

Гранулометрический состав отложений камов в южной части Большой Имандры (Кольский регион)

Вашков А.А.¹, Носова О.Ю.¹, Коваленко Н.А.^{1, 2}, Сергиенко Д.Д.^{1, 2}, Неведова А.Я.³, Макарова Ю.А.³, Томилова Е.С.³

¹ Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, a.vashkov@ksc.ru

² Апатитский филиал МГТУ, Апатиты

³ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Аннотация. Получены новые данные о гранулометрическом составе ледниковых отложений в бассейне оз. Имандра. Эти осадки, представленные толщей разнозернистых песков с прослоями гравия и гальки, а также линзами алевритов были сопоставлены с отложениями камов. В разрезе у Экостровского пролива этот материал перекрыт толщей диамиктона мощностью до 2 м. В разрезе, который вскрывает аналогичный по морфологии холм устья реки Малая Белая, покрывка из диамиктона отсутствует. С поверхности холм перекрыт грубообломочным несортированным материалом, который мог накапливаться в открытой зоне одной из заключительных фаз активизации последнего ледникового покрова. Данная особенность свидетельствует о двух различных условиях образования камов внутри ледникового покрова – субгляциальных и супрагляциальных. Проведенный петрографический анализ отложений, перекрывающих камы, указывает на то, что ледниковый покров продвигался с запада и юго-запада. Результаты, полученные в ходе работы имеют важное значение для решения региональной проблемы о продвижении ледника в фазу Салпаусселька I в юго-восточной части Большой Имандры и к юго-западу от Хибинского массива.

Ключевые слова: Кольский полуостров, валдайское оледенение, дегляциация, ледниковые отложения, гранулометрический анализ.

Granulometric composition of kams in the southern part of the Bolshaya Imandra Lake (Kola region)

Vashkov A.A.¹, Nosova O.Yu.¹, Kovalenko N.A.^{1, 2}, Sergienko D.D.^{1, 2}, Nefedova A.Ya.³, Makarova Yu.A.³, Tomilova E.S.³

¹ Geological Institute, KSC RAS, Apatity, a.vashkov@ksc.ru

² Apatity branch of MSTU, Apatity

³ St. Petersburg State University, St. Petersburg

Abstract. New data on the granulometric composition of glacial deposits in the Bolshaya Imandra Lake basin have been obtained. The sediments are represented by coarse- to fine-grained sands with interlayers of gravel and pebbles and silt lenses. They compose kams. In the section near the Ekostrovsky Strait, these deposits are overlain by a diamicton layer up to 2 m thick. The morphologically similar hill near the mouth of the Malaya Belaya River hasn't the diamicton cover. There is coarse clastic unsorted material on the surface. The material could accumulate in the open zone of one of the final activation stages of the last ice sheet. The feature indicates that within the glacier, there were two different conditions for the formation of kams – subglacial and supraglacial. The petrographic analysis of the deposits overlying the kames shows that the ice sheet advanced from the west and southwest. The obtained results are of great importance for solving the regional issue of the movement of the ice sheet during the Salpausselka I Stage in the southeastern part of the Bolshaya Imandra Lake and southwest of the Khibiny Massif.

Keywords: Kola Peninsula, Weichselian glaciation, deglaciation, glacial deposits, granulometric analysis.

Введение

Гранулометрический состав покрова ледниковых отложений Кольского региона активно изучался во второй половине XX в. геологами Кольского научного центра и геологоразведочных экспедиций. Результаты гранулометрического анализа были положены в основу генетического подразделения толщи четвертичных осадков, а также были использованы в геологическом и геолого-геоморфологическом картировании (Стрелков и др., 1976; Евзеров, Кошечкин, 1980;

Дедков и др., 1989; Niemelja et al., 1993; Евзеров и др., 1998; Геологическая..., 2012; Евзеров, 2015, 2017). В ходе таких исследований важное значение уделялось флювиогляциальным отложениям, как наиболее перспективным в плане добычи строительных песков и песчано-гравийных смесей. Эти отложения представлены в Кольском регионе системами радиальных озовых гряд, водноледниковыми дельтами и конусами выноса, долинными и покровными зандрами, отдельными камами и камовыми террасами (Дедков и др., 1989; Niemelja et al., 1993; Геологическая..., 2012; Евзеров, 2015). Также ранее проводились и отдельные исследования, посвященные распространению и гранулометрическому составу камовых террас и холмов (Рубинраут, 1978; Евзеров и др., 1998).

Актуальность исследования выбранных для изучения объектов в южной части котловины Большой Имандры обусловлена тем, что на сегодня здесь существует несколько точек зрения относительно динамики последнего ледникового покрова. По одной из них, краевая зона последнего оледенения фазы Сальпауселья I ориентирована здесь субширотно, а ледниковый покров занимал только современную акваторию оз. Экостровская Имандра (Геологическая..., 2012). Согласно другой точке зрения, вся акватория оз. Имандра находилась вблизи внутренней полосы насыпных краевых морен так называемого пояса I, который формировался во время потепления аллерёд (Евзеров, Николаева, 2000). Во время похолодания позднего дриаса активизировавшийся ледниковый покров преодолел эти краевые образования и продвинулся на 50–80 км к востоку (Ekman, Ilyin, 1991; Евзеров, Николаева, 2000). Последние исследования в бассейне оз. Имандра показывают, что во время потепления аллерёд здесь формировались осадки крупного приледникового бассейна (Lenz et al., 2020; Korsakova et al., 2020). Во время похолодания позднего дриаса здесь были сформированы нерасчлененные отложения, которые с размывом залегают на осадках приледникового бассейна (Lenz et al., 2021).

Характеристика объекта исследований

Породы кристаллического фундамента в районе работ представлены преимущественно основными метавулканитами ильмозерской свиты пояса Имандра-Варзуга. В северо-восточной части участка они контактируют с породами Хибинского щелочного комплекса (Ремизова, 2007). Коренные породы перекрыты в основном маломощным прерывистым покровом основных морен последнего оледенения, а вблизи склонов Хибин – покровом флювиогляциальных отложений (Семёнова и др., 2008; Геологическая карта..., 2012). На поверхности до 5 м над уровнем озера фрагментарно залегают голоценовые озерные отложения. При этом камовые отложения на объектах данного исследования в районе исследования ранее не выделялись.

Исследованные камовые холмы расположены на острове Могильный в Экостровском проливе оз. Имандра и на полуострове в юго-восточной части оз. Большая Имандра, вблизи устья р. Малая Белая, в 0.85 км севернее железнодорожной станции Хибин (рис. 1). Остров Могильный вытянут на 0.38 км с запада на восток при ширине 0.26 км. В 1970-х гг. XX в. был соединен с восточным берегом пролива насыпью автомобильной дороги, которая сейчас пересекает остров в его южной части. В рельефе остров выражен в виде овального холма относительной высотой до 18 м. В районе наивысшей точки в западной части холма его строение вскрыто береговым уступом оз. Имандра высотой до 10–16 м. Полуостров в устье р. Малая Белая соединен с берегом перемычкой, сложенной песчаными озерными отложениями. В рельефе полуострова выражен овальный в плане холм длиной 0.3 км и шириной 0.19 км, вытянутый с юго-запада на северо-восток. Диаметр холма до 80 м, относительная высота от 3–5 до 8 м. Общая высота холма над поверхностью озера – около 14 м. Склоны и вершины холма выпуклые. На южном и северо-западном берегах полуострова строение холма вскрывается абразионными уступами озера.

Методы исследования

Полевые работы в пределах холмистых камовых массивов были проведены в 2019 и 2021 гг. В четырех расчистках изучались особенности структуры и текстуры ледниковых и водно-

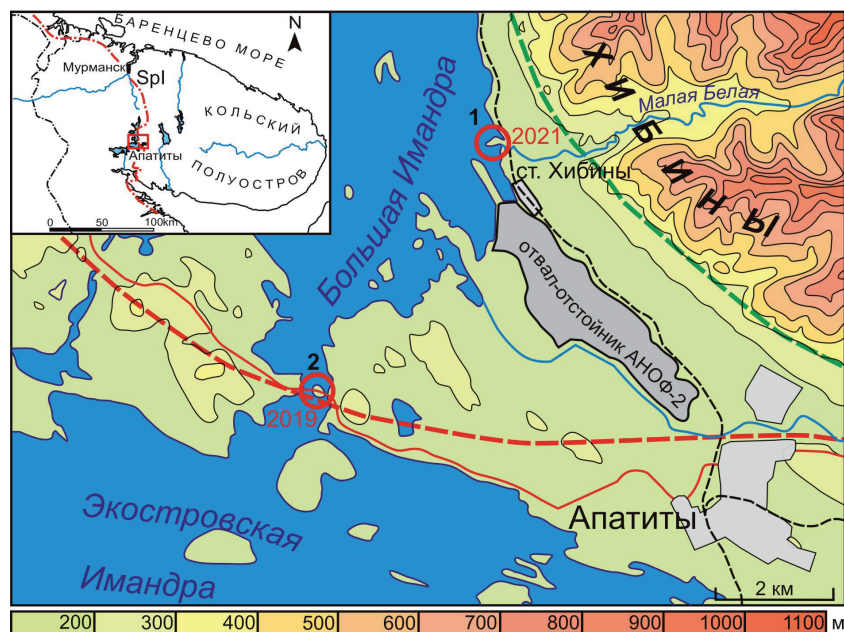


Рис. 1. Местоположение района работ. Объекты исследования даны цифрами:

1 – холм в устье р. Малая Белая; 2 – холм на острове Могильный в Экостровском проливе. Положение краевой зоны фазы Салпауселька I: красная линия – по (Геологическая..., 2012), зеленая линия – по (Ekman, Ilyin, 1991; Евзеров, Николаева, 2000). Красная линия на врезке – по (Korsakova et al., 2023).

Fig. 1. Location of the study area. The objects of studying are numbered:

1 – a hill at the mouth of the Malaya Belaya River; 2 – a hill on the Mogilny Island in the Ekostrovsky Strait. Position of the marginal zone of the Salpausselka stage: red line, according to (Geologicheskaya..., 2012), green line, according to (Ekman and Ilyin, 1991; Evzerov and Nikolaeva, 2000). The red line in the inset is after (Korsakova et al., 2023).

ледниковых образований. Цвет отложений определялся при помощи колориметрической системы *Munsell Soil Color Charts*. Детальное исследование текстуры проводилось с помощью массовых замеров плоскостных (плоскости сланцеватости, границы слоистости) и линейных (длинные оси галек и валунов) элементов (Аболтинш, 1989; Benn, 2013). Выполнялось по 25–100 замеров азимутов и углов падения плоскостей сланцеватости и длинных осей галек. Обработка замеров проводилась при помощи программы OpenStereo 0.1.2, структурные диаграммы строились на нижней полусфере равноплощадной сетки Шмидта.

Гранулометрический анализ проводился в полевых условиях с помощью набора стандартных сит диаметром ячейки 1–10 мм, а также в лабораторных условиях на ситах рассеивающей машины Retsch AS Control 300. Использовались сита диаметром 10, 5, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.1, 0.05 и 0.025 мм. Диамиктоны просеивались при подаче воды с вымыванием фракции менее 0.025 мм.

Петрографический анализ валунной фракции (> 100 мм) был проведен только на холме острова Могильный и заключался в сборе валунов (ок. 350 штук) с глубины до 0.35 м с площадки 5×5 м. Валуну разделялся на группы пород, из которых выбирались наиболее представительные образцы для изготовления шлифов. Пробы галечной (10–100 мм) и крупногравийной (5–10 мм) фракций выделялись при помощи мокрого рассева из материала морены, отобранной на обнажении. Определение петрографического состава галечной и крупногравийной фракции проводилось с использованием стереоскопического микроскопа (бинокуляра). Установленные группы пород сопоставлялись с коренными породами района исследования и близлежащих территорий. Поскольку в разрезе холмистого камового массива севернее станции Хибины морена не была выявлена, петрографический анализ был произведен для обломков галечной и крупногравийной фракций из несортированного галечно-гравийного материала в расчистке 2.

Результаты

Детальное описание строения холма в Экостровском проливе было приведено ранее (Вашков и др, 2020). Здесь мы рассмотрим только подробные формы севернее станции Хибинь. В расчистке № 1 (N 67°40'48.4", E 33°12'15.2") в абразионном уступе высотой до 10 м и ориентированном по азимуту 50–230° в южной части полуострова вскрыты (снизу-вверх, рис. 2).

1. Переслаивание:

а) песков мелкозернистых (м.з.), светло-коричневато-серых, слоистых за счет прослоев темных минералов, слоистость субпараллельная, горизонтальная, с толщиной прослоев до 0.38 м;

б) песков тонкозернистых (т.з.), глинистых, оливково-серых, с серым оттенком, связных, уплотнённых, с толщиной прослоев до 0.23 м;

в) алевроит оливково-серый, до серого, плотный, с отдельными зёрнами гравия и гальки, толщина прослоев до 5 см.

В целом слой 1 имеет слабый уклон по азимуту 45° и углом 8°.

Слоистость внутри слоя нарушается системой сколов-сбросов амплитудой до 3–7 м, кровля слоя так же деформирована сколами, которые переходят в слой 2. Мощность слоя 1 вскрытая 1.37–1.63 м.

2. Переслаивание серых песков разнозернистых (р.з.), преимущественно крупнозернистых (к.з.), с отдельным гравием (2 а), и песков р.з., преимущественно к.з. гравелистых, с большим количеством гравия и гальки, часто плохо окатанных (2 б). Слоистость в слое субпараллельная, с падением по азимуту 256° и углом 12°. Толща деформирована сколами – взбросами амплитудой до 5 см, которые часто прослеживаются сериями по 2–3 шт. Плоскости сместителей сколов падают по азимуту 256° и под углом 86°. В 1.7 м от подошвы слоя отмечается прослой песка оливково-серого, слабоглинистого с гравием, мелкой галькой, толщиной 8–10 см.

В интервале 1.9–2.2 м от подошвы встречен прослой песков р.з., гравелистых, с примесью песков м.з. и глинисто-алевровитовых частиц (2 в). В интервале 1.1–2.5 м от подошвы возрастает амплитуда сколов (до 0.24 м), сколы сгруппированы по 2–3 штуки. Падение слоистости здесь отмечается по азимуту 40° и под углом 17°. В интервале 2.8–4.2 м падение сколов отмечается по азимуту 264° и под углом 82°. Слоистость в этом интервале падает по азимуту 240°, под углом 14°.

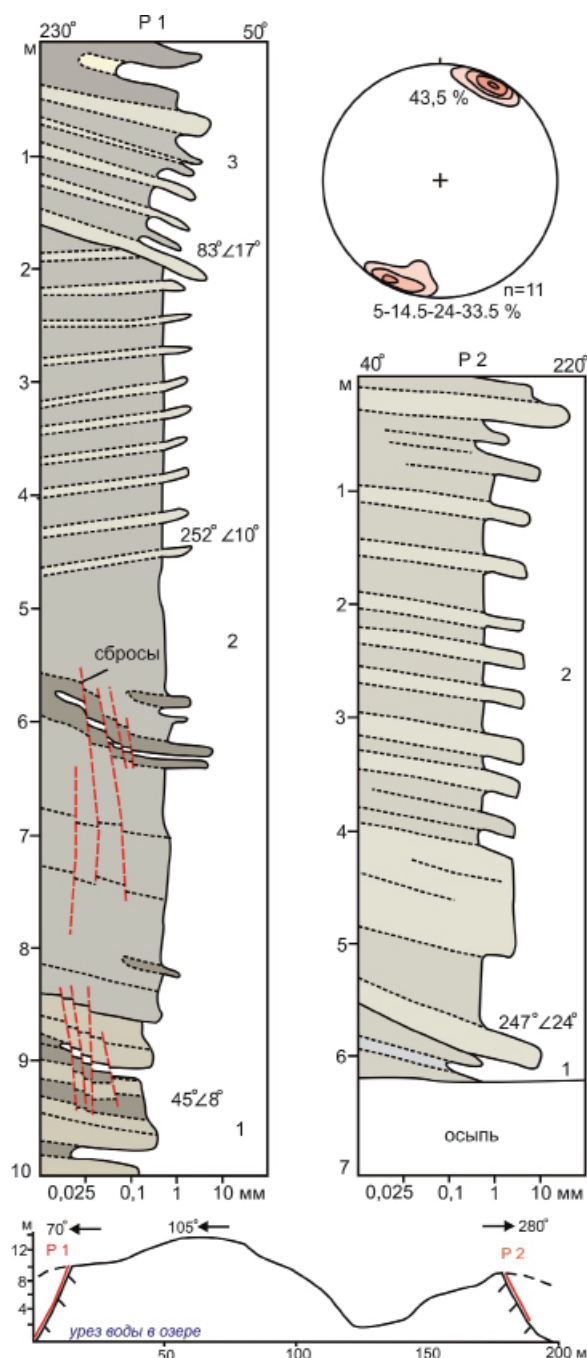


Рис. 2. Строение камового холма севернее станции Хибинь. На диаграмме показаны полюса падения плоскостей сместителей сбросов (диаграмма на нижней полусфере равноплощадной проекции). В нижней части рисунка – гипсометрический профиль с позицией расчисток.

Fig. 2. The structure of a kame north of the Khibiny station. The diagram shows the dip poles of fault planes (diagram is plotted on the lower hemisphere of equal area projection). At the bottom of the figure is a hypsometric profile with outcrops positions.

В интервале 4.5–5.6 м от подошвы слоя возрастает общая крупность материала, появляются прослои гравия с галькой и валунами толщиной до 0.12 м. Кровля слоя отмечается по угловому несогласию в залегании р.з. гравелистых песков в 5.3–5.6 м от подошвы слоя, для которых здесь характерен азимут падения слоистости 252° под углом 10° . Над ними залегают р.з. гравелистые пески, толща которых падает по азимуту 83° под углом 17° . Мощность слоя 2 около 6.6–6.9 м.

3. Песок р.з., преимущественно к.з., с высоким содержанием гравия, гальки и валунами до 0.2 м в диаметре, слоистый. В интервале 0.4–0.65 м от поверхности холма отмечена линза светло-желтовато-серых м.з. песков, уплотнённых, слоистых за счёт тёмных минералов. Слоистость в линзе косая, падает по азимуту 53° и под углом 17° . Верхняя часть слоя перекрыта современной почвой толщиной 0.15 м и выраженным горизонтом вымывания под ней. Общая мощность слоя около 1.9–2.05 м.

В 0.18 км к северо-западу на абразионном уступе в северной части полуострова заложена расчистка 2 (N $67^\circ 40' 51.9''$, E $33^\circ 12' 04.1''$). Абразионный уступ ориентирован по азимуту $40\text{--}220^\circ$, высотой около 8.2 м. Он вскрывает северо-западную часть холма высотой до 9 м. От наиболее высокой части эта часть холма отделена выраженным V-образным понижением. В расчистке снизу вверх вскрываются:

1) песок серый, р.з., преимущественно к.з., с примесью гравия, глины с признаками слоистости. Кровля слоя и слоистость падает по азимуту 247° под углом 24° . Видимая мощность до 0.6 м в северо-восточной части расчистки уменьшается до 0.05 м к юго-западу;

2) гравийно-галечная смесь с материалом средней и плохой окатанности (до дресвы-щебня), плохо сортированная, рыхлая (не держит стенку расчистки), с примесью песка р.з. и к.з. серого, а также с валунами (до 0.5–0.7 м в диаметре) в основном средней степени окатанности. Слоистость выражена слабо за счёт прослоев с преобладанием мелкой гальки, гальки с валунами, гравия с примесью песка р.з., в том числе, с примесью песка т.з. и м.з. связного (прослой толщиной до 5 см в 0.25 м выше подошвы слоя). Подошва слоя имеет уклон по азимуту 247° под углом 24° , слоистость в нижней ступени падает согласно подошве слоя. В интервале 0.5–0.8 м от поверхности холма слоистость имеет падает по азимуту 260° и под углом 27° . Толща перекрыта современной почвой мощностью до 0.12 м. Под почвой слой имеет изменённую до жёлто-коричневой окраску. В интервале до 0.8 м от поверхности холма между крупными обломками встречаются линзы-карманы песка р.з., преимущественно м.з., пылеватого, жёлто-коричневого. Также в этом интервале в целом увеличивается количество гальки и валунов. Мощность слоя 5.56–5.97 м.

Обсуждение результатов

Гранулометрический состав формообразующих отложений двух исследованных камовых холмов указывает на их схожесть (табл. 1). В каме в Экостровском проливе формообразующими являются пески м.з. и с.з. с примесью гравия и гальки (слой 2 в табл. 1), однородные пески с.з. и м.з. (слои 3 и 7) и слоистые гравелистые пески к.з. и с.з. (слои 4 и 6). Обращают на себя внимание маломощные (до 0.7 м) интервалы с повышенным содержанием гравия и гальки (слои 5 и 8). По гранулометрическому составу резко выделяется диамиктон (слой 9), в составе которого преобладают алевроито-глинистые частицы (до 36 %). В целом такое соотношение фракций характерно для основных морен региона (Евзеров, 2017).

Наибольшее значение в строении более высокой части холма к северу от станции Хибины имеют слоистые пески к.з. и с.з. (табл. 1, расчистка 1, слой 2а). Перекрывающие их отложения слоя 3, в составе которых доминирует гравий с песками к.з. и мелкой галькой, при этом являются формообразующими в северной части холма (табл. 1, расчистка 2, слой 2-1–2-6). В основании обоих холмов выявлены сходные по своему гранулометрическому составу отложения – пески м.з., реже с.з. (слой 1 в разрезе у пролива Экостровский, слой 1а и 1б у станции Хибины) – слоистые, с прослоями песков глинистых и алевроитов (слой 1 в у станции Хибины).

Наиболее значительное различие между двумя изученными холмами заключается в отсутствии толщи диамиктонов в верхней части разреза у станции Хибины. К близким по составу отло-

жениям к диамиктону можно отнести гравелистые м. з. пески в прослое 2в (расчистка 1). В этом одиночном прослое толщиной до 0.25 м содержание алеврито-глинистых частиц повышается до 9 %.

Таблица 1. Гранулометрический состав водно-ледниковых отложений кама у южного берега оз. Большая Имандра

Table 1. Granulometric composition of glaciofluvial deposits of the kame near the southern coast of The Bolshaya Imandra Lake

Фракция, мм	50–10	10–5	5–2	2–1	1–0.5	0.5–0.25	0.25–0.1	0.1–0.05	0.05–0.025	Менее 0.025
Слои	Пролив Экостровский. Расчистка 1									
1	–	–	0.11	0.31	3.3	31.56	56.36	6.81	1.3	0.25
2	2.44	7.01	6.68	4.23	8.00	26.89	30.75	10.27	2.71	1.01
3	–	–	0.08	0.23	8.18	40.90	36.63	8.18	3.13	2.66
5	16.27	10.4	12.07	11	17.32	20.26	10.45	1.61	0.41	0.21
6	0.7	3.03	5.86	10.49	30.85	34.42	11.58	2.08	0.69	0.29
8	11.60	12.66	11.16	7.35	9.04	19.62	19.89	4.85	0.83	3.01
9	4.55	3.51	6.77	6.98	5.16	10.33	17.11	9.63	5.79	30.18
	Станция Хибины. Расчистка 1									
1а	–	–	–	–	1.39	50.86	44.4	2.78	0.37	0.12
1б	–	–	–	–	–	0.84	9.51	50.87	21.35	17.42
1в	–	0.83	0.35	0.01	0.64	10.71	11.80	18.32	22.90	34.45
2а	0.52	3.19	7.53	12.91	32.67	30.69	11.54	0.8	0.15	0.01
2б	3.55	13.17	32.06	29.43	16.68	3.98	0.94	0.1	0.06	0.01
2в	0.46	17.12	17.89	6.03	3.95	10.67	23.72	11.09	3.27	5.80
3	13.56	15.05	27.69	20.49	15.24	5.92	1.54	0.29	0.18	0.05
	Станция Хибины. Расчистка 2									
1	5.41	4.95	20.3	26.82	27.44	12.32	2.41	0.27	0.075	0.02
2–1	31.72	24.97	25.6	10.02	3.14	1.83	1.78	0.73	0.18	0.04
2–2	28.12	15.49	23.72	18.07	10.49	2.84	0.96	0.27	0.04	0.01
2–3	7.51	14.87	34.27	25.04	13.09	3.63	1.24	0.25	0.07	0.03
2–4	17.47	16.02	27.12	21.73	13.34	3.25	0.73	0.19	0.08	0.05
2–5	7.3	6.25	24.75	32.6	22.79	4.89	1.07	0.25	0.09	0.02
2–6	2.71	12.11	33.95	28.81	15.45	4.49	1.58	0.56	0.29	0.07

В разрезе у пролива Экостровский был проанализирован петрографический состав диамиктона и песка к. з. с гравием и галькой залегающими под диамиктоном. Для холма возле устья р. Малая Белая был проанализирован петрографический состав залегающих с поверхности песков галечно-гравийных отложений с песком из разреза 2.

В каме пролива Экостровский водно-ледниковая толща отличается от диамиктона заметно меньшим содержанием амфиболитов м. з. и с. з., которые на данном участке являются подстилающими породами (табл. 2). При этом резкое доминирование биотитовых гнейсов (табл. 2, группа 1) может указывать на перенос материала с юга и юго-запада. При этом в водно-ледниковый поток практически не попадали обломки пород Главного хребта, содержание которых в водно-ледниковых отложениях в 5 раз меньше, чем в диамиктоне. Реконструкция направления перемещения материала по его петрографическому составу здесь хорошо согласуется с результатами замеров ориентировки

длинных осей галек в диамиктоне и направлениями падения слоистости в водно-ледниковой толще (Вашков и др., 2020).

Таблица 2. Петрографический состав гравийно-галечной фракции (5–50 мм) ледниковых и водно-ледниковых отложений (%)

Table 2. Petrographic composition of the gravel-pebble fraction (5–50 mm) of glacial and glaciofluvial deposits (%)

Группы пород	Пролив Экостровский		Станция Хибины		
	Диамиктон	Песок к. з. с гравием и галькой	Песок р. з. с гравием (Р. 2, С. 1)	Галька с гравием (Р. 2, С. 2 кровля)	Галька с гравием (Р. 2, С. 2, подошва)
1. Гнейсы биотитовые, амфибол-биотитовые и др., часто мигматизированные; плагиограниты	39.98	82.48	27.78	20.00	21.62
2. Граниты розовые с. з. (мигматиты)	8.44	6.04	2.08	2.11	1.24
3. Амфиболиты м. з. и с. з., иногда с гранатом	45.25	3.72	2.78	4.21	4.00
4. Габброиды с. з. актинолитизированные	—	2.46	1.39	2.63	0.95
5. Габбро, габбро-лабрадориты с. з. и к. з.	0.31	—	—	2.11	1.43
6. Габбро-милониты и гранат-амфибол-плагиоклазовые породы по габброидам	2.23	0.53	—	—	0.67
Итого породы Главного Хребта (5+6)	2.55	0.53	—	2.11	2.10
7. Основные породы: с. з. и м. з. габбро, нориты, габбронориты, пироксениты и др.	0.87	0.46	0.69	—	0.19
8. Перидотиты, оливиниты	—	0.07	—	—	—
9. Породы вулканогенно-осадочных толщ пояса Имандра-Варзуга (преимущественно актинолитовые сланцы и др.)	0.25	0.53	18.06	11.05	15.43
10. Нефелиновые сиениты	—	—	45.83	53.68	50.67
11. Жильные щелочные породы, лампрофиры и др.	0.56	0.53	—	0.53	—
Другие	1.61	0.93	1.39	0.53	1.71
Зерна минералов:					
Кварц	0.31	1.26	—	1.05	—
Полевые шпаты	0.19	1.00	—	—	—

Петрографический состав водно-ледниковых отложений из холма в устье р. Малая Белая характеризуется преобладанием щелочных пород Хибинского массива, которые в большом количестве могли поступать на поверхность ледника и перемываться талыми водами во время его деградации, когда часть склонов массива (вне цирков) уже освободилась от покровного ледника. Перенос этого материала водно-ледниковыми потоками был, таким образом, направлен с северо-востока и востока и не может быть связан с переносом материала активным ледником. Относительно высокое содержание пород пояса Имандра-Варзуга объясняется их коренным залеганием на этом участке. Однако здесь их содержится меньше, чем биотитовых гнейсов и амфиболитов, что указывает на перенос этого материала с юго-запада и запада. Такое же направление подтверждают и замеры падения слоистости в расчистке 2 и верхней части слоя 2 в расчистке 1. Этот материал изначально мог быть доставлен активным ледником, а позже был размыв талыми ледниковыми водами.

Выводы

1. Морфология исследованных холмов, анализ структурно-текстурных особенностей и гранулометрического состава слагающих их отложений позволяют отнести их к камам. При этом кам в Экостровском проливе за счет покрывки диамиктона может быть сопоставлен с субгляциальным, а холм у устья Малой Белой – с супрагляциальным образованием. Залегающие в основании обоих разрезов пески м. з. и с. з., с тонкой субгоризонтальной слоистостью, выраженной за счет прослоев песков т. з., глинистых и алевроитов, указывают на формирование этих отложений в условиях относительно замкнутой полости. Это не позволяет отнести данные образования к перигляциальным отложениям или краевым образованиям последнего оледенения.

2. Гранулометрический состав осадков холмов указывает на постепенное ускорение темпа дегляциации при формировании отложений. В пользу этого свидетельствуют залегающие выше по разрезу пески р. з. с многочисленными прослоями песков гравелистых, иногда с прослоями гравия и гальки, которые свойственны достаточно быстрым и мощным потокам талых вод. Иногда в полости внутри ледника могли затекать и грязекаменные потоки с поверхности ледника, что демонстрируют отложения, аналогичные прослою 2 в (расчистка 1) кама у устья Малой Белой.

3. Формирование камового холма в проливе Экостровский было завершено с продвижением активного ледника с запада и юго-запада. Холма эта подвижка в устье р. Малая Белая не достигала. Отложения здесь не имеют деформаций, характерных краевой зоне оледенения, диамиктон в покрывке холма также отсутствует. Залегающие с поверхности холма плохо сортированные пески р. з. и галечно-гравийный материал могут отражать переотложение материала талыми водами на относительно небольшое расстояние. При этом снос материала в депрессию на леднике происходил с разных направлений, в том числе и с северо-востока, со стороны Хибинского массива. Это свидетельствует о том, что поле мертвого льда во время формирования этого холма перекрывало весь район исследования до склонов Хибинского массива.

Таким образом, полученные результаты имеют важное значение для реконструкции палеогеографии позднеледниковья и дегляциации центральной части Кольского региона. Данные о строении и составе камов также могут быть использованы при поисках и оценке запасов минерального строительного сырья в Кольском регионе.

Благодарности

Авторы благодарят Корсакову О.П. за ценные консультации в ходе выполнения работы.

Работа выполнена в рамках темы лаборатории № 43 ГИ КНЦ РАН АААА-А19-19100290145-3.

Литература

1. Аболтинш О.П. Гляциоструктура и ледниковый морфогенез. Рига: Зинатне, 1989. 284 с.
2. Астахов В.И. Четвертичная геология суши: учебное пособие. СПб: СПбГУ, 2020. 440 с.
3. Вашков А.А., Носова О.Ю., Корсакова О.П., Колька В.В., Толстобров Д.С. Ледниковые отложения камового холма в Экостровском проливе, оз. Имандра // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2020. № 17. С. 66–70. <https://doi.org/10.31241/FNS.2020.17.012>.
4. 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.
5. Дедков Н.С., Ильин В.А., Горбунов Е.О. Карта четвертичных отложений с элементами геоморфологии Мурманской области / под ред. Евзеров В.Я. Апатиты: ГИ КНЦ РАН, 1989.
6. Евзеров В.Я., Горбунов Е.О., Колька В.В. Размещение месторождений и прогнозных запасов песка и песчано-гравийных смесей в связи со структурой и динамикой последнего ледникового покрова // Литасфера. 1998. № 9. С. 42–46.
7. Евзеров В.Я. Геология четвертичных отложений Кольского региона. Апатиты: КНЦ РАН, 2015. 196 с.
8. Евзеров В.Я. Литология морены поздневалдайского оледенения западной части Кольского полуострова // Вестник МГТУ. 2017. Т. 20. № 1/1. С. 48–59. <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2017-20-1/1-48-59>.
9. Евзеров В.Я., Николаева С.Б. Пояса краевых образований Кольского региона // Геоморфология. 2000. № 1. С. 61–73.

10. Обновленная цифровая геологическая карта Мурманской области масштаба 1:200 000 / под ред. А.М. Ремизовой, 2007.
11. Раукас А.В., Конт А.Р. Вопросы формирования и классификации камов // *Строение и формирование камов*. Таллин. 1978. С. 5–9.
12. Рубинраут Г.С. Некоторые характерные черты размещения и условий формирования камов на Кольском полуострове // *Строение и формирование камов*. Таллин. 1978. С. 48–52.
13. Семенова Л.Р., Руденко Е.Д., Лукьянова Н.В. Геологическая карта четвертичных отложений. Лист R–36–XXXIII, XXXIV. Апатиты / под ред. Заррина Е.П., тех. ред. Радченко С.А. СПб: картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008.
14. 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.: Наука, 1976. 164 с.
15. Benn D.I. Till fabric analysis // *Encyclopedia of Quaternary Science. Glacial Landforms, Sediments*. 2nd Ed. Elsevier, 2013. P. 76–80. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-53643-3.00087-x>.
16. Benn D.I., Evans D.J.A. *Glaciers and Glaciation*. London: Arnold, 1998. 734 p.
17. 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*. Rainio H., Saarnisto M. (eds.). Guide 32. 1991. P. 73–99.
18. Korsakova O., Tolstobrov D., Nikolaeva S., Kolka V., Tolstobrova A. Lake Imandra depression in the Late Glacial and early Holocene (Kola Peninsula, north-western Russia) // *Baltica*. 2020. V. 3(2). P. 177–190. <https://doi.org/10.5200/baltica.2020.2.5>.
19. Korsakova O., Vashkov A., Nosova O. European Russia: glacial landforms from the Bølling-Allerød Interstadial. In: *European Glacial Landscapes. The Last Deglaciation*. Palacios D., Hughes P.D., Garcia-Ruiz J.M., Andres N. (eds.). Elsevier, 2023. P. 305–310. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91899-2.00014-0>.
20. 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*. 2020. V. 50(1). P. 76–100. <https://doi.org/10.1111/bor.12465>.
21. Lenz M., Lebas E., Lenz M.M., Fedorov G., Gromig R., Kolka V., Krastel S., Leicher N., Melles M., Wagner B. Highly variable sediment deposition in Lake Imandra, NW Russia, since the Late Pleistocene // *Journal of Quaternary Science*. 2021. V. 37(5). P. 1–20. <https://doi.org/10.1002/jqs.3353>.
22. Niemelä J., Lukashov A., Ekman I., Kurkinen I., Mäkinen K., Sahala L., Tikkanen J., Dedkov N., Gutaeva L., Iljin V., Yevzerov V. The map of Quaternary deposits of Finland and northwestern part of Russian Federation and their Resources. 1:1000000. 1993. Geological Survey of Finland.