

**ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА
GEOLOGY AND GEOPHYSICS**

<https://doi.org/10.30758/0555-2648-2020-66-3-381-395>
УДК 551.35



ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

ORIGINAL ARTICLE

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПСЕФИТОВОГО МАТЕРИАЛА
В ВЕРХНЕЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

А.А. КРЫЛОВ^{1,2,3*}, С.А. МАЛЫШЕВ¹, В.А. БОГИН¹, В.Ю. ЗАХАРОВ¹,
Е.А. ГУСЕВ¹, А.С. МАКАРОВ³

¹ — ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия

² — Санкт-Петербургский государственный университет, Институт Наук о Земле,
Санкт-Петербург, Россия

³ — ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт,
Санкт-Петербург, Россия

*akrylow@gmail.com

Резюме

В работе приведена характеристика псефитового (донно-каменного) материала, отобранного в северной части желоба Франц-Виктория в экспедиции «Трансарктика-2019». Показано, что основная масса псефитов представлена неокатанными или плохоокатанными разностями. Преобладают изометричные и уплощенные формы обломков. Петрографический состав преимущественно карбонатный (известняки и доломиты) и песчаный. Основной механизм доставки псефитов — айсберговый разнос в период последней дегляциации на рубеже плейстоцен-голоцен. Источниками айсбергов являлись Земля Франца-Иосифа и район островов Белый — Виктория. Породы Земли Франца-Иосифа представлены, главным образом, меловым габбро-базальтовым комплексом и триасовыми песчаниками и алевролитами. На западе изученной площади (район островов Белый — Виктория) залегают верхнепалеозойские терригенные и карбонатные породы, а также протерозойские метаморфиты. Айсберги из обоих источников направлялись на север в сторону котловины Нансена через желоб Франц-Виктория, причем айсберги со стороны Земли Франца-Иосифа практически не доходили до западного борта желоба.

Ключевые слова: айсберговый разнос, Баренцево море, дегляциация, желоб Франц-Виктория, псефиты.

Для цитирования: Крылов А.А., Малышев С.А., Богин В.А., Захаров В.Ю., Гусев Е.А., Макаров А.С. Особенности распределения псефитового материала в верхнечетвертичных отложениях северной части Баренцева моря // Проблемы Арктики и Антарктики. 2020. Т. 66. № 3. С. 381 — 395. <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2020-66-3-381-395>.

Поступила 7.08.2020

После переработки 6.09.2020

Принята 8.09.2020

FEATURES OF THE COARSE CLASTS (PSEPHITES) DISTRIBUTION IN THE UPPER QUATERNARY SEDIMENTS OF THE NORTHERN BARENTS SEA

ALEXEY A. KRYLOV^{1,2,3*}, SERGEI A. MALYSHEV¹, VIKTOR A. BOGIN¹,
VLADIMIR Yu. ZAKHAROV¹, EVGENY A. GUSEV¹, ALEXANDER S. MAKAROV³

¹ — FGBU VNIIOkeangeologia, St. Petersburg, Russia

² — St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg, Russia

³ — State Scientific Center of the Russian Federation Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia

*akrylow@gmail.com

Summary

The paper presents the characteristics of the coarse clasts (psephites, larger than 1 cm) sampled in the northern part of the Franz Victoria Trough (Barents Sea) during the “Transarktika-2019” expedition. The studied sedimentary section was formed during the transition from the last deglaciation environments to the marine Holocene settings. The amount of psephites in deglacial sediments is much higher than the one in Holocene sediments. The petrographic composition of the psephites, their roundness (according to Waddell and Khabakov classifications) and shape (according to Zingg classification) were studied in detail. It is shown that the majority of psephites is represented by non-rounded or poorly rounded varieties. Isometric and disc-type shapes are predominating among coarse clasts. Isometric psephites prevail in “deglacial sediments”, while disc-shaped, bladed, and rod-like, as a rule, are current in marine Holocene sediments. The petrographic composition of psephites is mostly represented with carbonate (limestone and dolomite) and sandstones. The amount of carbonates increases from the Holocene to the deglacial part of the sediment section. Other rocks found in smaller quantities are represented by quartzites, cherts, shales, basalts, crystalline schists, gneisses, granites, pyrite. During the last deglaciation at the Late Pleistocene the iceberg rafting was the main mechanism of psephites delivery to the sampling points. The major sources of the icebergs were Franz Josef Land and the Belyi — Victoria Islands region. Rocks of Franz Josef Land are represented mainly by Cretaceous gabbro-basalt complex and Triassic sandstones and siltstones. Upper Paleozoic terrigenous and carbonate rocks, as well as Proterozoic metamorphites, occur in the west of the studied area (the area of the Belyi — Victoria Islands). The results of studying the petrographic composition of psephites allow us to conclude that during the last deglaciation icebergs from both sources were heading north towards the Nansen Basin through the Franz Victoria Trough. Both streams of icebergs failed to reach the opposite sides of the Franz Victoria Trough, mixing with each other approximately in the axial part of the trough and leaving it in northern directions.

Keywords: Barents Sea, coarse clasts, deglaciation, Franc-Victoria Trough, iceberg rafting.

For Citation: Krylov A.A., Malyshev S.A., Bogin V.A., Zakharov V.Yu., Gusev E.A., Makarov A.S. Features of the coarse clasts (psephites) distribution in the Upper Quaternary sediments of the northern Barents Sea. *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Arctic and Antarctic Research. 2020, 66 (3): 381 — 395. <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2020-66-3-381—395>.

Received 7.08.2020

Revised 6.09.2020

Accepted 8.09.2020

ВВЕДЕНИЕ

Изучение материала псефитовой размерности имеет важное значение как для познания геологического строения Северного Ледовитого океана (СЛО) и его шельфовых морей [1 — 6], так и для выполнения палеоклиматических/палеоокеанологических реконструкций в Арктике [7, 8]. Критерии использования псефитов определяются их происхождением. Они могут быть местными (эдафогенными) либо

привнесенными льдами и/или айсбергами. Как известно, морские течения или гравитационные процессы не могут транспортировать крупномерные обломки пород на значительные расстояния.

Доказано, что современные льды переносят преимущественно тонкие алевропелитовые частицы [9 — 13], которые массово разгружаются в районе пролива Фрама и потому вносят ограниченный вклад (вероятно, около 23 % [11]) в осадконакопление в Центральной Арктике. Материал псаммитово-псефитовой размерности во льдах центральной части СЛО встречается реже, однако его наличие многократно фиксировалось [9, 11, 14, 15], что подтверждает принципиальную возможность и важность данного механизма для транспортировки крупномерных обломков.

В геологическом прошлом, в эпохи оледенений и дегляциаций, ситуация кардинально менялась. Похолодания климата приводили к возникновению ледниковых шапок в пределах Западно-Арктического шельфа, на Канадском Арктическом архипелаге и, возможно, на Чукотском плато [16, 17]. Их размер дискусионен и отличался в разные периоды [16, 18, 19]. Сам СЛО был покрыт сплошными паковыми льдами, что приводило к общему снижению темпов осадконакопления. При дегляциации происходила деградация ледниковых щитов, сопровождавшаяся массовым появлением айсбергов, которые транспортировали грубозернистый материал, попадавший на дно СЛО. Эта модель подтверждается результатами исследований многочисленных колонок верхнечетвертичных осадков, отобранных в Центральной Арктике [11, 20, 21 и др.].

В экспедиции «Трансарктика-2019» была собрана коллекция донно-каменного материала из донных осадков желоба Франц-Виктория [22]. Последний представляет собой своеобразную артерию, соединяющую Баренцево море с Северным Ледовитым океаном. Это ключевой район для изучения механизмов перераспределения терригенных частиц в Западной Арктике, поскольку значительная часть осадочного материала использует его как транзитную зону по пути в глубоководную котловину Нансена. Именно здесь происходили важнейшие палеоокеанологические процессы, связанные с проникновением теплых атлантических вод, во многом определяющие климатические изменения в четвертичной истории Арктики. Таким образом, детальное изучение псефитов, отобранных в пределах Баренцевоморской континентальной окраины, вносит определенный вклад в реконструкцию седиментологических и палеоокеанологических процессов, которые чрезвычайно важны для понимания общей эволюции климата в четвертичное время.

Цель настоящей статьи заключается в петрографической и морфологической характеристике псефитового материала, отобранного в северной части Баренцева моря, и его палеоокеанологической интерпретации: определении источников сноса крупномерных обломков и траектории дрейфа айсбергов в период дегляциации. Ранее псефитовый материал из желоба Франц-Виктория с этих позиций практически не изучался.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе приведены предварительные результаты изучения образцов, отобранных в северной и северо-западной частях желоба Франц-Виктория с борта НЭС «Академик Трёшников» в экспедиции «Трансарктика-2019» (1-й этап) [22] (рис. 1). Образцы псефитов размером крупнее 1 см получены с помощью гравитационной прямоточной трубки (длина 4 м) и бокс-корера (размеры короба 40 × 40 × 50 см).

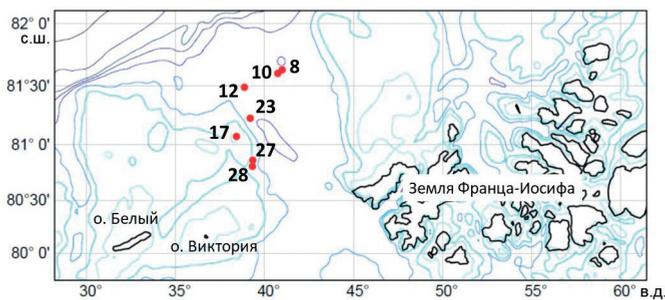


Рис. 1. Положение станций пробоотбора

Fig. 1. Location of the sampling sites

Форма (сферичность) псефитов устанавливалась по классической методике Цингга (Zingg), согласно которой сначала определялись размеры трех главных взаимно перпендикулярных осей, а потом рассчитывались отношения средней оси (c) к максимальной (m) — степень удлинения — и короткой (k) к средней (c) — степень уплощения [23]. Выделялись следующие формы: 1) дисковидные/уплощенные — $c/m > 0,66$, $k/c < 0,66$; 2) изометричные — $c/m > 0,66$, $k/c > 0,66$; 3) пластинчатые — $c/m < 0,66$, $k/c < 0,66$; 4) брусковидные/цилиндрические — $c/m < 0,66$, $k/c > 0,66$.

Окатанность псефитового материала определялась визуально с помощью трафаретов, привязанных к известным коэффициентам Ваделла и Хабакова: 0,11 — 0,20 и 0 соответственно — неокатанные остроугольные обломки; 0,21 — 0,40 и 1 соответственно — угловатые или ребристые с заметной потертойостью ребер, но с полностью сохраненной исходной огранкой; 0,41 — 0,60 и 2 соответственно — полуокатанные, сохранившие, несмотря на окатанность, первоначальную неправильную огранку; 0,61 — 0,80 и 3 соответственно — хорошо окатанные, не имеющие острых углов и ребер, довольно правильные и равномерно обточенные; 0,81 — 0,90 и 4 соответственно — отлично окатанные с полностью криволинейной сглаженной поверхностью [24].

Петрографический состав определялся визуально с помощью бинокля, карбонаты выделялись с использованием соляной кислоты.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Литологический состав осадков достаточно разнообразный, однако в целом по набору характерных признаков в изученных колонках можно выделить три пачки, имеющие региональное распространение (рис. 2):

1. Окисленный слой. Сложен коричневыми и серо-коричневыми алевропелитами, иногда с заметной песчаной примесью, включающими редкий псефитовый материал. Верхние 2 — 3 см — эфемерный обводненный наилок. Вблизи нижней границы слоя фиксируется плотный захороненный прослой рыже-охристого цвета, мощностью до 3 — 5 см, причем его аналог найден и в осадках желоба Святой Анны [25, 26]. Формирование плотного рыже-охристого слоя, возможно, связано со значительным уменьшением темпов седиментации или даже перерывом в осадконакоплении. Мощность «окисленного слоя» достигает 40 см (рис. 2).

2. Восстановленный слой. Представлен алевропелитами и песчанистыми алевропелитами, с рассеянным псефитовым материалом. Цвет коричнево-серый, серый, иногда с оливковым оттенком, часто встречаются гнезда или линзочки гидротроили-

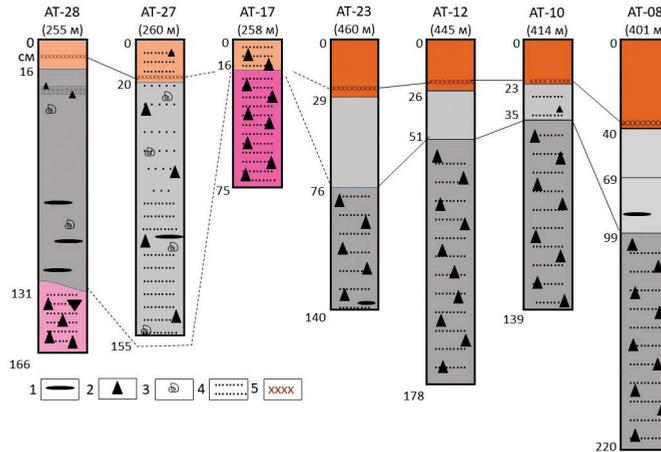


Рис. 2. Литологический состав и корреляция изученных осадочных разрезов.

1 — линзочки гидтроилита, 2 — псефитовый материал, 3 — раковины моллюсков, 4 — песчаная примесь, 5 — плотный окисленный прослой. Оттенки цветов на рисунке отражают изменения цветовой гаммы в разрезах осадков, пояснения даны в тексте

Fig. 2. Lithological composition and correlation of the studied sedimentary sections.

1 — lenses of hydrotroilite, 2 — psephites, 3 — shells of mollusks, 4 — sandy admixture, 5 — dense oxidized interlayer. The shades of colors in the figure reflect color changes in the sections of bottom sediments, explanations are given in the text



Рис. 3. Находки моллюсков (*Astarte crenata* (J E Gray, 1824) (определение Е.Е. Талденковой)) и псефитового материала в осадках станции AT-27GC

Fig. 3. Finds of mollusks (*Astarte crenata* (J E Gray, 1824) (identification by E.E. Taldenkova)) and psephites in the sediments of the AT-27GC station

та, что является типичным для условий восстановительного диагенеза. В некоторых колонках (АТ-28 и АТ-27) обнаружены раковины моллюсков (рис. 3). Мощность «восстановленного слоя» в ряде случаев превышает один метр, а иногда составляет лишь несколько сантиметров.

Таблица 1
Table 1

Распределение коэффициентов окатанности Ваделла и коэффициентов сферичности Цингга в изученных колонках (GC) и бокс-корерах (BC)

Distribution of Wadell roundness coefficients and Zingg sphericity coefficients in the studied columns (GC) and box cores (BC)

Станция	Окатанность, коэффициент Ваделла		Форма (сферичность), коэффициент Цингга: количество/%			
	среднее мин. — макс.	0,25 0,11 — 0,45	1 — дисквидные 7/50,0	2 — изометричные 3/21,4	3 — пластинчатые 3/21,4	4 — цилиндрические 1/7,1
AT-8GC	среднее мин. — макс.	0,25 0,11 — 0,45	7/50,0	3/21,4	3/21,4	1/7,1
AT-10GC	среднее мин. — макс.	0,33 0,19 — 0,65	6/33,3	6/33,3	0/0	6/33,3
AT-12BC	среднее мин. — макс.	0,41 0,15 — 0,82	4/40,0	3/30,0	2/20,0	1/10,0
AT-12GC	среднее мин. — макс.	0,25 0,15 — 0,39	2/20,0	6/60,0	0/0,0	2/20,0
AT-17GC	среднее мин. — макс.	0,28 0,15 — 0,55	26/33,3	32/41,0	6/7,7	14/17,9
AT-17GC весь разрез	среднее мин. — макс.	0,24 0,15 — 0,41	7/35,0	6/30,0	4/20,0	3/15,0
AT-17GC (0 — 16 см)	среднее мин. — макс.	0,29 0,19 — 0,55	19/32,8	26/44,8	2/3,4	11/19,0
AT-23GC	среднее мин. — макс.	0,25 0,15 — 0,42	10/41,7	5/20,8	4/16,7	5/20,8
AT-27GC	среднее мин. — макс.	0,27 0,19 — 0,55	11/45,8	8/33,3	3/12,5	2/8,3
AT-28GC	среднее мин. — макс.	0,33 0,15 — 0,55	8/21,6	14/37,8	2/5,4	13/35,1
AT-28GC весь разрез	среднее мин. — макс.	0,29 0,21 — 0,39	2/40,0	1/20,0	0/0,0	2/40,0
AT-28GC (0 — 61 см)	среднее мин. — макс.	0,34 0,15 — 0,55	6/18,8	13/40,6	2/6,2	11/34,4
AT-28GC (130 — 165 см)	среднее мин. — макс.	0,33 0,11 — 0,81	6/18,7	12/37,5	4/12,5	10/31,3
	Количество: %	80 32,4	89 36,0	24 9,7	54 21,9	

Примечание. Для колонок AT-17GC и AT-28GC коэффициенты рассчитаны отдельно для голоценовой и позднелайтоценной частей разреза
 Note. For cores AT-17GC and AT-28GC, the coefficients were calculated separately for the Holocene and Late Pleistocene parts of the section

3. Восстановленный слой с псефитами. Состоит из плотных песчаных/песчанистых алевропелитов серого цвета (в колонке АТ-28 — розовато-серого цвета), насыщенных гравийно-щебневым (до валунного размера) материалом. Основная масса псефитов представлена неокатанными остроугольными образцами либо угловатыми и ребристыми с заметной потертостью ребер. Средние значения окатанности псефитов меняются от 0 до 2 баллов в шкале окатанности Хабакова либо варьируют от 0,24 до 0,41 в шкале окатанности Ваделла (табл. 1).

Нами была выполнена литостратиграфическая корреляция слоев, выделенных в колонках из экспедиции «Трансарктика-2019», с разрезами, детально описанными и продатированными ранее в желобе Франц-Виктория [27–30]. Результаты корреляции позволяют предположить, что самый нижний «восстановленный слой с псефитами» был накоплен в позднем плейстоцене в период дегляциации (начиная с 15 тыс. лет назад), а расположенные выше «восстановленный слой» и «окисленный слой» — уже в голоцене.

Состав псефитового материала в изученных нами осадках достаточно разнообразен (табл. 2). Основная часть представлена песчаниками (от 12 до 62,1 %) и карбонатами (от 5,6 до 60 %), причем среди последних преобладают известняки. Также встречаются кварциты (от 0 до 13,5 %), кремни (от 0 до 10 %), глинистые сланцы (от 0 до 8,3 %), пирит (от 0 до 7,1 %), базальты (от 0 до 16,7 %), граниты (от 0 до 14,3 %), кристаллические сланцы (от 0 до 10 %), гнейсы (от 0 до 1,7 %). Чтобы не исказить статистику, в этом перечне не учтены псефиты из бокс-корера АТ-12ВС, поскольку из десяти образцов четыре там представлены гранитами, что для данной пробы составляет 40 %, а один — гнейсом, что составляет 10 %.

Наиболее распространенными формами псефитов являются изометричные (36 %) и дисковидные/уплощенные (32 %) разности. Также часто встречаются псефиты брусковидной/цилиндрической формы (22 %). Реже всего попадались пластинчатые псефиты (10 %) (табл. 1, рис. 4).

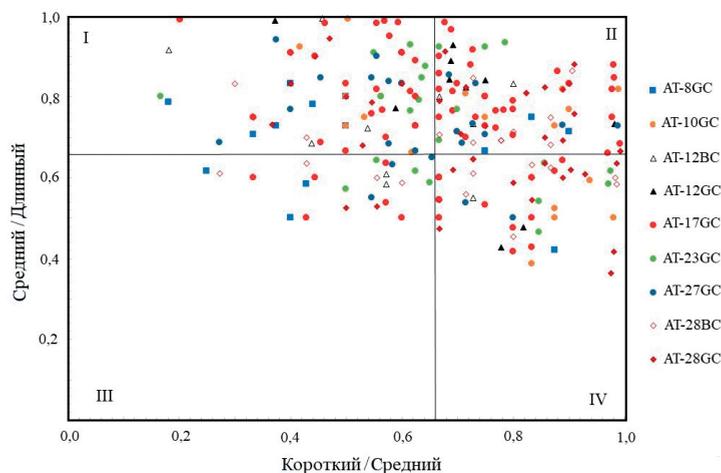


Рис. 4. Распределение псефитов по форме (сферичности) в соответствии с коэффициентами Цингга

Fig. 4. Distribution of psephites by shape (sphericity) in accordance with the Zingg coefficients

Сравнивать между собой псефиты, отобранные в голоценовых («окисленный слой» и «восстановленный слой») и позднплейстоценовых отложениях («восстановленный слой с псефитами»), достаточно сложно, поскольку количество крупномерных обломков в голоценовых осадках, как правило, невелико. Псефиты из голоценовой части разреза были проанализированы в бокс-корерах АТ-12ВС и АТ-28ВС, а также в колонках АТ-17ГС (0 — 17 см) и АТ-28ГС (0 — 61 см; в интервале 61 — 130 см материал крупнее 1 см отсутствует) (табл. 1, 2). Основные отличия следующие: 1) в псефитах из голоценовых осадков меньше карбонатов; 2) кремневые породы не были найдены в «восстановленном слое с псефитами»; 3) в голоценовых осадках всегда меньше изометричных форм; 4) дисковидные, пластинчатые и цилиндрические формы псефитов, как правило, преобладают в голоценовых осадках (табл. 1, 2).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Литологический состав изученных осадков мог быть сформирован в условиях двух кардинально различных режимов седиментации. Их смена, очевидно, связана с переходом от холодного позднплейстоценового климата к более теплomu голоценовому. Литостратиграфическая корреляция с хорошо датированными ранее разрезами в желобе Франц-Виктория [27 — 30] позволяет отнести к голоценовым осадкам верхний «окисленный коричневый слой», а также нижележащий «восстановленный слой» с редко встречающимися псефитами. «Восстановленный слой с псефитами» в основании разреза, вероятнее всего, был накоплен в период последней позднплейстоценовой дегляциации. Предыдущие исследования желоба Франц-Виктория показали, что формирование пачки «набитой» псефитами, совпадало с пресноводными импульсами, фиксируемыми в колонках из континентального склона. Это были обстановки деградации ледников, сопровождающиеся откалыванием многочисленных айсбергов, которые переносили не только тонкое «ледниковое молоко», но и крупномерные псефиты [27 — 30]. Время начала этого события варьирует от 15 до 13 тыс. лет назад, и закончилось оно на границе плейстоцен-голоцен [30]. Однако серьезные исследования источников айсбергов и траекторий их палеодрейфа ранее не выполнялись.

Теоретически источниками крупномерных обломков могут быть локальные выходы коренных пород, гравитационные склоновые потоки либо ледовый и/или айсберговый разнос. Анализ результатов предыдущих исследований донно-каменного материала в пределах желоба Франц-Виктория показал, что среди исследователей нет единого мнения о происхождении псефитов. Ряд авторов приводили аргументы в пользу их местной природы [3, 31, 32], другие — отстаивали механизм доставки льдами [33]. Подавляющее большинство проб в цитируемых работах отбиралось дночерпателями и драгами. Эти псефиты заведомо представляли собой грубообломочный материал, рассеянный в голоценовых осадках. В случае отбора трубками не проводился анализ приуроченности псефитов к конкретным литологическим горизонтам.

Мы полагаем, что локальные выходы коренных пород и гравитационные склоновые потоки не имели ведущего значения в поставке псефитов в изученном регионе. В случае превалирования этих механизмов грубообломочный материал был бы распределен более или менее равномерно на всем протяжении разреза. Однако повышенные содержания псефитов фиксируются лишь в его нижней части. Это позволяет предположить более вероятной их доставку айсбергами, интенсивность

функционирования которых была максимальной в период последней дегляциации. После относительной стабилизации климата в голоцене айсберговый разнос перестал играть заметную роль, что привело к значительному снижению количества псефитов в верхней части разреза.

Таким образом, захват и перенос изученных нами крупномерных обломков мог осуществляться припайными льдами либо айсбергами, откалывающимися от деградирующих ледников. Количество айсбергов сейчас невелико, однако было значительным в период перехода от оледенения к межледниковью. Ледяной покров, преваляющий на севере Баренцева моря в настоящее время, очевидно, поставяет меньшее количество крупномерных обломков в осадки, что хорошо видно при сравнении голоценовых и позднплейстоценовых отложений.

Результаты наших предварительных исследований показывают, что петрографический состав крупномерного донно-каменного материала сильно варьирует в пределах изученной площади. Меловые габбро-базальты, являющиеся своеобразным маркером архипелага Земля Франца-Иосифа (ЗФИ), встречаются среди изученных нами псефитов крайне редко. Их содержание заметно лишь в колонках АТ-8GC и АТ-10GC (14,4 и 16,7 % соответственно), расположенных в северной оконечности «килевой» части желоба, тогда как в колонках западного борта желоба (АТ-12, 17, 23, 27, 28) количество базальтов не превышает 2,7 % (АТ-28GC) (табл. 2). Таким образом, для изученных разрезов влияние Земли-Франца Иосифа в целом было невелико. В этой связи возникает вопрос об источниках песчаников, которые преобладают в разрезах станций АТ-10GC (61,1 %), АТ-27GC (41,7 %) и АТ-28GC (62,1 %) либо занимают второе по количеству место после карбонатов в станциях АТ-08GC (21,4 %), АТ-12GC (20 %), АТ-17GC (37,2 %) и АТ-23GC (12,5 %). Как известно, триасовые и нижнеюрские песчаники широко развиты в пределах ЗФИ [31]. Вероятнее всего, самые северные колонки — АТ-08GC и АТ-10GC, содержащие, помимо песчаников, заметные количества базальтов, получили свой псефитовый материал преимущественно за счет айсбергов, поставляемых в период дегляциации ЗФИ. Для остальных колонок главные источники псефитов были другие.

Действительно, ассоциации псефитов, отобранных вдоль западного борта желоба Франц-Виктория, имеют отличия от таковых в центральной части желоба (станции АТ-08GC и АТ-10GC). Здесь в целом больше карбонатов, а также кристаллических сланцев и кварцитов. Осадки в колонках АТ-28GC и АТ-17GC имеют розоватый оттенок. Вероятнее всего, источниками этих псефитов являются коренные породы района островов Белый — Виктория, среди которых выделены [31]: 1) протерозойские гнейсы, метаморфические и слюдястые сланцы, кварциты и кварцитовидные песчаники; 2) верхнедевонские песчаники, алевролиты, аргиллиты красновато-коричневые, светлые, кварцевые песчаники; 3) карбон-нижнепермские известняки кремовые, желтовато-серые, доломиты, кварцевые песчаники, серые алевролиты, аргиллиты.

Таким образом, айсберги, поставляемые в период последней дегляциации островами архипелага ЗФИ, выводились на север в сторону котловины Нансена, в том числе и через желоб Франц-Виктория — его центральную и восточную части. Другой поток айсбергов следовал на север со стороны района островов Белый — Виктория и «вытеснял» айсберги ЗФИ от западного борта желоба. Это объясняет невысокое количество базальтов среди псефитового материала, отобранного из «западных» колонок. Присутствие кристаллических сланцев и известняков в станции АТ-08GC

Таблица 2

Петрографический состав песфитов в изученных колонках (ГС) и бокс-корерах (ВС)

Table 2

Petrographic composition of psephites in the studied gravity cores (GC) and box corers (BC)

Станция	Характеристика	Песчаник	Кварцит	Известняк	Доломит	Кремень	Глинистый сланец	Пирит	Базальт	Гранит, гранодиорит	Кристаллический сланец	Гнейс	Всего
АТ-8GC	кол-во %	3 21,4	0	5 35,7	0	0	0	1 7,1	2 14,3	2 14,3	1 7,1	0	14
АТ-10GC	кол-во %	11 61,1	0	1 5,6	0	1 5,6	1 5,6	0	3 16,7	1 5,6	0	0	18
АТ-12BC	кол-во %	3 30	0	0	0	1 10	0	0	1 10	4 40	0	1	10
АТ-12GC	кол-во %	2 20	0	3 30	3	0	0	0	0	1 10	1	0	10
АТ-17GC	кол-во %	29 37,2	4 5,1	22 28,2	14 17,9	1 1,3	0	0	1 1,3	4 5,1	2 2,6	1	78
АТ-17GC весь разрез (0—16 см)	кол-во %	9 45	2 10	3 15	3	1 5	0	0	0	2 10	0	0	20
АТ-17GC (16—75 см)	кол-во %	20 34,5	2 3,4	19 32,8	11 19	0	0	0	1 1,7	2 3,4	2 3,4	1	58
АТ-23GC	кол-во %	3 12,5	3 12,5	9 37,5	4 16,7	0	2 8,3	0	0	1 4,2	2 8,3	0	24
АТ-27GC	кол-во %	10 41,7	0	6 25	3 12,5	0	2 8,3	0	0	1 4,2	2 8,3	0	24
АТ-28GC	кол-во %	23 62,1	5 13,5	4 10,8	3 8,1	0	0	1 2,7	1 2,7	0	0	0	37
АТ-28GC весь разрез (0—61 см)	кол-во %	4 —	0 —	0 —	0	0	0	0	1 —	0	0	0	5
АТ-28GC (130—165 см)	кол-во %	19 59,4	5 15,6	4 12,5	3 9,4	0	0	1 3,1	0	0	0	0	32
АТ-28BC	кол-во %	16 51,7	5 16,1	3 9,7	1 3,2	1 3,2	0	0	2 6,4	1 3,2	2 6,4	0	31
Среднее		35,8	3,9	21,6	10,7	2,1	2,8	1,2	5,6	10,4	4,5	1,4	
Мин.		12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Макс.		62,1	13,5	37,5	30,0	10,0	8,3	7,1	16,7	40,0	10,0	10,0	

свидетельствует в пользу смешения в этом районе «западного» и «восточного» потоков айсбергов. Уменьшение количества карбонатов среди псефитов в голоценовых осадках, вероятно, связано с преобладанием современной миграции льдов в западных румбах и, как следствие, уменьшением роли района островов Белый — Виктория в поставке криозолей для желоба Франц-Виктория.

Достаточно низкие значения коэффициентов Хабакова и Ваделла в основной массе изученного псефитового материала свидетельствуют в пользу отсутствия условий для его окатывания, которое, как известно, происходит лишь при достаточно длительном нахождении в волноприбойной зоне. В этой связи следует подчеркнуть конвергентность морфометрических признаков, что затрудняет разделение «местного» донно-каменного материала, залегающего вблизи выходов коренных пород, и материала айсбергового разноса: в обоих случаях должны преобладать неокатанные псефиты. Таким образом, отсутствие окатанности у донно-каменного материала не является достаточным критерием для отнесения его к местным (коренным) породам. Для этого требуются дополнительные аргументы, например — анализ распределения псефитов по разрезу, наличие или отсутствие связи между положением псефитов в осадке и литологическим составом отложений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В разрезе изученных колонок, отобранных в желобе Франц-Виктория, выделены 3 пачки (снизу вверх): «восстановленный слой с псефитами», «восстановленный слой» и «окисленный слой». Их накопление осуществлялось при переходе от условий дегляциации к современным морским обстановкам.

2. Основная масса псефитов представлена неокатанными остроугольными образцами либо угловатыми и ребристыми с заметной потертостью ребер.

3. Среди форм псефитов ожидаемо преобладают изометричные и дисковидные разности. Несколько неожиданным является довольно значительное распространение псефитов брусковидной/цилиндрической формы.

4. Накопление слоя, насыщенного псефитовым материалом, осуществлялось в условиях поставки айсбергов разрушающимися ледниками в период дегляциации. Айсберги со стороны ЗФИ следовали на север в сторону котловины Нансена, в том числе через желоб Франц-Виктория, причем они не достигали западного борта желоба. Со стороны западного борта шел параллельный поток айсбергов. Смешение двух потоков происходило примерно в срединной части желоба.

Конфликт интересов. Конфликт интересов отсутствует.

Финансирование. Работа поддержана субсидией Минобрнауки России (RFMEFI61619X0108).

Competing interests. The authors have no competing interests.

Funding. This work was funded by a subsidy from the Ministry of Education and Science of Russia (RFMEFI61619X0108).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев Е.А. Камни на дне Северного Ледовитого океана // Природа. 2014. № 8. С. 31 — 38.
2. Гусев Е.А., Лукашенко Р.В., Попко А.О., Рекант П.В., Миролюбова Е.С., Пяткова М.Н. Новые данные о строении склонов подводных гор поднятия Менделеева (Северный Ледовитый океан) // Доклады Академии наук. 2014. Т. 455. № 2. С. 184 — 188.

3. Дибнер В.Д. Морфоструктура шельфа Баренцева моря. Л.: Недра, 1978. 211 с.
4. Кабаньков В.Я., Андреева И.А., Иванов В.Н., Петрова В.И. О геотектонической природе системы центрально-арктических морфоструктур и геологическое значение донных осадков в ее определении // Геотектоника. 2004. № 6. С. 33 — 44.
5. Морозов А.Ф., Петров О.В., Шокальский С.П., Каиубин С.Н., Кременецкий А.А., Шкатов М.Ю., Каминский В.Д., Гусев Е.А., Грикуров Г.Э., Рекант П.В., Шевченко С.С., Сергеев С.А., Шатов В.В. Новые геологические данные, обосновывающие континентальную природу области Центрально-Арктических поднятий // Региональная геология и металлогения. 2013. № 53. С. 34 — 55.
6. *Rekant P., Sobolev N., Portnov A., Belyatsky B., Dipre G., Pakhalko A., Kaban'kov V., Andreeva I.* Basement segmentation and tectonic structure of the Lomonosov Ridge, Arctic Ocean: Insights from bedrock geochronology // *J. Geodynamics*. 2019. V. 128. P. 38 — 54.
7. Крылов А.А., Гусев Е.А., Миролюбова Е.С., Черных А.А. Геологическое и палеоокеанологическое значение псефитового материала из меловых-кайнозойских отложений приполюсной части хребта Ломоносова // Проблемы Арктики и Антарктики. 2018. Т. 64. № 2. С. 182 — 199.
8. *Taldenkova E., Bauch H.A., Gottschalk J., Nikolaev S., Rostovtseva Yu., Pogodina I., Ovsepyan Ya., Kandiano E.* History of ice-rafting and water mass evolution at the northern Siberian continental margin (Laptev Sea) during Late Glacial and Holocene times // *Quaternary Sci. Rev.* 2010. V. 29. P. 3919 — 3935.
9. *Lisitzin A.P.* Sea-ice and iceberg sedimentation in the ocean. Recent and past. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 2002. 564 p.
10. *Nürnberg D., Wollenburg I., Dethleff D., Eicken H., Kassens H., Letzig T., Reimnitz E., Thiede J.* Sediments in Arctic sea ice: Implications for entrainment, transport and release // *Marine Geology*. 1994. V. 119. P. 185 — 214.
11. *Stein R.* Arctic Ocean sediments: processes, proxies, and paleoenvironment. Elsevier Science, 2008. 608 p.
12. Левитан М.А., Нюрнберг Д., Штайн Р., Кассенс Х., Васнер М., Шелехова Е.С. О роли криозолей в накоплении современных донных осадков Северного Ледовитого океана // Доклады Академии наук. 1995. Т. 344. № 4. С. 506 — 509.
13. Маслов А.В., Шевченко В.П., Бобров В.А., Белогуб Е.В., Еришова В.Б., Верецагин О.С., Хворов П.В. Минералого-геохимические особенности осадочного материала льдов некоторых районов Арктики // Литология и полезные ископаемые. 2018. № 2. С. 121 — 141.
14. Мельников И.А., Зезина О.Н. Донные животные на льду центральной Арктики // Природа. 2010. № 6. С. 43—47.
15. Шевченко В.П., Лисицын А.П., Харин Г.С. и др. Перенос осадочного материала в центральной Арктике айсбергами // Геология морей и океанов: Тезисы докладов XV Международной школы морской геологии. М.: ГЕОС, 2003. Т. 1. С. 63 — 64.
16. *Jakobsson M., Andreassen K., Bjarnadóttir L.R., Dove D., Dowdeswell J.A., England J.H., Funder S., Hogan K., Ingólfsson O., Jennings A., Larsen N.K., Kirchner N., Landvik J.Y., Mayer L., Mikkelsen N., Möller P., Niessen F., Nilsson J., O'Regan M., Polyak L., Nørgaard-Pedersen N., Stein R.* Arctic Ocean glacial history // *Quaternary Science Reviews*. 2014. V. 92. P. 40 — 67.
17. *Niessen F., Hong, J.K., Hegewald A., Matthiessen J., Stein R., Kim H., Kim S., Jensen L., Jokat W., Nam S.-I., Kang S.-H.* Repeated Pleistocene glaciation of the East Siberian continental margin // *Nature Geoscience*. 2013. V. 6. P. 842 — 846.
18. Гусев Е.А., Рекант П.В., Большианов Д.Ю., Лукашенко Р.В., Попко А.О. Псевдогляциальные структуры подводных гор поднятия Менделеева (Северный Ледовитый океан) и континентальной окраины Восточно-Сибирского моря // Проблемы Арктики и Антарктики. 2013. № 4. С. 43 — 55.

19. Gusev E., Rekant P., Kaminsky V., Krylov A., Morozov A., Shokalsky S., Kashubin S. Morphology of seamounts at the Mendeleev Rise, Arctic Ocean // *Polar Research*. 2017. V. 36 (1). P. 1 — 10. 1298901.
20. Крылов А.А., Шилов В.В., Андреева И.А., Миролюбова Е.С. Стратиграфия и условия накопления верхнечетвертичных осадков северной части поднятия Менделеева (Амеразийский бассейн Северного Ледовитого океана) // *Проблемы Арктики и Антарктики*. 2011. № 2 (88) С. 7 — 22.
21. Stein R., Matthiessen J., Niessen F., Krylov A., Nam S-I., Bazhenova E. Towards a better (litho-) stratigraphy and reconstruction of Quaternary Paleoenvironment in the Amerasian Basin (Arctic Ocean) // *Polarforschung*. 2010. V. 79 (2). P. 97 — 121.
22. Frolov I.E., Ivanov V.V., Filchuk K.V., Makshtas A.P., Kustov V.Yu., Mahotina I.A., Ivanov B.V., Urazgildeeva A.V., Syoemin V.L., Zimina O.L., Krylov A.A., Bogin V.A., Zakharov V.Yu., Malyshev S.A., Gusev E.A., Baryshev P.E., Pilgaev S.V., Kovalev S.M., Turyakov A.B. Transarktika-2019: winter expedition in the Arctic Ocean on the R/V “Akademik Tryoshnikov” // *Проблемы Арктики и Антарктики*. Т. 65 (3). С. 255 — 274.
23. Blott S.J., Pye K. Particle shape: a review and new methods of characterization and classification // *Sedimentology*. 2010. V. 55. P. 31 — 63.
24. Атлас текстур и структур осадочных горных пород / Ред. А.В. Хабаков. Т. 1. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 578 с.
25. Андреева И.А., Крупская В.В. Гранулометрические особенности донных отложений как показатель условий их формирования (на примере позднеплейстоцен-голоценовых осадков северной части Баренцево-Карского шельфа) // *Опыт системных океанологических исследований в Арктике*. М.: Научный мир, 2001. С. 531 — 541.
26. Polyak L., Forman S.L., Herlihy F.A., Ivanov G., Krinitsly P. Late Weichselian deglacial history of the Svyataya (Saint) Anna Trough, northern Kara Sea, Arctic Russia // *Marine Geology*. 1997. V. 143. P. 169 — 188.
27. Kleiber H.P., Knies J., Niessen F. The Late Weichselian glaciation of the Franz Victoria Trough, northern Barents Sea: ice sheet extent and timing // *Marine Geology*. 2000. V. 168. P. 22 — 44.
28. Lubinski D.J., Korsun S., Polyak L., Forman S.L., Lehman S.J., Herlihy F.A., Miller G.H. The last deglaciation of the Franz Victoria Trough, northern Barents Sea // *Boreas*. 1996. V. 25. P. 89 — 100.
29. Lubinski D.J., Polyak L., Forman S.L. Freshwater and Atlantic water inflows to the deep northern Barents and Kara Sea since ca 13-14C ka: foraminifera and stable isotopes // *Quaternary Science Reviews*. 2001. V. 20. P. 1851 — 1879.
30. Murdmaa I., Ivanova E., Duplessy J-C, Levitan M., Khusid T., Bourtman M., Alekhina G., Alekseeva T., Belousov M., Serova V. Facies system of the Eastern Barents Sea since the last glaciation to present // *Marine Geology*. 2006. V. 230. P. 275 — 303.
31. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист U-37-40 — Земля Франца-Иосифа (северные острова). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2006. 272 с.
32. Дибнер В.Д., Басов В.А., Герке А.А., Соловьева М.Ф., Сосипатрова Г.П., Шульгина Н.И. Возраст дочетвертичных отложений осадочного чехла дна Баренцева моря // *Океанология*. 1970. Т. 10 (4). С. 670 — 680.
33. Харин Г.С., Политова Н.В., Лисицын А.П., Ерошенко Д.В., Кравчишина М.Г., Козина Н.В., Булохов А.В. Грубообломочный материал ледового разноса на дне Баренцева моря // *Геология морей и океанов: Материалы XXII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии*. Т. 2. М.: ИО РАН, 2017. С. 115 — 119.

REFERENCES

1. Gusev E.A. Stones at the bottom of the Arctic Ocean. *Priroda*. Nature. 2014, 8: 31 — 38. [In Russian].

2. Gusev E.A., Lukashenko R.V., Popko A.O., Rekant P.V., Mirolubova E.S., Pyatkova M.N. New data on the structure of the seamounts slopes at the Mendeleev Ridge. *Doklady Akademii Nauk*. Proc. of the Academy of Sciences. 2014, 455 (2): 184 — 188. [In Russian].
3. Dibner V.D. *Morfostruktura shel'fa Barentseva morja*. Morphostructure of the Barents Sea shelf. Leningrad: Nedra, 1978: 211p. [In Russian].
4. Kaban'kov V.Y., Andreeva I.A., Ivanov V.N., Petrova V.I. The geotectonic nature of the Central Arctic morphostructures and geological implications of bottom sediments for its interpretation. *Geotectonica*. 2004, 38 (6): 430 — 442. [In Russian].
5. Morozov A.F., Petrov O.V., Shokalskiy S.P., Kashubin S.N., Kremeneckiy A.A., Shkatov M.Yu., Kaminskiy V.D., Gusev E.A., Griukov G.E., Rekant P.V., Shevchenko S.S., Sergeev S.A., Shatov V.V. New geological data substantiating the continental nature of the region of the Central Arctic uplifts. *Regional'naja geologiya i metallogenija*. Regional geology and metallogeny. 2013, 53: 3 — 55. [In Russian].
6. Rekant P., Sobolev N., Portnov A., Belyatsky B., Dipre G., Pakhalko A., Kaban'kov V., Andreeva I. Basement segmentation and tectonic structure of the Lomonosov Ridge, Arctic Ocean: Insights from bedrock geochronology. *J. Geodynamics*. 2019, 128: 38 — 54. doi.org/10.1016/j.jog.2019.05.001
7. Krylov A.A., Gusev E.A., Mirolubova E.S., Chernykh A.A. Geological and paleoceanological significance of psephte from the Cretaceous-Cenozoic deposits from the near-pole part of the Lomonosov ridge. *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Arctic and Antarctic Research. 2018, 64 (2): 182 — 199. [In Russian].
8. Taldenkova E., Bauch H.A., Gottschalk J., Nikolaev S., Rostovtseva Yu., Pogodina I., Ovsepyan Ya., Kandiano E. History of ice-rafting and water mass evolution at the northern Siberian continental margin (Laptev Sea) during Late Glacial and Holocene times. *Quaternary Sci. Rev.* 2010, 29: 3919 — 3935.
9. Lisitzin A.P. *Sea-ice and iceberg sedimentation in the ocean. Recent and past*. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 2002: 564 p.
10. Nürnberg D., Wollenburg I., Dethleff D., Eicken H., Kassens H., Letzig T., Reimnitz E., Thiede J. Sediments in Arctic sea ice: Implications for entrainment, transport and release. *Marine Geology*. 1994, 119: 185 — 214.
11. Stein R. *Arctic Ocean sediments: processes, proxies, and paleoenvironment*. Elsevier Science, 2008: 608 p.
12. Levitan M.A., Nürnberg D., Stein R., Kassens H., Wahsner M., Shelekhova E.S. On the role of cryosols in the accumulation of modern bottom sediments of the Arctic Ocean. *Doklady Akademii Nauk*. Proc. of the Academy of Sciences. 1995, 344 (4): 506 — 509. [In Russian].
13. Maslov A.V., Shevchenko V.P., Bobrov V.A., Belogub E.V., Ershova V.B., Vereshchagin O.S., Khvorov P.V. Mineralogical-geochemical features of ice-rafted sediments in some Arctic regions. *Lithology and Mineral Resources*. 2018, 53: 110 — 129.
14. Melnikov I.A., Zezina O.N. Bottom animals on the ice of the central Arctic. *Priroda*. Nature. 2010, 6: 43 — 47. [In Russian].
15. Shevchenko V.P., Lisitzin A.P., Kharin G.S., Haas Ch., Thiede J., Stein R., Spielhagen R.E., Taldenkova E.E. Sediment transport in the central Arctic by icebergs. *Geology of seas and oceans: Proceedings of XV International Conference on Marine Geology*. Moscow: GEOS, 2003, 1: 63 — 64. [In Russian].
16. Jakobsson M., Andreassen K., Bjarnadóttir L.R., Dove D., Dowdeswell J.A., England J.H., Funder S., Hogan K., Ingólfsson O., Jennings A., Larsen N.K., Kirchner N., Landvik J.Y., Mayer L., Mikkelsen N., Möller P., Niessen F., Nilsson J., O'Regan M., Polyak L., Nørgaard-Pedersen N., Stein R. Arctic Ocean glacial history. *Quaternary Science Reviews*. 2014, 92: 40 — 67.
17. Niessen F., Hong J.K., Hegewald A., Matthiessen J., Stein R., Kim H., Kim S., Jensen L., Jokat W., Nam S.-I., Kang S.-H. Repeated Pleistocene glaciation of the East Siberian continental margin. *Nature Geoscience*. 2013, 6: 842 — 846.

18. Gusev E.A., Rekant P.V., Bolshiyarov D.Yu., Lukashenko R.V., Popko A.O. Pseudoglacial structures of Mendeleev Rise Seamounts (Arctic Ocean) and East Siberian continental margin. *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Arctic and Antarctic Research. 2013, 4: 43 — 55. [In Russian].
19. Gusev E., Rekant P., Kaminsky V., Krylov A., Morozov A., Shokalsky S., Kashubin S. Morphology of seamounts at the Mendeleev Rise, Arctic Ocean. *Polar Research*. 2017, 36: 1 — 10.
20. Krylov A.A., Shilov V.V., Andreeva I.A., Mirolyubova E.S. Stratigraphy and accumulation of Upper Quaternary sediments in the northern part of the Mendeleev Rise (Amerasian Basin, Arctic Ocean). *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Arctic and Antarctic Research. 2011, 2 (88): 7 — 22. [In Russian].
21. Stein R., Matthiessen J., Niessen F., Krylov A., Nam S-I., Bazhenova E. Towards a better (litho-) stratigraphy and reconstruction of Quaternary Paleoenvironment in the Amerasian Basin (Arctic Ocean). *Polarforschung*. 2010, 79 (2): 97 — 121.
22. Frolov I.E., Ivanov V.V., Filchuk K.V., Makshtas A.P., Kustov V.Yu., Mahotina I.A., Ivanov B.V., Urazgildeeva A.V., Syoemin V.L., Zimina O.L., Krylov A.A., Bogin V.A., Zakharov V.Yu., Malyshev S.A., Gusev E.A., Baryshev P.E., Pilgaev S.V., Kovalev S.M., Turyakov A.B. Transarktika-2019: winter expedition in the Arctic Ocean on the R/V “Akademik Tryoshnikov”. *Problemy Arktiki i Antarktiki*. Arctic and Antarctic Research. 2019, 65 (3): 255 — 274. doi: 10.30758/0555-2648-2019-65-3-255-274.
23. Blott S.J., Pye K. Particle shape: a review and new methods of characterization and classification. *Sedimentology*. 2008, 55: 31 — 63. doi: 10.1111/j.1365-3091.2007.00892.x.
24. *Atlas tekstur i struktur osadochnyh gornyh porod*. Atlas of textures and structures of sedimentary rocks. Part 1: clastic and clay rocks. Khabakov A.V. (Ed.). Moscow: Gosgeoltekhizdat, 1962: 578 p. [In Russian].
25. Andreeva I.A., Krupskaya V.V. Grain-size features of the bottom sediments as characteristic of the conditions of their accumulations (on example of Late Pleistocene-Holocene sediments from the northern part of the Barents-Kara shelf). *Opyt sistemnyh okeanologicheskikh issledovaniy v Arktike*. Experience of the integrated oceanological investigations in the Arctic. Moscow: *Nauchnyi mir*, 2001: 531 — 541. [In Russian].
26. Polyak L., Forman S.L., Herlihy F.A., Ivanov G., Krinitsly P. Late Weichselian deglacial history of the Svyataya (Saint) Anna Trough, northern Kara Sea, Arctic Russia. *Marine Geology*. 1997, 143: 169 — 188.
27. Kleiber H.P., Knies J., Niessen F. The Late Weichselian glaciation of the Franz Victoria Trough, northern Barents Sea: ice sheet extent and timing. *Marine Geology*. 2000, 168: 22 — 44.
28. Lubinski D.J., Korsun S., Polyak L., Forman S.L., Lehman S.J., Herlihy F.A., Miller G.H. The last deglaciation of the Franz Victoria Trough, northern Barents Sea. *Boreas*. 1996, 25: 89 — 100.
29. Lubinski D.J., Polyak L., Forman S.L. Freshwater and Atlantic water inflows to the deep northern Barents and Kara Sea since ca 13-14C ka: foraminifera and stable isotopes. *Quaternary Science Reviews*. 2001, 20: 1851 — 1879.
30. Murdmaa I., Ivanova E., Duplessy J-C, Levitan M., Khusid T., Bourman M., Alekhina G., Alekseeva T., Belousov M., Serova V. Facies system of the Eastern Barents Sea since the last glaciation to present. *Marine Geology*. 2006, 230: 275 — 303.
31. State Geological map of the Russian Federation. Scale 1:1000000 (new series). Sheet U-37-40 — Franz Joseph Land (northern islands). Explanatory notes. St. Petersburg: VSEGEI, 2006: 272 p.
32. Dibner V.D., Basov V.A., Gerke A.A., Solovieva M.F., Sosipatrova G.P., Shulgina N.I. Age of pre-Quaternary deposits of sedimentary cover of the Barents sea bottom. *Okeanologia*. Oceanology. 1970, 10 (4): 670 — 680. [In Russian].
33. Kharin G.S., Politova N.V., Lisitzin A.P., Eroshenko D.V., Kravchishina M.G., Kozina N.V., Bulokhov A.V. Ice rafted coarse debris material on the Barents Sea bottom. *Geology of Seas and Oceans*. Proceedings of XXII International Conference on Marine Geology. 2. Moscow: IO RAS, 2017:115 —119. [In Russian].