Арктический вектор геологических исследований Arctic vector of geological research

УДК 551.435.442 (470.21)

DOI: 10.19110/2221-1381-2018-4-10-18

СТРОЕНИЕ И МОРФОЛОГИЯ ГРЯДЫ С НАПОРНЫМ МОРЕННЫМ ОСНОВАНИЕМ У ДЕРЕВНИ МОСЕЕВО (ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ТЕРСКИХ КЕЙВ, КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

А. А. Вашков, О. Ю. Носова

Геологический институт Кольского научного центра РАН, Апатиты
vashkov@geoksc.apatity.ru

Актуальной проблемой изучения четвертичного покрова Кольского региона на сегодняшний момент является установление структуры, генезиса, механизма формирования и возраста конечно-моренных образований. В ходе полевых работ, проведенных летом 2017 года, была изучена гряда, входящая во внутреннюю зону цепи конечно-моренных образований западной части Терских Кейв. Установлены морфологические особенности гряды: асимметричные склоны, плоская вершина, наличие валлообразных форм на восточном склоне. Ее строение исследовано в трех естественных обнажениях и трех шурфах. При этом использовались геологические, структурные и геоморфологические методы. Изученная гряда сложена ледниковыми (абляционным и базальным тиллом) и водно-ледниковыми отложениями, в ядре гряды выявлен складчатый тилл. Анализ текстур ледниковых отложений показал, что ледник при их формировании двигался с юго-запада на северо-восток. Особенности геологического строения гряды и морфологии поверхности позволили установить этапы её формирования, приуроченность гряды к краевой зоне и особенности динамики Беломорского потока последнего оледенения.

Ключевые слова: конечно-моренные образования, гряда с напорным моренным основанием, тилл, флювиогляциальные отложения, структурный метод, ледниковый морфогенез.

COMPOSITION AND MORPHOLOGY OF THE RIDGE WITH PUSH MORaine BASEMENT AT THE MOSEEV VILLAGE (WESTERN PART OF THE TERSKIE KEIVY, THE KOLA PENINSULA)

A. A. Vashkov, O. Yu. Nosova

Geological Institute of Kola Scientific Centre of RAS

Composition, genesis, morphology and age of the end moraine formations are topical problems in Quaternary geology of the Kola region. During the field works in summer 2017, the ridge, included in internal part of the end moraine belt of Western Terskie Keivy, was investigated. Morphological features of the ridge were identified. There are asymmetrical slopes, flat summit, roll-shaped topography on the eastern slope. Composition of the ridge was studied in 3 natural outcrops and 3 open test pits. Geological, structural and geomorphological methods were used. The studied ridge is composed of glacial (ablation and lodgement tills) and fluvio-glacial deposits, with folded till in its core. Structural features of the glacial units testified to that the glacier moved from south-west to north-east. Forming stages of the ridge, its coinciding with marginal zone and dynamic peculiarity of the Belomorskii Lobe of the Last Glaciation was recognized according to the geological structure and surface morphology of the studied ridge.

Keywords: end moraine, ridge with push moraine basement, till, fluvio-glacial deposits, structural method, glacial morphogenesis.

Введение

Ледниковые отложения и связанные с ними формы рельефа в Кольском регионе изучаются уже больше ста лет отечественными и зарубежными геологами. Большое внимание уделяется системам конечно-моренного рельефа, исследование которых является ключевым при выяснении особенностей развития последнего оледенения и ледникового морфогенеза. Одной из таких систем является полоса холмисто-грядового рельефа, расположенная субширотно вдоль южного берега Кольского полуострова, называемая Терскими Кейвами [9, 11, 14]. В западной части этой системы к ней примыкает субмеридиональная полоса краевых ледниковых образований, что обуславливает специфичность данного участка.

Первое комплексное исследование ледникового рельефа Терских Кейв было проведено в 1960–70-х годах С. А. Стрелковым, Б. Н. Кошечкиным, В. Я. Евзеровым и др. [11]. Проведенная работа опиралась на большой фактический материал, полученный В. Рамзаем,

А. А. Полкановым, М. А. Лавровой, А. А. Никоновым, А. Д. Армандом, Н. Н. Арманд, М. К. Граве и другими [9, 11]. В результате было установлено, что западная часть Терских Кейв относится к межлопастным моренным грядам, осложненным водно-ледниковыми образованиями. Позже В. Я. Евзеров эту краевую зону включил в состав одного из выделенных им поясов краевых образований, который был сопоставлен с климатическим ритмом бёллинг — средний дриас (Пояс II в интерпретации автора). Ледниковый рельеф района был отнесен к так называемой внутренней полосе пояса, которая здесь маркирует положение края ледника в теплую часть ритма. Согласно авторской модели, ледниковый рельеф района должен быть представлен маргинальным озом [4, 6]. В указанных и более поздних работах установлено, что формирование краевых образований западной части Терских Кейв связано с Беломорской лопастью Скандинавского ледника [4, 11–14].

В настоящий момент остаётся дискуссионным возраст и корреляция краевых образований западной ча-

сти Терских Кейв с соседними регионами. Одни исследователи сопоставляют эти формы с невской фазой последнего оледенения [4, 11], другие — с промежуточной фазой между невской и Салпаусселькя I [12, 13, 16]. На карте четвертичных образований масштаба 1: 1 000 000, составленной Л. Р. Семеновой и А. Е. Рыбалко, район исследования сопоставлен с краевой зоной стадии Салпаусселькя I и одной из осцилляций ледника этой стадии [2]. При этом в разных интерпретациях конфигурация краевой зоны различна.

Характеристика района исследования

Район исследования, изученный в ходе полевых работ 2017 года, расположен в пределах Кандалакшского берега Белого моря к востоку от полуострова Турий. Полевые работы проводились в междуречьях рек Чёрная, Кузрека, Хлебная, Оленица (рис. 1).

Поверхность кристаллического фундамента данного района залегает на глубинах 0–50 м и находится на абсолютных отметках от –50 м ниже уровня моря в пределах дна Кандалакшского залива Белого моря до 85 м над уровнем моря (н.у.м.) к северу от исследуемой гряды. В строении кристаллического фундамента в котловине Белого моря и вдоль побережья восточнее

р. Хлебной участвуют полимиктовые, красноцветные песчаники, конгломераты, алевролиты и аргиллиты терской и турьинской свит. Севернее развиты интрузивные породы (кварцевые диориты, плагиограниты, эндербиты, чарнокиты) умбинского комплекса нижнего протерозоя [2].

Четвертичные образования района работ представлены маломощным прерывистым чехлом ледниковых, водно-ледниковых, морских, аллювиальных и болотных отложений. Ледниковые отложения плащеобразно перекрывают крупные холмы-массивы, связанные с выступами кристаллического фундамента, и формируют специфичный грядово-холмистый, грядовый и грядово-увалистый рельеф. Мощность четвертичных отложений в среднем составляет 2–5 м, в пределах развития конечно-моренного грядово-холмистого рельефа достигает 10–30 м. Вдоль берега Белого моря развиты морские голоценовые террасы, сложенные морскими песками, алевролитами и глинами [3]. Морские аккумуляции не распространяются выше абсолютных отметок 35–38 м н.у.м.

К краевым образованиям непосредственно в районе исследований относится гряда, расположенная к северо-западу от д. Мосеево. Первое упоминание о ней

Рис. 1. Район исследования: 1 — участок работ; 2 — гряда с напорным моренным основанием; 3 — пояса краевых образований по [4, 6]; 4 — краевые образования, выделенные достоверно по [2]; 5 — краевые образования, выделенные недостоверно по [2]; 6 — осцилляция по [2]; 7 — краевые образования по [13]; 8 — гряды ледникового генезиса; 9 — Мунозерская возвышенность по [8]; 10 — озера

Fig. 1. Study area and the field work location: 1 — field work area; 2 — a ridge with push moraine basement; 3 — belts of glacial marginal formations, after [4, 6]; 4 — reliably identified marginal formations, after [2]; 5 — uncertainly provided marginal formations, after [2]; 6 — glacial oscillation, after [2]; 7 — marginal formations according to [13]; 8 — glacial ridges; 9 — Munozero Upland, after [8]; 10 — lakes

приводится в обзоре В. В. Кольки и О. П. Корсаковой [15], которые описали морфологию гряды и зафиксировали в её строении грубообломочные отложения абляционного тилла, залегающие на песчаных и гравийно-галечных флювиогляциальных осадках. На основании этих наблюдений был сделан вывод о гетерогенном, напорно-насыпном генезисе формы [8].

Методы исследования

В ходе полевых работ *геологическими методами* было изучено 6 искусственных обнажений (карьеры и придорожные выемки). Проводилось подробное изучение структурно-текстурных особенностей ледниковых и водно-ледниковых осадков. Отмечались их цвет, гранулометрический состав, текстуры и наличие отдельных слоёв, линз, вкраплений. Производились замеры мощности отдельных слойков и линз, а также азимут и угол падения границ слоистости.

Для подтверждения генезиса и определения направлений нагнетания ледником обломочного материала применялся *структурный метод* массовых замеров плоскостных (плоскости плиток, границы слоистости) и линейных (длинные оси галек и валунов) элементов тилла. Замеры производились при помощи геологического компаса из квадрата 1×1 м, по 100 замеров азимутов и углов падения полюсов плитчатости и линейных элементов слоя. По результатам замеров с помощью программы OpenStereo 0.1.2 строились структурные диаграммы (использовалась нижняя полусфера и равноугольная проекция Вульфа). Анализ диаграмм начинался с выявления плоскости скольжения S_j , соответствующей максимуму полюсов плитчатости, которая указывает главное направление движения ледника [1, 7]. Эта плоскость условно переносилась на диаграммы ориентировки линейных элементов. В случаях, когда плоскости S_j соответствовал один или пара противоположных максимумов линейных элементов, устанавливалось направление *a*-линейности, которая указывает на перемещение галек и валунов согласно направлению движения льда. Если положения максимума или пары противоположных максимумов на диаграмме линейных элементов отличались на 55–90°, устанавливалась *b*-линейность. Она соответствует оси главного нормального напряжения в теле перемещающего обломки ледника и указывает на наличие перпендикулярных направлению движения льда систем растяжения или сжатия. Если на диаграммах ориентировки линейных элементов обнаруживаются максимумы, не совпадающие с *a*- и *b*-линейностью, то речь может идти о дополнительной системе напряжений в теле ледника, которая выражается на структурных диаграммах в виде дисперсии объемной линейности [1].

Геоморфологические методы заключались в сопоставлении геологических данных с формами рельефа. Прослеживание форм рельефа на местности проводилось в ходе маршрутной съемки с применением GPS-навигатора. При помощи геологического компаса и рулетки длиной 10 м фиксировались характеристики морфологических элементов форм рельефа (крутизна и высота склонов, азимут простираания гребней гряд). Через гряды у д. Мосеево был пройден нивелирный ход с 38 опорными точками, использованный при построении геологического разреза (рис. 2, А).

Результаты

Гряда у д. Мосеево отчетливо выражена среди ледникового рельефа района исследования. Её длина около 1.2 км, ширина 0.4–0.5 км, относительная высота 12–20 м. Гряда вытянута с севера на юг, имеет вид выпуклой к западу дуги. Вершинная часть уплощенная, с пологим и широким гребнем, находящимся на отметках от 45 до 52 м н.у.м. и плавно повышающимся с юга на север. На поверхности гряды отмечаются термокарстовые западины глубиной до 2 м. Склоны гряды асимметричные. Западный склон крутой (35–40°) и представляет собой поверхность ледникового контакта. Восточный склон более пологий (6–8°, реже до 12–14°), осложняется валообразными мелкими формами высотой 2–5 м. Северная оконечность гряды на отметках 55–62 м н.у.м. упирается в холмистую моренную равнину, в пределах которой отмечены выходы кристаллических пород, небольшие гряды с абсолютными отметками 68–75 м н.у.м., сложенные абляционным тиллом и ориентированные с юго-запада на северо-восток. К западу и югу от гряды расположены морские террасы, абсолютные отметки которых не превышают 35–38 м н.у.м. Пологий восточный склон гряды продолжается наклоненной к юго-востоку площадкой с флювиогляциальными осадками, которые ниже отметки 35 м н.у.м. сменяются морскими отложениями (рис. 2, В).

Строение гряды изучено в трех обнажениях (Мосеево-1, -2, -3), расположенных у автомобильной дороги Умба — Варзуга и в карьере. Основание гряды построено ледниковыми отложениями, представленными фациями складчатого и базального тиллов. Они изучены в обнажении Мосеево-3 (66°35'20" с.ш., 34°57'31" в.д.). Складчатый тилл представлен дислоцированными осадками, смятыми в лежащую складку волочения (рис. 3, слой 5). В ядре складки в виде линзы мощностью до 0.20–0.25 м залегают пески зеленовато-серые, глинистые, плотные, с гравием и галькой. Кровля и подошва линзы имеют падение согласно осевой плоскости складки. Вниз по разрезу линза распадается на небольшие фрагменты. Ядро складки обрамляют: 1) песок коричнево-красный, мелкозернистый, с тонкими прослоями (до 5 мм) песка глинистого, серо-коричневого, мощностью 1–2 см на висячем крыле и до 15 см на лежащем крыле; 2) песок разнотернистый, преимущественно крупнозернистый, бледно-красный, с гравием и галькой (диаметр зерен 0.7–1.0 см), мощностью от 5–7 см на крыльях до 15–20 см в замке складки; 3) гравийно-галечная смесь (преобладают гальки диаметром 3–7 см, хорошей степени окатанности) бледно-красная, с песком крупнозернистым, алевроитом и глинистыми частицами, мощностью от 1–2 см на крыльях до 20–43 см в замковой части складки. Падение осевой плоскости складки направлено по азимуту 218° под углом 40° (рис. 4, D), верхнее лежащее крыло складки падает по азимутам 212–236° под углами 32–49°, нижнее крыло наклонено по азимутам 202–212° и углами 38–46°. Видимая мощность отложений, слагающих складку — 1.7 м.

Базальный тилл (рис. 3, слой 4) представлен песком алевроитоглинистым, преимущественно мелкозернистым, с гравием, галькой и валунами, имеющим типичную для Кольского региона зеленовато-серую окраску [5, 10]. Характерной его чертой является плитчатая текстура (мощность отдельных пластинок-плиток 1–3

Рис. 2. Геологический разрез гряды с напорным моренным основанием (А) и гляциоморфологическая схема участка работ (В). Условные обозначения: 1 — холмистая моренная равнина; 2 — водно-ледниковый рельеф; 3 — морские террасы; 4 — речные долины; 5 — эоловые гряды; 6 — болотные массивы; 7 — выступы коренных пород с рельефом баранных лбов и флигбергов; 8 — гряды с напорным моренным основанием; 9 — гряды, сложенные абляционным тиллом; 10 — направление падения плоскостных элементов основных морен и направление падения слоистости водно-ледниковых отложений; 11 — положение геологического разреза; 12 — изученные обнажения в пределах исследуемой формы (Мосеево-1, -2, -3) (квадраты) и на прилегающей территории (кружки). Условные обозначения на разрезе: 13 — абляционный тилл; 14 — водно-ледниковые отложения; 15 — базальный тилл; 16 — складчатый тилл; 17 — морские и эоловые отложения; 18 — поверхность коренных пород

Fig. 2. Geological section of the ridge with push moraine basement (A) and a glaciomorphological scheme of the field work area (B). Legend for the Scheme (B): 1 — hummocky moraine plain; 2 — fluvio-glacial landforms; 3 — marine terraces; 4 — river valleys; 5 — eolian ridges; 6 — swamplands; 7 — bed rocks with roche moutonnee and flyggberg landforms; 8 — the ridge with push moraine basement; 9 — ridges, composed of ablation till; 10 — line of dip of planar elements in the lodgement till and in the laminated fluvio-glacial deposits; 11 — geological section; 12 — studied outcrops within the ridge under consideration (Mosseevo-1, 2, 3) (squares) and on the adjacent area (circles). Legend for the Section (A): 13 — ablation till; 14 — fluvio-glacial deposits; 15 — lodgement till; 16 — folded till; 17 — marine and eolian deposits; 18 — bed rocks surface

мм). Между пластинками, а также под гальками и валунами отмечены присыпки песка светло-серого, тонко- и мелкозернистого. Подошва слоя базального тилла неровная, извилистая, с клиньями осадков, слагающих складку, описанную выше. Мощность базального тилла в ядре гряды достигает 1.5–2.0 м.

Анализ падения полюсов плитчатости базального тилла обнаруживает отчетливую a -линейность по плоскости скольжения S_f , направленную по азимуту 234°. Это практически совпадает с азимутом падения осевой плоскости складки, установленным в залегающем ниже складчатом тилле (рис. 4, В, D). Обращают на себя внимание большие значения углов падения плоскостных элементов (в среднем 35°). Результаты замеров падения длинных осей галек и валунов показали один максимум b -линейности (7.7 %), смещенный относительно

но оси S_f на 57° (рис. 4, С). Максимум a -линейности по плоскости скольжения S_f выражен нечетко (до 3.2 %). Это свойство залегания крупнообломочного материала свидетельствует о наличии фронтальной системы напряжений сжимающего характера, ориентированной по азимуту 280–100°, которая приводила к вращению галек и валунов в направлении поперек движения ледника.

Базальный и абляционный тиллы во внутреннем строении гряды разделены осадками водно-ледникового ряда. Они вскрыты и изучены в обнажении Мосеево-3 на глубине 2–3 м (рис. 3, слои 2–3), где представлены песчано-гравийной смесью с галькой желто-серой слоистой и песком глинистым, мелкозернистым, коричнево-серым, слоистым. Слоистость субпараллельная, наклонена под углом 4° по азимуту 281°,

Рис. 3. Строение гряды с напорным моренным основанием в обнажении Мосеево-3: А — фотография, В — зарисовка разреза; С — валуны на западном склоне гряды; D — плитчатая текстура базального тилла; E — складчатый тилл в боковой стенке разреза; 1 — гравийно-галечная смесь с валунами; 2 — песок разноразмерный; 3 — песчано-гравийная смесь; 4 — песок глинистый; 5 — песок глинистый с галькой и валунами; 6 — осыпь; 7 — слоистость; 8 — номера слоев разреза; цвет на зарисовке разреза соответствует фактическому цвету отложений

Fig. 3. Composition of the ridge with push moraine basement in the outcrop Moseevo-3: A — photo; B — section sketch; C — boulders on the west slope of the ridge; D — flaggy structure of lodgement till; E — folded till in the section sidewall; 1 — gravel-peat mix with boulders; 2 — various-grained sand; 3 — sand-gravel mix; 4 — clayey sand; 5 — clayey sand with pebbles and boulders; 6 — colluvium; 7 — lamination; 8 — layer numbers; color in the section sketch corresponds to real color of deposits

выражена за счет изменения гранулометрического состава осадка. Мощность водно-ледниковых отложений составляет около 1.3 м.

Абляционный тилл в пределах исследуемой гряды был изучен в обнажениях Мосеево-1 (66°34'58" с.ш., 34°57'17" в.д.) и Мосеево-3, а также в шурфах. Он залегает с поверхности гряды в виде покрова и состоит из песков разноразмерных, коричнево-серых с красноватым оттенком, с включением большого числа гравия, гальки и валунов, а также алевроито-глинистыми частицами (отмечается их налипание на крупные обломки). Количество пелитовых частиц растет вниз по разрезу. На глубине свыше 5 м наблюдаются признаки слоистости за счет прослоев материала более высокой крупности. Слоистость имеет наклон под углом 14° по азимуту 224°, что близко к азимуту падения полюсов плитчатости базального тилла. Максимальная мощность абляционного тилла (свыше 6 м) отмечается на склонах гряды, в центре гряды она уменьшается до 1.5–2.0 м.

Замеры линейных элементов (длинных осей галек) в этих осадках обнаруживают рассеивание их ориентировки в виде полей и полос с отдельными слабо выра-

женными максимумами плотности в 4.0–5.2 % (рис. 4, А). Дисперсия линейности связана с изменением первоначального залегания обломков в результате оползания и перемещения по ледниковому склону. Вместе с этим, на диаграмме заметна пара максимумов, совпадающая с азимутом падения полюсов плитчатости базального тилла (*a*-линейности), что может свидетельствовать о частичном сохранении первичной преобладающей ориентировки обломков. В пользу этого говорит и присутствие слабо выраженного направления *b*-линейности, на 95° отличающегося от направления *a*-линейности. Пространственная ориентировка *b*-линейности может указывать на положение ледникового края согласно направлению простираания гряды во время формирования абляционного тилла.

Дистальный (восточный) склон гряды надстраивается плащеобразным покровом флювиогляциальных отложений. Они изучены в обнажении Мосеево-2 (66°34'47" с. ш., 34°57'55" в. д.) и представлены слоями песчано-гравийных смесей и разноразмерных песков, в основном хорошо сортированных. В разрезе установлена косая слоистость, характерная для фации водно-лед-

никовых дельт, перекрестная косая слоистость, характерная для фации конусов выноса, а также линзовидная слоистость зандровой фации (рис. 5). Измерения ориентировки падения косых серий слоистости и линз обнаруживают смену направления с северо-восточного (по азимуту 36°) в нижней части разреза на юго-восточное и южное (по азимутам $152\text{--}175^\circ$) в средней и верхней его частях.

Обсуждение и выводы

Специфика геологического строения и морфологического облика гряды позволила сделать выводы о механизме и этапах ее формирования.

Заложение этой формы началось в подледных условиях при наступании и активном воздействии ледникового покрова на породы ложа. Текстуальный анализ плитчатого и складчатого тиллов в ядре гряды указывает на перемещение льда, насыщенного дебрисом и вовлеченными в движение рыхлыми осадками, с юго-запада на северо-восток, т. е. к периферии Беломорской ледниковой лопасти Скандинавского ледника. Особенности структуры, цвет, хорошая окатанность и высокая насыщенность материала местными породами (песчаники терской свиты) позволяют предположить, что складчатый тилл состоит в основном из морских отложений, которые слагали литораль Белого моря восточнее полуострова Турий. Перенасыщенность нижней части ледника дебрисом и уклон поверхности ледникового ложа против направления движения привели к тому, что материал сминался в складки волочения, качения, или образовывались гляционадвиги малой амплитуды (рис. 6, этап 1).

Образовавшаяся складка, слагающая сейчас ядро гряды, несколько увеличила локальный уклон ледникового ложа, что привело к аккумуляции толщи базального тилла с характерной плитчатой текстурой, указывающей на условия вязко-пластичного течения морено-насыщенного льда [1]. Формирование и складчатого, и базального тиллов происходило в ходе единой и однонаправленной подвижки ледника, о чем свидетельствует характер контакта тиллов с включением и затаскиванием материала одного слоя в другой, а также одинаковое направление падения плитчатости и осевой поверхности складки. Установленное при помощи структурного анализа смещение плоскости b -линейности относительно направления нагнетания моренного материала (плоскости S_1) на 57° , а не на 90° может объясняться разной скоростью перемещения льда. Осевая часть ледникового

Рис. 4. Структурные диаграммы: А — азимуты линейных элементов абляционного тилла в разрезе Мосеево-1; В — азимуты падения полюсов плитчатости базального тилла в разрезе Мосеево-3; С — азимуты линейных элементов, там же; D — ориентировка осевой плоскости складки в складчатом тилле разреза Мосеево-3; 1 — осевая плоскость складки; 2 — полюса плоскостей слоистости; 3 — направление нагнетания материала в складку

Fig. 4. Structural diagrams: А — azimuths of linear elements in ablation till, outcrop Moseevo-1; В — dip azimuths of flagginess poles in lodgement till, outcrop Moseevo-3; С — azimuths of linear elements, in the same place; D — orientation of axial plane of the fold in folded till, outcrop Moseevo-3; 1 — axial plane of the fold; 2 — poles of lamination planes; 3 — direction of material injection into the fold

На всех диаграммах — равноплощадные проекции на нижнюю полусферу

потока в наиболее глубокой части Белого моря двигалась быстрее, что могло приводить к вращению и перемещению галек и валунов относительно главного направления скольжения материала в зоне аккумуляции. В это же время происходило формирование базального тилла, в понижениях или на относительно ровных участках ледникового ложа слагающего моренную равнину, которая с севера прилегает к гряде (рис. 6, этап 2).

Во время дегляциации при омертвлении и деградации ледникового покрова неоднородности ледникового ложа способствовали формированию в леднике трещиноватых зон. Они наследовались потоками и небольшими озерами талых ледниковых вод над ледником и внутри его. Здесь происходило накопление водно-ледниковых отложений, близких к фации камов. Наличие в этих аккумуляциях глинистого песка с тонкими прослойками алеврита указывает на их формирование в условиях переменного-проточного водоёма. Параллельная слоистость в разнозернистых песках, залегающих выше, указывает на последующее незначительное усиление оттока талых вод (рис. 6, этап 3).

Дальнейшая деградация Беломорской лопасти ледника привела к формированию значительных масс абляционного тилла перлювиальной фации на поверхности мертвого льда. Этот материал был в значительной степени обводнен и мог быть перемещен в зоны трещин в теле ледника. Таким образом, была сформирована покрывка гряды из абляционного тилла, который можно отнести к фации тиллов сплывания (рис. 6, этап 4). Эти грубообломочные отложения без следов сортировки в водной среде формировались в понижении ледникового щита в период активного его таяния и в условиях оттока талых ледниковых вод из зоны аккумуляции. В пользу принадлежности абляционных тиллов, слагающих гряду с поверхности, к фации сплывания могут свидетельствовать признаки слоистости в нижней части разреза Мосеево-1, а также залегание тилла на водно-ледниковых осадках фации камов [7].

В это же время в пределах современной моренной

равнины, расположенной к северу от гряды, происходило формирование маломощного покрова абляционного тилла перлювиальной фации. Имевшиеся в леднике трещины по периферии наиболее высоких поднятий дочетвертичного ложа (с отметками свыше 50 м н.у.м.) заполнялись абляционным тиллом сплывания, что привело к формированию цепочек небольших гряд.

Более раннее частичное исчезновение мертвого льда на востоке и северо-востоке района исследования привело к формированию комплекса флювиогляциальных отложений на дистальном склоне изучаемой гряды. Постепенное изменение азимутов падения слоистости водно-ледниковых отложений дельт и конусов выноса с северо-восточного на южное направление (рис. 5) отражает процесс стаивания льдов в котловине Белого моря с появлением новых уровней стока для талых вод (рис. 6, этап 5).

Таким образом, изучение гряды с напорным моренным основанием у д. Мосеево позволило уточнить особенности ледникового морфогенеза на юге Кольского полуострова и выяснить механизм формирования ледниковой толщи этой территории. Выражение в современном рельефе, наличие в основании гляциоструктур складчатого и базального тиллов и широкое развитие отложений супрагляциального комплекса свидетельствуют о формировании гряды в краевой зоне последнего оледенения. Эта краевая зона связана с деятельностью активного Беломорского потока последнего оледенения. Насыщенный дебрисом лёд продвигался с юго-запада на северо-восток. На динамику потока оказывали влияние неровности его ложа в пределах полуострова Турий (до 100–170 м н.у.м.), что, в свою очередь, может свидетельствовать в пользу относительно небольшой мощности активного ледника. В краевой зоне активный ледник подвергался многочисленным разнонаправленным напряжениям, что нашло отражение в рассеивании ориентировки линейных элементов базального тилла. Край активного ледника имел сложную конфигурацию и располагался субмеридиональ-

Рис. 5. Флювиогляциальные отложения в обнажении Мосеево-2: 1 — песок мелкозернистый с гравием; 2 — переслаивание песка разнозернистого с гравием, галькой и гравийно-галечной смеси с валунами; 3 — песчано-гравийная смесь с валунами; 4 — песок мелкозернистый глинистый; 5 — песчано-гравийная смесь плохо сортированная; 6 — валунно-галечный материал; 7 — песок мелкозернистый с кривой слоистостью; 8 — валуны; 9 — не вскрытая часть карьера; 10 — азимут и угол падения слоистости

Fig. 5. Fluvio-glacial deposits in the open-pit Moseevo-2: 1 — fine-grained sand with gravel; 2 — alternation of fine-grained sand with gravel, pebbles and gravel-pebble mix with boulders; 3 — sand-gravel mix with boulders; 4 — clayey fine-grained sand; 5 — poorly sorted sand-gravel mix; 6 — boulder-pebble material; 7 — cross-laminated fine-grained sand; 8 — boulders; 9 — colluvium; 10 — azimuth and dip angle of lamination

Рис. 6. Этапы формирования гряды с напорным моренным основанием у д. Мосеево: 1 — подвижный лёд; 2 — моренонасыщенный лёд; 3 — мёртвый лёд; 4 — подледниковый субстрат; 5 — базальный тилл; 6 — абляционный тилл; 7 — потоки тиллов сползания (флоу-тиллы); 8 — флювиогляциальные отложения; 9 — складчатый тилл; 10 — трещины во льду; 11 — направление движения льда; 12 — направление стока талых ледниковых вод; 13 — зона экзарации ледникового ложа; 14 — перемещение материала на границе «лёд—ложе» (а) и по трещинам в теле ледника (б); 15 — перлювиальный абляционный тилл на поверхности ледника; 16 — надледниковый водоём

Fig. 6. Forming stages of the ridge with push moraine basement at the Moseevo Village: 1 — active ice; 2 — debris-saturated ice; 3 — dead ice; 4 — subglacial substratum; 5 — lodgement till; 6 — ablation till; 7 — flow-till; 8 — fluvio-glacial deposits; 9 — folded till; 10 — ice cracks; 11 — ice flow directions; 12 — direction of melted-glacial water flow; 13 — areas of glacial erosion; 14 — displacement of the debris at the «ice — bed» boundary (a) and up the cracks in glacier (b); 15 — superglacial ablation till; 16 — superglacial lake

но северо-восточнее района исследования. В пределах котловины Белого моря положение краевой зоны может быть установлено в 50–60 км к юго-востоку от района исследования. Здесь к краевым образованиям могут быть отнесены подводные гряды, выявленные с помощью сейсмоакустического профилирования, проведенного в связи с геологической съемкой [2]. В то же время наличие положительных форм рельефа, построенных ледниковыми образованиями, отмечается на дне котловины Белого моря и к югу от гряды, расположенной у д. Мосеево [2]. Широкое развитие супрагляциальных отложений и форм рельефа свидетельствует об ареальной дегляциации района исследования.

Полученные результаты детализируют особенности строения краевых образований западной части Терских Кейв на их стыке с субмеридиональным комплексом краевых образований. Они будут использованы в дальнейших работах по установлению особенностей ледникового морфогенеза и особенностей динамики Беломорской лопасти последнего ледникового покрова на южном берегу Кольского полуострова.

Авторы выражают благодарность О. П. Корсаковой,

В. В. Колька и С. В. Мудруку за помощь при подготовке статьи, а также Д. С. Толстоброву и В. Л. Ильченко за активное участие в полевых работах.

Литература

1. Аболтинши О. П. Гляциоструктура и ледниковый морфогенез. Рига: Зинатне, 1989. 284 с.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Лист Q–(35), 36 (Апатиты) / Гл. ред. Ю. Б. Богданов. Объяснительная записка / Б. Ю. Астафьев, Ю. Б. Богданов, О. А. Воинова и др. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 456 с.
3. Греков И. М., Зарецкая Н. Е., Колька В. В. Раннеголоценовые отложения долины р. Кузреки // Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: VIII Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода: Сборник статей. Ростов н/Д, 2013. С. 151–152.
4. Евзеров В. Я., Николаева С. Б. Пояса краевых образований Кольского региона // Геоморфология. 2000. № 1. С. 61–73.
5. Евзеров В. Я. Литология морены поздневалдайско-

го оледенения западной части Кольского полуострова // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2017. Т. 20. № 1–1. С. 48–59.

6. Евзеров В. Я. Строение и формирование внешней полосы одного из поясов краевых образований поздневалдайского ледникового покрова в Кольском регионе // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2015. № 4. С. 5–12.

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. Колька В. В., Евзеров В. Я., Мёллер Я. Й., Корнер Г. Д. Перемещение уровня моря в позднем плейстоцене — голоцене и стратиграфия донных осадков изолированных озер на южном берегу Кольского полуострова, в районе поселка Умба // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2013. №1. С. 73–88.

9. Лаврова М. А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.-Л.: Наука, 1960. 233 с.

10. Семенова Л. Р. Ледниковая геология Кольского полуострова (поздний плейстоцен): Автореф. ... дис. канд. геол.-мин. наук. СПб., ВСЕГЕИ, 2004. 23 с.

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

12. Demidov I., Houmark-Nielsen M., Kjær K., Larsen E. The Last Scandinavian Ice Sheet in northwestern Russia: Ice flow patterns and decay dynamics// Boreas. 2006. №4. p. 425–443.

13. Ekman I., Iljin V. Deglaciations, the Younger Dryas End Moraines and their Correlation in Karelian A.S.S.R. and adjacent Areas// Eastern Fennoscandian Younger Dryas End Moraines. Field Conferencion. Espoo, 1991. p. 73–101.

14. Hättestrand C., Kolka V., Stroeve A. The Keiva marginal zone on the Kola Peninsula, northwest Russia: A Key Component for reconstructing the palaeoglaciology of the northeastern Fennoscandian ice sheet// Boreas. 2007. № 4. P. 352–370.

15. Kolka V., Korsakova O., Nikolaeva S., Yevzerov V. The Late Pleistocene interglacial, late glacial landforms and Holocene neotectonics of the Kola Peninsula// ICG excursion, № 34., August 14–23, 2008., 72 p.

16. Stroeve A. P., Hättestrand C., Kleman J. and all. Deglaciation of Fennoscandia// Quaternary Science Reviews. 2016. P. 1–31.

References

1. Aboltinsh O. P. *Glyatsiostruktura i lednikovyi morfogenez* (Glaciostructure and glacial morphogenesis). Riga: Zinatne, 1989, 284 pp.

2. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. *Masshtab 1:1,000,000 (tretye pokolenie). Seriya Baltiiskaya. List Q-(35),36 (Apatity). Gl. red. Yu.B. Bogdanov. Obyasnitelnaya zapiska.* (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third edition). Baltic series. Sheet Q-(35), 36 (Apatity). Ed. Yu.B. Bogdanov. Explanatory note)/ Astafev B. Yu., Bogdanov Yu. B., Voinova O. A. et.al. St.Petersburg: Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2012, 456 pp.

3. Grekov I. M., Zaretskaya N. E., Kolka V. V. *Rannegolotsenovyie otlozheniya doliny r. Kuzreki* (Early Holocene deposits in

the Kuzreka River Valley). Fundamental problems of Quater, research results and the main directions of further investigations. VIII All-Russian meeting on study of Quaternary period: collected articles. Rostov-na-Donu, 2013, pp. 151–152.

4. Yevzerov V. Ya., Nikolaeva S. B. *Poyasa kraevykh obrazovaniy Kolskogo regiona* (Belts of marginal glacial formations of the Kola region). Geomorphology, 2000, No 1, pp. 61–73.

5. Yevzerov V. Ya. *Litologiya moreny pozdnevaldaiskogo oledeneniya zapadnoi chasti Kolskogo poluostrova* (Lithology of the Late Valdaian glacial moraine in the western part of the Kola Peninsula). Vestnik of MSTU, 2017, V. 20, No 1-1, pp. 48–59.

6. Yevzerov V. Ya. *Stroenie i formirovanie vneshnei polosy odnogo iz poyasov kraevykh obrazovaniy pozdnevaldaiskogo lednikovogo pokrova v Kolskom regione* (The structure and formation of the outer strip one of the marginal belts of the Late Valdaian ice sheet in the Kola region). Bulletin of Voronezh state University. Series: Geology. 2015, No 4, pp. 5–12.

7. Kaplyanskaya F. A., Tarnogradskii V. D. *Glyatsialnaya geologiya: Metodicheskoe posobie po izucheniyu lednikovykh obrazovaniy pri geologicheskoi syomke krupnogo masshtaba* (Glacial geology: Methodical textbook for study of glacial formations at the large-scale geological survey). St.Petersburg: Nedra, 1993, 328 pp.

8. Kolka V. V., Yevzerov V. Ya., Moller Ya. Y., Korner G. D. *Peremeshchenie urovnya morya v pozdnem pleistotsene — golotsene i stratigrafiya donnykh osadkov izolirovannykh ozyor na yuzhnom beregu Kolskogo poluostrova, v rayone posyolka Uмба* (The Late Weichselian and Holocene relative sea-level change and isolation basin stratigraphy at the Uмба settlement, southern coast of Kola Peninsula). Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya geograficheskaya. 2013, No. 1, pp. 73–88.

9. Lavrova M. A. *Chevertichnaya geologiya Kolskogo poluostrova* (Quaternary geology of the Kola Peninsula). Moscow-Leningrad: Nauka, 1960, 233 pp.

10. Semyonova L. R. *Lednikovaya geologiya Kolskogo poluostrova (pozdnii pleistotsen)* (Glacial geology of the Kola Peninsula (Late Pleistocene)). Synopsis of Ph. D. thesis. St.Petersburg: VSEGEI, 2004, 23 pp.

11. Strelkov S. A., Yevzerov V. Ya., Koshechkin B. I., et.al. *Istoriya formirovaniya relyefa i rykhlykh otlozhenii severo-vostochnoi chasti Baltiiskogo shchita* (History of forming relief and loose deposits of north-eastern part of the Baltic Shield). Leningrad: Nauka, 1976, 164 pp.

12. Demidov I., Houmark-Nielsen M., Kjær K., Larsen E. The Last Scandinavian Ice Sheet in northwestern Russia: Ice flow patterns and decay dynamics. Boreas, 2006, No 4, pp. 425–443.

13. Ekman I., Iljin V. Deglaciations, the Younger Dryas End Moraines and their Correlation in Karelian A. S. S. R. and adjacent Areas. Eastern Fennoscandian Younger Dryas End Moraines. Field Conferencion. Espoo, 1991, pp. 73–101.

14. Hättestrand C., Kolka V., Stroeve A. The Keiva marginal zone on the Kola Peninsula, northwest Russia: A Key Component for reconstructing the palaeoglaciology of the northeastern Fennoscandian ice sheet. Boreas, 2007, No 4, pp. 352–370.

15. Kolka V., Korsakova O., Nikolaeva S., Yevzerov V. The Late Pleistocene interglacial, late glacial landforms and Holocene neotectonic of the Kola Peninsula. ICG Excursion, No 34, August 14–23, 2008, 72 pp.

16. Stroeve A. P., Hättestrand C., Kleman J. et. al. Deglaciation of Fennoscandia. Quaternary Science Reviews, 2016, pp. 1–31.