

СЕКЦИЯ АРКТИКА И СУБАРКТИКА

doi: 10.24412/2687-1092-2024-11-15-27



СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ В ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОЕ ВРЕМЯ

✉ Абдуладим В.А.А.¹, Крылов А.А.^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия

✉ wahibo@mail.ru

Изучены формы и петрографический состав образцов донно-каменного материала псефитового размера, отобранных в северной и северо-западной частях желоба Франц-Виктория (80° 30,413' с.ш., 39° 17,371' в.д., глубина моря 160 м) с борта научно-экспедиционного судна (НЭС) «Академик Трёшников» в экспедиции «Трансарктика-2019» (1-й этап). Основная масса исследованных псефитов представлена неокатанными остроугольными образцами либо угловатыми и ребристыми с заметной потертостью ребер. Среди форм псефитов преобладают изометричные и дисковидные разности. В меньшем количестве содержатся вытянутые формы – пластинчатые и брусковидные. Описана предполагаемая схема движения айсбергов при дегляциации и определена предполагаемая область сноса псефитового материала.

Ключевые слова: *псефиты, Баренцево море, форма, окатанность, дегляциация, желоб Франц-Виктория*

Введение. Арктический регион в течение последних десятилетий стал объектом сосредоточенного внимания ученых и исследователей различных направлений и специальностей. Свидетельством возрастающего интереса к данному региону выступают многочисленные научные работы в области геологии, океанологии, экологии, тектоники, и климатологии полярных широт Российского сектора Арктики и прилегающих областей. Одним из чрезвычайно важных научных направлений считается изучение позднечетвертичной истории развития седиментогенеза в северной части Баренцева моря, применение которого для палеоклиматических и палеоокеанологических реконструкций невозможно без детального изучения разрезов донных отложений, особенно содержащихся в них материалов псефитовой размерности, и рельефа дна гляциальных шельфов [Крылов, 2018; Гусев, 2014; Гусев и др., 2014; Дибнер, 1978; и др.].

Псефиты могут быть либо местными, либо привнесенными в основном льдами и/или айсбергами, так как транспортировка крупномерных обломков пород невозможна морскими течениями или гравитационными процессами на большие расстояния. Это подтверждается многократным фиксированием наличия материала псаммитово-псефитовой размерности во льдах центральной части Северного Ледовитого океана (СЛО) [Мельников и др., 2010; Шевченко и др., 2003; Lisitzin, 2002; Stein, 2008].

Несмотря на многочисленные проведенные исследования, северная часть Баренцева моря все еще нуждается в исследованиях, для обнаружения секретов геологического прошлого региона. Следовательно, выявление областей сноса осадочного материала, агентов его транспортировки и путей его переноса на шельф Баренцева моря в послеледниковую эпоху представляется актуальной задачей [Крылов, 2018; Рыбалко, 2021].

Цель настоящей статьи заключается в установлении источников осадочного материала в северной части Баренцева моря, и определении агентов его транспортировки и пути его переноса, а также их изменчивость в геологическом прошлом.

Материалы и методы. Материалом настоящего исследования является донно-каменный материал, отобранный в северной и северо-западной частях желоба Франц-

Виктория (80° 30,413' с.ш., 39° 17,371' в.д., глубина моря 160 м) с борта НЭС «Академик Трёшников» в экспедиции «Трансарктика-2019» (1-й этап) [Frolov et al, 2019].

Методика работы заключается в анализе формы, окатанности и петрографического состава обломков. В качестве детального объекта для исследования была выбрана колонка 31Т, отобранная из западной части желоба Франц-Виктория во время экспедиции Трансарктика-2019. Положение ключевых станций пробоотбора показано на рис. 1. Осадки в колонке 31Т представлены полимиктитом с большим количеством псефитового материала. Более 500 образцов псефитов были отобраны для исследования.

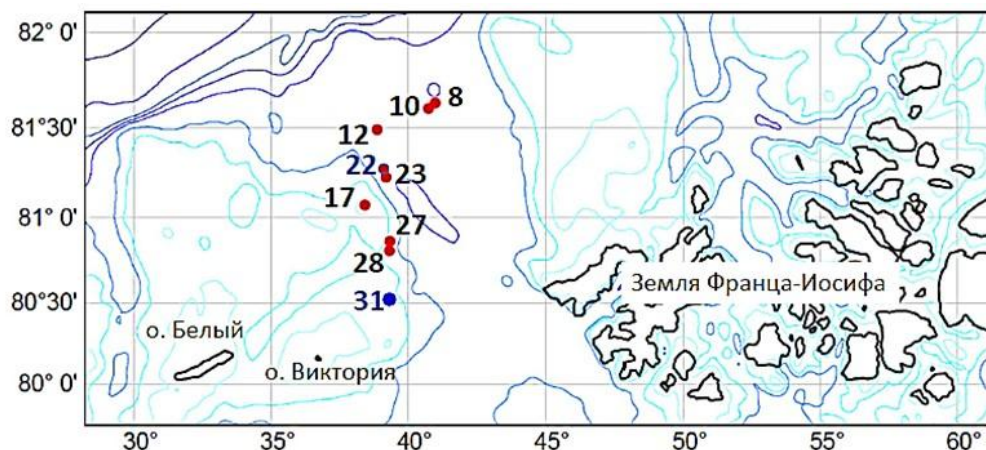


Рис. 1. Положение станций пробоотбора в экспедиции Трансарктика-2019.

Форма псефитов установлена согласно классификации Циннга (Zingg), где в начале определяются размеры трёх взаимно перпендикулярных осей, а потом рассчитываются отношения средней (с) оси к максимальной (м) для определения степени удлинения, и отношения короткой (к) к средней (с) для определения степени уплощения [Blott et al., 2010]. Согласно классификации выделяются следующие формы:

- 1) дисковидные — $c/m > 0,66$, $k/c < 0,66$;
- 2) изометричные — $c/m > 0,66$, $k/c > 0,66$;
- 3) пластинчатые — $c/m < 0,66$, $k/c < 0,66$;
- 4) брусковидные — $c/m < 0,66$, $k/c > 0,66$.

Окатанность 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 потертостью 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 [Хабаков, 1962].

Петрографический состав основной массы псефитового материала был определён визуально, с использованием свежих сколов, реакции с соляной кислотой и т.д. Ряд образцов был изучен после изготовления шлифов под поляризационным микроскопом. Примеры описания шлифов приведены ниже.

Результаты и их обсуждение. Литостратиграфическая корреляция разрезов между собой показана на рис. 2. Накопление осадков осуществлялось при переходе от условий дегляциации (серые миктиты с псефитами) к современным морским обстановкам [Крылов и др., 2020].

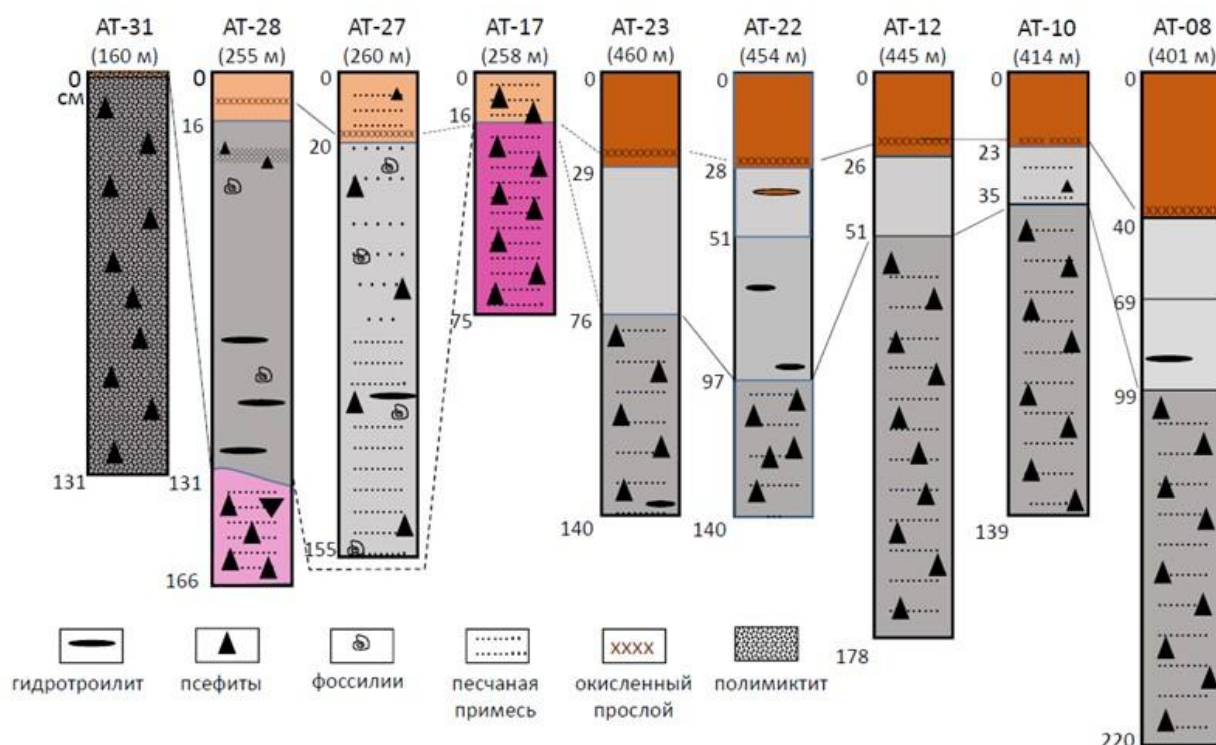


Рис. 2. Литостратиграфическая корреляция разрезов из экспедиции Трансарктика-2019 [Крылов и др., 2020, с изменениями]. Оттенки цветов на рисунке отражают изменения цветовой гаммы в разрезах осадков.

Результаты измерения форм для колонки 31Т, в частности, коэффициент сферичности согласно Цинггу, показали, что наиболее распространенными формами псефитов являются дисковидные/уплощенные (40,51 %) и изометричные (30,38 %). Также часто встречаются псефиты брусковидной/цилиндрической формы (16,71 %). Реже всего попадались пластинчатые псефиты (12,41 %) (табл. 1, рис. 3).

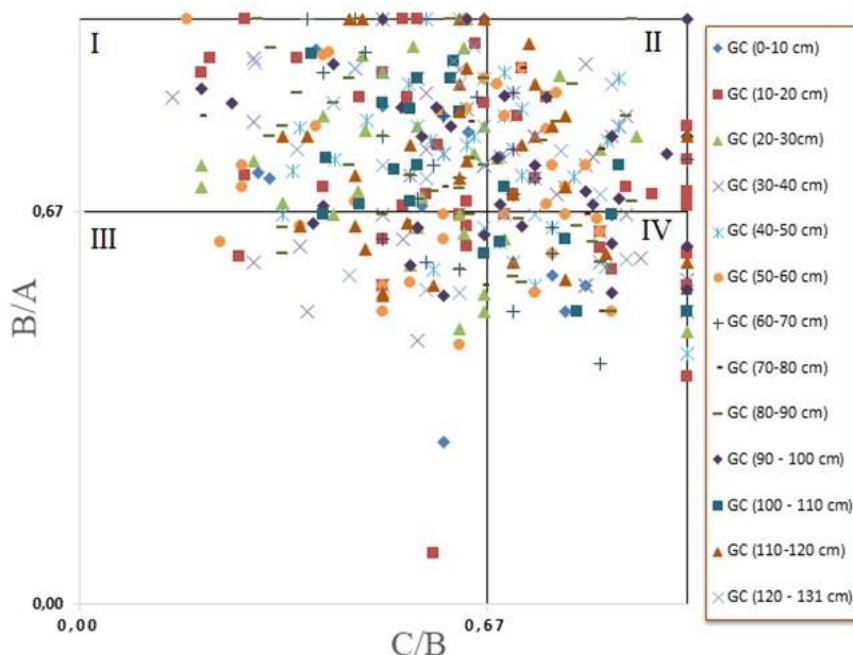


Рис. 3. Распределение псефитов по форме (сферичности) в соответствии с коэффициентами Цингга в колонке 31Т. В – средняя ось, А – максимальная ось, С – минимальная ось.

Таблица 1. Распределение коэффициентов окатанности Ваделла и коэффициентов сферичности Цингга в колонке 31Г

Интервал, см	Форма (сферичность), коэффициент Цингга: количество/%				кол. обломков	Окатанность, коэф. Ваделла		окатанности по Хабакову
	дисковидные	изометрические	пластинчатые	цилиндрические		Среднее	Мин. – макс.	
0-10	7 58,33%	1 8,33%	1 8,33%	3 25,00%	12	0,24 0,11 – 0,46	0/1/2	
10-20	19 41,30%	14 30,43%	5 10,87%	8 17,39%	46	0,41 0,11-0,75	0/1/2/3	
20-30	18 56,25%	5 15,63%	5 15,63%	4 12,50%	32	0,29 0,11-0,49	0/1/2	
30-40	10 24,39%	17 41,46%	8 19,51%	6 14,63%	41	0,28 0,11-0,49	0/1/2	
40-50	14 53,85%	7 26,92%	1 3,85%	4 15,38%	26	0,27 0,11-0,45	0/1/2	
50-60	11 29,73%	14 37,84%	7 18,92%	5 13,51%	37	0,30 0,11-0,55	0/1/2	
60-70	12 42,86%	8 28,57%	4 14,29%	4 14,29%	28	0,31 0,11-0,61	0/1/2/3	
70-80	5 33,33%	6 40,00%	0 0,00%	4 26,67%	15	0,24 0,11-0,39	0/1	
80-90	15 39,47%	10 26,32%	3 7,89%	10 26,32%	38	0,26 0,11-0,41	0/1/2	
90-100	11 30,56%	15 41,67%	5 13,89%	5 13,89%	36	0,30 0,11-0,59	0/1/2	
100-110	13 61,90%	3 14,29%	0 0,00%	5 23,81%	21	0,22 0,11-0,45	0/1/2	
110-120	12 35,29%	10 29,41%	7 20,59%	5 14,71%	34	0,20 0,11-0,49	0/1/2	
120-131	13 44,83%	10 34,48%	3 10,34%	3 10,34%	29	0,25 0,11-0,45	0/1/2	
общее количество, %	160 40,51%	120 30,38%	49 12,41%	66 16,71%				

Результаты измерения окатанности изученных псефитов показывают, что основная масса 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 0,11 до 0,41 в шкале окатанности Ваделла.

Примеры результатов анализа петрографического состава приведены на рис. 4-5.

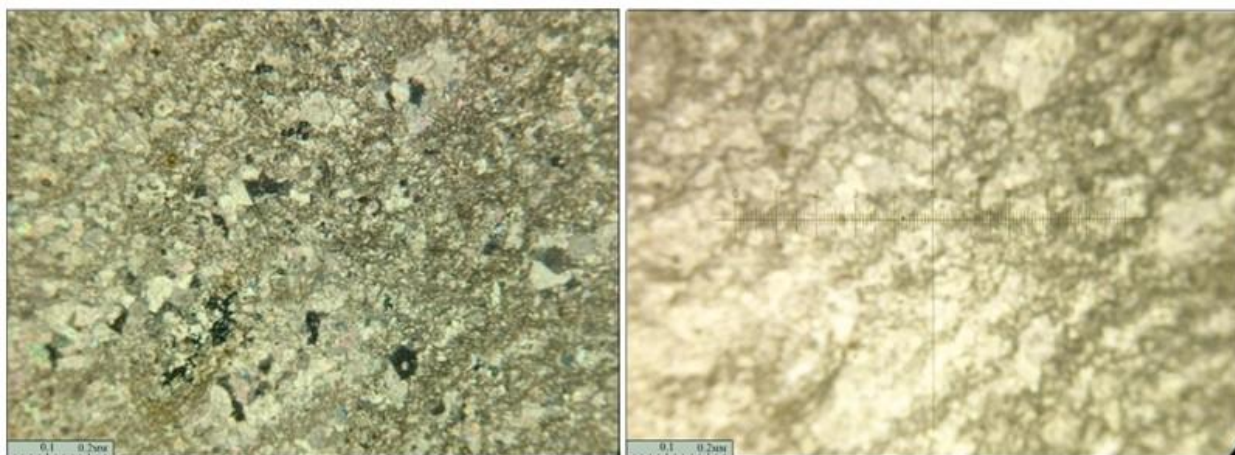


Рис. 4. Фотография шлифа 31t-201 (слева – с анализатором, справа – без анализатора). Тонко-мелкозернистый известняк с размером кристаллов от 0.06 до 0.2 мм.

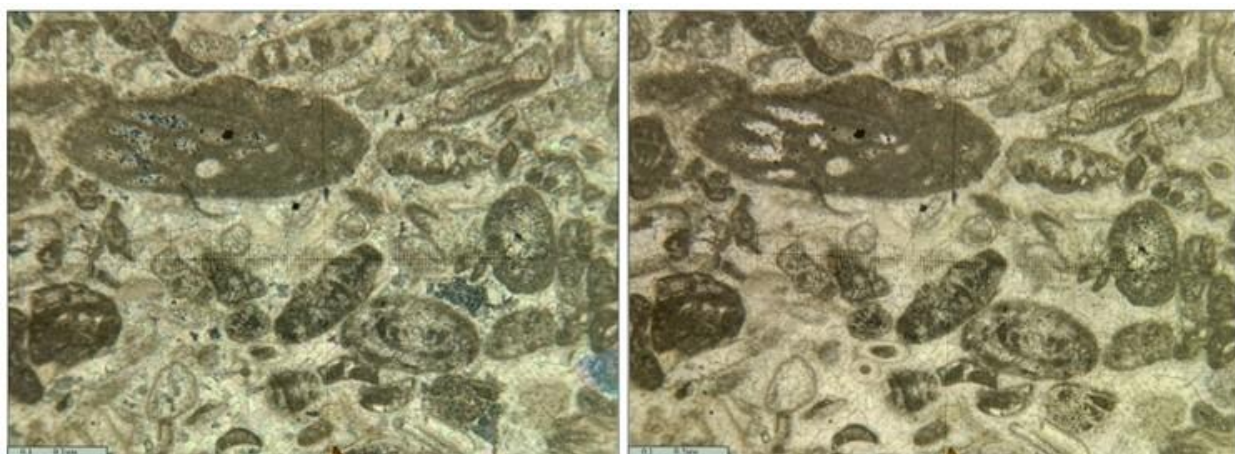


Рис. 5. Фотография шлифа 31t-200 (слева – с анализатором, справа – без анализатора). Полидетритовый известняк. Структура зернистая, органогенно-обломочная. Структурные типы зёрен представлены фораминиферами (преобладают), брахиоподами, иглокожими, двустворками и трудно определимым биодетритом. Биодетрит частично окварцован. Размер биодетрита 0.1-2.5 мм. Матрикс породы – базальный, тонко-мелкозернистый, кальцитовый. Определенный в породе размер кристаллов кальцита – 0,1-0,2 мм.

Статистика петрографического состава для колонки 31Т по разрезу показана в таблице 2 и рис. 6.

Был изучен литологический состав осадков в колонках АТ-08, АТ-10, АТ-12, АТ-17, АТ-22, АТ-23, АТ-27, АТ-28 и АТ-31 (рис. 2). По набору характерных литологических признаков в изученных колонках можно выделить три пачки, имеющие региональное распространение (рис. 2):

1. Окисленный слой. Расположен выше остальных. Его мощность не превышает 40 см. Сложен коричневыми и серо-коричневыми алевропелитами, иногда с заметной песчаной примесью. Встречается 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. Формирование плотного рыже-охристого слоя, возможно, связано со значительным уменьшением темпов седиментации или даже перерывом в осадконакоплении. Вероятнее всего, возраст этого слоя соответствует голоцену, его поздней части.

Таблица 2. Распределение основных петрографических типов псефитов по разрезу.

середина интервала, см	Петрографический состав, %									
	песчаник	кварцевый песчаник	известняк	доломит	аргиллит	магматическая порода	карбонат (без уточнения мин. состава)	алевролит	кристаллический сланец	неопределенные
5	8,3	25,0	41,7	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7
15	21,7	8,7	19,6	21,7	19,6	2,2	2,2	4,3	0,0	0,0
25	12,2	9,8	19,5	7,3	34,1	0,0	4,9	2,4	2,4	7,3
35	2,4	12,2	39,0	9,8	17,1	0,0	0,0	2,4	0,0	12,2
45	3,7	3,7	22,2	25,9	29,6	0,0	14,8	0,0	0,0	0,0
55	16,2	8,1	24,3	13,5	32,4	0,0	2,7	2,7	0,0	0,0
65	11,8	2,9	26,5	5,9	29,4	0,0	2,9	2,9	0,0	14,7
75	20,0	0,0	33,3	26,7	13,3	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0
85	9,5	11,9	26,2	19,0	21,4	0,0	0,0	2,4	0,0	7,1
95	19,4	5,6	27,8	30,6	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
105	25,0	9,4	18,8	3,1	15,6	0,0	6,3	9,4	0,0	9,4
115	5,9	2,9	38,2	26,5	14,7	0,0	0,0	2,9	0,0	8,8
126	10,3	10,3	17,2	27,6	20,7	0,0	3,4	0,0	0,0	3,4
Сумма	166,6	110,5	354,3	217,6	270,3	2,2	37,2	36,2	2,4	79,7
Процент от общего	13,05%	8,65%	27,75%	17,04%	21,16%	0,17%	2,91%	2,84%	0,19%	6,24%

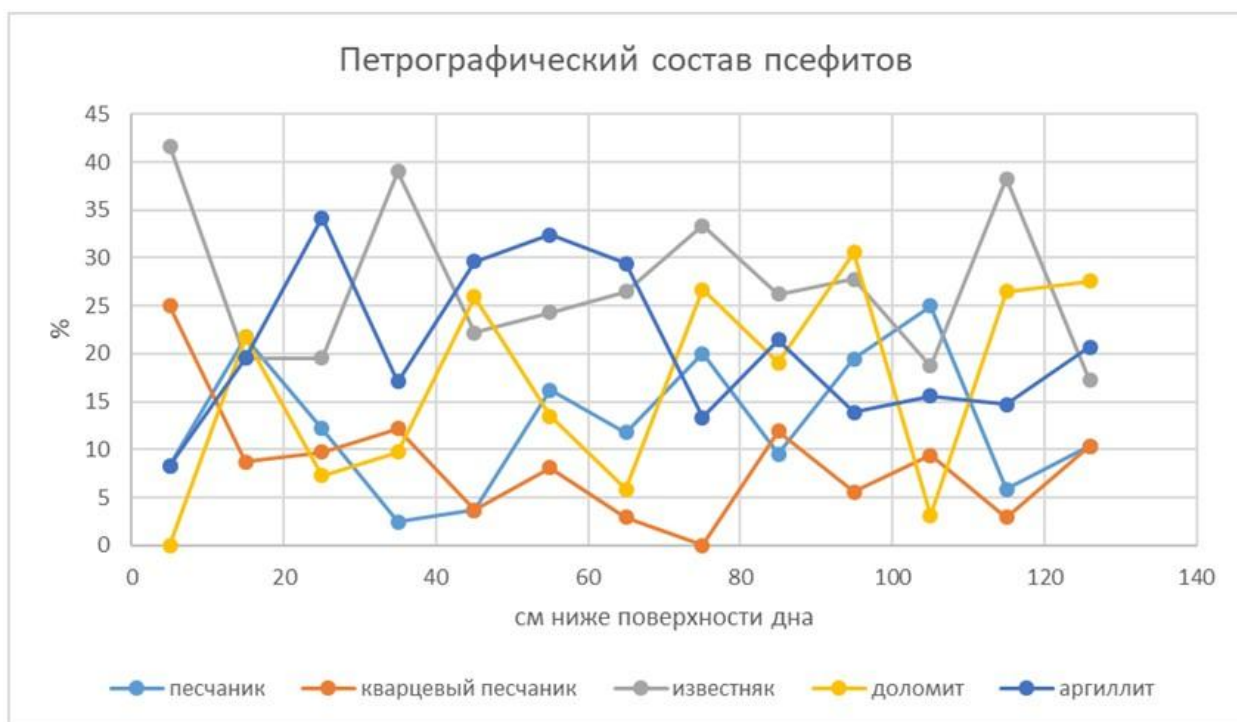


Рис.6. Распределение основных петрографических типов псефитов по разрезу.

2. Восстановленный слой. Расположен ниже «окисленного слоя». Представлен алевропелитами и песчанистыми алевропелитами. Встречается небольшое количество псефитового материала. Цвет коричнево-серый, серый, иногда с оливковым оттенком, часто встречаются гнезда или линзочки гидротроилита, что является типичным для условий восстановительного диагенеза. В некоторых колонках (АТ-28 и АТ-27) обнаружены раковины моллюсков. Мощность «восстановленного слоя» в ряде случаев

превышает один метр, а иногда составляет лишь несколько сантиметров. Вероятнее всего, возраст данного слоя соответствует голоцену.

3. Восстановленный слой с псефитами. Расположен ниже «восстановленного слоя». Состоит из плотных песчаных/песчанистых алевропелитов серого цвета (в колонках АТ17 и 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 потёртостью ребер. Вероятнее всего, возраст этого интервала соответствует позднему плейстоцену – периоду дегляциации, то есть находится в диапазоне от 15 до 10 тыс. лет.

Для примера показаны фотографии трёх колонок (рис. 7): АТ-22, АТ-27 и АТ-31. В колонке АТ-22 выделены все три слоя (пачки), в колонке АТ-27 – два верхних слоя (пачки), то есть разрез здесь представлен только голоценом. В колонке АТ-31 предположительно есть только третий слой – восстановленный слой с псефитами, а два верхних слоя либо не накапливались из-за воздействия придонных течений, либо были размывы ими (колонка отобрана на глубине моря 160 м, то есть на западном борту желоба).

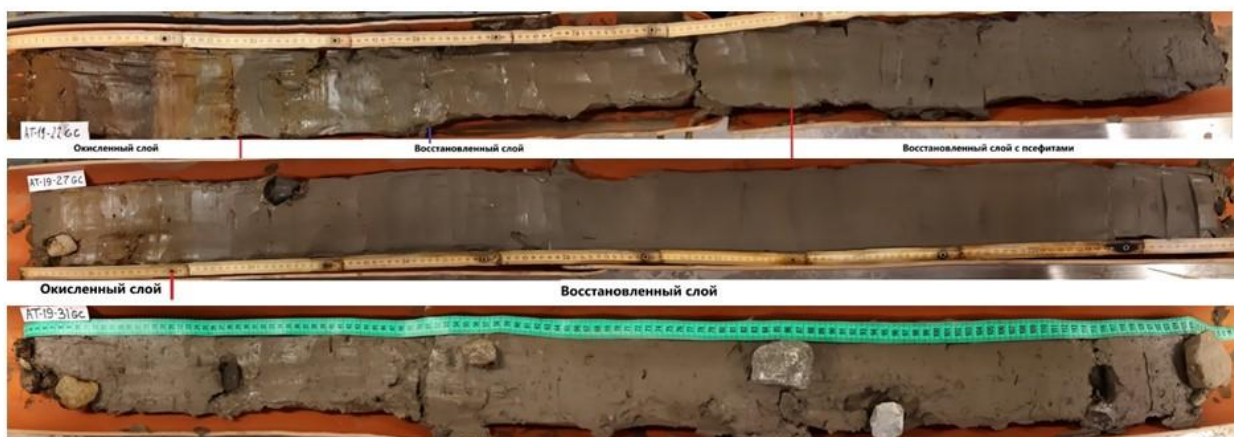


Рис. 7 Фотографии колонок АТ-22Т, АТ-27Т и АТ-31Т

Окатанность псефитов разная – от неокатанных остроугольных обломков (0 баллов в шкале Хабакова, 0,11 – в шкале Ваделла) до отлично окатанных с полностью криволинейной сглаженной поверхностью (4 балла в шкале Хабакова либо 0,82 в шкале, Ваделла).

Тем не менее, окатанность основной массы псефитов низкая, что видно из средних значений коэффициентов Ваделла и Хабакова по колонкам (табл. 3). Средние значения коэффициентов окатанности попадают в ранг «угловатых или ребристых с заметной потёртостью рёбер», что соответствует коэффициенту Хабакова – 1, и попадает в диапазон коэффициента Ваделла от 0,21 до 0,40. Чуть лучшую среднюю окатанность имеют псефиты из станции АТ-12БК, отобранную бокс-корером, и потому охватывающую диапазон верхних 20 см осадка, то есть верхнеголоценовую часть разреза.

Из табл. 3 видно, что окатанность псефитов, отобранных из осадков бокс-корера, то есть из самого верхнего интервала 0–20 см, обычно чуть лучше, чем окатанность псефитов, отобранных из осадков грунтовых колонок. Это свидетельствует о том, что современные льды переносят более хорошо окатанный материал, по сравнению с айсбергами периода дегляциации.

Характеристика формы псефитов для станций АТ-08, АТ-10, АТ-12, АТ-17, АТ-22, АТ-23, АТ-27, АТ-28 и АТ-31 приведена в табл. 4.

Наши данные показывают, что более всего распространены дисковидные формы псефитов (тип 1 – 38,6% от всех образцов), далее следуют изометричные (тип 2 – 28,2% от всех образцов), потом брусковидные (тип 4 – 19,5% от всех образцов) и пластинчатые

формы (тип 3 – 13,7% от всех образцов). В некоторых станциях изометричные формы преобладают над дисковидными (АТ-12Т, АТ-17Т, АТ-28БК,Т). В целом можно заключить, что меньшую распространенность среди изученных псефитов имеют удлиненные формы (тип 3 – пластинчатые и тип 4 – брусковидные).

Петрографический состав псефитов меняется в разных станциях. Средние содержания представлены в табл. 5.

Таблица 3. Средние значения коэффициентов окатанности Ваделла и Хабакова в колонках.

Станция	Количество псефитов	Коэффициент Ваделла	Коэффициент Хабакова	Примечание
АТ-08Т	14	0,251	0,79	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер
АТ-10Т	18	0,333	1,28	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер
АТ-12БК	10	0,407	1,70	полуокатанные
АТ-12Т	10	0,253	0,70	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер
АТ-17Т	78	0,279	0,92	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер
АТ-22БК	39	0,273	0,95	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер
АТ-22Т	40	0,224	0,53	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер
АТ-23Т	24	0,248	0,63	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер
АТ-27Т	24	0,273	0,88	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер
АТ-28БК	32	0,331	1,25	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер
АТ-28Т	37	0,335	1,19	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер
АТ-31Т	431	0,227	0,59	угловатые или ребристые с заметной потертостью ребер

Таблица 4. Распределение формы псефитов в соответствии с коэффициентом сферичности Цинга (количество псефитов/псефитов %).

Станция	дисковидные (1)	изометричные (2)	пластинчатые (3)	брусковидные (4)
АТ-08Т	7 обр. / 50,0 %	3 обр. / 21,4%	3 обр. / 21,4 %	1 обр. / 7,1%
АТ-10Т	6 / 33,3	6 / 33,3	0 / 0	6 / 33,3
АТ-12БК	4 / 40,0	3 / 30,0	2 / 20	1 / 10
АТ-12Т	2 / 20	6 / 60	0 / 0	2 / 20
АТ-17Т	26 / 33,3	32 / 41,0	6 / 7,7	14 / 17,9
АТ-22БК	14 / 35,9	6 / 15,4	12 / 30,8	7 / 17,9
АТ-22Т	15 / 37,5	6 / 15,0	9 / 22,5	10 / 25
АТ-23Т	10 / 41,7	5 / 20,8	4 / 16,7	5 / 20,8
АТ-27Т	11 / 45,8	8 / 33,3	3 / 12,5	2 / 8,3
АТ-28БК	6 / 18,8	12 / 37,5	4 / 12,5	10 / 31,3
АТ-28Т	8 / 21,6	14 / 37,8	2 / 5,4	13 / 35,1
АТ-31Т	178 / 41,3	126 / 29,2	52 / 12,1	75 / 17,4
Все	242 / 38,6	177 / 28,2	86 / 13,7	122 / 19,5

Из табл. 5 следует, что самыми распространенными петрографическими типами являются либо песчаники, либо известняки. Значительных содержаний могут достигать аргиллиты (глинистые сланцы), базальты, доломиты, кристаллические сланцы и кварциты.

Таблица 5. Преобладающие петрографические типы псефитов, %.

Станция	1 (самый распространённый)	2	3	4	5 (менее распространённый)
АТ-08Т	Известняк – 35,7	Песчаник – 21,4	Магмат. (кисл + средн) – 14,4	Базальт – 14,3	Кристаллич. сланец – 7,0
АТ-10Т	Песчаник – 61,0	Базальт – 16,6	Известняк – 5,6	Аргиллит – 5,6	Магмат. (кисл + средн) – 5,6
АТ-12Т	Известняк – 30,0	Доломит – 30,0	Песчаник – 20,0	Кристал. сланец – 10,0	Магмат. (кисл + средн) – 10,0
АТ-17Т	Песчаник – 37,2	Известняк – 28,2	Доломит – 17,9	Магмат. (кисл + средн) – 5,1	Кварцит – 5,1
АТ-22БК	Песчаник – 38,5	Базальт – 23,1	Магмат. (кисл + средн) – 15,4	Силицит – 15,4	Кристал. сланец – 2,6
АТ-22Т	Песчаник – 25,0	Кристал. сланец – 22,5	Аргиллит – 20,0	Кварцит – 20,0	Известняк – 7,5
АТ-23Т	Известняк – 37,5	Доломит – 16,7	Песчаник – 12,5	Кварцит – 12,5	Кристал. сланец – 8,3
АТ-27Т	Песчаник – 25,0	Известняк – 25,0	Кварцит – 16,7	Доломит – 12,5	Кристал. сланец – 8,3
АТ-28БК	Песчаник – 50,0	Кварцит – 15,6	Известняк – 9,4	Кристал. сланец – 6,3	Базальт – 6,3
АТ-28Т	Песчаник – 62,2	Кварцит – 13,5	Известняк – 10,8	Доломит – 8,1	Базальт – 2,7
АТ-31Т	Известняк – 26,0	Аргиллит – 21,8	Доломит – 16,7	Песчаник – 13,2	Кварцит – 8,4

Главными источниками базальтов, вероятнее всего, являются апт-сеноманские породы архипелага Земля Франца-Иосифа (ЗФИ). Триасовые и нижнеюрские песчаники также широко развиты в пределах ЗФИ. Самые северные колонки — АТ-08ГС и АТ-10ГС, расположенные в северной оконечности «килевой» части желоба, содержат, помимо песчаников, заметные количества базальтов. Вероятно, они получили свой псефитовый материал преимущественно за счет айсбергов, поставляемых в период дегляциации ЗФИ.

В колонках западного борта желоба (АТ-12, 17, 23, 27, 28) количество базальтов не превышает 2,7 % (АТ-28Т) (табл. 5). Лишь в отложениях бокс-корера АТ-22БК содержание базальтов достигает 23%, но эти базальты отобраны из поверхностных позднеголоценовые отложений, и были доставлены в данную точку, скорее всего, припайными льдами, они не имеют отношения к позднеплейстоценовой дегляциации. Действительно, в верхнеплейстоценовых осадках грунтовой колонки АТ-22Т содержится лишь 2,5% базальтов, что свидетельствует в пользу незначительной поставки туда айсбергов со стороны ЗФИ в период дегляциации. Таким образом, для перечисленных разрезов влияние Земли-Франца Иосифа в целом было невелико.

Коренные породы района островов Белый-Виктория, близко к которым расположена станция АТ-31Т, содержат следующие разновидности [Государственная ..., 2006]:

- 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.

Можно с уверенностью заключить, что именно карбон-нижнепермские породы этих островов были главными поставщиками псефитов для станции АТ-31Т. Для отложений колонок АТ-12, 17, 23, 27, 28, в которых больше всего распространены песчаники и карбонаты, основными источниками могли быть, помимо карбон-нижнепермских пород, еще и верхнедевонские породы островов Белый – Виктория. Для колонки АТ-22Т могли быть поставщиками псефитов и протерозойские кристаллические сланцы.

Существенного влияния архипелага Новая Земля в качестве области сноса для изученных разрезов, вероятнее всего, не было.

Модель движения айсбергов в период дегляциации может быть описана следующим 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 (рис. 8). Это объясняет невысокое количество базальтов среди псефитового материала, отобранного из «западных» колонок. Присутствие кристаллических сланцев и известняков в станции АТ-08Т 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.

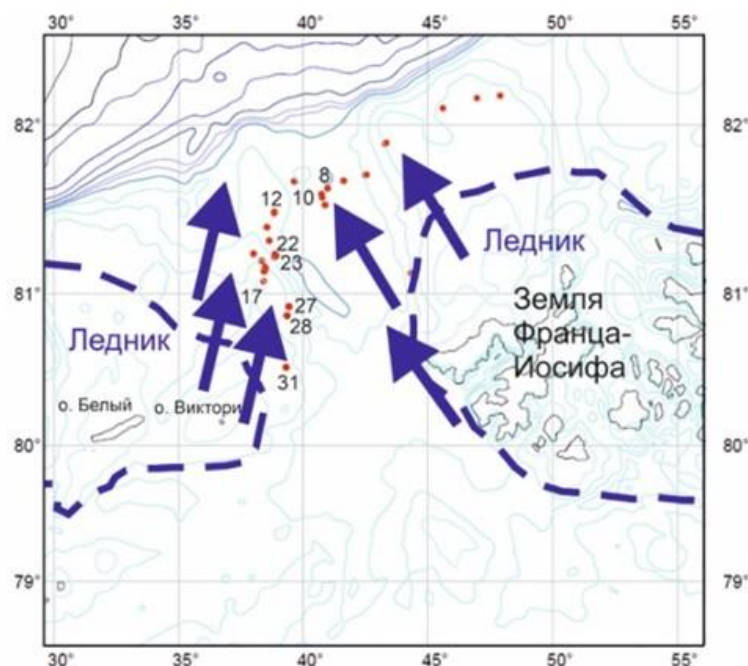


Рис. 8. Схема движения айсбергов при последней позднеплейстоценовой дегляциации. Пунктир – предполагаемое положение ледников. Стрелки – генеральное направление движения айсбергов.

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.

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. Это является свидетельством их вероятного ледникового происхождения.

3. Среди форм псефитов преобладают изометричные и дисковидные разности. В меньшем количестве содержатся вытянутые формы – пластинчатые и брусковидные. Это также косвенно свидетельствует в пользу ледникового происхождения.

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.

ЛИТЕРАТУРА

Атлас текстур и структур осадочных горных пород / Ред. А.В. Хабаков. Т. 1. М.: Госгеол-техиздат, 1962. 578 с.

Бондарев В.И., Ершов Ю.П., Инатов Б.С., Андреева И.А. История тектонического развития северного острова Новой Земли // Геология и стратиграфия Новой Земли. Л.: НИИГА, 1979. С. 5–17.

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.

Гусев Е.А. Камни на дне Северного Ледовитого океана // Природа. 2014. № 8. С. 31–38.

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.

Дибнер В.Д. Морфоструктура шельфа Баренцева моря. Л.: Недра, 1978. 211 с.

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. doi: 10.30758/0555-2648-2018-64-2-182-199

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. doi:10.30758/0555-2648-2020-66-3-381-395

Мельников И.А., Зезина О.Н. Донные животные на льду центральной Арктики // Природа. 2010. № 6. С. 43–47.

Рыбалко А.Е. Особенности строения ледниковых образований и связанных с ними форм донного рельефа по данным сейсмоакустического профилирования и их роль в решении дискуссионных вопросов формирования четвертичного покрова Баренцева моря / А. Е. Рыбалко, М. Ю. Токарев // Система Баренцева моря. – Москва : ООО "Издательство ГЕОС", 2021. С. 25–43. doi:10.29006/978-5-6045110-0-8/(5)

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.

Blott S.J., Pye K. Particle shape: a review and new methods of characterization and classification // *Sedimentology*. 2010. Vol. 55. P. 31–63. doi: 10.1111/j.1365-3091.2007.00892.x

Frolov I.E., Ivanov V.V., Filchuk K.V., Makshatas 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”

// Arctic and Antarctic Research. Vol. 65. Is. 3. P. 255-274. doi: 10.30758/0555-2648-2019-65-3-255-274

Lisitzin A.P. Sea-ice and iceberg sedimentation in the ocean. Recent and past. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 2002. 564 p. doi:10.1007/978-3-642-55905-1

Stein R. Arctic Ocean sediments: processes, proxies, and paleoenvironment. Elsevier Science, 2008. 608 p.

SEDIMENTOGENESIS IN THE NORTHERN PART OF THE BARENTS SEA IN THE LATE QUATERNARY

Abduladhim W.A.A.¹, Krylov A.A.²

¹ Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

² VNIIOkeangeologia, St. Petersburg, Russia

The forms and petrographic composition of psephitic-sized core samples collected in the northern and northwestern parts of the Franz-Victoria Trough (80° 30,413' N, 39° 17,371' E, water depth 160 m) from the research vessel (R/V) Akademik Tryoshnikov during the Transarctic-2019 expedition (stage 1) were studied. The bulk of the studied psephites are represented by non-rounded sharply angular samples or angular and ribbed with noticeable abrasion of the edges. Among the forms of psephites, isometric and disc-shaped varieties predominate. Elongated forms (plated-like and rodlike) are found in smaller quantities. The expected pattern of iceberg movement during deglaciation is described and the expected source area of psephitic material is established.

Keywords: *psephite, Barents Sea, shape, roundness, deglaciation, Franz-Victoria Trough*

REFERENCES

Atlas tekstur i struktur osadochnykh gornyykh 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].

Bondarev V.I., Ershov Ju.P., Ipatov B.S., Andreeva I. A. 1979. The history of tectonic development of North Novaya Zemlya. In V. I. Bondarev (ed.), *Geology and Stratigraphy of Novaya Zemlya*. NIIGA, Leningrad, pp. 5-17. [in Russian].

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.

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

Gusev E.A., Lukashenko R.V., Popko A.O., Rekant P.V., Mirolyubova E.S., Pyatkova M.N. New Data on the Structure of Slopes of the Mendeleev Ridge Seamounts (Arctic Ocean) // *Doklady Earth Sciences*. 2014. Vol. 455. Is. 1. P. 250-253. doi: 10.1134/S1028334X14030179

Dibner V.D. Morfostruktura shel'fa Barentseva morja. Morphostructure of the Barents Sea shelf. Leningrad: Nedra, 1978: 211p. [in Russian].

Krylov A.A., Gusev E.A., Mirolyubova E.S., Chernykh A.A. Geological and paleoceanological significance of psephite from the Cretaceous-Cenozoic deposits from the near-pole part of the Lomonosov ridge // *Arctic and Antarctic Research*. 2018. Vol. 64. Is. 2. P. 182-199. [in Russian]. doi: 10.30758/0555-2648-2018-64-2-182-199

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 // *Arctic and Antarctic Research*. 2020. Vol. 66. Is. 3. P. 381-395. (in Russ.). doi:10.30758/0555-2648-2020-66-3-381-395

Melnikov I.A., Zezina O.N. Bottom animals on the ice of the central Arctic. *Priroda*. 2010. N. 6. P. 43-47. [in Russian].

Rybalko A.E. Features of the structure of glacial formations and associated bottom relief forms according to seismoacoustic profiling data and their role in resolving controversial issues of the formation of the Quaternary cover of the Barents Sea / A. E. Rybalko, M. Yu. Tokarev // *Barents Sea System*. - Moscow: LLC "Publishing House GEOS", 2021. P. 25-43. (in Russ.) – doi:10.29006/978-5-6045110-0-8/(5)

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. Vol. 1. P. 63-64.[in Russian].

Blott S.J., Pye K. Particle shape: a review and new methods of characterization and classification // *Sedimentology*. 2010. Vol. 55. P. 31-63. doi: 10.1111/j.1365-3091.2007.00892.x

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” // *Arctic and Antarctic Research*. Vol. 65. Is. 3. P. 255-274. doi: 10.30758/0555-2648-2019-65-3-255-274

Lisitzin A.P. Sea-ice and iceberg sedimentation in the ocean. Recent and past. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 2002. 564 p. doi:10.1007/978-3-642-55905-1

Stein R. Arctic Ocean sediments: processes, proxies, and paleoenvironment. Elsevier Science, 2008. 608 p.