

Строение и генезис ледниковых отложений перевала Крестовый (Кандалакшские тундры)

Вашков А.А.¹, Корсакова О.П.¹, Носова О.Ю.¹, Толстобров Д.С.¹, Старицын В.А.², Дёмина Н.В.³

¹ Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, a.vashkov@ksc.ru

² Апатитский филиал МГТУ, Апатиты

³ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

Аннотация. В ходе полевых работ были исследованы ледниковые отложения в юго-западной части массива Кандалакшские тундры. На поверхности они представлены несортированными песками с гравием, галькой и валунами. Ниже по разрезу залегают слоистые диамиктоны с прослоями песков и галечно-гравийных отложений. В северной части разреза диамиктоны и пески смяты в складки. При помощи структурного анализа слоистости и ориентировки галек в диамиктоне было определено, что при формировании данных отложений главная ось напряжений в леднике была направлена с северо-запада на юго-восток. Залегание на южном склоне коренного массива г. Крестовая, а также особенности структуры и текстуры диамиктонов позволили предположить, что отложения перевала Крестовый были сформированы в воздушной полости на дистальном склоне выступа коренных пород. Ледник при этом двигался с северо-запада на юго-восток. Формирование изученных объектов происходило в одну из заключительных фаз активизации ледника в позднеледниковье.

Ключевые слова: Кольский полуостров, морена, флювиогляциальные отложения, моренная гряда, гляциодислокации, последний ледниковый покров.

The structure and genesis of glacial deposits on the Krestovy Pass (Kandalaksha Tundra)

Vashkov A.A.¹, Korsakova O.P.¹, Nosova O.Yu.¹, Tolstobrov D.S.¹, Staritsyn V.A.², Demina N.V.³

¹ Geological Institute, KSC RAS, Apatity, a.vashkov@ksc.ru

² Apatity branch of MSTU, Apatity

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow

Abstract: In the southwest part of the Kandalaksha Tundras, glacial deposits were studied. On the surface, the sediments are represented by unsorted sand with gravels, pebbles and boulders. Deeper, there are bedded diamictos with interlayers of sand and gravel-pebble material. In the northern part of the section, the diamictos and sands are folded. The clast fabric and foliation analyses of diamicton showed that the deposits formed under pressure from northwest to southeast. Their location on the southern side of the bedrock massif Krestovaya Mountain, structure and texture features suggested that the glacial deposits on the Krestovy Pass were formed in an air cavity on the distal side of the bedrock mountain. The glacier moved from northwest to southeast. The studied deposits formed during one of the activation stages of the glacier in the Late Glacial.

Keywords: Kola Peninsula, moraine, fluvio-glacial deposits, moraine ridge, glacial dislocations, the last ice sheet.

Введение

Кандалакшский залив в районе г. Кандалакша является одним из ключевых участков исследований динамики развития природной среды Кольского региона в позднеледниковье и голоцене (рис. 1). Здесь зафиксирована наибольшая в Кольском регионе амплитуда поднятия территории на новейшем этапе тектонического развития (Кошечкин, 1978; Система., 2017). Эти данные первоначально были получены при помощи исследования положения морских террас (Арманд, Самсонова, 1969; Кошечкин и др., 1973). Здесь была установлена верхняя граница побережья Белого моря в раннем голоцене, а также берег приледникового бассейна, существовавшего в позднеледниковье (145 м над уровнем моря (н.у.м.)) (Korsakova, Kolka, 2005). Дальнейшее исследование

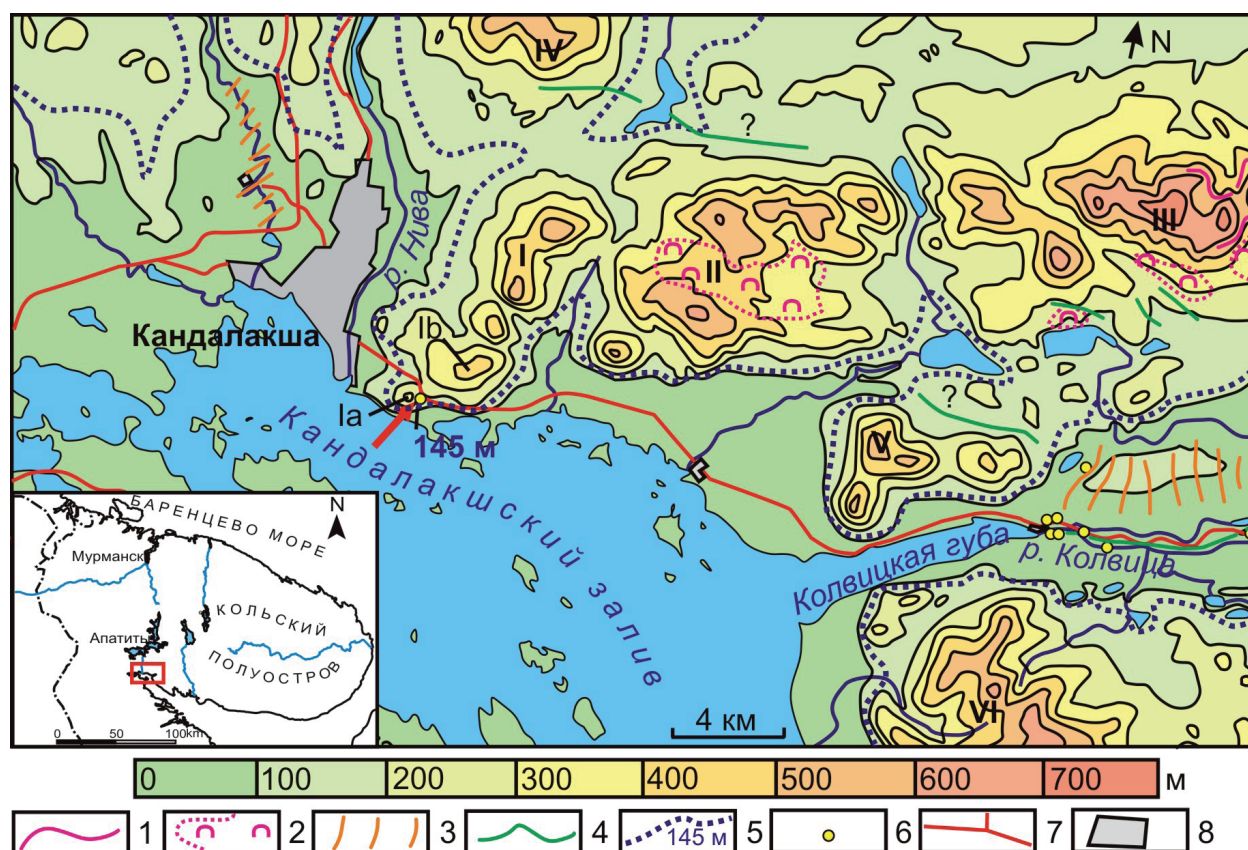


Рис. 1. Местоположение района работ и разреза у перевала Крестовый (красная стрелка).

1 – моренные гряды; 2 – участки с холмистым моренным рельефом; 3 – параллельные моренные гряды (ребристая морена); 4 – озы; 5 – верхний уровень приледникового бассейна и его отметка; 6 – точки исследований; 7 – автомобильные дороги; 8 – населенные пункты. Цифрами обозначены низкие горы: I – Кандалакшские Тундры (Ia – гора Крестовая, Ib – гора Волостная); II – Лувеньгские Тундры; III – Ёлка-Тундры; IV – Плёсовские Тундры; V – Домашние Тундры; VI – Колвицкие Тундры.

Fig. 1. Location of the study area and section near the Krestovy Pass (red arrow).

1 – moraine ridges; 2 – areas with hilly moraine relief; 3 – parallel moraine ridges (ribbed moraine); 4 – eskers; 5 – upper level of the periglacial basin and its elevation; 6 – research points; 7 – highways; 8 – settlements. The numbers indicate low mountains: I – Kandalaksha Tundra (Ia – Krestovaya mountain, Ib – Volostnaya mountain); II – Luvenga Tundra; III – Yolka-Tundra; IV – Plesovskie Tundra; V – Domashnie Tundra; VI – Kolvitsa Tundra.

изолированных озерных котловин позволило установить динамику перемещения уровня моря в позднеледниковье и голоцене (Система..., 2017). Выше границы распространения приледникового водоёма, на отметках около 195 м н.у.м, в карьере вблизи перевала Крестовый обнажаются ледниковые отложения. Первые сведения о геологическом строении этих отложений указывали на наличие двух моренных горизонтов, предположительно разновозрастных и разделяющих их флювиогляциальных осадков (Евзеров, Кошечкин, 1980). В дальнейшем производилось уточнение их генезиса (Korsakova, Kolka, 2005).

Актуальность исследования ледниковых отложений в этой части Кольского региона связана с необходимостью уточнения границ приледникового водоёма в аллереде и пределов распространения ледникового покрова во время похолодания позднего дриаса. Так, по модели В.Я. Евзерова, ледниковые отложения в районе работ находятся в пределах внутренней зоны насыпных конечно-моренных образований так называемого пояса I, которые формировались в аллереде (Евзеров, Николаева, 2000). На последующем этапе во время похолодания позднего дриаса данная модель предполагает продвижение активного ледника на 80–110 км восточнее исследуемого района (Ekman, Ilyin, 1991; Евзеров, Николаева, 2000). Однако ряд современных исследований указывают

на то, что значительное продвижение ледника в восточном направлении не происходило (Korsakova et al., 2020; Korsakova et al., 2023).

Характеристика района работ

Ледниковые отложения вскрыты карьером размерами 0.4×0.1 км на юго-западе от перевала Крестовый по автодороге Кандалакша – Умба. Перевал находится на отметках 220 м н.у.м. между горами Крестовая (320 м н.у.м.) и Волостная (475 м н.у.м. Ia и Ib на рис. 1, соответственно), которые относятся к массиву Кандалакшские тундры. Коренные породы здесь представлены амфиболитами кандалакшской толщи и имеют многочисленные выходы на дневную поверхность на склонах гор и на дне карьера. Юго-восточный склон г. Крестовая, вблизи перевала, осложнен параллельными друг другу короткими грядами длиной до 0.07 км, шириной до 0.03 км. Гребни гряд ориентированы в основном субмеридионально, их склоны ассиметричны, близко расположены друг к другу и иногда сливаются между собой. Гряды прослеживаются на отметках от 155 до 215 м н.у.м и выражены в рельефе за счет толщи ледниковых отложений, мощность которых здесь составляет от 5 до 12 м. Выше отметок 215 м н.у.м. ледниковые отложения на склонах гор практически отсутствуют.

В целом разрез у перевала Крестовый находится в районе с прерывистым распространением ледниковых отложений, которые зачастую отсутствуют на склонах низких гор и на абразионных берегах Кандалакшского залива. Покров ледниковых отложений представлен в основном маломощной основной мореной мощностью 1–3 м (Дедков и др., 1989; Niemelja et al., 1993). На склонах массива Ёлки-Тундры на отметках около 350–450 м н.у.м. выражены гряды насыпной морены. На отметках 280–400 м н.у.м. в пределах Ёлки- и Лувеньгских тундр также развит холмистый моренный рельеф с отдельными кроткими моренными грядами. В крупной ложбине с реками Колвица и Тикша на отметках выше 60 м н.у.м. наблюдается параллельно-грядовый рельеф ребристых морен. Такие же формы отмечаются в долине, занятой рекой Лупче-Савино западнее Кандалакши, где они встречаются на отметках от 40 до 120 м н.у.м.. В осевой части Колвицкой ложбины также развита система крупных озовых гряд. Вблизи современного берега моря на отметках ниже 100 м н.у.м. наблюдаются площадки морских террас (рис. 1).

Методы исследования

В ходе полевых работ в 2017 и 2022 гг. были установлены особенности структуры и текстуры ледниковых и водно-ледниковых отложений в разрезе у перевала Крестовый. Всего было подготовлено 6 расчисток на стенках бывшего карьера. Цвет отложений определялся при помощи колориметрической системы *Munsell Soil Color Charts*. Детальное исследование текстуры ледниковых отложений производилось с помощью массовых замеров плоскостных (плоскости сланцеватости, границы слоистости) и линейных (длинные оси галек и валунов) элементов (Аболтиньш, 1989; Benn, 2013). Выполнялось по 25–100 замеров азимутов и углов падения сланцеватости и длинных осей галек. Обработка замеров проводилась при помощи программы OpenStereo 0.1.2, структурные диаграммы строились на нижней полусфере равноплощадной сетки Шмидта.

Гранулометрический анализ проводился в полевых условиях с помощью набора стандартных сит диаметром 1–10 мм, а также в лабораторных условиях на ситах рассеивающей машины Retsch AS Control 300. Использовались сита диаметром 10, 5, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.1, 0.05 и 0.025 мм. Диамиктоны просеивались при подаче воды с вымыванием фракции менее 0.025 мм.

Петрографический анализ галечной фракции (10–100 мм) проводился на материале морены, отобранной непосредственно из обнажения (вес пробы до 20 кг). При помощи мокрого ситового отсева извлекались обломки галечной размерности. Затем, используя стереоскопический микроскоп (бинокуляр), обломки были разделены на группы пород и подсчитано их процентное соотношение. Выделенные группы сопоставлялись с коренными породами района исследования и близлежащих территорий.

Результаты

Карьер у перевала Крестовый имеет две крупных выработки. Верхняя находится на отметках 190–198 м н.у.м., нижняя около 160–185 м н.у.м. Нижняя выработка почти полностью скрыта осыпью. На стенках верхней выработки было заложено 5 расчисток высотой 3–6 м и шириной до 13 м (рис. 2).

В первой расчистке (N 67°07'28.2", E 32°28'55.3") в северной части карьера, перекрывая коренные породы, снизу вверх залегают (рис. 3):

Дислоцированная толща, состоящая из диамиктона песчаного, с преобладанием разномерных (р. з.) и среднезернистых (с. з.) песков светло-оливково-серого цвета. Пески с гравием, галькой, валунами, слабоглинистые, слоистые, с признаками гляциодинамических структур (сланцеватость). В прослоях в диамиктоне встречаются:

- пески с. з., светло-серые, прослои в виде тонких извилистых линз, толщиной в основном до 1 см, реже до 5 см;
- пески мелкозернистые (м. з.) светло-желто-коричневые, уплотненные, однородные, изначально слоистые за счет изменения окраски до желто-коричневой и светло-серой. Толщиной до 0.40 м;
- пески м. з., светло-желто-коричневые, с большим количеством гравия, гальки, мелких валунов. Этот прослой сложной формы, толщиной до 10–15 см;
- песок р. з., преимущественно к. з., желто-коричневый, с гравием и мелкой галькой. Эти прослои толщиной до 7 см выражены в основном в верхней части слоя;
- песок р. з., светло-оливково-коричневый, с гравием, галькой и валунами, аналогичной структуры, как и песок светло-оливково-серый. Вскрыт в виде извилистых линз толщиной до 4–5 см. В толще есть крупные обломки как хорошо окатанные, так и не окатанные.

Слоистость в диамиктоне имеет различную ориентировку. В нижней части толщи прослои и линзы извилистые, изогнуты в микроскладки, иногда залегают вертикально. В верхней части диамиктона слоистость в целом субпараллельна кровле. В центральной части расчистки в интервале

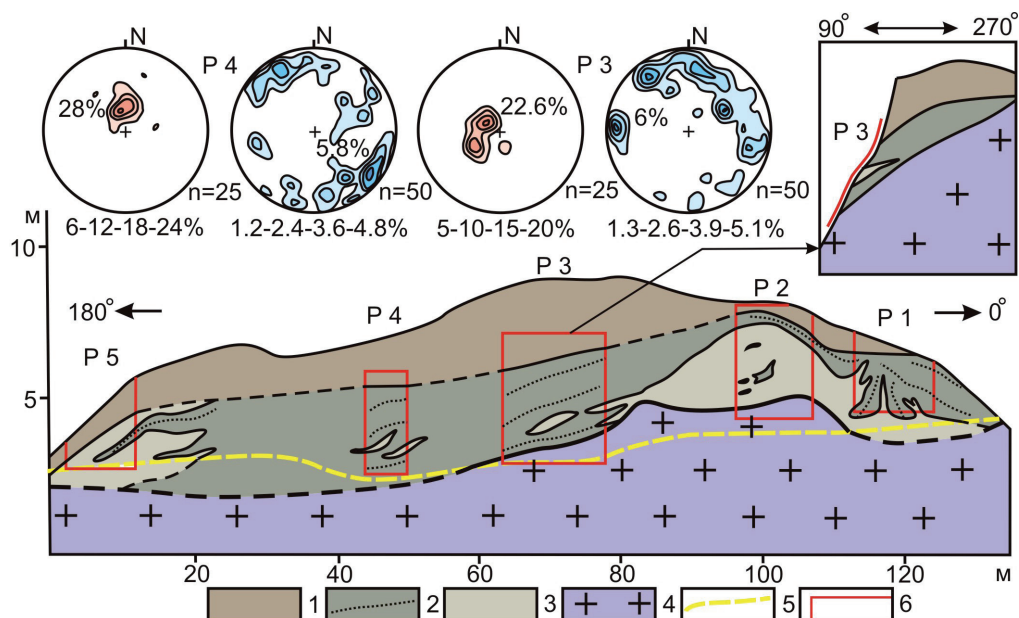


Рис. 2. Строение ледниковых отложений в верхней части разреза у перевала Крестовый: 1 – пески р. з., гравелистые, с галькой и валунами; 2 – диамиктон; 3 – пески различного состава в линзах внутри диамиктона; 4 – коренные породы; 5 – дно карьера; 6 – границы расчисток. Прерывистая линия – предполагаемые границы слоев. Структурные диаграммы построены на нижней полусфере равноплощадной проекции.

Fig. 2. Structure of glacial deposits in the upper part of the section near the Krestovyy Pass: 1 – fine-to-coarse grained sand, gravelly, with pebbles and boulders; 2 – diamicton; 3 – sands in lenses inside the diamicton; 4 – bedrock; 5 – the bottom of the quarry; 6 – outcrop boundaries. The dashed line is the proposed boundaries of the layers. Structural diagrams are plotted on the lower hemisphere of the equal area net.

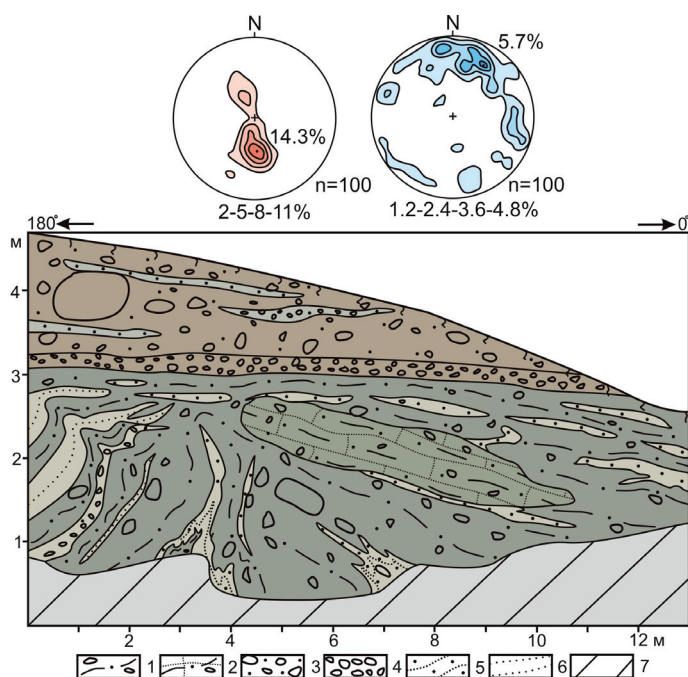


Рис. 3. Строение ледниковых отложений в расчистке № 1 разреза у перевала Крестовый. 1 – диамиктон преимущественно песчаного состава; 2 – диамиктон зеленовато-серый; 3 – песок с гравием и галькой; 4 – гравийно-галечные отложения с валунами; 5 – пески р. з., слоистые; 6 – пески м. з., слоистые; 7 – осыпь.

Fig. 3. The structure of glacial deposits in outcrop № 1 of the section near the Krestovy Pass.

1 – diamicton, predominantly sandy; 2 – greenish-gray diamicton; 3 – sand with gravel and pebbles; 4 – gravel-pebble deposits with boulders; 5 – fine to coarse sands, layered; 6 – fine sands, layered; 7 – talus.

диамиктона 0.6–1.1 м от кровли выявлен блок-линза уплотненного диамиктона зелено-серого, толщиной до 0.9 м. В составе блока преобладает песок м. з., глинистый, с гравием, галькой, валунами, со сланцеватостью текстурой. Мощность диамиктона слоя 1 в расчистке более 5.7 м.

Песок светло-оливково-коричневый, р. з. и к. з., с гравием, галькой, валунами, слабо глинистый, уплотненный, сцементированный, слоистый. Слоистость выражена за счет прослоев песков к. з., гравелистых, бледно-желтых, с прослоями гравийного материала толщиной до 5 см. Верхняя часть слоя неоднородно ожелезнена, в виде прослоев, субпараллельных склону. Выше слой перекрыт маломощной почвой. Мощность слоя около 1.45 м.

В расчистке № 2 в 10 м южнее расчистки 1 над коренными породами вскрыты пески р. з., преимущественно с. з., светло-желтовато-коричневые, слоистые с гравием, галькой и прослоями песка коричневого, слабо глинистого, толщиной до 1 см. Слоистость линзовидная за счет прослоев песков коричневых. Также в линзах в этих песках отмечаются:

- пески р. з., преимущественно с. з., светло-коричнево-серые, с гравием;
- гравийно-песчаный материал с песком к. з., с галькой средней окатанности. Толщина линз увеличивается до 40 см в северной части расчистки;
- диамиктон светло-оливково-серый, с песком р. з., преимущественно м. з., слабоглинистый, с высоким содержанием гравия и гальки. Толщина линз достигает 0.3–0.4 м, они имеют сложную форму, содержат линзы песков светло-коричнево-серых, а также отдельные валуны. Границы линз извилистые, образуют текстуры течения. Иногда в расчистке встречаются и отдельные тонкие линзы диамиктона толщиной до 5 см. Вся толща имеет уклон по азимуту 66° и углом 21° согласно кровле коренных пород.

В расчистке № 3 в 3.5 м от поверхности вскрыт диамиктон зеленовато-серый и оливково-серый, слабоглинистый, слоистый, с линзами песка р. з. светло-желто-коричневого и светло-серого. В нижней части диамиктона встречаются крупные линзы песка м. з. светло-желтовато-коричневого, слоистого (слоистость линзовидная, перекрестная). Диамиктон наклонен согласно кровле коренных пород, преимущественно к востоку и северо-востоку. Поверхность коренных пород в районе расчистки № 3 резко повышается в западном направлении (рис. 2).

В расчистке № 4 также вскрыта толща диамиктона оливково-серого цвета, преимущественно песчаного состава, слоистого, с признаками сланцеватой текстуры. Содержит линзы песков светло-желтовато-коричневых с гравием и галькой. Форма линз извилистая, отмечается расщепление одной линзы на несколько фрагментов.

В расчистке № 5 с поверхности залегают не сортированные пески желтовато-коричневого цвета, р. з., преимущественно с. з., слабоглинистые, без упорядоченной текстуры, с галькой и отдельными валунами диаметром до 1.5 м. В нижней части слоя отмечаются прослои в виде линз песка светло-желтовато-серого, преимущественно м. з., с гравием толщиной до 7 см. Ниже залегает толща переслаивающихся:

- диамиктона светло-оливково-коричневого и оливково-серого, преимущественно песчаного состава, с гравием и галькой;
- галечно-гравийного материала с заполнителем в виде песка р. з., плотного. Материал слабо сцементирован;
- песка светло-желтовато-коричневого, слоистого за счет переслаивания песка преимущественно с. з. однородного и песка р. з. с отдельными зернами гравия и гальки.

Все прослои в этой толще падают в юго-восточном направлении под углом около 15°.

Нижняя часть разреза в 2022 г. была изучена только в южной части карьерного уступа, где сверху вниз было вскрыто переслаивание:

- небольшим содержанием глинистых частиц, количество которых увеличивается в отдельных комках;
- песков светло-серых, к. з., с гравием и галькой;
- песков м. з., от светло-серых до серых, однородных.

Толщина прослоев в толще составляет от 1–2 см до 5–6 см. Толща имеет общий уклон по азимуту 143° и под углом 17°. Верхняя часть находится под современной почвой, с пятнами вторичной окраски окислами железа. Интервал 0.4 м от поверхности не имеет видимой слоистости, содержит гравий, гальку, пески к. з., не сортированные, без упорядоченной текстуры.

В донной части карьера также вскрыт диамиктон оливково-серый, преимущественно песчаного состава, с гравием, галькой, валунами, слоистый, с прослоями песков светло-коричнево-серых, м. з. и с. з., иногда с гравием и галькой. Вскрытая мощность диамиктона более 2.5 м.

Гранулометрический анализ частиц менее 50 мм показывает, что диамиктон представлен смесью из обломков от мелкой гальки (около 2.5 %) до песков с. з. (около 19 %) и м. з. (25.5 %). Содержание алеврито-глинистых частиц при этом составляет около 13.5 %, что придает диамиктону некоторую связность. В целом зафиксированное содержание алеврито-глинистых частиц примерно в 2 раза меньше, чем у диамиктона основной морены в юго-западной части Кольского региона (Евзеров, 2017).

Петрографический состав галечной фракции был произведен для залегающих с поверхности не сортированных песков с гравием и галькой, а также для слоистых диамиктонов. В обоих интервалах резко преобладают биотитовые гнейсы и плагиограниты (до 54.7 % в песках и 61.9 % в диамиктоне), а также преимущественно местные амфиболиты, причем их содержание в песках (39.5 %) почти в 1.5 раза выше, чем в диамиктоне (28 %). От 1.6 % до 2 % обломков представлены габброидами типа габбро-норитов, норитов, зачастую с характерными гранатовыми оторочками вокруг темноцветных минералов. Источником данных пород, по всей видимости, являются массивы куземского (друзитового) комплекса, расположенные на западе от разреза. Также встречаются единичные обломки гнейсов гранат- и силлиманит-кианит содержащих, принесённых из лоухской толщи беломорского комплекса или кайтатундровского комплекса (Ремизова, 2007).

Обсуждение результатов и выводы

Анализ структуры и текстуры залегающих в кровле разреза несортированных песков позволяет сопоставить их с отложениями абляционной морены, которые накапливались при деградации ледникового покрова путем сноса с поверхности ледника вытаявшего грубообломочного и песчаного материала. Значительный уклон поверхности по склону г. Крестовая мог приводить к промыванию этого материала талыми водами, о чем свидетельствует появление линзовидной слоистости в расчистке 5 верхней части разреза, а также переслаивание разнородного материала в нижней части разреза. Также абляционным моренам в отдельных разрезах региона характерно повышенное

содержание местных пород в составе гравийно-галечной фракции (Носова, Вашков, 2019). Также необходимо отметить, что грядовые формы на склоне г. Крестовая связаны с участками, где рассматриваемая абляционная морена имеет повышенную мощность.

Формирование сложного сочетания слоистого диамиктона и переслаивающегося с ними песчаного и песчано-гравийного материала первоначально было соотнесено с краевыми ледниковыми образованиями. На это указывают характерные гляциодинамические структуры, подобные гляционадвигам и гляциоинъективным складкам в верхней части разреза (Лаврушин, 1976; Аболтинш, 1989; Каплянская, Тарноградский, 1993). Формирование этих структур могло происходить на периферии Кандалакшско-Колвицкой лопасти последнего ледникового покрова. Эта лопасть могла проникать в исследуемый район во время фазы Салпаусселька I, около 12.4–12.7 кал. тыс. л. н. (Korsakova et al., 2023). Мощность ледника при этом была небольшой, до 200 м, а его ложе было холмистым. Выжимание насыщенного дебрисом и относительно плотного льда на периферию ледниковой лопасти в таком случае должно было происходить с юго-запада на северо-восток, что не совсем согласуется с полученными результатами исследования падения элементов слоистости в диамиктоне и с ориентировкой длинных осей галек. Данные результаты указывают на вероятное перемещение материала с юга и юго-востока на север и северо-запад. Краевые образования этой предполагаемой лопасти пока не выявлены на склонах других массивов в районе работ. Так, грядовые и грядово-холмистые формы на склонах Ёлки- и Лувеньгских тундр расположены на 150–200 м выше, чем исследованный разрез, даже без учета разницы скорости поднятия территории на новейшем этапе (Система Белого моря, 2017).

Поскольку ледниковые отложения в разрезе причленены к падающей на восток под углами 30–45° поверхности коренного массива амфиболитов (рис. 2), формирование комплекса слоистого диамиктона могло происходить в воздушной полости на дистальной стороне выступа коренных пород (массивы гор Крестовая и Волостная в нашем случае). Такое явление и механизм его возникновения известны в области последнего оледенения в Северной Америке (Drewry, 1986; Kamb, 1987). Заполнение полости происходило за счет процессов вытаивания и падения материала из нижней, насыщенной дебрисом части ледника, осыпания и последующего перемывания рыхлого флювиогляциального материала, затекания потоков флю-тиллоу, выдавливания в полость блоков насыщенного дебрисом льда и отдельных крупных валунов, а также накопления флювиогляциальных отложений (Boulton, 1982; Benn, Evans, 1998). Наличие в северной части верхнего разреза складчатых тектур в диамиктоне может свидетельствовать о деформации пластичного, насыщенного обломками материала в полости совместно с флювиогляциальными отложениями. Описанный в разрезе блок зеленовато-серого плотного диамиктона может указывать на обрушение кровли полости. В таком случае движение материала происходило с северо-запада и севера на юго-восток, а в большей части полости образованные отложения залегали в целом согласно падению кровли коренных пород. Мощность ледника, в котором могла быть образована такая лопасть, не должна была превышать 300–400 м, а его ложе должно было быть теплым (Каплянская, Тарноградский, 1993). Формирование отложений могло происходить в пределах кандалакшского сектора беломорского потока последнего ледника, в одну из заключительных фаз его активизации. Затруднения в абсолютном датировании субгляциальных отложений на сегодня не позволяют сделать точный вывод о возрасте этой фазы. Он может соответствовать как заключительному эпизоду невской фазы (около 13.9–14.1 кал. тыс. л. н.), так и продвижению Кандалакшско-Колвицкой лопасти ледника в фазу Салпаусселька I (12.4–12.7 кал. тыс. л. н.) (Korsakova et al., 2023).

Таким образом, ледниковые отложения перевала Крестовый соотнесены нами с субгляциальными отложениями у дистального выступа коренных пород. Более полная картина формирования этого комплекса может быть получена при подробном изучении нижней части разреза у перевала Крестовый, а также комплексного исследования морфологии и геологического строения ледникового рельефа на склонах низких гор юго-запада Кольского полуострова. К таким объектам мы относим моренные гряды на склонах Ёлки-Тундр, холмистый моренный рельеф на плато и склонах Лувеньгских тундр, а также гряды неустановленного генезиса у подножий этих массивов.

Благодарности

Авторы благодарят к.г.-м.н. Ильченко В.Л., студентов АФ МГТУ и СПбГУ Мальцева В., Суворова А., Косинову Е., Бойко А. за помощь в проведении полевых работ.

Работа выполнена в рамках темы лаборатории № 43 ГИ КНЦ РАН АААА-А19-19100290145-3 и при поддержке гранта РНФ № 22-17-00081.

Литература

1. Аболтиньш О.П. Гляциоструктура и ледниковый морфогенез. Рига: Зинатне, 1989. 284 с.
2. Арманд А.Д., Самсонова Л.Я. Морские отложения и голоценовая тектоника района Кандалякши // Основные проблемы геоморфологии и стратиграфии антропогена Кольского полуострова. Л.: Наука, 1969. С. 96–111.
3. Дедков Н.С., Ильин В.А., Горбунов Е.О. Карта четвертичных отложений с элементами геоморфологии Мурманской области / ред. Евзеров В.Я. Апатиты: ГИ КНЦ РАН, 1989.
4. Евзеров В.Я. Литология морены поздневалдайского оледенения западной части Кольского полуострова // Вестник МГТУ. 2017. № 1/1. Т. 20. С. 48–59. <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2017-20-1/1-48-59>.
5. Евзеров В.Я., Кошечкин Б.И. Палеогеография плейстоцена западной части Кольского полуострова. Л.: Наука, 1980. 104 с.
6. Евзеров В.Я., Николаева С.Б. Пояса краевых образований Кольского региона // Геоморфология. 2000. № 1. С. 61–73.
7. Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д. Гляциальная геология: Методическое пособие по изучению ледниковых образований при геологической съемке крупного масштаба. СПб.: Недра, 1993. 328 с.
8. Кошечкин Б.И. Голоценовая тектоника восточной части Балтийского щита. Л.: Наука, 1978. 176 с.
9. Кошечкин Б.И., Каган Л.Я., Кудлаева А.Л. и др. Береговые образования поздне-последниковых бассейнов на юге Кольского полуострова // Палеогеография и морфоструктуры Кольского полуострова. Л.: Наука, 1973. С. 87–134.
10. Лаврушин Ю.А. Строение и формирование основных морен материковых оледенений. М.: Наука, 1976. 237 с.
11. Носова О.Ю., Вашков А.А. Петрографический состав обломочного материала тиллов гряды с напорным моренным основанием у д. Мосеево (западная часть Терских Кейв, Кольский полуостров) // Вестник института геологии Коми НЦ РАН. 2019. № 4. <https://doi.org/10.19110/2221-1381-2019-4-17-24>.
12. Обновленная цифровая геологическая карта Мурманской области масштаба 1:200 000 / под ред. А.М. Ремизовой, 2007.
13. Система Белого моря. Том IV. Процессы осадкообразования, геология и история / отв. ред. А.П. Лисицын. М.: Научный мир, 2017. 1030 с.
14. Benn D.I. Till fabric analysis. In: Encyclopedia of Quaternary Science. Glacial Landforms, Sediments. 2nd Ed. Elsevier, 2013. P. 76–80. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-53643-3.00087-x>.
15. Benn D.I., Evans D.J.A. Glaciers and Glaciation. London: Arnold, 1998. 734 p.
16. Boulton G.S. Subglacial processes and the development of glacial bedforms. In: Research in Glacial, Glaciofluvial and Glacio-lacustrine Systems. Davidson-Arnott R., Nickling W., Fahey B.B. (Eds.). Norwich: Geo Books, 1982. 319 p.
17. Drewry D.J. Glacial Geologic processes. London: Arnold, 1986. 276 p.
18. Ekman I., Iljin V. Deglaciations the Younger Dryas End Moraines and their Correlation in Karelian A.S.S.R. and adjacent Areas. In: Eastern Fennoscandian Younger Dryas End Moraines. Rainio H., Saarnisto M. (eds.). Guide 32. 1991. P. 73–99.
19. Kamb B. Glacier surge mechanism based on linked cavity configuration of the basal water conduit system// Journal of Geophysical Research. No. 92. 1987. P. 9089–9100. <https://doi.org/10.1029/JB092iB09p09083>.
20. Korsakova O., Tolstobrov D., Nikolaeva S., Kolka V., Tolstobrova A. Lake Imandra depression in the Late Glacial and early Holocene (Kola Peninsula, north-western Russia) // Baltica. 2020. V. 3(2). P. 177–190. <https://doi.org/10.5200/baltica.2020.2.5>.
21. Korsakova O., Vashkov A., Nosova O. European Russia: glacial landforms from the Bølling-Allerød Interstadial // European Glacial Landscapes. The Last Deglaciation. Palacios D., Hughes P.D., Garcia-Ruiz J.M., Andres N. (eds.). Elsevier, 2023. P. 305–310. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91899-2.00014-0>.
22. Niemelä J., Lukashov A., Ekman I., Kurkinen I., Mäkinen K., Sahala L., Tikkanen J., Dedkov N., Gutaeva L., Iljin V., Yevzerov V. The map of Quaternary deposits of Finland and northwestern part of Russian Federation and their Resources. 1:1000000. 1993. Geological Survey of Finland.
23. Quaternary geology and landforming processes. Excursion guide of the International Field Symposium, Kola Peninsula, NW Russia, September 4–9, 2005. Eds. Korsakova O., Kolka V. Apatity: Kola Science Centre RAS. 2005. 68 p.