

Петрографический состав крупнообломочной фракции тиллов западного сегмента ледникового аккумулятивного комплекса Терских Кейв (юг Кольского полуострова)

Петрографический состав крупнообломочной фракции тиллов западного сегмента Терских Кейв в районе с. Варзуга характеризуется преобладанием песчаников и алевритов оленецкой серии рифея, а также гранитоидов комплексов мигматит-диоритового – среднего лопия и мигматит- и анатектит-гранитового – позднего лопия, являющихся подстилающими породами или развитых вблизи участка работ. Обнаружено присутствие пород, принесенных из центральной и юго-западной частей Кольского региона. Исследование вещественного состава и структуры ледникового комплекса гряд западного сегмента Терских Кейв указывает на их формирование в открытом водотоке. В современном рельефе им соответствуют озевые гряды, которые фиксируют периферийную зону Беломорского ледникового потока в одну из фаз его сокращения.

Ключевые слова: краевые образования, озы, флювиогляциальный материал, динамика ледника.

O. YU. NOSOVA, A. A. VASHKOV (GI KSC RAS)

Lithologic composition of coarse clastic fraction of the tillite from the west part of the Terskie Keivy glacial accumulative complex, southern Kola Peninsula

Petrographic composition of till coarse-clastic fraction in the west part of the Terskie Keivy studied near the Varzuga Village is dominated by sandstone and siltstone of the Riphean Olenitsky Series and various granitoids of the Middle Lopian migmatite-diorite complex and the Late Lopian migmatite- and anatektite-granite complex, which are bedrock or occur near the study area. Clasts of rocks transported from the central and south-western part of the Kola region were found. Petrographic composition and other characteristics of studied glacial deposits from the ridges of the western Terskie Keivy evidence that they formed in an open stream flow. In the current relief, they correlate to eskers, which mark the peripheral zone of the White Sea Ice Stream during a phase of its retreat.

Keywords: ice marginal deposits, eskers, fluvio-glacial material, glacier dynamics

Для цитирования: Носова О. Ю., Вашков А. А. Петрографический состав крупнообломочной фракции тиллов западного сегмента ледникового аккумулятивного комплекса Терских Кейв (юг Кольского полуострова) // Региональная геология и металлогения. – 2021. – № 86. – С. 11–22. DOI: 10.52349/0869-7892_2021_86_11-22

Введение. Вопросы структуры, генезиса и возраста аккумулятивных ледниковых образований Терских Кейв на юге Кольского полуострова на сегодняшний день не имеют однозначного ответа. Терские Кейвы простираются в виде дуги, в целом повторяющей конфигурацию современного южного берега Кольского полуострова. Эта крупная форма выражена комплексом аккумулятивного ледникового рельефа, ее длина составляет около 250 км. Комплекс представлен или одиночными грядами шириной 0,2–0,4 км, или участками грядово-холмистого и параллельно-грядового рельефа общей шириной до 15 км. Ранее в состав Терских Кейв включали гряды вдоль всего южного побережья Кольского полуострова, в том числе и западнее района работ, а их общая длина составляла около 400 км [12; 16].

Предыдущие интерпретации генезиса Терских Кейв опирались преимущественно на особенности морфологии рельефа и в меньшей степени на данные об их геологическом строении. Можно выделить несколько основных групп гипотез их образования:

1) Терские Кейвы сформировались в краевой зоне Беломорского потока Скандинавского ледникового покрова [1; 11; 14];

2) образование связано с краевой зоной ледника, продвигавшегося из внутренней области Кольского полуострова [16];

3) межлопастной генезис Терских Кейв: на юге находилась активная лопасть Беломорского ледникового потока, продвигавшаяся по котловине Белого моря, а на севере – другая лопасть Скандинавского ледника, проникавшая в центральную область Кольского полуострова, либо в ее роли

выступал лед малоактивного Понойского ледникового щита [2; 7; 12; 18; 19];

4) Терские Кейвы являются краевой зоной Баренцевоморского ледника, проникавшего через горло Белого моря с севера и северо-востока [8].

При установлении межлопастного генезиса Терских Кейв использовались данные о вещественном составе слагающих их отложений [12]. Так, движение льдов лопасти Беломорского потока с юга было установлено по распространению красноцветных песчаников, найденных севернее их коренных выходов. Более тщательное изучение петрографического состава ледниковых отложений, прежде всего тиллов различных фаций, и определение источников сноса горных пород, результаты которого представлены в настоящей работе, способствуют решению вопроса генезиса Терских Кейв, а также установлению особенностей динамики последнего ледникового покрова в регионе.

Геологическое строение исследуемого региона.

В ходе полевых работ 2018 г. были изучены ледниковые отложения в районе с. Варзуга (рис. 1).

Фрагменты Терских Кейв к западу от р. Варзуга представлены грядой широтного простирания (урочище Перелой), а к востоку от долины реки – комплексом грядового рельефа (урочище Кицкие Родники). Гряда урочища Перелой считается озом [6; 17; 18]. Грядовый рельеф урочища Кицкие Родники также соотносится с флювиогляциальными озами [17] либо имеет ледниково-озерную природу [6]. Существует мнение, что эти гряды выражены насыпными и напорно-насыпными моренами [11]. Гряды Терских Кейв вблизи долины р. Варзуга сочленяются с комплексом грядово-холмистого рельефа, в строении которого установлены флювиогляциальные осадки, в том числе фации дельт [19]. К северу и югу от Терских Кейв расположена моренная равнина [6; 17].

Коренные породы в центральной части района работ представлены преимущественно гранитоидами мигматит- и анатектит-гранитового комплекса позднего лопия и мигматит-диоритового комплекса среднего лопия (рис. 1, II). На севере и западе от точек исследования развиты биотитовые и мусковит-биотитовые гнейсы и сланцы, амфиболовые гнейсы, а также амфиболиты

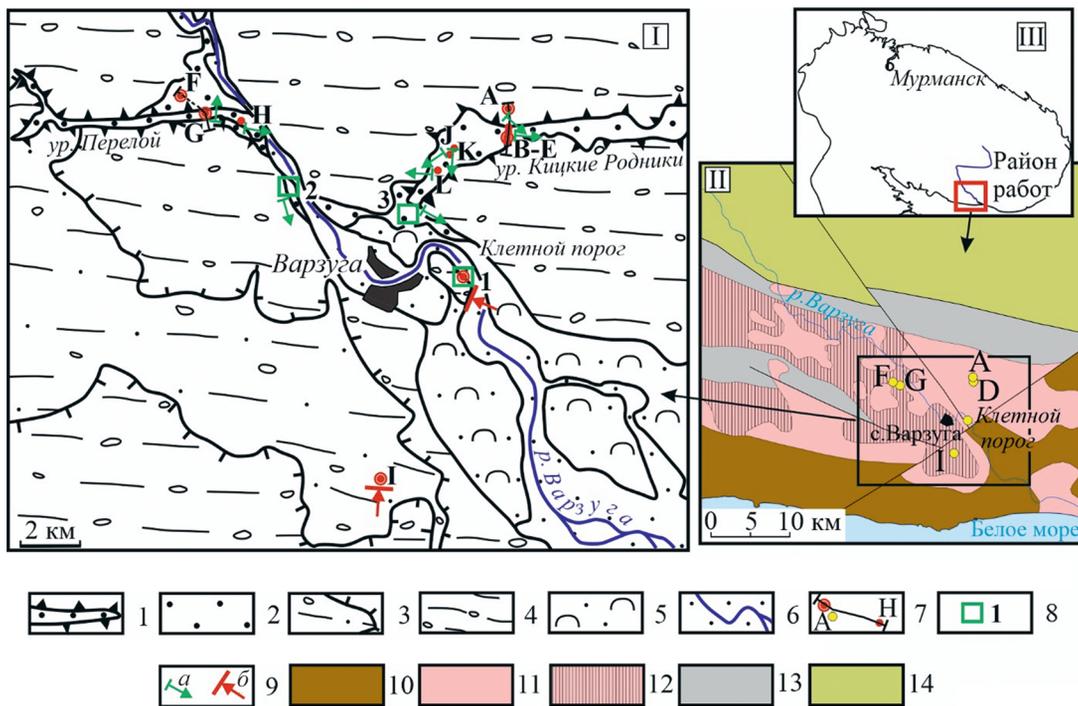


Рис. 1. Морфологическая схема (I), геологическая карта коренных пород (II, на основе [5]) и местоположение района работ в Кольском регионе (III)

1 – озовые гряды; 2 – грядово-холмистый рельеф флювиогляциальных дельт; 3 – холмистый и грядово-холмистый рельеф моренной равнины; 4 – равнинный и холмистый моренный рельеф; 5 – морские террасы с эоловыми формами; 6 – современная речная долина; 7 – пункты опробования тиллов и положение гипсометрических профилей; 8 – геологические разрезы, ранее описанные в литературе (1 – Клетной порог [9; 10; 15; 19], 2 – Варзуга Север [19], 3 – Варзуга Восток [19]); 9 – направления падения слоистости флювиогляциальных отложений (a) и падение сланцеватости и слоистости в базальных тиллах (b); 10 – гравелиты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, конгломераты оленецкой серии среднего-позднего рифея (RF₂₋₃₀); 11 – мигматиты, гнейсовидные диориты, кварцевые диориты, тоналиты мигматит-диоритового комплекса среднего лопия (mδLP₂); 12 – граниты магматит- и анатектит-микроклин-плагноклазовые и плаглио-микроклиновые, гнейсограниты мигматит- и анатектит-гранитового комплекса позднего лопия (mαLP₃); 13 – биотитовые, двуслюдяные гнейсы и сланцы, амфиболовые гнейсы, гранитогнейсы, редко амфиболиты южнокольского метаморфического комплекса среднего лопия (gLP_{2uk}); 14 – биотитовые, двуслюдяные биотит-амфиболовые сланцы и гнейсы, амфиболиты, амфиболовые и биотит-амфиболовые сланцы имандровской серии позднего лопия (LP_{3im})

южнокольского метаморфического комплекса среднего лопия. На юге и юго-востоке вдоль побережья Белого моря распространены породы оленичкой серии рифея – преимущественно красноцветные песчаники, конгломераты, алевриты и др. [5].

Методика исследования. В ходе исследования применялись петрографический, геологический и геоморфологический методы. Петрографический метод заключался в изучении состава крупнообломочных фракций тиллов и анализе полученных результатов с учетом геологического строения коренных пород. Для анализа петрографического состава валунной фракции (> 100 мм) проводился сбор всех валунов с глубины до 0,35 м (всего от 200 до 800 штук) с площадок 5 × 5 м на поверхности гребней гряд. Собранный материал разделялся на группы пород, из которых отбирались наиболее представительные образцы для изготовления шлифов. Материал для петрографического анализа галечной (10–100 мм) и крупногравийной (5–10 мм) фракций тиллов отбирался в обнажениях и шурфах на гребнях гряд и моренных равнинах. Были взяты пробы весом в 20–25 кг, которые на ситах разделялись на фракции. Лабораторное изучение галечной и крупногравийной фракций проводилось с использованием стереоскопического микроскопа (бинокуляра) и опиралось на группы, установленные при анализе валунной фракции. Выделенные группы сопоставлялись с коренными породами района работ и всего Кольского региона с целью выявления источников сноса материала.

Ледниковые отложения в обнажениях и шурфах подробно описывались и фотографировались, с помощью комплекта сит определялся их гранулометрический состав, цвет устанавливался по шкале Munsell Soil Color Charts. Анализировался характер сланцеватости и слоистости, а также упорядоченности обломочного материала тиллов. Производились массовые замеры ориентировки длинных осей валунов и гальки, результаты отображались на диаграмме с использованием нижней полусферы сетки Шмидта. Во флювиогляциальных отложениях замерялись элементы залегания слоистости.

Геоморфологические методы заключались в анализе форм ледникового рельефа: определялись размеры гряд и холмов, крутизна и высота склонов. С использованием этих данных и цифровой модели рельефа ArctikDEM (с разрешением 2 м) была построена морфологическая схема ледникового рельефа района работ (рис. 1, I).

Результаты. В урочище Кицкие Родники, восточнее долины р. Варзуга, ледниковые отложения формируют грядовый комплекс рельефа субширотного простирания шириной 0,6–0,9 км, относительной высотой 15–25 м. В нем выделяются несколько параллельных гряд. Наиболее высокая гряда расположена на юге участка, а к северу поверхность ступенчато понижается. Строение

гряд и прилегающей с севера моренной равнины вскрыто в восьми шурфах (рис. 1, А–Е, J–L). Во всех шурфах, кроме пункта на южном склоне гряды (рис. 2, E), с поверхности залегают несортированные пески разнозернистые, с большим количеством гравия, гальки и валунов, а также присутствием глинисто-алевритовых частиц. В этих отложениях слоистость и упорядоченная текстура не отмечаются. Данный слой залегают в виде покрова. Мощность его неоднородна, наибольшая (до 0,7 м) выявлена в северной части грядового комплекса.

В шурфе на гребне наиболее высокой гряды на участке длиной более 5 м и шириной 0,4–0,75 м вскрыто нарушение типа морозобойного клина с глубиной залегания свыше 2 м. Оно сложено однородными среднезернистыми неслоистыми песками (в отличие от вмещающих осадков). С глубиной это тело постепенно сужается (рис. 2, D). Нарушение морозобойного клина перекрыто слоем вышеописанных несортированных песков с гравием, галькой, валунами и алеврито-глинистыми частицами. Мощность этого слоя непосредственно над клином в два раза больше, чем в других частях шурфа.

Ниже несортированных песков в шурфе вскрыты пески разнозернистые, преимущественно мелко- и среднезернистые, слоистые, хорошо промытые, без примеси алеврито-глинистых частиц общей вскрытой мощностью более 2 м (рис. 2, D). В этих песках встречаются линзы и прослойки крупнозернистых песков с гравием и галькой. В других шурфах на поверхности гряд в урочище Кицкие Родники вскрыты песчано-гравийные смеси (рис. 2, B–E).

Западнее долины р. Варзуга в урочище Перелой ледниковый рельеф представлен грядой широтного простирания шириной 0,2–0,3 км и высотой до 20–25 м (рис. 2, F–I). Вблизи долины р. Варзуга она изменяет направление простирания на юго-восточное. У гряды хорошо выражен широкий гребень, его поверхность осложняется западинами диаметром до 0,25 км и глубиной до 15–20 м. С поверхности гряды залегают пески коричневатого-желтого цвета, разнозернистые, с гравием, галькой, валунами и значительным содержанием алеврито-глинистых частиц. Пески без видимой слоистости, крупные обломки не имеют упорядоченного залегания (рис. 2, G). Слой характеризуется неравномерной мощностью 0,2–0,45 м. Под ним залегают пески желтовато-коричневые, преимущественно среднезернистые, в интервале 0,25 м от кровли с небольшим содержанием алеврито-глинистого материала, ниже по разрезу сортированные, промытые, с редкими зернами гравия и гальки. Пески слоистые, содержат линзы песчано-гравийных и песчано-гравийно-галечных смесей с валунами.

Терские Кейвы у долины р. Варзуга сочленяются с участком грядово-холмистого рельефа шириной до 2 км, ориентированного согласно простиранию долины и расположенного на абсолютных отметках от 45 до 90 м. Он представлен

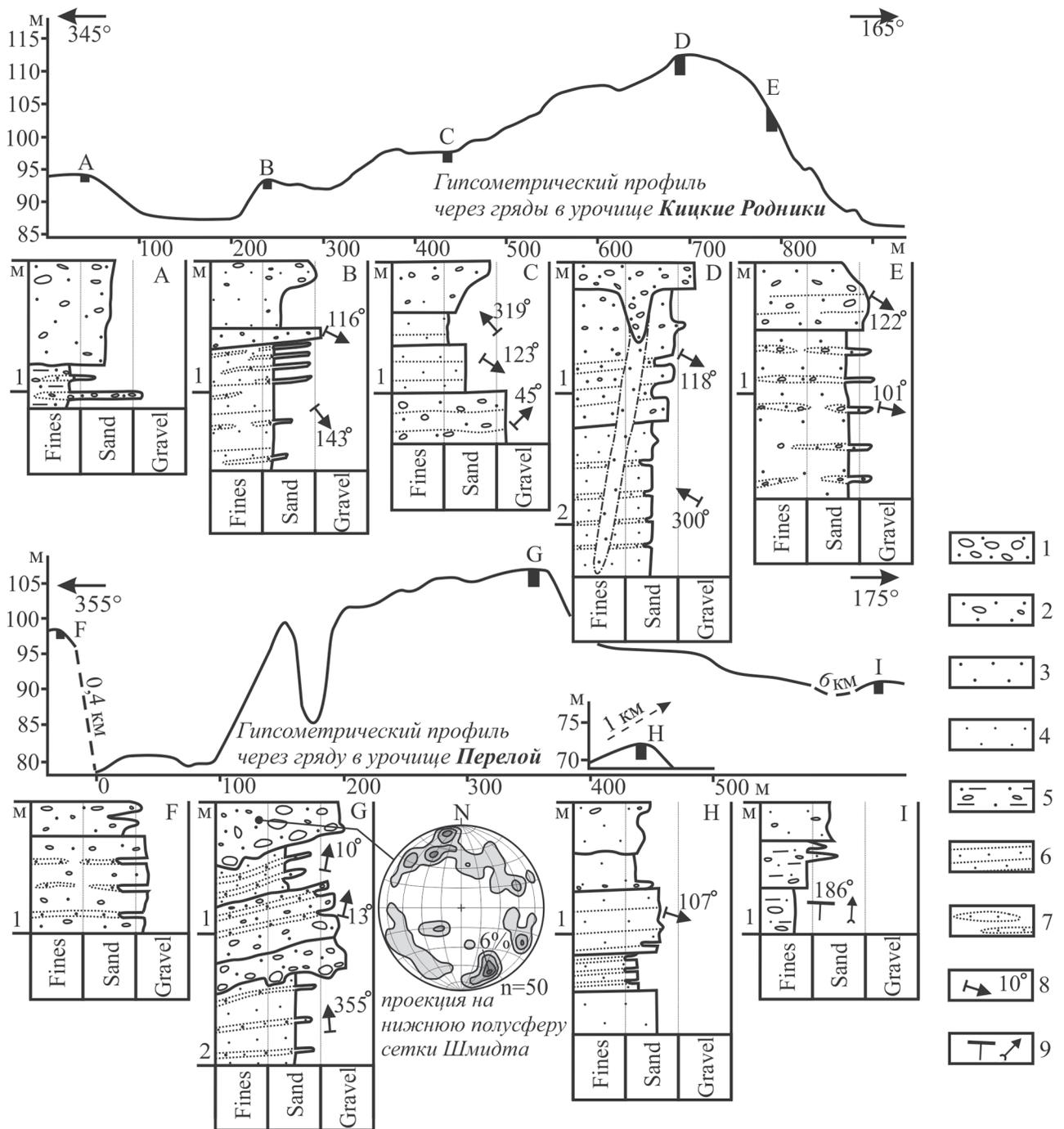


Рис. 2. Строение четвертичных отложений в районе работ (положение гипсометрических профилей на рис. 1)

1 – гравийно-галечные смеси с валунами; 2 – песчано-гравийные смеси; 3 – пески средне-крупнозернистые; 4 – пески мелкозернистые; 5 – супеси и суглинки с песком, гравием, галькой, валунами; 6 – параллельная слоистость; 7 – линзовидная слоистость; 8 – азимуты падения слоистости; 9 – азимуты падения сланцеватости в тиллах

короткими грядами длиной до 0,15 км и высотой до 15 м, а также холмами диаметром до 0,3 км. В строении одной из таких гряд восточнее урочища Перелой представлены песчано-гравийные смеси с галькой и валунами, промытые, с прослоями крупнозернистых песков. По всей толще установлено одно направление падения слоистости (рис. 1, 2, H). В разрезах севернее урочища Перелой эти отложения перекрыты маломощным покровом разнозернистых песков

с гравием, галькой и валунами. Пески слабо сцементированы за счет большого количества алеврито-глинистых частиц, с массивной текстурой. Длинные оси валунов и галек в них разнонаправленны (рис. 2, F).

Севернее и южнее гряд Терских Кейв расположен преимущественно равнинный и холмистый моренный рельеф. В строении одного из холмов высотой до 6 м к северу от грядового комплекса в урочище Кицкие Родники под слоем

несортированных песков с гравием, валунами и примесью алеврито-глинистых частиц установлены супеси с гравием, галькой и редкими валунами. В этих отложениях отмечается сланцеватая текстура и присутствие песчано-гравийных прослоев (рис. 2, А). Типичное геологическое строение равнины южнее Терских Кейв установлено в разрезе Клетной порог [9; 10; 15]. Здесь с поверхности залегает красно-серая супесь с гравием, галькой и валунами мощностью более 3 м. Для супеси характерна сланцеватая текстура, прослой глины и редкие обломки раковин. Сланцеватость имеет уклон в юго-восточных румбах.

Юго-западнее с. Варзуга равнина осложняется холмами диаметром до 0,3 км и высотой до 20 м, а также участками грядово-холмистого рельефа с отдельными грядами длиной до 0,5 км и высотой до 15 м. На поверхности этих форм залегают супеси красновато-коричневые, уплотненные, с гравием, галькой и валунами. Для супесей характерна сланцеватая текстура с общим уклоном в южных румбах (рис. 2, I).

Опробование на петрографический состав валунной фракции производилось из отложений на поверхности гряд в урочищах Кицкие Родники и Перелой (рис. 1, 2, D, G). Петрографический состав гравийно-галечной фракции изучался в шести пунктах. Отложения с поверхности гряд были исследованы в двух пунктах. Материал, слагающий моренную равнину к северу от Терских Кейв, был опробован в двух шурфах (рис. 1, 2, A, F). Также из двух пунктов изучались отложения в пределах моренной равнины южнее Терских

Кейв (рис. 1 и 2, пункт I и обнажение Клетной порог).

В ходе петрографического анализа было выделено 14 групп пород и 2 группы минералов. К группе *красноцветные гравелиты, песчаники, алевролиты* отнесены кварц-полевошпатовые красноцветные песчаники средне- и мелкозернистые, редко родственные гравелиты того же состава, а также красные алевролиты (рис. 3, А). Источником данных пород являются толщи оленичьей серии рифея, широко развитой вдоль берега Белого моря (рис. 4).

Зеленовато-серые алевролиты представляют собой тонкозернистую породу массивной или сланцеватой текстуры со слабо различимыми зёрнами песчаной размерности (рис. 3, Б). Состоит порода из кварца, полевых шпатов и биотита. Источником также являются толщи оленичьей серии.

Группа *плагιοграниты, граниты, гранитогнейсы, гнейсы* объединяет обширную ассоциацию пород, состоящих из различных соотношений кварца, полевых шпатов, биотита и амфибола. Породы преимущественно среднезернистые, имеют массивную или гнейсовую текстуру (рис. 3, В). Источником гранитоидов могут являться массивы мигматит-диоритового и мигматит-анатектит-гранитового комплексов. Часть материала может представлять породы южнокольского метаморфического комплекса.

Слюдяные гнейсы, сланцы выражены мелкозернистыми, реже среднезернистыми тонкосланцеватыми породами, состоящими из кварца,

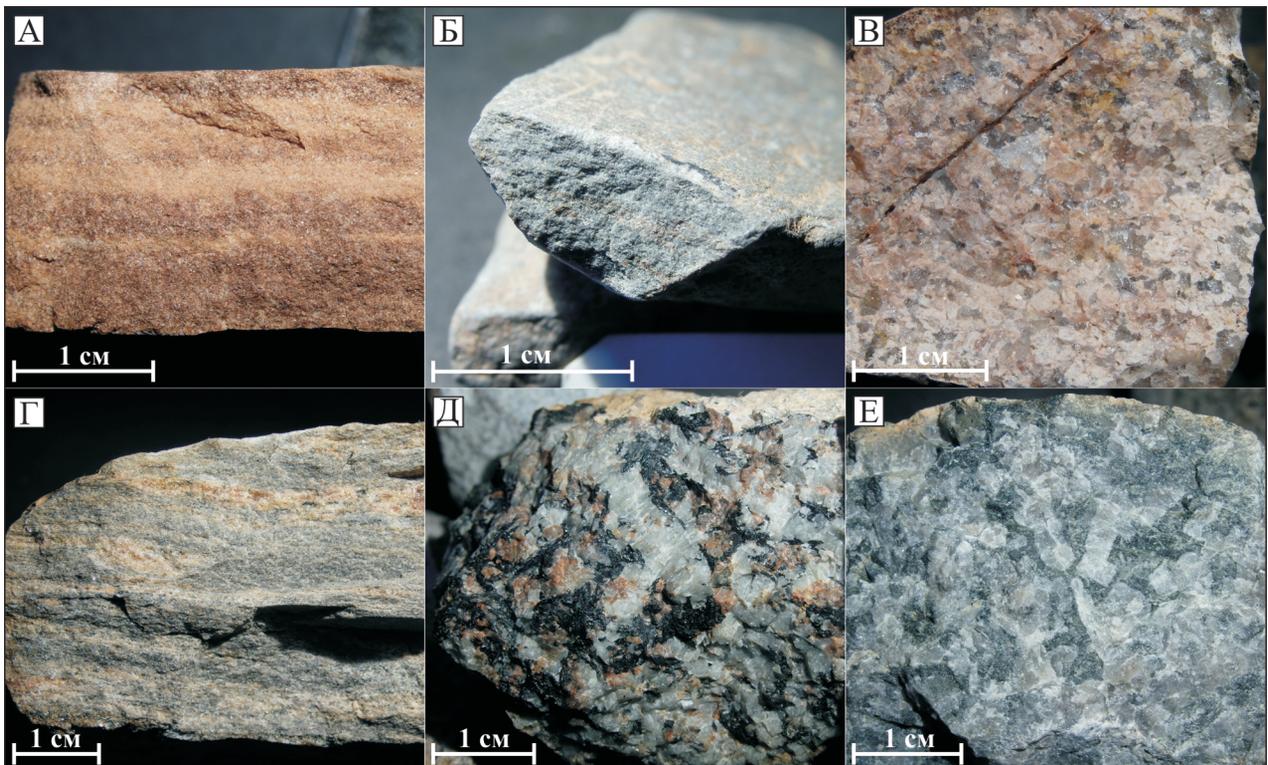


Рис. 3. Образцы пород из абляционных тиллов гряд: А – красноцветный песчаник, Б – зеленовато-серый алевролит, В – плагιοгранит, Г – слюдяной сланец, Д – нефелиновый сиенит, Е – габбро-лабрадорит

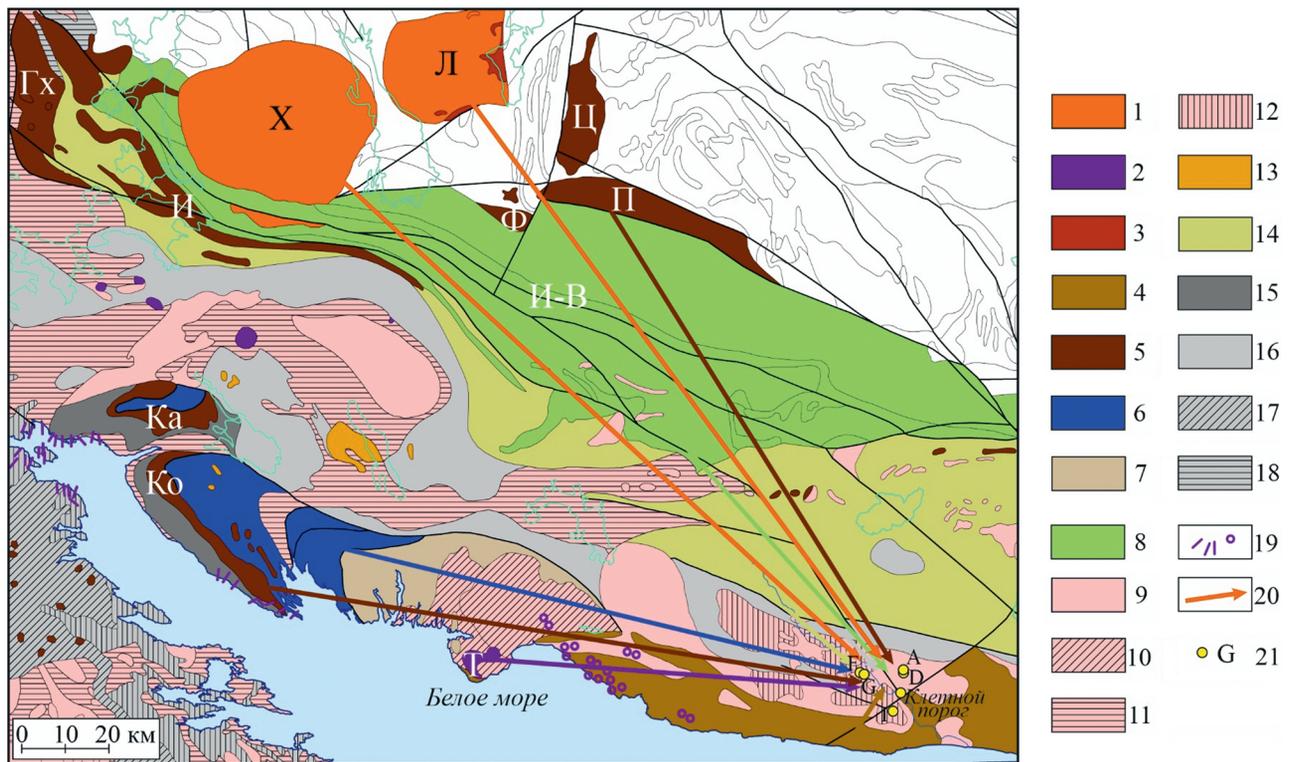


Рис. 4. Схема источников и направлений сноса обломочного материала тиллов западной части Терских Кив (с использованием [4; 5])

1 – апаитовые нефелиновые сиениты и фойдолиты Хибино-Ловозерского plutонического комплекса раннего девона – раннего карбона ($E_1, \phi \xi D_1 - C_1 hl$) (X – Хибинский и Л – Ловозерский массивы) и щелочные сиениты Суостовского комплекса позднего карелия ($\phi \xi KR_2^{1-2s}$); 2 – оливиниты, пироксениты, турьяиты, фойдолиты, нефелиновые сиениты и др. ковдорского plutонического комплекса раннего девона – раннего карбона ($\sigma - \theta D_1 - C_1 kv$) (Т – массив Турьего мыса); 3 – щелочные пикриты, тефриты, трахиты и фонолиты ловозерской толщи раннего-среднего девона ($D_{1-2} lv$); 4 – песчаники, алевролиты, аргиллиты оленецкой серии среднего-позднего рифея (RF_{2-3o}); 5 – основные породы нормальной щелочности различных массивов региона (Гх – Главный хребет, И – Иmandровский лополит, Ка – Кандалакшский, Ко – Колвицкий, Ц – Цагинский массивы, Ф – Фёдорова тундра, П – Панские тундры); 6 – гранат-амфибол-клинопироксеновые, двупироксеновые, гранат-двупироксеновые кристаллосланцы и плагиосланцы порьегубского метаморфического комплекса позднего карелия ($paKR_2^{1-2pg}$); 7 – гранат-, силлиманит- и кордиеритсодержащие биотитовые гнейсы умбинского метаморфического комплекса позднего карелия (gKR_2^{1-2u}); 8 – метавулканы основного, среднего и кислого составов, метатерригенные породы различных серий и свит раннего-позднего карелия пояса Имандра-Варзуга (И-В на карте); 9 – граниты магматит- и анатектит-микроклин-плагиооклазовые и плагиомикроклиновые, гнейсограниты, гранодиориты мигматит- и анатектит-гранитового комплекса позднего лопия ($ma\gamma LP_3$) и некоторые другие гранитоиды; 10 – эндербиты, гиперстеновые и кварцевые диориты, тоналиты, биотитовые плагиомикроклиновые граниты, чарнокиты умбинского эндербит-чарнокитового plutонического комплекса позднего карелия ($e, \gamma KR_2^{1-2u}$); 11 – мигматиты, гнейсоплагиограниты, гнейсогоналиты, гранодиориты, кварцевые диориты мигматит-плагиогранитового комплекса среднего лопия ($m\gamma LP_2$); 12 – мигматиты, гнейсовидные диориты, кварцевые диориты, тоналиты мигматит-диоритового комплекса среднего лопия ($m\delta LP_2$); 13 – щелочные граниты канозерского комплекса позднего лопия ($E\gamma LP_3 ko$); 14 – биотитовые, двуслюдяные биотит-амфиболовые сланцы и гнейсы, амфиболиты, амфиболовые и биотит-амфиболовые сланцы имандровской серии позднего лопия ($LP_3 im$); 15 – гнейсы, гранатовые и полевошпатовые амфиболиты кандалакшской толщи ($KR_1^1 kn$); 16 – биотитовые, двуслюдяные гнейсы и сланцы, амфиболовые гнейсы, гранитогнейсы, редко амфиболиты южнокольского метаморфического комплекса среднего лопия ($gLP_2 uk$); 17, 18 – беломорский метаморфический комплекс: 17 – биотитовые, гранат-биотитовые гнейсы лоухского подкомплекса среднего лопия ($gLP_2 l$); 18 – биотит-амфиболовые, амфиболовые гнейсы хетоламбинского подкомплекса среднего лопия ($agLP_2 h$); 19 – дайки щелочных пикритов, оливиновых мелилититов, нефелинитов и трубки взрыва кандалакшского гипабиссального plutонического комплекса позднего рифея – раннего карбона ($tRF_3 - C_1 kd$); 20 – условные линии перемещения обломочного материала от источников; 21 – точки опробования

полевых шпатов, биотита и мусковита (рис. 3, Л). Часто содержат прослои мелко-среднезернистых амфиболитов. Принадлежат породы этой группы толщам имандровской серии или частично телам южнокольского метаморфического комплекса.

Гнейсы с силлиманитом и/или кордиеритом представлены биотитовыми средне-мелкозернистыми гнейсами, содержащими заметные

в образцах силлиманит и (или) кордиерит, зачастую гранат. Источником этих гнейсов могут служить толщи южнокольского комплекса, развитые на западе и севере, или породы умбинского метаморфического комплекса (~ 100 км западнее района работ), для которых характерно присутствие вышеотмеченных минералов [3]. На возможность переноса материала умбинского

метаморфического комплекса указывает наличие в пробах тиллов обломков метагаббро-милонитов и плагиосланцев, наиболее вероятным источником которых являются породы Кандалакшско-Колвицкой зоны, развитые западнее пород умбинского метаморфического комплекса (рис. 4).

Амфиболиты выражены преимущественно плагиоклаз-роговообманковыми породами средне- и мелкозернистыми зачастую гнейсовидной и сланцеватой текстуры. В незначительном количестве отмечены пироксен- и гранатсодержащие разновидности. Также встречаются скарнированные амфиболиты. Ближайшим источником пород группы являются толщи имандровской серии, в меньшей степени также южнокольского комплекса. В обломочном материале с поверхности гряды в урочище Перелой обнаружены антофиллит-роговообманковые амфиболиты, которые, вероятнее всего, также принадлежат имандровской серии.

В группу *метагаббро-милониты и плагиосланцы* объединены среднезернистые породы с полосчатой текстурой и гранобластовой структурой, в различном соотношении сложенные плагиоклазом, клино- и ортопироксенами, амфиболом и гранатом. Источниками служат Колвицкий и Кандалакшский массивы (участки милонитизированных разновидностей основных пород) и толщи гранатовых и пироксеновых плагиосланцев порьегубского метаморфического комплекса.

К группе *основные породы разные* отнесены преимущественно габброиды (редко встречаются пироксениты), сохранившие минералы (или их реликты) и офитовую структуру. Источники пород данной группы трудно установить. Однако обнаруженные габбро-лабрадориты могут быть принесены из массивов Кандалакшских, Колвицких, Фёдоровых тундр и Цагинского массива (рис. 3, Е), а габбронориты с бурым плагиоклазом – от массива Панских тундр (рис. 5, А, Б).

Перидотиты и оливиниты объединяют мелко-среднезернистые породы с заметными реликтами оливина (редко пироксена) или хорошо узнаваемыми продуктами их разрушения (серпентин, актинолит, хлорит), зачастую придающими породам мелкоячеистый облик. Могут быть связаны с массивами ультраосновных щелочных пород или телами нормальных основных и ультраосновных пород. Определение источника проблематично.

Породы вулканогенно-осадочных толщ преимущественно представлены мелко-тонкозернистыми массивными или порфиоровыми породами, состоящими в основном из игольчатого актинолита, плагиоклаза и минералов эпидотовой группы (рис. 5, В, Г). Являются метаморфизованными основными эффузивами и могут принадлежать различным толщам пояса Имандра-Варзуга.

Нефелиновые сиениты состоят из различных соотношений калий-натриевых полевых шпатов, нефелина, щелочных пироксенов и амфиболов. Представлены в основном средне-крупнозернистыми разновидностями преимущественно массивной

текстуры (рис. 3, Д), однако встречаются и трахитоидные разновидности типа луяврита. Источником пород являются Хибинский и Ловозерский массивы.

В группу *жильные щелочные породы* входят преимущественно нефелиниты и меланефелиниты. Они имеют мелкозернистое сложение и массивную или порфиоровидную текстуру, выветривание часто придает им рыхлый, землистый облик и зеленовато-серый цвет. Породы в основном состоят из клинопироксена, нефелина или стекловатого материала, слюды (флогопита, тетраферрифлогопита), во вкрапленниках встречаются оливин, клинопироксен и нефелин. Породы данной группы слагают дайки вблизи и внутри щелочных массивов, а также в породах Беломорского побережья, в частности в толще оленицкой серии, откуда, очевидно, и принесены.

Фоидолиты представлены средне-мелкозернистыми массивными породами, состоящими из клинопироксена и нефелина. Могут быть принесены как из Хибинского и Ловозерского массивов, так и из ряда меньших массивов – Турьего мыса, Лесной Вараки и др.

К группе *фенитизированные породы* отнесены разнородные породы, в частности плагиограниты, граниты и песчаники, имеющие следы метасоматического воздействия щелочных массивов. Фенитизация проявлена в образовании скопленных зеленого эгирина вокруг крупных зерен полевых шпатов (в гранитах) или в межзерновом пространстве (в песчаниках), что придает породам зеленоватый оттенок. Иногда отмечается образование тонкоигольчатых агрегатов голубовато-серого амфибола (по биотиту в гнейсах и гранитах или в межзерновом пространстве в песчаниках). Редко встречаются эгирин-полевошпатовые фениты (рис. 5, Д, Е). Источником фенитизированного гранита служат породы умбинского эндербит-чарнокитового плутонического комплекса, контактирующие с ультраосновными щелочными породами ковдорского плутонического комплекса на п-ове Турий в ~ 90 км к западу от района работ. На южном окончании п-ова Турий, в зоне воздействия щелочных интрузий, развиты песчаники оленицкой серии, которая может служить источником для обломков фенитизированного песчаника.

К группам *полевые шпаты и кварц* относятся одноименные минералы, отделившиеся в процессе разрушения от исходных пород, преимущественно гранитоидов.

Обсуждение результатов и выводы. Структурные и текстурные особенности большей части исследованных отложений Терских Кейв позволяют отнести их к флювиогляциальным супрагляциальным фации открытых водотоков. На это указывает характерная сортировка материала, наличие слоистости и преобладание гравийной и песчаной фракций. Падение слоистости в грядках указывает на то, что сток водно-ледниковых потоков осуществлялся преимущественно

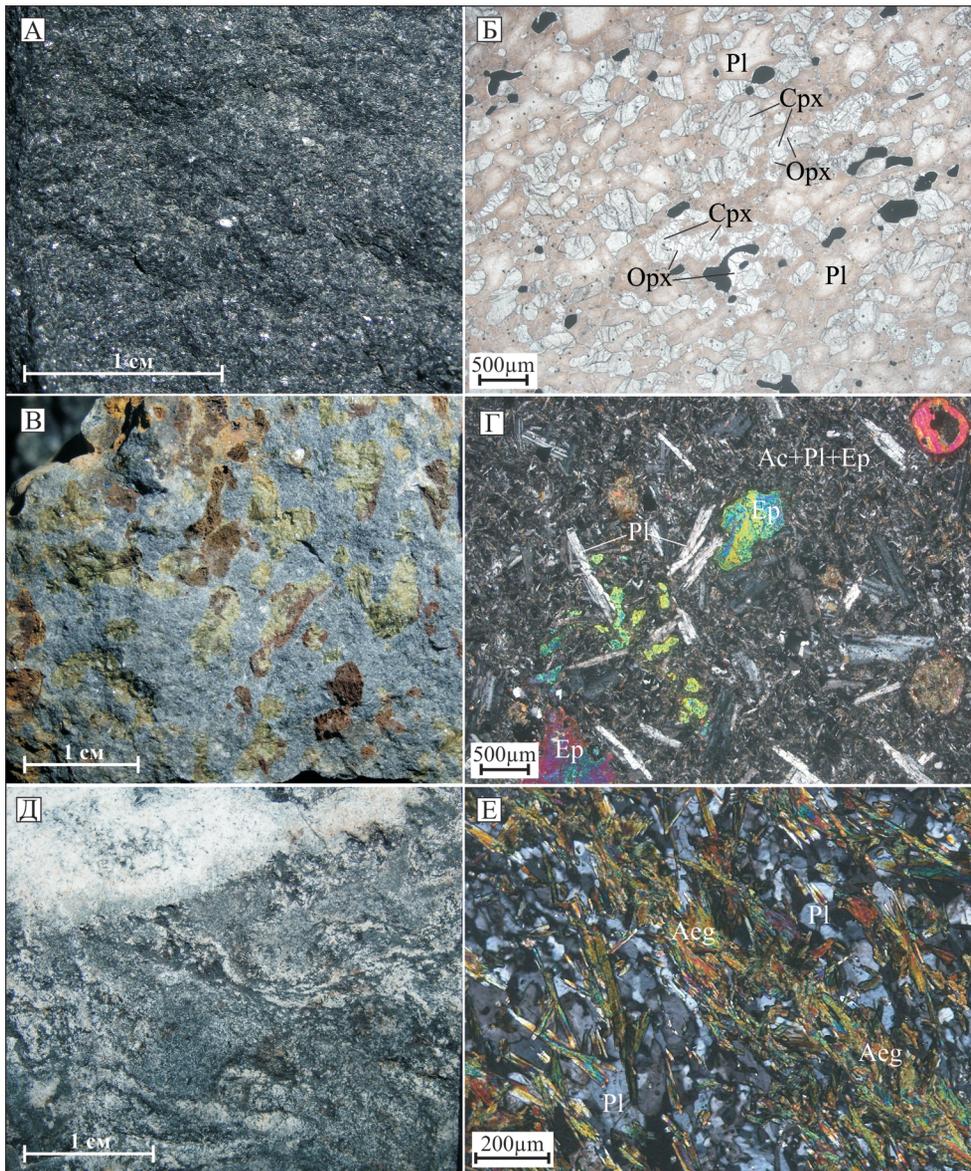


Рис. 5. Образцы пород валунной фракции из абляционных тиллов: габбронорит с бурым плагиоклазом (А – в образце, Б – в шлифе без анализатора); базальт (В – в образце, Г – в шлифе с анализатором); фенит (Д – в образце, Е – в шлифе с анализатором)

в восточном направлении, однако фиксируются и периоды инверсий направлений течения на 90° – 180° . На криогенные изменения поверхности гряд указывает наличие морозобойных форм. Перекрывающие поверхность гряд несортированные разномерные глинистые пески с гравием, галькой и валунами отнесены нами к абляционным тиллам сплывания (субэральным прогляциальным флю-тиллам) [13]. Эти отложения формировались при сползании сильно обводненного грязекаменного материала с тающего ледника, расположенного с юга и севера от будущих гряд. Участки максимальной мощности тиллов заполняют понижения в кровле флювиогляциальных осадков и иногда соответствуют криогенным формам на поверхности.

В структуре ледниковых отложений моренной равнины к северу и югу от Терских Кейв

установлены два типа осадков. Первый представлен грубозернистыми песками с алеврито-глинистыми частицами, гравием, галькой, валунами. Эти пески залегают в виде покрова неравномерной мощности в 0,2–1,0 м (до 1,2–1,5 м). Пески могут быть отнесены к абляционному тиллу перлювиальной фации. Второй тип характеризуется песками и супесями со сланцеватой текстурой, а также упорядоченным залеганием гальки и валунов. Мощность этих песков и супесей в пределах равнины обычно составляет 2–4 м, а на участке грядово-холмистого рельефа юго-западнее с. Варзуга – 5–10 м и более. Данные отложения интерпретируются нами как тилл базальной фации. По результатам замеров ориентировки сланцеватости установлено, что ледник, формировавший покров тиллов, перемещался преимущественно с юга на север, а в долине

**Петрографический состав (%) крупнообломочного материала тиллов западного сегмента Терских Кейв
в районе с. Варзуга**

Размерность Группы пород	Валуны		Галька						Гравий					
	D*	G	D	A	G	F	КП	I	D	A	G	F	КП	I
Красноцветные гра- велиты, песчаники, алевролиты	65,8	5,3	27,5	38,5	9,4	10,8	57,8	57,2	24,5	31,3	7,5	10,5	54,1	47,5
Зеленовато-серые алевролиты	—	—	0,6	6,5	0,4	0,8	11,0	18,8	1,7	7,0	0,3	1,6	12,8	21,5
Сумма	65,8	5,3	28,1	45,0	9,8	11,6	68,8	76,0	26,2	38,3	7,8	12,1	66,9	69,0
Плагиограниты, гра- ниты, гранодиориты, гнейсы	32,2	74,0	58,5	35,5	66,3	57,1	19,5	14,0	56,4	44,2	65,9	56,1	21,9	20,5
Слюдяные гнейсы, сланцы	—	3,7	1,9	5,2	9,0	9,0	1,1	0,9	1,4	3,1	7,8	10,1	2,0	0,8
Гнейсы с силлиманитом и/или кордиеритом	—	0,3	0,4	1,3	0,5	0,8	2,5	0,9	0,3	1,4	0,5	0,6	2,0	1,0
Амфиболиты	0,5	10,8	3,8	6,3	6,3	11,1	2,8	1,3	3,7	5,4	6,8	7,1	1,6	2,6
Метагаббро-милониты/ плагиосланцы	—	—	0,1	1,8	—	0,3	—	1,3	—	0,4	0,1	0,5	0,3	0,8
Основные породы разные	—	0,8	1,2	0,2	0,5	1,1	1,1	0,4	0,5	0,2	0,1	0,4	0,7	0,9
Перидотиты/оливиниты	—	0,1	—	—	0,1	—	0,4	—	—	—	—	—	0,1	—
Породы вулканогенно- осадочных толщ	—	3,7	1,7	1,5	1,7	3,9	0,4	0,4	3,1	2,3	1,4	2,5	0,5	0,3
Нефелиновые сиениты	0,5	0,5	—	0,3	0,7	0,4	0,7	1,7	0,4	0,5	0,5	0,8	0,6	0,8
Жильные щелочные породы	—	0,1	—	0,6	0,2	0,4	2,1	0,4	—	0,2	0,2	0,4	1,0	0,1
Фоидолиты	—	—	—	0,2	—	0,1	—	—	—	0,1	—	—	0,1	—
Фенитизированные породы	—	0,3	0,1	0,2	0,2	—	—	1,7	0,1	0,2	0,1	—	0,1	0,3
Полевые шпаты	—	—	0,6	1,1	1,4	—	0,7	—	2,0	1,8	5,0	5,3	1,5	2,2
Кварц	1,0	0,5	3,6	0,7	3,4	4,2	—	0,9	5,8	2,0	3,9	4,3	0,9	0,9

* Буквенные обозначения столбцов соответствуют точкам отбора проб на рис. 1. Абляционные тиллы: D – гряды в урочище Кицкие Родники, G – гряды в урочище Перелой, F – севернее гряды урочища Перелой; базальные тиллы моренной равнины: A – севернее гряды урочища Кицкие Родники, КП – южнее гряд в обнажении Клетной порог, I – юго-западнее с. Варзуга.

р. Варзуга – с юго-запада на северо-восток, что подтверждает формирование ледниковых осадков на периферии Беломорского ледникового потока [1; 11; 14].

В результате петрографического анализа установлено, что в абляционных тиллах (флю-тиллах), перекрывающих озевые гряды, преобладают гранитогнейсы и плагиограниты (до 56,4–74,0 %) мигматит-диоритового и мигматит- и анатектит-гранитового комплексов (таблица, столбцы D, G, F). Также здесь в заметном количестве встречены песчаники оленецкой серии (7,5–27,5 %, таблица, D, G), которые в коренном залегании развиты в 3–6 км к югу (рис. 4). В базальных тиллах моренной равнины южнее Терских Кейв доминируют (66,9–76,0 %) осадочные породы оленецкой серии (таблица, КП, I). При этом уменьшается до 14,0–21,9 % доля пород группы плагиогранитов

и гнейсов (таблица, КП и I). Важно, что среди группы плагиогранитов, гранитов и гнейсов в отложениях моренной равнины преобладают биотитовые, амфибол-биотитовые гнейсы, плагиогранито-гнейсы, которые могут принадлежать южнокольскому метаморфическому комплексу. При этом встречаются плагиограниты и граниты, широко представленные в абляционных тиллах гряд, а также отмечены порфирировидные розовые граниты, характерные для умбинского плутонического комплекса.

В базальном тилле, изученном севернее гряд Терских Кейв, содержание пород оленецкой серии в 38,3–45,0 % находится почти наравне с группой плагиогранитов, гранитов, гранитогнейсов, гнейсов, доля которых составляет 35,5–44,2 % (таблица, A). Это отличает их от абляционных тиллов, отмеченных в строении озев, и сближает

с базальными тиллами моренной равнины, расположенной южнее Терских Кейв (таблица, КП и I). Содержание пород оленецкой серии здесь выше, чем в абляционных тиллах озовых гряд, несмотря на большее удаление от коренных источников (рис. 1, II). Также отмечается постепенное уменьшение доли зеленовато-серых алевролитов с юга на север с 18,8–21,5 до 6,5–7,0 % (таблица, I, A). При этом зеленовато-серые алевролиты редко встречаются в абляционных тиллах гряд (таблица, D, G).

Установлены отличия петрографического состава абляционных тиллов западного и восточного фрагментов гряд Терских Кейв. В тиллах гряды в урочище Перелой содержится в 4–4,5 раз больше обломков слюдяных гнейсов и сланцев, чем в тиллах восточного фрагмента. При этом здесь в три раза меньше пород оленецкой серии (таблица, G, D). Различия могут быть связаны с расстоянием до источников пород.

Практически во всех пробах абляционных и базальных тиллов обнаружены обломки дальноприносных пород, перемещенных с севера и северо-запада: метаэффузивы из толщ пояса Имандра-Варзуга, нефелиновые сиениты Хибинского и Ловозерского массивов. Также в абляционных и базальных тиллах обнаруживаются редкие обломки фенитизированных гранитов и песчаников, принесенных с запада (п-ов Турий). Из района Кандалакшских и Колвицких тундр могут быть перемещены метагаббро-милониты и плагиосланцы (рис. 4).

По результатам петрографического анализа можно сделать следующие выводы:

1. Как в базальных тиллах моренных равнин, так и абляционных тиллах озовых гряд при доминирующем содержании подстилающих пород наблюдается смешение материала, принесенного с севера, северо-запада (нефелиновые сиениты, основные эффузивы, слюдяные гнейсы и сланцы), с запада (метагаббро-милониты/плагиосланцы, фенитизированные граниты и песчаники) и юга (породы оленецкой серии для участков исследования, расположенных севернее области коренного развития данных пород). Это свидетельствует о нескольких этапах разнонаправленного движения ледника или его частей на изучаемом участке. При этом значительное влияние, судя по распространению пород оленецкой серии в северном направлении, оказывали льды, двигавшиеся со стороны котловины Белого моря. Такие условия были возможны в заключительную фазу наступления деградирующего Беломорского потока. Перемещение материала с севера могло осуществляться ранее, на этапе максимального развития поздневалдайского оледенения.

2. Базальные тиллы моренной равнины как к северу от Терских Кейв, так и к югу характеризуются высоким сходством петрографического состава. Это хорошо заметно по содержанию пород оленецкой серии, в том числе зеленовато-серых алевролитов. Полученные данные

указывают на формирование базальных тиллов моренной равнины севернее и южнее Терских Кейв в области развития одной ледниковой лопасти.

3. Сопоставление геологического строения, петрографического состава тиллов и морфологии рельефа указывает на то, что грядовый комплекс в урочище Кицкие Родники и единая гряда в урочище Перелой представляют собой супрагляциальные озы с маломощной покрывной абляционных тиллов. Рельеф в урочище Кицкие Родники выражен несколькими параллельными озовыми грядами, слившимися основаниями. Такие формы могут возникать в условиях открытого крупного водотока в ледяных берегах [13].

4. Озы в районе с. Варзуга формировались на северной периферии Беломорского ледникового потока по окончании одной из фаз продвижения последнего ледникового покрова и с началом дегляциации. Они были расположены на относительно небольшом удалении к югу от зоны предельного распространения льдов Беломорского потока. Зона формирования озов в теле ледника была заложена в начале этапа деградации крупного блока льда, большая часть которого находилась в котловине Белого моря. Большая мощность флювиогляциальных аккумуляций здесь может быть связана с относительно продолжительным периодом дегляциации. По нашему представлению, исследованный фрагмент Терских Кейв не следует сопоставлять с формами активного давления ледника. В строении гряд не выявлены гляциодислокации, характерные для краевых образований.

Данные по петрографическому составу вместе с анализом структурно-текстурных особенностей тиллов могут применяться при геологической съемке ледниковых аккумуляций для определения источников и направления переноса материала ледниками. Информация о петрографическом составе тиллов важна для продолжения теоретических разработок по динамике покровных оледенений и палеогеографии плейстоцена. Анализ расположения источников обломочного материала тиллов Терских Кейв может выявить участки повышенной ледниковой экзарации в Кольском регионе, что важно для понимания термозонального районирования контакта ледника и его ложа.

Работа выполнена по теме НИР 0226–2019–0054 лаборатории № 43 Геологического института КНЦ РАН и в рамках диссертационного исследования. 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 и В. А. Крошинскому за неоценимую помощь в полевых работах. Также авторы признательны сотрудникам Мурманского филиала ФБУ «ТФГИ по СЗФО» за предоставленный фондовый и каменный материал по геологическому строению дочетвертичных образований в районе работ.

1. Апухтин 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.: 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. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Лист Q-(35), 36 — Апатиты. Объяснительная записка / Б. Ю. Астафьев, Ю. Б. Богданов, О. А. Воинова, А. С. Воинов и др. — СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. — 436 с.

4. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Геологическая карта дочетвертичных образований. Лист Q-(35)-36 — Апатиты / гл. ред. Ю. Б. Богданов. — СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2010. — 2 л.

5. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Балтийская. Геологическая карта дочетвертичных образований. Лист Q-37 — Архангельск / гл. ред. К. Э. Яacobson. — СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2010.

6. 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. Яacobson. — СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2010.

7. Григорьев А. А. Геоморфология Кольского полуострова по новейшим исследованиям. — М., 1934. — 10 с.

8. Гросвальд М. Г. Последриасовая (< 10 тыс. лет назад) трансгрессия льда Баренцева моря на северо-восток Европы // ДАН. География. — 1996. — Т. 350, № 5. — С. 687–691.

9. Гудина В. И., Евзеров В. Я. Стратиграфия и фораминиферы верхнего плейстоцена Кольского полуострова. — Новосибирск: Наука, 1973. — 146 с.

10. Евзеров В. Я. Геология четвертичных отложений Кольского региона. — Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016. — 210 с.

11. Евзеров В. Я., Николаева С. Б. Пояса краевых ледниковых образований Кольского региона // Геоморфология. — 2000. — № 1. — С. 61–73.

12. История формирования рельефа и рыхлых отложений северо-восточной части Балтийского щита / С. А. Стрелков, В. Я. Евзеров, Б. И. Кошечкин, Г. С. Рубинраут, А. П. Афанасьев, Р. М. Лебедева, Л. Я. Каган. — Л.: Наука, 1976. — 164 с.

13. Каплянская Ф. А., Тарноградский В. Д. Гляциальная геология: Методическое пособие по изучению ледниковых образований при геологической съемке крупного масштаба. — СПб.: Недра, 1993. — 328 с.

14. Карта четвертичных отложений Европейской части СССР и прилегающих акваторий. Масштаб 1 : 1 500 000 / ред. И. И. Краснов. — 1971. — 17 л.

15. 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.

16. Лаврова М. А. Четвертичная геология Кольского полуострова. — М.; Л.: Наука, 1960. — 233 с.

17. Четвертичные отложения Финляндии и Северо-Запада Российской Федерации и их сырьевые ресурсы. Карта масштаба 1 : 1 000 000 / ред. Й. Ниэмеля, И. М. Экман, А. Д. Лукашов. — 2003. — 2 л.

18. Hattestrand C., Kolka V., Stroeven 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. — Vol. 36. — Pp. 352–370.

19. Lunkka J. P. Late Pleistocene palaeoenvironments and the last deglaciation on the Kola Peninsula, Russia / J. P. Lunkka, E. Kaparulina, N. Putkinen, M. Saarnisto // *Arktos*. — 2018. — Vol. 4. — 18 p. DOI: 10.1007/s41063-018-0053-z

1. Apukhtin N. I., Yakovleva S. V. History of geological development of the North-West of the European part of the USSR in the Quaternary time [Istoriya geologicheskogo razvitiya Severo-Zapada evropeyskoy chasti SSSR v chetvertichnoe vremya]. *Geology of Quaternary deposits of the North-West of the European part of the USSR*. Leningrad, Nedra, 1967, pp. 318–326. (In Russian).

2. Armand N. N. The marginal formations of the inactive ice sheet and the zone of its junction with the Scandinavian cover [Kraevye obrazovaniya maloaktivnogo lednikovogo shchita i zona ego sochleneniya so Skandinavskim pokrovom]. *Marginal formations of the continental glaciation*. Vilnius, 1965, pp. 45–50. (In Russian).

3. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Baltiyskaya. List Q-(35), 36 — Apatity. Ob'yasnitel'naya zapiska [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Baltic series. Sheet Q-(35), 36 — Apatite. Explanatory note]. Eds.: B. Yu. Astafiev, Yu. B. Bogdanov, O. A. Voinova, A. S. Voinov et al. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2012. 436 p.

4. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Baltiyskaya. Geologicheskaya karta dochetvertichnykh obrazovaniy. List Q-(35)-36 — Apatity [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Baltic series. Geological map of pre-Quaternary formations. Sheet Q-(35)-36 — Apatite]. Chief editor Yu. B. Bogdanov. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2010, 2 p.

5. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Baltiyskaya. Geologicheskaya karta dochetvertichnykh obrazovaniy. List Q-37 — Arkhangel'sk [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Baltic series. Geological map of pre-Quaternary formations. Sheet Q-37 — Arkhangel'sk]. Chief editor K. E. Yacobson. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2010.

6. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Mashtab 1 : 1 000 000 (tret'e pokolenie). Seriya Baltiyskaya. Geologicheskaya karta chetvertichnykh obrazovaniy. List Q-37 — Arkhangel'sk [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Baltic series. Geological map of Quaternary formations. Sheet Q-37 — Arkhangel'sk]. Chief editor K. E. Yacobson. St. Petersburg, Kartograficheskaya fabrika VSEGEI, 2010.

7. Grigor'ev A. A. Geomorphology of the Kola Peninsula according to the latest research [Geomorfologiya Kol'skogo poluostrova po noveyshim issledovaniyam]. Moscow, 1934, 10 p.

8. Grosval'd M. G. Posledriassovaya (<10 thousand years ago) ice transgression of the Barents Sea to the north-east of Europe [Posledriassovaya (< 10 tys. let nazad) transgressiya l'da Barentseva morya na severo-vostok Evropy]. *Doklady Earth Sciences. Geography*. 1996, vol. 350, no. 5, pp. 687–691. (In Russian).

9. Gudina V. I., Evzerov V. Ya. Stratigrafiya i foraminifery verkhnego pleystotsena Kol'skogo poluostrova [Stratigraphy and foraminifera of the Upper Pleistocene of the Kola Peninsula]. Novosibirsk, Nauka, 1973, 146 p.
10. Evzerov V. Ya. Geologiya chetvertichnykh otlozheniy Kol'skogo regiona [Geology of Quaternary deposits of the Kola region]. Murmansk, 2016, 210 p.
11. Evzerov V. Ya., Nikolaeva S. B. Poyasa kraevykh lednikovykh obrazovaniy Kol'skogo regiona [Belts of regional glacial formations of the Kola region]. *Geomorfologiya*. 2000, no. 1, pp. 61–73. (In Russian).
12. Strelkov S. A., Evzerov V. Ya., Koshechkin B. I., Rubinraut G. S., Afanas'ev A. P., Lebedeva R. M., Kagan L. Ya. Istoriya formirovaniya rel'efa i rykhlykh otlozheniy severo-vostochnoy chasti Baltiyskogo shchita [History of the formation of relief and loose sediments of the northeastern part of the Baltic Shield]. Leningrad, Nauka, 1976, 164 p.
13. Kaplyanskaya F. A., Tarnogradskiy V. D. Glyatsial'naya geologiya: Metodicheskoe posobie po izucheniyu lednikovykh obrazovaniy pri geologicheskoy s'emke krupnogo masshtaba [Glacial Geology: Methodological Guide for the Study of Glacial Formations in Large-Scale Geological Survey]. St. Petersburg, Nedra, 1993, 328 p.
14. Karta chetvertichnykh otlozheniy Evropeyskoy chasti SSSR i prilegayushchikh akvatoriy. Masshtab 1 : 1 500 000 [Map of Quaternary deposits of the European part of the USSR and adjacent water areas. Scale 1:1,500,000]. Ed.: I. I. Krasnov. 1971, 17 p.
15. Korsakova O. P., Semenova L. R., Kol'ka V. V. Sredne- i verkhnepleystotsenovyie osadki v razreze obnazheniya Varzuga (yug Kol'skogo poluostrova) [Middle and Upper Pleistocene sediments in the section of the Varzuga outcrop (south of the Kola Peninsula)]. *Regional Geology and Metallogeny*. 2011, no. 48, pp. 19–24. (In Russian).
16. Lavrova M. A. Chetvertichnaya geologiya Kol'skogo poluostrova [Quaternary geology of the Kola Peninsula]. Moscow; Leningrad, Nauka, 1960, 233 p.
17. Chetvertichnye otlozheniya Finlyandii i Severo-Zapada Rossiyskoy Federatsii i ikh syr'evye resursy. Karta masshtaba 1 : 1 000 000 [Quaternary deposits of Finland and the North-West of the Russian Federation and their raw materials. Map of scale 1:1,000,000]. Eds.: Y. Niemelya, I. M. Ekman, A. D. Lukashov. 2003, 2 p.
18. Hattestrand C., Kolka V., Stroeven 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, vol. 36, pp. 352–370.
19. Lunkka J. P., Kaparulina E., Putkinen N., Saarnisto M. Late Pleistocene palaeoenvironments and the last deglaciation on the Kola Peninsula, Russia. *Arktos*. 2018, vol. 4, 18 p. DOI: 10.1007/s41063-018-0053-z

Носова Ольга Юрьевна – мл. науч. сотрудник, ГИ КНЦ РАН¹. <nosova@geoksc.apatity.ru>

Вашков Андрей Александрович – канд. геол.-минерал. наук, науч. сотрудник, ГИ КНЦ РАН¹. <vashkov@geoksc.apatity.ru>

Nosova Ol'ga Yur'evna – Junior Researcher, GI KSC RAS¹. <nosova@geoksc.apatity.ru>

Vashkov Andrey Aleksandrovich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Researcher, GI KSC RAS¹. <vashkov@geoksc.apatity.ru>

¹ Геологический институт Кольского научного центра РАН (ГИ КНЦ РАН). Ул. Ферсмана, 14, г. Апатиты, Мурманская обл., Россия, 184209.

Geological Institute of Kola Science Centre of Russian Academy of Sciences (GI KSC RAS), 14 Ul. Fersmana, Apatity, Murmansk region, Russia, 184209.