

УДК 551.89

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОБСТАНОВКАХ И ХРОНОЛОГИИ ПОСЛЕДНЕГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ НА ЗИМНЕМ БЕРЕГУ БЕЛОГО МОРЯ

© 2023 г. Н. Е. Зарецкая^{1,2,*}, Е. Е. Талденкова³, Я. С. Овсепян², М. В. Ручкин^{4,5}, Д. В. Баранов¹,
О. В. Руденко⁶, А. Ю. Степанова⁷

Представлено академиком РАН М.А. Федонкиным 18.06.2023 г.

Поступило 19.06.2023 г.

После доработки 20.06.2023 г.

Принято к публикации 20.06.2023 г.

На основе полевых литостратиграфических исследований, микрофаунистического и палинологического анализа, а также датирования методом оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ-датирования) отложений, вскрытых в нижних частях четвертичных разрезов Зимнего берега Белого моря впервые установлено, что они накапливались во время бореальной трансгрессии в начале последнего межледниковья в морских и прибрежно-морских условиях и формируют микулинский горизонт верхнего неоплейстоцена. Это подтверждается литологией, видовым составом фораминифер, остракод и водных палиноморф, а также ОСЛ-датами в интервале 118–104 тыс. лет назад. Состав бентосных микрофоссилий указывает на то, что в начале бореальной трансгрессии вдоль всего Зимнего берега существовал прибрежный морской бассейн с ледовым покровом и глубинами более 50 м, характеризовавшийся высокими скоростями осадконакопления и стратификацией за счет притока талых/речных вод. На стадии регрессии на Зимнем берегу доминировали прибрежно-морские обстановки осадконакопления.

Ключевые слова: поздний неоплейстоцен, бореальная трансгрессия, Беломорско-Кулойское плато, литостратиграфия, микропалеонтология, хронология

DOI: 10.31857/S2686739723601308, **EDN:** DWFTVY

ВВЕДЕНИЕ

Зимний берег Белого моря занимает восточный фланг Двинского залива и юго-восточный берег пролива Горло, или западное и северо-западное побережье Беломорско-Кулойского плато (рис. 1), расположенного на севере Восточно-Ев-

ропейской равнины (ВЕР). Несмотря на относительную доступность и хорошую обнаженность побережья, до недавнего времени о его позднеплейстоценовой истории почти не было данных, за исключением геолого-съёмочных отчетов и последовавших публикаций [1, 2].

Поздний неоплейстоцен на ВЕР начался с микулинского межледниковья, которое коррелируется с морской изотопной стадией (МИС) 5е [3]. Северное и северо-западное побережье ВЕР было в значительной степени затоплено гляциоэвстатической бореальной трансгрессией [4, 5]. Отложения бореальной трансгрессии хорошо идентифицированы в разрезах нижнего течения р. Сев. Двины [5], а для районов, расположенных севернее и северо-восточнее, данных практически не было. Исключение составили серия скважин в Горле Белого моря [2] и на Беломорско-Кулойском плато [1] (рис. 1). По полученным тогда данным, уровень подошвы отложений бореальной трансгрессии был установлен в больших пределах — от –68 м до +168 м относительно современного уровня моря, при максимальной мощности осадков 65 м, что может объясняться тектоническими

¹Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия

²Геологический институт Российской академии наук, Москва, Россия

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

⁴Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия

⁵Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

⁶Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева, Орел, Россия

⁷Палеонтологический институт Российской академии наук, Москва, Россия

*E-mail: n_zaretskaya@inbox.ru

ОСЛ-датирование семи образцов (табл. 1) выполнено в лаборатории ОСЛ ФГБУ «ВСЕГЕИ» (Санкт-Петербург). Активности радионуклидов определялись на сверхнизкофоновом гамма-спектрометре с детектором на основе особо чистого германия Canberra BE3825 после герметизации образцов воском и выдержки в течение 20 дней. Для выделения зерен кварца фракции 180–250 мкм применялась стандартная пробоподготовка [8, 9]. Эквивалентные дозы в пробах измерены на ТЛ/ОСЛ-ридеере Risø DA-20 C/D с применением SAR-протокола [10]. Мощности дозы рассчитаны по стандартной методике [8]. Предполагалось, что средняя влажность за период захоронения составляла 95% от величины водонасыщения. ОСЛ-даты (табл. 1) рассчитаны как отношения эквивалентных доз к соответствующим мощностям дозы. Надежность полученных датировок по навескам зерен кварца подтверждается преобладанием в ОСЛ кварца быстрой компоненты, термальной стабильностью ОСЛ в диапазоне температур преднагрева 160–280° и удовлетворительными результатами тестов восстановления дозы.

Для литологического и микрофаунистического анализов были отобраны образцы в интервалах, показанных на рис. 2 в виде зеленых столбцов. Осадок промывался на сите с диаметром ячеек 63 мкм. В результате было определено весовое процентное содержание песчаной и более крупных фракций (вес. % >63 мкм). Во фракции >500 мкм под бинокляром проводился подсчет терригенных обломков, отдельно кварца и остальных пород и минералов, их общее количество выражено относительно веса сухого непромытого осадка. Во фракции >125 мкм под бинокляром исследованы видовой состав и определена численность ископаемых фораминифер и остракод. Численность микрофоссилий определялась относительно веса сухого непромытого осадка. Подготовка проб на палинологический анализ проведена по стандартной методике [11] с последующим ацетилизмом. На настоящий момент изучение микрофауны, состава пыльцы, спор и водных палиноморф проведено пилотно, по нескольким образцам из каждого разреза.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На Зимнем берегу Белого моря отложения бо-реальной трансгрессии были идентифицированы нами в нижних частях разрезов квартера – трех со стороны Двинского залива (Ущеменский, Конце-горье и Ершиха) и двух со стороны Горла Бе-лого моря (Майда и Толстый Нос) (рис. 1). Стро-ение отложений во всех разрезах единообразно, поэтому мы представляем его в виде сводного описания.

Таблица 1. Результаты ОСЛ-датирования образцов четвертичных отложений по зернам кварца песчаной фракции (180–250 мкм) с использованием протокола измерения эквивалентной дозы SAR. n – количество навесок, по которым рассчитана эквивалентная доза (n – принятые, и – исключенные) Погрешности измерений соответствуют доверительному интервалу 1σ

№	Полевой №	Разрез	Лаб. №	Глубина, м	Влаж-ность, %	n (п/и)	Удельная активность, Бк/кг				Мощность дозы, Гр/тыс. лет	Эквива-лентная доза, Гр	ОСЛ-возраст, тыс. лет
							²³⁸ U	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K			
1	873/1089–4	Ущеменский	RGI-738	9.3	22 ± 5	11/2	4.8 ± 1.0	5.5 ± 0.2	5.3 ± 0.2	398 ± 19	1.21 ± 0.06	126 ± 9	104 ± 9
2	873/1089–1	Ущеменский	RGI-737	14.4	20 ± 5	12/0	5.5 ± 1.1	5.7 ± 0.2	6.0 ± 0.2	448 ± 21	1.34 ± 0.07	185 ± 23	138 ± 19
3	1091–12	Конце-горье	RGI-581	18.9	27 ± 5	8/10	10 ± 2	9.6 ± 0.2	9.3 ± 0.2	502 ± 23	1.52 ± 0.07	126 ± 10	83 ± 8
4	1091–13	Конце-горье	RGI-582	19.2	22 ± 5	6/12	9 ± 2	8.1 ± 0.2	8.5 ± 0.2	412 ± 19	1.33 ± 0.06	230 ± 11	174 ± 12
5	1192–18	Ершиха	RGI-580	28.4	24 ± 5	17/1	8 ± 2	8.4 ± 0.2	9.7 ± 0.2	491 ± 23	1.47 ± 0.07	173 ± 20	118 ± 15
6	1253–4	Майда	RGI-852	14.3	25 ± 5	18/0	14 ± 2	13.5 ± 0.3	11.7 ± 0.2	483 ± 23	1.61 ± 0.07	169 ± 12	105 ± 9
7	1254–1	Толстый Нос	RGI-855	25.0	23 ± 5	18/0	9 ± 2	9.5 ± 0.2	9.2 ± 0.2	461 ± 22	1.46 ± 0.07	169 ± 13	116 ± 11

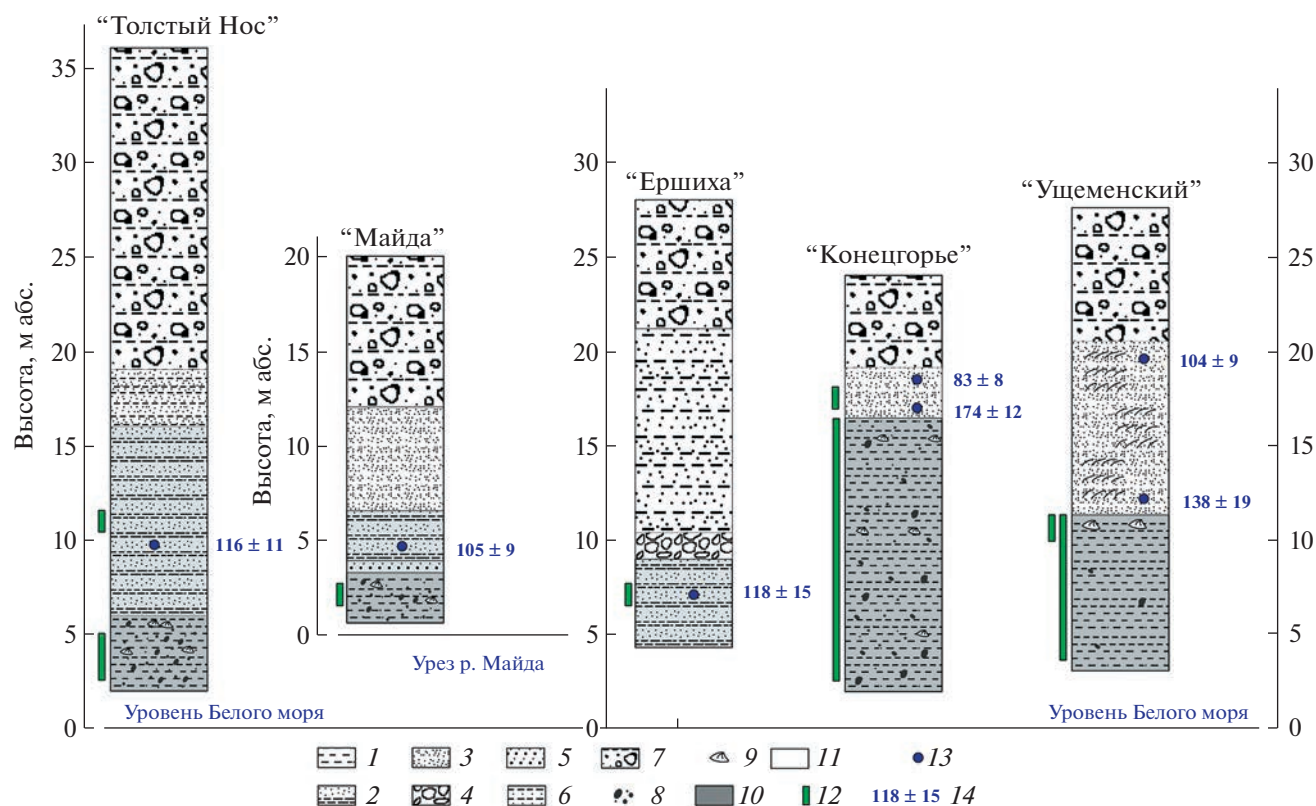


Рис. 2. Разрезы Зимнего берега Белого моря, изученные авторами, местоположение см. рис. 1. Литология: 1 – алевритистая глина; 2 – переслаивание тонкозернистого песка и алеврита; 3 – песок; 4 – валуно-галечник; 5 – гравийно-галечная отмостка; 6 – переслаивание обломочного материала и песка/алеврита; 7 – диамиктон (отложения ледникового парагенетического ряда); 8 – обломочный материал (преимущественно окатанный); 9 – раковины, раковинный детрит. Возраст: 10 – отложения бореальной трансгрессии; 11 – более молодые отложения. 12 – места отбора образцов на микропалеонтологические анализы; 13 – места отбора образцов на ОСЛ-датирование; 14 – ОСЛ-даты.

В подошвах разрезов вскрываются алевритистые темно-серые глины, иногда с включениями обломочного материала размерностью от гравия до мелких валунов разной степени окатанности (разрезы Коньгорье и Толстый Нос), раковинами двустворчатых моллюсков в кровле (семейство *Mytilidae*) (разрез Ущменский) и ракушечным детритом в толще слоя (разрезы Майда, Толстый Нос и Коньгорье). Подошва глин находится ниже уровня моря, мощность варьирует от 3 до 15 м. В кровле слоя может лежать гравийно-галечная отмостка, по которой идет вода (Майда), сама кровля может быть наклонная или горизонтальная. Если отмостка отсутствует, то на глинах без размыва залегают песчаные (разрезы Ущменский и Коньгорье) или ритмично-слоистые песчано-алевритовые отложения (разрезы Ершиха, Майда и Толстый Нос). Песчаная толща мощностью от 2 до 7 м, как правило, состоит из нескольких пачек: крупно-грубозернистый косослоистый песок с гравием, галькой и обломками раковин, мелко-тонкозернистый песок с горизонтальной или скрытой слоистостью, или со слоистостью типа "знаки ряби" и "хребет селедки". Ритмично-слоистая толща представлена тонко переслаивающи-

мися тонкозернистым песком и глинистым алевритом (толщина пар от 1–2 мм до 10 см); присутствуют более мощные (до 40 см) прослои песка со знаками ряби и обломками раковин. Из отложений, перекрывающих глины, был получен массив ОСЛ-дат, располагающихся в интервале 174–83 т.л.н. (рис. 2, табл. 1); основной массив сосредоточен в интервале 118–104 т.л.н. В кровле изученных разрезов – отложения ледникового парагенетического ряда, относящиеся к последнему оледенению или стадиям его деградации (рис. 2).

Литологический анализ образцов морских преимущественно глинистых осадков исследованных разрезов показал, что они сильно опесчанены, и вес. % >63 мкм составляет в среднем 30% в разрезах Ущменский, Майда и Толстый Нос, тогда как в разрезах Коньгорье и Ершиха этот показатель более изменчив, но в целом составляет около 40%. Содержание крупнозернистых терригенных обломков высокое в осадках разреза Коньгорье (100–120 экз/г), в Ущменском оно падает до 40–80 экз/г, в Майде не превышает 30 экз/г, а остальных двух разрезах обломки практически отсутствуют (только в верхней части разреза Толстый Нос их количество повышается до

20 экз/г). Кварц составляет 50–60% от всех обломков, и только в разрезе Ущемский его содержание достигает 70–80%.

Основную часть микрофоссилий в осадках всех исследованных разрезов составляют бентосные фораминиферы (БФ); единичные раковины остракод видов *Normanicythere leioderma*, *Rabilimis mirabilis*, *Krithe glacialis* и *Sarsicytheridea punctillata* найдены только в верхней части разреза Ущемский, а единичные планктонные фораминиферы вида *Turborotalita quinqueloba* — в осадках разреза Майда. Общая численность БФ низкая: в разрезах Конецгорье, Майда и Толстый Нос она составляет в среднем 30–40 экз/100 г, в разрезе Ершиха доходит до 100–145 экз/100 г, а в наиболее богатом БФ разрезе Ущемский она достигает своего максимума в его верхней части (409 экз/100 г). Видовое разнообразие меняется соответственно численности, от менее 10 видов на образец в разрезах Конецгорье, Майда и Толстый Нос, до 8–14 видов в разрезе Ершиха, и до 15–18 видов в разрезе Ущемский. Только в верхней части разреза Ущемский численность раковин БФ на образец превышает 100 экземпляров, что позволяет посчитать процентное соотношение видов и экологических групп арктических шельфовых морей (согласно [12]). Среди БФ преобладает оппортунистический арктический вид *Elphidium clavatum* (30–33%), примерно столько же составляет доля как нормально морских видов внешнего шельфа *Astronion gallowayi*, *Cibicides lobatulus*, *Islandiella norcrossi/helenae*, *Melonis barleeanus* (25–30%), так и видов опресненного мелководного шельфа *Buccella frigida*, *Elphidium incertum*, *E. bartletti*, *Elphidiel la groenlandica*, *Haynesina orbiculare*, *Polymorphina* spp. (21–26%). Низкая выборка не позволяет производить достоверного определения процентного содержания видов в остальных исследованных образцах, но в целом, видовой состав и соотношение экологических групп похожи на отмеченные для верхней части разреза Ущемский, что предполагает сходство условий палеобассейна, существовавшего на месте исследованных разрезов.

Пыльца и водные палиноморфы на настоящий момент изучены в верхней части разреза Ущемский. В гетерохронных спектрах, выделенных из осадков разреза Ущемский, доминируют перетолженные пыльца и споры (более 65%), очень разнообразные по составу (обычно более 30–40 таксонов в образце). Численно доминирует пыльца хвойных мезозойского возраста, много пермских *Vittatina* и *Striatohaploxylinus*. Единично на всех глубинах зарегистрирована раннекайнозойская пыльца формальных родов *Trudopollis*, *Aquilapollenites*, *Triproctus*. Пыльца *Pinus sylvestris* и *Betula nana*-туре составляют основу позднелайстоценовой части спектров. В группе травянистых растений доминируют *Artemisia* и *Рoaceae*, много *Chenopodiaceae*. Немногочисленные вод-

ные палиноморфы представлены, в основном, колониями пресноводных зеленых водорослей *Pediastrum kawraiskii* и *P. boryanum*. Цисты морских видов динофлагеллат единичны (*Operculodinium centrocarpum*, *Echinidinium karaense*, *Spiniferites* spp., *Nematosphaeropsis labyrinthus*).

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что отложения, которые мы можем соотносить с бореальной трансгрессией в изученных разрезах, накапливались в морских и прибрежно-морских обстановках. По-видимому, алевроитистые глины, вскрывающиеся в нижних частях изученных разрезов, соответствуют ранней стадии бореальной трансгрессии, которая в Белом море отличалась резким подъемом уровня воды в условиях холодного послеледникового климата (аналог мариногляциальной фазы мгинского моря, выделенной Е.А. Черемисиновой [13]). Это подтверждается их литологическим составом — присутствием крупных обломков и значительной опесчаненностью, что, по-видимому, произошло за счет размыва отложений последнего среднелайстоценового оледенения, а также большой долей переотложенной пылицы, что свидетельствует о динамичной обстановке осадконакопления. Накопление перекрывающей глины песчаной толщи происходило, по-видимому, уже на стадии регрессии, когда при переходе “через береговую линию” часть осадков глубоководной фации была размыва, и в прибрежной обстановке (подводный береговой склон, пляж) накапливались пески.

Состав бентосной микрофауны в изученных глинистых отложениях ранней стадии затопления, и, прежде всего, наличие видов, характерных для относительно глубоководных районов внешнего шельфа арктических морей, как среди БФ, так и среди остракод, свидетельствует о том, что в начале трансгрессии вдоль всего Зимнего берега существовали приглубые зоны арктического бассейна с глубинами 50 и более метров. Находка единичных раковин планктонных фораминифер *Turborotalita quinqueloba* на открытом побережье в разрезе Майда, а также цист автотрофных динофлагеллат в разрезе Ущемский, возможно, свидетельствует о проникновении подповерхностных атлантических вод. В то же время значительное участие БФ, характерных для опресненных районов внутреннего шельфа арктических морей, и оппортунистического вида *Elphidium clavatum*, а также доминирование пресноводных зеленых водорослей в группе водных палиноморф позволяют предположить, что эти приглубые зоны арктического бассейна были расположены недалеко от берега, характеризовались достаточно высокими скоростями осадконакопления и значительной

стратификацией за счет притока талых/речных вод. Похожие палеоусловия были реконструированы нами для отложений в детально изученном разрезе Бычьё-2 на р. Пезе (8 на рис. 1), где они соответствуют экозонам 1–3 [14]. Следует, впрочем, отметить, что общая численность БФ в разрезе Бычьё-2 в 100 и более раз выше, чем в осадках разрезов Зимнего берега, а видовое разнообразие выше в 1.5–2 раза. Возраст экозон 1–3 разреза Бычьё-2 был определен на основе метода палинотрастиграфии [14, 15] и составил от >131 т.л.н. до 130.25 т.л.н., т.е., эти бассейны существовали короткое время в течение примерно двух тысяч лет сразу после резкого затопления территории водами трансгрессирующего моря после снятия ледниковой нагрузки и до начала регрессии. Последняя, согласно данным по разрезу Бычьё-2, началась в регионе рано, около 130 т.л.н., что свидетельствует об опережающем гляциоизостатическом поднятии территории по отношению к глобальному эвстатическому подъему уровня моря, который достиг своего максимального подъема около 128 ± 1 т.л.н. [16]. О том, что бореальные алевритистые глины Зимнего берега накапливались в начале трансгрессии, свидетельствуют первые полученные нами данные по составу пыльцы и спор из верхней части бореальных осадков разреза Ущемский, в котором нет пыльцы широколиственных пород, а доминируют сосна и карликовая березка в сочетании с полынями, злаками и маревыми, что позволяет предположить растительность перигляциального и переходного к межледниковому типов. О древности глинистых отложений разрезов Ущемский и Конецгорье и их приуроченности к самым ранним стадиям бореальной трансгрессии свидетельствуют ОСЛ-даты, полученные из песков непосредственно над их кровлей (табл. 1).

Песчаная толща, перекрывающая алевритистые глины, накапливалась уже на стадии регрессии бореального моря, о чем свидетельствуют литологический состав отложений (гравий и песок), характерная для прибрежно-морских отложений слоистость (косая, горизонтальная, знаки ряби и “хребет селедки”) и полученные по ним ОСЛ-даты, основной массив которых укладывается в интервал времени от 118 до 104 т.л.н. На данном этапе исследований мы не можем утверждать, было ли бореальное море приливным, но в пользу этого свидетельствует слоистость типа “хребет селедки”, характерная для приливных песчаных осушек, и конфигурация береговых линий [17]. В разрезе Бычьё-2 к регрессивной толще опесчаненных алевритов и песков приурочены экозоны 4–5, накапливавшиеся в течение более 10 тысяч лет, от 130.25 до 119.5 т.л.н. [14] в условиях наиболее влажного и теплого межледникового климата [15]. Развитие прогреваемых летом мелководий способствовало расселению тепловодных видов

бентосной микрофауны, среди которых были остракоды, характерные для Балтийского моря и не встречающиеся в настоящее время в арктических морях.

ВЫВОДЫ

Первые результаты проведенных комплексных исследований показали, что в береговых отрывах Зимнего берега Белого моря присутствуют отложения бореальной трансгрессии, ранее там не идентифицированные. Таким образом, можно утверждать, что в исследованном районе микунский горизонт верхнего неоплейстоцена представлен двучленной толщей морских отложений: алевритистыми глинами с окатанным обломочным материалом, макро- и микрофоссилиями, накапливавшимися в начале бореальной трансгрессии на стадии быстрого затопления, и перекрывающими их песками, накапливавшимися во время регрессивной стадии в прибрежно-морских обстановках. Предварительная оценка возраста песчаной толщи, согласно полученным ОСЛ датировкам, составляет 118–104 т.л.н.

Состав ископаемой бентосной микрофауны и водных палиноморф из нижней толщи показал, что в начале бореальной трансгрессии вдоль всего Зимнего берега существовали арктические ледовитые бассейны с глубинами более 50 м, расположенные сравнительно недалеко от берега и характеризовавшиеся достаточно высокими скоростями осадконакопления. Водная толща была значительно стратифицирована за счет притока талых/речных вод. Находки в осадках единичных планктонных фораминифер *Turborotalita quinqueloba* и автотрофных цист динофлагеллат (*Operculodinium centrocarpum*, в первую очередь) можно принять за свидетельство проникновения подповерхностных атлантических вод.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования выполнены при поддержке РФФИ (проект № 22-27-00324).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брынов О.П., Мияскин С.В., Станковский А.Ф. Комплексы фораминифер верхнего неоплейстоцена Зимнего берега Белого моря // Бюлл. Комис. по изуч. четвертич. периода. 1981. № 51. С. 139–142.
2. Соболев В.М. Состав, стратиграфия четвертичных отложений Горла Белого моря и основные черты его палеогеографии // Региональные палеогеографические реконструкции. М.: Изд-во МГУ. 2008. С. 144–156.
3. Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний неоплейстоцен – голоцен: Атлас-монография / Отв. ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС. 2009. 120 с.

4. *Лаврова М.А.* О географических пределах распространения бореального моря и его физико-географическом режиме // Проблемы палеогеографии четвертичного периода. Труды института географии. Вып. 37. 1946. С. 64–79.
5. *Девятова Э.И.* Природная среда позднего неоплейстоцена и ее влияние на расселение человека в Северодвинском бассейне и Карелии. Петрозаводск: Карелия. 1982. 156 с.
6. *Зарецкая Н.Е., Баранов Д.В., Ручкин М.В., Луговой Н.Н.* Побережье Белого моря в пределах Русской плиты в позднем неоплейстоцене // Известия РАН. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 6. С. 898–913.
<https://doi.org/10.31857/S2587556622060164>
7. *Molodkov A.N.* The Late Pleistocene palaeoenvironmental evolution in Northern Eurasia through the prism of the mollusc shell-based ESR dating evidence // *Quat. Int.* 2020. V. 556. P. 180–197.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.05.031>
8. *Durcan J.A., King G.E., Duller G.A.T.* DRAC: Dose Rate and Age Calculator for trapped charge dating // *Quat. Geochronology*. 2015. V. 28. P. 54–61.
<https://doi.org/10.1016/j.quageo.2015.03.012>
9. *Wintle A.G.* Luminescence dating: laboratory procedures and protocols // *Radiation Measurements*. 1997. V. 27. № 5–6. P. 769–817.
[https://doi.org/10.1016/S1350-4487\(97\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S1350-4487(97)00220-5)
10. *Murray A.S., Wintle A.G.* The single aliquot regenerative dose protocol: Potential for improvements in reliability // *Radiation Measurements*. 2003. V. 37. № 4–5. P. 377–381.
[https://doi.org/10.1016/S1350-4487\(03\)00053-2](https://doi.org/10.1016/S1350-4487(03)00053-2)
11. Палеопалинология / под ред. Покровской И.М. Л.: Недра. 1966. Т. 1. С. 34–39.
12. *Polyak L., Korsun S., Febo L., Stanovoy V., Khusid T., Hald M., Paulsen B.E., Lubinski D.A.* Benthic foraminiferal assemblages from the southern Kara Sea, a river-influenced arctic marine environment // *J. of Foraminiferal Res.* 2002. V. 32. № 3. P. 252–273.
<https://doi.org/10.2113/32.3.252>
13. *Черемисинова Е.А.* Палеогеография мгинского моря (на основе данных диатомового анализа) // Докл. АН СССР. 1959. Т. 129. № 2. С. 416–419.
14. *Талденкова Е.Е., Овсепян Я.С., Руденко О.В., Степанова А.Ю., Баух Х.А.* Изменения природной среды в ходе развития бореальной трансгрессии на северо-востоке Белого моря на примере детального изучения разреза Бычье-2 // Вестник Моск. Ун-та. сер. 5. География. 2023. Т. 78. № 4. С. 51–65.
<https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414.5.78.4.5>
15. *Руденко О.В., Талденкова Е.Е., Баух Х.А., Овсепян Я.С.* Новые данные к палинотрапиграфии микулинских (земских) отложений в низовьях реки Пеза (северо-восток Беломорского региона) // Проблемы Арктики и Антарктики. 2023. Т. 69. № 2. С. 206–227.
<https://doi.org/10.30758/0555-2648-2023-69-2-206-227>
16. *McCulloch M.T., Esat T.* The coral record of last interglacial sea levels and sea surface temperatures // *Chem. Geol.* 2000. V. 169. P. 107–129.
[https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(00\)00260-6](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(00)00260-6)
17. *Grösfeld K., Funder S., Seidenkrantz M.-S., Glaister K.* Last Interglacial marine environments in the White Sea region, northwestern Russia // *Boreas*. 2006. V. 35. № 3. P. 493–520.
<https://doi.org/10.1080/03009480600781917>

FIRST DATA ON PALEOGEOGRAPHICAL SETTINGS AND CHRONOLOGY OF THE LAST INTERGLACIAL ON ZIMNII COAST OF THE WHITE SEA

N. E. Zaretskaya^{a,b,#}, E. E. Taldenkova^c, Ya. S. Ovsepyan^b, M. V. Ruchkin^{d,e}, D. V. Baranov^a, O. V. Rudenko^f, and A. Yu. Stepanova^g

^a*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^b*Institute of Geology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^c*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

^d*Karpinski Russian Geological Research Institute, Saint-Petersburg, Russia*

^e*Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia*

^f*Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia*

^g*Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

[#]*E-mail: n_zaretskaya@inbox.ru*

Presented by Academician of the RAS M.A. Fedonkin June 18, 2023

Field lithostratigraphic studies, microfaunistic and palynological analyses, as well as optically stimulated luminescence (OSL) dating revealed for the first time that the lower part of Quaternary sediment sequences exposed along Zimnii Coast of the White Sea accumulated in marine and nearshore environments during the Boreal transgression at the beginning of the Last Interglacial and thus form the Upper Pleistocene Mikulinian Horizon. This is confirmed by lithology of sediment beds; species composition of foraminifers, ostracods and aquatic palynomorphs; and OSL dates in the range of 118–104 ka. The composition of benthic microfossils indicates that during the early Boreal transgression the entire Zimnii Coast was occupied by an coastal arctic ice-covered basin with water depths of >50 m, high sedimentation rates, and water stratification induced by melt/river water inflow. At the stage of regression, sedimentation in shallow marine environments was dominant along Zimnii Coast.

Keywords: Late Pleistocene, Boreal transgression, Kuloi Plateau, lithostratigraphy, micropaleontology, chronology