

doi:10.24411/2687-1092-2019-10605

КРАЕВЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ДЕГЛЯЦИАЦИИ НА ЮГО-ЗАПАДЕ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА (ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ТЕРСКИХ КЕЙВ)

Вашков А.А., Носова О.Ю., Колька В.В., Корсакова О.П., Толстобров Д.С.

Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты

В ходе полевых работ 2017 – 2019 гг. установлено местоположение и строение цепочек краевых ледниковых гряд в районе п. Умба и н.п. Мосеево. В современном рельефе они выражены за счет дислоцированных рыхлых пород ледникового ложа в ядре, повышением мощности тилла базальной и абляционной фации. Анализ условий залегания ледниковых отложений указывает на формирование ледниковых гряд на периферии активного беломорского потока последнего оледенения. Установлен ареальный тип дегляциации в котловине Белого моря и признаки фронтальной дегляциации на юго-западном склоне Мунозерской возвышенности.

Ключевые слова: *Кольский полуостров, Терские Кейвы, краевые образования, тилл, гляциодислокации, дегляциация*

Информация о структуре краевых ледниковых образований в Кольском регионе имеет важное палеогеографическое значение для установления условий развития природной среды в позднем плейстоцене и голоцене, а также позволяет разработать систему поисковых критериев минерального строительного сырья в регионе. Целью полевых работ 2017–2019 годов было определение основных закономерностей распространения, строения, вещественного состава краевых образований на беломорском побережье Кольского полуострова в районе п. Умба и н.п. Мосеево. Разными авторами здесь выделяется от 2 до 3 цепочек краевых образований с различным плановым расположением. Существует и несколько версий о строении краевых гряд. В настоящий момент существует две основные модели формирования краевых образований в районе работ. Первая связывает формирование полос краевых гряд с краткосрочными периодами стабилизации края активного льда в периоды похолоданий и скачкообразными перемещениями края активного ледника в периоды относительных потеплений, обусловленные значительными климатическими колебаниями в позднем плейстоцене [Евзеров, Николаева, 2000]. Другая точка зрения связана с последовательным чередованием этапов деградации и стабилизации края активного ледника, имевшим регрессивный характер [Ekman, Iljin, 1993; Demidov et al., 2006; Kolka et al., 2008; Государственная геологическая карта..., 2012; Система Белого моря, 2017]. В рамках этой модели имеются, в свою очередь, различные варианты возраста отдельных полос краевых образований, их конфигурации и корреляции.

Район работ занимает южную часть обширной всхолмленной равнины, которая протягивается от южных склонов Хибин до побережья Белого моря. Юго-западнее неё расположены поднятия низких гор Колвицких Тундр и Ёлка-Тундр. Северо-восточнее расположена островная ледораздельная Мунозерская возвышенность [Колька, 1998]. Юг равнины ограничен крупным Кандалакшским грабеном, который в настоящее время занят современной котловиной Белого моря. Глубина залегания пород кристаллического фундамента в районе работ установлена по наличию непосредственных выходов коренных пород на поверхность и по данным бурения в целях геологической съемки в 1960–70-ых годах. На побережье Белого моря в районе п. Умба, губы Пильская и п-ова Турий породы кристаллического фундамента часто выходят на дневную поверхность. В северо-восточном направлении глубина залегания постепенно возрастает 3–18 м. Значительные колебания глубины залегания коренных пород отмечаются в пределах Мунозерской возвышенности (юго-западнее и западнее оз. Вялозеро), где могут достигать значений более 45 м.

В ходе исследования *геологическими методами* было изучено 18 искусственных обнажений: карьеры, расчистки на склонах гряд, шурфы (Рис. 1). Проводилось подробное изучение структурно-текстурных особенностей ледниковых и водно-ледниковых осадков. Цвет отложений определялся при помощи колориметрической системы *Munsell Soil Color Charts*. Гранулометрический состав определялся при помощи сит диаметром 1–10 мм. Производились замеры мощности отдельных слоев и линз, а также азимут и угол падения границ слоистости.

Детальное исследование гляциоструктур с целью подтверждения их генезиса и определения направлений нагнетания обломочного материала ледником производилось с помощью *структурного метода*. Он заключается в массовых замерах плоскостных (плоскости сланцеватости, границы слоистости) и линейных (длинные оси галек и валунов) элементов тилла в разных частях геологического разреза. Замеры производились при помощи геологического компаса, по 50–100 замеров азимутов и углов падения полюсов сланцеватости и линейных элементов слоя, по 5–10 замеров для крыльев выявленных гляциоскладок. По результатам замеров с помощью программы OpenStereo 0.1.2, строились структурные диаграммы (использовалась нижняя полусфера и равноугольная сетка Шмидта). Анализ диаграмм начинался с выявления плоскости скольжения S_1 , соответствующей максимуму на диаграмме полюсов сланцеватости, который указывает главное направление движения ледника [Аболтиньи, 1989; Pasanen, Lunka, 2008]. Плоскость S_1 условно переносилась на диаграммы ориентировки линейных элементов. В случаях, когда плоскости S_1 соответствовал один или пара противоположных максимумов линейных элементов, устанавливалось направление *a*-линейности, которая указывает на перемещение галек и валунов согласно направлению движения льда. Если положение 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.

Геоморфологические методы заключались в сопоставлении геологических данных с формами рельефа с фиксацией полученной информации в средствах GIS. 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 простираия гребней гряд). Через отдельные формы рельефа проходились нивелирные ходы, использованные при построении схем геологических разрезов. В камеральных условиях производилось морфометрическое исследование современного рельефа района работ по методике, опробованной на ледниковых образованиях Литвы и Беларуси [Кайрюкитис и др., 1983]. В ходе него территория площадью 45×53 км была разбита на участки площадью 1 км². В пределах этих участков, при помощи анализа цифровой модели рельефа ArcticDEM разрешением 2 м, определялись количество отдельных вершин, средняя высота склона и средняя длина склона. По этим показателям были вычислены средняя крутизна склонов, коэффициент вертикального расчленения рельефа (отношение крутизны склона к его высоте) и индекс холмистости рельефа (количество вершин холмов в зависимости от показателя коэффициента вертикального расчленения рельефа). В дальнейшем при помощи программы Surfer 13 было произведено построение морфометрических схем по всем указанным выше показателям.

В результате работ установлено, что формирование краевых ледниковых образований юго-западной части Кольского полуострова происходило в зоне действия Беломорского ледникового потока Скандинавского ледникового покрова во время

поздневалдайской стадии его развития [Ekman, Iljin, 1993; Hättestrand at all, 2007]. Наиболее активно процессы ледникового литоморфогенеза на указанной территории проявились в эпохи древнейшего и древнего дриаса [Demidov at all, 2006; Колька и др., 2013]. В это время край активного ледника стабилизировался не менее трех раз на разных рубежах, соответствующих выделенным нами полосам I, II и III (Рис. 1).

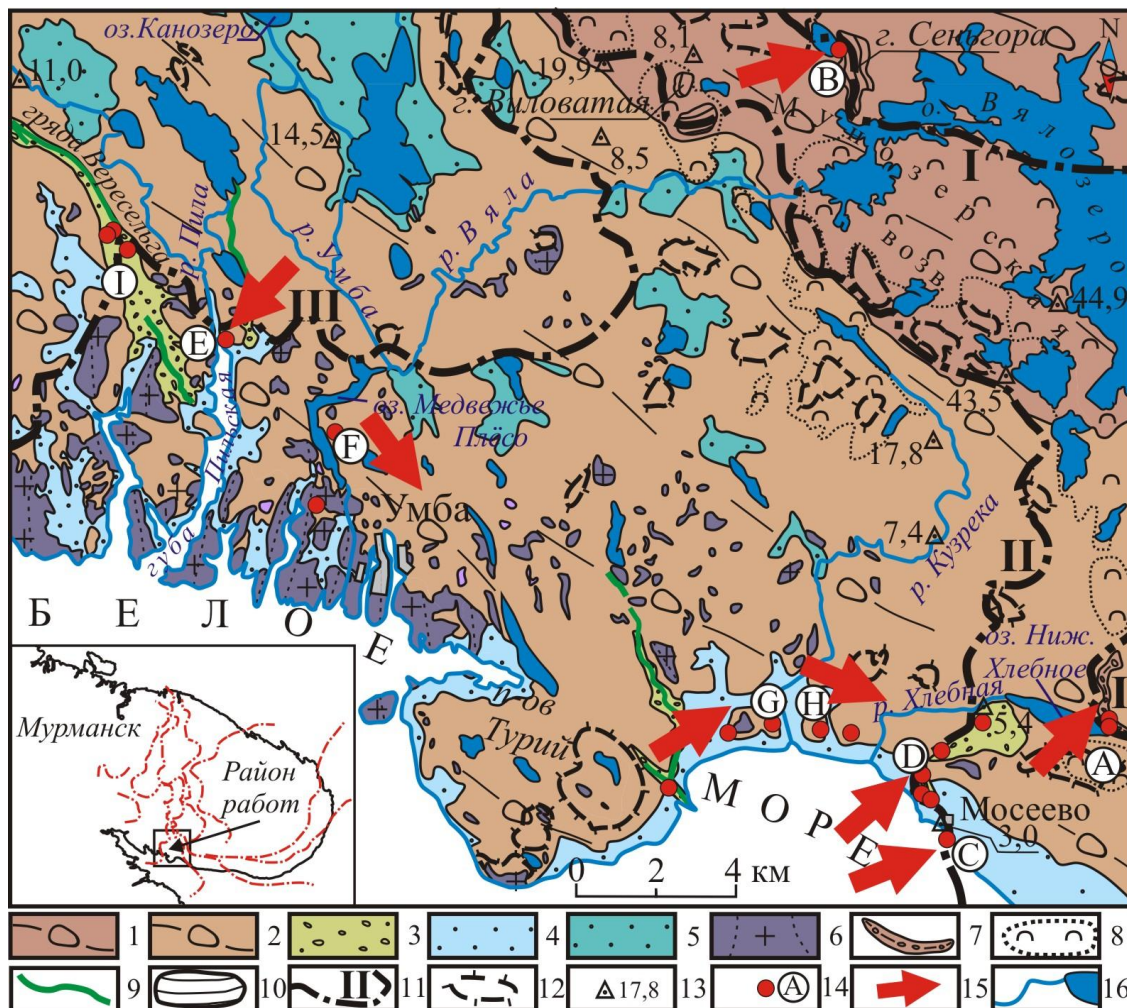


Рис. 1. Гляциоморфологическая схема района. Участки развития: 1 – напорных и складчатых тиллов островной возвышенности (по [Колька, 1998]), 2 – базальных тиллов моренной равнины, 3 – флювиогляциальных отложений, 4 – морских отложений, 5 – лимногляциальных отложений, 6 – коренных пород; 7 – напорные конечно-моренные гряды; 8 – грядово-кольцевой аккумулятивный рельеф; 9 – озовые гряды; 10 – чешуйчатые гляциодислокации; 11 – зоны развития краевых образований; 12 – выраженные в рельефе выступы кристаллического фундамента; 13 – скважины и значение мощности четвертичных отложений в них; 14 – пункты наблюдения и их номера; 15 – направление нагнетания ледниковых отложений активным ледником (построено по анализу структурных диаграмм); 16 – реки и озера. Красные линии на врезке – предполагаемое положение полос краевых образований.

Активный ледник перемещался по значительно расчлененной поверхности субстрата. В результате этого наибольшая масса льда смещалась и продвигалась в виде крупного языка по депрессии современного Белого моря. С территории современной суши активный лед поступал в Беломорскую депрессию по участкам с наименьшими абсолютными отметками. В исследуемом районе к таким участкам относится территория в районе оз. Канозеро – п. Умба – губа Пильская. Здесь во время существования активного ледника отмечалась наименьшая мощность льда и наибольшая скорость его продвижения [Лаврушин, 1976; Татарников, 1999]. В результате этого процесса в указанном районе на побережье современного Белого моря мощность ледниковых аккумуляций минимальна

(до 5 м), распространены они прерывисто и представлены преимущественно тиллами базальной фации.

На участке от юго-западного склона Мунозерской возвышенности до полуострова Турий наличие значительных поднятий ледникового ложа, расположенных на пути перемещения ледника, приводило к замедлению движения ледникового покрова. В результате этого мощность ледниковых аккумуляций здесь выше (2–10 м). Ледниковые осадки представлены здесь не только базальным, но и достаточно мощным абляционным тиллом. Наименьшей скоростью продвижения ледника в исследуемом районе отмечалась в пределах ледораздельной Мунозерской возвышенности. В свою очередь, путем выжимания в эту область наиболее тяжелого, насыщенного дебрисом льда, сюда приносилось наибольшее число обломочного материала, переносимого активным ледником [Колька, 1998; Аболтиньш, 1989]. Указанные особенности ледниковой динамики в районе работ предопределили конфигурацию краевых зон оледенения. Полосы краевых образований расположены близко друг к другу в пределах склонов ледораздельной возвышенности и веерообразно расходятся от неё в сторону депрессии Белого моря (Рис 1.).

Установленные позиции краевых образований в регионе, их различное геологическое строение и выражение в современном рельефе указывают на сложный ход дегляциации территории. Относительно высокая скорость продвижения активного льда и его небольшая мощность вследствие уклона ледникового ложа согласно направлению движения льда, а также контакт краевой зоны ледника с приледниково-морским бассейном обусловил высокую скорость деградации ледникового покрова в бёллинге и аллереде в пределах современной беломорской котловины. Скачкообразные смещения краевой зоны на 15–25 км здесь указывают на преимущественно ареальный тип дегляциации территории беломорской котловины, причем массивы мертвого льда в её пределах таяли относительно быстро.

Иначе происходила дегляциация территории современной суши. Сближение краевых образований в районе оз. Хлебное – д. Мосеево и далее к склонам Мунозерской возвышенности, указывают на преимущественно фронтальный характер дегляциации. Позиции краткосрочных фаз стабилизации края активного ледника фиксируются в виде трех полос конечно-моренных гряд и грядово-холмистого рельефа, а также нескольких осциляторных цепочек, сопровождающих краевые образования. Специфика строения этих гляциоструктур указывает на практически повсеместное участие в их строении гляциодислокаций: деформированного базального тилла и участков ассимиляции рыхлых пород ледникового ложа. Краевые образования полосы I выражены за счёт гляциоскладок и надвигов в виде крупных чешуй, в строении которых на данный момент установлены исключительно базальные тиллы. В состав гляциоскладок деформированных базальных тиллов краевых гряд полосы II включены морские осадки (гряды у д. Мосеево), а в строении краевых образований полосы III вовлечены флювиогляциальные аккумуляции (разрез у р. Пила [Евзеров, Кошечкин, 1980]). Дистанционный анализ морфометрических показателей современного рельефа позволяет проследить конфигурацию полос краевых образований достаточно уверенно. Этим гляциоструктурам соответствуют относительно повышенные значения коэффициентов вертикального расчленения и холмистости. В расположении краевых гряд прослеживается зависимость от неровностей ледникового субстрата, что определяет её фестончатый облик с обособлением отдельных небольших языков в структуре края активного ледника. Дегляциация территории между Мунозерской возвышенностью и полуостровом Турий происходила в виде отчленения относительно узких полос мёртвого льда с последующим их распадом на отдельные блоки. Последующее вытаивание этих блоков было неравномерным вследствие разного воздействия на них талых ледниковых вод. На месте частично вытаявших блоков формировались небольшие приледниковые водоёмы, которые постепенно соединялись

между собой и уровень которых постепенно понижался. Отдельные блоки мёртвого льда здесь сохранялись до начала голоцена [*Колька и др., 2013*].

Анализ падения гляциоструктур в районе работ позволил установить особенности динамики ледникового покрова. Во время формирования полосы I активный ледник наиболее активно продвигался в юго-восточном направлении, в депрессии Белого моря. На периферии этого потока происходило отжимание насыщенного дебрисом льда в северо-восточном направлении, формировалась полоса конечно-моренных гряд у озера Нижнее Хлебное. После формирования основной дуги конечно-моренных формирований произошло повторное выдавливание пластин моренонасыщенного льда на небольшие блоки уже отчленившегося мертвого льда, которое происходило в различных направлениях преимущественно северных румбов. В результате этого процесса сформировались небольшие гряды на юго-западном обрамлении наиболее высокой конечно-моренной гряды. Подобный процесс, но в гораздо большем масштабе протекал и на юго-западных склонах Мунозерской возвышенности. Здесь также установлено перемещение блоков-чешуй насыщенного дебрисом льда в северо-восточном направлении, причем количество таких подвижек было большим, что привело к формированию грядово-холмистого массива, построенного чешуйчатыми гляциодислокациями.

Динамика ледника во время формирования полосы II в целом сходна с предыдущей фазой генерации краевых образований. Падение гляциоструктур конечно-моренных гряд у д. Мосеево также указывает на давление активного льда на северо-восток, на периферию ледникового потока в депрессии Белого моря. Анализ падения гляциоструктур моренной равнины, расположенной проксимальнее полосы краевых образований II указывает на течение льда восточнее полуострова Турий преимущественно в восточном направлении, а в районе п. Умба ледник продвигался на юг и юго-восток. На следующем этапе деградации последнего ледника краевая зона в районе работ переместилась на рубеж севернее п. Умба, давление активного ледника на фронт полосы III краевых образований производилось в направлениях южных румбов.

В результате проведенных работ на юго-западе Кольского полуострова были получены новые данные о строении ледниковых аккумуляций последнего оледенения. Новые геологические, структурные, геоморфологические (морфометрические) и петрографические данные по строению сложного комплекса ледниковых аккумуляций позволили установить не менее трех полос развития краевых образований. В строении краевых образований наблюдаются схожие черты: доминирование базальных тиллов, активное вовлечение в состав гляциоструктур рыхлых пород ложа и значительная гляциотектоническая переработка ледниковых аккумуляций. Благодаря новым данным о динамике последнего ледникового покрова установлен сложный ход дегляциации территории, которая имела здесь черты ареальной (депрессия Белого моря и территория моренной равнины) и фронтальной (юго-западный склон Мунозерской возвышенности). Практическое значение проведенного исследования заключается в установлении поисковых критериев прогнозирования залежей минерально-строительного сырья в регионе. Дальнейшим направлением исследований в регионе является изучение процессов гляциоморфогенеза в пределах ледораздельной Мунозерской возвышенности, где комплекс конечно-моренных образований представлен наиболее полно, а также западного сегмента Терских Кейв. Важным вопросом, требующим решения в будущем, является установление возраста краевых образований региона и, соответственно, времени дегляциации территории.

Работа выполнена по теме НИР 0226–2019–0054 лаборатории №43 Геологического института КНЦ РАН. Авторы благодарят В.Л. Ильченко, Н.А. Костромину, А.И. Крикунову, В.А. Крошинского, А.Д. Коваленко, Е.А. Овсякова, В.М. Мырина за помощь в проведении полевых работ.

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., 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.
- Кайрюкитис Л.А., Басаликас А.Б., Микалаускас А.П., Милюс И.В., Чеснулявичус А.А.* Оценка расчлененности рельефа Литвы для целей моделирования регионального развития // Труды АН Литовской ССР. 1983. Серия Б. Т. 5 (138). С. 85–93.
- 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.
- Колька В.В.* Мунозерская островная возвышенность // Вестник Мурманского государственного технического университета. 1998. Т. 1. № 3. С. 79–88.
- Лаврушин Ю.А.* Строение и формирование основных морен материковых оледенений. М: Наука, 1976. 237 с.
- Система Белого моря.* Том IV. Процессы осадкообразования, геология и история / Отв. ред. Лисицын А.П. Москва: Научный мир, 2017. 1030 с.
- Татарников О.М.* Морфолитогенез в условиях таяния мертвого льда // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 11.00.04 – Геоморфология и эволюционная география. М., 1999. 32 с.
- 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.
- 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.
- Hättestrand C., Kolka V., Stroeven 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.
- Kolka V., Korsakova O., Nikolaeva S., Evzerov V.* The Late Pleistocene interglacial, late Glacial landforms and Holocene neotectonics of the Kola Peninsula // ICG excursion No 34, August 14–23. Apatity, 2008. 72 p.
- Pasanen A., Lunkka J.P.* [Glaciotectonic deformation of till-covered glaciofluvial deposits in Oulu region, Finland](#) // Bulletin of the Geological Society of Finland. 2008. Vol. 80. P. 89–103.

MARGINAL FORMATIONS AND DEGLACIATION FEATURES OF THE SOUTH-WEST PART OF THE KOLA PENINSULA (WEST PART OF TERSKIE KEIVY)

Vashkov A., Nosova O., Kolka V., Korsakova O., Tolstobrov D.

Geological Institute, KSC RAS, Apatity

Structure of the moraine ridges near the Uмба and Moseevo Settlements was studied in the course of field works in 2017–2019. Basement of the ridges is composed of folded tills with deformed loose rocks of the ice bed and very heavy basal tills. Fragments of the marginal formation bands were correlated using morphometric data of present relief. In the White Sea Basin and on the adjacent land was determined areal type of deglaciation, and on the south-west slope of the Munozero Upland – frontal type.

Keywords: *Kola Peninsula, Terskie Keivy, Marginal glacial forms, till, glacioidislocations, deglaciation*