

## Комплекс ледниковых отложений у юго-западного подножья Хибинского массива: новые данные

Вашков А. А.<sup>1</sup>, Носова О. Ю.<sup>1</sup>, Толстоброва А. Н.<sup>1</sup>, Коваленко Н. А.<sup>1</sup>, Сергиенко Д. Д.<sup>1</sup>, Лыткин А. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, a.vashkov@ksc.ru

<sup>2</sup> Апатитский филиал МАУ, Апатиты

**Аннотация.** В строении комплекса ледниковых отложений у юго-западного подножья Хибинского массива установлены три типа геологических разрезов. Первый тип представлен покрывкой из ледниковых и флювиогляциальных отложений, залегающих с эрозионным контактом на дислоцированных флювио- и лимногляциальных отложениях, иногда с блоками морены. Второй тип представляет собой недислоцированные флювиогляциальные отложения, которые вниз по разрезу постепенно переходят к озерно-ледниковым. Третий тип объединяет чешуйчатые и складчато-чешуйчатые гляциодислокации, за счет которых в рельефе выражены отдельные моренные гряды и холмы. Гляциодислокации в разрезах первого и третьего типов отражают одну из фаз активизации последнего оледенения в позднеледниковье, а также последующее наступление на эту территорию относительно маломощного ледникового покрова, вероятно, в позднем дриасе. Этапу дегляциации перед этим кратковременным наступлением льдов отвечают разрезы второго типа с отложениями холодных приледниковых водоемов в ледяных берегах и перекрывающими их флювиогляциальными отложениями времени активного таяния льдов. С учетом накопленных палеогеографических и палеогляциологических данных по прилегающим территориям, формирование комплекса ледниковых отложений в районе работ предварительно отнесено к одной или нескольким фазам активизации последнего ледникового покрова, потеплению аллеред и краткосрочному наступлению маломощного ледникового покрова в позднем дриасе.

**Ключевые слова:** последнее оледенение, краевые образования, морена, дегляциация, приледниковые озера, поздний дриас.

## Complex of glacial deposits at the southwestern foot of the Khibiny Massif: new data

Vashkov A. A.<sup>1</sup>, Nosova O. Yu.<sup>1</sup>, Tolstobrova A. N.<sup>1</sup>, Kovalenko N. A.<sup>1</sup>, Sergienko D. D.<sup>1</sup>, Lytkin A. A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geological Institute KSC RAS, Apatity, a.vashkov@ksc.ru

<sup>2</sup> Apatity branch of the Murmansk Arctic University, Apatity

**Abstract.** Three types of geological sections have been identified within the glacial complex at the southwestern foot of the Khibiny Massif. The first type is represented by a caprock of glacial and glaciofluvial deposits, overlying dislocated fluvio- and limnoglacial deposits with erosional contact, sometimes with moraine blocks. The second type consists of undislocated glaciofluvial deposits, which gradually transition downsection to glaciolacustrine deposits. The third type combines imbricated and folded-imbricated glaciодислокации, which produce individual moraine ridges and hills in the relief. Glaciодислокации in sections of the first and third types reflect one of the phases of the last glaciation's activation during the Late Glacial, as well as the subsequent advance of a relatively thin ice sheet into this area, likely during the Younger Dryas. The deglaciation phase preceding this short-term ice advance corresponds to type II sections, with deposits of cold periglacial reservoirs in ice banks and overlying glacial fluvial deposits from the period of active ice melt. Based on accumulated paleogeographic and paleoglaciological data from adjacent territories, the formation of the glacial deposit complex in the study area has been tentatively attributed to one or more phases of last glacial activation, the Allerød warming, and the short-term advance of a thin ice sheet during the Younger Dryas.

**Keywords:** last glaciation, end moraine, basal till, deglaciation, pre-glacial lakes, Younger Dryas.

### Введение

Комплекс ледниковых, флювиогляциальных и озерно-ледниковых отложений краевых ледниковых образований является традиционным объектом исследования вопросов распространения и динамики покровных оледенений. Строение, особенности размещения и конфигурации краевых

ледниковых образований, а также их корреляция, указывает на динамику климатических изменений в заключительные периоды развития оледенений. Также комплекс отложений в краевых зонах является традиционным источником строительных полезных ископаемых: песков и песчано-гравийных смесей.

В Кольском регионе ледниковые отложения и рельеф исследуются на протяжении последних 130 лет (Лаврова, 1960; Арманд, 1964; Стрелков и др., 1976; Евзеров, Кошечкин, 1980; Евзеров, Николаева, 2007; Евзеров, 2014; Вашков и др., 2024; Ramsay, 1898). В результате эволюции взглядов на генезис, распространение и возраст краевых образований, на сегодня имеется несколько схем их распространения и корреляции, построенных преимущественно путем анализа морфологии современного рельефа (Лаврова, 1960; Карта., 1989; Геологическая., 2012; Niemelja et al., 1993; Boyes et al., 2021). Обследование непосредственно геологических особенностей строения краевых образований, в силу большей трудоемкости, проводилось менее интенсивно и только на отдельных ключевых участках (Арманд, 1964; Евзеров, Кошечкин, 1980; Евзеров, Николаева, 2007; Семенова и др., 2008; Евзеров, 2014).

К таким ключевым участкам в Кольском регионе относится субмеридиональная полоса ледниковых аккумулятивных форм, в том числе примыкающих к склонам низких гор: Хибинским и Ловозерским Тундрам. На сегодня установлено, что в позднеледниковые данные массивы представляли собой нунатаки, которые непосредственно влияли на положение края активного ледника, а вдоль их склонов происходило формирование аккумулятивного ледникового рельефа (Арманд, 1964; Стрелков и др., 1976; Евзеров, Николаева, 2007, 2010; Вашков и др., 2025).

Мотивацией к проведению исследования послужил фактический материал, полученный в ходе полевых работ 2021–2025 гг. на склонах Ловозерских и Хибинских Тундр и прилегающей равнине, а также информация по палеогеографии прилегающей территории (Korsakova et al., 2020; Lenz et al., 2020; Korsakova et al., 2023). В связи с этим прежние реконструкции генезиса и возраста краевых образований у юго-западного склона Хибин требуют уточнения.

### **Методика исследования и район работ**

Фактический материал данной работы включает обследование 14 геологических разрезов в районе городов Кировск и Апатиты (рис. 1). Проводилось описание и фотографирование, определение структуры, текстуры и цвета отложений при помощи колориметрической системы *Munsell Soil Color Charts*. Гранулометрический анализ проводился в полевых и лабораторных условиях. Содержание крупнообломочной фракции размером свыше 50 мм рассчитывалось по палетке на площади 1 × 1 м, при дальнейшем определении гранулометрического состава количество материала в этой фракции не учитывалось (табл. 1). Определение фракций менее 50 мм проводилось на ситах рассеивающей машины Retsch AS Control 300 диаметром 10, 5, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.1, 0.05 и 0.025 мм. Отложения с алеврито-глинистыми частицами (в том числе диамиктон) просеивались при подаче воды с вымыванием фракции менее 0.025 мм.

Для определения направлений давления льда при образовании формообразующих основных морен и гляциодислокаций использовался *структурный метод*, который заключался в определении характера слоистости и ориентировки разнородных включений (слоев, линз, блоков) и длинных осей галек и валунов в ледниковых отложениях. Направление и углы падения сланцеватости, границы слоев и линз измерялись при помощи горного компаса, всего по 50–100 замеров (Аболтиньш, 1989; Benn, 2013). Также в моренах с целью реконструкции направления давления ледника производились замеры элементов залегания длинных осей галек, дополнительно также определялись форма обломков и их степень окатанности (Benn, 2013). При исследовании складчатых и надвиговых гляциодислокаций определялась ориентировка плоскостей надвигов, сдвигов, сбросов, крыльев и шарниров складок (Аболтиньш, 1989). Обработка замеров проводилась при помощи программы OpenStereo 0.1.2. Структурные диаграммы строились на нижней полусфере равноплощадной сетки Шмидта.

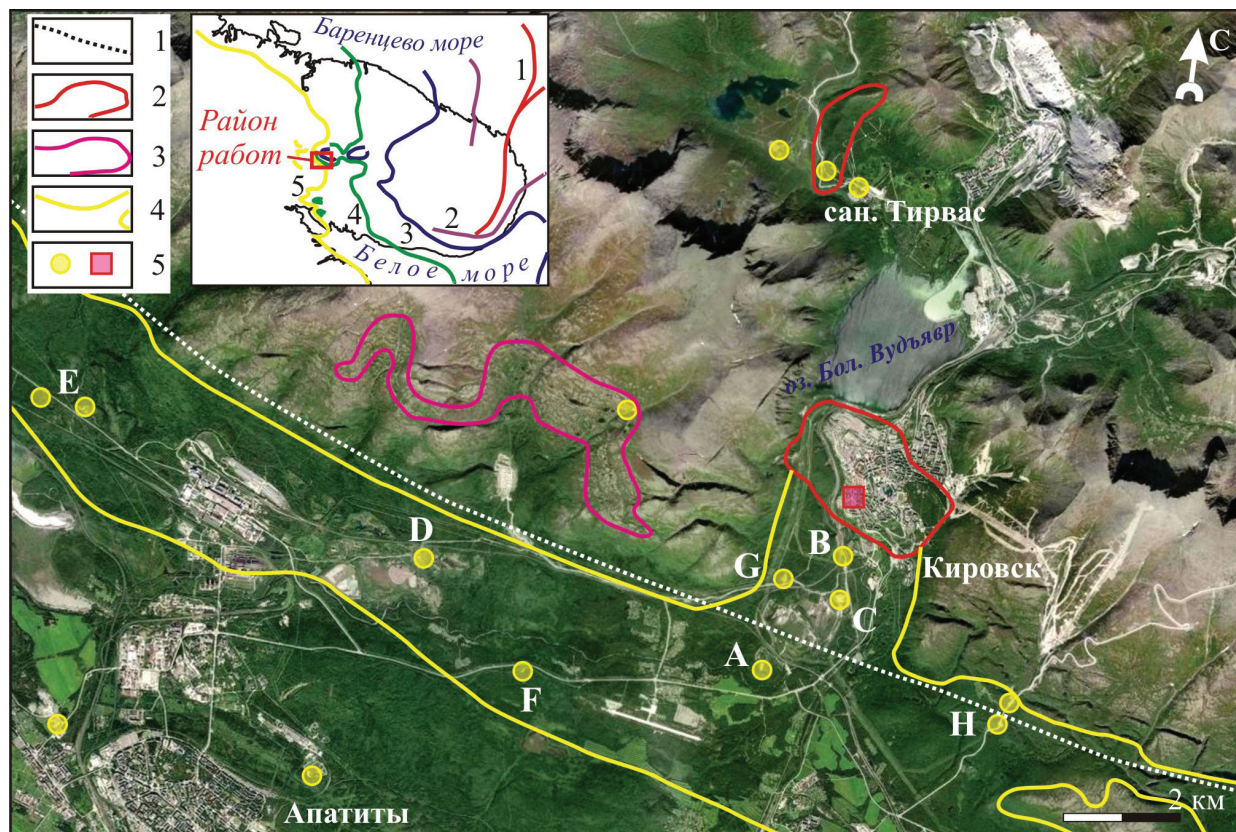


Рис. 1. Схема района работ: 1 – граница Хибинского интрузивного массива; 2 – конечно-моренные гряды и грядово-холмистые массивы; 3 – параллельно-грядовый моренный рельеф; 4 – холмистый моренный и флювиогляциальный рельеф; 5 – пункты исследований. Желтые круги – пункты исследования авторов, красный квадрат – разрез из (Арманд, 1964). Пункты, упомянутые в тексте, отмечены латинскими буквами. Цифры и линии на врезке обозначают фазы активизации последнего ледникового покрова: 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.), желтая линия (5) – фаза 4 (ок. 12.9–12.5 тыс. л. н.)

Fig. 1. Scheme of the study area: 1 – boundary of the Khibiny intrusive massif; 2 – end-moraine ridges and massifs; 3 – ridge-parallel relief; 4 – hummocky moraine and fluvio-glacial relief; 5 – research points. Yellow circles – research points of the authors, red square – section from (Armand, 1964). Points mentioned in the text are marked with Latin letters. The numbers and lines in the inset indicate stages of activation of the last glaciation: the red line (1) is the Last Glacial Maximum (18.0–17.5 ka ago), the purple line (2) is stage 1 (16.5–16.1 ka ago), the blue line (3) is stage 2 (15.3–14.9 ka ago), the green line (4) is stage 3 (14.1–13.7 ka ago), and the yellow line (5) is stage 4 (12.9–12.5 ka ago)

Для уточнения данных структурного метода проводился петрографический анализ обломочного материала морен. В разрезах и шурфах отбирались пробы весом до 20 кг, из которых при помощи сит выделялась галечная (10–100 мм) и крупногравийная (5–10 мм) фракции. Гальки и гравий при помощи стереоскопического микроскопа (бинокля) в лабораторных условиях были разделены на группы пород. Из каждой группы отбирались наиболее характерные образцы, из которых затем изготавливались петрографические шлифы. Выделенные группы сопоставлялись с картой коренных пород для определения направления перемещения материала (Карта..., 2001; Ремизова, 2007).

Для уточнения условий осадконакопления установленных в ходе работ субаквальных отложений проводился диатомовый анализ. Подготовка постоянных препаратов выполнена по стандартным методикам (Диатомовые водоросли СССР, 1974).

Район работ включает южный и юго-западный склоны Хибинских Тундр, который приподнят на неотектоническом этапе относительно прилегающей равнины на 900–1000 м и сложен нефелиновыми сиенитами. Прилегающая равнина сложена в основном метаморфическими породами серии имандра – варзуга и разбита серией разломов на отдельные блоки (Геологическая..., 2001; Ремизова,

2007). Четвертичные отложения выражены почти повсеместно до отметок 350–450 м над уровнем моря (н. у. м.) на склонах Хибин и имеют крайне неоднородную мощность. Максимальные значения мощности отмечаются в пределах конечно-моренных образований в районе г. Кировска и в котловине оз. Бол. Вудъявр – до 225 м (Семенова и др., 2008). На прилегающей равнине мощность четвертичных образований составляет 5–20 м, реже до 30–40 м. В рельефе четвертичные отложения образуют, помимо грядовых и грядово-холмистых массивов в районе г. Кировска и санатория «Тирвас», холмистый рельеф южнее г. Кировска (рис. 1). Далее к югу и в районе г. Апатиты развит холмистый друмлинообразный рельеф, с субширотной ориентировкой овальных в плане холмов. Непосредственно вблизи и на склонах Хибин развит моренный грядовый и холмистый рельеф со сложной ориентировкой отдельных форм, который прослеживается до высот 400–450 м н. у. м. На отметках 550–650 м н. у. м. на юго-западном склоне Хибин развит параллельно-грядовый моренный рельеф, который сопоставляется с конечно-моренными образованиями (Семенова и др., 2008; Вашков и др., 2025).

### **Полученные результаты**

Ранее было установлено, что в разрезах грядово-холмистого массива в черте г. Кировска участвуют несколько прослоев основной морены, разделенные тонко- (т.з.) и мелкозернистыми (м.з.) субгоризонтально слоистыми песками, а в отдельных случаях гряда сложена косослоистыми разнотернистыми (р.з.) песками с прослоями гравийно-галечного материала (Котельников, Цыпляков, 1936; Арманд, 1964). На зарисовке одного из таких разрезов (Арманд, 1964) также присутствуют характерные текстуры захвата и ассимиляции пород ледникового ложа, гляциоскладки и надвиги в подстилающих морену отложениях. Подобное строение выявлено в разрезе холма высотой до 28 м в 3.5 км южнее г. Кировска (А на рис. 1, N 67°35'03,5'', E 33°37'24,1''). Здесь с поверхности залегает маломощный диамиктон бледно-оливковый, с признаками сланцеватой текстуры. Мощность диамиктона неоднородна, до 2 м на склонах холма, а в привершинной части он выклинивается. Диамиктон залегает на пачке валунно-галечных отложений с заполнителем в виде песка р.з., серого. Пачка слоистая за счет крупных линз гравийно-песчаных сортированных отложений, без включения валунов, а ее подошва залегает с размывом и резким угловым несогласием. Нижняя пачка отложений представлена переслаиванием песков м.з. светло-коричнево-серых, песков р.з., с прослоями песков с гравием и галькой (число прослоев растет в верхней части разреза) и песков т.з., алевритистых. В нижней части пачки встречаются прослой алевритов толщиной до 0.5 м с тонкой субпараллельной слоистостью и с тонкими прослойками глин темно-серо-оливковых. Число таких прослоев возрастает в нижней части пачки. Отложения в этой пачке смяты в флексуобразную складку амплитудой около 10 м. В нижней части разреза установлено переслаивание песков т.з. и м.з., алевритистых, светло-серо-оливковых и серых, с гравийно-галечными отложениями (заполнитель в виде песка серого, крупнозернистого (к.з.)). Эти осадки, а также установленная на глубине от 15 до 18 м крупная линза диамиктона оливково-серого, залегают с уклоном по азимуту 168–198 ° под углами от 17–23 до 60–72 °. Диамиктон в линзе отличается от вскрытого на поверхности массивной текстурой и наличием линз песков т.з.- и м.з. светло-оливково-серых.

В строении группы холмов вблизи южного подножья грядово-холмистого массива у г. Кировска в разрезе у выемки железной дороги (В на рис. 1, N 67°36'02,9'', E 33°39'17,5'') с поверхности также вскрыт диамиктон оливково-серый, со сланцеватой текстурой, мощностью до 1.5–2 м. В интервале 0.32 м выше подошвы он опесчаненный, с линзами гравийно-галечного материала до 10 см. Диамиктон залегает на песках среднетернистых (с.з.), однородных, светло-коричнево-черных, толщиной до 0.55 м. Эти пески, в свою очередь, залегают на толще галечно-валунного материала с гравием и песком к.з. Материал плохо промытый, на крупных обломках корки из алевритоглинистых частиц. Толща с косою слоистостью за счет протяженных линз песков с.з. и к.з., хорошо сортированных. Подошва залегает с размывом и заметным угловым несогласием над пачкой с переслаиванием песков р.з., уплотненных и гравийно-галечных отложений. Эта пачка имеет хорошо выраженную косою слоистость с падением по азимуту 60–96 ° и под углами 38–47 °. Прослой

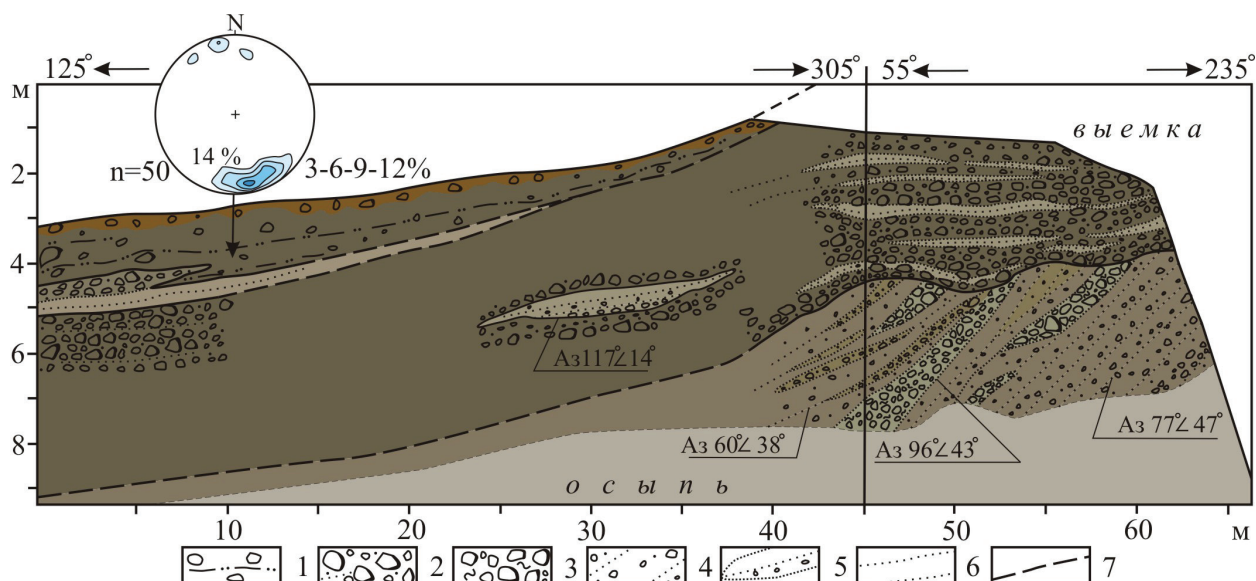


Рис. 2. Дислоцированные ледниковые и флювиогляциальные отложения на южной окраине г. Кировска (В на рис. 1). 1 – диамиктон; 2 – галечно-гравийные отложения с валунами и песком; 3 – валунно-галечный материал в алеврите с нарушенной слоистостью; 4 – песок разномелкозернистый, с гравием и галькой; 5 – песок средне-мелкозернистый, с прослоями гравия; 6 – песок тонко- мелкозернистый; 7 – предполагаемые границы слоев  
Fig. 2. Dislocated glacial and fluvioglacial deposits on the southern outskirts of Kirovsk (B in Fig. 1). 1 – diamicton; 2 – pebble-gravel deposits with boulders and sand; 3 – boulder-pebble material in silt with disturbed stratification; 4 – inequigranular sand with gravel and pebbles; 5 – medium- to fine-grained sand with gravel interlayers; 6 – fine- to fine-grained sand; 7 – inferred layer boundaries

гравийно-галечного материала с заполнителем в виде глинистого алеврита серо-оливкового цвета, в которых отмечается сильно деформированная первичная ленточная слоистость в виде микроскладок различной амплитуды. В других линзах в роли заполнителя встречается песок р.з., плохо сортированный, с алеврито-глинистыми частицами, цементированный и уплотненный. Общая мощность этой косослоистой пачки (видимая) – до 5 м (рис. 2).

В 0.75 км к югу от описанного выше разреза в строении площадки, примыкающей к южному склону холма (С на рис. 1, N 67°35'40,9'', E 33°39'14,4'') в карьере глубиной свыше 20 м в четырех расчистках вскрыты (рис. 3, сверху-вниз):

1. Галечно-валунные отложения с гравием и песком р.з., бледно-коричневым, слабо цементированные, не сортированные, без видимой упорядоченной текстуры, мощностью до 1 м.

2. Гравийно-галечные отложения с песком р.з. бледно-коричневым, слоистые за счет прослоев и линз песков с.з. и к.з., светло-желто-коричневых. В прослоях и линзах внутренняя слоистость за счет песков р.з. с гравием и галькой. Мощность – до 1.7 м.

3. Песок р.з., в основном с.з. и к.з., светло-коричнево-серый, с примесью гравия и мелкой гальки. Песок средне сортированный, слоистый за счет прослоев и линз песков м.з. и с.з., а также прослоев гравийно-галечного материала толщиной до 0.2 м. Слоистость имеет уклон в северо-восточном направлении под углом 15–20°. Отложения залегают с заметным угловым несогласием на нижележащем слое. Мощность – до 1.4 м.

4. Песок р.з., в основном к.з., с гравием и галькой, светло-коричнево-серый, слоистый за счет прослоев песков р.з. с большим числом гравия и гальки, толщиной до 5 см. Слоистость имеет уклон в юго-западном направлении под углом до 30°. В нижней части слоя прослои песков м.з. светло-оливково-серого цвета, загрязненных алеврито-глинистыми частицами. Переход к слою 5 не четкий, ровный. Мощность – до 3.7 м.

5. Переслаивание песков т.з. и м.з., серых и оливково-серых, с прослоями песков с.з., серых и светло-коричневато-серых. Пески слоистые, хорошо сортированные, в прослоях отмечается наклонная слоистость, иногда за счет прослоев песков к.з. В верхней части слоя отмечаются лин-

зы сложной, извилистой формы из диамиктона оливково-серого с гравием и мелкой галькой, толщиной до 8 см (табл. 1, С12). Также в этом интервале слоя слоистость нарушена складчатыми деформациями малой амплитуды (рис. 3, Р 2). Вниз по разрезу пески т.з. преобладают, в них встречаются прослой глинистых оливково-серых с тонкими прослоями однородных алевритов темно-серо-оливковых, толщиной до 3 см. Слоистость в нижней части слоя волнистая, перекрестная (рис. 3, Р 3). На дне карьера пески м.з. и т.з. сменяются песками т.з. глинистыми, оливково-серыми, с прослоями алевритов серо-оливковых, с субгоризонтальной слоистостью (рис. 3, Р 4). Мощность слоя 5 – свыше 13 м. Из нижней части слоя 5 методом диатомового анализа исследовано 9 образцов. В результате диатомовая флора в них не обнаружена (рис. 3, Р 3, Р 4).

Подобное пункту С (рис. 1) строение средне- и крупнохолмистого рельефа у юго-западного подножья Хибин также было установлено в карьере восточнее АНОФ-2 (D на рис. 1), где в кровле

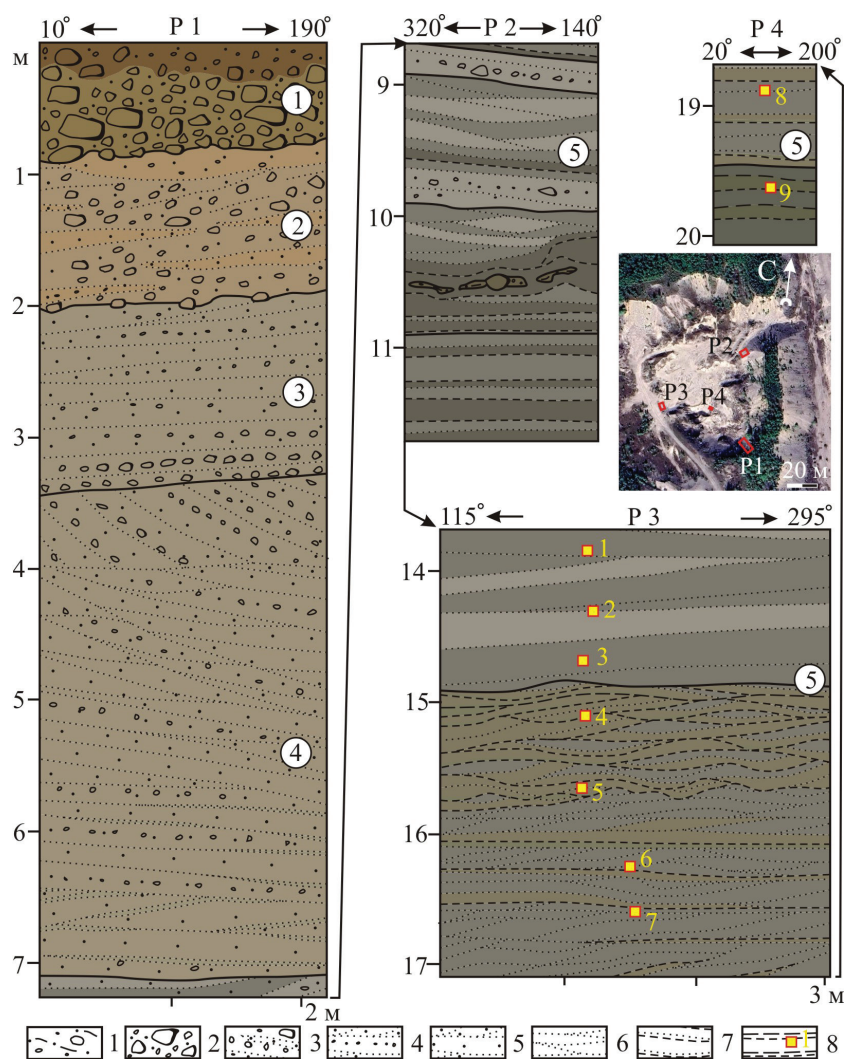


Рис. 3. Флювио- и лимногляциальные отложения в карьере южнее г. Кировска (С на рис. 1). 1 – диамиктон; 2 – галечно-гравийные отложения с валунами и песком; 3 – гравийно-галечный материал слоистый; 4 – песок разномелкозернистый, с гравием и галькой, слоистый; 5 – песок средне- мелкозернистый, с прослоями гравия; 6 – песок тонко- мелкозернистый; 7 – песок тонко- мелкозернистый, с прослоями алеврита; 8 – переслаивание алеврита и песков тонкозернистый. Желтый квадрат – место отбора образца на диатомовый анализ и номер образца. Номера слоев приведены в кружках

Fig. 3. Fluvio- and limnoglacial deposits in a quarry south of Kirovsk (C in Fig. 1). 1 – diamicton; 2 – pebble-gravel deposits with boulders and sand; 3 – layered gravel-pebble material; 4 – inequigranular sand, with gravel and pebbles, layered; 5 – medium- to fine-grained sand, with gravel interlayers; 6 – fine- to fine-grained sand; 7 – fine- to fine-grained sand, with silt interlayers; 8 – alternation of silt and fine-grained sand. Yellow square – location of sample collection for diatom analysis and sample number. Layer numbers are shown in circles

разреза также залегают несортированные крубообломочные отложения, не перекрытые диамиктоном. Вниз по разрезу постепенно происходит переход к пескам т.з., глинистым, с прослоями алевритов. В то же время в строении других средних и крупных холмов района грубообломочные галечно-валунные отложения перекрыты оливково-серым диамиктоном мощностью до 2–4 м, иногда с линзами песков р.з. (Е на рис. 1). Также установлены разрезы, где диамиктон залегают в виде нескольких дислоцированных блоков – чешуй, разделенных галечно-валунными отложениями и песками м.з. и с.з. (F на рис. 2). В строении холмисто-грядового рельефа на отметках свыше 280 м н. у. м., как правило, участвуют блоки оливково-серых диамиктонов с отдельными линзами песков с.з. и м.з. (Н на рис. 1), мощностью до 7–9 м. В отдельных случаях в диамиктонах установлены складки нагнетания, ядро которых заполнено песками р.з., светло-желто-коричневые, с гравием (G на рис. 1). Реже встречаются формы, построенные исключительно несортированными галечно-валунными отложениями с примесью гравия, песков р.з. и алеврито-глинистых частиц.

Таблица 1. Гранулометрический состав ледниковых, флювио- и лимногляциальных отложений в разрезах В и С. Местоположение пунктов обозначено на рис. 1

Table 1. Granulometric composition of glacial, fluvio- and limnoglacial deposits in sections B and C. The location of the points is indicated in Fig. 1

Пункт	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
B1	1.1	20–25	8.9	5.0	5.9	5.1	7.2	11.7	18.9	13.2	8.6	15.5
B2	1.5	30–35	21.5	11.3	11.3	11.1	13.6	15.8	7.3	2.5	1.4	4.2
B3	1.85	–	–	–	–	0.1	21.9	68.1	8.6	0.8	0.4	0.1
B4	2.9	55–60	18.5	12.8	17.1	15.5	13.9	15.2	3.9	1.6	1.1	0.4
B5	3.1	–	–	3.9	27.7	14.9	16.6	21.5	10.8	2.2	0.7	1.7
B6	>5.5	25–30	2.7	5.9	19.0	27.7	31.2	10.4	1.3	0.3	0.1	1.4
C1	0.75	45–55	40.9	11.5	12.5	9.1	9.9	9.4	5.1	1.1	0.4	0.1
C2	1.3	30–35	24.8	12.2	22.6	18.4	14.1	5.0	2.1	0.5	0.2	0.1
C3	1.7	1–3	0.9	1.7	8.1	16.3	37.8	30.2	4.6	0.3	0.1	–
C4	2.2	–	–	1.0	5.2	17.1	47.7	24.9	3.7	0.3	0.1	–
C5	3.15	15–20	17.2	18.2	28.2	15.6	12.1	6.6	1.7	0.2	0.1	0.1
C6	3.7	10–12	12.4	4.0	9.4	21.4	35.4	15.3	1.8	0.2	0.1	–
C7	6.35	2–4	–	0.7	6.5	21.2	37.9	28.4	4.9	0.3	0.1	–
C8	7.1	–	1.4	1.7	2.9	9.4	8.2	13.1	37.5	19.6	4.7	1.5
C9	9.3	–	–	–	0.1	–	2.1	24.1	53.8	16.3	2.9	0.7
C10	9.5	–	–	0.7	0.4	0.6	1.0	9.5	50.9	25.6	7.1	4.2
C11	9.8	–	–	–	0.9	12.0	44.5	34.8	7.3	0.4	0.1	–
C12	10.6	1–2	9.1	3.5	2.6	5.1	5.4	14.5	29.0	14.1	7.0	9.7
C13	14.3	–	–	–	0.1	0.2	0.1	1.3	8.5	13.8	22.9	53.1
C14	15.1	–	–	–	–	0.1	0.2	0.3	1.0	18.9	37.9	41.6
C15	16.2	–	–	–	–	–	–	0.1	29.0	57.0	11.4	2.5

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

### Обсуждение результатов и выводы

Обследованный в ходе работы аккумулятивный рельеф ранее интерпретировался как флювиогляциальный (Карта..., 1989), с элементами озерно-ледникового и с конечно-моренными образованиями (Семенова и др., 2008). К последним относят два хорошо выраженных грядово-холмистых массива: в районе г. Кировска с отметками высот до 340–420 м н. у. м. и в районе санатория «Тирвас», высотой до 380–460 м н. у. м. (рис. 1). В строении массива у г. Кировска ранее было установ-

лено достаточно сложное сочетание ледниковых, флювиогляциальных и лимногляциальных образований (Котельников, Цыпляков, 1936), формирование которых, по наличию нескольких горизонтов морены и разделяющей их толщи песков т.з. и алевритов, было интерпретировано в две стадии развития скандинавского оледенения (Лаврова, 1960; Арманд, 1964). Позже эти конечно-моренные образования были сопоставлены с насыпной краевой мореной, сформированной во время потепления аллеред, а гряда у санатория «Тирвас» – с напорными краевыми образованиями позднего дриаса (Евзеров, Николаева, 2007; Евзеров, 2014).

В результате проведенного исследования в районе работ установлено три основных типа разрезов. В разрезах, описанных в пунктах А, В, Е и F с поверхности залегает оливково-серый диамиктон мощностью от 1 м (разрезы А, В) до 2–2.5 м (Е и F). Диамиктону характерна отчетливая зона ассимиляции пород ложа, почти всегда представленной валунно-галечными отложениями мощностью до 3–4 м. Валунно-галечные отложения почти всегда без признаков слоистости, в отдельных разрезах (например, В) в них отмечаются линзы песков р.з. с гравием и галькой. Залегают эти осадки с видимым размывом нижележащих отложений, которые в данном типе разрезов представлены дислоцированными пачками из песков р.з., песков т.з. и м.з. глинистых и алевритов. Эти отложения смяты как в крупные по амплитуде флексуорообразные складки (разрез А), так и в чешуйчато-надвиговые структуры (В, Е, F). Отдельные надвиги представлены крупными блоками – линзами диамиктонов толщиной до 3–4 м, с углами падения до 25–35 °. Падение гляциоструктур установлено в южном и восточном направлении вблизи склонов Хибин и в юго-западном и западном направлении на прилегающей равнине. Судя по зарисовке строения четвертичных отложений вблизи городской больницы г. Кировска (Арманд, 1964), этот разрез также относится к первому типу и характеризуется наличием как складчатых, так и надвиговых гляциодислокаций. Важно отметить, что условия залегания нижней пачки отложений в разрезе В (рис. 2) во многом также характерны флювиогляциальным дельтам, наличие которых в районе г. Кировска также отмечалось (Арманд, 1964). Однако, в этой пачке присутствуют прослойки не сортированного материала, не характерного субквальному дельтовому отложениям, а также прослойки с дислоцированным алевритом, смешанным с валунно-галечными отложениями, что свидетельствует об переотложении и смешивании разнородных осадков в условиях давления на них.

В разрезах второго типа (описаны в пунктах С, D) оливково-серый диамиктон отсутствует, с поверхности залегают валунно-галечные отложения. Вниз по разрезу происходит постепенное уменьшение крупности материала, возрастает степень его сортировки, появляется слоистость в виде крупных прослоев и линз более мелкого по составу осадка, с внутренней косою слоистостью. Пески р.з. постепенно замещаются т.з. и м.з., иногда глинистыми. В последних, в свою очередь, присутствуют прослойки и линзы алевритов и реже тонкие прослойки глин серо-оливковых. Отсутствие диатомовой флоры в этих отложениях указывает на их накопление в крайне неблагоприятных для ее существования условиях, наиболее вероятно, в приледниковых водоемах с ледяными берегами, которые формировались между ледником и склонами Хибин в позднеледниковье, либо в субгляциальных условиях. В предыдущих исследованиях в алевритах разрезов подобного типа диатомовая флора также не была обнаружена (Арманд, 1964), но отмечалось незначительное присутствие пыльцы и спор, также отражающих крайне неблагоприятные климатические условия (Арманд, 1964; Евзеров, Кошечкин, 1980). В разрезе, расположенном вблизи обследованного пункта D, по установленным спорово-пыльцевым комплексам был сделан предварительный вывод о соотношении толщи песков и алевритов со средневалдайским интерстадиалом (Евзеров, Кошечкин, 1980), но в дальнейшем эти результаты не включались в палеогеографические реконструкции региона (Евзеров, 2014). Тем не менее, присутствие привнесенной извне пыльцы и спор позволяет сделать вывод об образовании этих отложений в открытом водоеме.

Третий тип разрезов характерен для строения отдельных коротких гряд и овальных в плане холмов высотой до 8–12 м непосредственно у подножья и на склонах Хибин. В строении этих форм часто отмечаются блоки оливково-серого диамиктона со сланцеватой текстурой и прослоями песков с.з. и м.з., толщиной до 10 см (разрез H). Диамиктоны в составе гряд часто дислоцированы, за-

легают с видимым уклоном и пераслаиваются с разнозернистыми песками, которые иногда включены в состав блоков в виде крупных складок (разрез G). Анализ падения гляциоструктур показывает, что давление ледника при формировании гряд происходило с южного и юго-западного направления, а в петрографическом составе крупнообломочной фракции доля местных нефелиновых сиенитов не превышает 10–15 %, что не позволяет сопоставить данные формы с мореной горного оледенения, селевыми или оползневыми отложениями (Арманд, 1964).

Сложно построенные комплексы из складчатых и надвиговых гляциодислокаций разрезов первого типа могли формироваться в субгляциальных условиях на участке значительных неровностей ледникового ложа, связанных со склоном Хибинского массива. При этом происходило выдавливание блоков и чешуй как дислоцированных рыхлых пород, так и насыщенного обломками льда в сторону крупной котловины с современным оз. Бол. Вудъявр. В результате этого процесса вблизи края активного покровного ледника была сформирована гряда вблизи санатория «Тирвас», а в районе г. Кировска формировался комплекс складчато-надвиговых гляциодислокаций. В котловинах между краевыми образованиями и блоками мертвых льдов могли формироваться многочисленные внутри- и приледниковые водоемы. Экстремально холодные условия осадконакопления подтверждаются полным отсутствием диатомовой флоры, а формирование в ледяных берегах и/или в субгляциальных условиях наличием тонких линз диамиктона сложной формы (флоу-тиллы), отдельных галек и валунов в озерно-ледниковых отложениях. К тому же в данных разрезах не выявлены разрывные нарушения сбросовой кинематики, характерные, например, камам (Каплянская, Тарноградский, 1993).

Формирование перечисленных выше крупных гляциодислокаций ранее сопоставлялось с продвижением покровного ледника во время похолодания позднего дриаса, во время которого активным льдом была перекрыта территория в 60–80 км к востоку от района работ (Евзеров, Николаева, 2007; Евзеров, 2014). Однако, по последним данным масштаб этого продвижения считается меньшим (Вашков и др., 2024; Korsakova et al., 2020, 2023; Lenz et al., 2020). Соответственно, мощность этого ледника в районе работ не превышала первых сотен метров (Вашков и др., 2025). У юго-западного подножья Хибин он мог достигать абсолютных отметок до 300–350 м н. у. м., и, соответственно, не преодолевал холмисто-грядовый массив у г. Кировска, как считалось ранее (Евзеров, Николаева, 2007, 2010). С продвижением ледника в позднем дриасе можно сопоставить толщу плохо сортированных валунно-галечных отложений и перекрывающий их (в разрезах первой группы) относительно маломощный диамиктон (основную морену). Эти отложения выражены в районе работ повсеместно и отражают краткосрочную активизацию маломощного ледникового покрова и его активное таяние.

Таким образом, полученная информация уточняет особенности строения краевых ледниковых образований и ход ледникового морфогенеза в Кольском регионе и вблизи склонов низких гор. Установлено, что конечно-моренные образования у г. Кировска формировались в результате выдавливания в котловину оз. Бол. Вудъявр дислоцированных рыхлых пород ледникового ложа и блоков насыщенного обломочным материалом льда в одну из заключительных фаз активизации скандинавского ледникового покрова. Во время дегляциации территории между склонами Хибинского массива и массивами льдов формировались небольшие приледниковые водоемы в ледяных берегах. Во время продвижения ледника во время похолодания позднего дриаса как дислоцированные отложения краевых образований, так и озерно-ледниковые осадки были надстроены относительно маломощной пачкой флювиогляциальных и ледниковых отложений.

### **Благодарности**

Работа выполнена в рамках темы НИР ГИ КНЦ РАН FMEZ-2024-0007.

### **Литература**

1. Аболтиньш 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. Вашков А. А., Алфертьев Н. Л., Шилкина Ю. Н., Носова О. Ю., Коваленко Н. А., Сергиенко Д. Д. Ледниковые гряды на склонах низких гор Кольского региона: морфология, строение, генезис // Тр. Ферсмановской сессии ГИ КНЦ РАН. 2025. С. 41–51. <https://doi.org/10.31241/FNS.2025.22.006>.
4. 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/10.31857/S2949178924010061>.
5. Геологическая карта Кольского региона. Масштаб 1: 1 000 000 / Гл. ред. Ф. П. Митрофанов. Апатиты: ГИ КНЦ РАН, 2001.
6. 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: ВСЕГЕИ, 2012. 456 с.
7. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Т. I. Л. Изд-во: Наука, 1974. 403 с.
8. Евзеров В. Я., Кошечкин Б. И. Палеогеография плейстоцена западной части Кольского полуострова. Л. Изд-во: Наука, 1980. 104 с.
9. Евзеров В. Я. Минерагения рыхлого покрова северо-восточной части Балтийского щита. Мурманск. Изд-во: МГТУ, 2014. 255 с.
10. Евзеров В. Я., Николаева С. Б. К проблеме взаимоотношения горного и покровного оледенений // Вестник ВГУ. Серия: Геология. 2007. № 2. С. 31–36.
11. Евзеров В. Я., Николаева С. Б. Реконструкция поверхности поздневалдайского ледникового покрова в области Хибинских и Ловозерских гор на Кольском полуострове // Доклады РАН. 2010. Т. 430. № 2. С. 254–256.
12. Каплянская Ф. А., Тарноградский В. Д. Гляциальная геология: Методическое пособие по изучению ледниковых образований при геологической съемке крупного масштаба. СПб. Изд-во: Недра, 1993. 328 с.
13. Карта четвертичных отложений с элементами геоморфологии Мурманской области / Ред. В. Я. Евзеров. Апатиты. Изд-во: ГИ КНЦ РАН, 1989.
14. Котельников В. И., Цыпляков Д. П. Геолого-разведочные и геофизические работы на площадках строительства мостов через реку Белая в районе 16 и 19 километров ж.-д. ветки треста «Апатит». Кировск: Апатит (фонды), 1936.
15. Лаврова М. А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.-Л. Изд-во: Наука, 1960. 233 с.
16. Ремизова А. М. Обновленная цифровая геологическая карта Мурманской области масштаба 1:200 000. Апатиты: АО Мурманская геологоразведочная экспедиция, 2007.
17. Семенова Л. Р., Руденко Е. Д., Лукьянова Н. В. Геологическая карта четвертичных отложений. Лист R–36–XXXIII, XXXIV. Апатиты / Ред. Е. П. Заррина; тех. ред. С. А. Радченко. СПб. Изд-во: картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008.
18. Стрелков С. А., Евзеров В. Я., Кошечкин Б. И. и др. История формирования рельефа и рыхлых отложений северо-восточной части Балтийского щита. Л. Изд-во: Наука, 1976. 164 с.
19. Benn D. I. Till fabric analysis. In: 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>.
20. Boyes B. M., Pearce D. M., Linch 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>.
21. 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>.
22. Korsakova O., Vashkov A., Nosova O. European Russia: glacial landforms during deglaciation. In: European Glacial Landscapes. The Last Deglaciation / Eds. D. Palacios, P. D. Hughes, J. M. Garcia-Ruiz, N. Andres. Amsterdam, Oxford, Cambridge: Elsevier, 2023. P. 105–110. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91899-2.00014-0>.
23. 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. Iss. 1 P. 76–100. <https://doi.org/10.1111/bor.12465>.
24. 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.
25. Ramsay W. Über die Geologische Entwicklung der Halbinsel Kola in der Quartärzeit // Fennia. 1898. V.16. No. 1. 151 S.