

## Особенности петрографического состава обломочной фракции тиллов у д. Варзуга (Терские Кейвы, юг Кольского полуострова)

Носова О.Ю.<sup>1</sup>, Вашков А.А.<sup>1</sup>, Колька В.В.<sup>1</sup>, Корсакова О.П.<sup>1</sup>, Толстобров Д.С.<sup>1</sup>, Костромина Н.А.<sup>2</sup>, Крикунова А.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Геологический институт КНЦ РАН, Анатимы, nosova@geoksc.apatity.ru

<sup>2</sup> Институт наук о Земле СПбГУ

**Аннотация.** Приводятся данные о петрографическом составе крупнообломочной фракции тиллов, участвующих в строении Терских Кейв в районе д. Варзуга и прилегающих моренных равнин. Сравнение составов абляционных тиллов из краевых гряд и базальных тиллов моренной равнины позволило предположить, что образованию флювиогляциальных отложений фрагмента Терских Кейв у д. Варзуга предшествовало проникновение льдов Беломорской лопасти на север, северо-восток во время подвижки отступающего поздневалдайского ледника.

**Ключевые слова:** Терские Кейвы, тиллы, петрографический состав обломков, направления движения ледника.

## Features of petrographical composition of till debris near the Varzuga Village (Terskie Keivy, the south of the Kola Peninsula)

Nosova O. Yu.<sup>1</sup>, Vashkov A.A.<sup>1</sup>, Kolka V.V.<sup>1</sup>, Korsakova O.P.<sup>1</sup>, Tolstobrov D.S.<sup>1</sup>, Kostromina N.A.<sup>2</sup>, Krikunova A.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geological Institute of the Kola Science Centre of RAS, nosova@geoksc.apatity.ru

<sup>2</sup> Institute of Earth Sciences of the St.Petersburg State University

**Abstract.** There are data on petrographical composition of coarse-elastic fraction of tills studied in sections of the Terskie Keivy near the Varzuga Village and adjacent moraine plains. Comparison of composition of ablation till from the ice-marginal ridges and basal tills of moraine plain allowed to assume that ice of the White Sea Lobe penetrated north-, north-eastwards during readvance of the retreating Late-Weichselian glacier before the fluvio-glacial deposits of the Terskie Keivy near the Varzuga Village were formed.

**Key words:** the Terskie Keivy, tills, petrographical composition of debris, ice movement directions.

### Введение

Одними из наиболее спорных в четвертичной геологии Кольского региона являются вопросы механизма и времени формирования ярко выраженных в рельефе ледниковых образований Терских Кейв. Они тянутся параллельно Терскому берегу Белого моря и включают в себя гряды от р. Колвицы до р. Поной (Лаврова, 1960; Стрелков и др., 1976); от р. Варзуги до р. Лумбовки или р. Поной (Hattestrand et al., 2007; Lunkka et al., 2018). Большинство предыдущих интерпретаций генезиса Кейв опиралось преимущественно на их геоморфологические особенности. На сегодняшний день можно выделить несколько основных групп гипотез образования Терских Кейв: 1) Кейвы сформировались в краевой зоне Беломорской лопасти (Апухтин и др., 1967; Евзеров и др., 2000); 2) как краевая зона ледника, покрывавшего внутренние территории Кольского региона (Лаврова, 1960); 3) в краевой зоне между активным или стагнированным льдом Скандинавского ледникового щита, проникшим в центральные части Кольского полуострова, или самостоятельным Понойским ледниковым щитом и Беломорской лопастью Скандинавского щита (Григорьев, 1934; Арманд, 1965; Стрелков и др., 1976; Hattestrand et al., 2007; Lunkka et al., 2018 и др.); 4) образованы льдами Баренцевоморского ледника, проникавшими по горлу Белого моря с севера – северо-востока (Гросвальд, 1996). Стоит отметить, что практически во всех моделях образования Кейв отсутствуют данные об их вещественном составе, хотя этот материал может послужить решающим доводом в доказательство выдвигаемых гипотез и более точно указать на источники поступления обломков, а значит и распространения ледников. Только в работе Стрелкова с соавторами говорится о находках

терских песчаников севернее их коренных выходов, что позволило говорить о значительном продвижении льдов Беломорской лопасти с юга (Стрелков и др., 1976).

### Геологическое строение района работ

В ходе полевых работ 2018 года были изучены разрезы ледниковых отложений Терских Кейв в районе д. Варзуга (рис. 1). Коренные породы в районе исследований представлены различными гранитоидами Терского, Вороньинского и Стрельнинского комплексов (рис. 1 А). Реже встречаются породы комплекса основания, представленные биотитовыми, амфибол-биотитовыми гнейсами, тоналито-гнейсами, гранодиорито-гнейсами. На севере района работ широко развиты породы западносерговской толщи (риолиты, дацитовые, андезито-дацитовые порфиры и др.) и кислугубской свиты (сланцевые, гранат-сланцевые парагнейсы и сланцы, конгломераты, кварциты). Породы западносерговской толщи прорываются телами габбро-диабазов, габбро-амфиболитов Серговского комплекса. На юге, юго-востоке вдоль побережья Белого моря распространены породы терской свиты – красноцветные песчаники, конгломераты, алевролиты и др. (Геологическая..., 2001).

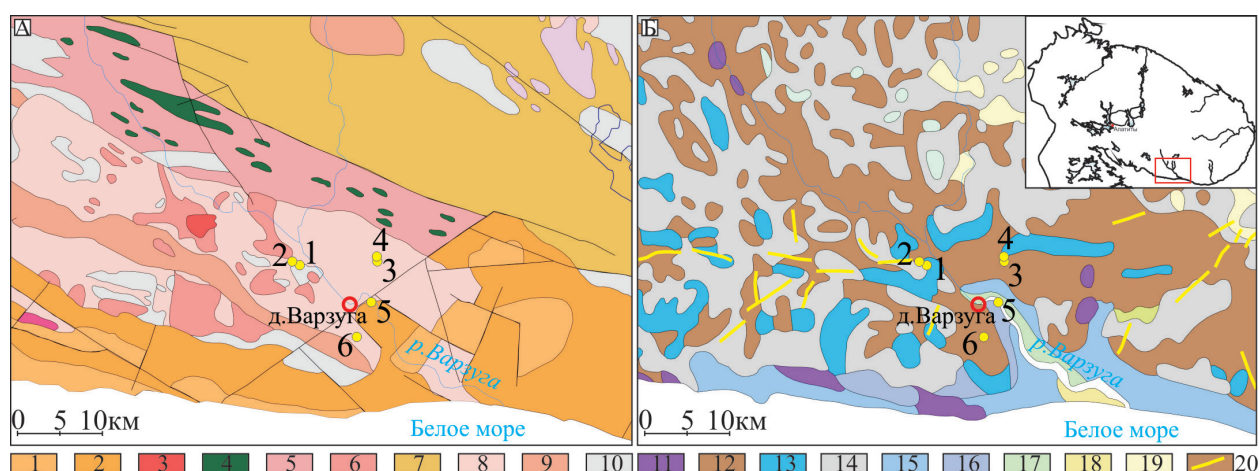


Рис. 1. Геологическая карта дочетвертичных (А) и четвертичных (Б) образований района работ (на основании (Геологическая..., 2001; Государственная..., 2010)).

Дочетвертичные образования (А): 1, 2 – конгломераты, песчаники, алевролиты терской свиты; 3 – лейкограниты Стрельнинского комплекса; 4 – габбро-диабазы, габбро-амфиболиты Серговского комплекса; 5 – риолиты, дациты, туфы, метаосадки западносерговской толщи; 6 – лейкограниты, гранодиориты Вороньинского комплекса; 7 – слюдяные, гранат-сланцевые гнейсы и сланцы кислугубской свиты; 8 – гранодиориты, плагиограниты, тоналиты Терского комплекса; 9 – гнейсы, амфиболиты сергозёрской толщи; 10 – гнейсы биотитовые, амфибол-биотитовые, тоналито-гнейсы, амфиболиты комплекса основания. Четвертичные отложения (Б): 11 – выходы коренных пород; 12 – основная нормально-пластовая морена; 13 – лимногляциальные; 14 – болотные; 15 – современные морские; 16 – морские отложения трансгрессии портландия; 17 – аллювиально-морские; 18 – эоловые; 19 – элювиально-делювиальные; 20 – озы. Цифры на карте – изученные обнажения: 1 – Перелой-1; 2 – Перелой-2; 3 – Кицкие Родники-1; 4 – Кицкие Родники-2; 5 – Клетной порог; 6 – Дедкин Ручей.

Fig. 1. Geological map of bedrock (A) and quaternary deposits (Б) of study area (by (Geological..., 2001; State..., 2010)).

Bedrock (A): 1, 2 – conglomerates, sandstones, siltstones of the Terskaya suite; 3 – leucogranites of the Strelna complex; 4 – gabbro-diabases, gabbro-amphibolites of the Serga complex; 5 – riolites, dacites, tuffs, metasediments of the Zapadnosergovskaya unit; 6 – leucogranites, granodiorites of the Voronya complex; 7 – micaceous, garnet-micaceous greisses and schists of the Kislaya Guba suite; 8 – granodiorites, plagiogranites, tonalities of the Tersky complex; 9 – greisses, amphibolites of the Sergozerskaya unit; 10 – biotite, amphibol-biotite gneisses, tonalite-greisses, amphibolites of the Basement complex. Quaternary deposits (Б): 11 – bedrock outcrops; 12 – basal normal-bedded moraine; 13 – limnoglacial; 14 – palustrine; 15 – present marine; 16 – marine deposits of the Portlandia transgression; 17 – alluvial-marine; 18 – eolian; 19 – eluvial-deluvial; 20 – eskers. Numerals on the map – studied outcrops: 1 – Pereloy-1; 2 – Pereloy-2; 3 – Kitskie Rodniki-1; 4 – Kitskie Rodniki-2; 5 – Kletnoy Rapid; 6 – Dedkin Ruchey.

Изученный участок Терских Кейв представляет собой хорошо выраженные в рельефе цепочки гряд и холмов, осложненные гляциокарстовыми понижениями. Относительная высота гряд – 20-30 м. Долина р. Варзуга разделяет Терские Кейвы в районе работ на западный и восточный фрагменты. Согласно различным представлениям Кейвы здесь являются либо флювиогляциальными отложениями типа озов на западе и базальным тиллом на востоке (Государственная..., 2010), либо фрагментарно сложены тиллами и флювиогляциальными отложениями (Лаврова, 1960), либо представлены насыпными и напорно-насыпными моренами (Евзеров и др., 2000), либо являются ледораздельными озами (Четвертичные..., 2003). На севере и юге к Кейвам примыкают моренные равнины с участками развития озёрно-ледниковых отложений и современных болотных образований. Вдоль побережья Белого моря распространены морские отложения, слагающие морские террасы, а также встречаются эоловые образования. (рис. 1 Б).

### Методы

В ходе исследований применялся комплекс геологических, петрографических и геоморфологических методов. Были изучены разрезы ледниковых отложений на поверхности гряд в урочищах Перелой и Кицкие Родники, а также в пределах моренных равнин на севере у подножия гряд и на юге (рис. 1). При изучении разрезов проводилось послойное описание отложений, включающее определение гранулометрического состава, цвета по шкале Munsell, характера ледниковых текстур и др. Петрографический состав крупнообломочной фракции тиллов изучался для валунной (> 100 мм), галечной (10-100 мм) и крупногравийной (5-10 мм) фракций. Состав валунной фракции определялся для абляционных тиллов на поверхности гряд в пределах участка 5 × 5 м. Галечно-гравийный материал отбирался из толщ абляционного и базального тиллов из разрезов гряд и прилегающих моренных равнин.

### Результаты

В результате изучения было установлено, что западный и восточный фрагменты Терских Кейв сложены флювиогляциальными образованиями, перекрытыми маломощным абляционным тиллом (рис. 2 А и Б). Типичное строение отложений гряд установлено в разрезе обн. Перелой-1 (N 66°26'43,6», E 36°28'39,8»; рис. 2 А). Сверху вниз отложения представлены:

Слой-1 – песок разнозернистый, преимущественно среднезернистый, коричневато-жёлтого цвета, с гравием, галькой, валунами и значительным содержанием алеврито-глинистых частиц, уплотненный, без видимой слоистости, без закономерности в ориентировке обломков. Мощность 0.2-0.45м.



Рис. 2. Фото ледниковых отложений, вскрытых шурфами в точках Перелой-1 (А), Кицкие Родники-1(Б), Кицкие Родники-2 (Б). Цифрами в кружках показаны номера слоев согласно тексту.

Fig. 2. Photos of glacial deposits uncovered in pits in the Pereloy-1(A), Kitskie Rodniki-1 (Б), Kitskie Rodniki-2 (B) points. The numerals in circles indicate layer numbers according to the text.

Слой-2 – песок желтовато-коричневый преимущественно среднезернистый, с небольшим содержанием алевроито-глинистого материала, слоистый. Встречаются отдельные гальки и прослой крупнозернистого песка с гравием. Слоистость падает по азимуту  $10^\circ$  и углом  $11^\circ$ . Мощность 0.2 м.

Слой-3 – переслаивание песчано-гравийных и песчано-гравийно-галечных смесей с валунами. Материал хорошо промыт, слабо отсортирован. Слоистость падает по азимуту  $13^\circ$  под углом  $13^\circ$ . Мощность 0.65 м.

Слой-4 – песок среднезернистый серо-жёлтый, сортированный, промытый, с редкими зернами гравия и гальки, слоистый. Слоистость субпараллельная и падает по азимуту  $355^\circ$  под углом  $11^\circ$ . Мощность вскрытая 0.7 м.

Подобное строение гряды было установлено нами и в восточном фрагменте Кейв – в обн. Кицкие Родники-1. В данных разрезах на петрографический состав был опробован слой абляционного тилла, представленного разнозернистым несортированным песком с гравием, галькой, валунами и алевроито-глинистой составляющей.

Ледниковые отложения, слагающие моренную равнину к югу от Терских Кейв, изучены в обнажении Клетной порог и описаны ранее (Гудина и др., 1973; Корсакова, 2011; Евзеров, 2016). Здесь базальный тилл, залегающий с поверхности и имеющий мощность более 3 м, представлен красносерой супесью с гравием, галькой и валунами. Для него характерна плитчатая текстура, прослой глины и обломки раковин. Аналогичные по цвету и гранулометрическому составу тиллы опробованы южнее в обн. Дедкин Ручей (N  $66^\circ 21' 44,3$ », E  $36^\circ 35' 47,5$ ») и у северного подножия восточного фрагмента Терских Кейв (обн. Кицкие Родники-2, N  $66^\circ 26' 32$ », E  $36^\circ 40' 52,7$ ») (рис. 1, 2 В).

В результате петрографического анализа обломочного материала установлено (табл. 1):

1) состав абляционных тиллов гряд при доминирующем присутствии местных подстилающих пород (плагиогранитов, гранито-гнейсов, гнейсов) характеризуется также смешением материала, принесённого с северных, северо-западных, западных направлений с материалом южных и юго-западных источников. На северные, северо-западные, западные источники указывает наличие обломков нефелиновых сиенитов Хибинского и Ловозерского массивов, габбро-лабрадорита и габбро-норита с бурым плагиоклазом, возможно принесённых из массивов Фёдорово-Панских тундр (возможные источники габбро-лабрадорита – также массивы Кандалакшский, Колвицкий, Главного хребта), актинолитовых сланцев по базальтам, принадлежащих толщам пояса Имандра-Варзуга и др. На перенос с южных направлений указывает наличие обломков красноцветных песчаников и алевролитов терской свиты.

2) в абляционном тилле западного участка наряду с несколько большим содержанием плагиогранитов и гнейсов (источники – Терский комплекс, комплекс основания, возможно сергозерская толща), отмечается заметное превышение слюдяных гнейсов и сланцев, источником которых являются породы западносерговской толщи или кислугубской свиты, развитые на северо-западе, севере. На восточном участке значительно выше содержания песчаников и алевролитов терской свиты, принесённых с юго-запада, юга.

3) для базальных тиллов моренной равнины характерны высокие или доминирующие содержания терских пород, но также встречаются нефелиновые сиениты Хибинского и Ловозерского массивов и другие породы, принесённые с севера, северо-запада, запада.

4) состав базального тилла моренной равнины, примыкающей с севера к восточному фрагменту Терских Кейв (обн. Кицкие Родники-2), близок к составу базальных тиллов моренной равнины, примыкающей с юга (обн. Дедкин Ручей и Клетной порог) – в сравнении с абляционным тиллом гряды в нём ниже содержания плагиогранитов, гнейсов и др., и больше пород терской свиты, в том числе и зеленовато-серых алевролитов, что характерно для базальных тиллов моренной равнины на юге.

### **Обсуждение и выводы**

Полученные нами новые данные указывают на движение Беломорской лопасти в районе д. Варзуга с юга, юго-запада на север, северо-восток. Об этом говорит обнаружение насыщенного

песчаниками базального тилла на севере от восточного фрагмента Терских Кейв. На это также указывает постепенное падение содержания в пробах базальных тиллов обломков зеленовато-серых алевролитов с юга на север (табл. 1). Так как в строении западного и восточного фрагмента гряд не обнаружено базального тилла, перекрывающего отложения, можно утверждать, что изучаемая часть Терских Кейв полностью или частично образовалась при деградации распространившейся на север Беломорской лопасти. Обнаружение в тиллах вместе с принесённым с юга материалом обломков пород, источники которых расположены на западе, северо-западе и севере, указывает на воздействие льдов, продвигавшихся из центральных частей Кольского региона. Перемещение материала с северных направлений могло происходить во время максимального развития оледенения (поздневалдайского), а продвижение льдов Беломорской лопасти на север, северо-восток связывается нами с подвижкой поздневалдайского отступающего ледника.

Таблица 1. Петрографический состав обломочного материала тиллов Терских Кейв и прилегающих моренных равнин.

Table 1. Petrographical composition of till debris of the Terskie Keivy and adjacent moraine plains.

Группы пород/минералов	> 100мм		10-100мм						5-10мм					
	1а*	3а	1а	2а	3а	4б	5б	6б	1а	2а	3а	4б	5б	6б
Песчаники	5.1	65.8	9.7	10.8	27.2	39.6	59.4	57.9	7.5	10.4	24.5	31.3	53.7	47.7
Алевролиты (зеленовато-серые)	–	–	0.4	0.8	0.7	6.7	10.1	19.3	0.3	1.6	1.7	7.0	12.9	21.5
Плагиограниты, граниты, гранито-гнейсы, гнейсы	74.8	32.2	65.3	56.4	56.5	38.1	20.9	14.9	63.7	57.7	54.1	45.5	24.2	21.2
Слюдяные гнейсы, сланцы	3.9	–	9.0	8.8	2.1	3.1	–	–	7.9	9.8	0.6	2.4	–	–
Гнейсы с силлиманитом и/или кордиеритом	0.3	–	0.3	0.8	0.1	1.3	2.5	0.9	0.5	0.6	0.2	1.4	2.0	1.0
Основные породы, в т. ч.:														
Амфиболиты	10.2	0.5	4.0	10.0	3.9	4.2	1.8	1.3	3.9	5.9	3.1	4.5	1.6	2.4
Метагаббро-милониты/основные гранулиты	–	–	–	0.2	0.1	2.0	–	1.8	0.1	0.5	–	0.5	0.3	0.9
Основные породы разн.	0.8	–	0.5	1.1	1.0	0.2	1.1	0.4	0.1	0.4	0.5	0.2	0.8	0.8
Перидотиты/оливиниты	0.1	–	–	–	–	–	0.4	–	–	–	–	0.1	0.1	0.1
Актинолитовые сланцы (метавулканыты)	3.7	–	1.7	4.1	1.9	1.9	0.4	0.4	1.3	2.5	3.1	2.2	0.5	0.3
Нефелиновые сиениты	0.5	0.5	0.7	0.4	–	0.3	0.7	1.8	0.5	0.8	0.4	0.5	0.6	0.8
Жильные щелочные и лампрофиры	0.1	–	0.1	0.4	–	0.7	2.2	0.4	0.2	0.4	–	0.2	1.0	0.1
Фойдолиты	–	–	–	0.1	–	0.2	–	–	–	–	–	0.1	0.1	–
Фенитизированные породы	–	–	–	–	0.1	–	–	–	0.1	–	–	0.2	–	0.2
Полевые шпаты	–	–	4.0	1.8	2.8	1.1	0.7	–	7.3	5.3	5.9	1.8	1.5	2.2
Кварц	0.5	1.0	4.5	4.2	3.6	0.8	–	0.9	6.6	4.3	5.8	2.0	0.9	0.9

\* 1 – Перелой-1; 2 – Перелой-2; 3 – Кицкие Родники-1; 4 – Кицкие Родники -2; 5 – Клетной порог; 6 – Дедкин Ручей согласно рисунка 1; а – абляционный тилл, б – базальный тилл.

Работа выполнена по теме НИР 0226–2019–0054 лаборатории №43 Геологического института КНЦ РАН и в рамках диссертационного исследования. Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам Мурманского филиала ФБУ «ТФГИ по СЗФО» за предоставленный фондовый и каменный материал по геологическому строению дочетвертичных образований в районе работ.

## Литература

1. Алухтин Н.И., Яковлева С.В. История геологического развития Северо-Запада европейской части СССР в четвертичное время / Геология четвертичных отложений Северо-Запада европейской части СССР. Л. Изд-во: Недра. 1967. С. 318–326.
2. Арманд Н.Н. Краевые образования малоактивного ледникового щита и зона его сочленения со Скандинавским покровом / Краевые образования материкового оледенения. Вильнюс. 1965. С. 45–50.
3. Геологическая карта Кольского региона. Масштаб 1: 1 000 000. Гл. ред. Ф. П. Митрофанов. Апатиты. 2001.
4. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Геологическая карта четвертичных образований. Лист Q–37 (Архангельск). Гл. ред. К.Э. Якобсон. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2010.
5. Григорьев А.А. Геоморфология Кольского полуострова по новейшим исследованиям // Докл. советских делегатов на Международном Географическом конгрессе в Варшаве. М. 1934. 10 с.
6. Гросвальд М.Г. Последриасовая (< 10 тыс. лет назад) трансгрессия льда Баренцева моря на северо-восток Европы // Докл. АН. Т. 350. География. 1996. № 5. С. 687–691.
7. Гудина В.И., Евзеров В.Я. Стратиграфия и фораминиферы верхнего плейстоцена Кольского полуострова. Новосибирск. Изд-во: Наука. 1973. 146 с.
8. Евзеров В.Я. Геология четвертичных отложений Кольского региона. Мурманск. Изд-во: МГТУ. 2016. 210 с.
9. Евзеров В.Я., Николаева С.Б. Пояса краевых ледниковых образований Кольского региона // Геоморфология. 2000. № 1. С. 61–73.
10. Корсакова О.П., Семёнова Л.Р., Колька В.В. Средне- и верхнеплейстоценовые осадки в разрезе обнажения Варзуга (юг Кольского полуострова) // Региональная геология и металлогения. 2011. № 48. С. 19–24.
11. Лаврова М.А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.–Л. Изд-во: Наука. 1960. 233 с.
12. Стрелков С.А., Евзеров В.Я., Кошечкин Б.И., Рубинраут Г.С., Афанасьев А.П., Лебедева Р.М., Каган Л.Я. История формирования рельефа и рыхлых отложений северо-восточной части Балтийского щита. Л. Изд-во: Наука. 1976. 164 с.
13. Четвертичные отложения Финляндии и Северо-Запада Российской Федерации и их сырьевые ресурсы. Масштаб 1:1000000. Под ред. Й. Ниэмеля, И.М. Экмана, А.Д. Лукашова. 2003.
14. Hattestrand C., Kolka V., Stroeve A.P. The Keiva ice marginal zone on the Kola Peninsula, northwest Russia: a key component for reconstructing the palaeoglaciology of the northeastern Fennoscandian Ice Sheet // *Boreas*. 2007. V. 36. P. 352–370. DOI: 10.1080/03009480701317488.
15. Lunkka J.P., Kaparulina E., Putkinen N., Saarnisto M. Late Pleistocene palaeoenvironments and the last deglaciation on the Kola Peninsula, Russia // *Arktos*. 2018. V. 4. P. 1-18. DOI: 10.1007/s41063-018-0053-z.