УДК 551.465

БЕНТОСНЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ И ИХ СВЯЗЬ С ГИДРОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ МОРЯ

© 2021 г. Т. А. Хусид^{1,} *, Н. В. Либина¹, М. М. Доманов¹

¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия *e-mail: tkhusid@mail.ru Поступила в редакцию 26.09.2020 г. После доработки 10.02.2021 г.

Принята к публикации 17.03.2021 г.

Проанализирована фауна бентосных фораминифер из северной части моря Лаптевых. Численность раковин бентосных фораминифер в море Лаптевых повсеместно низкая, не более 3–9 экз/г. Наибольшее число фораминифер найдено в западном районе моря на шельфе пролива Вилькицкого. Подавляющее большинство экземпляров в море представлено агглютинирующими формами (77–100%). В восточном районе моря комплекс почти полностью состоит из агглютинированных раковин (90–100%). На шельфе и континентальном склоне в западной части моря постоянно встречается известковый вид *Melonis barleeanus*. Его доля составляет до 10–15%. Часто в исследуемом районе попадаются мелкие окатанные раковины планктонных фораминифер, принадлежащие полярному виду *Neogloboquadrina pachyderma* sin. В единственной абиссальной пробе из восточного района число раковин этого вида возрастает до нескольких сотен экз/г. Эта масса раковин представлена и мелкими (ювенильными), и крупными (взрослыми) особями, большинство нормальной сохранности. Здесь не найдено ни одной раковины бентосных фораминифер.

Ключевые слова: море Лаптевых, фораминиферы, Арктика, температура и соленость вод, гидрология **DOI:** 10.31857/S0030157421020064

Море Лаптевых представляет собой один из наименее изученных бассейнов на северном побережье Азии. Море Лаптевых разделяется на восточную и западную зоны, граница между которыми проходит по Оленецкому грабену на 120° в.д., эта граница рассматривается как продолжение глубинного хребта Гаккеля (центральная рифтовая долина Арктического океана) [1, 3, 18]. Западная и восточная части моря Лаптевых отличаются историей геологического развития, строением земной коры и имеют различные гидрологические и геоморфологические характеристики [3, 5, 8, 12-14, 18]. Для поверхностных вод западной части моря, куда Таймырское течение приносит воды Арктического бассейна, характерны низкие температуры от +2 до -3°С. В восточной части моря, где распространяется основная масса теплых речных вод, температура на поверхности может достигать +6°С [5].

В подповерхностном слое в западную часть моря, куда с севера вдается глубоководный желоб, проникают соленые и несколько более теплые атлантические воды. В ядре слоя 200-300 м температура воды от +0.5 до -1.5° С, а соленость 34.7-34.9% [5]. В восточную часть моря с реверсивными течениями, типичными для подводных реликтовых речных долин, из Центрального Арк-

тического бассейна также поступают трансформированные атлантические воды [4]. Однако поступление атлантических вод в западную часть моря Лаптевых более интенсивное, чем в восточную [5].

Для придонного слоя вод шельфовой зоны моря Лаптевых в пределах изобаты 100 м наиболее достоверные сведения о среднегодовых значениях температуры приведены в работе [4] (табл. 1). Среднегодовая температура придонного слоя изменяется от -0.8 до -1.8° С. Западная часть моря характеризуется низкими температурами от -1.8 до -1.6° С. Эта холодная зона простирается до центральной части моря. В юго-восточной части моря температура воды увеличивается до -0.8° С, но с увеличением глубин более 35 м температура уменьшается от -0.8 до -1.5° С.

Большая часть дна моря покрыта глинистыми илами, содержащими пелитовую фракцию (<0.01 мм) в количестве более 70%. Эти илы в основном распространены в восточной части моря. Скорость седиментации в верхней части континентального склона (глубина 270 м) составляет 5 см/тыс. лет [11].

В северной части моря скорость седиментации в позднем голоцене низкая — около 2 см/тыс. лет [23].

Станция	Глубина, м	Пелит, %	С _{орг} , %	<i>T</i> , °C придонного слоя воды	Соленость, %	Кислород, мл/л	
5947	72	77	0.81	-1.8175	34.34	7.328237	
5949	547	96.7	0.59	0.742	34.80	7.000651	
5950	1058	78.3	0.49	0.3642	34.90	6.81769	
5954	1545	98.1	1.04	-0.6163	34.92	6.749048	
5956	2370	99.95	0.89	-0.7677	34.94	6.652918	
5958	2996	91.82	0.95	-0.7387	34.94	6.732713	
5960	357	95	0.77	0.2693	34.78	6.939865	
5961	765	98.1	0.86	0.3739	34.87	6.959608	
5962	1090	90	0.81	-0.0777	34.91	6.790204	
5963	1484	92.5	0.98	-0.6646	34.92	6.762173	
5964	2446	98.6	1.13	-0.768	34.94	6.752661	
5965	1994	99.9	1.24	-0.7504	34.93	6.802533	
5966	715	98.4	0.71	0.1984	34.85	7.135468	
5967	426	96.1	0.67	0.3918	34.82	7.009918	
5968	350	96.3	0.77	0.2459	34.78	7.028406	
5969	277	93.5	0.79	-0.0274	34.74	6.98	
5970	239	67.3	0.93	-0.511	34.67	7.160106	
5972	210	98.61	0.91	-0.7392	34.65	7.028711	
5973	209	51.2	0.85	-0.8568	34.35	7.028711	
5944	217	99	0.85	-0.864	34.63	7.111064	

Таблица 1. Характеристики придонного слоя воды и осадка

Глубоководная фауна моря отличается бо́льшим качественным разнообразием в западной части моря по сравнению с восточной. В северо-западной части моря Лаптевых (200–400 м) выявлено особенно интенсивное поднятие представителей абиссальной фауны Арктического бассейна по идущим от больших глубин желобам в сравнительно мелководную зону моря [6]. О видовом составе фораминифер и их распределении в море известно очень мало. Из-за трудной доступности к глубоководным районам моря Лаптевых исследования удается проводить большей частью в шельфовых районах моря [9–11, 16, 19–21, 37, 38].

В работе [16] прослежена последовательная смена комплексов фораминифер в голоцене, происходящая вслед за подъемом уровня моря и затоплением шельфа, от эстуарных к современным морским. Распределение современных комплексов фораминифер подчинено изменениям параметров окружающей среды — глубины, придонной солености, удаленности от устьев рек, гидродинамического режима [37]. Уровень моря Лаптевых стабилизировался и стал близок к современному около 5–6 тыс. л. н. [2, 7, 12, 13, 23]. После этого гидрологические условия в Арктике также стабилизировались [21]. В настоящее время проводятся совместные многодисциплинарные исследования российскими и немецкими учеными в рамках российско-германских программ по изучению Арктики [15]. Задачей настоящего исследования было проследить пространственное распределение численности и видового состава основных бентосных фораминифер в сублиторальной, батиальной и абиссальной зонах северного региона моря Лаптевых в поверхностном слое осадка и сопоставить эти данные с условиями среды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Распределение бентосных фораминифер исследовали в северной части моря Лаптевых на большом пространстве от 105° в.д. и до 125° в.д.; от шельфа (72–210 м) и до предельной, абиссальной глубины 2996 м. Материалом для анализа послужили 40 проб, отобранных бокс-корером 50 × × 50 × 60 см в 72-м рейсе НИС "Академик Мстислав Келдыш" в августе-сентябре 2018 г. (рис. 1).

Так как состав фораминифер в этой части моря очень бедный, а скорости седиментации чрезвычайно низкие, то пробы отбирали из горизонта 0-2 и 0-5 см поверхностного слоя осадка (табл. 2, 3). Этот слой охватывает время 2-3 тыс. лет [22]. Полученные результаты показывают, что состав видов в верхнем слое 0-2 см и в слое 0-5 см сходные.



Рис. 1. Карта района работ.

Пробы промыты через сито с размером ячейки 0.05 мм. Обработка проб велась под микроскопом Leika WILD M3C с увеличением в 70 раз. При этом подсчитывали общее количество раковин без отдельного определения живых особей.

Для более глубокого понимания закономерностей распределения фауны фораминифер мы рассматривали отдельно фауну в западном (пролив Вилькицкого и район восточнее пролива, до 120° в.д: станции 5960, 5961, 5962, 5963, 5964, 5965, 5966, 5967, 5968, 5973, 5972, 5944, 5970, 5969) и восточном регионах моря (восточнее 120° в.д. станции 5947, 5949, 5950, 5954, 5956, 5958), которые отличаются по геоморфологическим и гидрологическим характеристикам. В западном регионе проанализировано двадцать восемь проб с глубины от 209 до 2446 м. В восточном, характеризующемся более разнообразным рельефом, проанализировано двенадцать проб, эти пробы охватывают больший диапазон глубин от 72 до 2996 м (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Бентосные фораминиферы. Численность раковин бентосных фораминифер в море Лаптевых

ОКЕАНОЛОГИЯ том 61 № 3 2021

повсеместно низкая (рис. 2), наибольших величин число фораминифер достигает в западном районе моря на шельфе пролива Вилькицкого, куда проникают соленые и несколько более теплые атлантические воды. Численность фораминифер местами поднимается до 23 экз/г на глубине 277 м в слое 0-5 см, а в слое 0-2 см – до 50 экз/г на глубине 210 м, но обычно численность фораминифер составляет не более 3-9 экз/г (табл. 2, 3). На континентальном склоне в западном районе моря максимальное число фораминифер местами достигает 8.5 экз/г (слой 0-2 см) и до 21 экз/г (слой 0-5 см), но обычно не превышает 3 экз/г. Число видов в западном районе (13 видов) больше, чем в восточном (8 видов).

В восточном районе моря на внутреннем шельфе число фораминифер – 19.5–35 экз/г, на континентальном склоне число фораминифер низкое – не более 5–7 экз/г, обычно менее 1 экз/г, глубже, на абиссальной глубине, в интервале 2500–2996 м бентосные фораминиферы исчезают (табл. 2, 3). Сопоставление численности фораминифер показывает, что как в шельфовой зоне, так и на континентальном склоне и абиссали численность фораминифер выше в западной части моря Лаптевых по сравнению с восточной.

ХУСИД и др.

Станция	Глубина, м	Число бентосных форам., экз/г	Число видов бентосных форамин.	% агглютини- рующих форм	Reophax spp., %	C. subglobosa	A. glomeratum	T. nana	N. pseudonodulosa	M. barleeanus	Число N. pachyderma sin., экз/г
5947	72	19.5	12	65	12	35	0	0	0	0	0
5949	547	35	13	80	5	1	4	0	0	0	2
5950	1058	7	5	100	41	41	0	0	0	1	0
5954	1545	1	3	100	43	21	0	0	0	0	0.2
5956	2370	0.5	2	100	75	25	0	0	0	0	5
5958	2996	0.2	1	100	0	25	0	0	0	0	302
5960	357	8.5	10	82	37	2	10	14	2	14	0.1
5961	765	7	12	88	30	19	0	3	4	4	0.5
5962	1090	21	10	83	12	58	4	2	8	2	0.5
5963	1484	1.4	5	100	6	6	0	17	55	0	0.2
5964	2446	0.2	1	100	0	100	0	0	0	0	2.5
5965	1994	0.1	2	100	0	0	0	0	0	0	0.1
5966	715	2.6	8	77	30	8	0	0	14	2	0.1
5967	426	1.4	8	88	18	0	0	21	34	6	0.1
5968	350	1	7	84	37	14	16	5	0	14	0
5973	209	9	9	84	18	29	0	10	0	10	0
5972	210	5	14	80	12	6	43	8	0	8	0
5944	217	8	12	67	6	6	42	3	0	8	1
5970	239	8	10	90	32	34	12	0	0	3	0
5969	277	23	14	58	5	22	20	5	0	3	0.3

Таблица 2. Распределение основных видов фораминифер в слое 0-5 см

Таблица 3. Распределение основных видов фораминифер в слое 0-2 см

Станция	Глубина, м	Число бентосных форам., экз/г	Число бентосных видов	% агглютини- рующих форм	Reophax spp., %	C. subglobosus	A. glomeratum	T. nana	N. pseudonodulosa	M. barleeanus	N. labradoricum	Число N. pachyderma sin., экз/ г
5947	72	35	10	46	16	22	0	0	0	0	0	0
5949	547	13.5	8	99	23	7	15	47	0	1	0	0.2
5950	1058	5	5	100	10	40	0	0	10	0	0	0
5954	1545	1	2	100	40	60	0	0	0	0	0	0.05
5956	2370	0.2	2	100	0	0	0	0	0	0	0	1.5
5958	2996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	266
5960	357	8.5	11	96	26	3	9	13	17	3	0	0.1
5961	765	4.6	9	82	30	5	4	8	42	3	0	0.2
5962	1090	8	7	92	13	67	0	0	8	0	0	0
5963	1484	0.5	6	90	10	10	20	10	40	0	0	0.2
5964	2446	0.3	3	80	0	0	0	0	20	0	0	2
5965	1994	0.3	1	100	0	100	0	0	0	0	0	0.2
5968	350	3	10	83	17	7	4	22	0	15	0	0
5967	426	0.4	2	100	57	0	0	0	43	0	0	6
5966	715	1	6	7	27	22	0	0	27	6	0	0.1
5973	209	1	6	94	25	37	12	0	0	0	6	0
5972	210	50	10	89	28	11	12	27	0	0	0	0
5944	217	2.6	12	62	9	22	30	1	0	7	3	0.1
5970	239	16	6	94	45	20	9	0	0	4	0	2
5969	277	0.5	6	75	0	54	0	0	0	8	0	0

ОКЕАНОЛОГИЯ том 61 № 3 2021



Рис. 2. Распределение бентосных фораминифер в поверхностном слое донных осадков, экз/г.

Согласно зональной классификации, предложенной Тамановой [17], в районе наших исследований развивается комплекс фораминифер, связанный с трансформированными атлантическими водами. При этом поступление атлантических вод в западную часть моря более интенсивное, чем в восточную [5].

Всего в исследованном районе найдено 50 бентосных видов: 27 агглютинирующих и 23 секреционных известковых. Учитывали только виды, которые представлены в количестве более одного процента. Подавляющее большинство экземпляров представлено агглютинирующими формами (рис. 3). На их долю обычно приходится в суммарном числе экземпляров от 77 до 100%, только в пробе 5947 на внутреннем шельфе восточного района моря (глубина 72 м, слой 0-2 см доля агглютинирующих форм составляет 46%, в слое 0-5 см немного выше -65%). Глубже и вплоть до 2996 м в восточном районе комплекс почти полностью состоит из агглютинированных раковин (90-100%). И в восточном, и в западных районах моря наибольшая масса фораминифер приуроче-

ОКЕАНОЛОГИЯ том 61 № 3 2021

на к шельфовым глубинам, местами относительно высокое число раковин обнаруживается на континентальном склоне.

Видовое разнообразие бентосных фораминифер в море Лаптевых невысокое. На шельфе в одной пробе обычно встречается от 6 до 14 видов, на континентальном склоне число снижается до 2-8, а на глубине абиссали – 1–2 вида. Об экологии агглютинирующих видов известно немного [27, 28, 30]. Некоторые из них обитают на дне моря и питаются сестоном, другие обитают внутри осадка на большей или меньшей глубине и выбирают из него нужную еду. Но достоверных сведений об агглютинирующих видах моря Лаптевых пока мало. В большинстве статей, посвященных морю Лаптевых, сообшается только о том, в каких районах и на каких глубинах найден тот или иной вид фораминифер. В нашем материале постоянно преобладают агглютинирующие виды: представители рода *Reophax*, в основном *R. scorpiurus*, *R. curtus* и *Cribrostomoides subglobosus*. По форме их раковин можно предположить, что они принадлежат инфауне, обитают внутри осадка на глуби-



Рис. 3. Распределение агглютинирующих форм бентосных форминифер в поверхностном слое донных осадков, %.

не 2–18 см и питаются детритом и бактериями [24–26, 29]. Реже в море Лаптевых встречаются агглютинирующие виды *Adecotrima glomeratum*, *Nodosinella pseudonodulosa*, *Trochammina nana*, но иногда они составляют заметную долю, особенно в комплексах западного района.

На шельфе и континентальном склоне в западной части моря постоянно встречается известковый вид Melonis barleeanus (рис. 4), который составляет до 10-15%, в восточном районе он отсутствует. Об этом виде известно, что он активно развивается в условиях, когда придонные воды имеют нормальную морскую соленость. Melonis barleeanus часто аккумулируется в шельфовых депрессиях и на континентальном склоне, как и на более глубоких участках, которые отличаются относительно высокой скоростью седиментации и где накапливается тонкий органический осадок с повышенным содержанием сравнительно старого, частично разложившегося морского органического вещества [10]. Эти участки характеризуются устойчивым поступлением пищи. Вид относится к группе инфауны, обитает в поверхностном слое

осадка, питается детритом. Он широко распространен в Северной Атлантике, в Баренцевом и Карском морях [27–39].

Значительно реже в море встречаются раковины других известковых видов: Elphidium clavatum, *E. incertum, Cassidulina reniforme* – эти виды обитают на глубинах внутреннего шельфа и предпочитают слегка опресненные воды, они изредка встречаются и на внешнем шельфе моря Лаптевых. В исследованном районе они составляют 1-3%, редко попадаются и на внешнем шельфе, где их присутствие, возможно, объясняется ледовым переносом. Следует отметить находки в шельфовом комплексе и на континентальном склоне единичных раковин известкового вида Cassidulina teretis, составляющего в некоторых пробах комплекса от 3 до 8%. Редкое присутствие этого вида свидетельствует о неблагоприятных условиях для его жизни.

Планктонные фораминиферы. Часто в исследуемом районе попадаются мелкие окатанные раковины, принадлежащие полярному виду *Neogloboquadrina pachyderma* sin. Возможно, они занесе-



Рис. 4. Распределение вида бентосных фораминифер Melonis barleeanus в поверхностном слое донных осадков, %.

ны течениями из Атлантического океана или льдами из Арктики. В единственной пробе восточного района 5958 на абиссальной глубине 2996 м число раковин этого полярного вида возрастает до нескольких сотен экз/г в слое 0-5 см и до двух с половиной сотен экз/г в слое 0-2 см. Эта масса раковин представлена и мелкими (ювенильными), и крупными (взрослыми) особями обычно хорошей сохранности, и мы считаем, что на этих глубинах (около 3000 м) раковины вида поступают на дно моря из поверхностных вод именно этого района. Очень редко вместе с полярным видом в тех же ассоциациях находятся раковины субполярных видов Globigerina bulloides d'Orbigny и *Turborotalia quinqueloba* (Natland), они, скорее всего, принесены течениями из Атлантического океана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализирована фауна бентосных фораминифер из северного региона моря Лаптевых, одного из самых суровых по климату водоемов Арк-

ОКЕАНОЛОГИЯ том 61 № 3 2021

тики. Численность раковин бентосных фораминифер в море Лаптевых повсеместно низкая.

Наибольших величин численность фораминифер достигает в западном районе моря на шельфе пролива Вилькицкого. Подавляющее большинство экземпляров и на западе, и на востоке моря представлено агглютинирующими формами. На их долю обычно приходится от 77 до 100% от общего числа экземпляров. В восточном районе комплекс почти полностью состоит из агглютинированных раковин (90-100%). На шельфе и континентальном склоне в западной части моря постоянно встречается единственный известковый вид Melonis barleeanus, который составляет до 10-15% в комплексе. Часто в исследуемом районе попадаются единичные мелкие окатанные раковины, принадлежащие полярному виду Neogloboquadrina pachyderma sin. Но только в одной пробе восточного района 5958 на абиссальной глубине (около 3000 м) число раковин этого вида достигает 300 экз/г в слое 0-5 см и 266 экз/г в слое 0-2 см. Эта масса раковин представлена и мелкими (ювенильными), и крупными (взрослыми) особями обычно хорошей сохранности, принадлежащими к этому же полярному виду. Массовое присутствие полярного планктонного вида *Neogloboquadrina pachyderma* sin на абиссальной глубине восточного района указывает на доминирующее влияние арктических вод в данном регионе.

Благодарности. Авторы благодарят заведующего Лабораторией донной фауны океана Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН) А.В. Гебрука и ведущего научного сотрудника ИО РАН С.А. Корсуна за ценные советы при подготовке рукописи. Мы благодарны научному сотруднику ИО РАН В.И. Гагарину за собранные пробы и ведущему научному сотруднику ИО РАН С.Г. Пояркову за консультацию по гидрологии региона.

Источники финансирования. Работа поддержана бюджетными темами Госзадания Института океанология РАН №№ 0149-2019-0007 (Т.А. Хусид), 0149-2019-0006 (Н.В. Либина), 0149-2019-0008 (М.М. Доманов).

Таксономический список видов, встреченных в море Лаптевых

Планктонные фораминиферы

Neogloboquadrina pachyderma sin. Ehrenberg Globigerina bulloides d'Orbigny Turborotalia qunrnqueloba (Natland) Бентосные фораминиферы Аттоbaculites sp. Adercotryma glomerata (Brady) Astrononion gallowayi Loblich and Tappan Ammodiscus incertum (d'Orbigny)

A miniouiseus incertain (d'Oron

Ammotium cassis (Parker)

Ammolagena clavatum (Parker and Jones)

Bathysiphon rufus d'Folin

Buccella frigida (Cushman)

Buccella inusitata Andersen

Bucella tenerrima (Brady)

Bulimina exilis Brady

Cassidulina reniforme Norvang

Cassidulina teretis Tappan = *Cassidulina neoteretis* Seidenkrantz

- Cibicides lobatulus (Walker and Jones)
- *Cribrostoides subglobosus* (Cushman)

Dentalina frobisherensis Loeblich and Tappan

Eggerella advena (Cushman)

- Elphidium clavatum Loeblich and Tappan
- *Elphidium incertum* (Williamson)
- Epistominella arctica Green
- Fissurina orbignynyana Seguenza
- Globocassidulina subglobosa (Brady)
- Haynesina orbiculare (Brady)

Hormosina normani Brady Islandiella norcrossi (Cushman) Lagena strata (d'Orbigny) Melonis barleeanus (Williamson) *Nodosaria emphysiocuta* Loeblich and Tappan Nodosinella pseudonodulosa Shtschedrina *Nonionionella labradoricum* (Dawson) *Ouinqueloculina seminulum* (Linne) Parafissurina fusuliformis Loeblich and Tappan *Proteonella* sp. Recurvoides contortus Earland Reophax curtus Cushman *Reophax scorpiurus* d'Montfort *Rosalina vilardeboana* d'Orbigny Saccorhiza ramosa (Brady) Stainforthia loeblichi Feyling-Hansen Trifarina fluens (Todd) Trochammina nana (Brady)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Атлас океанов. Северный Ледовитый океан. Л.: ГУНИО, 1980. 82 с.
- 2. Аксенов А.А., Дунаев Н.Н., Ионин А.С. и др. Арктический шельф Евразии в позднечетвертичное время. М.: Наука, 1992. 272 с.
- Грачев А.Ф., Деменицкая Р.М., Карасик А.М. Срединный Арктический хребет и его материковое продолжение // Геоморфология. 1970. № 1. С. 42–45.
- 4. Дмитренко И.А., Хыолеманн Й.А., Кириллов С.А. и др. Термический режим придонного слоя моря Лаптевых и процессы, его определяющие // Криосфера Земли. 2001. № 3. С. 40–55.
- 5. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. М.: Изд-во МГУ, 1982. 192 с.
- 6. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 739 с.
- 7. *Каплин П.А.* Новейшая история побережий Мирового океана. М.: Изд-во МГУ, 1973. 265 с.
- 8. *Кордиков А.А*. Осадки моря Лаптевых. Л.–М.: Изд-во Главсеврморпути, 1952. Тр. НИИГА. Т. XI. 132 с.
- 9. Лукина Т.Г. Особенности распределения фораминифер в море Лаптевых // Исследования фауны морей. 2004. Т. 54(62). С. 86–123.
- 10. *Матуль А.Г, Хусид Т.А., Мухина В.В. и др.* Современные и позднеголоценовые природные условия на шельфе юго-восточной части моря Лаптевых по данным микрофоссилий // Океанология. 2007. Т. 47. № 1. С. 90–101.
- 11. Овсепян Я.С., Талденкова Е.Е., Баух Х.А., Кандиано Е.С. Реконструкция событий позднего плейстоцена—голоцена на континентальном склоне моря Лаптевых по комплексам бентосных и планктонных фораминифер // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2015. Т. 23. № 6. С. 96–112.

ОКЕАНОЛОГИЯ том 61 № 3 2021

431

- 12. *Павлидис Ю.А*. Шельф Мирового океана в позднечетвертичное время. М.: Наука, 1992. 272 с.
- Павлидис Ю.А., Ионин А.С., Щербаков Ф.А. и др. Арктический шельф. Позднечетвертичная история как основа прогноза развития. М.: ГЕОС, 1998. 187 с.
- Панов В.В., Шпайхер А.Д. Роль постгляциальных атлантических вод в формировании гидрометеорологического режима Арктических морей // Труды ААНИИ. 1963. 264 с.
- 15. Система моря Лаптевых и прилегающих арктических морей: современные условия и палеоклимат / Под ред. Кассенс Х., Лисицына А., Тиде Й. и др. М.: Изд-во моск. ун-та, 2009. 260 с.
- 16. Талденкова Е.Е., Баух Х.А., Степанова А.Ю. и др. Изменения палеосреды шельфов морей Лаптевых и Карского в ходе послеледниковой трансгрессии (по ископаемой бентосной фауне) // Система моря Лаптевых и прилегающих арктических морей: современные условия и палеоклимат. М.: Изд-во моск. ун-та, 2009. С. 384–409.
- Таманова С.В. Видовой состав современных фораминифер как индикатор гидрологического режима арктических морей // Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. С. 199–203.
- Шипилов Э.В. Рифтогеоэкология континентальных окраин Евразиатско-Арктической окраины: Автореф. дисс. ... докт. геогр. наук. М.: МГУ, 1993. 85 с.
- Щедрина З.Г. К фауне корненожек Полярных морей СССР // Труды Арктического института. 1936. Т. 33. С. 51–64.
- Bauch H.A., Kubisch-Popp M.K., Cronin T.M., Rossak B.A. Study of the calcareous microfauna from Laptev Sea sediments // Berichte zur Polarforschung. 1995. V. 176.
- Bauch H.A., Kassens H., Erlenkeuser H. et al. Deposition environments of the Laptev Sea (Arctic Siberia) during the Holocene // Boreas. 1999. V. 28. P. 194–204.
- Bauch H.A., Cremer H., Kunc-Pirrung M. Siberian shelf sediments contain clues to paleoclimate forcing // EOS Transactions. 2000. V. 81. P. 233–238.
- Bauch H.A., Mueller-Lupp-Lupp T., Taldenkova E. et al. Chronology of Holocene transgression at the North Siberian margin // Global and Planetary Change. 2001. V. 31. P. 125–139.
- Corliss B.H. Microhabitats of benthic foraminifera within dep-sea sediment // Nature. 1985. V. 314. № 6010. P. 435–438.
- 25. *Corliss B.H., Chen C.* Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications // Geology. 1988. V. 16. P. 716–719.
- Feyling-Hanssen R., Joregensen J., Knudsen K., Andersen A. Late Quaternary from Vendsyssei, Denmark and Sandnes, Norway // Bull. Geol. Soc. Den. 1971. Part 2–3. 316 p.

- 27. *Hald M., Steinsund P.I.* Distribution of surface sediment benthic foraminifera in the southwestern Barents Sea // J. Foraminiferal Res. 1992. V. 22. № 4. P. 347–362.
- Korsun S.A. Benthic foraminifera in the Ob estuary, West Siberia // Berichte zur Polarforrschung. 1999. № 300. P. 59–70.
- Korsun S.A., Polyak L.V. Distribution of benthic Foraminiferal morphogroups in the Barents Sea // Oceanology. 1989. V. 29. P. 838–844.
- Loeblich A., Tappan H. Studier of Arctic Foraminifera // Smithsonian Miscellaneous Collections. 1953. V. 121. 150 p.
- Mackensen A., Sejrup H.P., Janssen E. The distribution of living benthic foraminifera on the continental slope and rise of southwest Norway // Marine Micropaleontology. 1985. V. 9. P. 275–306.
- Mackensen A., Schumacher S., Radke J., Schmidt D.N. Microhabitat preferences and stable carbon isotopes of epibenthic foraminifera: clue to quantitative reconstruction of oceanic: new production? // Marine Micropaleonology. 2000. V. 40. P. 233–258.
- Mudie R.J., Keen C.E., Hardy I.A. Vilks G. Multivariate analysis and quantitative paleoecology of benthic foraminifera in surface and late Quaternary shelf sediments, northern Canada // Marine Micropaleontology. 1983. V. 8. P. 283–313.
- Polyak L., Korsun S., Febo L. et al. Benthic foraminiferal assemblages from the Southern Kara Sea, a riverinfluenced Arctic marine environment // J. Foraminiferal Res. 2002. V. 32. № 3. P. 252–273.
- Rasmussen T.L., Thomsen E., Slubovska M.A. et al. Paleoceanographic evolution of the SW Svalbard margin (76° N) since 20000 ¹⁴C yr BP // Quaternary Res. 2007. V. 67. P. 100–114.
- Rasmussen T.L., Thomsen E. Ecology of deep-sea benthic foraminifera in the North Atlantic during the last glaciation: Food and temperature control // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2017. V. 472. P. 15–32.
- Stepanova A., Taldenkova E., Bauch H.A. Recent Ostracoda of the Laptev Sea (Arctic Siberia): taxonomic composition and some environmental implications // Marine Micropaleontology. 2003. V. 48(1–2). P. 23–48.
- Volkmann R. Planktic foraminifers in the outer Laptev Sea and the Fram Strait – Modern distribution and ecology // J. Foraminiferal Res. 2000. V. 30. P. 157– 176.
- Wollenburg J., Mackensen A. Living benthic foraminifers from the central Arctic Ocean faunal composition, standing, stock, and diversity // Marine Micropaleontol. 1998. V. 34(3–4). P. 153–185.

ОКЕАНОЛОГИЯ том 61 № 3 2021

Benthic Foraminifers of the Laptev Sea and Their Relationship with Hydrographic Conditions of the Sea

T. A. Khusid^{a, #}, N. V. Libina^a, M. M. Domanov^a

^aShirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, Russia [#]e-mail: tkhusid@mail.ru

The fauna of benthic foraminifers from the northern part of the Laptev Sea has been analyzed to identify the relationship between the distribution of benthic foraminifera and environmental conditions in the eastern and western parts of the sea. The abundance of benthic foraminifera shells in the Laptev Sea is universally low no more than 3-9 ind./g. The greater foraminiferal abundances were found in the west, on the shelf of the Vilkitsky Strait. Foraminifera with agglutinated shells were dominant, 77 to 100%. In the east, the assemblages consisted almost entirely of agglutinated shells (90-100%). The calcareous *Melonis barleeanus* was common, up to 10-15%, on the shelf and the continental slope in the western part of the sea. Small specimens of the polar planktic species *Neogloboquadrina pachyderma* sin occurred. In one sample at abyssal water depth of 2996 m, the number of its shells increased to 302 ind./g, the assemblage was composed predominantly by *N. pachyderma* sin., both small (juvenile) and large (adult) individuals of good preservation. The massive presence of the polar species *N. pachyderma* sin. at the abyssal depth of the eastern region indicates the dominant influence of Arctic waters in this region.

Keywords: Laptev Sea, foraminiferas, Arctic hydrology, water temperature and salinity