-11-293-300



ВОДНО-ЛЕДНИКОВЫЕ И МОРСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЮЖНОГО БЕРЕГА КОЛЬСКОГО П-ОВА (БЕЛОЕ МОРЕ): ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2023-2024 гг.

✉Репкина Т.Ю.^{1,2}, Леонтьев П.А.³, Кублицкий Ю.А.³, Орлов А.В.^{2,3}, Яковлева А.П.¹,
Луговой Н.Н.^{4,1}, Гуринов А.Л.^{1,5}, Шилова О.С.⁴, Василюк В.А.³, Пронина А.В.³,
Сердюков А.Г.³

¹Институт географии РАН, Москва, Россия

²ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия

³РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

⁴МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

⁵Факультет географии и геоинформационных технологий НИУ ВШЭ, Москва, Россия

✉t-repkina@yandex.ru

На двух участках побережья Кольского полуострова (устье реки Оленицы и между устьями рек Варзуги и Индеры), проведены геоморфологические, георадиолокационные и палеолимнологические исследования. Изучено строение водно-ледниковых образований и примыкающих к ним морских террас. Верхняя граница распространения прибрежно-морского рельефа и/или отложений зафиксирована в устье р. Оленицы на высотах не ниже 38-40 м, на правом берегу р. Варзуги - 43-45 м, а на ее левом берегу - 24-29 м н.у.м. Результаты литостратиграфического описания и датирования донных отложений озер Белого (урез 18.2 м н.у.м.), Черного (24.6 м н.у.м.) и «Восьмерка» (26.2 м н.у.м.) позволяют предположить, что между устьями рек Варзуги и Индеры до ~10.8-9.8 тыс. кал.л.н. сохранялись массивы мертвого льда. Положение этих массивов изменяло конфигурацию береговой линии позднеледниковой трансгрессии и ограничивало возможность действия береговых процессов на отложения ледникового комплекса. Ниже верхней морской границы пески камов и флювиогляциальных дельт были переотложены в береговой зоне. В долинах рек Варзуги и Оленицы таяние массивов мертвого льда, вероятно, привело к постепенному соединению ранее изолированных приледниковых озер с морем.

Ключевые слова: водно-ледниковые образования, морские террасы, береговые процессы, эоловые процессы, изменения уровня моря, позднеледниковая трансгрессия, поздний неоплейстоцен, голоцен, Кандалякшский берег, Терский берег, Белое море

На южном берегу Кольского полуострова описаны разнообразные по морфологии формы водно-ледниковой аккумуляции, в том числе озы, камы и флювиогляциальные дельты [Стрелков и др., 1976, Евзеров, Николаева, 2000, Hattestrand et al., 2007, Boyes et al., 2021, Корсакова, 2022]. При этом далеко не все из них были изучены полевыми методами. Критериями для выделения форм водно-ледниковой аккумуляции по данным дистанционного зондирования и глобальным цифровым моделям рельефа (ЦМР) являются характерные плановые очертания, ассоциация с другими формами рельефа ледникового комплекса, в первую очередь - с каналами стока, а также фототон, присущий открытым или залесенным пескам [Boyes et al., 2021 и др.]. Одним из основных критериев выделения ареалов водно-ледниковых отложений по ЦМР считают относительно плоский рельеф поверхности [Boyes et al., 2021, с.503]. Вместе с тем, морские террасы, примыкающие к водно-ледниковым образованиям, также имеют плоские поверхности, а отложения их чехла - песчаный состав. В ряде случаев на террасах сохраняются останцы ледникового рельефа [Репкина и др., 2024]. Поэтому, несмотря на существующие гляциогеоморфологические реконструкции [Hattestrand et al., 2007, Boyes et al., 2021, Корсакова, 2022 и др.], положение и характер контактов между водно-ледниковыми образованиями и морскими террасами не всегда очевидны. Возраст «верхней морской границы» установлен только на единичных участках Кольского побережья [Baranskaya et al., 2018, Корсакова, 2022 и др.].

Детальные полевые исследования зоны контакта между водно-ледниковыми и прибрежно-морскими образованиями, а также датирование «верхней морской границы» важны, в частности, для понимания процессов морфолитогенеза береговой зоны на рубеже поздне- и послеледниковья. Завершение фронтально-ареальной дегляциации Кольского побережья проходило на фоне резких колебания относительного уровня моря во время позднеледниковой трансгрессии (13.5-11.8 тыс. кал.л.н.) и гляциоизостатической раннеголоценовой регрессии (11.8-9.8 тыс. кал.л.н.) [Корсакова, 2022], а также активизации дифференцированных тектонических движений [Shvarev, 2022 и др.]. Все это создало специфические условия развития берегов [Репкина и др., 2024]. Наши исследования были направлены на получение новых фактических данных для решения указанных вопросов.

Материалы и методы. Полевые исследования были проведены летом 2023 г. и весной 2024 г. на двух участках южного берега Кольского полуострова - в районе устья реки Оленицы и от устья р. Варзуги до устья р. Индеры (рис. 1).

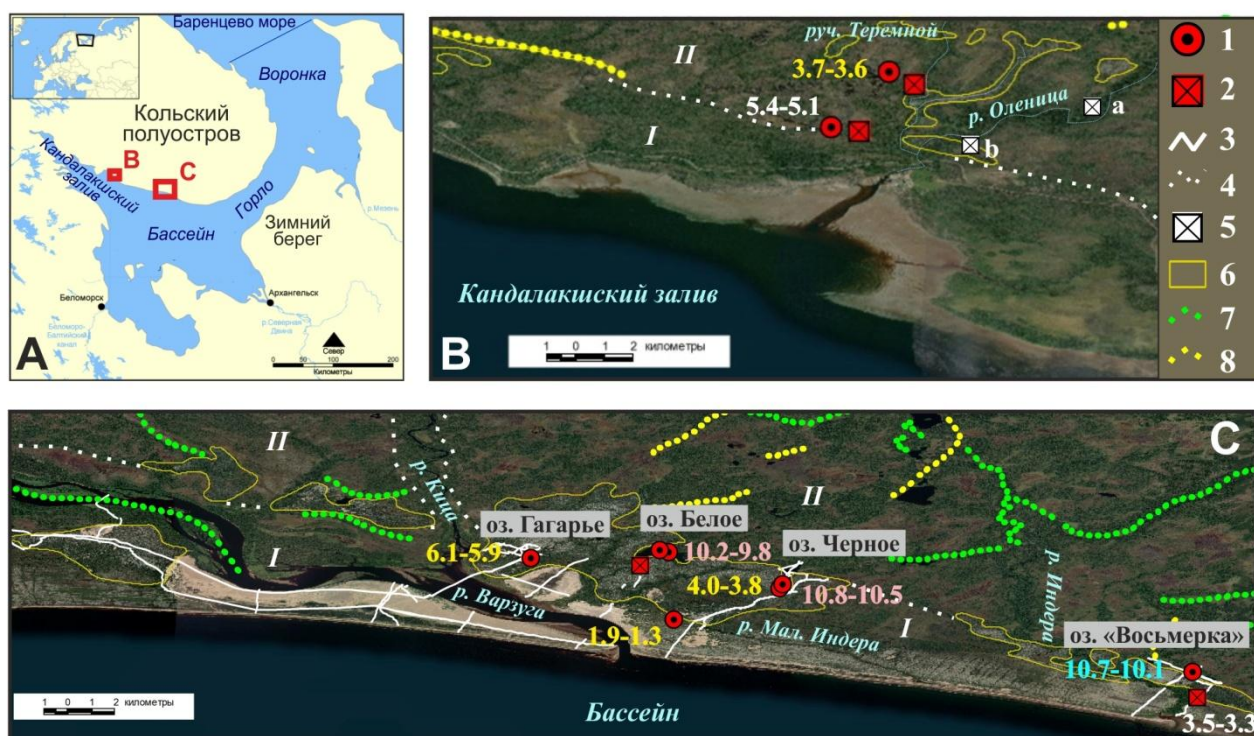


Рис. 1. Положение участков исследования (А) и фактический материал (Б, В).

Условные обозначения: фактический материал и результаты данного исследования: 1 - скважины ручного бурения, 2 - разрезы, 3 - георадиолокационные профили, 4 - граница типов рельефа по данным дешифрирования космических снимков и полевых наблюдений (I - морские и аллювиально-морские террасы, II - ледниковые равнины). Арабскими цифрами показан возраст отложений (тыс. кал.л.н.): подошвы торфа, залегающего на водно-ледниковых (розовые цифры), переветренных морских (белые цифры) и золовых (желтые цифры) песках; переслаивания алеврита и гиттии, сформировавшихся в условиях переходных от морского к озерному режиму накопления осадков (голубые цифры). Литературные данные: 5 - положение разрезов в долине р. Оленицы (а - Кошечкин и др., 1963, б - Зарецкая и др., 2023), 6-8 - водно-ледниковые отложения и формы рельефа (Boyes et al., 2021): 6 - ареалы распространения водно-ледниковых отложений, 7 - каналы стока ледниковых вод, 8 - озера. Географическая основа:

(А) - https://ru.wikipedia.org/wiki/Белое_море/; (В, С) - изображения Яндекс-Спутник (<https://yandex.ru/maps/>).

Работы включали геоморфологическое и георадиолокационное (георадар ОКО-3, антенны 50 и 250 МГц) профилирование, аэрофотосъемку беспилотным летательным аппаратом DJI Mini-2, ГНСС-съемку в режиме RTK (геодезический приемник PrinCe i50,

комплект база и ровер), литостратиграфическое изучение разрезов отложений, в том числе донных отложений озер на периферии водно-ледниковых форм, и отбор образцов на диатомовый анализ, ^{14}C и ОСЛ-датирование. Также выполнено геоморфологическое дешифрирование космических и аэрофотоснимков, топографических карт и цифровых моделей рельефа. К настоящему времени в «Лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана» СПбГУ получены 15 радиоуглеродных дат, а в НИЛ ГЭС Географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова - предварительные результаты диатомового анализа образцов из нескольких разрезов.

Результаты исследований и их обсуждение. На участках исследования выделены два типа рельефа. Вдоль современного морского берега и в речных долинах развиты террасы с характерными формами берегового, эолового и аллювиального мезорельефа (I на рис. 1). На расположенных выше заболоченных равнинах (II на рис. 1) следы влияния прибрежно-морских процессов на рельеф ледникового комплекса единичны и, как правило, не очевидны. Однако признаки переработки ледникового и водно-ледникового рельефа и отложений в прибрежно-морских условиях прослеживаются на радарограммах и в разрезах.

На левом берегу р. Оленицы морские террасы с небольшими береговыми валами развиты до высоты 28-30 м н.у.м. Наиболее высокая береговая линия представляет собой несколько перевесных береговых валов, отгородивших от моря палеолагуну. На западе лагуна примыкает к озу, а на востоке отделена от ледниковой равнины невысоким береговым уступом. Лагуна была отчленена от моря и заболочена не позже ~5.4-5.1 тыс. кал.л.н. Комплекс морфологических признаков и результаты датирования позволяют соотнести береговую линию на высотах 28-30 м н.у.м с голоценовой трансгрессии Тапес, датированной на берегах Норвегии интервалом времени 10-5.5 тыс. кал.л.н. [Creel et al., 2022], а на северо-западном побережье Белого моря - 9.5-6.8 тыс. кал.л.н. [Корсакова, 2022]. Ранее эту береговую линию (27-28 м) сопоставляли с позднеледниковой трансгрессией [Кошечкин и др., 1973].

На ледниковой равнине развиты небольшие гряды и холмы, сложенные валунными суглинками, каналы стока талых вод с крутыми бортами и плоскими, наклонными заболоченными днищами, которые иногда освоены небольшими ручьями. В районе слияния каналов стока (~3.5 км от современного устья реки) расположена «гантелевидная» аккумулятивная форма (30-60 м н.у.м.) протяженностью ~3.2 км при ширине 0.3-1.6 км. Она была идентифицирована на ЦМР как ареал распространения водно-ледниковых отложений [Boyes et al., 2021]. Полевые исследования показали, что аккумулятивная форма представляет собой субпараллельные пологосклонные слабо перевесные песчаные гряды относительной высотой 0.5-1.5 м, наложенные на днище и борта каналов стока. Судя по положению в рельефе и морфологии, гряды образовались в результате вытаивания осадков внутриледникового водоема. По данным георадиолокационных исследований (профили пройдены на высотах 34-40 м н.у.м.) и изучения разреза (34 м н.у.м.), в отложениях, слагающих гряды, выделены три слоя. По литологическому составу и залеганию верхний из них (тонко- и мелкозернистые слабо пылеватые пески) отнесен к эоловым, а средний (разнозернистые наклонно-слоистые пески с гравием и галькой) - к морским осадкам. Плотные тонкозернистые пески с тонкой субгоризонтальной слоистостью и редкими обломками, вскрытые в основании разреза (28-32 м н.у.м.), по-видимому, можно отнести к водно-ледниковым отложениям. Однако отсутствие в изученных образцах кремниевых микрофоссилий не позволяет однозначно определить условия их накопления. В разрезах террас р. Оленицы (27-28 м н.у.м.) осадки, похожие по составу и стратиграфическому положению, отнесены к морским раннеголоценовым [Кошечкин и др., 1973, Зарецкая и др., 2023], что подтверждено данными диатомового и палинологического анализов [Кошечкин и др., 1973]. Можно предположить, что во время позднеледниковой трансгрессии, уровень которой был здесь

не ниже 38-40 м, в долине реки сохранялся массив мертвого льда, отделявший от моря приледниковый водоем. В ходе постепенного разрушения ледяной плотины водоем, по крайней мере, в устье реки, был осолонен.

На бортах и днище долины р. Варзуги, приуроченной к Нижневарзугской тектонической депрессии [Репкина и др., 2024], формы водно-ледникового рельефа представлены камами и камовыми террасами [Hattestrand et al., 2007] или же возвышенностями, сложенными флювио- и лимногляциальными отложениями [Корсакова, 2022]. История их преобразования береговыми и эоловыми процессами была реконструирована ранее по данным геоморфологических исследований и анализа разрезов [Репкина и др., 2024]. Новые данные позволили охарактеризовать внутреннее строение отложений на бортах и днище депрессии вплоть до коренных пород, существенно уточнить представления о строении форм, отнесенных ранее к водно-ледниковым, положению и возрасте «верхней морской границы».

На западном, высоком борту депрессии (25-50 м н.у.м.), по данным интерпретации радарограмм морские отложения прослежены до высоты 43-45 м н.у.м. и выклиниваются вблизи вершин моренных холмов. Учитывая геолого-геоморфологические данные [Кошечкин и др., 1973, Корсакова, 2022, Репкина и др., 2024 и др.], мы соотносим тонкий чехол морских песков на высотах 25-45 м н.у.м. с позднеледниковой трансгрессией. Морские осадки залегают непосредственно на морене или горизонтально-слоистых водно-ледниковых (вероятно озерно-ледниковых), отложениях, образующих небольшие линзы.

На днище депрессии (ниже 25 м н.у.м.), в пределах так называемой «приустьевой косы» р. Варзуги, горизонтально-слоистые водно-ледниковые отложения, облекают неровную кровлю морены. Они распространены практически повсеместно и, как правило, имеют мощность, большую, чем на водоразделе. При этом холмы, по конфигурации отнесенные к камам [Репкина и др., 2024] или полям распространения водно-ледниковых отложений [Boyes et al., 2021], приурочены к выступам кровли морены, а мощность водно-ледниковых осадков здесь сокращена. Ареал распространения водно-ледниковых отложений, установленный по сети георадарных профилей, очерчивает контуры приледникового водоема, занимавшего приустьевую часть долины реки. Наклонно-слоистые прибрежно-морские пески с многочисленными обломками с эрозионным контактом залегают на водно-ледниковых или, реже, на ледниковых отложениях. Кровля прибрежно-морских осадков прослежена под эоловыми песками и отложениями болот до ~20 м н.у.м., что подтверждает полученные ранее выводы о верхней границе голоценовой трансгрессии, максимум которой датирован здесь интервалом ~7.8–7.6 тыс. к.л.н. [Репкина и др., 2024]. Результаты интерпретации радарограмм хорошо согласуются с данными бурения [Зарецкая и др., 2023].

Восточный борт депрессии (10-45 м н.у.м.) окаймляют группы холмов и ступеней с песчаными перевеянными поверхностями, генезис которых интерпретирован как водно-ледниковый [Hattestrand et al., 2007, Boyes et al., 2021, Корсакова, 2022, Репкина и др., 2024]. На левом берегу р. Варзуги развиты холмы относительной высотой до 12 м с изометричными или слабо удлиненными очертаниями, разделенные каналами стока (площадь ареала ~30 км²), а в низовьях р. Индеры - слабо выпуклые ступени протяженностью вдоль берега ~7 км при ширине ~1 км. Георадарное профилирование показало, что, как и в долине р. Варзуги, холмы приурочены к выступам кровли морены или коренных пород, а мощность облекающих их водно-ледниковых отложений (разнозернистые, реже мелкозернистые, пески с алевроитом и обломками средней и плохой окатанности) не превышает первых метров. На высотах до ~24-25 м, а иногда - до 28-29 м н.у.м., на водно-ледниковых отложениях или непосредственно на морене или коренных породах залегают наклонно-слоистые, хорошо отмытые морские пески. До тех же высот прослежены древние береговые линии [Яковлева, 2024].

В донных отложениях озер Белого (урез 18.2 м н.у.м.) и Черного (урез 24.6 м н.у.м.) расположенных на северной периферии ареала водно-ледниковых форм, вскрыта похожая

последовательность осадков. Под слоем гиттии залегает торф, перекрывающий разнородные пески иногда с включением дресвы и щебня, вероятно, флювиогляциальные. Из подошвы торфа получены даты ~10.2-9.8 тыс. кал.л.н. (оз. Белое) и ~10.8-10.5 (оз. Черное). То есть, котловины этих озёр не были затоплены во время позднеледниковой трансгрессии. Котловина озера «Восьмерка» (урез 26.2 м н.у.м.) с бережной стороны окаймлена террасой (25-28 м н.у.м.), в разрезе чехла которой под морскими песками сохранились линзы водно-ледниковых отложений. Литологический состав донных отложений озера (сверху вниз: гиттия - переслаивание гиттии и алевроита - алевроит) и дата из переходного горизонта (~10.7-10.1 тыс. кал.л.н.) позволяют предположить, что во время позднеледниковой трансгрессии в его котловину поступали морские воды, а изоляция от моря произошла в ходе раннеголоценовой регрессии. Озеро Гагарье (урез 24.6 м н.у.м.) окружено дюнами. Его донные отложения отличаются от отложений озёр Белого и Черного меньшей мощностью слоя гиттии, присутствием в нижних горизонтах торфа песчаных включений и прослоев, а также более тонким составом подстилающих торф песков. По-видимому, дата ~6.1-5.9 тыс. кал.л.н. из подошвы торфа отражает один из ритмов затухания эоловых процессов и не позволяет судить о положении относительного уровня моря.

Таким образом, новые данные позволяют предположить, что между устьями рек Варзуги и Индере до ~10.8-9.8 тыс. кал.л.н. сохранялся массив или отдельные массивы мертвого льда, которые блокировали некоторые участки побережья от воздействия вод позднеледниковой трансгрессии. Они сохранялись, вероятно, как в котловинах озёр, так и на прилегающих к ним возвышенностях - ледниковых грядах или выступах коренных пород, где после таяния льда образовался относительно тонкий слой водно-ледниковых преимущественно песчаных осадков. На участках, свободных ото льда, водно-ледниковые отложения ниже верхней морской границы (43-45 м н.у.м. на правом и 24-29 м н.у.м. на левом бортах долины р. Варзуги) были переработаны береговыми и эоловыми процессами, а выше нее - эоловыми процессами. В долине р. Варзуги массивы мертвого льда, существовавшие до ~10.2-9.8 тыс. кал.л.н. (Ilyashuk et al., 2005), отделяли от моря приледниковый водоем, препятствуя проникновению вод позднеледниковой трансгрессии [Репкина и др., 2024]. Водно-ледниковые пески были основным источником поступления наносов в береговую зону.

Верхняя граница голоценовой трансгрессии Тапес прослеживается между устьями рек Варзуги и Индере на высотах ~15-17 м н.у.м. В районе р. Индере она приурочена к тыловому шву протяженного абразионного уступа, осушенному не позже ~3.4-3.3 тыс. кал.л.н.

Выводы. Верхняя граница позднеледниковой трансгрессии (13.5-11.8 тыс. кал.л.н.) зафиксирована в устье р. Оленицы на высотах не ниже 38-40 м, на правом берегу р. Варзуги - 43-45 м, между устьями рек Варзуги и Индере - 24-29 м н.у.м., а верхняя береговая линия голоценовой трансгрессии Тапес (9.5-6.8 тыс. кал.л.н.) - 28-30 м, ~20 м и 15-17 м н.у.м. Различия высот береговых линий отражают суммарный эффект гляциоизостатических и дифференцированных тектонических движений.

Результаты литостратиграфического описания и датирования донных отложений озёр Белого (урез 18.2 м н.у.м.) и Черного (24.6 м н.у.м.) позволяют предположить, что между устьями рек Варзуги и Индере до ~10.8-9.8 тыс. кал.л.н. сохранялись массивы мертвого льда, тогда как котловины озёр, расположенные ниже верхней морской границы и свободные ото льда («Восьмерка», 26.2 м н.у.м.) во время позднеледниковой трансгрессии были затоплены морскими водами. Полученные данные близки к оценкам времени существования массивов мертвого льда в долине р. Варзуги (до ~10.2-9.8 тыс. кал.л.н.) [Ilyashuk et al., 2005, Репкина и др., 2024].

Положение массивов льда изменяло конфигурацию береговой линии, ограничивало возможность действия береговых процессов на отложения ледникового комплекса и

влияло на характер питания берегов наносами. На открытых и свободных ото льда берегах пески, слагающие формы водно-ледниковой аккумуляции, были переотложены в береговой зоне и являлись одним из основных источников питания берегов наносами. В тоже время, в низовьях долин рек Варзуги и Оленицы массивы мертвого льда отделяли от моря приледниковые водоемы - промежуточные коллекторы водно-ледниковых отложений. Поэтому устья этих рек не могли быть источником поступления наносов в береговую зону. Таяние массивов льда привело, вероятно, к постепенному соединению ранее изолированных приледниковых озер с морем.

Во время голоценовой трансгрессии Тапес водно-ледниковые отложения оставались одним из важнейших источников поступления в береговую зону песков.

Финансирование. Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта РНФ № 22-17-00081, палеолимнологические исследования соответствуют теме ГЗ РГПУ им. А.И. Герцена № 2023-2025 VRFY-2023-0010, геоморфологические исследования - теме ГЗ ИГ РАН FMWS-2024-0005.

ЛИТЕРАТУРА

Евзеров В.Я., Николаева С.Б. Пояса краевых ледниковых образований Кольского региона // Геоморфология. 2000. № 1. С. 61–73.

Зарецкая Н.Е., Баранов Д.В., Писцова М.А., Мишурунский Д.В., Качалов А.Ю., Мицкевич В.И., Рыбалко А.Е. "Геология на службе палеогеографии": реконструкция перехода от позднего неоплейстоцена к голоцену на южном берегу Кольского полуострова // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2023. Выпуск 10. С. 93-99. doi:10.24412/2687-1092-2023-10-93-99

Корсакова О.П. Побережье Белого моря в пределах Фенноскандинавского кристаллического щита в неоплейстоцене и голоцене // Известия РАН. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 6. С. 883–897. doi:10.31857/S258755662206005X

Репкина Т. Ю., Зарецкая Н.Е., Шварев С.В., Луговой Н.Н., Аляутдинов А.Р., Шилова О.С. Морфодинамика и морфотектоника района устья р. Варзуги (Терский берег Белого моря) в позднеледниковье и голоцене // Геоморфология и палеогеография. 2024. Т. 55. № 1. С. 91-127. doi:10.31857/S2949178924010079

Стрелков С.А., Евзеров В.Я., Кошечкин Б.И. История формирования рельефа и рыхлых отложений Северо-Восточной части Балтийского щита. Л.: Наука. 1976. 164 с.

Яковлева А.П. Рельеф приморских террас левобережья р. Варзуги (Терский берег Белого моря): последовательность развития и освоения человеком в голоцене // Астраханский вестник экологического образования. 2024. № 1 (79). С. 4-17. doi: 10.36698/2304-5957-2024-1-4-17

Baranskaya A.V, Khan N., Romanenko F.A. Roy K., Peltier W., Horton B. A postglacial relative sea-level database for the Russian Arctic coast // Quaternary Science Reviews. Vol. 199. P. 188–205. doi:10.1016/j.quascirev.2018.07.033

Boyes B.M., Pearce D.M., Linch L.D. Glacial geomorphology of the Kola Peninsula and Russian Lapland // Journal of Maps. 2021. Vol. 17. № 2. P. 497–515. doi:10.1080/17445647.2021.1970036

Creel R.C., Austermann J., Khan N.S., D'Andrea W.J., Balascio N., Dyer B., Ashe E., Menke W. Postglacial relative sea level change in Norway // Quaternary Science Reviews. 2022. Vol. 282. doi:10.1016/j.quascirev.2022.107422

Hattestrand C., Kolka V.V., Stroeven A.P. The Keiva ice marginal zone on the Kola Peninsula, northwest Russia: A key component for reconstructing the palaeoglaciology of the northeastern Fennoscandian Ice Sheet // Boreas. 2007. Vol. 36. № 4. P. 352–370. doi:10.1080/03009480701317488

Ilyashuk E.A., Ilyashuk B.P., Hammarlund D., Larocque I. Holocene climatic and environmental changes inferred from midge records (Diptera: Chironomidae, Chaoboridae, Ceratopogonidae) at Lake Berkut, southern Kola Peninsula, Russia // The Holocene. 2005. Vol.

15. P. 897–914. doi:10.1191/0959683605hl865ra

Shvarev S. V. Morphotectonics, seismicity, and exogenous processes of the Kola Peninsula // Russian Geology and Geophysics. 2022. Vol. 63, no. 8. P. 940–954. doi:10.2113/RGG20204310

GLACIFLUVIAL AND MARINE FORMATIONS ON THE SOUTHERN COAST OF THE KOLA PENINSULA (WHITE SEA): PRELIMINARY RESULTS OF FIELD STUDIES 2023-2024

Repkina T.Yu.^{1,2}, Leontiev P.A.³, Kublitskiy Yu.A.³, Orlov A.V.³, Yakovleva A.P.¹, Lugovoy N.N.^{4,1}, Gurinov A.L.^{1,5}, Shilova O.S.⁴, Vasilyuk V.A.³, Pronina A.V.³, Serdyukov A.G.³

¹Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

²VNIOkeangeologiya, St. Petersburg, Russia

³Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg

⁴Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

⁵Higher School of Economics, Moscow, Russia

Geomorphological, ground penetrating radar (GPR), and paleolimnological studies were carried out at two locations along the Kola Peninsula coastline: at the Olenitsa River mouth and between the Varzuga and Indera rivers. The research focused on glacifluvial landforms and associated marine terraces. The upper boundary of marine deposits was observed at altitudes of 38–40 m (Olenitsa River mouth), 43–45 m (right bank of the Varzuga River), and 24–29 m (between the left bank of the Varzuga River and the Indera River). Analysis of the lithostratigraphy and radiocarbon dating of lake-bottom sediments from Lakes Beloe (18.2 m a.s.l.), Chernoe (24.6 m a.s.l.) and Vosmerka (26.2 m a.s.l.) suggests the persistence of a dead-ice mass between the Varzuga and Indera rivers before 10.8–9.8 ka cal BP. The position of these dead-ice masses altered the configuration of the Late-Glacial transgression coastline and limited the influence of coastal processes on the underlying glacial deposits. Below the upper marine limit, kame and glaciofluvial delta sands were reworked in the coastal zone. In the lower reaches of the Varzuga and Olenitsa rivers, the melting of dead-ice masses likely resulted in the gradual connection of previously isolated glacial lakes to the sea.

Keywords: *glacifluvial landforms, glacifluvial deposits, coastal processes, aeolian processes, sea level change, Younger Dryas, transgression, Late Glacial, Holocene, Kandalakshsky Coast, Tersky Coast, White Sea*

REFERENCES:

Yevserov V.Ya., Nikolayeva S.B. Marginal glacial formations of Kola region, North-west Russia // *Geomorfologiya*. 2000. Is. 1. P. 61-73. (in Russ.)

Zaretskaya N.E., Baranov D.V., Pistsova M.A., Mishurinsky D.V., Kachalov A.Yu., Mitskevich V.I., Rybalko A.E. "Geology in the service of Paleogeography": reconstructing the Late Pleistocene to Holocene transition on the southern shore of the Kola Peninsula // *Relief and Quaternary deposits of the Arctic, Subarctic and North-West Russia*. 2023. Issue 10. P. 93-99. doi:10.24412/2687-1092-2023-10-93-99

Korsakova O.P. The White Sea Coasts within the Fennoscandian Crystal Shield in the Pleistocene and Holocene // *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya*. 2022. Vol. 86. Is. 6. P. 883–897. doi:10.31857/S258755662206005X

Repkina T.Yu., Zaretskaya N.E., Shvarev S.V., Lugovoy N.N., Alyautdinov A.R., Shilova O.S. Morphodynamics and morphotectonics of the Varzuga River mouth area (Terskiy coast of the White Sea) in the Late Glacial and Holocene // *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. 2024. Vol. 55. №. 1. P. 93-129. doi:10.31857/S2949178924010079

Strelkov S.A., Evzerov V.Y., Koshechkin B.I. History of the formation of relief and loose sediments of the North-Eastern part of the Baltic Shield. L.: Nauka. 1976. 164 c. (in Russ.)

Yakovleva A.P. Marine terraces along the Varzuga River left bank (Tersky Coast of the White sea): chronology of evolution and human settlement in the Holocene // *Astrakhan Bulletin of Environmental Education*. 2024. № 1 (79). P. 4-17. doi: 10.36698/2304-5957-2024-1-4-17

Baranskaya A.V., Khan N., Romanenko F.A., Roy K., Peltier W., Horton B. A postglacial relative sea-level database for the Russian Arctic coast // *Quaternary Science Reviews*. Vol. 199. P. 188–205. doi:10.1016/j.quascirev.2018.07.033.

Boyes B.M., Pearce D.M., Linch L.D. Glacial geomorphology of the Kola Peninsula and Russian Lapland // *Journal of Maps*. 2021. Vol. 17. № 2. P. 497–515. doi:10.1080/17445647.2021.1970036.

Creel R.C., Austermann J., Khan N.S., D'Andrea W.J., Balascio N., Dyer B., Ashe E., Menke W. Postglacial relative sea level change in Norway // *Quaternary Science Reviews*. 2022. Vol. 282. doi:10.1016/j.quascirev.2022.107422

Hattestrand C., Kolka V.V., Stroeve A.P. The Keiva ice marginal zone on the Kola Peninsula, northwest Russia: A key component for reconstructing the palaeoglaciology of the northeastern Fennoscandian Ice Sheet // *Boreas*. 2007. Vol. 36. № 4. P. 352–370. doi.org/10.1080/03009480701317488

Ilyashuk E.A., Ilyashuk B.P., Hammarlund D., Larocque I. Holocene climatic and environmental changes inferred from midge records (Diptera: Chironomidae, Chaoboridae, Ceratopogonidae) at Lake Berkut, southern Kola Peninsula, Russia // *The Holocene*. 2005. Vol. 15. P. 897–914. doi:10.1191/0959683605hl865ra

Shvarev S. V. Morphotectonics, seismicity, and exogenous processes of the Kola Peninsula // *Russian Geology and Geophysics*. 2022. Vol. 63, no. 8. P. 940–954. doi: 10.2113/RGG20204310