



Арктический вектор геологических исследований Arctic vector of geological research

Обзорная статья • Review article

УДК 551.89/551.794

DOI: 10.19110/geov.2025.4.2

Ландшафтно-климатические обстановки осадконакопления в позднеледниковье и голоцене в низовье р. Черной (юго-восток Баренцевоморского региона, НАО)

Ю. В. Голубева, Т. И. Марченко-Вагапова

Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия
yvgolubeva@geo.komisc.ru; timarchenko@mail.ru

В статье представлены результаты микропалеонтологического исследования палинологическим и диатомовым методами, являющимися традиционными при всестороннем изучении геосистем. На основе полученных данных в совокупности с обзором палеонтологических материалов воссозданы условия седиментации на юго-востоке Баренцевоморского региона. Изучено береговое обнажение в приустьевой области р. Черной. Вскрытый в основании разреза валунный суглинок видимой мощностью около 10 м соотнесен с полярным (осташковским) горизонтом, что подтверждено результатами OSL-датирования подморенной толщи. Вышезалегающие отложения мощностью около 0.5 м имеют диагностические признаки флю-тилла: нарушения межслойных контактов и алевритовые окатыши в глинистом заполнителе. Результаты палинологического изучения перекрывающих их глинистых осадков указывают на существование небольшого прогляциального озера, образованного при деградации полярного оледенения. Дальнейшая хронология условий в голоцене базируется на радиоуглеродных датах. С раннего голоцена по настоящее время происходило заболачивание водоема и преобразование его в вечномерзлый бугристый торфяной массив.

Ключевые слова: юго-восток Баренцевоморского региона, позднеледниковье и голоцен, палинология, диатомеи

Landscape and climatic environments of sedimentation during the Late Glacial and Holocene in the lower reaches of the Chernaya River (southeast of the Barents Sea region, Nenets Autonomous Okrug)

Yu. V. Golubeva, T. I. Marchenko-Vagapova

Institute of Geology, FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar, Russia

The article presents the results of micropaleontological studies (palynological and diatom analyses), which are traditional in a comprehensive study of geosystems. A coastal outcrop in the estuary area of the Chernaya River was studied. The boulder loam exposed at the base of the section with a visible thickness of about 10 m is correlated with the Polar (Ostashkov) horizon, which is confirmed by the results of OSL dating. The overlying sediments have diagnostic features of flow-till. The results of palynological study of clay sediments in the roof of the section indicate the existence of a small proglacial lake formed during the degradation of Polar glaciation. Later, the reservoir underwent swamping and transformation into a permafrost hummocky peat massif. Peat formation began in the Early Holocene. The process of peat accumulation is dated at 7180 ± 150 14C BP (IGAN 10839) and 5720 ± 100 14C BP (IGAN 10838), respectively. The studied glacial and lake-bog sediments were part of a supraglacial sedimentary complex, the fabric of which included both freshwater proglacial reservoirs and brackish-water basins formed during ingressions. At the same time, some different types of lakes were probably isolated from each other by dead ice or ridges of loose rocks, subsequently preserved or destroyed by erosional alluvial processes.

Keywords: southeast of the Barents Sea region, Late Glacial and Holocene, palynology, diatoms

Введение

Условия осадконакопления в течение позднего неоплейстоцена-голоцена в пределах прибрежных областей Баренцева моря достаточно долго являются предметом обсуждения научным сообществом. Основные

темы дискуссий в настоящее время — это период и площадь распространения последнего оледенения и морские трансгрессивно-регрессивные циклы на этой территории, а также связанные с ними седиментационные обстановки.

Для цитирования: Голубева Ю. В., Марченко-Вагапова Т. И. Ландшафтно-климатические обстановки осадконакопления в позднеледниковье и голоцене в низовье р. Черной (юго-восток Баренцевоморского региона, НАО) // Вестник геонаук. 2025. 4(364). С. 14–31. DOI: 10.19110/geov.2025.4.2

For citation: Golubeva Yu. V., Marchenko-Vagapova T. I. Landscape and climatic environments of sedimentation during the Late Glacial and Holocene in the lower reaches of the Chernaya River (southeast of the Barents Sea region, Nenets Autonomous Okrug). Vestnik of Geosciences, 2025, 4(364), pp. 14–31, doi: 10.19110/geov.2025.4.2



По проблеме границы распространения ледникового покрова мнения специалистов расходятся. Дж. Мангеруд с соавторами (1999), И. Н. Демидов (Larsen et al., 2006), В. И. Астахов (2013, 2020) суммируют данные, указывающие на то, что Баренцево-Карский ледниковый покров возрастом 15–25 тыс. лет в позднем валдае суши не достигал. Другие исследователи приводят не менее убедительные доводы в пользу расположения его границы по суше, в разной степени удаленной к югу от береговой линии (Четвертичные..., 1987; Величко, Фаустова, 1989; Гросвальд, 2009; Лавров, Потапенко, 2012 и др.). По данным Л. Н. Андреичевой (2002; Andreicheva, Vorobyev, 2025), ледниковый щит покрывал преимущественно территорию крайнего севера Печорской низменности, занимая низовье р. Печоры, долины рек Шапкиной, Куи и Черной.

По второй обозначенной проблеме также нет единой точки зрения. Для выявления региональной морской трансгрессии на протяжении позднеледниковья и голоцена в последние годы получил распространение метод изоляционных бассейнов (Donner et al., 1977; Long et al., 2011; Колька и др., 2013). Этот метод с использованием данных изучения литологии и диатомей был апробирован на сопредельных территориях: побережье Белого и Баренцева морей, внутренней части Кольского региона (Колька и др., 2015; Толстоброва и др., 2022). По результатам изучения изолированных бассейнов на побережье Белого моря и в юго-западной части побережья Баренцева моря выявлены два трансгрессивно-регрессивных цикла изменения относительного уровня моря в позднеледниковье и в раннем-среднем голоцене; для внутренней части Кольского региона зафиксировано минимальное проникновение морских вод в позднеледниковье. Однако для восточной части южного побережья Баренцева моря такие выводы делать преждевременно, так как опубликованные альгологические данные касаются в основном современных местообитаний диатомей (Стенина, 2010; Стенина, Патова, 2010). Об анализе их ископаемых комплексов кратко упоминается лишь единожды (Лавров, Потапенко, 2012).

Изменения растительного покрова, сопровождавшие этапы гидрологического режима озер на Баренцевоморском побережье, охарактеризованы в публикациях палинологов преимущественно по Кольскому полуострову (Сапелко, Анисимов, Носевич, 2016; Сапелко и др., 2018 и др.). Палинологические реконструкции условий в голоцене на южном побережье были проведены в районе дельты р. Печоры (Болиховская и др., 1988; Вейнбергс и др., 1995; Kaakinen, Eronen, 2002; Väiliranta et al., 2003; Нигаматзянова и др., 2022; Лаптева, Корона, 2022) и Хайпудырской губы (Velichko et al., 1997; Andreev, Klimanov, 2000).

Учитывая близкое расположение района исследований к береговой линии Баренцева моря (в 3.5 км от берега по прямой линии и 7 км — по речному руслу) в приустьевой области р. Черной и возможности используемых авторами методов, было целесообразным обратить особое внимание на вероятность проникновения сюда морских вод в позднеледниковье и голоцене. Актуальной задачей также являлось изучение субрецентных палиноспектров поверхностных проб на территории исследований, так как данных по столь труднодоступным районам недостаточно (рис. 1).

Геолого-геоморфологическое строение территории

Согласно Карте четвертичных образований, составленной А. С. Лавровым и Л. М. Потапенко (2005) по материалам аэрокосмических съемок и изучения строения осадков, долина р. Черной занимает Паханческую (Хорейверскую) депрессию между Вангурейской и Янейской платообразными возвышенностями (рис. 2). Исследователями выделена Большеземельская ледниковая лопасть, входившая в состав Баренцевоморско-Новоземельско-Карского ледникового покрова и развивавшаяся в полярное время. Однако, согласно Карте четвертичных образований территории РФ, ее континентального шельфа и прилегающих глубоководных акваторий масштаба 1:2 500 000 (2019), ледниковые осадки относятся к лайскому горизонту. Район наших исследований расположен в области развития полого-холмистого моренного рельефа, формирующего южный берег Паханческой губы.

Юго-восточное побережье Баренцева моря на протяжении 800 км от Чешской до Хайпудырской губ занимает прибрежная терраса высотой 4–5 м у морского берега до 25–30 м у тылового шва, без выраженных в рельефе уступов и с разной степенью выраженности тылового шва. В районах приращения террасы к пологим склонам ледникового рельефа тыловый шов можно наблюдать только с дневной поверхности. Прибрежную террасу слагают хорошо сортированные пески с прослоями плохо окатанного обломочного материала. В цоколе Чешской и Хайпудырской губ, о-ва Сенгейский и в других районах залегает морена последнего оледенения (Лавров, Потапенко, 2005). Однако другие исследователи на данной территории не обнаруживают прибрежную террасу, объясняя образование осадков эоловыми процессами (Mangerud et al., 1999).

Южнее, в речной долине, определены примыкающие к формам ледникового рельефа фрагменты урерьяхской эпигенетической террасы ледниковых контактов — разновидности террасы интрагляциального эстуария. Терраса располагается в области слияния р. Черной с ее притоком р. Урерьяхой и сложена хорошо сортированными мелкозернистыми горизонтально-слоистыми песками средней мощностью 3–4 м. А. С. Лавров и Л. М. Потапенко (2012) предполагают ее позднеледниковый возраст.

По результатам детального изучения вещественного состава отложений, вскрытых в береговых обнажениях долины р. Черной, Л. Н. Андреичевой (2002) в строении толщи выделены осадки печорского, вычегодского и полярного ледниковых горизонтов, а также разделяющие их отложения родионовского и сулинского межледниковых горизонтов. Осадки ледникового генезиса лайского времени не обнаружены. Лайские образования представлены перигляциальным аллювием.

Объект и методика исследований

Исследуемая территория относится к подзоне северных гипоарктических тундр с преобладанием в растительном покрове кустарничково-моховых ассоциаций с *Betula nana*, *Loiseleuria procumbens* и *Dryas octopetala*. Кустарниковые сообщества (в основном невысокие ивняки) занимают поймы и депрессии склонов

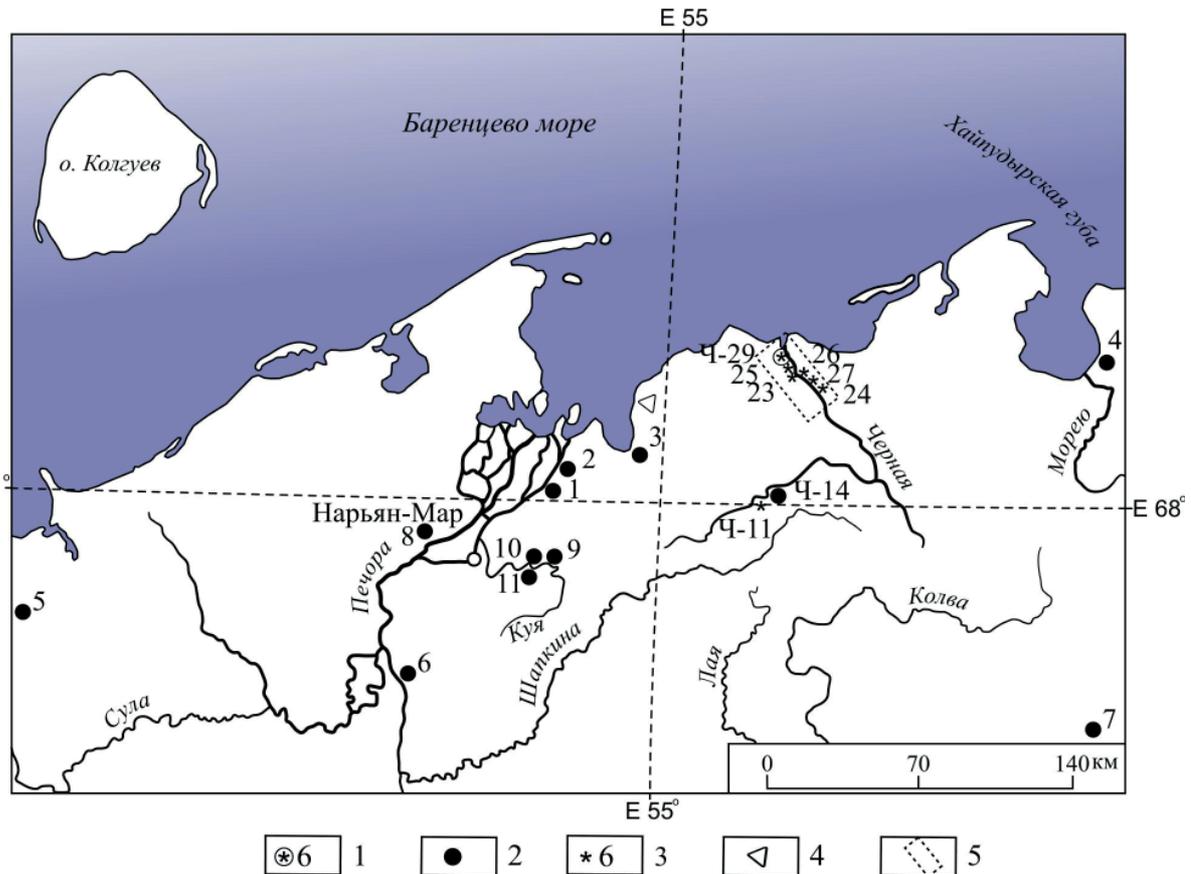


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов в районе работ (юго-восток Баренцевоморского региона). Условные обозначения: 1 — изученный разрез; 2 — ранее изученные разрезы с палинологическими данными; 3 — места отбора поверхностных пыльцевых проб; 4 — находки современных диатомей (Стенина, 2010; Стенина, Патова, 2010); 5 — район исследований. Ранее опубликованные палинологические данные: 1 — Kaakinen, Eronen, 2002; Väiliranta et al., 2003; Болиховская и др., 1988; 2 — Нигаматзянова и др., 2022; 3 — Вейнбергс и др., 1995; 4 — Andreev, Klimanov, 2000; Velichko et al., 1997; 5 — Paus, Svendsen, 2003; 6 — Никифорова, 1982; 7 — Kullti et al., 2004; 8 — Лаптева, Корона, 2022; 9–11 — Голубева, Марченко-Вагапова, Исаков, 2024

Fig. 1. Map of the studied sections (Southeastern Barents region). Legend: 1 — studied section; 2 — previously obtained palynological data; 3 — locations of surface pollen sampling; 4 — finds of modern diatoms (Stenina, 2010; Stenina, Patova, 2010). 5 — study area. Previously pollen data: 1 — Kaakinen, Eronen, 2002; Väiliranta et al., 2001; Bolikhovskaya et al., 1988; 2 — Nigamatzyanova et al., 2022; 3 — Veinbergs et al., 1995; 4 — Andreev, Klimanov, 2000; Velichko et al., 1997; 5 — Paus, Svendsen, 2003; 6 — Nikiforova, 1982; 7 — Kullti et al., 2004; 8 — Lapteva, Korona, 2011; 9–11 — Golubeva, Marchenko-Vagapova, Isakov, 2024

(Юрцев и др., 1978). Согласно Климатическому атласу СССР (1960), для района исследований характерны следующие климатические параметры: температура воздуха в январе составляет $-17...-18^{\circ}\text{C}$, температура июля: $9-10^{\circ}\text{C}$, годовая амплитуда температур воздуха равна $27-28^{\circ}\text{C}$. Количество осадков в году — 350 мм.

Изучено береговое обнажение Ч-29, расположенное на левом берегу р. Черной в 3.7 км от д. Черной вверх по течению и в 7 км от устья реки ($68^{\circ}33'51,22''\text{с. ш.}, 56^{\circ}31'32,40''\text{в. д.}$ (WGS84)). Его выходы наблюдаются на протяжении 320 м. В районе исследований развит вечномёрзлый торфяной массив с буграми пучения площадью около 30 км^2 . Бугры преимущественно продолговатой формы, имеют высоту до 0.5–2 м и размеры в поперечнике от 1 до 4 м, часто рассредоточены и разнонаправлены в пределах массива.

По нашим наблюдениям, на буграх вечномёрзлого торфяного массива произрастают злаки, в межбугорных понижениях — ива, сабельник болотный, осоки, сфагнум, кукушкин лен, редко — крестоцветные, гераниевые. По берегу развиты травянистые сообщества из злаков, осок, виолы, чемерицы, пижмы, неза-

будки, ивы, ромашки, гераниевых и мытника. В понижениях рельефа ива и карликовая береза образуют кустарниковые заросли.

В обнажении высотой около 12 м вскрыты отложения бугристых болот, представленные торфом с массивной и шпировой криоструктурами мощностью 1.2 м. Они залегают на моренной толще видимой мощностью до 9.7 м от уреза воды, перекрытой прослоями супеси и оторфованного суглинка с редкими неокатанными обломками пород и мелкими гнездами алевритистого песка мощностью 0.15 м и 1.15 м соответственно.

Проведены спорово-пыльцевой и диатомовый анализы 32 образцов из слоёв 3–5 (глина, торф) обн. Ч-29 (рис. 1).

Химическую обработку проб для палинологических исследований осуществляли с использованием общепринятых методик (Пыльцевой анализ, 1950). Изучение спор и пыльцы проводили на цифровом биологическом микроскопе «UDFU 300» при увеличении $500\times$. Спорово-пыльцевые диаграммы строились с помощью программы Tilia. При расчете результатов спо-

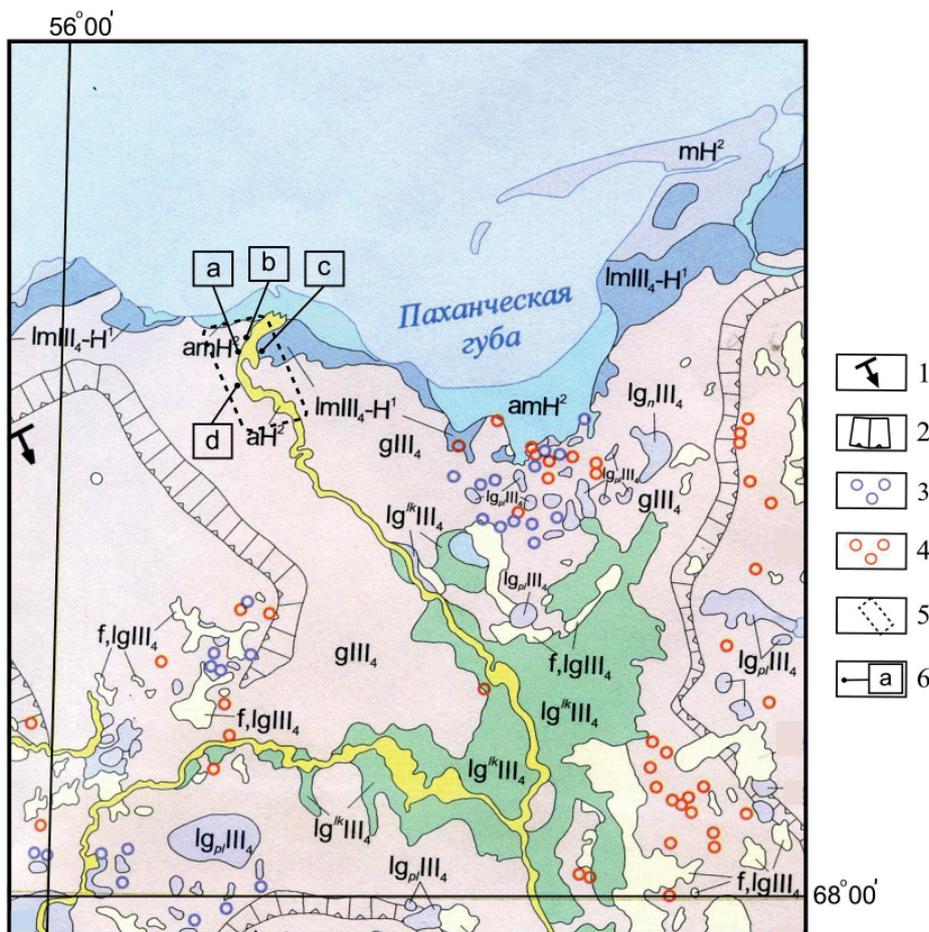


Рис. 2. Геоморфологическое строение района исследований. Условные обозначения к фрагменту карты четвертичных отложений (по: Лавров, Потопенко, 2012): 1 – направление наклона поверхности гляциоизостатических плато и предполагаемая амплитуда поднятия; 2 – уступы гляциоизостатических плато; 3 – проталинные лимнокаммы; 4 – камы, не выражающиеся в масштабе; 5 – район исследований; 6 – фото рельефа; g_{III_4} – рельеф основной (донной и абляционной) морены; f,lg_{III_4} – камы, камовые поля, камовые террасы; lg_n,III_4 – террасы наледниковых интрагляциальных озер; lg_{pl},III_4 – лимнокаммы проталинные (субаэральные); lg^{lk},III_4 – терраса ледниковых контактов (эпигенетическая) до 100 м; $lm_{III_4-H_1}$ – прибрежная (озерно-морская) терраса до 20 м (абс. отм.); aH_2 – пойма; amH_2 – аллювиально-морская терраса; mH_2 – марши, пляжи, бары, косы, пересыпи

Fig. 2. Geomorphological structure of the study area. Legend for the map of Quaternary deposits fragment (according to Lavrov, Potapenko, 2012): 1 – direction of inclination of the surface of glacioisostatic plateaus and the assumed amplitude of uplift; 2 – scarps of glacioisostatic plateaus; 3 – inversion fluvioglacial landforms formed in subaerial conditions – thawed limnokams, not expressed to scale; 4 – kames, not expressed to scale; 5 – our research area; 6 – photo of the relief; g_{III_4} – relief of the main (bottom and ablation) moraine; f,lg_{III_4} – kames, kame fields, kame terraces; lg_n,III_4 – terraces of supraglacial intraglacial lakes; lg_{pl},III_4 – thawed (subaerial) limnokams; lg^{lk},III_4 – glacial contact terrace (epigenetic) up to 100 m; $lm_{III_4-H_1}$ – coastal (lake-marine) terrace up to 20 m (elevation); aH_2 – floodplain; amH_2 – alluvial-marine terrace; mH_2 – marches, beaches, bars, spits, islets

рово-пыльцевого анализа за 100 % принималась сумма пыльцы древесных пород (AP) и травянистых растений (NAP), исходя из которой определялись процентные содержания пыльцы и спор, в том числе переложенных и непыльцевых палиноморф. Также обращалось внимание на присутствие в образцах микро-частиц угля размером более 10 микрон. При определении водорослей *Pediastrum* учитывались тетацей с сохранностью не менее 60 %.

С целью повышения корректности интерпретации ископаемых спорово-пыльцевых спектров проведен анализ 12 поверхностных проб, отобранных в районе исследований из верхних 1–2 см почвы или моховых подушек. Точки отбора проб расположены в пределах зоны кустарничково-моховой северной тундры в разных геоморфологических условиях: низкой и высокой пойм реки, надпойменной террасы, бугристого торфяника, приручейных и приозерных местообитаний (рис. 1). Выделенные локальные пыльцевые зоны сопоставлялись с ранее полученной палинологической характеристикой позднеледниковых озерно-болотных отложений в среднем течении р. Черной (Максимов и др., 2021).

Обработка образцов для диатомового анализа проводилась по общепринятым методикам (Диатомовый..., 1949–1950; Глезер и др., 1974). Створки изучались с помощью микроскопа Motic BA 300 при увеличении 1000×.

Радиоуглеродное датирование образцов торфа из обн. Ч-29 и древесины из обн. Ч-26 выполнено в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН (Москва). В данной статье используется калиброванный возраст (2σ), значения которого рассчитаны при калибровке радиоуглеродных дат с помощью программы CALIBREV 8.2 (табл.). Возрастная принадлежность морены в основании изученного разреза установлена на основании OSL-датировок подморенных толщ, вскрытых в низовьях Куи и Черной. OSL-датирование выполнено в лаборатории OSL ФГБУ «ВСЕГЕИ» (Санкт-Петербург). В ходе работы над статьей использовалось

оборудование ЦКП «Геоэкология» ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар).

Результаты

Литологическое описание и датирование осадков

Расчистка мощностью 2.95 м расположена в 9 м над урезом воды и вскрывает наиболее полный разрез голоцена в пределах изученного нами участка приустьевой области реки. Описание разреза снизу вверх (см).

1. Суглинок валунный серого цвета с сизым оттенком. Контакт с вышележающим слоем четкий, неровный, наклонный (со следами сплыва) и элементами падения: угол падения 45°, азимут падения 15°. Мощность 25 см.

2. Супесь серо-коричневая, ожелезненная. Слой имеет неправильную форму в виде затека. Контакт с вышележающим слоем четкий, неровный, наклонный, подчеркнут ожелезнением. Контакт между слоями 2 и 3 идентичен нижележащему. Мощность 10 см.

3. Глина сизо-коричневая, с редкими валунами, гальками, гравием и мелкими включениями (окатышами) алевритистого пылеватого светло-серого песка диаметром до 1 см. Наблюдается ожелезнение в виде пятен и редкие гнезда оторфованного темно-коричневого суглинка размером около 10 × 10 см. В верхней части (гл. 135–105 см) редко наблюдаются обломки пород. Контакт с верхним слоем четкий, субгоризонтальный. Мощность 155 см.

4. Торф черный, хорошо разложившийся, с остатками веток, переходящий вверх по разрезу с гл. 50 см в торф темно-коричневый, хорошо разложившийся. С гл. 95 см и выше — торф мерзлый, криотекстура массивная, встречаются кристаллы и тонкие прожилки льда толщиной ~ 1 мм. Мощность 80 см.

Отложения торфа из сл. 4 датированы на глубинах 50–55 см и 75–80 см: 5720 ± 100 ¹⁴C л. н. (6306–6682 кал. л. н.) (IGAN 10838) и 7180 ± 150 ¹⁴C л. н. (7696–8222 кал. л. н.) (IGAN 10839).

5. Почвенно-растительный слой. Мощность 25 см.

Таблица 1. Результаты датирования образцов

Table 1. Results of dating

Радиоуглеродное датирование Radiocarbon dating							
№ п/п	Лабораторный номер Laboratory number	Полевой номер Field number	Глубина отбора, м Sampling depth, m	Материал Material	¹⁴ C, л. н. yrs ago	¹⁴ C, кал. л. н. (1σ) yrs ago (1σ)	¹⁴ C, кал. л. н. (2σ) yrs ago (2σ)
1	IGAN10834a	26/56	1.1–1.15	древесина / wood	3060±70	3776–3788	3698–3709
2	IGAN10838	29-1-1	0.5–0.55	торф / peat	5720±100	6405–6429	6306–6682
3	IGAN10839	29-1-2	0.75–0.8	торф / peat	7180±150	7855–7902	7696–8222

Датирование методом OSL OSL dating				
№ п/п	Лабораторный номер Laboratory number	Полевой номер Field number	Минерал Mineral	Возраст, тыс. лет Age, thousand years
1	RGI- 1421	K-15-2	Кварцевые зерна Quartz grains	55 ± 4
2	RGI- 1423	Ч-24-2	Кварцевые зерна Quartz grains	65 ± 6



Палинологический анализ поверхностных проб приустьевой области р. Черной

Палинологическое изучение поверхностных проб является для авторов дополнительной методической основой. В будущем оно будет продолжено и, учитывая труднодоступность изученной территории и недостаточное количество опубликованных данных, будет представлять интерес при составлении базы данных России.

Выявлены типичные тундровые спорово-пыльцевые спектры (СПС) и зависимость их состава от геоморфологической позиции опробованных местообитаний (рис. 3). СПС из массива *многолетнемерзлого торфяника* (пробы 29а, 29б) характеризуются максимальным по сравнению с остальными пробами количеством пыльцы трав (77–84 %), среди которой преобладает пыльца злаков (65–80 %). Из непыльцевых палиноморф определены грибы.

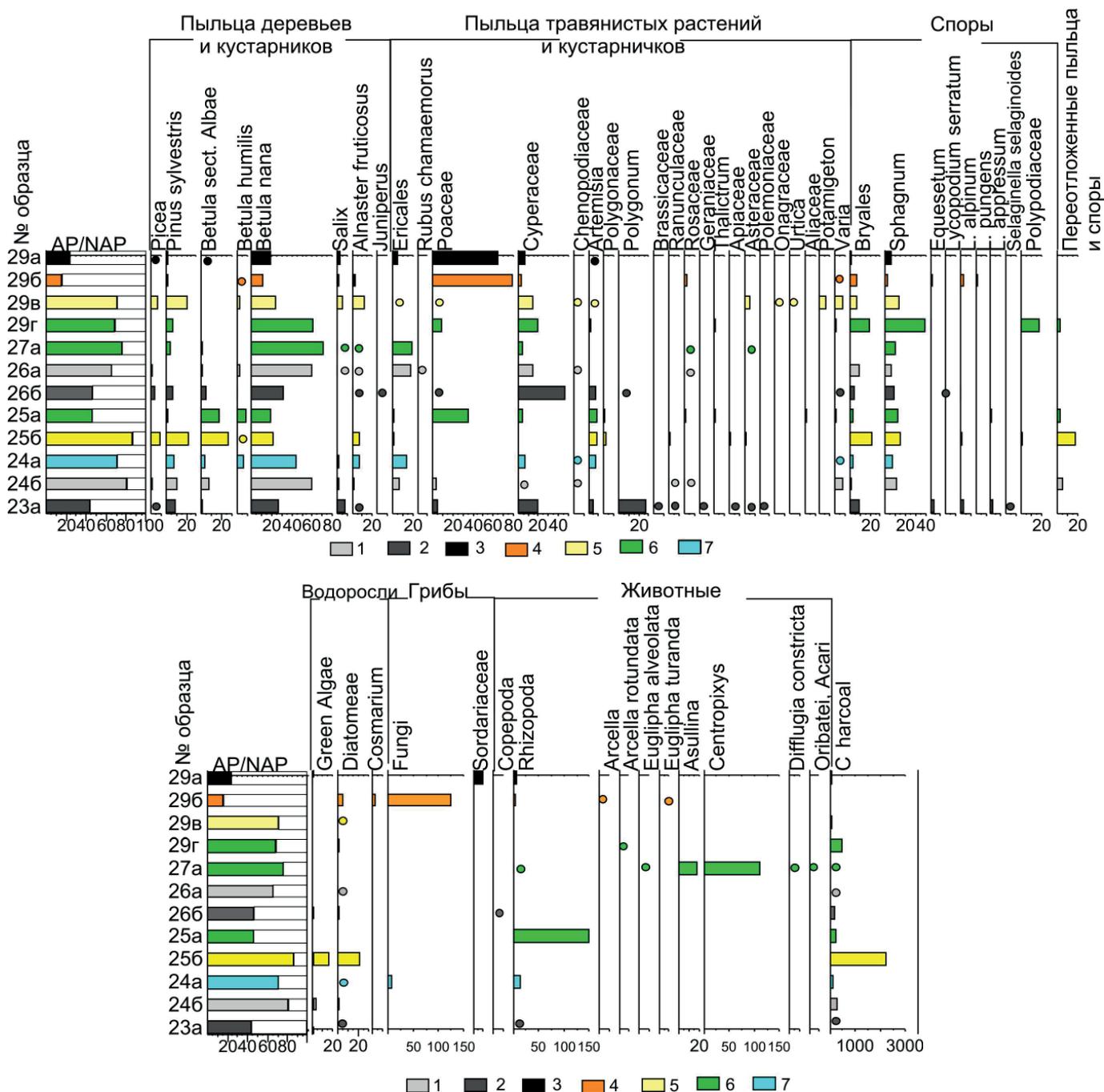


Рис. 3. Спорово-пыльцевая диаграмма поверхностных спектров из северной субарктической тундры в пределах Большеземельской тундры в низовье р. Черной (AP+NAP = 100 %). Геоморфологическая позиция точек отбора проб: 1 — моренная гряда (вершина; травяно-кустарничковые заросли); 2 — моренная гряда (подножие, терраса; травяно-кустарничковые заросли); 3 — бугристый торфяник (бугор пучения); 4 — бугристый торфяник (межбугорное понижение); 5 — низкая пойма; 6 — высокая пойма; 7 — термокарстовое озеро

Fig. 3. Spore-pollen diagram of surface spectra from the northern subarctic tundra within the Bolshezemelskaya tundra in the lower reaches of the Chernaya River (AP+NAP = 100%). Geomorphological position of sampling points: 1 — moraine ridge (summit; grass-shrub thickets); 2 — moraine ridge (foot, terrace; grass-shrub thickets); 3 — hummocky peat bog (frost mound); 4 — hummocky peat bog (inter-mound depression); 5 — low floodplain; 6 — high floodplain; 7 — thermokarst lake

В подавляющем большинстве проб в составе СПС преобладает пыльца деревьев и кустарников (66–86 %) при доминировании *Betula nana* (44–70 %). Исключение составляют пробы 29в и 25б из *низкой поймы* с повышенным количеством пыльцы деревьев (*Picea* sp., *Pinus sylvestris*, *Betula* sect. *Albae* — в сумме 26–55 %) за счет привноса ее речными потоками. В некоторых пробах пыльцы группы древесно-кустарниковой и кустарничково-травянистой растительности образуют примерно равные доли в диапазоне 43–57 %.

В СПС из отложений *моренной гряды* наблюдается тенденция к сокращению участия пыльцы травяно-кустарничковой группы (от 60 до 20%) и увеличению доли пыльцы кустарничково-древесной группы по направлению от подножия к вершине гряды. Отмечена следующая тенденция в составе группы NAP: с повышением высоты в СПС чаще встречается пыльца кустарничков *Ericales* sp. и реже обнаруживается пыльца осок. При этом несколько сокращается разнообразие трав. В СПС у подножия определены Poaceae, *Polygonum* sp., Cyperaceae, *Artemisia* sp., Brassicaceae, Ranunculaceae, Geraniaceae, Apiaceae, Asteraceae, Onagraceae.

СПС из суглинистых осадков *высокой поймы* характеризуются значительным участием пыльцы карликовой березки, злаков, осок и верескоцветных. Отличительной особенностью СПС из приручейных (обр. 27а), приозерных (обр. 24а) и переувлажненных (обр. 25а) местообитаний является присутствие среди непыльцевых палиноморф разнообразных раковинных амёб. Наличие микрочастиц угля в СПС в достаточном количестве объясняется его привносом из больших скоплений каменного угля близ д. Черная.

Результаты палинологического анализа фоссильных спектров

Палинозона (ПЗ) I (210–255 см)

Основу СПС образуют переотложенные формы. Присутствуют лишь единичные пыльцевые зерна берез, полыни, маревых, смолевки, споры сфагновых мхов и папоротников хорошей сохранности. Обращает на себя внимание большое количество пресноводных холодолюбивых водорослей *Pediastrum integrum* в начале зоны и разнотипных зеленых водорослей выше по разрезу. В верхнем образце обнаружены грибы *Glomus*. Во всех образцах содержится много частиц угля (рис. 4, 5).

Палинозона II (170–210 см)

Для зоны характерна низкая концентрация пыльцы и большое количество переотложенных пыльцы и спор. Преобладает пыльца карликовой березы разной степени сохранности (35–76 %). В обр. 5 на гл. 200 см определено незначительное содержание пыльцы ольховника и ивы (5–6 %). Среди пыльцы травянистых растений достаточно хорошей сохранности доминирует пыльца Poaceae (до 24 %), в нижней части палинозоны также наблюдаются в меньшем количестве Cyperaceae (до 11 %), *Artemisia* sp. (10 %) и единичные зерна Chenopodiaceae и *Litrum miritimus*. В верхней части зоны состав группы трав менее разнообразен: наряду с преобладающими злаками встречена пыльца Caryophyllaceae. В нижней части зоны численность

спор незначительна, встречены зеленые и сфагновые мхи, папоротники. Из непыльцевых палиноморф определены те же, что и в предыдущей зоне, зеленые водоросли. При этом значительно сократилось участие *Pediastrum*.

Палинозона III (105–170 см)

ПЗ характеризуется изменениями в группе пыльцы трав: исчезает Poaceae, увеличивается доля Cyperaceae с максимумом 64 % в верхней части ПЗ, в которой к тому же сокращается количество пыльцы ксерофильных растений *Artemisia* sp. и Chenopodiaceae с 26 % до единичных зерен. В верхнем образце (гл. 105 см) пыльца осок зачастую образует скопления, подсчитанные за одно зерно. Споры в спектрах не обнаружены. В группе водных палиноморф состав зеленых водорослей становится менее разнообразным, исчезают пресноводные хлорофитовые водоросли рода *Pediastrum*.

Образец суглинка на контакте сл. 3 и 4 с гл. 105–95 см не содержит палиноморфы хорошей сохранности, отмечены лишь единичные зерна переотложенной пыльцы и многочисленные углистые частицы.

Палинозона IV (90–95 см)

Спектры этой ПЗ и выше по разрезу отличаются отсутствием дочетвертичных и переотложенных форм. Группы древесных и травянистых растений содержатся примерно в равных количествах (по 44–55 %). В первой группе по-прежнему доминирует *Betula nana* (38–44 %). В составе второй группы наряду с преобладающей пылью семейства Cyperaceae (22–47 %) появляется пыльца Poaceae (6–14 %), *Ericales* sp. (8 %) и в единичном количестве Rosaceae, Fabaceae, *Artemisia* sp., Caryophyllaceae и Asteraceae. Споры содержатся в незначительных количествах и представлены *Sphagnum* sp., *Bryales* sp., *Equisetum* sp., *Lycopodium pungens* и Polypodiaceae. Микрочастицы угля в спектрах ПЗ и выше не обнаружены.

Палинозона V (50–90 см)

ПЗ выделена на основании значительных изменений во всех группах палиноморф и подразделится на две подзоны: ПЗ Va в интервале 55–90 см и ПЗ Vb в интервале 50–55 см. В группе пыльцы деревьев и кустарников ПЗ Va резко увеличивается количество *Betula* sect. *Albae* (28–50 %), значительно уменьшается доля *Betula nana* (с 31 до 4 %), появляется единичная пыльца хвойных деревьев *Picea* sp. (до 2 %), *Pinus sylvestris* и кустарников *Juniperus* sp. Среди пыльцы травянистых появляются водные *Typha latifolia*, *Potamogeton* sp., Lemnaceae, Alismataceae. В группе спор существенно чаще встречаются *Bryales* sp. и *Equisetum* sp. В числе непыльцевых палиноморф пресноводные водоросли отличаются наиболее разнообразным составом: среди *Pediastrum* наряду с *P. integrum* впервые определены *P. duplex forma*, *P. duplex* var. *rugulosum*, *P. boryanum* var. *boryanum*, *P. boryanum* var. *pseudoglabrum*, появляется *Cosmarium*. Впервые также обнаружены микроостатки различных животных: раковинных амёб, клещей, ветвистоусых и веслоногих рачков, а также яиц тихоходок. Осадки на уровне нижней части подзоны датированы 7180 ± 150 ¹⁴C л. н. (7696–8222 кал. л. н.) (IGAN 10839).

Спектры ПЗ Vb отличаются ростом кривой ели и сосны, причем участие ели является максимальным,

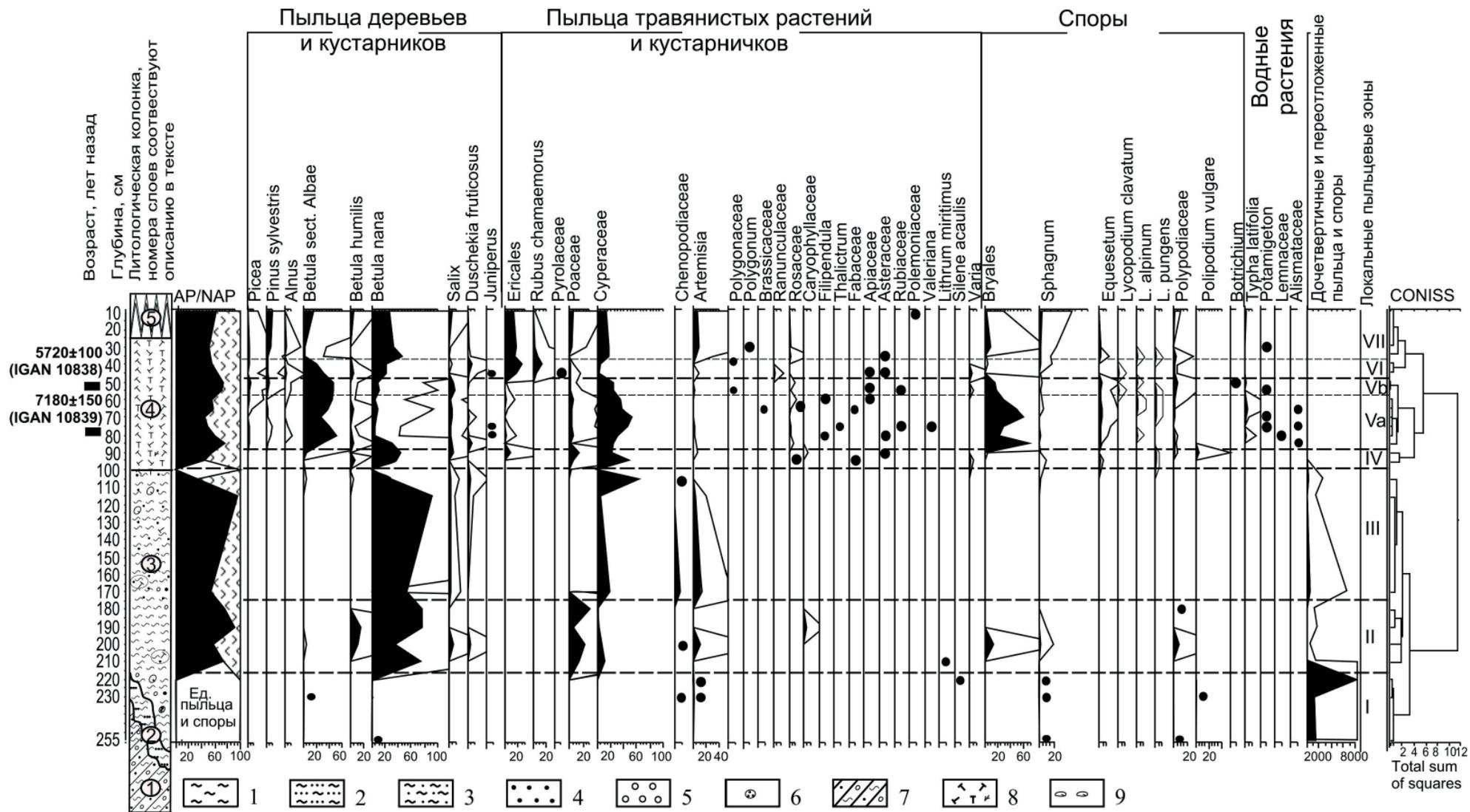


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма отложений в обн. Ч-29. Условные обозначения: 1 — глина; 2 — супесь; 3 — суглинок; 4 — гравий; 5 — галька; 6 — окатыши алевритистого песка; 7 — валунный суглинок; 8 — торф; 9 — обломки пород; точкой на диаграмме обозначено содержание палиноморф в единичном количестве

Fig. 4. Pollen and spore diagram in Ch-29 palsa section in the lower Chernaya River. Legend: 1 — clay; 2 — sandy loam; 3 — loam; 4 — gravel; 5 — pebbles; 6 — sand pellets; 7 — boulder loam; 8 — peat; 9 — rock fragments; minor taxa (less than 2%) are expressed as dots

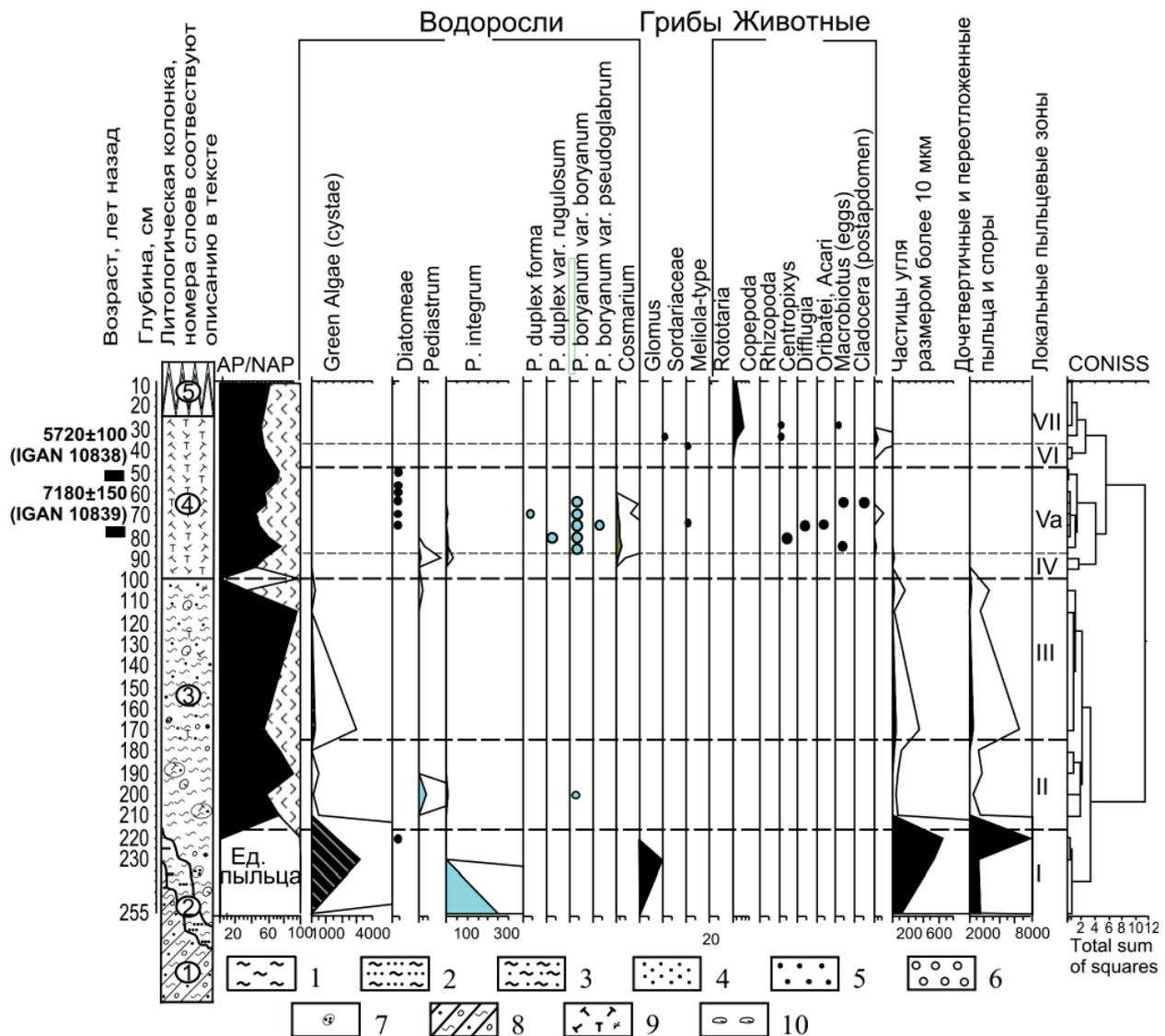


Рис. 5. Диаграмма непыльцевых палиноморфов отложений в обнажении Ч-29 (непыльцевые палиноморфы).
Условные обозначения — на рис. 4

Fig. 5. Non-pollen palynomorphs diagram of the Ch-29 palisa section in the lower Chernaya River. Legend is in Fig. 4

но не столь значительным (до 5 %). Пыльцы можжевельника не встречено. Изменения коснулись и других групп палиноморфов. В группе трав и кустарничков сокращается доля осок и прибрежно-водных трав, а в группе спор уменьшается участие зеленых мхов и увеличивается — папоротников. Осадки в интервале 50–55 см датированы 5720 ± 100 ^{14}C л. н. (6306–6682 кал. л. н.) (IGAN 10838).

Палинозона VI (40–50 см)

Обращает на себя внимание рост кривых пыльцы кустарничков (карликовой березы — 21 % и ольховника — до 5 %) и падение кривой древовидных берез (21–32 %). Вновь появляется единичная пыльца можжевельника. Среди пыльцы трав увеличивается количество пыльцы кустарничков верескоцветных (18–26 %), морошки (6–13 %) и грушанки (единичные зерна).

Палинозона VII (10–50 см)

В составе спектров преобладает пыльца карликовой березы (26–45 %). Пыльца деревьев представлена *Betula* sect. *Albae* (3–16 %), *Picea* sp. (до 1–3 %) и *Pinus sylvestris* (2–10 %). В группе пыльцы травянистых рас-

тений доминируют верескоцветные (14–16 %) и осоковые (14–18 %), в меньшем количестве присутствуют злаковые (2–5 %) и полыни (3–8 %). В группе спор повышается роль зеленых и сфагновых мхов. Среди непыльцевых палиноморфов определены остатки животных-сфагнобионтов и почвенных грибов.

Результаты диатомового анализа

В 26 образцах из 32 створки диатомовых водорослей отсутствуют либо обнаружены единичные центрические водоросли (преимущественно в виде обломков). Сообщества диатомей определены в 6 образцах, отобранных в интервале глубин 10–75 см. Установленный комплекс в целом включает 54 вида и разновидности, относящихся к 22 родам в количестве от 194 до 7438 экземпляров на препарат. Класс *Centrophyceae* представлен видами *Aulacoseira islandica* и *Stephanodiscus* sp., встречающимися с оценкой обилия «редко». Остальные створки относятся к классу *Pennatophyceae*. Господствующее положение в комплексе занимают виды родов *Pinnularia* (12 форм), *Eunotia* (11) и *Navicula* (9). В целом виды немногочисленны: с оценкой обилия



«в массе» встречена *Eunotia fallax*, оценкой обилия «очень часто» отмечены *Eunotia parallela*, *E. exigua*, *E. lunaris*, *E. septentrionalis*, *Pinnularia viridis*, *P. subcapitata* и некоторые другие (рис. 6).

Образцы из сл. 3 (в интервале глубин 100–215 (260) см, глина сизо-коричневая с редкими гравием, галькой и валунами, включениями гнезд песка) практически немые. В них обнаружены лишь единичные обломки и створки диатомеи *Paralia sulcata*, спикулы губок. В более позднее время в результате улучшения климатических условий происходило накопление органогенного материала в мелководном водоеме (сл. 4, в ин-

тервале глубин 20–100 см, торф). В обр. 22 на гл. 75 см отмечено небольшое количество пресноводных диатомей, где преобладает ацидофил — *Eunotia fallax* (рис. 6). С гл. 45 см и выше (обр. 28–32) в толще торфа встречен достаточно разнообразный и обильный комплекс диатомовых водорослей. Среди отмеченных форм преобладают донные виды (до 67 %; рис. 7). По отношению к солености преобладают индифференты (до 59 %), количество галофобов составляет около 40 %, галофилов — 14 %, встречен единственный вид-мезагалоб *Diploneis interrupta* с низкой оценкой обилия. По отношению к кислотности доминируют ацидофилы — 66 %:

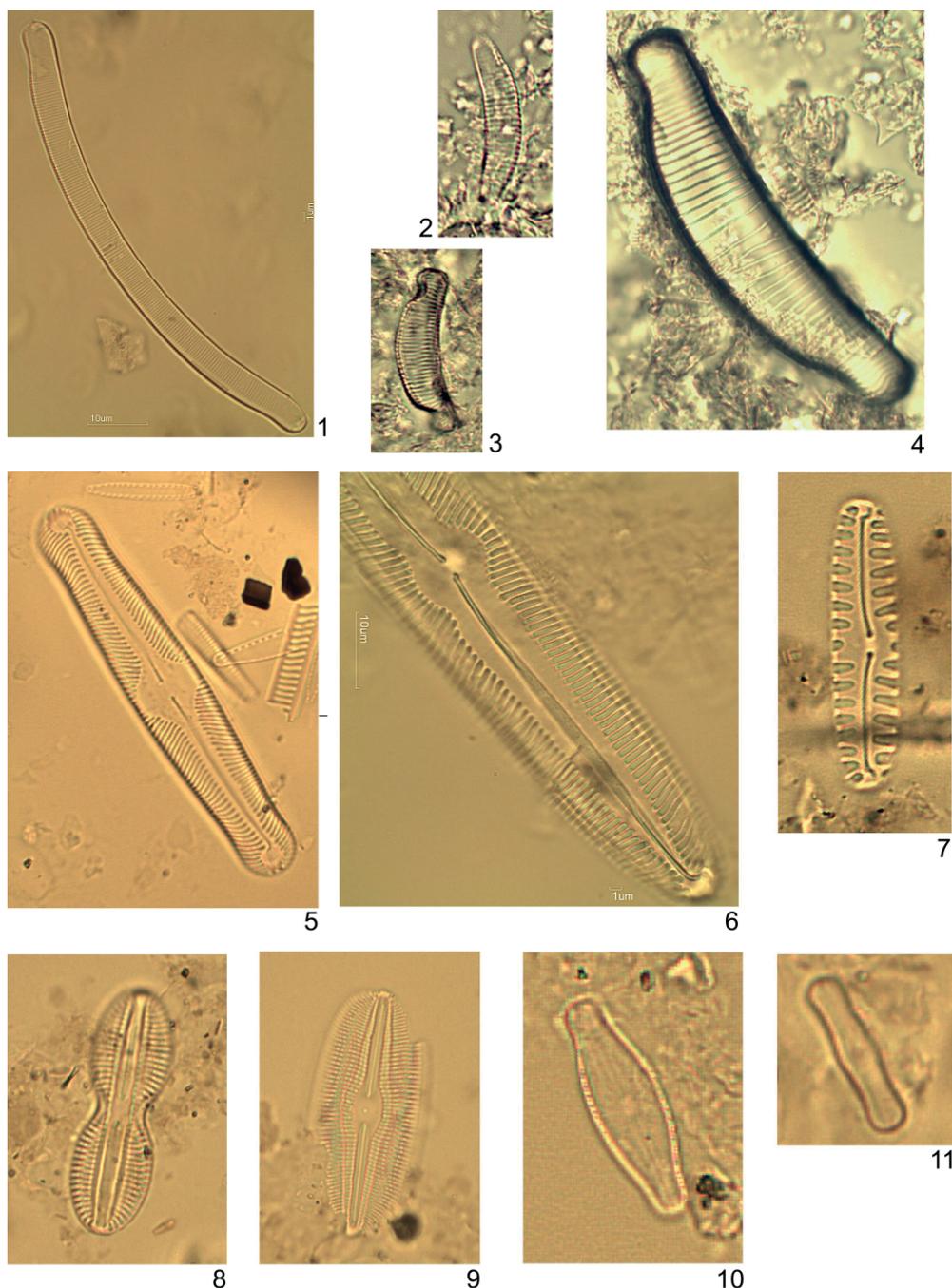


Рис. 6. Диатомеи (фототаблица): 1 — *Eunotiaparella* Ehr., 2 — *E. lunaris* (Her.) Grun., 3 — *E. septentrionalis* Oestr., 4 — *E. praeurupta* Ehr., 5 — *Pinnularia divergens* W. Sm., 6 — *P. maior* (Kütz.) Rabenh., 7 — *P. borealis* Ehr., 8 — *Diploneis interrupta* (Kütz.) Cl., 9 — *D. ovalis* (Hilse) Cl., 10 — *Anomoeoneis brachisira* (Bréb.) Grun., 11 — *Navicula contenta* Grun

Fig. 6. Diatoms (photo table). 1 — *Eunotia paralella* Ehr., 2 — *E. lunaris* (Her.) Grun., 3 — *E. septentrionalis* Oestr., 4 — *E. praeurupta* Ehr., 5 — *Pinnularia divergens* W. Sm., 6 — *P. maior* (Kütz.) Rabenh., 7 — *P. borealis* Ehr., 8 — *Diploneis interrupta* (Kütz.) Cl., 9 — *D. ovalis* (Hilse) Cl., 10 — *Anomoeoneis brachisira* (Bréb.) Grun., 11 — *Navicula contenta* Grun

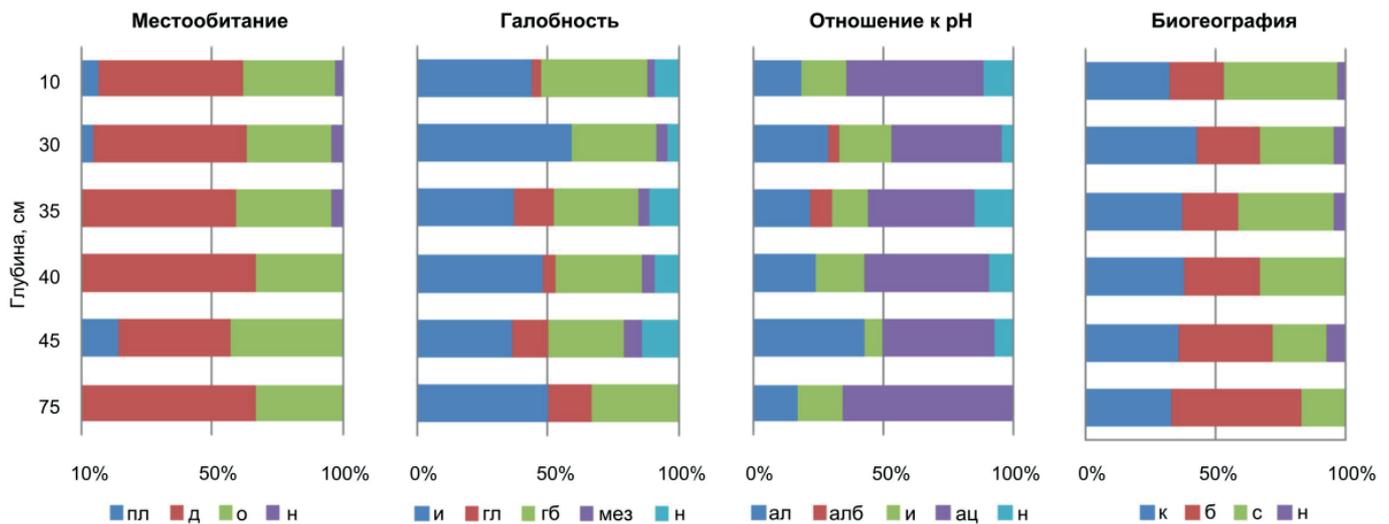


Рис. 7. Экологическая характеристика диатомовых комплексов в обн. Ч-29. Условные обозначения: распределение диатомей по местообитанию (пл — планктонные, д — донные, о — обрастатели), галобности (гб — галофобы, и — индифференты, гл — галофилы, мез — мезогалофы), отношению к pH среды (ац — ацидофилы, и — индифференты, ал — алкалифилы, алб — алкалибионты) и биогеографии (с — северные, к — космополиты, б — бореальные). Во всех подразделах: н — неустановленная экология

Fig. 7. Ecological characteristics of diatom assemblages in Ch-29 site. Legend: distribution of diatoms by habitat: пл — planktonic, д — benthic, о — fouling, halobities: гб — halophobes, и — indifferent, гл — halophiles, мез — mesohalobes, relation to pH of the environment: ац — acidophiles, и — indifferent, ал — alkaliphiles, алб — alkalibionts and biogeographies: с — northern, к — cosmopolitan, б — boreal. In all subsections: н — unspecified ecology

Eunotia fallax с оценкой обилия «в массе», «очень часто» отмечены *Eunotiaparallela*, *E. exigua*, *E. lunaris*, *E. septentrionalis*, *Pinnularia viridis*. Преобладают космополиты, участие бореальных форм убывает вверх по разрезу (с 50 до 21 %), а северных возрастает (с 17 до 44 %).

Обсуждение результатов и выводы

Ландшафтно-климатические условия осадконакопления на территории исследований

Полученные микропалеонтологические данные (пыльцевые и непыльцевые комплексы, диатомовые комплексы) позволили восстановить следующие особенности осадконакопления в течение позднеледникового и голоцена.

Вскрытый в основании разреза валунный суглинок видимой мощностью 9.65 м соотнесен с полярным (осташковским) горизонтом на основании ОСЛ-датирования подстилающих морену осадков в обн. Ч-24-2 в низовье р. Черной и в обн. К-15-2 в низовье р. Куи. Возраст составил 65 ± 6 тыс. л. (RGI-1423) и 55 ± 4 тыс. л. (RGI-1421) соответственно.

Вышезалегающие отложения слоев 2 и 3, представленные супесью и глинами с редкими обломками пород и включениями алевритового пылеватого песка, характеризуются смешанным составом, то есть имеют признаки гляциогенных и ледниково-озерных образований. В осадках отсутствуют такие типичные признаки для аквальных образований, как слоистость и хорошая сортировка, преимущественно песчаный состав, а для морских отложений — фаунистические остатки. Так, морские осадки вдоль берега Паханческой губы образуют моногранулярные пески, глубже — в центральной части — бигранулярные алевритовые пески (Государственная..., 2014). Лимногляциальные образования, слагающие эпигенетическую террасу (терра-

су ледниковых контактов) позднеледникового возраста на участке слияния рек Урерьяхи и Черной, представлены хорошо сортированными горизонтально-слоистыми песками (Лавров, Потапенко, 2005). Для ледниково-озерных отложений характерны ленточная слоистость и рябь течения.

Литоологический состав осадков в диапазоне 215–270 см (сл. 2, подошва сл. 3) позволяет отнести их к тиллу сплывания (флоу-тиллу), который образуется в результате стекания вытаявшего материала по склону моренной гряды и накопления в понижении. Подобные отложения являются ледниковым солифлюксом (Каплянская, Тарноградский, 1993). В нижней части глинистой толщи наблюдаются характерные для флоу-тилла диагностические признаки: глиняные или алевритовые окатыши, нарушения на межслойных контактах. В то же время в эрозионной котловине образовался прогляциальный палеоводоем (глинистая пачка на гл. 100–255 см). Возможно, обломочный материал в глинистую толщу попадал при падении с фрагментов ледяной кровли или по трещинам в них, как это происходит в подледных озерно-ледниковых отложениях. Результаты палинологического изучения глинистых осадков в интервале глубин 100–255 см (ПЗ-I–III) указывают на существование в конце позднеледникового небольшого прогляциального, то есть контактирующего со льдом водоема, образованного при деградации полярного оледенения. Состав спектров, на наш взгляд, отражает обстановку озерного осадконакопления, но не в стабильных и слабопроточных условиях, обычных для озер, а при периодическом усилении таяния льда и сноса материала по склону ледника.

Осадки на гл. 215–255 см (ПЗ-I) содержат обилие пресноводных холодолюбивых водорослей *Pediastrum integrum*, типичных для водоемов с прозрачной водой, и зеленых водорослей. Подобные комплексы зеленых



водорослей были нами обнаружены в ленточных глинах обширного приледникового бассейна в долине р. Сейды (Golubeva, Marchenko-Vagarova, 2024). Присутствие почвенного гриба *Glomus*, множества углистых частиц и переотложенных палиноморф указывает на абразионные склоновые (оплывные) процессы.

Возникающие при дальнейшем таянии льда мутьевые потоки и сплывное поступление взвеси и обломочного материала в озерный бассейн (интервал глубин 100–215 см) вызвали мутность воды в палеоводоеме, о чем свидетельствует исчезновение пресноводных, требовательных к чистой воде водорослей. На уровне 100–175 см (ПЗ-III) озеро, вероятно, испытало некоторое обмеление, усилились абразионные процессы. Об этом говорит появление песчаной составляющей и редких неокатанных обломков пород в глинистых осадках в интервале гл. 105–135 см. В пользу более активных гидродинамических процессов по сравнению с предшествующим интервалом (175–215 см) также говорит увеличение количества переотложенных форм и углистых частиц в спектрах. Ранее подобная взаимосвязь выявлена при изучении морских донных осадков в Баренцевоморском регионе: участие переотложенных спор и пыльцы в составе палиноспектров увеличивалось при усилении гидродинамической активности водоема (Руденко, 2001). В спектрах ПЗ-II преобладает пыльца тундровых кустарничков, злаков, осок, полыни и маревых. Максимум ксерофильных трав (преимущественно злаков) и присутствие пыльцы берез (*Betulas* sect. *Fruticosa* — 10–15 %; *Betula* sect. *Albae* — единичные зерна) указывает на засушливые условия и смягчение сурового климата позднеледниковья, вероятно, в течение беллинга–аллереда. Затем в позднем дриасе при более суровых условиях редкостойная древесная растительность из берез исчезла, а по берегам озера в обилии распространились осоковые заросли (ПЗ-III).

Согласно палинологическим данным по обн. Ч-14 на р. Черной (~ 68.1° с. ш.), в конце позднеледниковья (аллеред, поздний дриас) в среднем течении реки был развит сложный растительный комплекс из березово-елово-сосновых лесных, тундровых и степных сообществ (Максимов и др., 2021). Сходная обстановка в аллереде реконструирована на побережье Чешской губы (~ 66.5° с. ш.) Л. Д. Никифоровой (1982).

Отсутствие палиноморф в образце суглинка на контакте слоев 3 и 4 на гл. 100 см позволяет предположить перерыв в осадконакоплении в результате резкого спуска озера.

С глубины 100 см и выше по разрезу фиксируется процесс заболачивания и преобразования палеоводоема в вечномерзлый бугристый торфяной массив. Процесс торфонакопления датирован на глубинах 0.8–0.75 м и 0.45–0.5 м 7180 ± 150 ¹⁴C л. н. (7696–8222 кал. л. н.) (IGAN 10839) и 5720 ± 100 ¹⁴C л. н. (6306–6682 кал. л. н.) (IGAN 10838) соответственно.

Спектры ПЗ-IV фиксируют резкую смену условий осадконакопления в начале голоцена. Из спектров исчезает дочетвертичная и переотложенная пыльца и споры. Наряду с осоковыми зарослями на переувлажненных субстратах на осушенных участках развивались кустарничковые (карликовая береза, ива), злаковые и луговые сообщества из Rosaceae, Fabaceae, *Artemisia* sp., Caryophyllaceae и Asteraceae. Климатические

условия были близки современным. Южнее, в приустьевой части р. Печоры, на основании находок семян и пыльцы древовидной березы и ели установлено их произрастание в окрестностях оз. Голодная Губа в Малоземельской тундре начиная со второй половины пребореального периода. Обнаружены единичные остатки семян и пыльца *Picea obovata* (15 %) (Лаптева, Корона, 2022).

Увеличение количества пыльцы древовидной березы до 30 % при такой же доле пыльцы карликовой березки в СПС выше по разрезу на глубине 85 см свидетельствует о распространении березовых редколесий в результате потепления климата. На произрастание березовых редколесий в период 10.2–8.7 кал. л. н. с учетом пыльцевых данных и датированных макроостатков этих древесных пород, указывают разные коллективы авторов (Kremenetski et al., 1998; Lapteva et al., 2024; Корона и др., 2024). По мнению О. М. Корона с коллегами (2024), в состав березовых редколесий, распространявшихся до ~ 70° с. ш., входила лиственница (количество пыльцы хвойных деревьев не превышает 5 %), в редколесьях на уровне ~ 68.5° с. ш. кроме них участвовала ель (содержание пыльцы ели — более 10 %). Следовательно, осадконакопление торфа в изученном нами разрезе на гл. 85 см происходило во временном интервале 10.2–8.7 кал. л. н. (бореальный период голоцена).

ПЗ-V отражает наиболее благоприятные климатические условия атлантического периода (АТ) голоцена, способствовавшие продвижению границы ели и древовидных берез на север. Осадки на уровне нижней части ПЗ датированы 7696–8222 кал. л. н. (IGAN 10839), а верхней части ПЗ — 6306–6682 кал. л. н. (IGAN 10838). В СПС преобладает *Betula* sect. *Albae* (до 50 %), появляется единичная пыльца хвойных деревьев *Picea* sp. (до 5 %), *Pinus sylvestris* и кустарников *Juniperus* sp. Березовые леса в атлантическом периоде на территории исследований имели самое максимальное распространение за весь голоцен и достигали Баренцево-морского побережья. В то время хвойные породы произрастали лишь в виде отдельных деревьев или разрозненных островков, о чем свидетельствует незначительное количество их пыльцы.

Увеличение разнообразия пресноводных водорослей рода *Pediastrum*, среди которых определены *P. integrum*, *P. duplex* forma, *P. duplex* var. *rugulosum*, *P. boryanum* var. *boryanum* и *P. boryanum* var. *pseudoglabrum*, указывает на прогрев воды в водоеме. Сохранение пресноводных условий подтверждается также появлением требовательных к чистоте воды десмидиевых водорослей *Cosmarium*. В то же время постоянное присутствие в спектрах пыльцы водных макрофитов и максимум спор зеленых мхов говорит о зарастании водоема и распространении гипновых топей. Состав диатомовых сообществ с преобладанием ацидофилов тоже отражает накопление органогенного материала в мелководном водоеме. Для этого этапа характерны активные болотообразовательные процессы. Вероятно, эвтрофные болота в окрестностях существовавшего палеоводоема преобразовывались в мезотрофные.

Состав спектров подзоны Vb свидетельствует о том, что в позднем АТ березовые древостои приобрели более сомкнутый характер, а пресноводные палеоводоемы и заболоченные участки претерпели осуше-

ние. Эти изменения объясняются дальнейшим потеплением климата.

Наши данные о существовании сомкнутого лесного покрова в приустьевой части р. Черной и его продвижении до Баренцевоморского побережья в интервале 8222–6306 кал. л. н. согласуются с результатами по сопредельным территориям. На полуострове Ямал примерно на этой же широте в долинах рек Юрибей (~ 68.5° с. ш.) и Хадытаяха (~ 67.5° с. ш.) березовые редколесья и леса с примесью лиственницы и ели произрастают 8.2–4.2 кал. л. н. В то же время в долине р. Сеяха, расположенной на севере полуострова (~ 70° с. ш.), начиная с 8.7–8.5 кал. л. н. уже происходил сдвиг ареала древовидной березы к югу, на что указывает сокращение ее пыльцы до 10 % (Lapteva et al., 2024).

Осадконакопление торфа в кровле разреза в интервале 10–50 см началось ~ 6500 кал. л. н. в условиях направленного похолодания климата, которое способствовало распространению ерниковых зарослей и сокращению площадей, занятых древесной растительностью. СПС фиксируется произрастание березовых редколесий (ПЗ-VI), вытесненных позднее ерниковыми и осоково-кустарничковыми зарослями (ПЗ-VII). Находки древесных остатков березы из обн. Ч-26 в 5.5 км от изученного обнажения вверх по течению реки (рис. 1), датированных 3600 ± 70 ¹⁴C л. н. (3698–3709 кал. л. н.) (IGAN 10834a), подтверждают участие березы в составе редколесий вплоть до среднего суббореала.

В дельте Печоры (~ 68.1° с. ш.) исчезновение лесной растительности произошло около 3.2 тыс. кал. л. н. (Väliranta et al., 2003). Согласно пыльцевым записям для более южных районов, в низовье р. Куи (~ 67.4° с. ш.) на северо-западе Большеземельской тундры в это время происходило отступление границы распространения *Picea* sp. на юг, расширение зоны тундры и активизация мерзлотных процессов (увеличилось содержание пыльцы древовидной березы до 50 % за счет сокращения доли пыльцы ели) (Голубева, Марченко-Вагапова, Исаков, 2024). На востоке Большеземельской тундры (оз. Харинеи, ~ 67.2° с. ш.) похолодание с 3.5 по 2.5 тыс. кал. л. н. вызвало исчезновение леса в окрестностях оз. Харинеи около 3 тыс. кал. л. н., которое согласуется с отсутствием макроостатков (игл) ели в осадках ближайших сопредельных районов — оз. Тумбуловаты (Kullti et al., 2004) и в бассейне р. Роговой (Oksanen et al., 2001). На Ямале исчезновение древесной растительности в долине р. Юрибей (~ 68.5° с. ш.) зафиксировано во временном интервале 4.9–4.4 кал. л. н. по сокращению обилия палиноморф и отсутствию макроостатков березы и ели, а в долине р. Хадытаяха (~ 67.5° с. ш.) экстраординарные лесные участки из березы, лиственницы и ели сохранились по настоящее время, образуя северную границу леса (Панова и др., 2010; Корона и др., 2024).

На этом этапе на территории исследований процессы болотообразования замедлились, а мезотрофные болота трансформировались в верховые, на что указывает увеличение в спектрах доли пыльцы и спор олиготрофных растений: верескообразных кустарничков и сфагновых мхов. Замедление накопления торфа и его промерзание в верховье и приустьевой части Печоры около 4.5 тыс. л. н. выявлено Л. Д. Никифоровой (1982) и И. Г. Вейнбергсом с коллегами (1995).

Как следует из состава субфоссильных образцов, отобранных с поверхности бугристого торфяника (обр. 29а — с бугра пучения и обр. 29б — с мочажины), позднее в растительном покрове стали преобладать злаковники, в термокарстовых понижениях рельефа — заросли из карликовой березки. В пределах 14-километрового участка речной долины такие плотные заросли злаков обнаружены лишь вблизи рассматриваемого в данной статье обнажения на поверхности бугристого торфяника. В 0.5 км от болотного массива наблюдается несколько одноэтажных строений. Возможно, увеличение роли злаков объясняется нарушением почвенного покрова в результате антропогенной активности. Подобная особенность описана Н. Б. Носовой с коллегами (2014).

Таким образом, осадки (слои 3–5 в интервале глубин 210–0 см), содержащие микропалеонтологические остатки, вероятно, образовались на окраине эрозионной котловины, сформированной на месте вытаявания льда при деградации полярного ледникового покрова. По нашему мнению, в конце полярного времени на месте бугристого торфяника существовало небольшое прогляциальное озеро. В раннем голоцене палеоводоем начал зарастать, трансформировавшись в среднем голоцене из эвтрофного в мезотрофное болото. Впоследствии (~ 6500 кал. л. н.) происходило осушение болота и его преобразование в вечномерзлый торфяной массив.

К вопросу о трансгрессиях Баренцева моря в пределах восточной части его южного побережья в позднеледниковье и голоцене

Диатомовые водоросли позволяют фиксировать положение береговой линии моря в прошлом. В последние годы получены данные диатомового анализа наряду с результатами литологического изучения для западной части Баренцевоморского побережья. На их основе сформулированы критерии выделения осадков, образованных в результате морских трансгрессий или ингрессий и последующих регрессий, построен график перемещения береговой линии Баренцева и Белого морей в голоцене в пределах Кольского полуострова (Толстоброва и др., 2022).

Предположение об изменении береговой линии юго-восточного побережья Баренцева моря в течение последних 17 тыс. л., основанное на анализе соотношения гляциоизостатических движений севера Печорской низменности и эвстатических изменений уровня океана, отражено в работе А. С. Лаврова и Л. М. Потапенко (2012). Ими установлена ингрессия, которая наиболее значительно проявилась в дельте р. Печоры. На юго-восточном побережье Баренцева моря ингрессивное проникновение воды выражено фрагментарно.

С целью выявления признаков морского генезиса отложений было проведено сопоставление полученных нами результатов диатомового анализа со схемой формирования донных осадков в разнотипных малых изолированных бассейнах северо-восточной части Фенноскандинавского щита (Толстоброва и др., 2022) и данными других авторов (Колька и др., 2013; 2015; 2016; Шелехова, Лаврова, 2021). К сожалению, об изучении диатомей в юго-восточной части побережья Баренцева моря упоминается лишь в работе А. С. Лаврова и Л. М. Потапенко (2012), в которой есть ссыл-



ка на определения Р. В. Никитиной и В. М. Смирновой пресноводных водорослей из погребенных торфяников и вмещающих их песков озерно-морского генезиса. Описание комплекса диатомей, их приуроченности к хронологическим этапам и к определенным обнажениям не приведено, что делает невозможным сопоставление наших данных с опубликованными.

Полученные нами результаты диатомового анализа указывают на существование на месте вечномерзлого бугристого торфяника пресноводного бассейна. В озерно-болотных осадках, формировавшихся начиная с пребореального периода голоцена, не были обнаружены морские диатомовые водоросли, что может говорить о том, что морские воды не проникали в район исследований (7 км от устья р. Черной; ~ 68.3° с. ш.). Присутствие мезогалопа *Diploneis interrupta* отмечается и в других пресноводных водоемах у берегов северных морей, что также может быть вызвано процессами местного засоления. К тому же отсутствуют типичные для морских образований фораминиферы и цисты динофлагеллят.

Сходные условия седиментации в приледниковом озере — пресноводном голоценовом водоеме без стадий солоновато-водного и морского водоемов, отмечены на Кольском полуострове в озерах верхнего течения р. Лотты, в озерах долины р. Туломы (с отметками 72, 77 и 92.4 м н.у.м, расположенных ниже верхней морской границы) и некоторых других. Все они содержат диатомовую флору, которая характеризует условия пресноводного водоема (Толстоброва и др., 2022). Причем в долине р. Туломы выявлены как пресноводные, так и солоновато-водные озера, которые представляют собой хорошие аналоги для других исследований. Озерные осадки, в которых не были обнаружены собственно морские и переходные от морских к пресноводным фауны, описаны в окрестностях поселков Сумской Посад и Малашуйка на Поморском берегу Онежского залива (Колька и др., 2016; 2018) и Двинского залива (Zaretskaya et al., 2024) Белого моря. В озерных отложениях суббореального периода в оз. Юж. Хаугилампи (центральная Карелия) обнаружены диатомовые комплексы, содержащие высокий процент (50 %) мезогалобных форм в сумме с галофилами. Авторы связывают это с переотложением и выщелачиванием ранее сформированных морских микулинских (?) осадков, или осадков моря Портландия (Шелехова, Лаврова, 2021).

Напротив, в отложениях, осадконакопление которых происходило в условиях ингрессии морского водоема, чаще всего обнаруживаются комплексы диатомовых водорослей, включающие в себя перемежающиеся слои с преобладанием мезогалобных видов (например, *Coscinodiscus lacustris* var. *septentrionalis*) и слои, обогащенные галофильными видами (например, *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa*). Так, в осадках оз. Прокопьевское на побережье Белого моря, относящихся к этой стадии, доминируют солоноватоводные виды — мезогалопа (до 82 %), среди которых преобладают донные виды (*Rhabdonema minutum*, *Rh. adriaticum*, *D. smithii*), виды-обрастатели (*Cocconeis scutellum* var. *parva* и др.) и планктонные (*Paralia sulcata*, *Hyalodiscus scoticus*), представленные в меньшем количестве. Вторую по численности группу составляют полигалобы (14–32 %), среди которых также преобладают донные формы ди-

атомей (*Grammatophora macilenta* var. *nodulosa*, *Pinnularia quadratarea*, *Amphora exigua*, *Trachyneis aspera*), среди обрастателей выделены *Cocconeis costata*, *C. stauroneiformis* и др. (Толстоброва и др., 2022).

В отложениях переходной зоны на побережье Баренцева моря доминируют мезогалопа *Diploneis didyma*, *Mastogloia smithii*, *Paralia sulcata*, *Navicula peregrina* и др., которые потом замещаются галофилами *Staurisirella pinnata*, *Nitzschia sigma*, *Navicula menisculus*, *Pantocsekiella schumannii*, *Anomoeoneis sphaerophora* и др.

В морских осадках диатомеи представлены главным образом полигалобными и мезогалобными (морскими/солоновато-водными) видами.

В отложениях на побережье Белого моря отмечается пик содержания полигалобов (до 62 % в некоторых разрезах). В комплексах доминируют эпифит *Cocconeis stauroneiformis* и донный вид *Grammatophora macilenta* var. *nodulosa*. Преобладающими видами, по мнению авторов, являются мезогалобный планктонно-бентосный вид *Paralia sulcata*, многочисленны донный *Rhabdonema adriaticum*, бентосный полигалоб *Navicula amorphila* (Корсакова и др., 2016; Толстоброва и др., 2022). В морских осадках комплекса озер в районе пос. Чупа в северной Карелии отмечены диатомеи *Grammatophora oceanica+arctica*, *Hyalodiscus* sp., *Navicula digitoradiata*, *N. pygmaea*, *Pinnularia quadratarea*, *Plagiogramma staurorum*, *Cocconeis scutellum* etv.v., *Paralia sulcata* etv.v. и др. (Колька и др., 2015).

В морских отложениях побережья Баренцева моря диатомовые комплексы представлены полигалобами и мезогалобами, чаще всего встречаются виды *Cocconeis scutellum*, *Hyalodiscus scoticus*, *Melosira moniliformis*, *Paralia sulcata*, *Diploneis didyma*, *Pinnularia quadratarea*, *Plagiogramma staurorum*.

В скважинном материале осадков Баренцева моря, сформировавшихся за последние 10.4 тыс. лет, Е. И. Поляковой (2021) получены морские комплексы диатомей. В них многочисленны разнообразные холодноводные ледово-неритические *Thalassiosira antarctica*, *T. gravida*, *T. nodrdensioeldii* и ледово-морские *Nitzschia frigida*, *Fragilariopsis oceanica*, *F. cylindrus*, *Melosira arctica*, *Atheya septentrionalis*, *Pleurosigma stuxbergii* виды, а также обычные для зон дивергенций видов рода *Chaetoceros* и *Thalassionema nitzschioides* и многие другие.

При литологическом изучении отложений не было обнаружено признаков их морского генезиса, таких как песчаный состав, хорошая сортировка материала, горизонтальная слоистость, фаунистические остатки. Абсолютная высота кровли изученного нами разреза — 13 м. Из сводного разреза отложений прибрежной террасы (Лавров, Потапенко, 2005) следует, что в строении осадков в обнажениях до вышеуказанной абсолютной отметки, за исключением дельты р. Печоры, участвуют пески, перекрытые прослоями погребенного и поверхностного торфа. Изученный разрез имеет более сложное строение: в цоколе залегает моренная толща видимой мощностью около 7 м и уходящая под урез воды. Морена перекрыта прослоями супеси (0.15 м), оторфованного суглинка с неокатанными обломками пород и мелкими гнездами глинистого мелкозернистого песка мощностью 1.15 м и выше — торфа (1.2 м).

Приведенные нами результаты согласуются с материалами Пояснительной записки к Карте четвертич-

ных отложений РФ (2022) и с Картой четвертичных образований, составленной А. С. Лавровым и Л. М. Потапенко (2012). Из первой карты следует, что голоценовые трансгрессии, отражающиеся в обнажениях прибрежно-морских образований и выраженные береговыми линиями в рельефе, имеют ограниченное распространение — западнее 42° в. д. Последледниковая трансгрессия связана только с бассейном Белого моря и западнее в результате изостатического опускания Фенноскандинавского щита под весом последнего ледника. Согласно второй карте, район наших исследований расположен в области распространения ледниковых образований полярного возраста. Позднеплейстоцен-раннеголоценовые озерно-морские осадки имеют весьма ограниченное распространение и отделяются от вышеуказанной области руслом р. Черной (рис. 2). Таким образом, изученные ледниковые и озерно-болотные образования входили в состав сложного супрагляциального комплекса пород, в строении которого участвовали как пресноводные прогляциальные водоемы, так и солоновато-водные бассейны, образованные при ингрессии. При этом некоторые разнотипные озера, вероятно, были изолированы друг от друга мертвым льдом или валами из рыхлых пород, впоследствии сохранившимися или разрушенными эрозионными аллювиальными процессами.

Выводы

Проведена оценка соответствия состава субфосильных СПС составу современной растительности. Субрецентные СПС отражают зональную тундровую растительность и зависимость от геоморфологической позиции места пробоотбора.

Согласно полученным данным, вскрытый в основании разреза валунный суглинок видимой мощностью около 10 м соотнесен с полярным (осташковским) горизонтом. Вышезалегающие осадки, представленные супесью, глинами с редкими обломками пород и включениями алевритистого пылеватого песка в диапазоне 215–270 см, согласно классификациям (Лаврушин, 1980; Каплянская, Тарноградский, 1993), представляют собой ледниковый солифлюксий. Отложения отнесены к тиллу сплывания (флоу-тиллу).

По результатам микропалеонтологических анализов можно сделать вывод, что осадконакопление глин, суглинков и торфа в кровле разреза происходило на окраине эрозионной котловины, сформированной при деградации полярного ледникового покрова. В позднеледниковье на месте бугристого торфяника существовало небольшое прогляциальное озеро. По палинологическим и альгологическим данным, торфонакопление началось в раннем голоцене в пребореальном периоде. В среднем голоцене палеоводоем начал зарастать, трансформировавшись из эвтрофного в мезотрофное болото.

Во второй половине среднего голоцена болотообразовательные процессы замедлились и мезотрофные болота преобразились в верховые.

По результатам изучения комплексов диатомовых водорослей проникновение морских вод не зафиксировано.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект № 23-27-00281).

Литература / References

- Андреичева Л. Н. Стратиграфия и корреляция плейстоцена Большеземельской тундры (бассейн р. Черной) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2002. Т. 10. № 4. С. 91–104.
- Andreicheva L. N. Stratigraphy and correlation of the Pleistocene of the Bolshezemelskaya tundra (Chernaya River basin). Stratigraphy. Geological correlation. 2002, V. 10, No. 4, pp. 91–104. (in Russian)
- Астахов В. И. Четвертичная геология суши: учеб. пособие. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2020. 440 с.
- Astakhov V. I. Quaternary geology of land: textbook. St. Petersburg: Publishing house of St. Petersburg University, 2020, 440 p. (in Russian)
- Болыховская Н. С., Болыховский В. Ф., Климанов В. А. Климатические и криогенные факторы развития торфяников Европейского Северо-Востока СССР в голоцене // Палеоклиматы голоцена европейской территории СССР. М.: Наука, 1988. С. 36–43.
- Bolikhovskaya N. S., Bolikhovsky V. F., Klimanov V. A. Climatic and cryogenic factors of peatland development in the European north-east of the USSR in the Holocene. Paleoclimates of the Holocene of the European territory of the USSR. Moscow: Nauka, 1988, pp. 36–43. (in Russian)
- Вейнбергс И. Г., Стелле В. Я., Савваитов А. И., Якубовская И. Я. Позднечетвертичная история развития побережья Печорского моря // Корреляции палеогеографических событий: материк – шельф – океан: Материалы конф. М.: МГУ, 1995. С. 106–112.
- Veinbergs I. G., Stelle V. Ya., Savvaumov A. I., Yakubovskaya I. Ya. Late Quaternary history of the development of the Pechora Sea coast. Correlations of paleogeographic events: continent – shelf – ocean: Proc. conf. Moscow: Moscow State University, 1995, pp. 106–112. (in Russian)
- Величко А. А., Фаустова М. А. Реконструкция последнего позднеплейстоценового оледенения Северного полушария (18–20 тыс. лет назад) // Докл. АН СССР. 1989. Т. 309. № 6. С. 1465–1468.
- Velichko A. A., Faustova M. A. Reconstructions of the last late Pleistocene glaciation of the Northern Hemisphere (18–20 thousand years ago). Reports of the USSR Academy of Sciences, 1989, V. 309, No. 6, pp. 1465–1468.
- Глезер З. И., Жузе А. П., Макарова И. П., Прошкина-Лавренко А. И., Шешукова-Порецкая В. С. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука, 1974. Т. 1. 403 с.
- Glezer Z. I., Zhuze A. P., Makarova I. P., Proshkina-Lavrenko A. I., Sheshukova-Poretskaya V. S. Diatoms of the USSR (fossil and modern). Leningrad: Nauka, 1974, V. 1, 403 p. (in Russian)
- Голубева Ю. В., Марченко-Вагапова Т. И., Исаков В. А. Ландшафтно-климатические обстановки формирования средне-, верхнеголоценовых отложений на северо-западе Большеземельской тундры (в долине р. Куи) // Литосфера. 2024. Т. 24. № 6. С. 986–1013. <https://doi.org/10.24930/2500-302X-2024-24-6-986-1013>
- Golubeva Yu. V., Marchenko-Vagapova T. I., Isakov V. A. Landscape and climatic conditions of formation of middle and upper Holocene deposits in the northwest of the Bolshezemelskaya tundra (in the Kuya River valley). Lithosphere, 2024, V. 24, No. 6, pp. 986–1013. (in Russian)
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1000000 (третье поколение) / Гл. ред.:



- В. А. Журавлев, Е. А. Кораго, Д. А. Костин, О. Н. Зуйкова и др. Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист R-39, 40-о. Колгуев-прол Карские Ворота. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. С. 167–177.
- State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1: 1,000,000 (third generation). Editors-in-chief: Zhuravlev V. A., Korago E. A., Kostin D. A., Zuikova O. N. et al. North Kara-Barents Sea Series. Sheet R-39, 40-o. Kolguev strait. Kara Gate. Explanatory note. St. Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory, 2014, pp. 167–177. (in Russian)
- Гросвальд М. Г.* Оледенение Русского Севера и Северо-Востока в эпоху последнего великого похолодания // *Материалы гляциологических исследований*. 2009. Вып. 106. С. 21–78.
- Grosvald M. G. Glaciation of the Russian North and North-East during the last great cooling. Materials of glaciological studies, 2009, Issue 106, pp. 21–78. (in Russian)
- Диатомовый анализ*. Л.: Госгеолгиздат, 1949–1950. Кн. 1. Общая и палеоботаническая характеристика диатомовых водорослей / Отв. ред. А. И. Прошкина-Лавренко. М.-Л., 1949. 239 с.; Кн. 2. Определитель. Порядки Centrales и Mediales. М.-Л., 1949. 442 с.; Кн. 3. Определитель. Порядки Pennales / М.-Л., 1950. 635 с.
- Diatom Analysis. Leningrad: Gosgeolizdat, 1949–1950. Book 1. General and Paleobotanical Characteristics of Diatom Algae. Editor A. I. Proshkina-Lavrenko, 1949, 239 p.; Book 2. Key. Orders Centrales and Mediales. 1949. 442 p.; Book 3. Key. Orders Pennales. 1950, 635 p. (in Russian)
- Каплянская Ф. А., Тарноградский В. Д.* Гляциальная геология. СПб.: Недра, 1993. 328 с.
- Kaplyanskaya F. A., Tarnogradsky V. D. Glacial Geology. St. Petersburg: Nedra, 1993. 328 p. (in Russian)
- Карта четвертичных образований территории Российской Федерации, ее континентального шельфа и прилегающих глубоководных акваторий масштаба 1 : 2 500 000 / Гл. ред.: О. В. Петров, А. Ф. Морозов, А. С. Застрожных (отв. редактор) и др.* СПб., 2019.
- Map of Quaternary formations of the territory of the Russian Federation, its continental shelf and adjacent deep-water areas at a scale of 1:2,500,000. Editors-in-chief: O. V. Petrov, A. F. Morozov, A. S. Zastrozhnov (responsible editor) et al. St. Petersburg. 2019. (in Russian)
- Карта четвертичных отложений территории Российской Федерации. Масштаб 1 : 2 500 000. Пояснительная записка.* СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2022.
- Map of Quaternary deposits of the territory of the Russian Federation. Scale 1:2 500 000. Explanatory note. St. Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory, 2022. (in Russian)
- Климатический атлас СССР.* М.: Гидрометеиздат, 1960–1962. Т. I. 181 с.
- Climate atlas of the USSR. Moscow: Gidrometeoizdat, 1960–1962, V. 1, 181 p. (in Russian)
- Колька В. В., Корсакова О. П., Шелехова Т. С., Лаврова Н. Б., Арсланов Х. А.* Реконструкция относительного положения уровня Белого моря в голоцене на Карельском берегу (район поселка Энгозеро, Северная Карелия) // *Доклады Академии наук*. 2013. Т. 449. № 5. С. 587. <https://doi.org/10.7868/S0869565213110182>
- Kolka V. V., Korsakova O. P., Shelekhova T. S., Lavrova N. B., Arslanov K. A. Reconstruction of the relative level of the White sea during the Holocene on the Karelian coast near Engozero settlement, Northern Karelia. Doklady Earth Sciences, 2013, V. 449, No. 2. pp. 434–438.
- Колька В. В., Корсакова О. П., Лаврова Н. Б., Шелехова Т. С., Толстоброва А. Н., Толстобров Д. С., Зарецкая Н. Е.* Палеогеография западного берега Онежского залива Белого моря в позднеледниковое и голоценовое время // *Пути эволюционной географии: Материалы Всерос. науч. конф., посвящ. пам. проф. А. А. Величко*. 2016. С. 144–146.
- Kolka V. V., Korsakova O. P., Lavrova N. B., Shelekhova T. S., Tolstobrova A. N., Tolstobrov D. S., Zaretskaya N. E. Paleogeography of the western coast of the Onega Bay of the White Sea in the late glacial and Holocene time. Paths of evolutionary geography. Proceedings of the All-Russian scientific conference dedicated to the memory of professor A. A. Velichko, 2016, pp. 144–146. (in Russian)
- Колька В. В., Корсакова О. П., Лаврова Н. Б., Шелехова Т. С., Толстоброва А. Н., Толстобров Д. С., Зарецкая Н. Е.* Стратиграфия донных осадков малых озер и палеогеография западного берега Онежского залива Белого моря в позднеледниковье и голоцене // *Геоморфология*. 2018. № 2. С. 48–59.
- Kolka V. V., Korsakova O. P., Lavrova N. B., Shelekhova T. S., Tolstobrova A. N., Tolstobrov D. S., Zaretskaya N. E. Stratigraphy of bottom sediments of small lakes and paleogeography of the western coast of the Onega Bay of the White Sea in the Late Glacial and Holocene. Geomorphology, 2018, No. 2, pp. 48–59. (in Russian)
- Колька В. В., Корсакова О. П., Шелехова Т. С., Толстоброва А. Н.* Восстановление относительного положения уровня Белого моря в позднеледниковье и голоцене по данным литологического, диатомового анализов и радиоуглеродного датирования донных отложений малых озер в районе пос. Чупа (Северная Карелия) // *Вестник МГТУ*. 2015. Т. 18. № 2. С. 255–268.
- Kolka V. V., Korsakova O. P., Shelekhova T. S., Tolstobrova A. N. Restoration of the relative position of the White Sea level in the late glacial and Holocene based on lithological, diatom analysis and radiocarbon dating of bottom sediments of small lakes in the area of the village of Chupa (northern Karelia). Bulletin of Moscow State Technical University, 2015, V.18, No. 2, pp. 255–268. (in Russian)
- Корона О. М., Трофимова С. С., Жилич С. В., Лаптева Е. Г.* Динамика растительности Ямала в голоцене на основе палеоботанических данных из реликтовых торфяников // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. № 4. С. 446–451. <http://dx.doi.org/10.15372/SEJ20240402>
- Korona O. M., Trofimova S. S., Zhilich S. V., Lapteva E. G. Dynamics of Yamal vegetation in the Holocene based on paleobotanical data from relict peatlands. Limnology and Freshwater Biology, 2024, No. 4, pp. 446–451. (in Russian)
- Корсакова О. П., Колька В. В., Толстоброва А. Н., Лаврова Н. Б., Толстобров Д. С., Шелехова Т. С.* Литология и позднеледниковая стратиграфия донных отложений из котловин изолированных бассейнов побережья Белого моря (на примере малого озера из района поселка Чупа, Северная Карелия) // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. 2016. Т. 24. № 3. С. 81–101.
- Korsakova O. P., Kolka V. V., Tolstobrov A. N., Lavrova N. B., Tolstobrov D. S., Shelekhova T. S. Lithology and late post-glacial stratigraphy of bottom sediments from the basins of isolated basins on the White Sea coast (using a small lake from the Chupa settlement area, Northern

- Karelia, as an example). Stratigraphy. Geological correlation, 2016, V. 24, No. 3, pp. 81–101. (in Russian)
- Лавров А. С., Потепенко Л. М. Неоплейстоцен северо-востока Русской равнины. М.: Аэрогеология, 2005. 222 с. Lavrov A. S., Potapenko L. M. Neopleistocene of the north-east of the Russian Plain. Moscow: Aerogeology, 2005, 222 p. (in Russian)
- Лавров А. С., Потепенко Л. М. Неоплейстоцен Печорской низменности и Западного Притиманья (стратиграфия, палеогеография, хронология). М.: Аэрогеология, 2012. 191 с. Lavrov A. S., Potapenko L. M. Neopleistocene of the Pechora Lowland and Western Pritimanye (stratigraphy, paleogeography, chronology). Moscow: Aerogeologiya, 2012, 191 p. (in Russian)
- Лаврушин Ю. А. Некоторые общие вопросы моренного седиментогенеза // Процессы континентального литогенеза. М.: Наука, 1980. С. 123–135. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 350). Lavrushin Yu. A. Some general issues of moraine sedimentogenesis. Processes of continental lithogenesis. Moscow: Nauka, 1980. Proceedings of the Geological Institute of the USSR Academy of Sciences. Issue 350, pp. 123–135. (in Russian)
- Лаптева Е. Г., Корона О. М. Новые данные о динамике растительности Малоземельской тундры в голоцене на основе комплексного палеоботанического изучения озерно-болотных отложений в районе озера Голодная Губа // Экология. 2022. № 2. С. 120–128. <https://doi.org/10.31857/S0367059722020056> Lapteva E. G., Korona O. M. New data on the dynamics of vegetation of the Malozemelskaya tundra in the Holocene based on a comprehensive paleobotanical study of lake-bog deposits in the area of Lake Golodnaya Guba. Ecology, 2022, No. 2, pp. 120–128. (in Russian)
- Максимов Ф. Е., Андрищева Л. Н., Кузнецов В. Ю., Григорьев В. А., Петров А. Ю., Левченко С. Б., Марченко-Вагапова Т. И., Баранова Н. Г. Возраст и хроностратиграфическое положение озерно-болотных отложений в бассейне р. Черной на севере Большеземельской тундры по результатам их $^{230}\text{Th}/\text{U}$ - и ^{14}C -датирования // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2021. № 66 (2). С. 289–309. DOI:10.21638/spbu07.2021.206 Maksimov F. E., Andrichcheva L. N., Kuznetsov V. Yu., Grigoriev V. A., Petrov A. Yu., Levchenko S. B., Marchenko-Vagapova T. I., Baranova N. G. Age and chronostratigraphic position of lacustrine-bog sediments in the Chernaya River basin in the north of the Bolshezemelskaya tundra based on the results of their $^{230}\text{Th}/\text{U}$ - and ^{14}C -dating. Bulletin of St. Petersburg University. Earth Sciences, 2021, No. 66 (2), pp. 289–309. (in Russian)
- Нигаматзянова Г. Р., Нигматуллин Н. М., Фролова Л. А. Палинокомплексы озерных отложений в дельте реки Печоры (государственный заповедник «Ненецкий») // Актуальные проблемы современной палинологии: Материалы XV Всерос. палинолог. конф. М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, ГЕОС, 2022. С. 244–248. Nigamazyanova G. R., Nigmatullin N. M., Frolova L. A. Palynological complexes of lake sediments in the Pechora River delta (Nenets State Nature Reserve). Actual problems of modern palynology: Proc. 15th All-Russian palynological conference. Moscow: Lomonosov Moscow State University, GEOS, 2022, pp. 244–248. (in Russian)
- Никифорова Л. Д. Динамика ландшафтных зон голоцена северо-востока европейской части СССР // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 154–162. Nikiforova L. D. Dynamics of Holocene landscape zones in the North-East of the European part of the USSR. Development of nature in the territory of the USSR in the late Pleistocene and Holocene. Moscow: Nauka, 1982, pp. 154–162. (in Russian)
- Носова М. Б., Новенко Е. Ю., Зерницкая В. П., Дюжова К. В. Палинологическая индикация антропогенных изменений растительности восточно-европейских хвойно-широколиственных лесов в голоцене // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2014. № 4. С. 72–84. Nosova M. B., Novenko E. Yu., Zernitskaya V. P., Dyuzhova K. V. Palynological indication of anthropogenic changes in the vegetation of East European coniferous-broad-leaved forests in the Holocene. Proc. RAS, Geographical Series, 2014, No. 4, pp. 72–84. (in Russian)
- Панова Н. К., Трофимова С. С., Антипина Т. Г., Зиновьев Е. В., Гилев А. В., Ерохин Н. Г. Динамика растительности и экологических условий в голоцене на Южном Ямале по данным комплексного анализа отложений реликтового торфяника // Экология. 2010. № 1. С. 22–30. Panova N. K., Trofimova S. S., Antipina T. G. et al. Dynamics of vegetation and environmental conditions in the Holocene in Southern Yamal based on complex analysis of relict peat deposits. Ecology, 2010, No. 1, pp. 22–30. (in Russian)
- Полякова Е. И., Новичкова Е. А., Агафонова Е. А. Диатомеи и водные палиноморфы в донных осадках Баренцева моря: основные закономерности распространения и использование в палеоокеанологических исследованиях // Система Баренцева моря. М., 2021. С. 64–95. Polyakova E. I., Novichkova E. A., Agafonova E. A. Diatoms and aquatic palynomorphs in bottom sediments of the Barents Sea: main patterns of distribution and use in paleoceanological studies. Barents Sea System. Moscow, 2021, pp. 64–95. (in Russian)
- Пыльцевой анализ. М.: Госгеолитиздат, 1950. 571 с. Pollen analysis. Moscow: Gosgeolizdat, 1950, 571 p. (in Russian)
- Руденко О. В. Палиностратиграфия ледово-морских и морских осадков Баренцева моря // Система Баренцева моря / Под ред. акад. А. П. Лисицына. М.: ГЕОС, 2021. С. 51–63. Rudenko O. V. Palynostratigraphy of ice-marine and marine sediments of the Barents Sea. Barents Sea System. Ed. Academician A. P. Lisitsyn. Moscow: GEOS, 2021, pp. 51–63. (in Russian)
- Сапелко Т. В., Анисимов М. А., Носевич Е. С. Палинологические реконструкции разрезов среднего и позднего голоцена побережья Баренцева моря // Проблемы Арктики и Антарктики. 2016. № 1 (107). С. 96–110. Sapelko T. V., Anisimov M. A., Nosevich E. S. Palynological reconstructions of the Middle and Late Holocene sections of the Barents Sea coast. Problems of the Arctic and Antarctic, 2016, No. 1 (107), pp. 96–110. (in Russian)
- Сапелко Т. В., Носевич Е. С., Кулькова М. А., Мурашкин А. И., Колпаков Е. М. Палеоэкологическая характеристика побережья Баренцева моря в позднем голоцене на примере полуострова Средний // Проблемы Арктики и Антарктики. 2018. Т. 64. № 4. С. 391–406.



- Sapelko T. V., Nosevich E. S., Kulkova M. A., Murashkin A. I., Kolpakov E. M. Paleocological characteristics of the Barents Sea coast in the late Holocene using the Sredny Peninsula as an example. *Problems of the Arctic and Antarctic*, 2018, V. 64, No. 4, pp. 391–406. (in Russian)
- Стенина А. С. Пресноводные диатомовые водоросли (*Baccillariophyta*) бассейна реки Море-Ю (Бельшеземельская тундра, Ненецкий автономный округ) // Новости систематики низших растений. 2010. Т. 44. С. 90–104.
- Stenina A. S. Freshwater diatoms (*Baccillariophyta*) of the More-Yu River basin (Belshezemelskaya tundra, Nenets Autonomous Okrug). *News of taxonomy of lower plants*, 2010, V. 44, pp. 90–104. (in Russian)
- Стенина А. С., Патова Е. Н. Фитопланктон в водоемах дельты р. Печора и прилегающих территорий // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2010. Вып. 4. С. 28–35.
- Stenina A. S., Patova E. N. Phytoplankton in water bodies of the Pechora River delta and adjacent territories. *Proc. Komi SC UB RAS*, 2010, 4, pp. 28–35. (in Russian)
- Толстоброва А. Н., Корсакова О. П., Толстобров Д. С. Позднеледниково-голоценовая стратиграфия донных отложений из котловин малых изолированных озер Баренцевоморского побережья (Кольский регион) // Вестник геонаук. 2022. № 6 (330). С. 26–37. DOI: 10.19110/geov.2022.6.3
- Tolstobrova A. N., Korsakova O. P., Tolstobrov D. S. Late glacial-Holocene stratigraphy of bottom sediments from basins of small isolated lakes of the Barents Sea coast (Kola region). *Vestnik of Geosciences*, 2022, No. 6 (330), pp. 26–37. (in Russian)
- Шелехова Т. С., Лаврова Н. Б., Субетто Д. А. Реконструкция палеогеографических условий позднеледникового-голоцена в Центральной Карелии (на основе комплексного анализа озерных отложений озера Южное Хаугилампи) // Известия Русского географического общества. 2021. Т. 153. № 6. С. 73–89. <https://doi.org/10.31857/S0869607121060070>
- Shelekhova T. S., Lavrova N. B., Subetto D. A. Reconstruction of paleogeographic conditions of the late glacial-Holocene in Central Karelia (based on a comprehensive analysis of lake sediments of Lake Yuzhnoye Haugilampi). *Bulletin of the Russian Geographical Society*, 2021, V. 153, No. 6, pp. 73–89. (in Russian)
- Четвертичные оледенения на территории СССР / Под ред. А. А. Величко, Л. Л. Исaeвой и М. А. Фаустовой. М.: Наука, 1987. 128 с.
- Quaternary glaciations on the territory of the USSR. Edited by A. A. Velichko, L. L. Isaeva and M. A. Faustova. Moscow: Nauka, 1987, 128 p. (in Russian)
- Юрцев Б. А., Толмачев А. И., Ребристая О. В. Флористическое разнообразие и районирование Арктики. Арктический флористический регион. Л.: Наука, 1978. С. 9–66.
- Yurtsev B. A., Tolmachev A. I., Rebristaya O. V. Floristic diversity and zoning of the Arctic. *Arctic floristic region*. Leningrad: Nauka, 1978, pp. 9–66. (in Russian)
- Andreev, A. A., Klimanov V. A. Quantitative Holocene climatic reconstruction from Arctic Russia. *J. Paleolimnol.*, 2000. № 24. P. 81–91.
- Andreicheva L. N., Vorobyev N. N. Lithostratigraphic criteria of the Polar Moraine in Subarctic Regions of European Russia and tipomorphic features of garnets and zircon // *Lithology and Mineral Resources*. 2025. Vol. 60. No. 1. P. 77–89. DOI: 10.1134/S0024490224700809
- Astakhov V. I. Pleistocene glaciations of northern Russia — a modern view. *Boreas*. 2013. Vol. 42. P. 1–24.
- Donner J., Eronen M., Jungner H. The dating of the Holocene relative sea-level changes in Finnmark, North Norway. *Norsk geografisk Tidsskrift*. 1977. Vol. 31. P. 103–128.
- Golubeva Yu. V., Marchenko-Vagapova T. I. Lake sedimentation conditions in the lower part Seyda River (north of Komi Republic, Russia) according to palynological and diatom data // *Limnology and Freshwater Biology*. 2024. № 4. P. 368–373. DOI: 10.31951/2658-3518-2024-A-4-368
- Kaakinen, A. P., Eronen, M. J. Holocene pollen stratigraphy indicating climatic and tree-line changes derived from a peat section at Ortino, in Pechora lowland, northern Russia. *Holocene*, 2000. № 10. P. 611–620.
- Kremenetski C. V., Sulerzhitsky L. D., Hantemirov R. Holocene History of the Northern Range Limits of Some Trees and Shrubs in Russia // *Arctic and Alpine Research*. 1998. Vol. 30. № 4. P. 317–333.
- Kullti S., Oksanen P., Väiliranta M. Holocene tree line, permafrost and climate dynamics in the Nenets Region, East-European Arctic. *Canadian J. of Earth Sci.*, 2004. № 41. P. 1141–1158.
- Lapteva E. G., Korona O. M., Kosintsev P. A. Dynamoc of the vegetation of Central Yamal in the Holocene // *Russian Journal of Ecology*. 2024. № 55. P. 1–11. DOI: 10.1134/S1067413624010053
- Larsen E., Kjær K., Demidov I., Funder S., Grøsfjeld K., Houmark-Nielsen M., Jensen M., Linge H., Lyså A. Late Pleistocene glacial and lake history of Northwestern Russia. *Boreas*. 2006. V. 35. № 3. P. 394–424.
- Long A. J., Woodroffe S. A., Roberts D. H., Dawson S. Isolation basin, sea-level change and the Holocene history of the Greenland Ice Sheet // *Quaternary Sci. Rev.* 2011. Vol. 30. P. 3748–3768.
- Mangerud J., Svendsen J. I., Astakhov V. I. Age and extent of the Barents and Kara ice sheets in Northern Russia // *Boreas*, 1999. № 28(1). P. 46–80.
- Oksanen P., Kuhry P., Alekseeva R. N. Holocene development of the Rogovaya River peat plateau, European Russian Arctic. *The Holocene*, 2001. № 11. P. 25–40.
- Paus A., Svendsen J. I. Late Weichselian (Valdaian) and Holocene vegetation and environmental history of the northern Timan Ridge, European Arctic Russia. *Quaternary Sci. Rev.* 2003. (22), P. 2285–2302.
- Väiliranta M., Kaakinen A. P., Kuhry, P. Holocene climate and landscape evolution East of the Pechora delta, East-European Russian arctic. *Quaternary Research*. 2003. № 59. P. 335–344.
- Velichko A. A., Andreev A. A., Klimanov V. A. Climate and vegetation dynamics in the tundra and forest zone during the Late glacial and Holocene. *Quaternary Int.* 1997. № 41/42. P. 71–96.
- Zaretskaya N., Utkina A., Baranov D., Panin A., Trofimova S., Simakova A., Kurbanov R. Limited extension of the MIS 2 proglacial lake in the Severnaya Dvina valley, south-eastern margin of the last Scandinavian Ice Sheet. *Journal of Quaternary Science*. 2024. Vol. 39. 1. P. 82–101. <https://doi:10.1002/jqs.3570>

Поступила в редакцию / Received 19.03.2025