

СТРОЕНИЕ КРАЕВЫХ ЛЕДНИКОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

¹Ваишков А.А., ¹Носова О.Ю., ¹Корсакова О.П., ¹Толстобров Д.С., ²Дёмина Н.В.,
³Самсонова Ю.С., ³Пуцков А.В.

¹Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, Россия

²МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³АФ МАГУ, Апатиты, Россия

Полевыми работами в 2018–2020 исследован комплекс холмисто-грядового и грядового рельефа в центральной части Кольского полуострова. Холмы и гряды здесь образуют не менее чем три параллельные друг другу цепи. В строении данных холмов и гряд повсеместно выявляются гляциодислокации складчатого типа. Среди этих структур установлены инъективные формы, складки нагнетания и волочения. Исследованные краевые образования связаны с серией краткосрочных подвижек края активного ледника одной из фаз сокращения последнего ледникового покрова.

Ключевые слова: *краевые образования, гляциодислокации, морена, флювиогляциальные отложения.*

В западной части Кольского региона в бассейнах рек Кица (бассейн р. Умба), Сара и Цага (бассейн р. Воронья) представлен грядово-холмистый аккумулятивный рельеф. Первоначально он рассматривался как холмистая моренная равнина [Лаврова, 1960] и не сопоставлялся с краевыми образованиями. Позже этот рельеф был соотнесен с внутренней зоной ледникового покрова и с краевыми образованиями на склонах Панских Тундр [Стрелков и др., 1976, Евзеров, Кошечкин, 1980]. Фактический материал, полученный Геологическим институтом Кольского научного центра и Мурманской геолого-разведочной экспедицией, позволил выявить в районе работ напорные моренные гряды, радиальные озы, грядово-холмистый моренный рельефа и гляциодиапиры [Евзеров и др., 1993; Евзеров, Николаева, 2000]. Результаты этих исследований легли в основу рабочего варианта *Карты четвертичных отложений с элементами геоморфологии*, составленной Н.С. Дедковым под редакцией В.Я. Евзерова в 1989 году. По итогам данных работ ледниковые формы были отнесены к краевой зоне последнего оледенения стадии Салпаусселькя I [Ekman, Pjii, 1991]. При этом основная часть рассматриваемого ледникового рельефа была соотнесена с внутренней полосой насыпных конечно-моренных образований одного из маргинальных поясов (поясом II), а меньшая часть сопоставлялась с внешней полосой напорных конечно-моренных гряд другого, более молодого по возрасту, пояса I [Евзеров и др., 1993, Евзеров, Николаева, 2000]. В некоторых работах [Государственная геологическая карта., 2012] рассматриваемый район относится к моренной равнине внутренней зоны краевых образований невской стадии последнего оледенения. В структуре четвертичной толщи рассматриваемых образований ранее были установлены ледниковые, озерно-ледниковые и флювиогляциальные аккумуляции, перекрытые современными болотными, озерными и речными осадками. Ледниковые аккумуляции представлены базальной и абляционной мореной мощностью 1–5 м и более [Евзеров, Кошечкин, 1980; Евзеров и др., 1993]. Широкое распространение в районе работ имеют озерно-ледниковые аккумуляции средневалдайского возраста [Евзеров, Кошечкин, 1980].

В проведенном исследовании нами применялся комплекс геолого-геоморфологических методов. Изучались структурно-текстурные особенности ледниковых и водно-ледниковых отложений. Гранулометрический анализ проводился с помощью набора стандартных сит диаметром 1–10 мм. Цвет отложений определялся при помощи колориметрической системы *Munsell Soil Color Charts*. Детальное исследование

текстуры ледниковых отложений производилось с помощью массовых замеров плоскостных (плоскости сланцеватости, слоистости) и линейных (длинные оси галек и валунов) элементов в соответствии с методикой [Аболтиньи, 1989]. В дальнейшем результаты были обработаны при помощи программы OpenStereo 0.1.2, структурные диаграммы строились на нижней полусфере равноплощадной сетки Шмидта. Исследование ледниковых форм рельефа заключалось в определении их морфологических характеристик: длины, высоты, крутизны склонов, ширины вершинной части и гребней гряд, ориентировки гребней гряд. Корреляция краевых образований проводилась с помощью анализа морфометрических показателей рельефа с использованием цифровой модели рельефа ArcticDEM разрешением 2 м.

В ходе полевых работ 2020 года были изучены три обнажения, вскрывающие строение грядового и грядово-холмистого рельефа (Рис. 1, В). Наиболее типичное строение было исследовано в выемке глубиной около 4,5 м, вскрывающей юго-восточный склон холма ($67^{\circ}32'07,5''$ с.ш., $34^{\circ}54'51,6''$ в.д.). Абсолютная высота холма 209,5 м н.у.м., относительная - около 9 м, форма в плане овальная. Холм вытянут на 0,25 км с юго-запада на северо-восток, ширина его у основания – 0,15 км. Склоны холма выпуклые, крутизной до 30° . С северо-запада и востока надстроен холмами меньших размеров, относительной высотой 3,5–5 м. Строение склона холма установлено в 2 расчистках (Рис. 1, А). В расчистке №1 снизу – вверх вскрыты:

1. Песок разномерный (р.з.), преимущественно мелкозернистый (м.з.), желто-серого цвета, слоистый, хорошо сортированный. Слоистость выражена за счёт прослоев песка с примесью гравия, мощность прослоев до 0,5 см. Отмечаются отдельные линзы песчано-гравийной смеси (п.г.с.), мощностью до 7 см. Слоистость подчеркивает складку, крылья которой падают по азимуту 113° и углом 22° (лежащее крыло) и по азимуту 252° и углом 42° (висящее крыло). В ядре складки выявлена галечно-валунная смесь. Мощность слоя – 1,3 м, в северо-восточной части расчистки слой выклинивается.

2. Переслаивание песков тонкозернистых (т.з.), алевритистых, темно-серых с зеленоватым оттенком, с прослоями песка разной степени глинистости и песками среднезернистыми (с.з.), светло-коричнево-серыми. Прослои включают единичные зерна гравия и гальки. Слоистость ориентирована согласно кровле и подошве слоя, который залегает облекающее к слою 1 в крыльях той же складки. Слои вскрыты двумя вертикальными и горизонтальной стенками расчистки, что позволяет проследить элементы залегания шарнира складки с падением по азимуту 159° и углом $35\text{--}38^{\circ}$. Мощность слоя от 0,18–0,22 м на висячем крыле складки до 0,08–0,1 м на лежащем крыле, в замковой части складки до 0,34 м.

3. П.г.с. с галькой и валунами, цвет заполнителя (песка) от серого до коричневатого-серого. Смесь слоистая, слоистость выражена за счёт прослоев галечно-гравийной смеси с валунами и линзами песка. Одна из таких линз представлена песком р.з., преимущественно с.з., с гравием, светло-коричневого цвета. Линза падает по азимуту 101° под углом 34° . Другая линза песка падает по азимуту 90° под углом 25° . Толщина линз – до 0,14 м. Также в слое отмечаются небольшие включения песков алевритистых и м.з., толщиной до 1,5 см. Линзы выявлены на лежащем крыле складки. Отложения слоя зафиксированы в нижней северо-восточной части расчистки, под слоями 1 и 2. Мощность слоя от 0,72 до 0,9 м.

4. П.г.с. с галькой и валунами, без видимой слоистости. Песок в составе смеси имеет серо-коричневую окраску. В слое отмечены отдельные линзы п.г.с. мощностью до 2 см. На некоторых участках крупные гальки и валуны залегают среди песков м.з., иногда песков глинистых. У слоя 4 неровная подошва, которая падает по азимуту 68° и углом 12° , слой также залегает на лежащем крыле складки. Мощность слоя 1,35–1,45 м.

5. Переслаивание песка р.з., преимущественно с.з., промытого, светло-коричневого с алевритом однородным, оливкового цвета, уплотненным. Прослои алеврита (мощностью

до 3 см) маркируют подошву слоя. Подошва слоя извилистая, падает по азимуту 79° под углом 12–26°. Мощность около 0,15 м.

6. Песок р.з., преимущественно м.з., с гравием, галькой, валунами, оливково-серого цвета, с примесью глинистых частиц, с комковатой и сланцеватой текстурой, отдельные плитки толщиной 1–2 мм, падают преимущественно в юго-восточном направлении (Рис. 1, диаграмма а). Мощность слоя 0,15 м.

7. Песок р.з., преимущественно т.з., с редкими зернами гравия, гальки и валунами, глинистый, оливкового цвета, без видимой слоистости и сланцеватости. Верхняя часть слоя (около 0,4 м) имеет изменения в окраске за счёт почвенных процессов (мощность современной почвы – 0,15 м). Мощность слоя около 0,6 м.

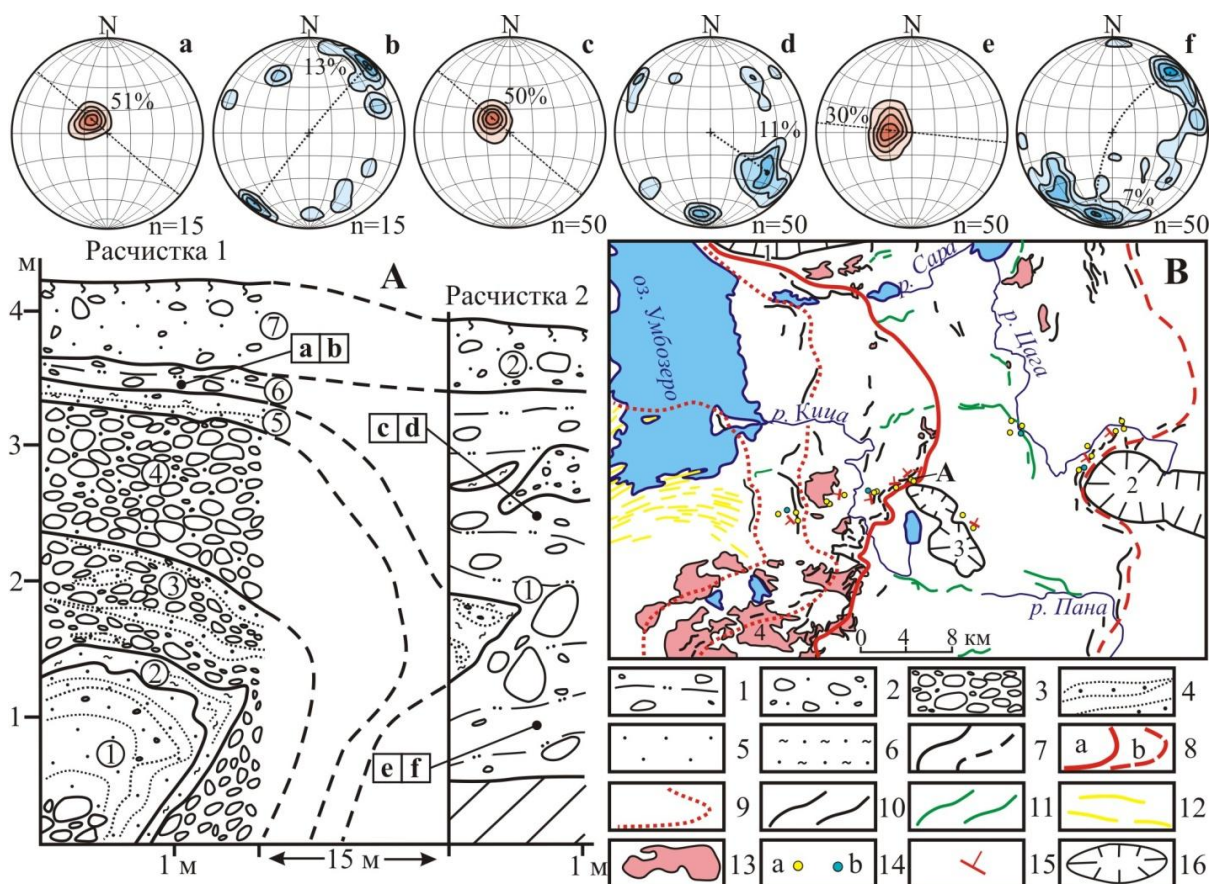


Рис. 1. Складчатая гляциодислокация в строении холма северо-западнее Фёдоровой Тундры (А) и схема ледниковых аккумуляций района работ (В): Условные обозначения: 1 – пески глинистые, с гравием, галькой и валунами; 2 – пески с гравием, галькой и валунами; 3 – гравийно-галечно-валунная смесь; 4 – линзы песков разномелкозернистых; 5 – пески средне- мелкозернистые; 6 – пески алевритистые, однородные; 7 – границы слоев, установленные и предполагаемые; 8 – цепочка краевых образований, преимущественно напорных (а) и насыпных (б) краевых морен; 9 – осцилляторные цепочки; 10 – моренные гряды; 11 – озы; 12 – друмлины; 13 – грядово-ячеистый моренный рельеф; 14 – пункты исследования ледниковых отложений (а) и донных осадков озер (б); 15 – направления падения гляциоструктур; 16 – крупные массивы: 1 – Ловозерский, 2 – Панские, 3 – Фёдорова Тундра, 4 – Мунозерская возвышенность. Структурные диаграммы (а–ф) построены на нижней полушере сетки Шмидта, диаграммы а, с, е – ориентировка плоскостных элементов; b, d, f – линейных элементов гляциодислокаций.

В расчистке № 2, расположенной в 15 метрах восточнее, снизу-вверх вскрываются:

1. Песок р.з., преимущественно м.з., с алеврито-глинистыми частицами, гравием, галькой, валунами, оливково-серого цвета. Песок уплотненный, сланцеватой текстуры, отдельные плитки толщиной 2–4 мм. В верхней и нижней части слоя плитки имеют различную ориентировку (Рис. 1, диаграммы с и е). В слой включены отдельные блоки сложной формы. Нижний блок в 0,7–1,33 м от подошвы расчистки представлен алевритом

оливково-серым, уплотненным, сланцеватым. В этом блоке отмечаются линзы песка р.з., преимущественно м.з., серовато-коричневого, без видимой слоистости. Мощность линз от 2 до 12 см. Блок алевритов имеет размеры 0,6×0,45 м, его кровля падает по азимуту 358° под углом 17°, подошва – по азимуту 222° под углом 36–50°. Второй блок расположен в интервале 2–2,33 м от нижней части расчистки. Он представлен песком р.з., преимущественно м.з., светло-оливково-коричневым, с гравием и редкой галькой. Песок плохо сортирован, без видимой слоистости. Размеры блока (видимые) 0,48×0,33 м. Кровля блока имеет падение по азимуту 172° под углом 46°, подошва по азимуту 198° и углом 14°. Вблизи этого блока отмечена линза алеврита оливково-серого цвета, толщиной до 10 см. Общая мощность песков слоя 1 (видимая, вертикальная) – до 2,82 м.

2. Песок р.з., преимущественно т.з., с небольшим содержанием глинистых частиц, гравия, гальки и отдельными валунами, оливково-серого цвета. В верхней части разреза окраска изменяется к желто-оливковой, с признаками слоистости. Верхняя часть слоя перекрыта современной почвой мощностью 0,15 м. Подошва слоя неровная, падение подошвы согласно склону холма. Мощность слоя – 0,53 м.

Корреляция отложений в расчистках указывает на соответствие слоев 6 и 7 в расчистке № 1 слоям 1 и 2 расчистки № 2. Слои 1–4 расчистки №1 отсутствуют в расчистке №2, что подтверждает их залегание в виде складки.

Складчатые дислокации также вскрыты в 1,5 км западнее. Здесь строение грядово-холмистого рельефа с абсолютной отметкой поверхности до 215 м изучено в четырех расчистках на западном борту старого карьера (67°31'52,6" с.ш., 34°52'45,6" в.д.). Разрез данных ледниковых отложений состоит из двух пачек. Верхнюю пачку составляют:

- гравийно-галечно-валунная смесь грубая, неслоистая, мощностью 0,4–1 м;
- гравийно-песчаная смесь с отдельными гальками и валунами, промытая, слоистая, слоистость выражена за счёт линз п.г.с. мощностью до 15 см. Мощность этих отложений 0,7–1,6 м;
- гравийно-песчаная смесь с валунами, разнозернистая, несортированная, с алеврито-глинистыми частицами, пылеватая, без видимой слоистости, мощностью 0,3–0,8 м.

Нижняя пачка отложений представлена песком р.з., преимущественно м.з., глинистым, связным, плотным, темно-зеленовато-серым. В слое большое количество гальки, гравия, валунов. Текстура сланцеватая, с плитками толщиной до 6 см, которые падают преимущественно в северных и северо-западных румбах. Кровля отложений неровная, образует вклинения в пачку вышележащих отложений амплитудой до 1 м. На таких участках сланцеватость падает в разные стороны. В одной из расчисток в отложения внедрен крупный блок овальной в разрезе формы, видимыми размерами 0,9×0,7 м, который представлен песком р.з., преимущественно с.з., слоистым за счет прослоев песка с.з. с зёрнами гравия. Падение кровли линзы по азимуту 175° и углом 16°.

Клинообразные структуры нагнетания установлены в поперечном разрезе гребня гряды субширотного простирания, относительной высотой до 6 м (67°32'06,5" с.ш., 34°55'06" в.д.). В строении гряды установлены пески р.з., преимущественно м.з., глинистые, с гравием, галькой, темно-зеленовато-серые. В них вклиниваются пески р.з., оливково-серые, слоистые, с тонкими прослоями п.г.с. и песками м.з. серого и желтовато-коричневого цвета, общей мощностью от 0,2 до 1 м. Лежачее крыло этой структуры падает по азимуту 117° и углом 19°, висячее по азимуту 285° под углом 35°. Шарнир складки запрокинут в юго-западном направлении. Длина крыльев этой складки составляет 3,5 м.

Особенности строения ледниковых отложений в районе полевых работ указывают на ведущее значение гляциодислокаций складчатого типа в образовании изучаемого аккумулятивного рельефа. В складки вовлечены отложения, по составу близкие к флювиогляциальным (хорошо промытые пески, п.г.с. и галечно-валунные отложения) и лимногляциальным (алевроиты и пески глинистые). Такие осадки могли представлять ледниковое ложе, что подтверждается и ранее изученными разрезами [Евзеров и др., 1980,

1993]. Нагнетание данного материала в толщи насыщенного дебрисом льда могло происходить в условиях уменьшения мощности ледникового покрова вблизи его края, а также при наличии уступа прочных пород кристаллического фундамента по пути движения ледника [Лаврушин, 1976, Аболтиньш, 1989, Каплянская, Тарноградский, 1993]. В роли такого выступа служил массив Фёдоровой Тундры с абсолютными отметками 240–517 м. На нагнетание материала в юго-восточном направлении, в сторону этого выступа, указывает ориентировка элементов гляциоскладок (Рис. 1, А, В). Корреляция ледникового рельефа по морфометрическим показателям с помощью цифровой модели рельефа свидетельствует, что подобные формы протягиваются к району работ в виде полосы от северной части Мунозерской островной возвышенности. Фрагментарно подобный рельеф отмечается и севернее, вдоль юго-западных склонов Ловозерских Тундр (Рис. 1, В). Данная полоса ледникового рельефа может быть связана с одной из фаз деградации последнего ледникового покрова. Продолжение работ позволит установить возраст этой полосы, а также темпы дегляциации территории.

Работа по изучению краевых образований выполняется по теме НИР 0226–2019–0054 лаборатории №43 Геологического института КНЦ РАН, полевые работы проведены при частичной поддержке гранта РФФИ 18–05–60125 Арктика.

ЛИТЕРАТУРА:

- Аболтиньш О.П.* Гляциоструктура и ледниковый морфогенез. Рига: Зинатне, 1989. 284 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации.* Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Лист Q–(35), 36 (Апатиты). Объяснительная записка / Гл. ред. Ю.Б. Богданов. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 456 с.
- Евзеров В.Я., Горбунов Е.О., Колька В.В.* Краевые ледниковые образования позднего дриаса в северной и центральной частях Кольского полуострова // Четвертичные отложения и новейшая тектоника ледниково-выходных областей Восточной Европы. Апатиты. 1993. С. 26–38.
- Евзеров В.Я., Кошечкин Б.И.* Палеогеография плейстоцена западной части Кольского полуострова. Л.: Наука. 1980. 104 с.
- Евзеров В.Я., Николаева С.Б.* Пояса краевых образований Кольского региона // Геоморфология. 2000. № 1. С. 61–73.
- Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д.* Гляциальная геология: Методическое пособие по изучению ледниковых образований при геологической съемке крупного масштаба. СПб: Недра, 1993. 328 с.
- Лаврова М.А.* Четвертичная геология Кольского полуострова. М.–Л.: Наука. 1960. 233 с.
- Лаврушин Ю.А.* Строение и формирование основных морен материковых оледенений. М.: Наука, 1976. 237 с.
- 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.
- Ekman I., Pjlin 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, 1991. P. 73–101

STRUCTURE OF THE ICE-MARGINAL FORMATIONS IN THE WESTERN PART OF THE KOLA PENINSULA

¹Vashkov A., ¹Nosova O., ¹Korsakova O., ¹Tolstobrov D., ²Demina N., ³Samsonova Yu., ³Putskov A.

¹Geological Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³Apatity Branch of the Murmansk Arctic State University, Apatity, Russia

During 2018-2020 field works in the central part of the Kola Peninsula, a complex of ridge and hummocky moraines was studied. Hummock-and-ridge topography is expressed here in the form at least three parallel bands. In their internal structure, folded glacioidislocations were found, represented by injection, push and drag glacioidislocations. The studied ice-marginal formations are associated with a series of short-term oscillations of the ice sheet during some final deglaciation stage.

Keywords: *Ice-marginal deposits, glacioidislocations, till, glaciofluvial deposits.*