

УДК 551.781(550.862)

## ФОРАМИНИФЕРЫ И СТРАТИГРАФИЯ ПАЛЕОГЕНА ПОДВОДНОГО ХРЕБТА ЛОМОНОСОВА, СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН

© 2023 г. Э. М. Бугрова\*

*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт  
им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия*

*\*e-mail: eleonora-bugrova@yandex.ru*

Поступила в редакцию 08.08.2022 г.

После доработки 22.08.2022 г.

Принята к публикации 10.09.2022 г.

Представлены материалы по биостратиграфии палеогена хребта Ломоносова в Северном Ледовитом океане, включающие новые сведения о фораминиферах из разреза скважины М0004А (интервал 390–391 м) в его приполюсной части. Изученные бентосные фораминиферы объединены в комплекс с *Reticulophragmium soksuvoogovae* верхов зеландского яруса—низов танетского яруса, который включает некоторые характерные виды бассейнов Северной Атлантики и Западно-Сибирской плиты. Приведена также информация о связи этих арктических морей в палеоценовое время.

*Ключевые слова:* бентосные фораминиферы, комплекс с *Reticulophragmium soksuvoogovae*, палеоцен, биостратиграфия, палеобиогеография, Северный Ледовитый океан, хребет Ломоносова

**DOI:** 10.31857/S0869592X2303002X, **EDN:** KCGLIH

### ВВЕДЕНИЕ

Геологическая история Центральной Арктики вызывала и продолжает вызывать всесторонний интерес исследователей. Подводный хребет Ломоносова, разделяющий в Северном Ледовитом океане бассейны Евразии и Амеразии (Крылов и др., 2018; Никишин и др., 2020, рис. 2, 3), относится к числу основных структур Арктики, чем объясняется внимание к изучению его происхождения и строения. Он тянется примерно вдоль 140-го меридиана, находясь на глубине свыше 1000 м.

Начальная информация о строении этого хребта была получена в результате проведения сейсмических работ. По геофизическому профилю, пересекающему хр. Ломоносова от котловины Амундсена до котловины Подводников, были выделены сейсмокомплексы Л7–Л11, что дало возможность судить о возрасте отложений покрывающего чехла. Общее число сейсмокомплексов кайнозоя на профиле соответствовало числу трансгрессий, установленных в разрезах по периферии Ледовитого океана (Ким, Слободин, 1991). В палеогеновой части разреза выделялись сейсмокомплексы Л5 (олигоцен), Л4 (эоцен) и Л3 (палеоцен) (Ким и др., 1998; Kim et al., 1998, table 1).

Новый этап исследований хр. Ломоносова начался с проведения глубоководного бурения по программе Integrated Ocean Drilling Program (IODP)

в 2004 г. (Экспедиция 302), когда в осадочном чехле в приполюсной части хребта скважинами М0002А и М0004А был пройден разрез от голоцена до верхнего мела, получены палеонтологические датировки отложений и сведения о стратиграфии палеогена этого участка Арктики (Backman, Moran, 2004, 2008; Backman et al., 2006; Brinkhuis et al., 2006; Moran et al., 2006; Onodera et al., 2008; Sluijs et al., 2008 и др.). Впервые был выявлен крупный разрыв и несогласное залегание палеогеновых отложений на верхнемеловых (Unit IV, интервал 424.5–427.63 м). В указанных глубинах вскрыты темносерые песчаные глины и алевритистые пески с включением обломков песчаников. Низы палеогена (Unit III, 313.61–404.79 м), сложенные темносерой до черной иногда алевритистой плотной глиной с конкрециями пирита, по составу фораминифер были отнесены к верхнему палеоцену—нижнему эоцену. Вышележащие слои (Unit II, 265–313.61 м), представленные черным кремнистым илом горизонтально- и косослоистым, с обильными остатками динофлагеллат и кремнистых микроводорослей, датировались средним эоценом. Разрез заканчивался алевритистыми глинами и илами среднего эоцена—миоцена и отложениями голоцена (Unit I, мощность более 200 м). Сводный разрез скважин М0002А и М0004А явился опорным для стратиграфической привязки сейсмогоризонтов (Дараган-Сушова и др., 2015, рис. 2).

По изотопным данным и обилию диноцист *Arctodinium augustum* на глубине около 380 м было зафиксировано проявление глобального события на рубеже палеоцена и эоцена – раннеэоценового температурного оптимума (РЕТМ), откалиброванного по нижней части хрона 24г (55 млн лет, по Sluijs et al., 2006). Кроме того, по нахождению остатков водного папоротника *Azolla* (в интервале 300–320 м) был установлен аномальный эпизод опреснения поверхностных вод на рубеже раннего и среднего эоцена, а также на нескольких уровнях в среднем эоцене по распространению золотистых водорослей (Brinkhuis et al., 2006; Stickley et al., 2008). Разрез палеогена заканчивали отложения среднего эоцена–миоцена (скв. М0002А, глубины 220–200 м). Позднее граница между средним эоценом и нижним миоценом была проведена на глубине 198.70 м (Backman et al., 2006; O'Regan et al., 2008, fig. 4; Sangiorgi et al., 2008), и продолжительность перерыва оценена в 26 млн лет. Однако существует альтернативное мнение, согласно которому длительность перерыва была намного меньше и не превышала 400 тыс. лет (Poirier, Hillaire-Marcel, 2011; Черных, Крылов, 2017).

Иное представление о расчленении разреза палеогена изложено в статье Б.И. Кима и З.И. Глезер (2007, рис. 2, табл. 2). На основании анализа сейсмических профилей и распределения в сводном разрезе главным образом силикофлагеллат, диатомей и динофлагеллат ими разделены палеоцен и эоцен (с выделением биостратонов – зон и слоев); граница подотделов обозначена в пределах интервала 384.52–385.23 м и характеризуется коротким отсутствием седиментации; объем нижнего эоцена увеличен; выделены интервал средний–верхний эоцен по нахождению зональных видов радиолярий *Calocyclus talwanii* и *Botryostrobilus joides* (Backman et al., 2006) и нижний олигоцен по присутствию индекса зоны *Wetzeliella gochti* рюпельского яруса в интервале, относимом ранее к среднему миоцену. Это резко сократило длительность регионального перерыва на границе с миоценом, что, по мнению других исследователей (Кабаньков и др., 2012), не подтверждается геологическими фактами. Меловые отложения Б.И. Ким и З.И. Глезер (2007) датировали туроном–ранним кампаном.

В публикации Е.А. Гусева с коллегами (Гусев и др., 2006) содержались сводный литологический разрез по скважинам М0002А и М0004А в приполюсной части хр. Ломоносова и сведения о фораминиферах из интервала 390–391 м, представленных агглютинирующими формами 27 родов 10 семейств. По составу комплекс сравнивался с фауной зоны *Trochammina ruthvenmurrayi*–*Reticulophragmium raupera* палеоцена Северного моря (зеландий–низы танета). Кроме того, в статье были приведены описания разрезов (грунтовых трубок) на южной части хребта, которые по данным

о микроводорослях соотнесены с зонами нижнего эоцена северо-запада Евразии. Впоследствии сведения о фораминиферах обновлялись и уточнялись (Бугрова, 2021).

В настоящей работе представлены дополненные сведения о фораминиферах палеогена по результатам изучения материала сотрудников ВНИИОкеангеология, проводивших геолого-геофизические исследования в Арктическом регионе (Гусев и др., 2006, рис. 1).

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Автором статьи изучены фораминиферы из керна скважины М0004А и из грунтовых трубок станций 52 и 55 (Гусев и др., 2006, рис. 1, 2). Образцы содержали остатки бентосных агглютинирующих форм, а также единичные раковины планктонных родов и панцири радиолярий. Сохранность раковин в основном удовлетворительная, что позволяет говорить об их нахождении *in situ*.

Таксономический состав фораминифер из разреза скв. М0004А оказался достаточно разнообразным, хотя виды представлены всего 1–3 экземплярами и редко более. При определении фораминифер основное внимание обращалось на внешние морфологические признаки (характер навивания, число оборотов и камер, положение устья и т.д.). В некоторых случаях диагностические признаки лучше проявляются в проходящем свете или при смачивании раковин. Налипание посторонних частиц на поверхность раковин мешало выявлению признаков строения, но иногда их устранение приводило к поломке самой раковины (например, *Conotrochammina whangai*). Состав стенки не изучался из-за ограниченного объема материала. У большинства форм количество характерных признаков невелико, что весьма затрудняло идентификацию видов, как и родовую принадлежность трубчатых раковин без центрального диска. Поэтому часть форм могла быть определена или до рода, или в открытой номенклатуре. Видовая принадлежность устанавливалась по атласу агглютинирующих фораминифер (Kaminski, Gradstein, 2005) и путем сравнения с фауной из палеоценовых бассейнов Северного полушария, с флишевыми комплексами о-ва Тринидад (Карибское море) и Карпатского бассейна, с региональными комплексами палеогена Западной Сибири (Подобина, 2005, 2009).

Судя по обширным синонимикам в публикациях, где вид приводится под разными родовыми названиями (например, *Trochammina* (= *Ammoanita*) *ruthvenmurrayi*, *Syclammina* (= *Reticulophragmium*) *coksuvogovae*), родовая принадлежность фораминифер нередко дискуссионна. В последние годы проводятся работы по ревизии таксономии песчаных фораминифер (Михалевич, 2003; Ка-

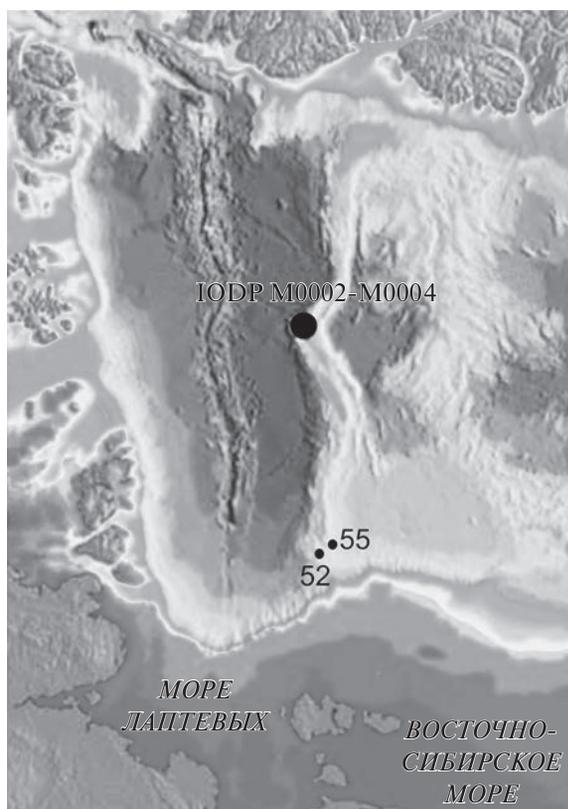


Рис. 1. Местонахождение скважин M0002 и M0004 и грунтовых трубок 52 и 55 "Полярштерн-1995" (по Гусев и др., 2006, рис. 1, 2).

minski, 2004; Kaminski, Gradstein, 2005), но пока нет общего согласованного представления о системе надродовых таксонов. По этим причинам далее в списке фораминиферы расположены в систематическом порядке, близком к принятому в отечественных работах (Введение..., 1981; Практическое..., 2005). Сказанное свидетельствует о проблеме единообразного понимания исследователями видов, необходимого для проведения широких корреляций.

Первоначальные результаты определения фораминифер (Гусев и др., 2006; Бугрова, 2021) сейчас дополнены, большая часть видов монографически описана и частично сфотографирована (табл. I, II). Описания большинства форм в отечественных публикациях неизвестны.

Коллекция фораминифер № ПЛ ОФ 722 хранится в Палеонтологическом музее Санкт-Петербургского государственного университета.

#### МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ И КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗОВ

Фораминиферы изучены из двух местонахождений (рис. 1): (1) из зоны сочленения хр. Ломоносова и Восточно-Сибирской континентальной

окраины; материал представлен породами из грунтовых колонок станций 52 (PS-2757) и 55 (PS-2759) (81° с.ш.; рейс ледокола "Polarstern", 1995 г.); (2) из приполюсной части хр. Ломоносова; керн скважин M0002A и M0004A, пробуренных по программе Integrated Ocean Drilling Program (IODP), Expedition 302, ACEX 2004 г.

Скв. M0004A оказалась единственной в этой части акватории, где был вскрыт несогласный контакт морских отложений палеогена (верхний палеоцен—нижний эоцен, Unit 3) и верхнего мела (кампан, Unit 4) (Setoyama et al., 2017, text-fig. 2). На Арктическом шельфе и прилежащей континентальной части Восточной Сибири низы палеогена представлены глинами коры химического выветривания (Ким, Слободин, 1991, рис. 1).

Полное литологическое описание изученных разрезов и мест взятия образцов приведено в коллективной статье (Гусев и др., 2006), содержащей результаты предварительного определения фораминифер.

#### Зона сочленения хребта Ломоносова и Восточно-Сибирской континентальной окраины

**Станция 52.** Изучено 20 образцов (Гусев и др., 2006, рис. 2), часть из которых содержала раковины фораминифер плохой сохранности; обращает на себя внимание нахождение единичных неопределенных остатков планктонных фораминифер и радиолярий.

Инт. 36—48 см. Обр. № 3 — *Psammosphaera* cf. *fusca* (Schultze), *Rhizammina* sp. indet.

Инт. 60—203 см. Обр. № 6 — *Budashevaella* sp. A (1 экз.); обр. № 7 — дискоидальный панцирь радиолярии.

Инт. 203—218 см. Обр. № 8 — *Budashevaella* sp. A.

Инт. 218—222 см. Обр. № 9 — обломок раковины двустворки.

Инт. 222—240 см. Обр. № 10 — *Rhizammina*? sp. indet., ядро остракоды, панцири радиолярий.

Инт. 240—607 см. Обр. № 13 — *Budashevaella*? sp. indet., *Trochammina* sp. (мелкая), *Haplophragmoides* sp. (1 экз.); *Globigerina* sp. и *G. aff. inflata* d'Orb. (? переотложенные). Обр. № 14 — панцирь радиолярии. Обр. № 15 — *Reticulophragmium*? sp., *Glomospira*? sp.

Инт. 651.5—710 см. Обр. № 20 — *Trochammina* sp. (пятикамерная), овоидный панцирь радиолярии, обломок остракоды, обломки тонкостенных раковин моллюсков. Обр. № 20a — *Trochammina* sp. (пятикамерная), *Budashevaella* sp. 2, *Trochitendina*? sp. indet.

Инт. 799—835 см. Обр. № 24 — *Globigerina* sp. indet.

Инт. 830—840 см. Обр. 25 — мелкая *Globigerina* sp. indet., *Cibicidoides* sp., *Haplophragmoides* sp. (гру-

бозернистый), обломок раковины *Reticulophragmium?* sp. indet. (все по одному экземпляру).

**Станция 55.** Из трех изученных образцов лишь в одном (инт. 625–636 см) обнаружены обломки раковины *?Recurvoides* sp. indet.

Нахождение фораминифер в разрезах обеих станций не дает оснований судить о возрасте пород. Он был установлен З.И. Глезер по составу микроводорослей (Гусев и др., 2006, табл. 2): **диа-томовые** – *Stephanoruxa edita* Jousé, *S. maregina* Grun., *S. megapora* Grun., *Pseudopodosira hyaline* (Jousé) Strel., *P. westi* (W. Sm.) Schesh. et Gles., *Coscinodiscus decrescens* A.S., *C. payeri* Grun. var. *payeri*, *Grunowiella gemma* (Grun.) V.H., *Puxilla gracilis* Temp et Forti; **силикофлагеллаты** – *Dictyocha rotundata* Jousé, *D. frenguelli* var. Gles., *Naviculopsis constricta* (Schulz) Freng; **эбриидеи** – *Pseudamunodochi dictyoides* Nov. По присутствию видов *Coscinodiscus decrescens* и *Dictyocha rotundata* отложения отнесены к одноименным зонам нижнего эоцена северо-запада Евразии.

#### *Приполюсная часть хребта Ломоносова*

Координаты местонахождения скважин приведены по работе (Backman, Moran, 2009).

**Скважина М0002А.** Координаты 87°55.271' с.ш. и 139°21.901' в.д.; глубина устья 1209.00 м.

Инт. 187.25–187.41 м. Алевритистая глина и алевритистый ил с бледно-желтой, бурой и темно-серой полосчатостью. Тонкие линзочки песка, рассеянная галька.

Инт. 214.67–215.34 м. Алевритистая глина темно- и светло-серого цвета. Алевритистая глина черного цвета. Глина гомогенная. Содержание органического вещества 2–3%.

Изуказанных интервалов взято по одному образцу, в которых остатки фораминифер отсутствуют.

**Скважина М0004А.** Координаты 87°51.995' с.ш. и 136°10.641' в.д.; глубина устья 1287.90 м. Продолжение разреза (Гусев и др., 2006):

Инт. 215.34 (скв. М0002А)–314 м (скв. М0004А). Кремнистый ил черного цвета. Основная составляющая – биокремнезем. Содержание органического вещества 2–3%.

В интервале 282.57–301.36 м выделена нижне-эоценовая зона *Dictyocha rotundata* по силикофлагеллатам (Ким, Глезер, 2007).

Инт. 314–416 м. Темно-серый до черного плотный алевропелит с конкрециями и палочками пирита. Содержание органического вещества 1–2%.

В образце с глубины 390–391 м были обнаружены раковины фораминифер.

В забойной части скважины (инт. 424.5–427.9 м) вскрыты темно-серые песчаные глины и пески с обломками песчаника и конкрециями пирита. По фораминиферам эта часть разреза отнесена к верх-

нему мелу (кампанскому ярусу), а принадлежность вышележащих слоев к верхнему палеоцену–нижнему эоцену была определена по фитофоссилиям (Setoyama et al., 2017).

#### КОМПЛЕКС ФОРАМИНИФЕР ИЗ РАЗРЕЗА СКВАЖИНЫ М0004А

Отложения на глубине 424.5–427.9 м содержат остатки бентосных агглютинирующих фораминифер. Среди них отмечены многочисленные раковины родов *Labrospira*, *Recurvoides*, *Recurvoidella* и *Trochammina*, по нахождению которых определен кампанский возраст отложений (Setoyama et al., 2011). Обращает на себя внимание замечание авторов этой публикации об отсутствии общих видов с комплексами Западной Сибири и юго-западной части Баренцева моря.

Сведения о фораминиферах из палеогеновой части разреза скв. М0004А немногочисленны. В отложениях верхнего палеоцена–нижнего эоцена (нерасчлененных; керн 15Х–35Х) были отмечены три уровня их нахождения (Backman et al., 2006).

1. Интервал 372.20–377.50 м (керн 27Х и 28Х) – комплекс с *Psammospaera eocenica*, *Convallina* spp., *Ammodiscus planus*, *Haplophragmoides excavatus*, *H. perexilis*, *Trochammina*, *Verneuilinoides subtilis*, *V. macintyre* (нижний эоцен).

2. Далее до глубины около 380 м (керн 29Х) найдены грубопесчанистые раковины родов *Psammospaera*, *Lagenammina*, *Jaculella*, *Reophax* и *Trochammina*, которые возраст отложений не определяют. На этой глубине по обилию диноцист *Arpectodinium augustum* проведена граница палеоцена и эоцена.

3. Интервал 388–404.79 м (керн 32Х–35Х) – уровень развития “*Reticulophragmium Assemblage*”. Ассоциация включает три вида этого рода (*R. arcticum*, *R. boreale*, *R. ministicooense*), а также виды родов *Ammodiscus*, *Haplophragmoides* и *Trochammina* (верхний палеоцен, без указания яруса). К этим отложениям приурочено распространение фитопланктона, в том числе диноцист *Serodinium striatum* и *Deflandrea denticulata* (Ахметьев и др., 2010, табл. 2, компилятивная).

Изученные автором фораминиферы происходят из образца с глубины 390–391 м (Unit III, керн 32Х). Их комплекс достаточно разнообразен, состоит только из агглютинирующих форм, часть которых имеет примитивное строение раковин. Как правило, родам и видам этой группы приписывают широкое стратиграфическое распространение. Фораминиферы принадлежат отрядам *Astrorhizida*, *Ammodiscida*, *Ataxophragmiida* и относятся к 10 семействам: *Astrorhizidae*, *Rhizamminidae*, *Saccamminidae*, *Hippocrepinidae*, *Ammodiscidae*, *Hormosinidae*, *Haplophragmoididae*, *Trochamminidae*, *Ataxophragmiidae*, *Vernuilinidae* (по Введение..., 1981).

Комплекс содержит более 50 видов 32 родов (в алфавитном порядке): *Adercotryma*, *Ammobaculites* (3 вида), *Ammodiscus* (4 вида), ?*Ammosiphonia*, *Ammosphaeroidina*, *Asanospira* (2 вида), *Bathysiphon*, *Budashevaella* (2 вида), *Conotrochammina*, *Cribrostomoides* (2 вида), *Evolutinella* (5 видов), *Glomospirella*, *Haplophragmoides* (5 видов), ?*Hormosina* (sp. ind.), *Hyperammina*, *Kalamopsis*, *Labrospira* (?2 вида), *Lagenammina*, *Marssonella*, *Nothia* (3 вида), *Psammosphaera*, *Recurvoides* (2 вида), *Repmanina*, *Reticulophragmium* (= *Cyclammina*, 2 вида), *Reticulophragmoides*?, *Rhabdammina* (2 вида), *Rhizammina*, *Saccammina*, *Thurammina*, *Trochammina* (3 вида), *Verneuilina*, *Verneuilinoides* (2 вида). Из перечисленных родов семь принадлежат семействам примитивных однокамерных фораминифер и девять семейству *Haplophragmoididae*. Интересно отметить возможное нахождение рода *Ammosiphonia* He, 1977, который в литературе по палеогену не упоминается.

Далее в списке выделены виды (обозначенные как NS), известные из разрезов палеогена бассейнов Северной Атлантики (Kaminski, Gradstein, 2005, pl. 3 и др.), а также виды, важные для датирования отложений (обозначены \*): *Rhabdammina abyssorum* M. Sars, *Rh. discreta* Brady, <sup>NS</sup>*Rh. linearis* Brady, <sup>NS</sup>*Nothia latissima* (Grzybowski), <sup>NS</sup>*N. robusta* (Grzybowski), *Rhizammina indivisa* Brady, *Bathysiphon* aff. *rzechaki* Andreae, *Psammosphaera* sp., *P. cf. fusca* (Schultze), *Lagenammina* sp., \**Thurammina favosa* Flint, <sup>NS</sup>*Hyperammina* aff. *rugosa* Verdenius et van Hinte, <sup>NS</sup>*Kalamopsis grzybowskii* (Dylązanka), \**Ammodiscus glabratus* (Cushman et Jarvis), <sup>NS</sup>\**A. peruvianus* Berry, \**A. planus* Loeblich, <sup>NS</sup>*A. tenuissimus* Grzybowski, <sup>NS</sup>*Repmanina charoides* (Jones et Parker), \**Glomospirella gordialiformis* (Podobina), <sup>NS</sup>\**Recurvoides walteri* (Grzybowski), *Recurvoides* sp., *Budashevaella* sp., <sup>NS</sup>*B. aff. deflexiformis* (Noth), <sup>NS</sup>\**Haplophragmoides egeri* Cushman, *H. aff. herbichi* Neagu, <sup>NS</sup>\**H. stomatus* (Grzybowski), <sup>NS</sup>*Asanospira walteri* (Grzybowski), *A. ex gr. walteri* (Grzybowski), <sup>NS</sup>\**Reticulophragmoides* (?) *jarvisi* (Thalman), *Evolutinella* aff. *volossatovi* Scharovskaja, <sup>NS</sup>*Evolutinella* spp. (частично), ?*Ammosiphonia* sp., \**Labrospira granulosa* (Lipman), <sup>NS</sup>\**Cribrostomoides subglobosus* (Cushman), <sup>NS</sup>\**C. (?) trinitatensis* Cushman et Jarvis, *Ammobaculites* aff. *polytalamus* Loeblich, *A. barri* (Beckmann), <sup>NS</sup>*A. cf. jarvisi* Cushman et Renz,

\**Reticulophragmium* (= *Cyclammina*) *coksuvo-rovae* (Uschakova), *Reticulophragmium* sp., \**Trochammina pentacamerata* Lipman, T. cf. *subvesicularis* Hanzlikova, *Trochammina* sp., <sup>NS</sup>\**Conotrochammina* cf. *whangai* Finlay, <sup>NS</sup>\**Ammosphaeroidina pseudopauciloculata* (Mjatluk), *Adercotryma* aff. *glomerata* (Brady), *Marssonella* cf. *oxycona* (Reuss), *Verneuilina* sp., \**Verneuilinoides paleogenicus* (Lipman), \**Verneuilinoides polystrophus* (Reuss).

Ассоциацию этого состава из разреза скв. M0004A предлагается выделить как комплекс с *Reticulophragmium coksuvo-rovae* (R. *coksuvo-rovae*).

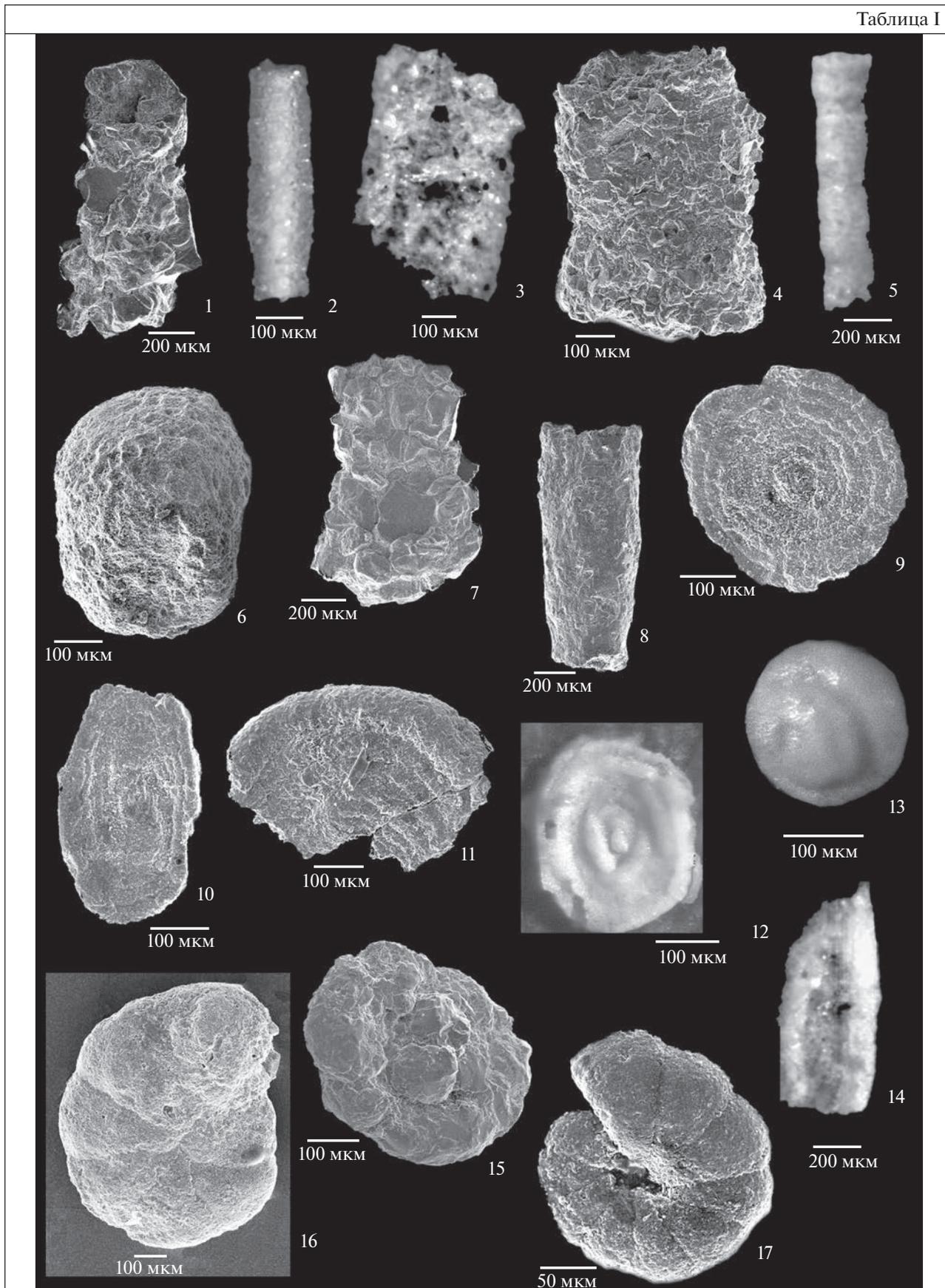
По экологическому типу данный комплекс принадлежит к космополитной фауне агглютинирующих фораминифер “шлишевого типа”, распространенной в некарбонатных и слабокарбонатных отложениях палеоцена (Kaminski, Gradstein, 2005) центральной части Северного моря (Gradstein, Berggren, 1981; Gradstein et al., 1988), Норвежского и Гренландского бассейнов (Gradstein et al., 1994), а также флишевой зоны Карпат. Стратоны, выделенные по диноцистам в скважинах этих бассейнов, скоррелированы с зонами палеогена северо-запада Европы и по диноцистам, и по наннопланктону (Mudge, Vujak, 1996). Кроме того, обнаружены виды из палеоцена Карибского бассейна (о-в Тринидад, формация Lisard-Springs; Kaminski et al., 1988), где возраст пород был определен по планктонным фораминиферам.

Из приведенного списка виды рода *Ammodiscus* приурочены к палеоцену о-ва Тринидад и Северного моря, при этом в разрезе последнего — к датскому ярусу и низам зelandского яруса. Распространение части видов известно в рамках стандартной зональности Международной стратиграфической шкалы (МСШ, GTS) по планктонным фораминиферам и наннопланктону: *Ammosphaeroidina pseudopauciloculata* — Западные Карпаты (NP2–N9), прибрежная часть Болгарии (P1–P3, NP1 и NP8), о-в Тринидад (P1c–P6a), датский ярус—низы эоцена Северного моря; *Conotrochammina whangai* — о-в Тринидад (P1–P4); *Nothia latissima* — Западные Карпаты (NP2–NP9); *Nothia robusta* — о-в Тринидад (P1–P3); *Recurvoides walteri* — Северное море (P1–P2); *Reticulophragmoides* (?) *jarvisi* — о-в Тринидад (P4–P5); *Verneuilinoides polystrophus* — Польские Карпаты (P1–P4) и Западные Карпаты (NP2–NP 9). Судя по этим данным, комплекс с

Таблица 1. Фораминиферы из разреза скважины M0004, хр. Ломоносова (интервал 390–391 м).

1 — *Rhabdammina abyssorum* M. Sars (№ ПЛ ОФ 722/1); 2 — *Rhabdammina discreta* Brady (№ ПЛ ОФ 722/2); 3 — *Nothia robusta* (Grzybowski) (№ ПЛ ОФ 722/3); 4 — ? *Nothia* sp. (№ ПЛ ОФ 722/4); 5 — *Bathysiphon* aff. *rzechaki* Andreae (№ ПЛ ОФ 722/5); 6 — *Thurammina favosa* Flint; 7 — *Hyperammina* aff. *rugosa* Verdenius et van Hinte (№ ПЛ ОФ 722/7); 8 — *Kalamopsis grzybowskii* (Dylązanka) (№ ПЛ ОФ 722/8); 9 — *Ammodiscus planus* Loeblich (№ ПЛ ОФ 722/9); 10 — *Ammodiscus peruvianus* Berry (№ ПЛ ОФ 722/10); 11 — *Ammodiscus glabratus* Cushman et Jarvis (№ ПЛ ОФ 722/11); 12 — *Glomospirella gordialiformis* (Podobina) (№ ПЛ ОФ 722/12); 13 — *Repmanina charoides* (Jones et Parker) (№ ПЛ ОФ 722/13); 14 — *Reophax* sp. (№ ПЛ ОФ 722/14); 15 — *Recurvoides walteri* (Grzybowski) (№ ПЛ ОФ 722/15); 16 — *Haplophragmoides stomatus* (Grzybowski) (№ ПЛ ОФ 722/16); 17 — *Haplophragmoides* aff. *herbichi* Neagu (№ ПЛ ОФ 722/17).

Таблица I



*R. coksuvorovae* относится к зеландскому и танетскому ярусам.

Таксономический состав изученных фораминифер близок к таковому из зоны *Trochammina* (= *Ammonoanita*) *ruthvenmurrayi*–*Reticulophragmium* *paupera* палеоцена, выделенной в разрезах центральной части Северного моря (Gradstein et al., 1981, 1988, table 2; Kaminski et al., 1988, table 3; Charnock, Jones, 1990, fig. 1), но отличается отсутствием родов *Rzehakina*, *Spiroplectammina*, *Karregiella*. Эта зона выделена выше карбонатных осадков датского яруса (принадлежащих зоне *Subbotina pseudobulloides*) и соответствует зонам P3–P4 стандартной шкалы по планктонным фораминиферам (зеландий–низы танета; Speijer et al., 2020); вышележащие отложения зоны *Coscinodiscus* spp. по диатомеям коррелируют с верхами танетского яруса–ипрским ярусом (зоны P5–P6b).

В Бореальной и Атлантической областях на уровне зеландского и танетского ярусов палеоцена распространена ассоциация “*Reticulophragmium Assemblage*”, отражающая асте данного рода (Kaminski, Gradstein, 2005, fig. 46) и содержащая представителей родов *Nothia*, *Rhabdammina* и др. Ее виды, ранее отмеченные в разрезе скв. M0004A (Backman et al., 2006), в изученном образце не обнаружены, сам род представлен видом *Reticulophragmium* (= *Cyclammina*) *coksuvorovae*, характерным для зон и зеландского, и танетского ярусов в центральных и южных районах Западной Сибири (Подобина, 2005, 2009; Унифицированные..., 2001).

В разрезе скв. M0004A содержатся и другие виды этой региональной зоны зеландия, такие как *Glomospira* (= *Glomospirella*) *gordialiformis*, *Labrospira granulosa*, *Trochammina pentacamerata*, *Verneuilinoides paleogenicus*. Переопределение возраста комплекса фораминифер из скв. M0004A при исключении из него характерных видов (более 25 родов) и внимании лишь к примитивным “трубчатым” формам (Ахметьев и др., 2010) приводит к сомнительным выводам.

Сходство состава комплекса с *R. coksuvorovae* и комплекса с *Glomospira gordialiformis*–*Cyclammina coksuvorovae* палеоцена Среднего Зауралья видно из их наименования. Последний выделен в талицкой свите выше зоны *Globorotalia* (= *Subbotina*) *pseudobulloides* датского яруса; его зеландский и частично танетский возраст подтвержден совместным нахождением с *Cerodinium speciosum* – ин-

декс-видом диноцистовой зоны зеландского яруса Западной Европы (Амон, Маринов, 2011).

На западном побережье п-ова Ямал (Карское море) упоминаемые выше западносибирские виды найдены вместе с секретирующими формами зеландского яруса (около 60% комплекса) из его страторегиона (Bugrova, 1997; Бугрова, 2008). Это *Citharina plumoides* Plumm., *Pyrulina fusiformis* Roemer, *Pseudopolymorphina geijeri angusta* Brotzen, *Sigmomorphina soluta* Brotzen, *Eoguttulina hantkeni* (Cushman et Ozawa), *Alabamina solnasensis* Brotzen, *Discoriscanica Brotzen*, *Rosalia ystadiensis* Brotzen, *Asterigerina nörvangi* Brotzen, *Reussella paleocenica* (Brotzen), *Pyramidina crassa* Brotzen, *Bolivina oedumi* Brotzen, *Sporobolivina scanica* (Brotzen) и многие др., а также *Ceratobulimina perplexa* (Plumm.) и *Ceratolamarckina tuberculata* (Brotzen), характерные только для зеландия. Кроме того, можно сказать о найденных в разрезе моллюсках, сходных с видами из “копенгагенского мергеля” Западной Европы, и о неопределимых остатках морских ежей. Часть перечисленных выше видов известна из зоны *Pyramidina crassa* палеоцена Общей стратиграфической шкалы (ОСШ) России (Практическое..., 2005; Зональная..., 2006). Перекрывающие прибрежно-континентальные отложения содержат танетский палинокомплекс зоны СПК2 *Anacolositides insignis*–*Trudopollis menneri* (Унифицированные..., 2001).

Приведенные сведения дают основание считать комплекс с *Reticulophragmium coksuvorovae* позднезеландским–раннетанетским.

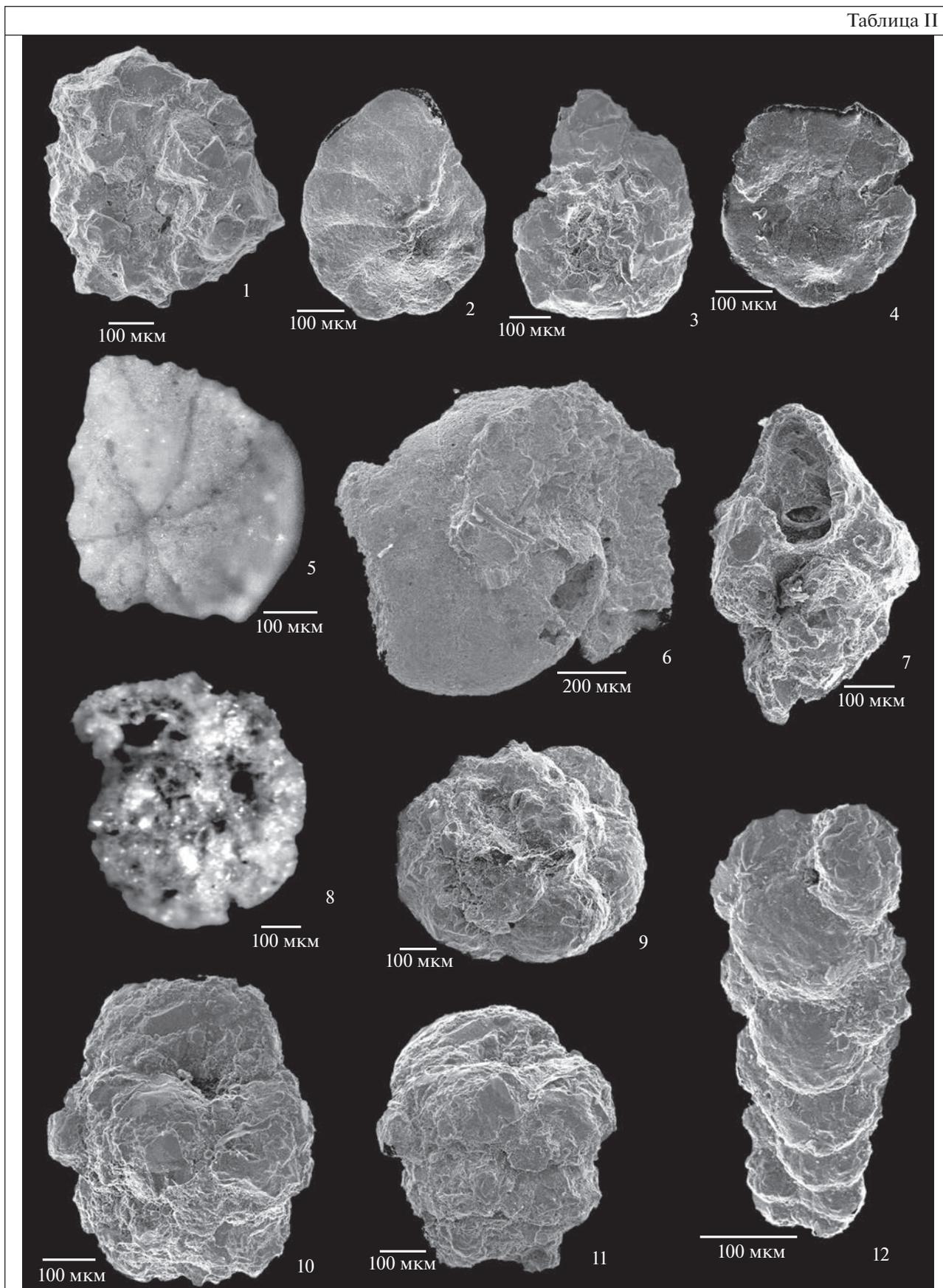
Как отмечено выше, изученная фауна происходит из части разреза скв. M0004A ниже уровня проявления глобального события PETM, который является одним из критериев границы отделов палеоцена и эоцена в МСШ. В скв. M0004A эта граница (с датировкой примерно 55 млн лет и, возможно, с небольшим перерывом) была проведена на глубине около 380 м по появлению диноцист *Arctodinium augustum* и изотопным данным; представления о длительности события PETM в разных публикациях не совпадают (Backman et al., 2006; Sluijs et al., 2006; Pagani et al., 2006; Ким, Глезер, 2007, табл. 2).

Событие PETM около 55 млн лет назад проявилось и в арктическом Канадском бассейне (McNeil, Parsons, 2013), где оно подтверждено наличием динофлагеллат зоны *Arctodinium augustum*, пыльцы термофильных растений и уменьшением величины  $\delta^{13}\text{C}$ . В это время вымирает вид

Таблица II. Фораминиферы из разреза скважины M0004, хр. Ломоносова (интервал 390–391 м).

1 – *Labrospira granulosa* (Lipman) (№ ПЛ ОФ 722/18); 2 – *Reticulophragmoides? jarvisi* (Thalmann) (№ ПЛ ОФ 722/19); 3 – *Evolutinella* sp. B (№ ПЛ ОФ 722/20); 4 – *Evolutinella* sp.; 5 – ?*Reticulophragmium* sp. (№ ПЛ ОФ 722/22); 6 – *Reticulophragmium coksuvorovae* (Uschakova) (№ ПЛ ОФ 722/23); 7 – ?*Ammosiphonia* sp. (№ ПЛ ОФ 722/24); 8 – *Cribrostomoides? trinitatensis* Cushman et Jarvis (№ ПЛ ОФ 722/25); 9 – *Trochammina* aff. *subvesicularis* Hanzlikova (№ ПЛ ОФ 722/26); 10, 11 – *Verneuilinoides polystrophus* (Reuss) (№ ПЛ ОФ 722/27); 12 – *Verneuilinoides paleogenicus* (Lipman) (№ ПЛ ОФ 722/29).

Таблица II



*Reticulophragmium boreale* (вид-индекс арктической ассоциации фораминифер палеоцена), и состав биоты резко изменяется. Авторы указанной выше публикации предполагают циркумарктический характер биособытия РЕТМ, вызванного глобальным потеплением, и, как кажется, данные по скв. М0004А подтверждают такой вывод.

## ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЯ

Немногочисленные сведения о составе и распространении фораминифер в Палеоарктическом бассейне, которыми располагает автор, могут быть использованы для реконструкции бассейновых условий и биогеографических связей в палеогеновое время.

В конце позднего мела—начале палеоцена на территории современного Арктического шельфа и прилегающей части Восточной Сибири в континентальных условиях образовались глины коры химического выветривания (Красножен и др., 1986; Ким, Слободин, 1991, рис. 1; и др.). В осадочном чехле на хр. Ломоносова наличие коры выветривания не установлено. В кампанском веке здесь существовал ограниченный солоноватый морской бассейн. Нахождение в нем видов фораминифер из верхнемеловых отложений Канадской Аляски и отсутствие западносибирских форм привело к предположению об ограниченности (или отсутствии) в позднем мелу морских связей между Арктикой, Северной Атлантикой и Западной Сибирью по шельфу Баренцева моря (Setoyama et al., 2011). Можно сказать, что в начале маастрихта в Карское море еще проникали воды из бассейна Канады, что подтверждается нахождением “канадских” видов *Eoerionidella linki* Wickenden и *E. strombodes* Tarpan на п-ове Ямал (Бугрова, 2008).

Позднее в приполюсной части Арктики происходило накопление глинисто-диатомовой толщи с остатками континентальной флоры (Кабаньков, Андреева, 2006). Низы ее разреза (3 м) были отнесены к маастрихту, а остальная часть (без фоссилий) к кайнозою. На южной периферии Палеоарктики также наблюдается перерыв осадконакопления, в частности выраженный на юге Карского моря обмелением в конце маастрихта, изменением состава комплексов фораминифер и отсутствием осадков датского яруса (Бугрова, 2008).

На площади нахождения скв. М0004А отложения маастрихта и дания не были установлены. В позднем палеоцене (зеландий—танет) здесь существовал нормально-соленый морской бассейн, судя по нахождению остатков фораминифер и радиолярий. В комплексе с *R. soksuvoorovae* преобладают таксоны группы эпифауны (с раковинной трубчатой, плосковыпуклой, двояковыпуклой, реже трохоспиральной), которые обитают на поверхности осадка в условиях с достаточным количе-

ством кислорода. Согласно широко принятой батиметрической зональности (van Morkhoven et al., 1986), расселение такой фауны приурочено к глубинам 200–600 м верхней батиали. Отсутствие фораминифер с известковистой раковинной оболочкой связано с низкой температурой в придонной части бассейна в палеоцене.

В течение зеландского века происходила значительная миграция относительно тепловодной фауны в Арктику. Как уже сказано (Бугрова, 1997; Бугрова, 2008), в акваторию Карского моря (п-ов Ямал), вероятно, через Баренцево-море-шельф мигрировали фораминиферы из северных бассейнов Западной Европы, в том числе многие космополитные виды сублиторальной фауны “Midway type” (Berggren, Aubert, 1975). Их появление было возможно благодаря системе течений вдоль побережья Северной Америки в Гренландско-Норвежское и Северное моря (Charnock, Jones, 1990; и др.). Агглютинирующие формы этой фауны, более толерантные к холодноводным условиям (виды рода *Ammodiscus*, *Nauphragmoides eggeri*, *Cribrostomoides subglobosus*, *C. (?) trinitatensis* и др.), достигли приполюсного участка хр. Ломоносова.

Еще об одном пути миграции фораминифер свидетельствует их нахождение в осадках желоба Св. Анны севернее о-ва Новая Земля. Отсюда известны (Щедрина, 1958) планктонные виды *Morozovella velascoensis* (Cushman), *Subbotina trilocolinoides* (Plummer), *S. trivialis* (Subb.) и бентосный *Stensioeina beccariiiformis* (White). Первый из этих видов появляется в зоне P3b зеландского яруса, остальные известны с датского века. Однако они не проникли в бассейн более высоких широт, вероятно, из-за климатического барьера.

Таким образом, данные о фораминиферах — их таксономическом составе и путях расселения — свидетельствуют о связи в палеоценное время приполюсной части Арктики с морями Северной Атлантики, Западной Сибири и Арктической Канады.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения фораминифер из разреза скважины М0004А:

- выявлен таксономический состав фораминифер (не менее 50 видов 32 родов, принадлежащих 10 семействам) впервые выделенного комплекса с *Reticulophragmium soksuvoorovae*;

- установлена принадлежность данного комплекса к верхам зеландского яруса—низам танетского яруса путем сравнения с фауной из разрезов палеогена бассейнов Северной Атлантики, Западной Сибири и Среднего Зауралья;

- уточнен возраст интервала, который считался нерасчлененным верхним палеоценом—нижним эоценом.

Полученные сведения о путях миграции фораминифер свидетельствуют о связи морей Северной Атлантики и Западной Сибири в палеоценовое время.

**Благодарности.** Автор глубоко благодарна Е.А. Гусеву и А.А. Крылову (ВНИИОкеангеология) за прочтение рукописи статьи, их дружеские рекомендации и дополнительные сведения о публикациях; И.Ю. Бугровой за помощь в оформлении фототаблиц; рецензентам за сделанные замечания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амон Э.О., Маринов В.А. Фораминиферы танетского яруса палеоцена Западной Сибири – корреляционные аспекты // Литосфера. 2011. № 6. С. 55–70.

Ахметьев М.А., Запорожец Н.И., Яковлева А.И., Александрова Г.Н., Беньямовский В.Н., Орешкина Т.В., Гнибиденко З.Н., Доля Ж.А. Сравнительный анализ разрезов и биоты морского палеогена Западной Сибири и Арктики // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. 18. № 6. С. 78–103.

Бугрова Э.М. Биостратиграфия пограничных отложений мела и палеогена Арктического региона Западной Сибири (по фораминиферам) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008. Т. 16. № 1. С. 85–94.

Бугрова Э.М. Фораминиферы палеогена подводного хребта Ломоносова (Северный Ледовитый океан) // Теоретические и прикладные аспекты палеонтологии. Материалы LXVII сессии Палеонтол. общества при РАН. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2021. С. 14–16.

Введение в изучение фораминифер (классификация мелких фораминифер мезо-кайнозоя). Ред. Субботина Н.Н., Волошинова Н.А., Азбель А.Я. Л.: Недра, 1981. 211 с.

Гусев Е.А., Бугрова Э.М., Каминский М.А., Глейзер З.И., Крылов А.А. Палеогеновые отложения хребта Ломоносова // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. Тр. НИИГА–ВНИИОкеангеология. 2006. Т. 210. Вып. 6. С. 162–168.

Дараган-Суцкова Л.А., Петров О.В., Соболев Н.Н., Дараган-Суцков Ю.И., Гринько Л.Р., Петровская Н.А. Геология и тектоника северо-востока Российской Арктики (по сейсмическим данным) // Геотектоника. 2015. № 6. С. 3–19.

Зональная стратиграфия фанерозоя России. Ред. Т.Н. Корень. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 2006. 256 с.

Кабаньков В.Я., Андреева И.А. О тектонической структуре Полярного бассейна и геологических критериях выделения шельфовых областей // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. Тр. НИИГА–ВНИИОкеангеология. 2006. Т. 210. Вып. 6. С. 121–129.

Кабаньков В.Я., Андреева И.А., Лопатин Б.Г. Геология Амеразийского суббассейна // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. Тр. ВНИИОкеангеология. 2012. Т. 223. Вып. 8. С. 30–40.

Ким Б.И., Глейзер З.И. Осадочный чехол хребта Ломоносова (стратиграфия, история формирования чехла и структуры, возрастные датировки сейсмокомплексов) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007. Т. 15. № 4. С. 63–83.

Ким Б.И., Слободин В.Я. Основные этапы развития Восточно-Арктических шельфов России и Канадской

Арктики в палеогене и неогене // Геология складчатого обрамления Амеразийского суббассейна. СПб.: Изд-во НПО “Севморгеология”, 1991. С. 104–116.

Ким Б.И., Верба В.В., Дик Г.Г. Новые представления о строении хребта Ломоносова // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. 1998. Вып. 2. С. 89–97.

Красножен А.С., Барановская О.Ф., Зархидзе В.С., Мяслова Е.С. Стратиграфия и основные этапы геологического развития архипелага Новая Земля в кайнозое // Кайнозой шельфа и островов Советской Арктики. Л.: Изд-во ПГО “Севморгеология”, 1986. С. 23–26.

Крылов А.А., Гусев Е.А., Миролюбова Е.С., Черных А.А. Геологическое и палеоокеанологическое значение песчаникового материала из меловых-кайнозойских отложений приполюсной части хребта Ломоносова // Проблемы Арктики и Антарктики. 2018. Т. 64. № 2. С. 1–19829. <https://doi.org/10.30758/0555-2648-2018-64-2-182-199>

Михалевич В.И. Система четырех подклассов фораминифер с агглютинированной стенкой раковин (*Ammodiscana*, *Miliamminana*, *Hormosinana*, *Textulariana*) (*Foraminifera*) // Известия Зоол. ин-та РАН. 2003. № 7. 46 с.

Никишин А.М., Малышев Н.А., Петров Е.И. Основные проблемы строения и истории геологического развития Северного Ледовитого океана // Вестник РАН. 2020. Т. 90. № 5. С. 434–446.

Подобина В.М. Западно-Сибирская плита. Центральные и южные районы // Практическое руководство по микрофауне. Т. 8. Фораминиферы кайнозоя. Научн. ред. Бугрова Э.М. СПб. Изд-во ВСЕГЕИ, 2005. С. 144–147.

Подобина В.М. Фораминиферы, биостратиграфия верхнего мела и палеогена Западной Сибири. Томск: Томский гос. ун-т, 2009. 432 с.

Практическое руководство по микрофауне. Т. 8. Фораминиферы кайнозоя. Научн. ред. Бугрова Э.М. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2005. 324 с.

Унифицированные региональные стратиграфические схемы неогеновых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской равнины. Объяснительная записка. Ред. Бабушкин А.Е., Волков В.С. Новосибирск: СНИИГГиМС, 2001. 84 с.

Черных А.А., Крылов А.А. Длительность, причины и геодинамическое значение среднекайнозойского перерыва в осадконакоплении в приполюсной части хребта Ломоносова (по материалам бурения IODP-302-ACEX) // Океанология. 2017. Т. 57. № 5. С. 745–756.

Щедрина З.Г. Об ископаемых фораминиферах в донных осадках Карского моря // Сб. статей по палеонтологии и стратиграфии. Л.: НИИ геологии Арктики, 1958. Вып. 11. С. 66–72.

Backman J., Moran K. Arctic Coring Expedition. Paleooceanographic and Tectonic Evolution of the Central Arctic Ocean // ECORD Newsletter. 2004. № 3. P. 4.

Backman J., Moran K. Introduction to special section on Cenozoic paleogeography of the Central Arctic Ocean // Paleooceanography. 2008. V. 23. PA1S01. P. 1–6. <https://doi.org/10.1029/2007PA001516>

Backman J., Moran K. Expanding the Cenozoic paleooceanographic record in the Central Arctic Ocean: IODP Expedition 302 Synthesis // Centr. Europ. J. Geosci. 2009. V. 1(2). P. 157–175. <https://doi.org/10.2478/V10085-009-0015-6>

Backman J., Moran K., McInroy D.B.L., Mayer A. and the Expedition 302 Scientists. Proceedings of the Integrated Ocean Drilling Program. V. 302. College Station TX (Integrated Ocean Drilling Program Management International,

- Inc.). 2006. 169 p.  
<https://doi.org/10.2204/iodp.proc.302.101>
- Berggren W.A., Aubert J.* Paleocene benthic foraminiferal biostratigraphy, paleobiogeography and paleoecology of Atlantic–Tethyan regions: midway-type fauna // *Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol.* 1975. V. 18. № 2. P. 73–192.
- Brinkhuis H., Schouten S., Collinson M.E., Sluijs A., Damsté S.J.S., Dickens G.R., Huber M., Cronin Th.M., Onodera J., Takahashi K., Bujak J.P., Stein R., van der Burgh J., Eldrett J.S., Harding I.C., Lotter A.F., Sangiorgi F., van Konijnenburg H. – van Cittert, Leeuw Ya.W. de, Matthiessen J., Backman J., Moran K. and the Expedition 302 Scientists.* Episodic fresh surface waters in the Eocene Arctic Ocean // *Nature.* 2006. V. 441. P. 606–609.
- Bugrova E.M.* Upper Cretaceous–Paleocene foraminiferal assemblages in the West Siberian Arctic Region (Kara Sea) // *The First International Conference “Applications of micropaleontology in environmental sciences”, June 9–13, 1997, Tel Aviv, Israel. Abstracts.* P. 46.
- Charnock M.A., Jones R.W.* Agglutinated Foraminifera from the Paleocene of the North Sea // *Paleoecology, Biostratigraphy, Paleooceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera.* Eds. Hemleben C., Kaminski M.A., Kuhnt W., Scott D.B. NATO ASI series, Kluwer Acad. Publ., 1990. P. 139–244.
- Gradstein F.M., Berggren W.A.* Flysch-type agglutinated foraminifera and the Maestrichtian to Paleogene history of the Labrador and North seas // *Marine Micropaleontol.* 1981. V. 6. P. 211–268.
- Gradstein F.M., Kaminski M.A., Berggren W.A.* Cenozoic foraminiferal biostratigraphy of the Central North Sea // *Abh. Geol. Bundesanstalt. Wien.* 1988. Band 41. S. 97–108.
- Gradstein F.M., Kaminski M.A., Berggren W.A., D’Iorio M.A.* Cenozoic biostratigraphy of the Central North Sea and Labrador Shelf // *Micropaleontology.* 1994. V. 40. Supplement. 152 p.
- Kaminski M.A.* The Year 2000 Classification of the Agglutinated Foraminifera // *Proc. Sixth Int. Workshop on Agglutinated Foraminifera.* Eds. Bubík M., Kaminski M.A. Grzybowski Found. Spec. Publ. 2004. V. 8. P. 237–255.
- Kaminski M.A., Gradstein F.M.* Atlas of Paleogene cosmopolitan deep-water agglutinated Foraminifera // *Grzybowski Found. Spec. Publ.* 2005. V. 10. 584 p.
- Kaminski M.A., Gradstein F.M., Berggren W.A., Geroch S., Beckmann J.P.* Flysch-type agglutinated foraminiferal assemblages from Trinidad: taxonomy, stratigraphy and paleobathymetry // *Abh. Geol. Bundesanstalt. Wien.* 1988. Band 41. S. 155–227.
- Kim B.I., Verba V.V., Poselov V.A., Sorokin M.Y., Jokat W.* New insights in composition and structure of the sedimentary cover on the Lomonosov Ridge // *Polarforschung.* 1998. V. 68. P. 65–70.
- McNeil D.H., Parsons M.G.* The Paleocene–Eocene thermal maximum in the Arctic Beaufort–Mackenzie Basin–Paly-nomorphs, carbon isotopes and benthic foraminiferal turnover // *Bull. Can. Petrol. Geol.* 2013. V. 61 (2). P. 157–186.
- Moran et al.* Cenozoic palaeoenvironment of the Arctic Ocean // *Nature.* 2006. V. 441. Iss. 7093. P. 601–605.
- Mudge D.C., Bujak J.P.* Paleocene biostratigraphy and sequence stratigraphy of the UK central North Sea // *Marine Petrol. Geol.* 1996. V. 13. P. 295–312.
- Onodera J., Takahashi K., Jordan R.W.* Eocene silicoflagellate and ebridian paleoceanography in the central Arctic Ocean // *Paleoceanography.* 2008. V. 23. PA1S15.  
<https://doi.org/10.1029/2007PA001474>
- O’Regan M., Moran K., Backman J.* Mid-Cenozoic tectonic and paleoenvironmental setting of the central Arctic Ocean // *Paleoceanography.* 2008. V. 23. PA1S20.  
<https://doi.org/10.1029/2007PA001559>
- Pagani M., Pedentchouk N., Huber M., Sluis A.S., Schouten H., Brinkhuis J.S., Sinninghe Damsté, Dickens G.R. and IODP Expedition 302 Scientists.* Arctic hydrology during global warming at the Paleocene/Eocene thermal maximum // *Nature.* 2006. V. 442(10). P. 671–675.
- Poirier A., Hillaire-Marcel C.* Improved Os-isotope stratigraphy of the Arctic Ocean // *Geophys. Res. Lett.* 2011. V. 38. L14607.
- Sangiorgi F., Brumsack H.-Ju., Willard D.A., Schouten S., Stickley C.E., O’Regan M., Reichart G.-J., Sinninghe Damsté J.S., Brinkhuis H.* A 26 million year gap in the central Arctic record at the greenhouse-icehouse transition: looking for clues // *Paleoceanography.* 2008. V. 23(1). PAISO4. P. 1–13.  
<https://doi.org/10.1029/2007/PA001477>
- Setoyama E., Kaminski M.A., Tyszka Ja.* Campanian agglutinated foraminifera from the Lomonosov Ridge, IODP Expedition 302, ACEX, in the paleogeographic context of the Arctic Ocean // *Micropaleontology.* 2011. V. 57. № 6. P. 507–530.
- Setoyama E., Kaminski M.A., Tyszka Ja.* Late Cretaceous–Paleogene foraminiferal morphogroups as palaeoenvironmental tracers of the rifted Labrador margin, northern proto-Atlantic // *Proc. Ninth Int. Workshop on Agglutinated Foraminifera.* Eds. Kaminski M.A., Alegret L. Grzybowski Found. Spec. Publ. 2017. V. 22. P. 179–220.
- Sluijs A., Schouten S., Pagani M., Woltering M., Brinkhuis H., Sinninghe Damsté J.S., Dickens G.R., Huber M., Reichart G.J., Stein R., Matthiessen J., Lourens L.J., Pedentchouk N., Backman J., Moran K. and Expedition 302 Scientists.* Subtropical Arctic Ocean temperatures during the Paleocene/Eocene thermal maximum // *Nature.* 2006. V. 441/1. P. 610–613.  
<https://doi.org/10.1038/nature04668>
- Sluijs A., Röhl U., Schouten S., Brumsack F., Sangiorgi J.S., Sinninghe Damsté, Brinkhuis H.* Arctic Late Paleocene–Early Eocene paleoenvironments with special emphasis on the Paleocene–Eocene Thermal Maximum (Lomonosov Ridge, Integrated Ocean Drilling Program Expedition 302) // *Paleoceanography.* 2008. V. 23. P. 1–17. PA1S11.  
<https://doi.org/10.1029/2007PA001495>
- Speijer R.P., Pälike H., Hollis C.J., Hooker J.J., Ogg J.G.* The Paleogene Period // *A Geologic Time Scale 2020.* Eds. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.B., Ogg G.M. Elsevier, 2020. V. 2. Ch. 28. P. 1087–1140.
- Stickley C.E., Koc N., Brumsack H.-J., Jordan R.W., Suto I.* A siliceous microfossil view of middle Eocene Arctic paleoenvironments: a window of biosilica production and preservation // *Paleoceanography.* 2008. V. 23. PA1S14.  
<https://doi.org/10.1029/2007PA001485>
- van Morkhoven F.P.C.M., Berggren W.A., Edwards S.A.* Cenozoic cosmopolitan deep-water benthic Foraminifera // *Bull. Centre Research Exploration et Production, Elf-Aquitaine.* 1986. Mem. 11. 421 p.

Рецензенты С.И. Бордунов,  
 В.С. Вишневецкая

## **Foraminifera and Paleogene Stratigraphy of the Submarine Lomonosov Ridge, Arctic Ocean**

**E. M. Bugrova<sup>#</sup>**

*Karpinsky All-Russian Research Geological Institute (VSEGEI), St. Petersburg, Russia*

*<sup>#</sup>e-mail: eleonora-bugrova@yandex.ru*

Materials on the Paleogene biostratigraphy of the Lomonosov Ridge in the Arctic Ocean are presented, including new data on foraminifers from the M0004A borehole section (interval 390–391 m) in its polar part. The studied benthic foraminifers are united into the complex with *Reticulophragmium coksuvorovae* of the upper Zelandian—the lower Thanetian stages, which includes some characteristic species of the North Atlantic and West Siberian basins. It also contains information about the connection of these Arctic seas in the Paleocene time.

*Keywords:* benthic foraminifera, complex with *Reticulophragmium coksuvorovae*, Paleocene, biostratigraphy, paleobiogeography, Arctic Ocean, Lomonosov Ridge