

Ледниковые отложения камового холма в районе залива Мончегуба, оз. Большая Имандра

Вашков А. А.¹, Носова О. Ю.¹, Коваленко Н. А.¹, Ионов Н. В.¹, Сергиенко Д. Д.¹, Лыткин А. А.²

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

² Апатитский филиал МАУ, Апатиты

Аннотация. Морфология и строение холмистого рельефа на северном берегу залива Мончегуба (оз. Большая Имандра) были исследованы в двух пунктах. Эти отложения сопоставлены с образованиями камов, перекрытых маломощной основной мореной. На контакте морены и отложений кама отмечаются дислокации в виде пологих надвигов и малоамплитудных складок. Формирование кама происходило на этапе дегляциации территории около 14.5–13.5 тыс. л. н. в над- или внутриледниковых условиях. Покрышка из основной морены была сформирована во время похолодания позднего дриаса около 12.9–12.5 тыс. л. н. относительно маломощным ледником, который двигался в районе работ с юга на север, вдоль депрессии Большой Имандры. Последующее окончательное таяние льдов привело к образованию систем сбросовых нарушений при проецировании накопленного материала на поверхность. В результате проведенного исследования и работ, проведенных в котловине Большой Имандры ранее, определены основные морфометрические показатели камов центральной части Кольского региона, а также специфика их геологического строения. Эти образования являются перспективными на поиски строительных песков и гравийно-галечного материала, а отдельные холмы могут быть объявлены геоморфологическими или геологическими памятниками природы.

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

Glacial deposits of a kame in the area of Moncheguba Bay, Lake Bolshaya Imandra

Vashkov A. A.¹, Nosova O. Yu.¹, Kovalenko N. A.¹, Ionov N. V.¹, Sergienko D. D.¹, Lytkin A. A.²

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

² Apatity branch of MAU, Apatity

Abstract. The morphology and structure of the hilly complex on the northern shore of Moncheguba Bay (Lake Bolshaya Imandra) were studied at two locations. These deposits were compared with kame formations overlain by a thin basal till. Dislocations in the form of gentle thrusts and low-amplitude folds are observed at the contact between till and fluvio-glacial deposits. The kame formed during the deglaciation stage of the area approximately 14.5–13.5 thousand years ago under supra- or intraglacial conditions. The basal till cap was formed during the Younger Dryas, approximately 12.9–12.5 thousand years ago by a relatively thin glacier, which moved in the study area from south to north, along the Bolshaya Imandra Depression. The subsequent final melting of the ice led to the formation of normal fault systems as accumulated material was projected onto the surface. As a result of the study and previous work in the Bolshaya Imandra Basin, the key morphometric parameters of the kames of the central Kola region, as well as the specific features of their geological structure, have been determined. These formations hold promise for the exploration of construction sand and gravel-pebble material, and individual hills could be designated geomorphological or geological natural monuments.

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

Введение

Под термином «камы» чаще всего подразумевают аккумулятивные образования, сформированные тальми ледниковыми водами во внутриледниковых условиях, в отдельных полостях под ледником, внутри ледника, или же в небольших озерах на его поверхности. При последующем таянии льда, накопленные в таких условиях осадки, формируют характерный холмистый рельеф с отдельными овальными в плане холмами (или террасовидными площадками) выпуклой формы и сложенные водно-ледниковыми отложениями (Асеев, Маккавеев, 1976; Раукас, Конт, 1978; Аста-

хов, 2020; Bennett, Glasser, 2010; Benn, Evans, 2010). Камы отличает значительное морфологическое и структурное разнообразие, в зависимости от положения в теле ледника, скорости водного потока и характера проецирования накопленного осадка при таянии льдов. Камы родственны другим водно-ледниковым образованиям, сформированных в пределах ледникового покрова, прежде всего, озам. Размещаются камы чаще всего в пределах фронтальных краевых и ледораздельных (островных) гряд и возвышенностей, у небольших угловых ледораздельных массивов, группами или единично.

Информация по морфологии и строению камов в Кольском регионе проводилась в рамках исследований покрова ледниковых отложений, в том числе в работах по геологической съемке (Лаврова, 1960; Селивановская, Маркитахина, 1964; Стрелков и др., 1976; Семенова и др., 2008; Государственная..., 2012; Евзеров, 2014). Непосредственное исследование этих форм проводилось только в единичных работах, на ограниченных ключевых участках (Арманд, 1964; Рубинраут, 1978).

Отложения камов традиционно являются перспективными при поисках месторождений строительных песков, песчано-гравийных смесей и, реже, ленточных глин, в том числе в Кольском регионе (Евзеров и др., 1998; Евзеров, 2014). Кроме этого, их исследование важно для понимания процессов водно-ледникового морфогенеза и палеогеографии ледниковых областей, отражающих ход дегляциации территории. Также камы являются одним из наиболее наглядных элементов аккумулятивного ледникового ландшафта, информацию о них успешно используют в научно-образовательных целях и при выделении геолого-геоморфологических памятников природы (Вінакураў, Галадзянкоў, 2004).

Характеристика объекта исследований

Участок работ расположен в 2.0–2.5 км к востоку от центра г. Мончегорска, на северном берегу залива Мончегуба оз. Большая Имандра. Здесь в рельефе выражен овальный в плане холм длиной 0.41 км и шириной 0.24 км, вытянутый с север-северо-запада на юг-юго-восток (рис. 1 А). Высота холма до 15 м относительно уреза воды в озере, склоны выпуклые, крутизной до 20–28°. Западный склон холма преобразован водно-абразионными процессами озера, частично размыт и представляет собой абразионный уступ крутизной до 40–45°. У подножья расположены отдельные небольшие гряды и холмы, высотой до 5 м над уровнем озера, разделенные замкнутыми западинами. Эта группа холмистого рельефа прислонена к западному склону более крупного, вытянутого на 1.36 км с севера на юг холма, с абсолютными отметками до 150–155 м над уровнем моря (н. у. м.). Этот холм, в свою очередь, входит в группу крупных поднятий с отметками высот до 302 м н. у. м., овальных в плане, вытянутых субмеридионально.

По данным геолого-геоморфологического картирования участок работ относится к области развития моренных отложений (Карта..., 1989; Геологическая..., 2012; Niemelja et al., 1993), а общая мощность четвертичных отложений оценивается до 10 м (Семенова и др., 2008). В пределах крупных овальных холмов, вытянутых субмеридионально, отмечаются участки выходов на поверхность кристаллических пород, которые здесь представлены гранодиоритами и плагиогранитами Центрально-Кольского комплекса верхнего архея (Карта..., 2001). Однородная ориентировка длинных осей холмов позволила соотнести их с подледниковым линейно-ориентированным рельефом, родственными друмлинам, а также с линейно ориентированными выступами пород кристаллического фундамента, широко распространенными в Кольском регионе (Boyes et al., 2021).

Методы исследования

Полевые работы были проведены в 2025 г. и включали расчистку абразионного уступа на западном склоне холма (расчистка 1, высотой до 12 м) и расчистку абразионного уступа одной из коротких гряд на его периферии (расчистка 2, высотой до 2 м). Здесь изучались особенности структуры и текстуры ледниковых и водно-ледниковых образований. Цвет отложений определялся при помощи колориметрической системы *Munsell Soil Color Charts*. Детальное исследование текстуры ледниковых отложений проводилось с помощью замеров длинных осей гальки и валунов, всего выполнялось 50 замеров. Также измерялись азимуты и углы падения сланцеватости в диамиктонах, при ее наличии (единичные замеры). Обработка замеров проводилась при помощи программы

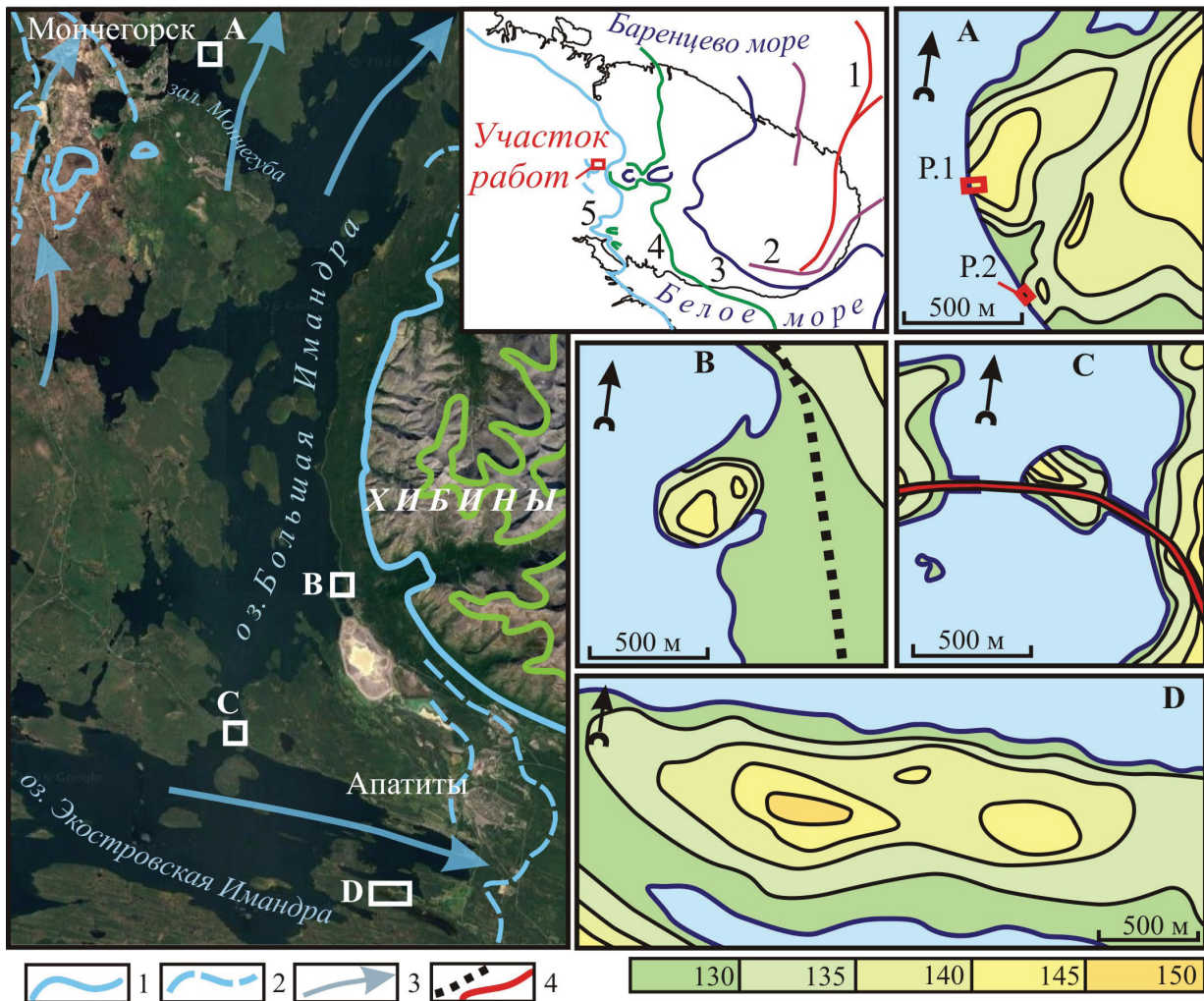


Рис. 1. Местоположение участка работ (А) и камов, исследованных ранее (В, С из (Вашков и др., 2023), D из (Арманд, 1964)): 1 – границы фаз активизации последнего ледникового покрова. Цвет согласно врезке, на которой фазы активизации обозначены цветом и номерами: красная линия (1) – последний ледниковый максимум (около 18–17.5 тыс. л. н.), фиолетовая линия (2) – фаза 1 (ок. 16.5–16.1 тыс. л. н.), синяя линия (3) – фаза 2 (ок. 15.3–14.9 тыс. л. н.), зеленая линия (4) – фаза 3 (ок. 14.1–13.7 тыс. л. н.), голубая линия (5) – фаза 4 (ок. 12.9–12.5 тыс. л. н.); 2 – осцилляции ледникового края; 3 – преобладающие направления движения ледника; 4 – железные и автомобильные дороги (на В и С)

Fig. 1. Location of the study area (A) and previously studied kames (B, C from (Vashkov et al., 2023), D from (Armand, 1964)): 1 – boundaries of stages of the last glacial sheet. Color according to the inset, in which stages are designated by color and numbers: red line (1) – Last Glacial Maximum (c. 18–17.5 ka ago), purple line (2) – stage 1 (c. 16.5–16.1 ka ago), blue line (3) – stage 2 (c. 15.3–14.9 ka ago), green line (4) – stage 3 (c. 14.1–13.7 ka ago), light blue line (5) – stage 4 (c. 12.9–12.5 ka ago); 2 – oscillations of the glacier margin; 3 – prevailing directions of glacier movement; 4 – railways and roads (on B and C)

OpenStereo 0.1.2, структурные диаграммы строились на нижней полусфере равноплощадной сетки Шмидта. Реконструкция диаграмм проводилась по методике (Аболтиньш, 1989; Benn, 2013), согласно которой один отчетливый максимум на диаграмме ориентировки линейных элементов, в случае его совпадения с азимутом падения сланцеватости, указывает на направление движения активного ледника при формировании данных отложений.

Гранулометрический анализ проводился в полевых и лабораторных условиях. Содержание фракции крупнее 50 мм определялось по палетке размером 1 × 1 м с ячейкой 10 см непосредственно на разрезе. Для определения состава фракций менее 50 мм отбирались пробы общим весом от 150 до 750 г (в зависимости от преобладающей фракции), которые в лабораторных условиях просеива-

лись с помощью 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 и осадки, загрязненный алеврито-глинистыми частицами, просеивались при подаче воды с вымыванием фракции менее 0.025 мм.

Петрографический анализ крупнообломочной фракции морены проводился путем промывки 20 кг материала на сите с ячейкой 5 мм для выделения гравийно-галечной фракции 5–50 мм. Определение петрографического состава проводилось с использованием стереоскопического микроскопа (бинокля). Установленные группы пород сопоставлялись с коренными породами района исследования и близлежащих территорий (Карта..., 2001; Ремизова, 2007). Преобладание или отсутствие определенных групп пород в составе крупнообломочной фракции свидетельствуют о преобладающем направлении переноса материала активным ледником.

С целью определения сходства морфологии исследованного холма с формами коренного или аккумулятивного рельефа производился морфометрический анализ по методике (Кайрюкшис и др., 1983), доработанной авторами (Вашков и др., 2024). В полевых условиях, а также с использованием цифровых моделей рельефа и космических снимков вычислялись средняя длина, высота и крутизна склонов (от привершинной части до подножья, т. е. для участков крутизной свыше 3 °). По данным показателям также вычислялся коэффициент вертикального расчленения (отношение крутизны склона к его высоте).

Результаты

В абразионном уступе высотой 12 м на западном склоне рассматриваемого холма (N67°57'02,2", E33°01'17,9") заложена расчистка, ориентированная по азимуту 145–325° и шириной от 2.2 до 1.2 м, которая вскрывает (сверху вниз, рис. 2, P1):

1. Диамиктон оливково-серый, с гравием, галькой и валунами, средне- и плохо окатанной формы. В нижней части слоя со сланцеватой текстурой, отдельные плитки толщиной до первых мм, имеют общий уклон по азимуту 198 ° под углами 16–25 °. Подошва слоя четкая, ровная, на отдельных участках – извилистая. С поверхности диамиктон перекрыт песком разнозернистым (р.з.), в основном мелкозернистым (м.з.), светло-желто-коричневым, пылеватым, без видимой упорядоченной текстуры, толщиной до 0.35 м. Общая мощность слоя – до 0.8 м, вниз по склону холма увеличивается до 1.5 м.

2. Переслаивание песков р.з., в основном м.з. с гравием и галькой, бледно-коричневых (толщина прослоев до 12 см) с песками тонкозернистыми (т.з.) и м.з., светло-желто-коричневыми (толщина прослоев до 4 см). Пески в слое деформированы пологими надвигами с амплитудой до 10 см и с падением сместителя по азимуту 113 ° под углом до 18 °. Отложения между сместителями надвигов смяты в лежачие складки, крылья которых частично срезают плоскости надвигов. В юго-восточной части расчистки как складчатые, так и надвиговые деформации не прослеживаются, отложения здесь переработаны морозными процессами и образуют слабо выраженную клинообразную структуру. Мощность слоя 2 – до 0.6 м.

3. Переслаивание песков м.з. и т.з., глинистых, светло-желто-коричневых, уплотненных, с песками м.з., бледно-коричневыми. Слоистость субпараллельная, волнистая, внутри отдельных прослоев косая. Вниз по разрезу состав отложений постепенно укрупняется, толщина прослоев песков м.з. бледно-коричневых увеличивается, а в них встречаются примеси песка крупнозернистого (к.з.), гравия и гальки. Отложения в слое залегают с общим уклоном по азимуту 13–31 ° под углом около 37 °. В слое также отмечаются разрывные нарушения в виде пологих надвигов малой амплитуды, с уклоном сместителя по азимуту 200 ° под углом 10 °. Также в слое отмечаются сбросы амплитудой до 5–8 см, с падением сместителя по азимуту 4 ° и 104 ° и под углами 60 и 34° соответственно. Мощность слоя – до 1.7 м, подошва нечеткая.

4. Песок м.з. и среднезернистый (с.з.), светло-желто-коричневый, однородный, хорошо промытый, с прослоями песка м.з., светло-коричнево-серого, толщиной до 3 см. Песок слоистый за счет присыпок темноцветных минералов. Слоистость наклонена по азимуту 25 ° под углом 22 °. Вниз по разрезу пески слоя постепенно укрупняются до с.з. и ближе к подошве слоя до к.з., в них про-

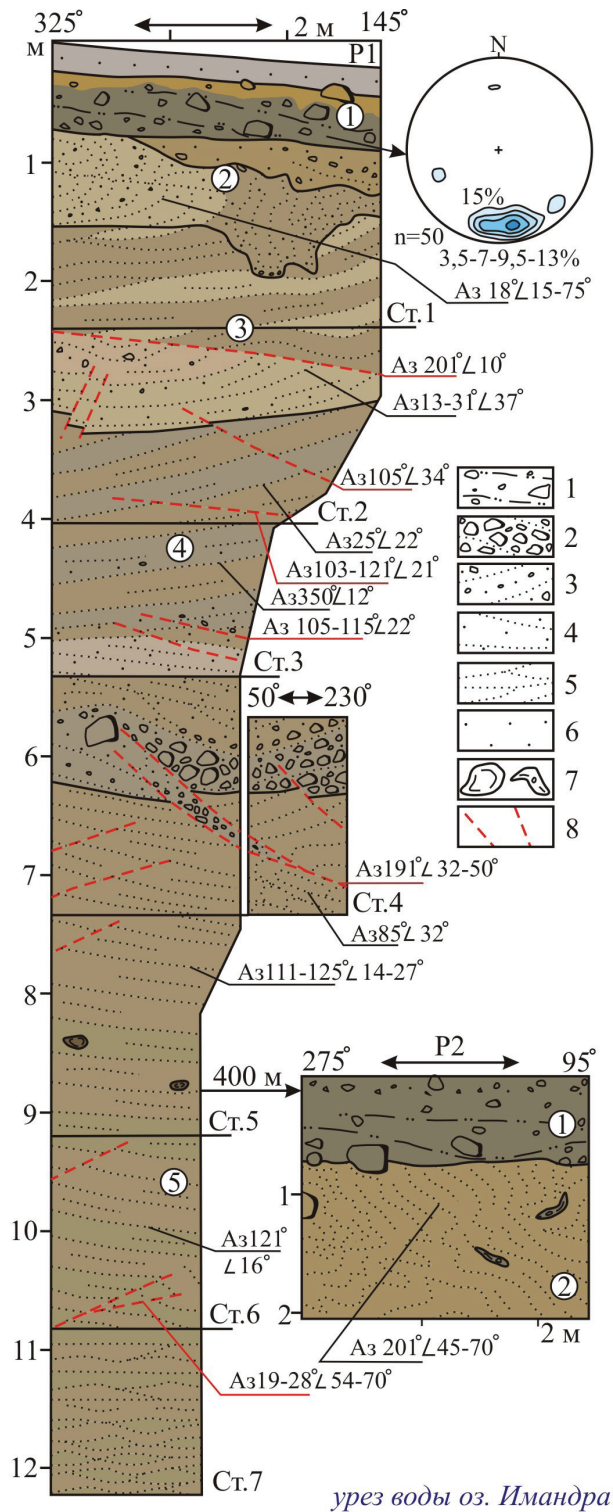


Рис. 2. Строение камового холма (P1) и примыкающего к его склонам холмистого рельефа (P2) на северном берегу Мончегубы (оз. Большая Имандра). 1 – диамиктон; 2 – галечно-валунный материал с песком р.з. и гравием; 3 – пески к.з., с гравием и галькой, слоистые; 4 – пески с.з., слоистые; 5 – пески м.з. и т.з., слоистые; 6 – пески р.з., не слоистые; 7 – катуны алевроитов и линзы диамиктона; 8 – разрывные нарушения. На структурной диаграмме показано падение длинных осей галек в диамиктоне слоя 1 (P1)

Fig. 2. Structure of kame (P1) and hummocky moraine (P2) on the northern shore of Moncheguba (Lake Bolshaya Imandra). 1 – diamicton; 2 – pebble-boulder material with open-cut sand and gravel; 3 – coarse sands, with gravel and pebbles, layered; 4 – medium-grained sands, layered; 5 – fine-grained sands, layered; 6 – sands of different grain sizes, not layered; 7 – siltstone and diamicton lenses; 8 – faults. The structural diagram shows the dip of the long axes of pebbles in the diamicton of layer 1 (P1)

являются отдельные прослои с гравием и единичной галькой. Вблизи подошвы слоя в песках к.з. отмечаются линзы песков с гравием, галькой и валунами, толщиной до 0.3 м. Подошва слоя неровная за счет большого числа разрывных нарушений сбросовой кинематики, амплитудой 0.1–0.35 м. Сместители сбросов в подошве слоя наклонены по азимуту 189–193 ° и под углом 32–50 °. Сбросы встречаются по всему слою 4, в верхней части слоя они пологие, амплитудой до 10 см с падением по азимуту 103–121 ° под углом до 28 °. Также толща слоя разбита системой малоамплитудных сбросов, сместители которых ориентированы по азимуту 11–31 ° под углом 52–67 °. Мощность слоя – до 3.2 м.

5. Пески м.з., светло-желто-коричневые, слоистые за счет песков м.з. и т.з., от светло-желто-коричневых до бледно-оливковых, уплотненных. Слоистость в верхней части слоя субпараллельная, наклонена по азимуту 85 ° под углом 32 °, вниз по разрезу выполаживается, падает по азимуту 121 ° и под углом 16 °. В нижней части разреза слоистость в песках м.з. волнистая и субгоризонтальная. В песках слоя отмечается большое количество катунов алевроита оливково-коричневого, плотного, вязкого, с признаками первичной слоистости. Размер таких катунов от 1 до 8 см, в слое они распределены без видимой закономерности. Вся толща слоя разбита разрывными нарушениями сбросовой кинематики с падением сместителей в нескольких направлениях: 19–28 °, 183–248 °, и 308–315 ° под углами в пределах 50–75 °. Слой вскрыт до уреза воды в озере, его общая мощность – свыше 6.0 м.

В пределах абразионного уступа было заложено несколько дополнительных расчисток, вскрывающих отдельные фрагменты, сходные с описанным выше разрезом и подтверждающие выдержанность простирания слоев.

В 0.4 км к юго-востоку от расчистки 1 была заложена расчистка 2, глубиной до 2 м и ориентированная по азимуту 95–275 °. Расчистка вскрывает строение небольшого овального в плане холма высотой до 4 м над урезом воды в озере. Сверху – вниз в его строении вскрыты:

1. Диамиктон оливково-серый, до оливкового, с гравием, галькой, валунами средней и плохой окатанности. В нижней части слой с признаками сланцеватой текстуры, отдельные плитки толщиной до 2 мм падают по азимуту 188–193 °, под углом 11–14 °. Мощность слоя до 0.7 м.

2. Песок м.з., светло-желто-коричневый, с прослоями и линзами песка к.з., желто-коричневого, с редким гравием и галькой, иногда слабо ожелезненного. В песках встречаются отдельные валуны и линзы сложной формы, с диамиктоном оливково-серым, с гравием и галькой, толщиной до 10 см. Пески в слое деформированы в складки сложной формы с падением крыльев по азимуту 201° под углами в основном 45–70 °. Мощность слоя вскрывая – более 1.3 м.

Обсуждение результатов

Гранулометрический состав ледниковых отложений в расчистке 1 был определен в 15 образцах (табл. 1). В целом большей части формообразующей толщи характерна хорошая степень сортировки отложений, характерная осадкам, формирующимся в водном потоке средней и небольшой интенсивности. Начало формирования толщи песков слоя 5 могло происходить в небольшом над- или внутри ледниковом водоёме с переменной и слабой проточностью. Вероятно, этот поток размывал ранее сформированные алевриты, расположенные на небольшом удалении от исследуемого холма, за счет чего в песках повсеместно встречаются катуны. Позже скорость потока могла кратковременно возрасти, что отражается на гранулометрическом составе отложений в слое 4, особенно у его подошвы (9 и 10 в табл. 1). При формировании песков в верхней части разреза (образцы 3, 4 в табл. 1) поток, по-видимому, был мутным за счет загрязнения алеврито-глинистыми частицами.

Таблица 1. Гранулометрический состав ледниковых отложений в разрезе камового холма на северном берегу Мончегубы (оз. Большая Имандра)

Table 1. Granulometric composition of glacial deposits in the section of the kame on the northern shore of Moncheguba (Lake Bolshaya Imandra)

Обр.	Глуб. отбора (м)	Более 50 мм %*	Фракции от 50 до 0.025 мм и менее, %									
			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
1	0.3	–	–	–	–	0.2	1.4	14.2	55.1	20.1	4.7	4.3
2	0.6	20–25	4.5	3.4	3.8	5.9	8.6	16.3	27.2	12.2	5.8	12.3
3	1.4	2–4	3.7	0.4	1.5	2.8	11.1	41.2	37.1	1.8	0.3	0.1
4	2.2	–	–	–	–	–	2.8	24.2	59.2	10.7	2.5	0.6
5	2.8	>1	1.4	0.3	2.3	7.0	23.0	42.3	22.7	0.9	0.1	–
6	3.5	–	–	–	–	0.1	9.3	56.4	33.6	0.5	0.1	–
7	4.3	–	–	–	0.1	2.2	25.1	52.5	19.5	0.5	0.1	–
8	4.7	–	–	–	–	0.1	3.2	50.0	45.9	0.8	–	–
9	5.6	2–5	–	0.4	1.1	5.4	31.0	47.0	14.5	0.4	0.1	0.1
10	6.1	45–50	3.4	7.5	12.7	11.0	23.7	30.9	10.0	0.5	0.2	0.1
11	6.6	–	–	–	–	0.6	12.1	41.7	44.3	1.2	0.1	–
12	7.1	–	–	–	–	–	–	3.6	78.0	15.6	1.4	1.4
13	8.1	–	–	–	–	0.4	10.4	40.6	46.1	2.4	0.1	–
14	9.5	–	–	–	0.2	4.7	18.2	45.4	30.7	0.7	0.1	–
15	11.6	–	–	–	–	–	0.6	12.9	77.7	7.2	0.3	1.3

Примечание. *Содержание фракции более 50 мм определено во время полевых работ, фракции от 50 до 0.025 мм определены в лабораторных условиях.

В последующем на всю толщу было произведено воздействие со стороны активного ледникового покрова, в результате чего был сформирован диамиктон слоя 1. Его гранулометрический со-

став в целом характерен основным моренам региона (Евзеров, 2017). Активное воздействие на толщину песков отмечается по наличию системы пологих сбросов в слоях 2–4, а также по смятию песков в складки волочения в слоях 2, в двух обследованных расчистках. Подобное взаимоотношение основной морены и флювиогляциальных отложений в камах центральной части Кольского региона отмечалось ранее (Вашков и др., 2020).

Направление давления ледника реконструировано по падению сланцеватости в нижней части слоя 1 с южного и юг-юго-западного направления. Падение длинных осей гальки в слое морены в основном совпадает с ориентировкой сланцеватости и образует на структурной диаграмме один отчетливый максимум в диапазоне 170–185 °. Такое сочетание ориентировки плоскостных и линейных элементов характерно типу *a*-линейности, которая отражает равномерное движение ледника, без значительных напряжений в теле льда (Аблотиньш, 1989). Подобное же направление давления ледника реконструировано и по направлению падения сланцеватости в диамиктоне расчистки 2, а также по складчатым дислокациям в нижележащих песках. Шарниры этих складок ориентированы в основном субширотно. Установленное нами направление движения ледника в основном совпадает с определенным ранее, по ледниковым шрамам и субгляциальному линейно ориентированному рельефу (Семенова и др., 2008; Voyes et al., 2021).

Движение ледникового покрова в северном направлении в указанном районе также подтверждается и результатами петрографического анализа грубообломочной фракции 5–50 мм (табл. 2). Плагииграниты, слагающие поверхность кристаллических пород на участке работ, составляют только ¼ от всех определенных обломков. Остальные группы пород принесены с юга и юго-запада: граниты, гнейсы и гранито-гнейсы из района западной части Экостровской Имандры, габбро, нориты и пироксениты из массивов Мончеплутона, габбро-милониты из массива Главного хребта. Слюдяные м.з. сланцы могут быть сопоставлены с породами Арваренчской свиты, а гнейсы с гранатом с толщей Кольского метаморфического комплекса (юго-западнее участка работ).

Таблица 2. Петрографический состав гравийно-галечной фракции (5–50 мм) ледниковых отложений в слое 1

Table 2. Petrographic composition of the gravel-pebble fraction (5–50 mm) of glacial deposits in layer 1

№ группы	Название группы (породы, минералы)	Количество, шт.	От общего количества, %
1	Граниты, гнейсы, гранито-гнейсы	176	14.57
2	Плагииграниты	312	25.83
3	Габбро, габбро-милониты Главного хребта	106	8.77
4	Габбро, нориты Мончеплутона	318	26.32
5	Пироксениты	44	3.64
6	Перидотиты	3	0.25
7	Амфиболиты	31	2.57
8	Сланцы слюдяные, м.з.	77	6.37
9	Сланцы амфиболитовые	25	2.07
10	Гнейсы с гранатом	76	6.29
11	Щелочной сиенит	4	0.33
12	Кварц	3	0.25
13	Прочие	33	2.74
	Общее количество:	1208	100%

Обследованный на участке работ холм в целом аналогичен по своим морфометрическим показателям единичным камам в бассейне оз. Имандра, обследованным ранее (В и С на рис. 1 и в табл. 3) (Вашков и др., 2020, 2023). В то же время вблизи восточного берега Экостровской Имандры ранее к камам были отнесены холмы, в среднем в 2 раза крупнее рассмотренных, но при этом со сходными чертами строения, где маломощная морена перекрывает флювиогляциальные отложения (Арманд,

1964). Данные холмы вытянуты субширотно, они в среднем выше и крупнее рассмотренных, отличаются более пологими склонами (табл. 3). По своим морфометрическим показателям они ближе к линейно-ориентированным холмам – выступам кристаллических пород, широко распространенных в регионе (А* в табл. 3). Холмы А–С отличаются сходными морфометрическими показателями, а наибольшее сходство у холма А отмечается с холмом в пункте С, который имеет аналогичное геологическое строение: толща флювиогляциальных отложений перекрыта маломощным диамиктоном. В пункте В покрывка из диамиктона отсутствует (Вашков и др., 2023).

Формирование камового холма на северном берегу Мончегубы в целом рассматривается нами аналогично ранее описанному каму острова Могильный в Экостровском проливе (С на рис. 1). Накопление мощной толщи флювиогляциальных отложений происходило тут в полости внутри или над ледником. Положение полости могло быть обусловлено, в том числе, и топографией ледникового ложа, поскольку известные в центральной части Кольского региона камы тяготеют к понижениям рельефа кристаллических пород (Стрелков и др., 1976; Рубинраут, 1978). Накопление толщи флювиогляциальных отложений происходило по окончании одной из фаз активизации ледникового покрова в период относительного потепления, когда масса льдов в депрессии Большой Имандры была мало активной или полностью утратила подвижность. Поскольку во время потепления аллеред в котловине Имандры уже допускается существование водоема и накопление озерно-ледниковых отложений (Korsakova et al., 2020; Lenz et al., 2020), то формирование будущих камов должно было происходить несколько раньше, около 14.5–13.5 тыс. л. н. Покрывка из основной морены, которая отмечается на холмах А, С и D, а также деформации нижележащих песков можно связать с эпизодом активизации и продвижения ледникового покрова в позднем дриасе. Судя по толщине морены до 1–1.5 м, этот ледник был маломощный и не перекрывал вершины Хибин, Главного хребта и Монче-Тундры. Наибольшая масса льдов продвигалась по депрессии озер Пиренга и Экостровская Имандра в восточном направлении, достигая котловины оз. Умбозеро и Мунозерской возвышенности (Евзеров и др., 1998; Евзеров, 2014; Ekman, Pyin, 1991). Последние данные по анализу геологического строения центральной части Кольского полуострова свидетельствуют о том, что продвижение ледника в позднем дриасе было меньшего масштаба (Вашков и др., 2024; Korsakova et al., 2023). На это также указывает отсутствие моренной покрывки в каме пункта В, который был расположен на небольшом удалении от краевой зоны этого ледникового покрова.

Таблица 3. Морфометрические показатели камовых холмов в бассейне оз. Имандра.
 Положение пунктов – на рис. 1

Table 2. Morphometric parameters of kames in the Lake Imandra basin.
 The location of the points is shown in Fig. 1

Пункт	Морфометрические показатели						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
А	15	0.41 × 0.24	82.5	9.8	6.77	0.69	45
В	11	0.30 × 0.19	55	9.2	9.50	1.03	60
С	16	0.38 × 0.26	82.5	10.1	6.98	0.69	33
D	24	1.18 × 0.58	225	17.5	4.45	0.25	17
А*	26	1.36 × 0.61	245	12.5	2.92	0.23	23

Примечание. I – максимальная относительная высота (м); II – размеры холма (км); III – средняя длина склона (м); IV – средняя высота склона (м); V – средняя крутизна склона (град.); VI – коэффициент вертикального расчленения (отношение крутизны к высоте); VII – площадь привершинной части относительно площади холма (%).

А* – овалный холм, связанный с выступом кристаллического фундамента в 0.5 км к востоку от холма в пункте А.

Выводы

Полученная информация определяет как морфологические, так и геологические характеристики камов в Центральной части региона. Эти холмы отчетливо выделяются на фоне преобладающего ледниково-экзарационного и линейно-ориентированного субгляциального рельефа по сво-

им морфометрическим показателям: большей средней крутизне и меньшей средней высоте и длине склонов. Формообразующей толщей камов являются водно-ледниковые отложения. Постепенное увеличение крупности и уменьшение степени сортировки отложений вверх по разрезу указывает на увеличение скорости течения талых ледниковых вод в ледниковых полостях. Наличие большого числа разрывных нарушений сбросовой кинематики в толще кама указывает на аккумуляцию отложений в над- или внутриледниковых условиях. Покрышка из маломощной морены и деформации водно-ледниковых отложений указывают на перекрытие сформированного кама активным ледником в фазу его активизации в позднем дриасе, около 12.9–12.5 тыс. л. н. Ледник при этом двигался с юга на север, по депрессии котловины Большой Имандры между двумя крупными поднятиями: Хибинами и Главным хребтом.

Таким образом, полученные результаты будут использованы для реконструкции палеогеографии позднеледниковья центральной части Кольского региона. Данные о морфологии и строении камов также могут быть использованы при поисках и оценке запасов минерального строительного сырья.

Благодарности

Работа выполнена в рамках темы лаборатории № 43 ГИ КНЦ РАН FMEZ-2024-0007.

Литература

1. Аболтинш О. П. Гляциоструктура и ледниковый морфогенез. Рига. Изд-во: Зинатне, 1989. 284 с.
2. Арманд А. Д. Развитие рельефа Хибин и прихибинской равнины. Апатиты. Изд-во: ГИ КФАН СССР, 1964. 244 с.
3. Асеев А. А., Маккавеев А. Н. Гляциальная геология. Итоги науки и техники. Серия геоморфология. Т. 4. М. Изд-во: ВИНТИ, 1976. 177 с.
4. Астахов В. И. Четвертичная геология суши. Учебное пособие. СПб. Изд-во: СПбГУ, 2020. 440 с.
5. Вашков А. А., Носова О. Ю., Коваленко Н. А., Сергиенко Д. Д., Нефедова А. Я., Макарова Ю. А., Томилова Е. С. Гранулометрический состав отложений камов в южной части Большой Имандры (Кольский регион) // Тр. Ферсмановской науч. сессии ГИ КНЦ РАН. 2023. № 20. С. 48–56. <https://doi.org/10.31241/FNS.2023.20.005>.
6. Вашков А. А., Носова О. Ю., Корсакова О. П., Колька В. В., Толстобров Д. С. Ледниковые отложения камового холма в Экостровском проливе, озеро Имандра // Тр. Ферсмановской науч. сессии ГИ КНЦ РАН. 2020. № 17. С. 66–70. <https://doi.org/10.31241/FNS.2020.17.012>.
7. Вашков А. А., Носова О. Ю., Толстобров Д. С. Ледниковый рельеф центральной части Кольского региона // Геоморфология и палеогеография. 2024. Т. 55. № 1. С. 70–92. <https://doi.org/10.31241/FNS.2020.17.012>.
8. Вінакураў В. Ф., Галадзянюк А. А. Геалагічная спадчына Беларусі і праблемы яе стварэння // Літасфера. 2004. № 2(21). С. 28–37.
9. Геологическая карта Кольского региона. Масштаб 1: 1 000 000 / гл. ред. Ф. П. Митрофанов. Апатиты: ГИ КНЦ РАН. 2001.
10. 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. Изд-во: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2012. 456 с.
11. 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. № 9. 1998. С. 42–46.
12. Евзеров В. Я. Минерагеня рыхлого покрова северо-восточной части Балтийского щита. Мурманск. Изд-во: МГТУ, 2014. 255 с.
13. 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>.
14. Кайрюкштис Л. А., Басаликас А. Б., Микалаускас А. П., Милюс И. В., Чеснулявичус А. А. Оценка расчлененности рельефа Литвы для моделирования регионального развития // Тр. АН Литовской ССР. 1983. Серия Б. Т. 5, № 138. С. 85–93.
15. Карта четвертичных отложений с элементами геоморфологии Мурманской области / Ред. В. Я. Евзеров. Апатиты. Изд-во: ГИ КНЦ РАН, 1989.
16. Лаврова М. А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.-Л. Изд-во: Наука, 1960. 233 с.

17. Обновленная цифровая геологическая карта Мурманской области масштаба 1:200 000 / Под ред. А. М. Ремизовой, 2007
18. Раукас А. В., Конт А. Р. Вопросы формирования и классификации камов // *Строение и формирование камов*. Таллин. 1978. С. 5–9.
19. Рубинраут Г. С. Некоторые характерные черты размещения и условий формирования камов на Кольском полуострове // *Строение и формирование камов*. Таллин. 1978. С. 48–52.
20. Селивановская Е. Е., Маркитахина Т. М. Отчет о геолого-съёмочных и поисковых работах масштаба 1:50000, проведенных Ондозерской партией в Терском районе Мурманской области в 1960–1963 гг. Л. Изд-во: Государственный производственный комитет РСФСР, 1964. 311 с.
21. Семенова Л. Р., Руденко Е. Д., Лукьянова Н. В. Геологическая карта четвертичных отложений, лист R-36-XXXIII, XXXIV (Апатиты) / Под ред. Е. П. Заррина, тех. ред. С. А. Радченко. СПб. Изд-во: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008.
22. 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.
23. 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>.
24. Benn D. I., Evans D. J. A. *Glaciers & Glaciations*. 2010. Second Edition. London: Hodder Education. 802 p.
25. Bennett M. R., Glasser N. F. *Glacial geology. Ice Sheets and Landforms*. Second Edition. Wiley-Blackwell, 2010. 385 p.
26. Boyes B. M., Pearce D. M., Lynch L. D. Glacial geomorphology of the Kola Peninsula and Russian Lapland // *Journal of Maps*. 2021. V. 17, No. 2. P. 497–515. <https://doi.org/10.1080/17445647.2021.1970036>.
27. 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* / Eds. H. Rainio, M. Saarnisto. Guide 32. 1991. P. 73–99.
28. 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, No. 2. P. 177–190. <https://doi.org/10.5200/baltica.2020.2.5>.
29. Korsakova O., Vashkov A., Nosova O. European Russia: glacial landforms from the Bølling-Allerød Interstadial // *European Glacial Landscapes. The Last Deglaciation* / Eds. D. Palacios, P. D. Hughes, J. M. Garcia-Ruiz, N. Andres. Elsevier, 2023. P. 305–310. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91899-2.00014-0>.
30. 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, No. 1. P. 76–100. <https://doi.org/10.1111/bor.12465>.
31. 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.