

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГРЯДОВО-КОЛЬЦЕВОГО РЕЛЬЕФА МОРЕНЫ В КОЛЬСКОМ РЕГИОНЕ

А. А. Вашков, О. Ю. Носова

Геологический институт КНЦ РАН,

ул. Ферсмана 14, 184209 Апатиты, Российская Федерация; vashkov@geoksc.apatity.ru

Среди аккумулятивных ледниковых форм рельефа Кольского региона распространен грядово-кольцевой рельеф. Установлено, что строение гряд обусловлено гляциодислокациями складчатого и надвигового типов. Определены особенности локализации этого рельефа в виде относительно узких и протяжённых полос. Внутри полос выделено несколько типов гряд: фронтальных, радиальных, сложной плановой ориентировки. Дистальный край отдельных полос этого рельефа надстроен грядами, в строении которых обнаружены флювиогляциальные осадки. Сделан вывод о формировании полос грядово-кольцевого рельефа в краевой зоне последнего оледенения.

Ключевые слова: моренная гряда; морена; гляциодислокация; оз; флювиогляциальные отложения; краевые образования.

Введение. Среди ледниковых аккумуляций Кольского полуострова установлены обширные области распространения специфического грядового и грядово-холмистого рельефа. Впервые подобные формы ледникового рельефа были описаны в 1960-х гг., их происхождение связывалось с аккумуляцией абляционной морены в области развития мёртвого льда [2]. В последующих исследованиях было установлено местоположение большинства участков этого рельефа, но его генезис по-прежнему преимущественно связывался с морфогенезом в областях мёртвого льда [3, 6]. С начала 1990-х гг. в работах геологов геологического института КНЦ РАН приводятся первые данные о строении моренных гряд, входящих в полосы грядово-кольцевого рельефа [3, 5, 14]. Были выявлены надвиговые гляциодислокации, которые, по мнению авторов, формировались на контакте активного ледника и поля мёртвого льда [3, 5]. Отдельные участки грядового рельефа начинают сопоставляться с полосами краевых образований региона [5, 9, 13–15]. В модели поясов краевых образований В. Я. Евзерова моренный грядово-кольцевой рельеф сопоставляется с внешним поясом, который построен за счёт напорных морен [5]. Продолжение работ по изучению краевых образований в Кольском регионе показывает наличие в строении гряд гляциодислокаций как надвигового, так и складчатого типов. Выявлено закономерное размещение моренных гряд.

Методика исследования. На полевом этапе исследовались структурно-текстурные особенности ледниковых и водно-ледниковых осадков в карьерах, расчистках на склонах гряд, шурфах. Производился отбор проб на определение петрографического состава валунной и гравийно-галечной фракции морен. В полевых условиях с помощью набора стандартных сит диаметром 1–10 мм проводился гранулометрический анализ. 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 [1]. На камеральном этапе при помощи программы OpenStereo 0.1.2 проводилась обработка замеров, и строились структурные диаграммы на нижней полусфере равноплощадной сетки Шмидта. Исследование ледниковых форм рельефа заключалось в определении их морфологических характеристик: длины, высоты, крутизны склонов, ширины и ориентировки гребней гряд. Производилась оценка соответствия установленных характеристик рельефа и его изображению на цифровой модели рельефа ArcticDEM разрешением 2 м. Это позволило установить участки со схожим морфологическим обликом рельефа во всем регионе. При помощи

цифровой модели рельефа на отдельные участки распространения ледникового рельефа строились морфометрические схемы [7].

Результаты. Грядово-кольцевой рельеф встречается преимущественно в виде полос шириной 0,5–5 км, протяжённостью 10–20 км. На севере Кольского полуострова длина отдельных полос может достигать 50–70 км при ширине до 10–15 км. В пределах Мунозерской возвышенности на юго-западе Кольского полуострова грядо-кольцевой рельеф прослеживается на изометричных площадях размерами до 45 × 30 км (рис. 1). Рассматриваемые формы рельефа располагаются преимущественно на абсолютных отметках 120–300 м над уровнем моря. На севере Кольского полуострова отдельные полосы грядо-кольцевого рельефа могут находиться на отметках 40–100 м, а на склонах массивов Главного хребта и Ёлка-Тундр фиксируются на отметках 300–400 м. Полосы грядо-кольцевого рельефа на севере региона зачастую имеют фестончатый облик, обусловленный неровностями доледникового субстрата.

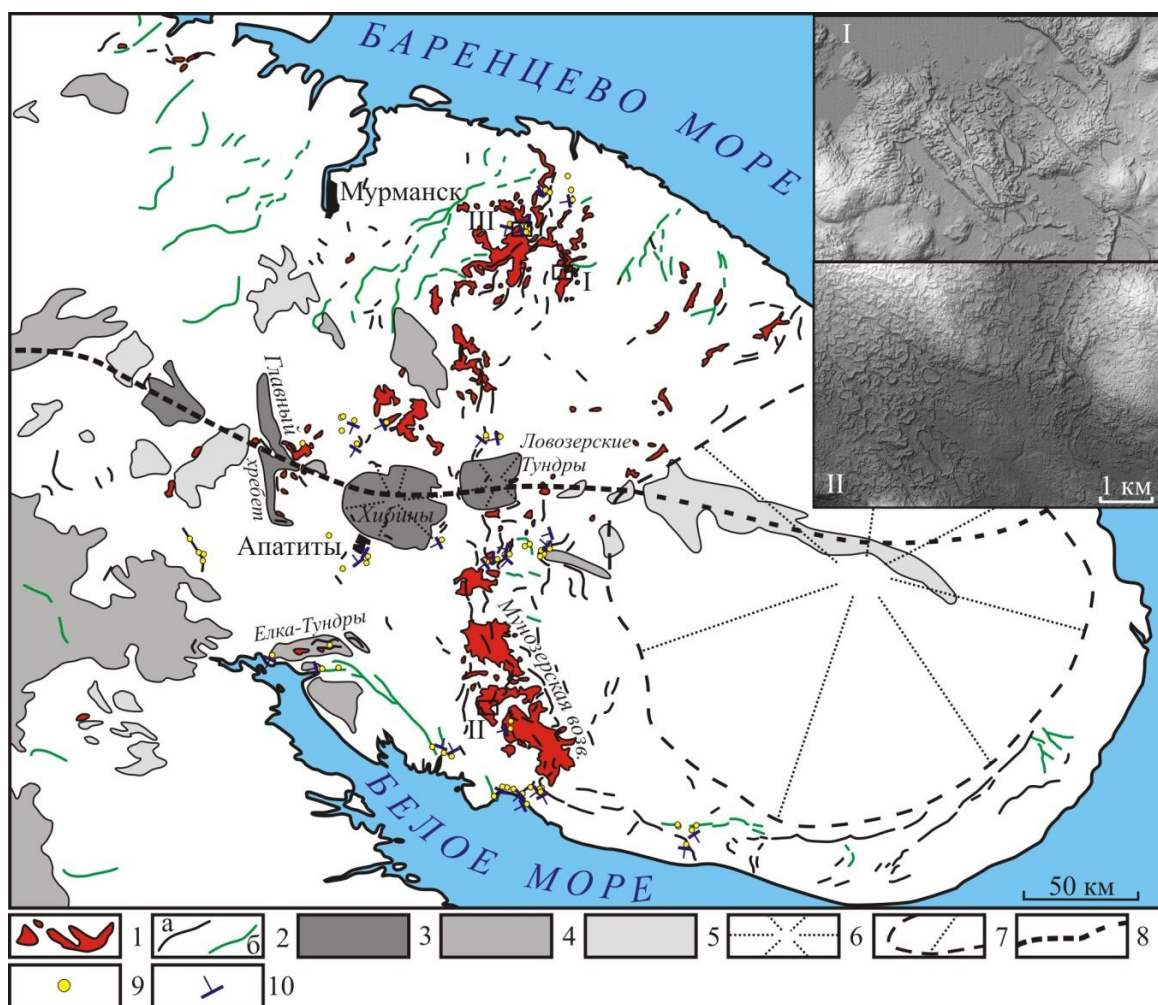


Рисунок 1 – Схема распространения аккумулятивного грядо-кольцевого рельефа в Кольском регионе 1 – грядо-кольцевой рельеф; 2 – гряды моренные и неустановленного генезиса (а), озы (б); массивы со средними отметками: 3 – 600–800 м; 4 – 450–600 м; 5 – 300–450 м; 6 – участки горных оледенений; 7 – область Понойского ледникового щита; 8 – ледораздел беломорского и баренцевоморского ледниковых потоков; 9 – пункты исследования ледниковых отложений; 10 – направления движения ледника. На врезках I и II использована цифровая модель рельефа ArcticDEM разрешением 2 м [12].

В результате работ определено, что наиболее высокие и протяжённые гряды выстраиваются в линейно вытянутые цепочки. В пределах полос грядо-кольцевого рельефа установлено от 1 до 6 параллельных цепочек. Эти фронтальные гряды обладают максимальной длиной и

высотой, а также наиболее крутыми склонами. В промежутках между фронтальными грядами расположены озёрные и болотные котловины, которые разделяются грядами *сложной плановой ориентировки*: кольцевой, серповидной или S-образной. Они отличаются от фронтальных форм меньшей длиной и высотой. К отдельному типу отнесены спрямлённые или слабоизвилистые *радиальные* гряды, расположенные перпендикулярно протиранию фронтальных гряд. Эти гряды имеют длину от 0,1 до 1,5 км. Иногда они выстраиваются в цепочки из нескольких форм, которые прослеживаются вдоль современных речных долин. На удалении 0,5–2 км от дистального края полос грядово-кольцевого рельефа прослеживается полоса невысоких и широких гряд с уплощенной поверхностью, которые ориентированы в целом параллельно фронтальным грядам (рис. 2–3).

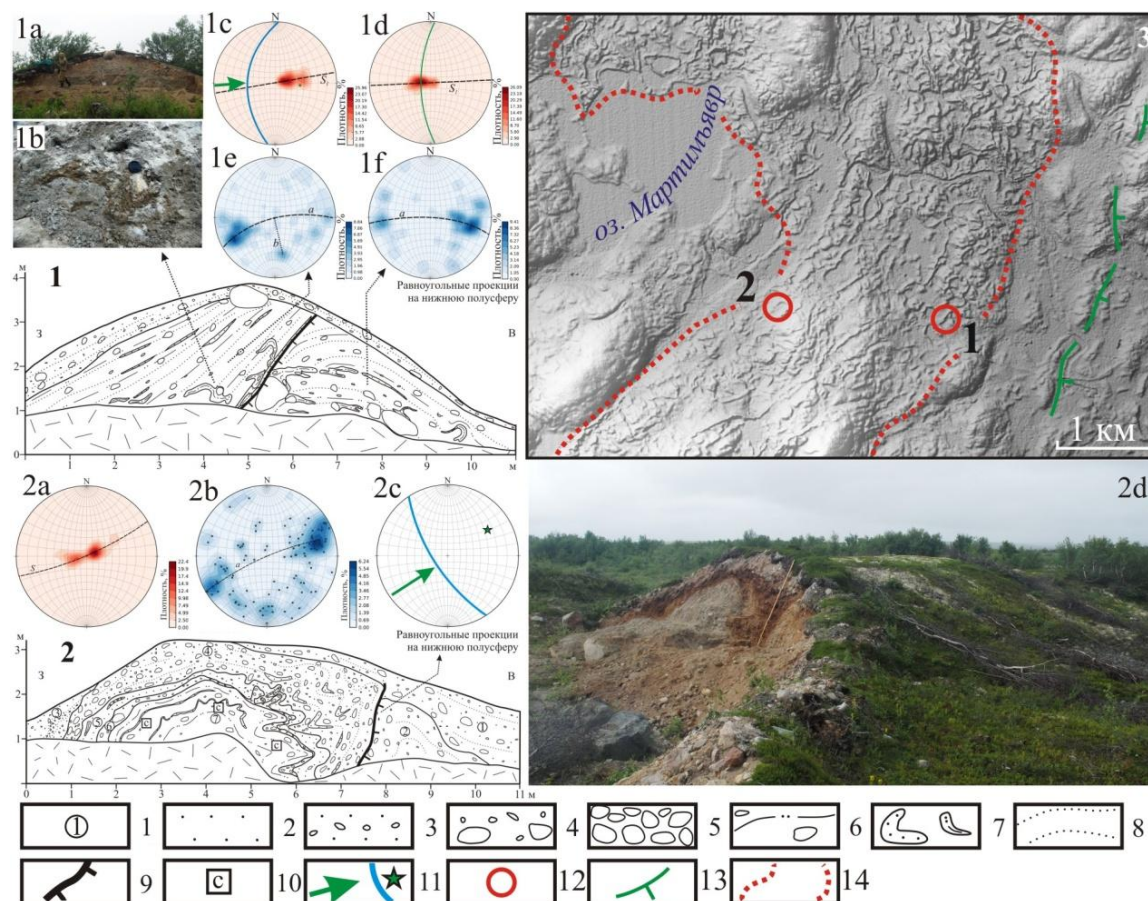


Рисунок 2 – Строение грядово-кольцевого рельефа в районе оз. Мартимьявр (III на рис. 1)
 1 – строение гряды фронтальной ориентировки; 2 – строение гряды сложной плановой ориентировки (на фото 2d);
 3 – рельеф участка на цифровой модели рельефа ArcticDEM 2 м [12]. Условные обозначения: 1 – номера слоёв; 2 – песок разномзернистый; 3 – песчано-гравийная смесь; 4 – гравийно-галечная смесь; 5 – галечно-валунная смесь; 6 – песок оливково-серый и галькой и валунами; 7 – песок в линзах; 8 – слоистость; 9 – плоскость надвига; 10 – места структурных исследований; 11 – направление давления ледника, проекция и падение полюса плоскости надвига. Структурные диаграммы: 1c – падение полюсов сланцеватости надвига, 1d – падение полюсов сланцеватости складки, 1e – падение линейных элементов надвига, 1f – падение линейных элементов складки, 2a – падение полюсов сланцеватости и слоистости складки; 2b – падение линейных элементов складки; 2c – падение плоскости надвига.

В строении *фронтальных* гряд установлены пески зеленовато-серого или оливково-серого цвета, разномзернистые, грубые, глинистые, с значительным числом гравия, гальки и валунов. В песках часто отмечаются тонкие ленты и прослойки песка светло-серого, мелкозернистого, а также изометричные включения в виде блоков песков коричневатых-серых, разномзерни-

стых. Осадки часто сланцеватые, скалываются на плитки толщиной от 0,3 до 3 см, отдельные плитки разделяются тонкими присыпками песков тонкозернистых. Эти осадки в Кольском регионе сопоставляются как с базальной мореной, так и с мореной краевых образований [4, 11]. Морена фронтальных гряд включена в состав гляциодислокаций преимущественно надвигового и реже складчатого типов. Надвиги морены представлены одной или несколькими чешуями мощностью 2–4 м. Чешуи отделяются друг от друга прослоями песков толщиной 2–8 см (рис. 2–1). Падение отдельных чешуй составляет 18–34° и соответствует направлению движения активного ледника [1, 8, 10]. Торцевые части наложенных друг на друга чешуй могут формировать ступенчатый дистальный склон фронтальных гряд. Иногда в строении отмечается сочетание небольших антиклинальных складок морены с причленением к проксимальному крылу складки одной или нескольких чешуй [3, 5].

В строении гряд сложной плановой ориентировки установлены моренные пески, в целом аналогичные по составу отложениям во фронтальных грядах, а также флювиогляциальные пески разномасштабные и песчано-гравийно-галечные смеси. В строении одной из серповидных в плане гряд на севере Кольского полуострова моренные пески залегают в ядре формы в виде запрокинутой складки (рис. 2–2). Ядро из морены обрамлено песками и песчано-гравийными смесями, которые на лежащем крыле складки залегают согласно, а в замковой части складки и на висячем крыле сильно деформированы складками меньшего ранга.

Радиально ориентированные гряды построены флювиогляциальными отложениями. Они представлены песчано-гравийными, гравийно-галечными смесями и валунниками с материалом средней и хорошей степени окатанности. Этот материал залегают в виде линз мощностью до 1–1,5 м, внутри этих линз отмечается косая слоистость. Уклон этой слоистости обычно совпадает с ориентировкой длинной оси гряды. В грядах за дистальным краем полосы грядового рельефа на данный момент также выявлены только флювиогляциальные пески мелко-среднезернистые, хорошо промытые и реже – песчано-гравийные смеси. Эти осадки имеют отчетливую субпараллельную и косую слоистость. Падение косых серий песков обычно разнонаправленное. Для этих отложений характерно отсутствие гляцитектонической нарушенности отложений, а также отсутствие разрывных нарушений, характерных для деформаций осадков, отложенных на блоки мёртвого льда.

Обсуждение и выводы. Грядово-кольцевой рельеф Кольского региона сопоставляется нами с краевыми ледниковыми образованиями последнего оледенения. На это указывает, прежде всего, участие в строении отдельных гряд надвиговых и складчатых гляциодислокаций, характеризующих деятельность активного ледникового покрова [1, 8, 10]. Анализ элементов залегания гляциодислокаций указывает на перемещение льда в основном с запада на восток. Продвижение наибольшей массы ледников осуществлялось по котловинам современных Баренцева и Белого морей двумя крупными ледниковыми потоками: баренцевоморским и беломорским [6, 11, 13–15].

Небольшая мощность ледниковых аккумуляций связана нами с их формированием в узкой краевой зоне относительно маломощного ледникового покрова. Насыщенный дебрисом лед выжимался в ослабленные зоны ледникового покрова. Эти зоны протягивались в основном параллельно краю ледника, формировались будущие фронтальные гряды. Возникновение нескольких цепочек фронтальных гряд может быть связано с подвижками активного ледника и постепенным отмиранием узких полос перенасыщенного дебрисом льда вдоль края ледника. Между зонами заложения фронтальных гряд структура ледникового покрова не была однородной. В зоны трещин и полостей происходило выжимание подледного моренного и флювиогляциального материала. В результате этого процесса формировались гляциоскладки и надвиги гряд сложной плановой ориентировки. Отдельные небольшие формы могли образовываться позже, на периферии крупных блоков мёртвого льда. Таким образом, к формам, связанным с морфогенезом мёртвого льда можно отнести только часть гряд. В случаях пересечения краевой зоны потоками талых ледниковых вод могли формироваться радиальные гряды, которые по

существом являются радиальными озовыми грядами. Разгрузка потоков происходила непосредственно перед ледниковым краем. В таких случаях он хорошо маркирован полосой гряд с уплощенной поверхностью у дистального края краевой зоны. Такие формы можно отнести к супрагляциальным или маргинальным озам [8]. В случае выявления в этих грядах не сортированного крупнообломочного материала флю-тилло и абляционных морен, данные гряды можно идентифицировать как насыпные конечно-моренные гряды [5, 8].

Проведённые работы позволят разработать гляциодинамическую схему и установить местоположение разновозрастных краевых зон, связанных с фазами сокращения последнего ледникового покрова в регионе. Работы будут продолжены с целью установлением возраста краевых ледниковых образований и определения хода дегляциации Кольского региона.

Финансирование. Работа выполнена по теме НИР 0226–2019–0054 лаборатории № 43 Геологического института КНЦ РАН.

Авторы выражают глубокую благодарность **В. В. Кольке** и О. П. Корсаковой за обсуждение материала и ценные замечания, а также Д.С. Толстоброву, Н. А. Костроминой, А. И. Крикуновой, В. А. Крошинскому, А. В. Гончаренко, Н. В. Дёминой, Ю. С. Самсоновой и А. В. Пуцкову за неоценимую помощь в полевых работах.

Библиографические ссылки

1. *Аболтиньш О. П.* Гляциоструктура и ледниковый морфогенез. Рига : Зинатне, 1989.
2. *Арманд Н. Н.* Грядово-кольцевой рельеф морены // Рельеф и геол. строение осадочного покрова Кольского полуострова. М.-Л. : Наука, 1964. С. 48–54.
3. *Евзеров В. Я., Горбунов Е. О., Колька В. В.* Краевые ледниковые образования позднего дриаса в северной и центральной частях Кольского полуострова // Четвертич. отложения и новейшая тектоника ледниковых областей Восточной Европы. Апатиты, 1993. С. 26–38.
4. *Евзеров В. Я.* Литология морены поздневалдайского оледенения западной части Кольского полуострова // Вестн. Мурман. гос. техн. ун-та. 2017. Т. 20, № 1–1. С. 48–59.
5. *Евзеров В. Я.* Строение и формирование внешней полосы одного из поясов краевых образований поздневалдайского ледникового покрова в Кольском регионе // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология. 2015. № 4. С. 5–12.
6. История формирования рельефа и рыхлых отложений северо-восточной части Балтийского щита / Отв. ред.: С. А. Стрелков и М. К. Граве. Л. : Наука, 1976. 164 с.
7. *Кайрюкитис Л. А., Басаликас А. Б., Микалаускас А. П., Милюс И. В., Чеснулявичус А. А.* Оценка расчленённости рельефа Литвы для целей моделирования регионального развития // Тр. АН Лит. ССР. 1983. Сер. Б. Т. 5 (138). С. 85–93.
8. *Каплянская Ф. А., Тарноградский В. Д.* Гляциальная геология: Методическое пособие по изучению ледниковых образований при геологической съёмке крупного масштаба. СПб. : Недра, 1993.
9. *Колька В. В.* Мунозерская островная возвышенность // Вестн. Мурман. гос. техн. ун-та. 1998. Т. 1, № 3. С. 79–88.
10. *Лаверушин Ю. А.* Строение и формирование основных морен материковых оледенений. М. : Наука, 1976.
11. *Семенова Л. Р.* Ледниковая геология Кольского полуострова (поздний плейстоцен): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. СПб. : ВСЕГЕИ, 2004. 23 с.
12. ArcticDEM is an NGA-NSF public-private initiative to automatically produce a high-resolution, high quality, digital surface model (DSM) of the Arctic using optical stereo imagery, high-performance computing, and open source photogrammetry software [Electronic resource]. URL: <https://www.pgc.umn.edu/data/arcticdem/> (date of access: 19.01.2021).
13. *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. N 4. P. 425–443.
14. *Kolka V., Korsakova O., Nikolaeva S., Yevzerov V.* The Late Pleistocene interglacial, late glacial landforms and Holocene neotectonics of the Kola Peninsula. ICG excursion, N 34, Aug. 14–23, 2008.
15. *Rainio H., Saarnisto M., Ekman I.* Younger Dryas end moraines in Finland and NW Russia // *Quaternary Int.* 1995. Vol. 28. P. 179–192.