

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ ЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КОЛЬСКОГО РЕГИОНА

¹Вашков А.А., ¹Толстобров Д.С., ²Макарова Ю.А., ²Нефедова А.Я., ²Томилова Е.С., ³Пуцков А.В.

¹Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, Россия; vashkov@geoksc.apatity.ru

²Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

³АФ МАГУ, Апатиты, Россия

В ходе полевых работ в 2021 году исследован комплекс ледникового рельефа в центральной части Кольского региона у юго-западного склона Ловозерских Тундр. Ледниковые формы представлены грядами, холмами и холмистыми массивами, которые расположены на трех гипсометрических уровнях. В строении ледниковых форм на нижнем уровне были установлены деформированные озерно-ледниковые осадки, перекрытые абляционными тиллами, а на двух верхних уровнях - крупнообломочный не сортированный материал. Ледниковый рельеф сопоставлен с насыпными краевыми образованиями невской фазы сокращения последнего ледникового покрова. Внешний край краевых образований представлен двумя участками насыпных морен. Во внутренней зоне формировались надвиговые гляциодислокации.

Ключевые слова: *Ловозерские Тундры, краевые образования, гляциодислокации, насыпная морена, озерно-ледниковые отложения*

Аккумулятивный ледниковый рельеф центральной части Кольского региона на участке южнее Ловозерских Тундр представлен сочетанием грядовых и холмистых форм (Рис. 1). Начиная с 1970-ых годов этот рельеф сопоставляется с краевыми образованиями последнего оледенения [Стрелков и др., 1976]. На основании данных Геологического института Кольского научного центра и Мурманской геолого-разведочной экспедиции о наличии в районе работ напорных моренных гряд, озов, холмистого моренного рельефа и гляциодиапиров, В.Я. Евзеровым была построена подробная гляциодинамическая модель Кольского региона [Евзеров и др., 2000]. Краевые образования были отнесены к поясу II (время формирования бёллинг – средний дриас) и поясу I (аллеред – поздний дриас). По результатам корреляции краевых образований Кольского региона и территории Карелии краевые образования в этом районе были сопоставлены с лужской, невской фазами и фазой Салпаусселька I [Ekman et al., 1991; Государственная геологическая карта., 2012]. В таком виде эта модель корреляции краевых образований использована в межрегиональных работах по реконструкции динамики Скандинавского ледникового покрова [Rainio et al., 1995; Stroeven et al, 2016; Boyes et al, 2021]. Однако, ряд новых работ как обзорного характера, так и посвященных палеогеографии Кольского региона указывают на то, что граница ледникового покрова около 12.0–12.5 тыс. лет назад должна быть расположена значительно западнее [Hughes et al, 2016; Korsakova et al, 2020; Lenz et al, 2021].

С 2018 года ледниковый рельеф в указанном районе изучается сотрудниками геологического института КНЦ РАН. Полевые работы 2021 года проходили на юго-западном склоне Ловозерских Тундр и вблизи юго-восточного берега оз. Умбозеро (Рис. 1). Применялся комплекс геолого-геоморфологических методов. Производилась документация структурно-текстурных особенностей строения 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. Исследование текстур ледниковых отложений производилось с помощью массовых замеров плоскостных (плоскости сланцеватости, слоистости) и линейных (длинные оси галек и валунов) элементов [Аболтиньш, 1989; Benn, 2013]. Также вычислялась преобладающая форма гальки и небольших валунов [Benn et al, 1994; Graham et al, 2000]. Результаты структурных исследований были обработаны при помощи программы OpenStereo 0.1.2, диаграммы строились на нижней полусфере равноплощадной сетки Шмидта. Определялись морфологические

характеристики ледниковых форм рельефа: длина, высота, крутизна склонов, ширина вершинной части и гребней гряд, ориентировка гребней гряд. Корреляция ледникового рельефа проводилась путем анализа морфометрических показателей рельефа с использованием цифровой модели рельефа ArcticDEM (разрешением 2 м).

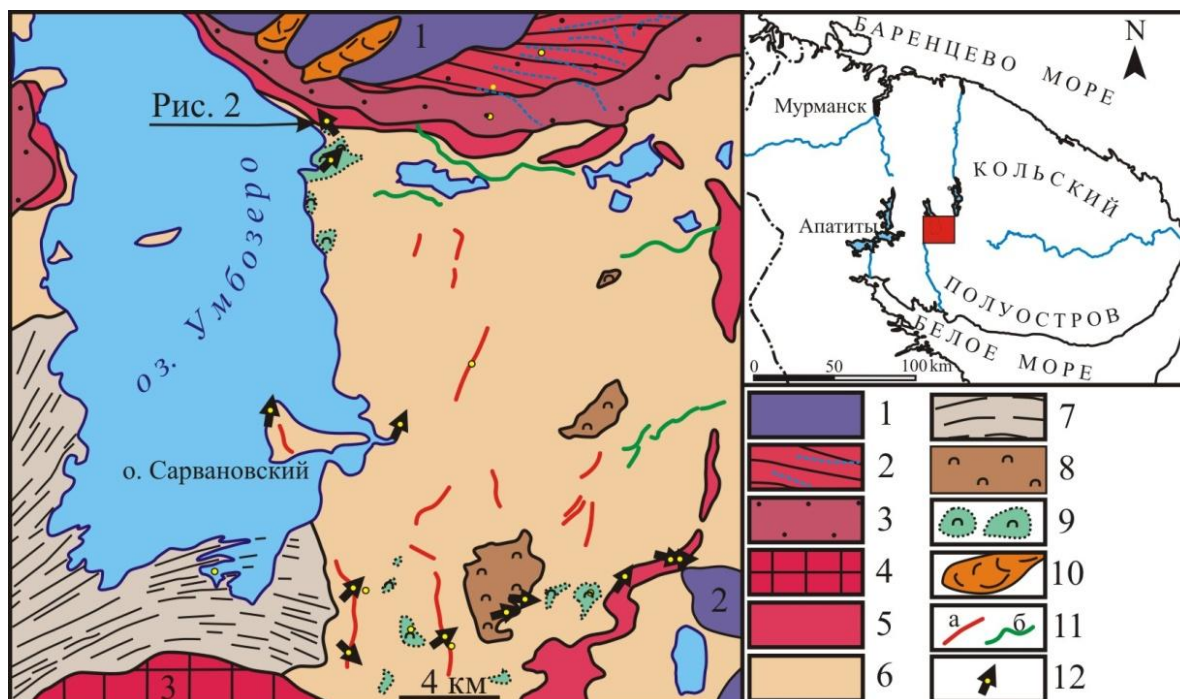


Рис. 1. Местоположение района работ (справа) и гляциоморфологическая схема:

1 – массивы коренных пород; 2 – грядовый рельеф насыпной морены с ложбинами стока талых вод; 3 – холмистый рельеф насыпной морены; 4 – цокольная ледораздельная возвышенность; 5 – грядовый моренный рельеф; 6 – моренная равнина; 7 – друмлины; 8 – холмистая морена; 9 – камы; 10 – холмисто-грядовые формы морены горных ледников моренные гряды; 11 – (а) отдельные моренные гряды, (б) озы; 12 – точки наблюдения и установленные направления давления льда при формировании гляциоструктур. Цифрами обозначены: 1 – Ловозерские Тундры, 2 – массив Инчъявр и Фёдорова Тундра; 3 – Мунозерская возвышенность.

Ледниковый грядовый и холмистый моренный рельеф расположен на компактном участке с абсолютными отметками 160–250 м над уровнем моря (н.у.м.) (Рис. 1). На юго-западе он граничит с площадью распространения друмлинов [Hätterstrand et al, 2006; Boyes et al, 2021]. Южнее находится ледораздельная цокольно-аккумулятивная Мунозерская возвышенность [Колька, 1998]. В северной части ледниковые формы примыкают к склону массива Ловозерских Тундр, который также являлся ледоразделом во время деградации последнего оледенения [Евзеров и др., 2000]. Строение одной из гряд, расположенных у склона Ловозерских Тундр, было исследовано в карьере на её южном склоне (N 67°41'39,8", E 34°34'36,4"). Эта гряда имеет уплощенную поверхность на абсолютных отметках 175–182,8 м н.у.м. Она вытянута субширотно на 1,6 км, шириной около 0,4 км, относительная высота до 15–18 м. В расчистке сверху – вниз вскрыты (Рис. 2):

1. Диамиктон оливковый, с преобладанием песка тонко- и мелкозернистого, глинистого, с гравием, галькой и валунами. Упорядоченная текстура и слоистость отсутствуют. Верхняя часть под современной почвой. Подошва слоя извилистая, образует вклинение в нижележащие осадки. Мощность от 0,5 до 0,8 м.

2. Песок светло-коричнево-серый, разнозернистый, преимущественно среднезернистый, без видимой слоистости, неоднородный. В песке встречаются комки и небольшие гнезда изометричной формы, представленные песком тонкозернистым, глинистым, оливкового цвета. В слое продолжается клинообразная структура из слоя 1. Общая длина этого клина около 0,6 м,

он имеет V-образный профиль, границы покрашены в коричнево-желтый цвет. Мощность слоя 2 – до 0,34 м.

3. Переслаивание песков мелко- и тонкозернистых, песков глинистых и алевритов. Отложения залегают дислоцировано, разбиты разрывными и пластичными нарушениями, отмечаются фрагменты смешения двух разнородных осадков в составе тел сложной формы. В состав деформированной толщи входят:

- песок светло-серый с желтоватым оттенком, мелкозернистый, с признаками волнистой и перистой слоистости;
- песок оливково-серый, тонкозернистый, глинистый, однородный, уплотненный, с признаками субгоризонтальной слоистости, с прослоями песка глинистого и алеврита;
- песок серый, разнородный, преимущественно среднезернистый, слоистый за счет прослоев темно-серого цвета;
- песок серый, мелкозернистый, первоначально с горизонтальной слоистостью за счет прослоев песка тонкозернистого;
- алеврит оливково-серый, уплотненный, изначально с горизонтальной слоистостью.

Анализ падения контактов линз и слоистости, а также замеры падения плоскостей сместителей разрывных нарушений указывают на преобладающее направление в северо-западных румбах, по азимуту 320–330°. Реже отмечается противоположное падение в юго-восточных и южных румбах (Рис. 2, диаграмма).

Ледниковый рельеф на склонах Ловозерских Тундр расположен на трех уровнях. Нижний уровень на абсолютных отметках 180–200 м н.у.м. представлен грядовым моренным рельефом. К нему также относится гряда, описанная выше. Средний уровень на отметках 220–280 м н.у.м. представлен преимущественно отдельными холмами, холмистыми массивами с врезанными в них водно-эрозионными ложбинами. Водно-эрозионные ложбины ориентированы вдоль склона Ловозерских Тундр и врезаны на глубину 7–15 м. В строении большинства холмов установлены диамиктоны с резким преобладанием гальки и валунов. Пространство между крупными обломками заполнено разнородным глинистым песком оливкового и оливково-коричневого цвета. Отложения без видимой слоистости и без упорядоченной текстуры.

На верхнем уровне на абсолютных отметках 330–450 м н.у.м. представлен грядово-ложбинный рельеф. Гряды прослеживаются в виде параллельных друг другу цепочек, ориентированных в основном параллельно склону Ловозерских Тундр с незначительным отклонением в юго-восточном направлении. В цепочки входят гряды длиной 0,15–0,2 км и шириной до 75 м. Южный склон у гряд обычно отчетливый, крутизной 20–26°, на отдельных участках вблизи гребня гряд достигает 38–42°. Северный склон обычно в 1,5–2 раза короче южного и в среднем на 4–6° положе. Промежутки между цепочками гряд в отдельных случаях заняты водно-эрозионными ложбинами, которые могут пересекать отдельные цепочки гряд. Далее в восточном направлении эти ложбины хорошо прослеживаются на космических картах и интерпретируются как латеральные каналы стока [*Hätterstrand et al, 2006; Boyes et al, 2021*]. Поверхность гряд сильно завалунена, среди обломков на поверхности встречаются как неокатанные глыбы местных пород Ловозерского массива, так и окатанные валуны, принесенные с расположенной к югу равнины. Крупнообломочный материал доминирует и во внутреннем строении гряд. Он скреплен разнородным песком коричневым с серым оттенком, с незначительной примесью алеврито-глинистых частиц и с большим числом гравия и гальки. На отметках 280–330 м и выше 450 м н.у.м. прослеживается коренной склон Ловозерского массива с характерными невысокими крутыми уступами, лишенный покрова ледниковых отложений.

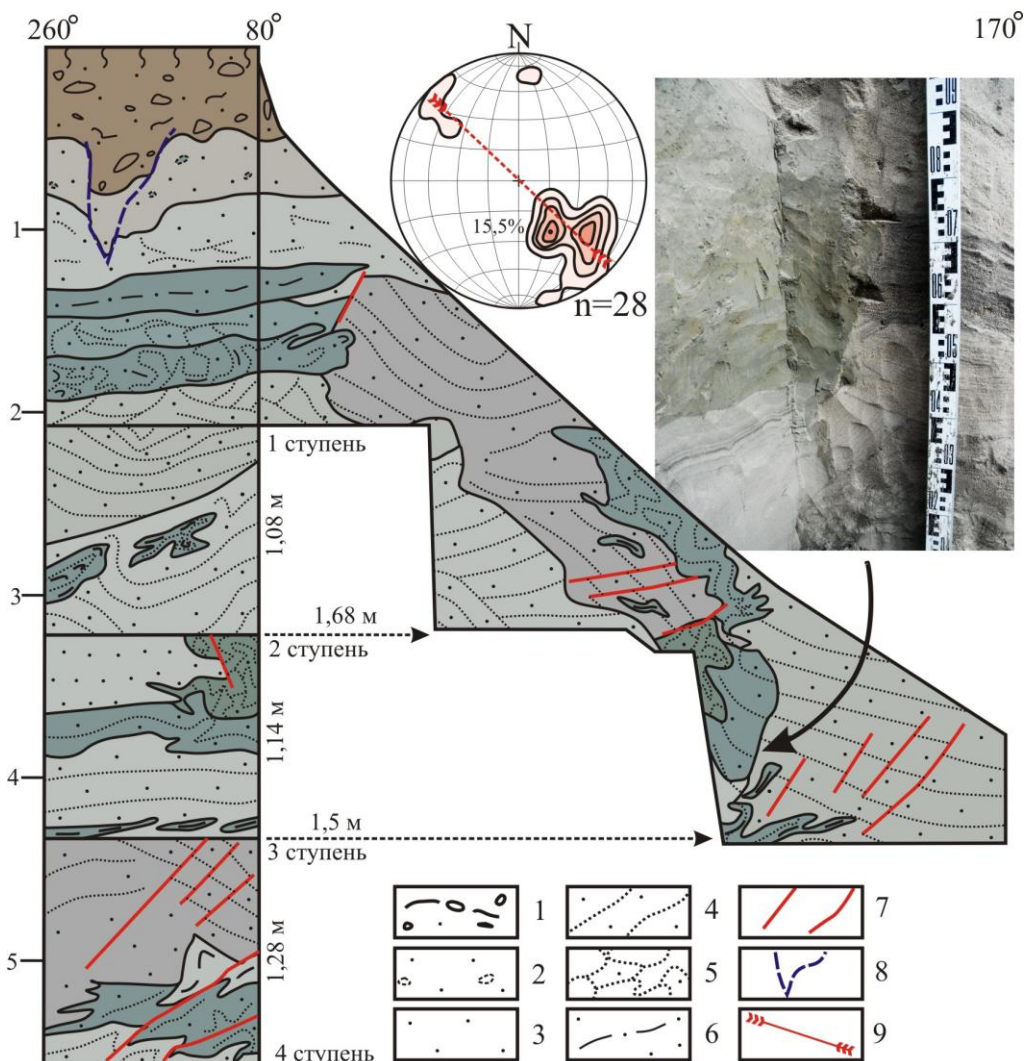


Рис. 2. Деформированные озерно-ледниковые отложения в строении гряды у южного подножья Ловозерских Тундр:

1 – диамиктон; 2 – песок мелкозернистый с гnezдами алевритов; 3 – пески однородные, мелко- и среднезернистые; 4 – первичная слоистость в песках и алевритах; 5 – зоны смешения песков тонкозернистых и алевритов; 6 – алевриты; 7 – разрывные деформации; 8 – морозобойный клин; 9 – ось главного напряжения при деформации пород (на диаграмме). Диаграмма построена на нижней полусфере, сетке Шмидта. На фото – фрагмент разреза. Цифрами на разрезе обозначены ширина и высота ступеней расчистки.

Ледниковые отложения на склонах Ловозерских Тундр интерпретируются нами как насыпные морены, которые маркируют внешний край последнего ледникового покрова. Проведенная нами корреляция краевых ледниковых образований соотносит их с невской фазой. Средний и верхний уровни насыпных краевых образований свидетельствуют о минимум двух крупных подвижках ледникового покрова на склонах Ловозерских Тундр. Деформированные отложения, вскрытые на нижнем уровне грядового рельефа, по своим литологическим характеристикам изначально принадлежали к озерно-ледниковым осадкам. Их гляциотектоническая переработка и смещение относительно первоначального места залегания позволяют отнести их к зоне образования складчатых и надвиговых гляциодикслокаций, которая расположена на небольшом удалении от непосредственной краевой зоны ледникового покрова [Аболтиньш, 1989; Вальчик и др., 1989; Каплянская, Тарноградский, 1993]. Дальнейшая обработка материала полевых работ в этом районе позволит уточнить возраст краевых образований, создать гляциодинамическую схему и восстановить хронологию дегляциации территории всего Кольского региона в позднем плейстоцене.

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

ЛИТЕРАТУРА:

- Аболтиньши О.П.* Гляциоструктура и ледниковый морфогенез. Рига: Зинатне, 1989. 284 с.
- Вальчик М.А., Зусь М.Е., Феденя В.М., Карабанов А.К.* Краевые образования Белорусской гряды. Минск: Наука и техника, 1990. 160 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., 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.
- Колька В.В.* Мунозерская островная возвышенность // Вестник МГТУ. 1998. № 1(3). С. 79–88.
- 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.
- Benn D.I., Ballantyne C.K.* The description and representation of particle shape // *Earth Surface Processes and Landforms*. 1993. № 18(7). P. 665–672. doi: 10.1002/esp.3290180709
- Benn D.I.* Glacial landforms, sediments. Till fabric analysis // *Encyclopedia of Quaternary Science*. 2013. pp. 76–80. doi: 10.1016/B0-44-452747-8/00093-4
- Boyes B. M., Linch L. D., Pearce D. M., Kolka V. V., Nash D. J.* The Kola Peninsula and Russian Lapland: A review of Late Weichselian glaciations // *Quaternary Science Reviews*. 2021. Vol. 267. 107087. doi: 10.1016/j.quascirev.2021.107087
- Graham D.J., Midgley N.G.* Graphical representation of particle shape using Triangular Diagrams: an excel spreadsheet method // *Earth Surface Processes and Landforms*. 2000. Vol. 25. P. 1473–1477. doi: 10.1002/1096-9837(200012)25:133.0.CO;2-C
- 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*, 1991. P. 73–101.
- Hätterstrand C., Clark C.D.* The glacial geomorphology of Kola Peninsula and adjacent areas in the Murmansk Region, Russia // *Journal of Maps*. 2006. Vol. 2. Is. 1. P. 30–42. doi:10.4113/jom.2006.41
- Hughes, A. L. C., Gyllencreutz, R., Lohne, Ø. S., Mangerud, J., Svendsen, J. I.* The Last Eurasian ice sheets – a chronological database and time-slice reconstruction, DATED–1 // *Boreas*. 2016. Vol. 45. Is. 1. P. 1–45. doi: 10.1111/bor.12142
- Korsakova O., Tolstobrov D., Nikolaeva S., Kolka V.* Lake Imandra depression in the Late Glacial and early Holocene (Kola Peninsula, north-western Russia) // *Baltica*. 2020. Vol. 33. Is. 2. P. 177–190. doi: 10.5200/baltica.2020.2.5
- Lenz M., Savelieva L., Frolova L., Cherezova A., Moros M., Baumer M.M., Gromig R., Kostromina N., Nigmatullin N., Kolka V., Wagner B., Fedorov G., Melles M.* Lateglacial and Holocene environment history of the central Kola region, northwestern Russia revealed by sediment succession from Lake Imandra // *Boreas*. 2021. Vol. 50. Is. 1. P. 76–100. doi: 10.1111/bor.12465
- Rainio H., Saarnisto M., Ekman I.* Younger Dryas end moraines in Finland and NW Russia // *Quaternary International*. 1995. Vol. 28. P. 179–192. doi: 10.1016/1040-6182(95)00051-J
- Stroeven A.P., Hätterstrand C., Kleman J., Heyman J., Fabel D., Fredin O., Goodfellow B.W., Harbor J., Jansen J., Olsen L., Caffee M.W., Fink D., Lundqvist J., Rosqvist G.C., Strömberg B., Jansson K.N.* Deglaciation of Fennoscandia // *Quaternary Science Reviews*. 2016. Vol. 147. P. 91–121. doi: 10.1016/j.quascirev.2015.09.016

NEW DATA ON THE STRUCTURE OF GLACIAL DEPOSITS IN THE CENTRAL PART OF THE KOLA REGION

¹*Vashkov A.A.*, ¹*Tolstobrov D.S.*, ²*Makarova Yu.A.*, ²*Nefedova A.Ya.*, ²*Tomilova E.S.*, ³*Putskov A.V.*

¹Geological Institute of the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia; vashkov@geoksc.apatity.ru

²St Petersburg University, Saint-Petersburg, Russia

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

During field work in 2021, a complex of glacial relief in the central part of the Kola region near the southwestern slope of the Lovozero Tundra was investigated. Glacial forms are represented by ridges, hills and hilly massifs, which are located at three hypsometric levels. In the structure of the glacial forms, deformed limnoglacial sediments covered by ablation till were found at the lower level, and coarse-grained unsorted material at the two upper levels. The glacial relief is compared with the dump-moraine marginal formations of the Neva Stage of the reduction of the last ice cover. The outer edge of the marginal formations is represented by two areas of dump moraines. Thrust glacioidislocations were formed in the inner zone.

Keywords: *Lovozero Tundra, end-moraine complex, glacioidislocations, dump moraine, limno-glacial deposits*