



Арктический вектор геологических исследований Arctic vector of geological research

УДК: 551.794:551.89

DOI: 10.19110/geov.2025.3.4

Формирование голоценовых отложений в нижнем течении реки Чёрной (северо-запад Большеземельской тундры)

В. А. Исаков

Институт геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия; isakovvlad94@gmail.com

Проведено фациальное расчленение голоценовых отложений в приустьевой части р. Чёрной (северо-запад Большеземельской тундры). Построена геоморфологическая схема долины реки по результатам литолого-фациального анализа осадков и геоморфологического (морфографического и морфометрического) исследования рельефа. Выявлены основные закономерности развития долины реки в послеледниковое время.

Деградация полярного (осташковского) ледникового покрова в конце позднего неоплейстоцена и низкое положение территории северной части Большеземельской тундры способствовали формированию озёрно-морской террасы. Одновременно с гляциоизостатической компенсацией и подъёмом территории произошло врезание русловой системы и накопление осадков второй надпойменной террасы. Ингрессия Печорского моря в позднем голоцене способствовала накоплению осадков первой террасы и поймы с комплексом эстуарных отложений, формирование которых происходило в приливно-отливных условиях. Синхронно с ними на поверхности террас накапливались озёрные, озёрно-болотные и болотные осадки.

Ключевые слова: четвертичные отложения, гранулометрический состав, минеральный состав, текстурный анализ, литолого-фациальный анализ, приустьевая часть долины р. Чёрной

Formation of Holocene sediments in the lower reach of the Chernaya River (northwest of the Bolshezemelskaya tundra)

V. A. Isakov

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

The facies dissection of Holocene deposits in the estuary part of the Chernaya River (northwest of the Bolshezemelskaya tundra) was carried out. A geomorphological scheme of the river valley was constructed on the basis of the results of lithofacies analysis of sediments and geomorphological (morphographic and morphometric) study of the relief. The main patterns of the river valley development in the postglacial period were revealed. The degradation of the polar (Ostashkov) ice sheet at the end of the late Neopleistocene and the low position of the territory of the northern part of the Bolshezemelskaya tundra contributed to the formation of a lake-marine terrace. Simultaneously with glacioisostatic compensation and the rise of the territory, the incision of the channel system and the accumulation of sediments of the second floodplain terrace occurred. The ingression of the Pechora Sea in the late Holocene contributed to the accumulation of sediments of the first terrace and floodplain with a complex of estuarine deposits, the formation of which occurred in tidal conditions. Lake, lake-marsh and marsh sediments simultaneously accumulated on the surface of the terraces.

Keywords: Quaternary deposits, granulometric composition, mineral composition, textural analysis, lithofacies analysis, estuarine part of the Chernaya River valley

Введение

К настоящему времени накоплен обширный материал о рельефе дна и составе донных четвертичных отложений южной части Баренцево-морского шельфа (Авенариус и др., 2001; Эпштейн, Чистякова, 2005; Павлидис и др., 2007; Рыбалко и др., 2021). Однако, несмотря на активные палеогеографические исследования морских территорий, проблема диагностики генетических типов осадков континентальной и прибрежной зоны остаётся открытой. Немаловажными являются исследования речных систем арктических

регионов, которые играют важную роль в формировании современного рельефа и содержат ценную палеогеографическую информацию.

Долина р. Чёрной является третьим по величине водосборным бассейном северной части Большеземельской тундры после рек Печоры и Коротаихи, которые поставляют значительное количество осадочного материала на шельф Баренцева моря (Политова и др., 2021).

В 1990 г. в верхнем и среднем течениях реки коллективом лаборатории геологии кайнозоя Института геологии Коми НЦ УрО РАН проведены комплексные

Для цитирования: Исаков В. А. Формирование голоценовых отложений в нижнем течении реки Чёрной (северо-запад Большеземельской тундры)

// Вестник геонаук. 2025. 3(363). С. 34–46. DOI: 10.19110/geov.2025.3.4

For citation: Isakov V. A. Formation of Holocene sediments in the lower reach of the Chernaya River (northwest of the Bolshezemelskaya tundra). Vestnik of Geosciences, 2025, 3(363), pp. 34–46, DOI: 10.19110/geov.2025.3.4

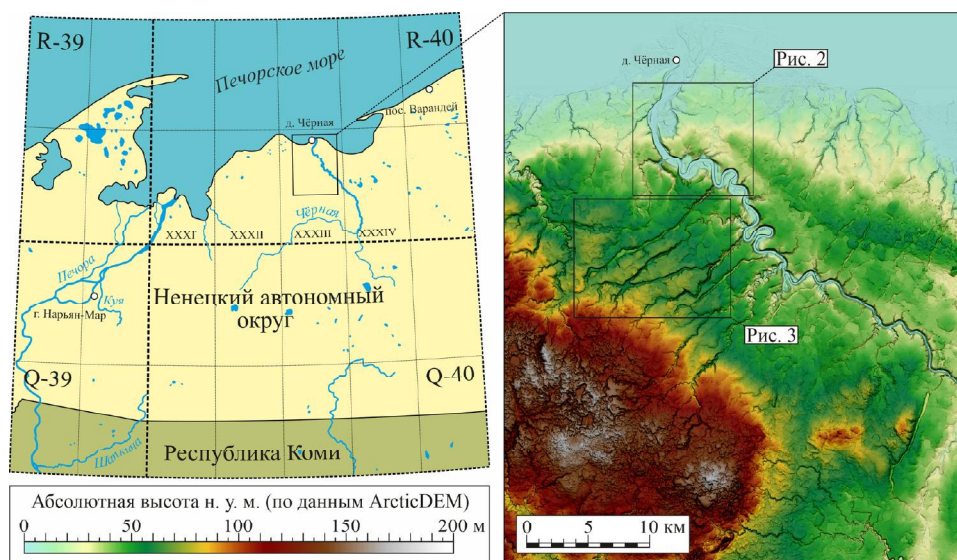


Рис. 1. Расположение и гипсометрическая характеристика приустьевой части долины р. Черной (северо-запад Большеземельской тундры) по данным цифровой модели рельефа ArcticDEM v4.1

Fig. 1. Location and hypsometric characteristics of the estuary part of the Chernaya River valley (north-west of the Bolshezemelskaya tundra) according to the digital elevation model ArcticDEM v4.1

литологические, палеомикротириологические, палинологические и геохронологические исследования, которые обосновали стратиграфическую позицию отложений верхнего и среднего неоплейстоцена и установили наличие трех разновозрастных ледниковых и межледниковых горизонтов (Андреичева, 2002). По результатам палинологических (Андреичева, Дурягина, 2005; Андреичева, Марченко-Вагапова, 2012) и палеомикротириологических (Андреичева и др., 1991; Andreicheva, Durjagina, 1995) исследований определён возраст межледниковых осадков. Находки мелких млекопитающих позволили датировать верхнеплейстоценовые, лайские и верхнеполярные отложения. Стоит отметить, что впервые в этом районе детальное палинологическое обоснование получил бызовской интерстадиальный горизонт (Андреичева, 2002), который представлен озёрными и озёрно-болотными осадками. Последние данные о перекрёстном $^{230}\text{Th}/\text{U}$ - и ^{14}C -датировании свидетельствуют о том, что часть из них формировалась в позднеледниковое время (Максимов и др., 2021).

Нижнее течение р. Чёрной характеризуется относительно слабой геолого-геоморфологической изученностью, а исследования ограничены лишь мелко- и среднемасштабным картированием территории (Петров и др., 2014.; Журавлёв и др., 2014), что приводит к значительным разногласиям в генетической и стратиграфической интерпретации четвертичных отложений. В 2023 г. сотрудниками лаборатории геологии кайнозоя Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН проведено исследование приустьевой части долины р. Чёрной (Воробьёв и др., 2023). При изучении использован комплекс литологических (текстуальный, гранулометрический, минералогический, дифрактометрический), геоморфологических (морфологический и морфометрический) и геохронологических (^{14}C -датирование осадков) методов.

Целью настоящей статьи является фацимальное расчленение осадков террасового комплекса и восстановление хронологии развития приустьевой части долины р. Чёрной в послеледниковое время.

Материал и методы исследования

Материалом для статьи послужили результаты комплексного геолого-геоморфологического изучения осадков голоцена в приустьевой части долины р. Чёрной (рис. 1), расположенной на северо-западе Большеземельской тундры и впадающей в бассейн Печорского моря.

На исследованном участке долины реки заложены десять расчисток в береговых обнажениях, вскрывающих ледниковые, межледниковые и послеледниковые осадки, сформированные в позднем неоплейстоцене и голоцене.

Морфометрический анализ террасового и пойменно-руслового комплексов проведён с использованием цифровой модели рельефа (ЦМР) ArcticDEM v4.1. Углы наклона поверхностей и экспозиции склонов вычислены с использованием модуля 3D Analyst комплекса ArcGIS Pro. Геолого-геоморфологическая схема долины р. Черной построена по результатам полевых исследований, генетического расчленения отложений, обработки ЦМР и анализа спутниковых космических снимков высокого разрешения портала ESRI Imagery.

Фацимальное расчленение отложений проводилось на основе текстурного и структурного анализов. Текстуальные особенности осадков (слоистость, форма и размер слоёв, пространственное положение и взаимоотношение слоевых элементов) исследовались согласно методике Л. Н. Ботвинкиной (Ботвинкина, 1965).

Гранулометрический анализ осадков выполнен с применением ситового метода и метода лазерной дифракции (81 образец). Подготовка проб проведена по методике Н. А. Качинского (Качинский, 1958), которая позволяет определить карбонатность анализируемых осадков. Ситовый метод применялся для выяснения фракционного состава материала гравийно-песчаной размерности (от 10 до 0.1 мм). Алевроглинистая фракция (< 0.1) исследовалась на лазерном анализаторе частиц «Микросайзер-201С» при ЦКП «Геонаука» Ин-та геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар).

Для обработки полученных данных применялись методики статистических моментов и кумулятивных кривых (Романовский, 1977; Гроссгейм и др., 1984). Подсчитаны основные структурные показатели осадков: арифметический средневзвешенный диаметр зерен ($d_{ср}$), коэффициент сортировки материала (S_c), максимальный размер зёрен, соответствующий 1%-му содержанию всех фракций (C), и медиана (M_d). Коэффициент сортировки растёт в направлении увеличения сортированности отложений (Белкин, Рязанов, 1972; Романовский, 1977) и изменяется от нуля ($S_c = 0$ — несортированные осадки) до единицы ($S_c = 1$ — монофракционные осадки). Максимальный размер зёрен (C) и медиана (M_d) необходимы для реконструкции палеодинамических условий седиментации осадков на основе динамической диаграммы $C-M-P$ Пассега (Рейнек, Сингх, 1981), которая позволяет определить способ переноса обломочных частиц в водной среде (качение, сальтация, перенос в виде градационной или однородной суспензии).

Для классификации песчано-алевроглинистых пород использована треугольная диаграмма Л. Б. Рухина (Рухин, 1969).

Минералогический анализ 28 образцов выполнен по методике М. Ф. Викуловой (Викулова, 1957) с целью выявления общих закономерностей формирования вещественного состава осадков. Двухсотграммовая навеска осадка подвергалась мокрому расसेву на ситах с выделением мелкопесчаной фракции 0.25–0.1 мм с дальнейшим разделением полученного материала в тяжелой жидкости «Бромформ», магнитной сепарации и изучению под бинокулярном.

Радиоуглеродное датирование семи образцов торфа выполнено в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН (Москва).

Результаты исследований

Морфографическая и морфометрическая характеристика рельефа

Приустьевая часть долины р. Чёрной расположена в северо-западной оконечности Хорейверской впадины и имеет перепад абсолютных отметок уреза воды до 2 м над уровнем моря (н. у. м.).

По данным полевых геоморфологических и цифровых морфометрических исследований рельефа, в бассейне нижнего течения р. Чёрной были выделены: аккумулятивный ледниковый, аккумулятивный озёрно-морской (прибрежная терраса) и эрозионно-аккумулятивный рельеф двух надпойменных террас (НПТ) и поймы (рис. 2, а).

Аккумулятивный ледниковый рельеф занимает самые высокие гипсометрические отметки (20–68 м н. у. м.) и представлен слабоволнистой моренной равниной с незначительным уклоном (1°) в северо-восточном направлении. Осадки, слагающие выделенную форму рельефа, вскрыты в обнажениях Ч-23 (расчистки 1–3) и Ч-24 и представлены бызовскими (ленинградскими) аллювиальными светло- и тёмно-серыми хорошо сортированными песками, перекрытыми сплошным чехлом морены полярного (осташковского) возраста, представленной коричневатосизыми плотными валунными суглинками мощностью

4–6 м (Андреичева, Воробьёв, 2025). Характерной особенностью данного типа рельефа является наличие древних речных излучин (меандров), погребённых под ледниковыми отложениями (рис. 2, а) и выделяющихся на ЦМР ArcticDEM. Поверхность осложнена многочисленными ложбинами стока талых ледниковых вод (рис. 3) шириной от 120 до 550 м и глубиной эрозионного вреза 15–45 м, дно которых сложено преимущественно грубообломочными (галыка и мелкие валуны) осадками. Данные ложбины дренируют бассейн р. Чёрной и способствуют оттоку воды из озёрных водоемов, что приводит к формированию хасыреев — котловин, образовавшихся в результате спуска озёр (рис. 3).

Аккумулятивный озёрно-морской рельеф (прибрежная морская терраса) распространен на абсолютных отметках от 10 до 20 м н. у. м. (рис. 2, б, профиль А–В) и имеет слабый уклон поверхности (до 1°) в северном направлении. Отличительной особенностью его развития на территории является наличие озёр размером 0.15–2.2 км и их осушенных аналогов, выделяющихся в рельефе в виде заторфованных котловин. Существенное влияние на формирование озёрно-морской террасы оказывают современные криогенные процессы, которые проявляются в формировании бугров пучения высотой до 2–3 м на поверхности спущенных озёр.

Эрозионно-аккумулятивный аллювиальный рельеф пролегает узкой полосой вдоль русла р. Чёрной и представлен двумя надпойменными террасами и поймой.

НПТ-II высотой от 6 до 10 м н. у. м. имеет плоскую и волнистую равнинную поверхность, осложнённую многочисленными торфяниками с полигональным рельефом. Её характерной особенностью является наличие прирусловых валов высотой до 3–4 м, один из которых отчётливо дешифрируется на поперечном профиле Е–F долины реки (рис. 2, б).

НПТ-I имеет перепад абсолютных отметок от 4 до 6 м н. у. м. (рис. 2, б, профиль С–D) и распространена преимущественно в нижней части исследуемого участка реки. Пойменная терраса широко развита преимущественно в нижнем течении реки (рис. 2, а), тогда как в среднем и верхнем слагает только узкую полосу ядер меандров. Она занимает гипсометрическое положение от 1.5 до 3 м н. у. м. и характеризуется сегментно-гравистым морфологическим типом с многочисленными ручьями и старичными озерами.

Геолого-геоморфологическое строение бассейна нижнего течения р. Чёрной играет ключевую роль в формировании её гидрологического режима, типов русел, направлений течений и обуславливает конфигурацию террасового и пойменно-руслового комплекса. В границах распространения ледниковых осадков русло реки характеризуется врезанными и меандрирующими морфометрическими типами излучин с асимметричными трапециевидными и корытообразными поперечными профилями долины шириной от 0.4 до 1.1 км (рис. 2, б, профили С–D и Е–F) и уклоном в северо-западном направлении. Глубина эрозионного вреза в доголоценовые осадки составляет от 30 до 55 м. В нижнем течении реки, где русло пересекает озёрно-морские отложения, формируются свободные морфометрические типы речных излучин с асимметричными широкими трапециевидными поперечными

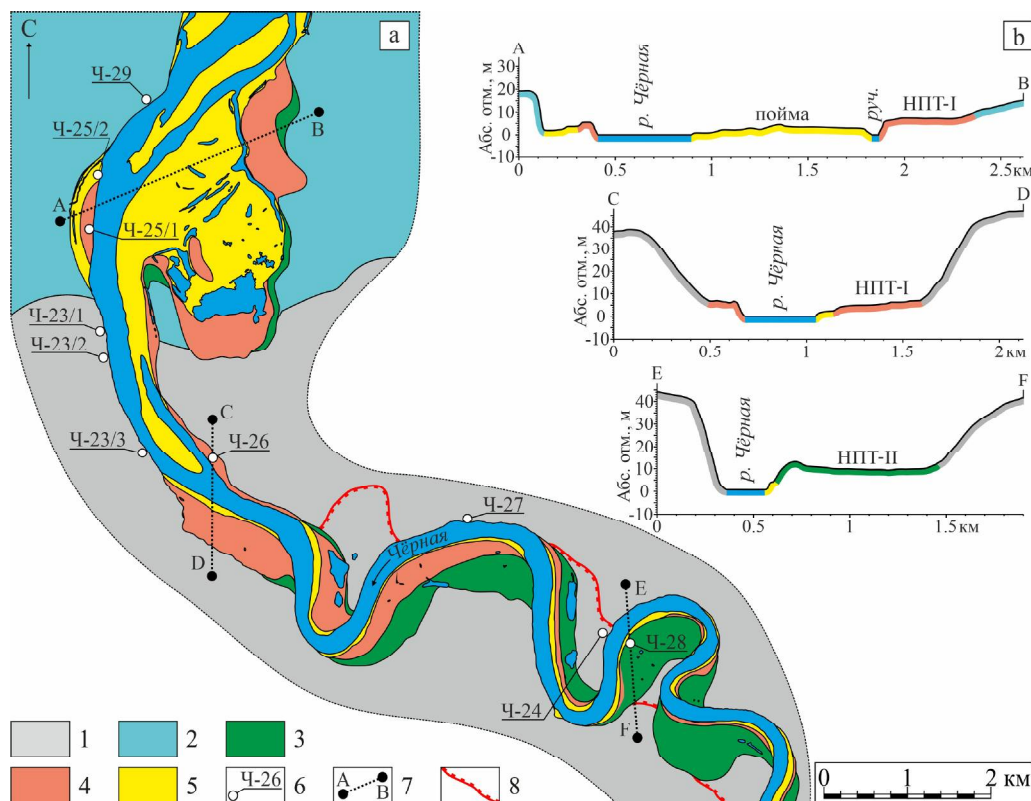


Рис. 2. Геоморфологическая схема (а) и поперечные профили (б) долины р. Чёрной по данным цифровой модели рельефа ArcticDEM v4.1

Аккумулятивный рельеф: 1 — ледниковый, 2 — озёрно-морской (прибрежная терраса); эрозионно-аккумулятивный аллювиальный рельеф: 3 — НПТ-II, 4 — НПТ-I, 5 — пойменная терраса, 6 — разрезы береговых обнажений, 7 — геоморфологический профиль, 8 — граница распространения речных меандров, погребённых под мореной полярного возраста

Fig. 2. Geomorphological scheme (a) and cross-sections (b) of the Chernaya River valley according to the ArcticDEM v4.1 digital elevation model

Accumulative relief: 1 — glacial, 2 — lake-marine (coastal terrace); erosion-accumulative alluvial relief: 3 — floodplain terrace II, 4 — floodplain terrace I, 5 — floodplain, 6 — sections of coastal outcrops, 7 — geomorphological profile, 8 — the boundary of the distribution of river meanders buried under a moraine of polar age

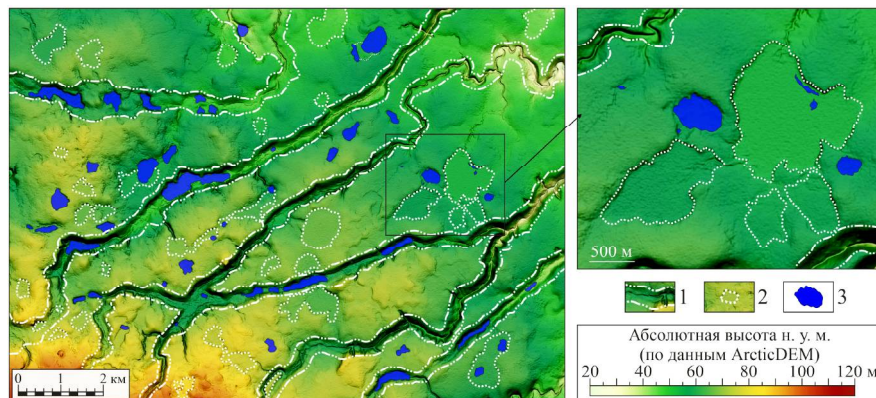


Рис. 3. Долины стока талых ледниковых вод с системами осушенных и заболоченных озёрных котловин (хасыреев): 1 — долины стока талых ледниковых вод, 2 — хасыреи, 3 — озёра

Fig. 3. Tunnel valleys of glacial meltwater runoff with systems of drained and swampy lake basins (khasyreys): 1 — tunnel valleys, 2 — khasyreys, 3 — lakes

профилями. Ширина долины в этом случае значительно больше — от 0.5 до 2.5 км, а глубина эрозионного вреза меньше — от 5 до 15 м (рис. 2, б, профиль А—В).

Характер последовательностей голоценовых отложений

В приустьевой части долины р. Чёрной голоценовые осадки изучены в пяти разрезах береговых обнажений.

Отложения озёрно-морской террасы вскрыты в обн. Ч-29 (N 68°33'51,9790", E 56°31'35,5695"), располо-

женном в 3.8 км вверх по течению от д. Черной. В основании разреза залегает морена, представленная серо-сизым плотным слабосортированным ($S_c = 0.32$) валунным суглинком (рис. 4, а) видимой мощностью 9.65 м, распадающимся на оскольчатую отдельность. Отмечается высокая карбонатность осадков (до 8.5 %). Контакт с вышележащим слоем четкий, наклонный (рис. 4, с). Слой 2 сложен серо-коричневой супесью мощностью 0.15 м, с пятнами гидроокислов железа. Выше по разрезу залегает метровый слой неслоистой сизо-коричневой слабосортированной ($S_c = 0.29$)

глины с диаметром зерен $d_{cp} = 0.031$, перекрытый 10-сантиметровым слоем серо-коричневой супеси (сл. 4). Венчает разрез слой 5 черно-коричневого торфа.

В минеральном составе тяжелой фракции пачки II выделена амфибол (19 %)–гранат (26 %)–эпидотовая (27 %) минеральная ассоциация (рис. 5), унаследованная от подстилающей морены полярного возраста (Андреичева, Воробьев, 2025). Отмечается высокое содержание ильменита и группы титановых минералов (по 9 %). Количество метаморфических минералов не превышает 3 %.

На динамической диаграмме С–М Р. Пассега (Рейнек, Сингх, 1981) фигуративные точки образцов из обн. Ч-29 (рис. 4, б) сконцентрированы преимущественно в поле однородных осадков взвеси (S/R), что соответствует застойным и слабoproточным условиям седиментации.

Отложения НПТ-II вскрыты в обнажении Ч-28, расположенном в 17.5 км выше по течению д. Черной (N 68°29'51,2381", E 56°37'40,6083").

В основании разреза залегают светло-коричневые мелкозернистые (d_{cp} до 0.181 мм) хорошо сортирован-

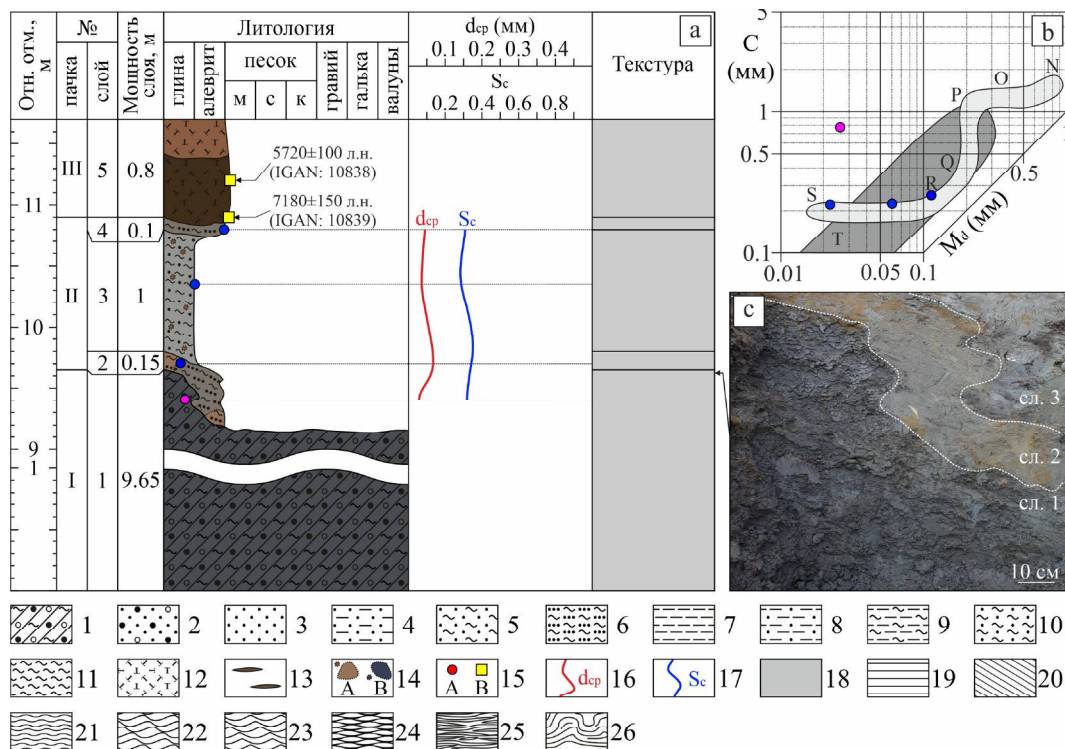


Рис. 4. Строение осадков озёрно-морской террасы (обн. Ч-29): а – литологическая колонка, гранулометрический состав и текстурная характеристика; б – положение фигуративных точек образцов на динамической диаграмме Р. Пассега (по: Рейнек, Сингх, 1981); с – контакт морены (сл. 1) и супесей (сл. 2)

Литологическая колонка: 1 – морена, 2 – песок с гравием и галькой, 3 – песок, 4 – алевритовый песок, 5 – глинистый песок, 6 – супесь, 7 – алеврит, 8 – песчаный алеврит, 9 – глинистый алеврит, 10 – суглинок, 11 – глина, 12 – торф, 13 – линзы, 14 – гидроокислы железа (А) и марганца (В), 15 – точки отбора проб на гранулометрический анализ (А) и радиоуглеродное датирование органического вещества (В), 16 – средний диаметр зёрен, 17 – коэффициент сортированности; 18–26 – слоистость: 18 – массивная (гомогенная), 19 – горизонтальная, 20 – косая, 21 – волнистая, 22 – рябь течения, 23 – рябь волнения, 24 – флазерная, 25 – линзовидная, 26 – конволютная

Классификационные динамические обстановки (по: Рейнек, Сингх, 1981): Т – турбидиты; S/N – отложения потоков: S/R – однородные осадки взвеси, R/Q – осадки взвеси и сальтации, Q/P – осадки взвеси с некоторым количеством осадков перекачивания, P/O – осадки перекачивания с незначительным количеством осадков взвеси, O/N – осадки перекачивания

Примечание: цвета отложений в литологической колонке отражают их естественную окраску.

Fig. 4. Structure of sediments of the lake-marine terrace (outcrop Ch-29): а – lithological column, granulometric composition and textural characteristics; б – position of figurative points of samples on the dynamic Passeg diagram (according to: Reineck, Singh, 1981); с – contact of moraine (layer 1) and sandy loam (layer 2)

Lithological column: 1 – moraine, 2 – sand with gravel and pebbles, 3 – sand, 4 – silty sand, 5 – clayey sand, 6 – sandy loam, 7 – silt, 8 – sandy silt, 9 – clayey silt, 10 – loam, 11 – clay, 12 – peat, 13 – lenses, 14 – iron hydroxides (A) and manganese (B), 15 – sampling points for granulometric analysis (A) and radiocarbon dating of organic matter (B), 16 – average grain diameter, 17 – sorting coefficient; 18–26 – Layering: 18 – massive (homogeneous), 19 – horizontal, 20 – oblique, 21 – wavy, 22 – current ripples, 23 – wave ripples, 24 – flater, 25 – lenticular, 26 – convolute

Classification dynamic settings (according to: Reineck, Singh, 1981): Т – turbidites; S/N – flow deposits: S/R – homogeneous suspended sediments, R/Q – suspended and saltation sediments, Q/P – suspended sediments with some amount of rolling sediments, P/O – rolling sediments with an insignificant amount of suspended sediments, O/N – rolling sediments

Note: the colors of the sediments in the lithological column reflect their natural coloring.



ные (S_c до 0.78) алевритовые пески (слои 1 и 3) мощностью по 0.4 м (рис. 6, а), разделённые 10-сантиметровым слоем 2 коричневых глинистых тонкозернистых (d_{cp} до 0.090 мм) песков. Они перекрыты ожезённым средне-, мелкозернистым (d_{cp} = 0.193 мм)

хорошо сортированным (S_c = 0.78) песком (сл. 4) мощностью 0.1 м. В слоях 1—4 установлена слоистость ряби течения.

Выше по разрезу наблюдаются коричневатые глинистые пески (сл. 5) мощностью 0.2 м с тонкой

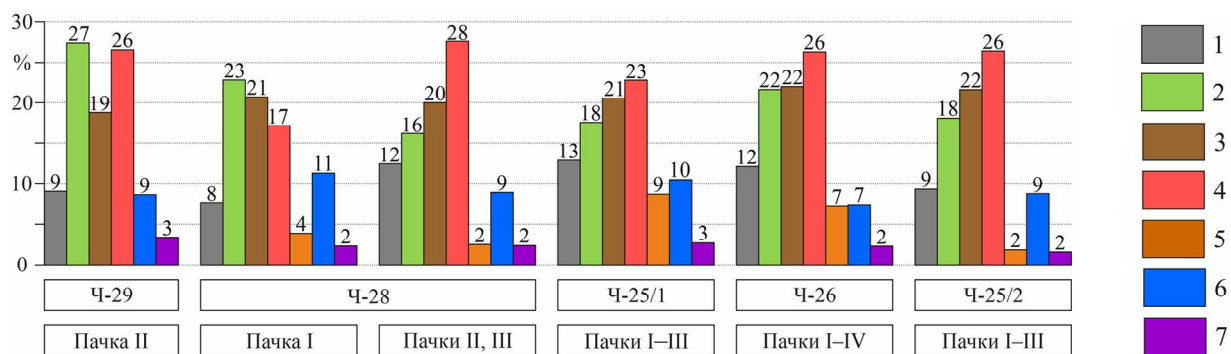


Рис. 5. Минеральный состав тяжелой фракции осадков долины р. Черной: 1 — ильменит, 2 — эпидот, 3 — амфибол, 4 — гранат, 5 — сидерит, 6 — группа титановых минералов (рутил, титанит, лейкоксен), 7 — группа метаморфических минералов (кианит, ставролит, силлиманит)

Fig. 5. Mineral composition of the heavy fraction of sediments of the Chernaya River valley: 1 — ilmenite, 2 — epidote, 3 — amphibole, 4 — garnet, 5 — siderite, 6 — group of titanium minerals (rutile, titanite, leucoxene), 7 — group of metamorphic minerals (kyanite, staurolite, sillimanite)

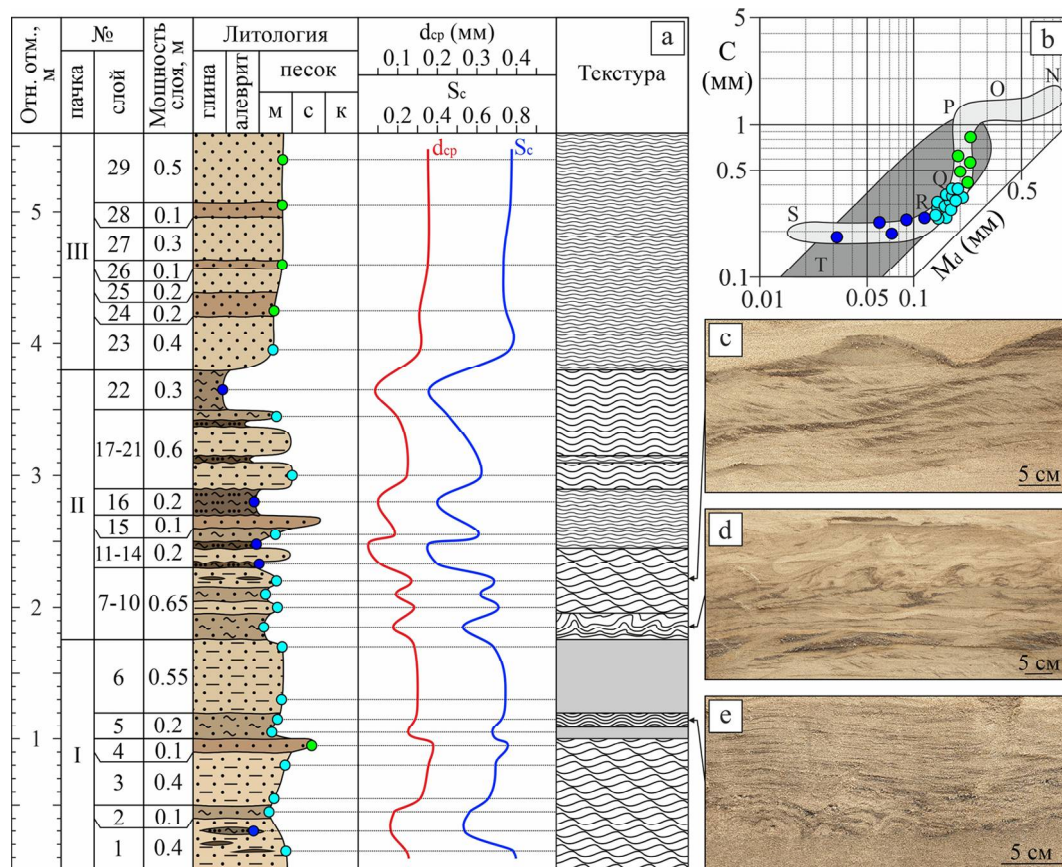


Рис. 6. Строение осадков второй надпойменной террасы (обн. Ч-28): а — литологическая колонка, гранулометрический состав и текстурная характеристика; б — положение фигуративных точек образцов на динамической диаграмме Пассега (Рейнек, Сингх, 1981); с—е — слоистость: с — рябь течения; д — конволютная; е — тонкая пологоволнистая.

Условные обозначения см. на рис. 4

Fig. 6. Structure of sediments of the second floodplain terrace (outcrop Ch-28): а — lithological column, granulometric composition and textural characteristics; б — position of figurative points of samples on the dynamic Passeg diagram (Reynek, Singh, 1981); с—е — layering: с — current ripples; д — convolute; е — thin gently undulating.

Symbols are shown in Fig. 4

пологоволнистой (рис. 6, е) слоистостью (толщина слоев от 1 до 2 мм). Верхняя часть пачки I (сл. 6) представлена светло-коричневыми неслоистыми хорошо сортированными алевритовыми песками.

Осадки пачки I (рис. 5) характеризуются преобладанием минералов группы эпидота (23 %), амфибола (21 %) и граната (17 %). Значительны содержания титановых минералов и ильменита, соответственно составляющих — 11 и 8 %. Количество сидерита не превышает 4 %.

Выше фиксируется переслаивание коричневатосерых тонко- и мелкозернистых ($d_{cp} = 0.091$) глинистых песков (слои 7 и 9) и светло-коричневых мелкозернистых ($d_{cp} = 0.136$) алевритовых песков (слои 8 и 10) суммарной мощностью 0.65 м. Слоистость в сл. 7 конволютная (рис. 6, d), переходящая в рябь течения (рис. 6, с).

Средняя часть пачки II (рис. 6, а) сложена ритмичным переслаиванием коричневой супеси (слои 11, 13, 16, 18 и 20), глинистых (слои 14 и 21) и алевритовых (слои 12, 17 и 19) тонко- и мелкозернистых (d_{cp} от 0.93 до 0.94 мм) песков с мелкой волнистой и волнистой слоистостью суммарной мощностью 1.1 м. Наблюдаются тонкие прослои (до 1 мм) оторфованной серой глины. Слой 22 представлен коричневым слабосортированным ($S_c = 0.36$) суглинком мощностью 0.3 м с тонкой волнистой слоистостью.

Венчает разрез пачка III мелкозернистых светло-коричневых (слои 23, 25, 27 и 29) и железненых (слои 24, 26, 28) песков общей мощностью 1.8 м (рис. 6, а).

Хорошая сортировка осадков ($S_c = 0.74$) и средний диаметр частиц (d_{cp} от 0.156 до 0.176 мм) свидетельствуют о динамичных условиях седиментации.

В минеральном составе тяжелой фракции песков пачек II и III (рис. 5) выделена ильменит(12 %)-эпидот(16 %)-амфибол(20 %)-гранатовая(28 %) ассоциация с повышенным содержанием группы титановых минералов (9 %).

На эталонной динамической диаграмме Р. Пассега фигуративные точки образцов из осадков НПТ-II сконцентрировались преимущественно в полях, соответствующих отложениям речных потоков (рис. 6, b). Транспортировка осадков пачки I происходила во взвешенном состоянии и сальтацией (R/Q), тогда как для пачки II характерно ритмичное изменение режима движения частиц в виде однородной взвеси (S/R) до взвеси и сальтации (R/Q). Верхняя часть разреза (пачка III) накапливалась из взвеси с некоторым количеством осадков перекачивания (Q/P).

Осадки НПТ-I вскрыты в обнажениях Ч-25/1 и Ч-26 (рис. 2, а). Обн. Ч-25/1 расположено в 5.5 км вверх по течению от д. Чёрной (N 68°33'10,3356", E 56°30'19,3726").

В основании разреза выступает пачка переслаивания светло-коричневых хорошо сортированных ($S_c = 0.53-0.67$) алевритовых мелкозернистых (d_{cp} от 0.109 до 0.177 мм) песков (слои 1, 3, 5, 7) и слабосортированных ($S_c = 0.33$) сизых супесей (слои 2, 4, 6, 8) суммарной мощностью 0.95 м (рис. 7, а). Слоистость неотчётливая косая, переходящая выше в крупную волнистую (рис. 7, d).

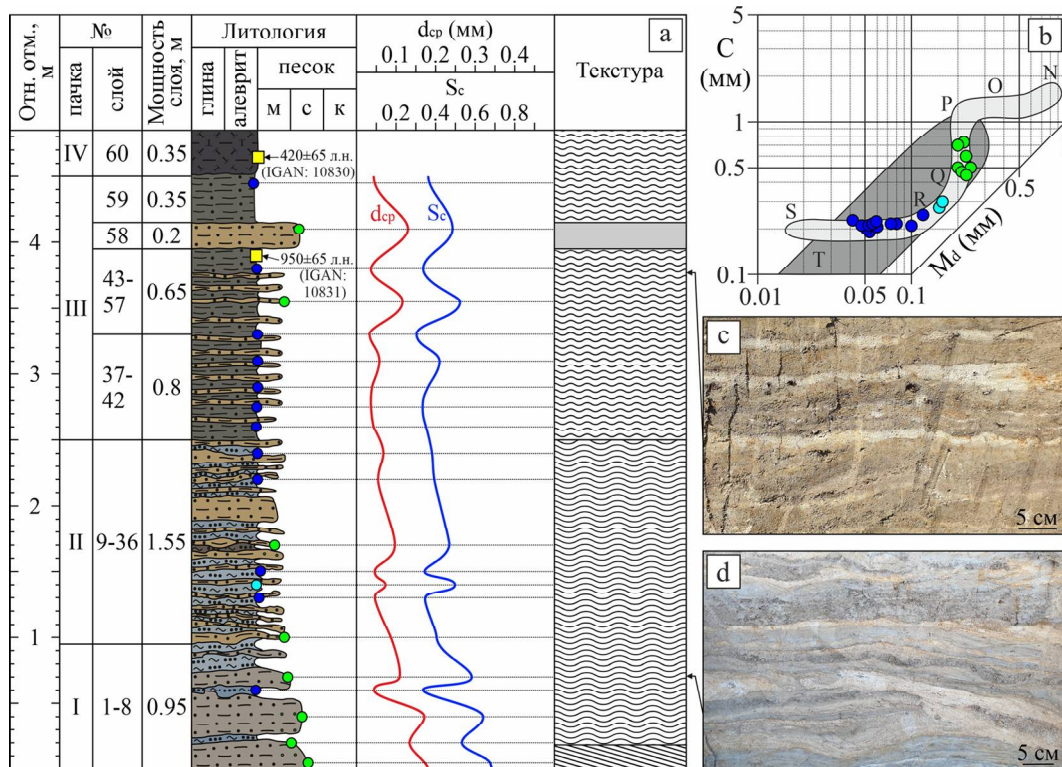


Рис. 7. Строение осадков первой надпойменной террасы (обн. Ч-25/2): а — литологическая колонка, гранулометрический состав и текстурная характеристика; б — положение фигуративных точек образцов на динамической диаграмме Пассега (Рейнек, Сингх, 1981); в, д — слоистость: в — мелкая волнистая; д — крупная волнистая

Условные обозначения см. на рис. 4

Fig. 7. Structure of sediments of the first floodplain terrace (outcrop Ch-25/2): а — lithological column, granulometric composition and textural characteristics; б — position of figurative points of samples on the dynamic Passega diagram (Reyneck, Singh, 1981); в, д — layering: в — fine wavy; д — lenticular

Symbols are shown in Fig. 4

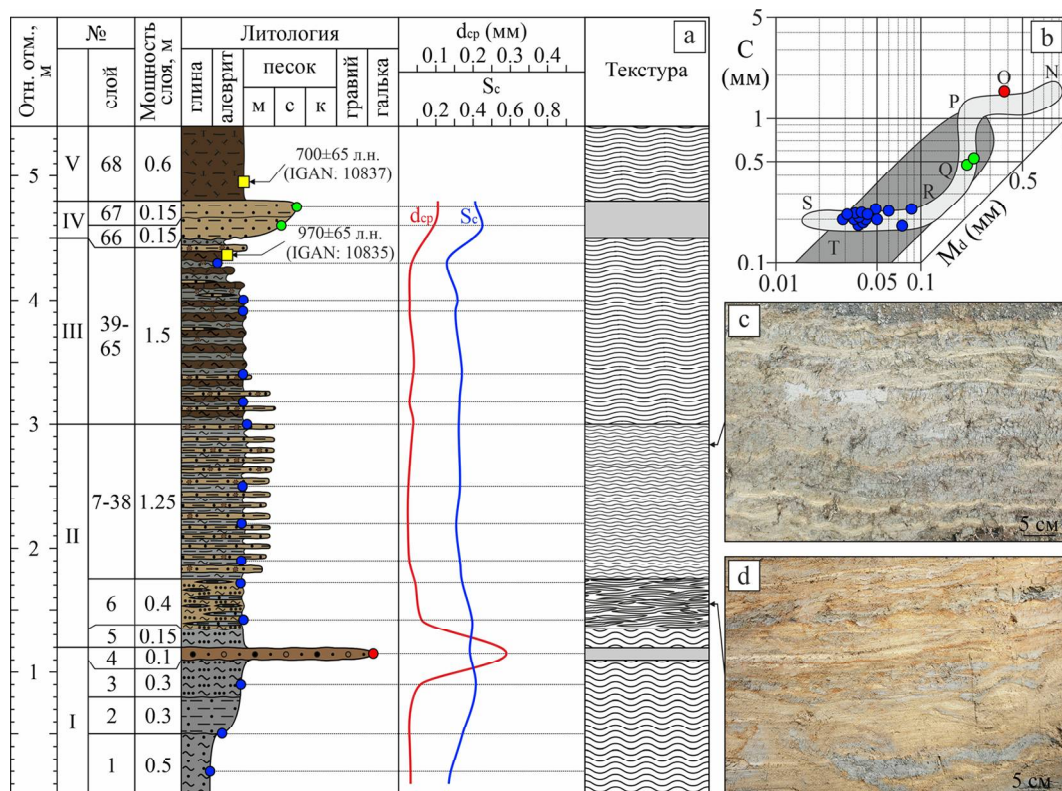


Рис. 8. Строение осадков первой надпойменной террасы (обн. Ч-26): а — литологическая колонка, гранулометрический состав и текстурная характеристика; б — положение фигуративных точек образцов на динамической диаграмме Пассега (Рейнек, Сингх, 1981); в, д — слоистость: в — мелкая волнистая, д — линзовидная

Условные обозначения см. на рис. 4

Fig. 8. Structure of sediments of the first floodplain terrace (outcrop Ch-26): а — lithological column, granulometric composition and textural characteristics; б — position of figurative points of samples on the dynamic Passet diagram (Reynek, Singh, 1981); в, д — layering: в — fine wavy, д — lenticular

Symbols are shown in Fig. 4

Выше по разрезу лежит полутораметровая пачка II (слои 9—36) переслаивания светло-коричневых тонко- и мелкозернистых ($d_{cp} = 0.092$ мм) алевритовых сортированных ($S_c = 0.47$) песков и светло-сизых супесей (рис. 7, а). Отмечается уменьшение средних диаметров частиц и коэффициентов сортированности по сравнению с нижележащей пачкой I.

Слои 37—57 сложены переслаиванием сизых слабосортированных ($S_c = 0.30—0.42$) глинистых алевритов и мелкозернистых ($d_{cp} = 0.116$ мм) светло-коричневых алевритовых песков суммарной мощностью 1.45 м с мелкой волнистой слоистостью (рис. 7, с).

В верхней части пачки III наблюдается 20-сантиметровый слой 58 неслоистых мелко- и среднезернистых хорошо сортированных ($S_c = 0.52$) алевритовых песков, перекрытых 35-сантиметровым сизым песчаным алевритом (сл. 59). По всей пачке наблюдаются единичные прослои коричневого торфа мощностью до 2—3 см.

Венчает разрез алевритистый темно-коричневый торф мощностью 0.35 м, с большим количеством растительных остатков.

В минеральном составе тяжелой фракции отложенный в обн. Ч-25/1 (рис. 5) выделена ильменит (13 %)-эпидот (18 %)-амфибол (21 %)-гранатовая (23 %) ассоциация с повышенным содержанием сидерита (9 %) и группы титановых минералов (10 %).

Обнажение Ч-26 расположено в 9 км выше по течению д. Чёрной (N 68°31'42,2502", E 56°31'18,3276").

В основании разреза залегает полуметровый серо-сизый пластичный суглинок (сл. 1), перекрытый сизым песчаным алевритом (сл. 2) и сизой супесью (сл. 3) мощностью по 0.3 м (рис. 8, а). Слоистость в слоях 1—3 волнистая симметричная. Средний диаметр зерен ($d_{cp} = 0.030—0.056$ мм) и низкие коэффициенты сортированности ($S_c = 0.28—0.41$) указывают на застойные и слабопроточные условия седиментации. В верхней части пачки I вскрывается 10-сантиметровый слой 4 среднезернистого ($d_{cp} = 0.293$ мм) плохо сортированного ($S_c = 0.61$) неслоистого ожелезненного песка с гравием и мелкой галькой.

В основании пачки II залегает слой 5 сизой супеси с волнистой слоистостью, перекрытой линзовидно переслаивающимися (рис. 8, д) светло-коричневыми супесями и сизыми песчаными алевритами суммарной мощностью 0.4 м. Слои 7—38 сложены переслаиванием сизых слабосортированных ($S_c = 0.32$) глинистых алевритов и мелкозернистых светло-коричневых алевритовых песков мощностью 1.25 м, с мелкой волнистой слоистостью (рис. 8, с).

Выше по разрезу залегает полутораметровая пачка III (слои 39—65) волнисто переслаивающихся сизых слабосортированных ($S_c = 0.26—0.34$) глинистых ($d_{cp} = 0.027—0.038$ мм) алевритов и светло-коричневых мелкозернистых алевритовых песков (рис. 8, а). По всей пачке отмечаются прослои коричневого торфа (от 0.5 до 1 см), количество которых увеличивается вверх по

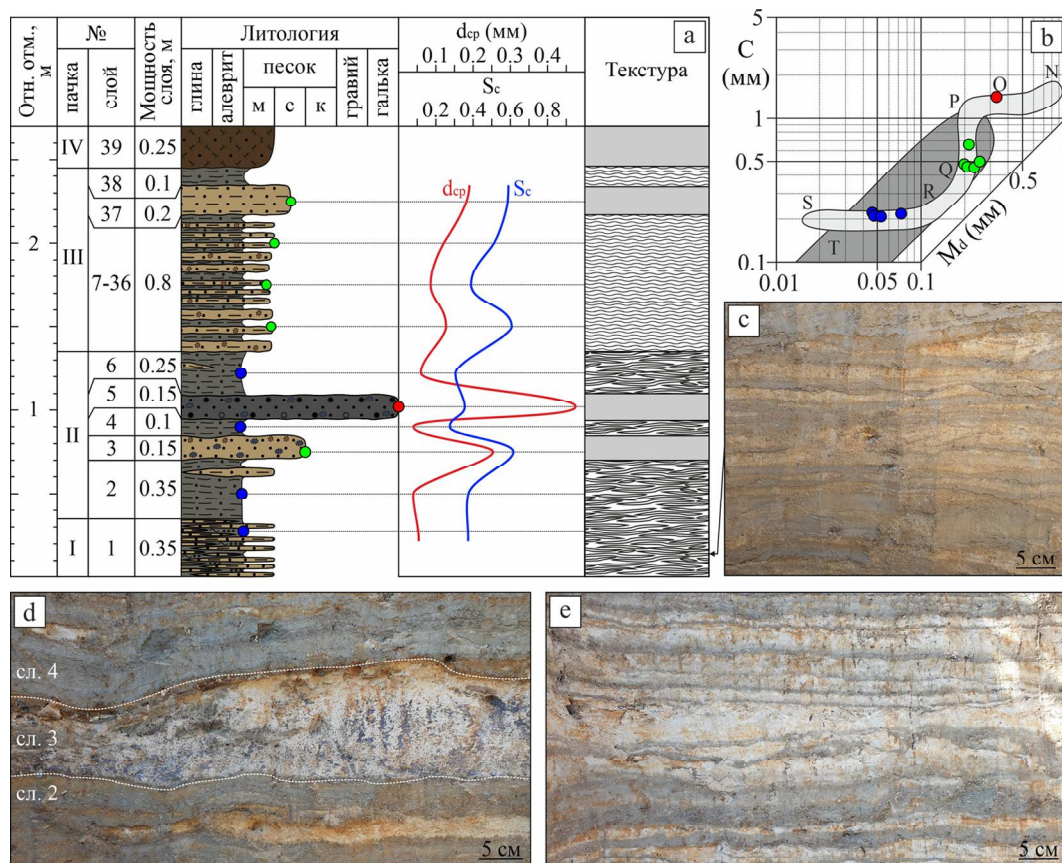


Рис. 9. Строение осадков пойменной террасы (обн. Ч-25/2): а — литологическая колонка, гранулометрический состав и текстурная характеристика; б — положение фигуративных точек образцов на динамической диаграмме Пассега (Рейнек, Сингх, 1981); с—е — слоистость: с — линзовидная, д — линзовидная (сл. 2 и 4) и массивная (сл. 3), е — мелкая волнистая

Условные обозначения см. на рис. 4

Fig. 9. Structure of floodplain terrace sediments (outcrop Ch-25/2): а — lithological column, granulometric composition and textural characteristics; б — position of figurative points of samples on the dynamic Passeg diagram (Reinek, Singh, 1981); с—е — layering: с — lenticular; д — lenticular (layers 2 and 4) and massive (layer 3); е — fine wavy

Symbols are shown in Fig. 4

разрезу, что свидетельствует о колебательных движениях уровня воды в бассейне седиментации и периодическом его обмелении. Присутствует редкая и неотчётливая слоистость ряби волнения.

Слои 66 и 67 сложены неслоистыми хорошо сортированными (S_c до 0.61) глинисто-алевритовыми мелко- и среднезернистыми ($d_{cp} = 0.105$ мм) песками суммарной мощностью 0.3 м. Венчает разрез черно-коричневый торф (сл. 68) с алевритовым заполнителем, мощностью 0.6 м.

Тяжелая фракция осадков из обнажения Ч-26 характеризуется преобладанием ильменита (12 %), эпидота (22 %), амфибола (22 %) и граната (26 %). Отмечается высокое содержание сидерита и группы титановых минералов (по 7 %).

Фигуративные точки образцов из обнажений НПТ-I расположены преимущественно в полях (S/N), соответствующих отложениям потоков (рис. 8, б). Для точек проб из обн. Ч-25/1 характерно ритмичное чередование осаждения частиц из однородной взвеси (S/R) до накопления осадков из взвеси с некоторым количеством частиц перекачивания (Q/P) и перекачивания с незначительным количеством взвеси (P/O). Иной характер распределения имеют осадки из обн. Ч-26, осаждение которых происходило преимущественно из однородной взвеси (S/R).

Отложения пойменной террасы вскрыты в обнажении Ч-25/2 (N 68°33'29.2266", E 56°30'37.5918"), расположенном в 5.1 км вверх по течению от д. Черной. В основании разреза залегает сл. 1 (рис. 9, а) представленный линзовидно переслаивающимися (рис. 9, с, d) сизыми супесями и светло-коричневыми мелкозернистыми алевритовыми песками суммарной мощностью 0.35 м. Выше по разрезу наблюдаются сизые глинистые алевриты (слои 2, 4 и 6), в которых количество песчаных линз значительно сокращается. С разрывом их разделяют неслоистый (рис. 9, d) светло-коричневый среднезернистый ($d_{cp} = 0.256$ мм) хорошо сортированный ($S_c = 0.62$) песок (сл. 3) и серо-черный среднезернистый ($d_{cp} = 0.482$ мм) слабосортированный ($S_c = 0.38$) песок (сл. 5) с крупным гравием и мелкой галькой. Слои 7—36 сложены переслаиванием сизых глинистых алевритов и мелкозернистых светло-коричневых алевритовых песков мощностью 0.8 м, с мелкой волнистой слоистостью (рис. 9, e). В верхней части пачки III наблюдается 20-сантиметровый слой 37 неслоистых мелко- и среднезернистых хорошо сортированных ($S_c = 0.62$) алевритовых песков, перекрытых 10-сантиметровым сизым песчаным алевритом (сл. 38). Венчает разрез черно-коричневый торф с песчаным заполнителем (сл. 39) мощностью 0.25 м.



Тяжелая фракция осадков пачек I–III пойменной террасы определяется эпидот (18 %)–амфибол (22 %)–гранатовой (26 %) ассоциацией (рис. 5) с повышенным содержанием ильменита (9 %) и группы титановых минералов (9 %).

Фигуративные точки образцов из обнажения Ч-25/2 имеют сходный характер распределения (рис. 9, b), с точками проб из обнажения Ч-25/1, занимая преимущественно поля осадков однородной взвеси (S/R), взвеси с некоторым количеством осадков перекачивания (Q/P) и перекачивания с незначительным количеством осадков взвеси (P/O).

Обсуждение результатов

Анализ полученных данных по строению, составу и возрасту осадков приустьевой части р. Чёрной позволяет сделать следующие обобщения. Покровное оледенение севера Большеземельской тундры в полярное (осташковское) время обусловило накопление на всей территории исследований морены мощностью до 4–6 м. Характер её залегания на подстилающих, предположительно бызовских (ленинградских), аллювиальных осадках (Андреичева, 2002) свидетельствует о существовании в межледниковое время русловой сети, которая отчётливо дешифрируется на ЦМР по системе меандров, погребённых под мореной. Аналогичная древняя русловая сеть обнаружена по множественным буровым данным шельфа Печорского моря (Павлидис и др., 2007) и протягивается от устья р. Печоры в сторону пролива Карские Ворота.

Деградация полярного (осташковского) ледникового покрова в конце позднего неоплейстоцена способствовала компенсации гляциоизостатического прогиба северной части Большеземельской тундры, на что указывает разное положение береговых линий в Печорском море (Лавров, Потапенко, 2012) и Мировом океане (Peltier, Fairbanks, 2006) в поздневалдайское время. Изостатические процессы способствовали формированию прибрежной озёрно-морской террасы протяженностью более 800 км от Чёшской губы до западного склона Пай-Хоя (Лавров, Потапенко, 2012). Согласно выводам упомянутых авторов, она расположена на абсолютных отметках от 4–5 м (бровка у берега моря) до 25–30 м у тылового шва и сложена преимущественно тонко- и мелкозернистыми горизонтально-слоистыми песками, перекрытыми торфом (Арсланов, Лавров, 1987). В зонах сочленения прибрежной террасы с аккумулятивным ледниковым рельефом отмечается выклинивание песчаных осадков. В отложениях отсутствует морская фауна, что, по их мнению, связано с поступлением большого количества талой ледниковой воды.

В приустьевой части р. Чёрной озёрно-морская терраса вскрыта в обнажении Ч-29, где она сложена озерными серо- и сизо-коричневыми глинами и супесями (пачка II), вложенными в поверхность поздневалдайского ледникового рельефа. Средний диаметр зёрен ($d_{cp} = 0.031–0.069$ мм) и слабая сортировка ($S_c = 0.29–0.34$) супеси и глины свидетельствуют о застойных и слабопроточных гидродинамических условиях при накоплении осадков. Согласно результатам минералогического анализа, установлена четкая связь озерных отложений с подстилающей мореной поляр-

ного (осташковского) возраста (Андреичева, Воробьёв, 2025) по преобладанию в ассоциации эпидота (27 %), граната (26 %) и амфибола (19 %). Унаследованный минеральный состав свидетельствует о накоплении осадочного материала озёрного бассейна при непосредственном участии ледниковых осадков, образовавшихся за счет поступления терригенного материала из районов Пай-Хоя и Новой Земли. Об этом также говорит значительное количество ильменита (9 %), характерного для Северо-Восточной питающей ледниковой провинции. Высокое содержание титановых минералов, таких как лейкоксен (5 %) и титанит (3 %), которые обладают высокой устойчивостью к выветриванию, вероятно, связано с денудацией древних метаморфических сланцев Тимана (Гросгейм, 1984) и последующим речным переносом этих минералов в бассейн р. Печоры и Печорского моря.

Регрессия Печорского моря в голоцене (Zeeberg et al., 2001) привела к осушению озерно-морской террасы и дренированию её поверхности с последующим спуском озёр. Это способствовало активному зарастанию дна озёрных котловин растительностью и накоплению болотных осадков (обн. Ч-29, пачка III) начиная с раннего атлантического периода (IGAN 10839: 7180 ± 150 л.н., 8001 кал. л.н.) и, вероятно, вплоть до раннего суббореала.

Одновременно с гляциоизостатическим поднятием северной части Печорской низменности и осушением прибрежной террасы происходило заложение русловой системы приустьевой части долины р. Чёрной в рамках погребённой речной сети бызовского (ленинградского) возраста. Низкий уровень Печорского моря в позднеледниковье (Авенариус и др., 2001) способствовал интенсивному врезанию русловых систем в поверхность аккумулятивно-ледниковой равнины, сложенной мореной полярного (осташковского) возраста, небольшая мощность которой не создавала для этого значительной преграды.

После деградации верхневалдайского ледникового щита и заложения русловой системы начался цикл свободного меандрирования русла р. Чёрной, который способствовал накоплению осадков НПТ-II (обн. Ч-28). На данном этапе исследований не представляется возможным дать точный ответ о времени её формирования.

Сочетание и распределение динамических условий седиментации (рис. 6, b) при образовании осадков НПТ-II (обн. Ч-28) очень характерны для русловых (пачка I) и пойменных (пачка II) фаций аллювия равнинных рек, перекрытых прирусловыми валами (пачка III). Для осадков русловой фации характерно преобладание в гранулометрическом составе песчаных фракций с незначительными вариациями в их количественных характеристиках, что свидетельствует о динамичных условиях седиментации и миграции русла реки во время накопления пачки I (рис. 6, a). Циклическое изменение фракционного состава пойменных отложений связано с колебанием сезонного стока воды. Прирусловые валы часто встречаются на поверхности НПТ-II и сложены хорошо сортированными ($S_c = 0.74$) однородными мелкозернистыми песками ($d_{cp} = 0.156–0.176$ мм), накопление которых происходило в результате выхода паводковых вод из берегов.

В минеральном составе тяжелой фракции террасового и пойменного комплекса долины реки выделе-

ны две различные минеральные ассоциации. Русловая фация аллювия (обн. Ч-28, пачка I) характеризуется преобладанием эпидота (23 %), амфибола (21 %) и граната (17 %). Аналогичный характер распределения минералов отмечен в озёрных и аллювиальных бызовских (ленинградских) осадках, расположенных в верхнем и среднем течениях реки (Андреичева, Марченко-Вагапова, 2014).

Вторая минеральная ассоциация установлена во всех остальных осадках второй и первой надпойменных террас и поймы. Для неё характерно закономерное увеличение количества устойчивых к выветриванию минералов: граната до 28 % и ильменита до 12 %. В то же время для неустойчивых минералов отмечается иной характер распределения, который выражается в снижении количества эпидота до 16 % и сидерита до 2 %. Это может свидетельствовать о возрастании зрелости осадка.

В позднем голоцене произошла ингрессия Печорского моря до отметок на 2–4 метра выше современных (Авенариус и др., 2001). Это способствовало накоплению осадков первой надпойменной (обн. Ч-25/1, пачки I–III) и пойменной террас (обн. Ч-25/2, пачки I–III), распределение и сочетание динамических условий седиментации которых характерно для эстуарных типов устьев рек. Об этом также свидетельствует линзовидная и мелкая волнистая слоистости, обусловленные переслаиванием глинисто-алевритовых и песчаных отложений, что характерно для приливно-отливных равнин и речных эстуариев (Рейнек, Сингх, 1981).

Частые колебательные движения уровня воды в эстуарии способствовали заложению озёрных бассейнов, один из которых вскрыт в основании обнажения Ч-26 (пачка I). Это подтверждается характерными текстурно-структурными особенностями отложений и увеличением среднего диаметра зёрен (d_{cp}) вверх по разрезу.

Последующее обмеление озёрного бассейна привело к формированию озёрно-болотных (пачки III и IV) и болотных (пачка V) осадков, накопление которых продолжалось вплоть до позднего субатлантического периода (IGAN 10837: 700 ± 65 л.н.; IGAN 10830: 420 ± 65 л.н., 458 кал. л.н.).

Заключение

Таким образом, на основе морфографического и морфометрического исследований рельефа выделены: аккумулятивный ледниковый, аккумулятивный озёрно-морской и эрозионно-аккумулятивный рельефы двух надпойменных террас и поймы. Проведено фацимальное расчленение голоценовых осадков и установлены закономерности развития долины реки в послеледниковое время.

Деградация полярного ледникового покрова в конце позднего неоплейстоцена привела к гляциоизостатическому поднятию северной части Большеземельской тундры и врезанию долин стока талых ледниковых вод. Регрессия Печорского моря в голоцене привела к накоплению озёрно-морской террасы и заложению приустьевой части долины р. Чёрной в рамках погребённой речной сети бызовского возраста. Цоколь второй надпойменной террасы сложен фацией прирусловой отмели, вещественный состав которой указывает на

поступление осадочного материала из озёрных и аллювиальных бызовских отложений. Состав тяжелой фракции фации приречной поймы и перекрывающих её прирусловых валов характеризуется увеличением количества устойчивых минералов и уменьшением неустойчивых, что может свидетельствовать о возрастании зрелости минеральной ассоциации. Первая надпойменная терраса и пойма сложены эстуарными отложениями, формирующимися в приливно-отливных условиях Печорского моря.

Дальнейшие геохронологические, геохимические и структурные исследования осадков в долине р. Чёрной позволят детально установить фацимальную принадлежность четвертичных отложений среднего и верхнего неоплейстоцена.

Автор искренне благодарен д. г.-м. н. Л. Н. Андреичевой за ценные рекомендации и замечания при подготовке настоящей публикации; к. г.-м. н. В. А. Салдину за помощь в интерпретации эстуарных осадков; к. г.-м. н. Ю. В. Голубевой, Н. Н. Воробьёву и к. г.-м. н. Т. И. Марченко-Вагаповой за помощь в организации и проведении экспедиционных работ.

Особую признательность автор выражает двум анонимным рецензентам за их конструктивную критику и ценные рекомендации, которые помогли существенно улучшить качество статьи.

Исследование проводилось в рамках научного проекта РНФ № 23-27-00281 «Верхний неоплейстоцен и голоцен на севере Печорской низменности: седиментогенез, стратиграфия, палеогеография».

Литература / References

- Авенариус И. Г., Ермолов А. А., Мысливец В. И., Репкина Т. Ю. Рельеф и некоторые аспекты палеогеографии позднего валдая — голоцена в районе о. Варандей (Баренцево море) // Седиментологические процессы и эволюция морских экосистем в условиях морского перигляциала. Апатиты: КНИЦ РАН, 2001. С. 135–147.
- Avenarius I. G., Ermolov A. A., Myslivets V. I., Repkina T. Yu. Relief and some aspects of paleogeography of the late Valdai and Holocene in the area of Varandey Island (Barents Sea). Sedimentological processes and evolution of marine ecosystems in the conditions of the marine periglacial. Apatity: KSC RAS, 2001, pp. 135–147. (in Russian)
- Андреичева Л. Н. Плейстоцен Европейского Северо-Востока. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 323 с.
- Andreicheva L. N. Pleistocene of the European Northeast. Yekaterinburg: UB RAS, 2002, 323 p. (in Russian)
- Андреичева Л. Н., Воробьёв Н. Н. Полярная морена субарктических районов Европейской России: литостратиграфические критерии и типоморфные особенности гранатов и цирконов // Литология и полезные ископаемые. Выпуск 60. 2025. № 1. С. 77–89.
- Andreicheva L. N., Vorobyov N. N. Polar moraine of the subarctic regions of European Russia: lithostratigraphic criteria and typomorphic features of garnets and zircons. Lithology and Mineral Resources, 2025, Vol. 60, No. 1, pp. 77–89. (in Russian)
- Андреичева Л. Н., Дулягина, Д. А. Стратиграфия и палеогеография позднего плейстоцена северо-востока Русской равнины // Сыктывкарский палеонтологический сборник: Труды Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Выпуск 117. 2005. № 6. С. 155–161.



- Andreicheva L. N., Duryagina, D. A. Stratigraphy and paleogeography of the Late Pleistocene of the North-East of the Russian Plain. Syktyvkar paleontological collection. Proceedings of the Institute of Geology Komi SC UB RAS, 117, 2005, No. 6, pp. 155–161. (in Russian)
- Андреичева Л. Н., Кочев В. А., Дурыгина Д. А. Стратиграфическое расчленение плейстоцена севера Большеземельской тундры // Рациональное комплексирование литологических исследований ледниковых формаций: Тез. докл. V литологической школы. 12–16 августа 1991 г. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. С. 6.
- Andreicheva L. N., Kochev V. A., Duryagina D. A. Stratigraphic subdivision of the Pleistocene of the northern Bolshezemelskaya tundra. Rational integration of lithological studies of glacial formations: Abstract of the report of the V lithological school. August 12–16, 1991. Syktyvkar: Komi SC UB RAS, 1991, p. 6. (in Russian)
- Андреичева Л. Н., Марченко-Вагапова Т. И. Верхний неоплейстоцен на Крайнем Севере России (Большеземельская тундра, р. Чёрная) // Вестник геонаук. 2012. № 10. С. 2–7.
- Andreicheva L. N., Marchenko-Vagapova T. I. Upper Neopleistocene in the far north of Russia (Bolshezemelskaya tundra, Chernaya river). Vestnik of Geosciences, 2012, No. 10, pp. 2–7. (in Russian)
- Андреичева Л. Н., Марченко-Вагапова Т. И. Озёрное осадконакопление в позднем неоплейстоцене на Европейском Северо-Востоке России // Вестник геонаук. 2014. № 1. С. 13–18.
- Andreicheva L. N., Marchenko-Vagapova T. I. Lake sedimentation in the late Neopleistocene in the European north-east of Russia. Vestnik of Geosciences, 2014, No. 1, pp. 13–18. (in Russian)
- Арсланов Х. А., Лавров А. С., Потапенко Л. М., Тертычная Т. В. Новые данные по геохронологии и палеогеографии позднего плейстоцена и раннего голоцена на севере Печорской низменности // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М.: Наука, 1987. С. 101–111.
- Arslanov Kh. A., Lavrov A. S., Potapenko L. M., Tertychnaya T. V. New data on geochronology and paleogeography of the late Pleistocene and early Holocene in the north of the Pechora Lowland. In: New data on the geochronology of the Quaternary period. Moscow: Nauka, 1987, pp. 101–111. (in Russian)
- Белкин В. И., Рязанов И. В. О понятиях сортированности и однородности гранулометрического состава осадочных пород // Литология и полезные ископаемые. 1974. № 2. С. 133–139.
- Belkin V. I., Ryazanov I. V. On the concepts of sorting and homogeneity of the granulometric composition of sedimentary rocks. Lithology and Mineral Resources, 1974, No. 2, pp. 133–139. (in Russian)
- Ботвинкина Л. Н. Методическое руководство по изучению слоистости. М.: Наука, 1965. 265 с.
- Botvinkina L. N. Methodological guide to the study of layering. Moscow: Nauka, 1965, 265 p. (in Russian)
- Викулова М. Ф. Общая характеристика глин // Методическое руководство по петрографо-минералогическому изучению глин. М.: Госгеолтехиздат, 1957. С. 7–90.
- Vikulova M. F. General characteristics of clays. Methodological guide to petrographic-mineralogical study of clays. Moscow: Gosgeoltekhizdat, 1957, pp. 7–90. (in Russian)
- Воробьёв Н. Н., Голубева Ю. В., Исаков В. А., Марченко-Вагапова Т. И. Генетические типы четвертичных отложений в низовье реки Черной (север Большеземельской тундры): результаты экспедиционных работ 2023 года // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. 2023. № 10. С. 50–54. DOI: 10.24412/2687-1092-2023-10-50-54
- Vorobyov N. N., Golubeva Yu. V., Isakov V. A., Marchenko-Vagapova T. I. Genetic types of Quaternary deposits in the lower reaches of the Chernaya River (north of the Bolshezemelskaya tundra): results of expeditionary work in 2023. Relief and Quaternary formations of the Arctic, Subarctic and North-West of Russia, 2023, No. 10, pp. 50–54. (in Russian)
- Гроссгейм В. А., Бескровная О. В., Геращенко И. Л., Окнова Н. С., Рожков Г. Ф. Методы палеогеографических реконструкций (при поисках залежей нефти и газа). Л.: Недра, 1984. 271 с.
- Grossgeim V. A., Beskrovnoy O. V., Gerashchenko I. L., Oknova N. S., Rozhkov G. F. Methods of paleogeographic reconstructions (when searching for oil and gas deposits). Leningrad: Nedra, 1984, 271 p. (in Russian)
- Журавлёв В. А., Кораго Е. А., Костин Д. А., Зуйкова О. Н. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Серия Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист R–39, 40 — о. Колгуев — прол. Карские Ворота. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2014. 405 с.
- Zhuravlev V. A., Korago E. A., Kostin D. A., Zuikova O. N. et al. Scale 1:1000000 (tertia generatio). Series Northern Kara-Barents. Sheet R-39, 40 — Kolguev Island. Kara Gate. Nota explicativa. St. Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory, 2014, 405 p. (in Russian)
- Застрожных А. С., Шкатова В. К., Мина Е. А., Тарноградский В. Д., Астахов В. И., Гусев Е. А. Карта четвертичных образований масштаба 1 : 2 500 000 территории Российской Федерации. Пояснительная записка. 2010. 220 с.
- Zastrozhnov A. S., Shkatova V. K., Minina E. A., Tarnogradsky V. D., Astakhov V. I., Gusev E. A. Map of Quaternary formations at a scale of 1:2500000 of the territory of the Russian Federation. Explanatory note, 2010, 220 p. (in Russian)
- Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: Издательство АН СССР, 1958. 191 с.
- Kachinsky N. A. Mechanical and microaggregate composition of soil, methods of studying it. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1958, 191 p. (in Russian)
- Лавров А. С., Потапенко 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)
- Максимов Ф. Е., Андреичева Л. Н., Кузнецов В. Ю., Григорьев В. А., Петров А. Ю., Левченко С. Б., Марченко-Вагапова Т. И., Баранова Н. Г. Возраст и хроно-стратиграфическое положение озерно-болотных отложений в бас-

- сейне 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. № 2, С. 289—309. DOI: 10.21638/spbu07.2021.206
- Maksimov F. E., Andreicheva L. N., Kuznetsov V. Yu., Grigoriev V. A., Petrov A. Yu., Levchenko S. B., Marchenko-Vagapova T. I., Baranova N. G. Age and chrono-stratigraphic position of lake-marsh deposits in the river basin. Chernaya in the north of the Bolshezemelskaya tundra based on the results of their $^{230}\text{Th}/\text{U}$ - and ^{14}C -dating. Vestnik of St. Petersburg University. Geosciences, 2021, No. 2. pp. 289—309. (in Russian)
- Павлидис Ю. А., Никифоров С. Л., Огородов С. А., Тарасов Г. А. Печорское море: прошлое, настоящее, будущее // Океанология. 2007. Том 47. № 6. С. 927—939.
- Pavlidis Yu. A., Nikiforov S. L., Ogorodov S. A., Tarasov G. A. Pechora Sea: past, present, future. Oceanology, 2007, V. 47, No. 6, pp. 927—939. (in Russian)
- Политова Н. В., Кравчишина М. Д., Новигатский А. Н., Лохов А. С. Концентрация и состав взвеси Баренцева моря // Система Баренцева моря / Под ред. акад. А. П. Лисицына. М.: ГЕОС, 2021. 672 с.
- Politova N. V., Kravchishina M. D., Novigatsky A. N., Lokhov A. S. Concentration and composition of suspended matter in the Barents Sea. System of the Barents Sea (edited by Academic A.P. Lisitsyn). Moscow: GEOS, 2021, 672 pp. (in Russian)
- Рейнек Г. Э., Сингх И. Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981. 439 с.
- Reineck G. E., Singh I. B. Environments of the terrigenous sedimentation. Moscow: Nedra, 1981, 439 p. (in Russian)
- Рожков Г. Ф. Дифференциация обломочного материала и гранулометрическая диаграмма $\alpha-\tau$ по косвенному счёту зерен // Механическая дифференциация твёрдого вещества на континенте и шельфе. М.: Наука, 1978б. С. 97—117.
- Rozhkov G. F. Differentiation of clastic material and granulometric diagram $\alpha-\tau$ by indirect counting of grains. Mechanical differentiation of solid matter on the continent and shelf. Moscow: Nauka, 1978b, pp. 97—117. (in Russian)
- Романовский С. И. Седиментологические основы литологии. Л.: Недра, 1977. 407 с.
- Romanovsky S. I. Sedimentological foundations of lithology. Leningrad: Nedra, 1977, 407 p. (in Russian)
- Рухин Л. Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах. Л.: Недра, 1969. 778 с.
- Rukhin L. B. Fundamentals of lithology. The doctrine of sedimentary rocks. Leningrad: Nedra, 1969, 778 p. (in Russian)
- Рыбалко А. Е., Репкина Т. Ю., Токарев М. Ю., Терехина Я. Е., Соловьёва М. А., Хлебникова О. А., Гончарова А. М., Горбачев С. В. Четвертичный покров Печорского моря: особенности его строения в свете новых данных бурения и сейсмоакустического профилирования // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России. Вып. 8. 2021, С. 209—214. DOI:10.24412/2687-1092-2021-8-209-214
- Rybalko A. E., Repkina T. Yu., Tokarev M. Yu., Terekhina Ya. E., Solovyova M. A., Khlebnikova O. A., Goncharova A. M., Gorbachev S. V. Quaternary cover of the Pechora Sea: features of its structure in the light of new data from drilling and seismoacoustic profiling. Relief and Quaternary formations of the Arctic, Subarctic and North-West of Russia, V. 8, 2021, pp. 209—214. (in Russian)
- Эпштейн О. Г., Чистякова И. А. Печороморский шельф в позднем валдае — голоцене: основные седиментологические и палеогеографические события // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. 2005. № 66. С. 107—123.
- Epshtein O. G., Chistyakova I. A. Pechora Sea shelf in the late Valdai — Holocene: main sedimentological and paleogeographical events. Bulletin of the Commission for the Study of the Quaternary Period, 2005, No. 66, pp. 107—123. (in Russian)
- Andreicheva L. N., Durjagina D. A. Stratigraphy and paleogeography of Pleistocene in the North of Bolshezemelsk tundra // Abstracts of International Union of Quaternary research XIV Congress. Bonn: Selbstverlag der Alfred-Vegener-Stiftung, 1995. P. 13.
- Peltier W. R., Fairbanks R. G. Global glacial ice volume and Last Glacial Maximum duration from an extended Barbados sea level record // Quaternary Science Reviews, Vol. 25. Issues 23—24. December 2006. P. 3322—3337. DOI: 10.1016/j.quascirev.2006.04.010
- Zeeberg J. J., Lubninski D. J., Forman S. L. Holocene Relative Sea-Level History of Novaya Zemlya, Russia, and Implications for Late Weichselian Ice-Sheet Loading // Quaternary Research. 2001. Vol. 56. P. 218—230. DOI: 10.1006/qres.2001.2256

Поступила в редакцию / Received 12.12.2024