

© Н.В. БЕЛЯЕВА, Т.А. ХУСИД

## БЕНТОСНЫЕ И ПЛАНКТОННЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ В ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА: ЭВОЛЮЦИЯ СООБЩЕСТВ И СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

(Представлено академиком Г.С. Голицыным 14-II-1989)

Основной задачей палеоклиматологии является определение направленности климатических изменений и выделение событий, имевших место на протяжении истории Земли. Плейстоцен, особенно поздний плейстоцен - период значительных климатических колебаний, представляет собой наиболее удачный объект исследования этих колебаний и потому вызывает большой интерес палеоокеанологов.

Наиболее четко изменения климата проявляются в изменениях сообществ микрофауны. Изучение микрофаунистических сообществ и их изменений во времени в Тихом, Атлантическом и Индийском океанах позволило подойти к выделению климатических событий и пониманию связанных с ними процессов. В Арктическом океане исследования такого рода немногочисленны.

Авторами предпринята попытка выявить изменения в поверхностных и глубинных условиях на протяжении верхнего плейстоцена в центральной части Арктического бассейна. С этой целью в колонке 34 с хребта Менделеева (79°22' с.ш., 178°27' з.д., глубина 1397 м) изучены планктонные и бентосные фораминиферы: их численность и соотношения, численность и соотношение отдельных видов в бентосной и планктонной ассоциациях (рис. 1, 2). Колонка взята на дрейфующей станции «Северный полюс-26». В этой колонке на основании палеомагнитной записи (данные А.Б. Чугунова) на уровне 76 см обнаружена хорошо выраженная инверсия, соответствующая возрасту 730 тыс. лет назад. Возраст инверсии позволяет определить среднюю скорость осадконакопления - 1 мм за  $10^3$  лет, что вполне согласуется со скоростями осадконакопления и датировками, известными ранее [Morris & Clark, 1986]. В работе использованы данные изотопного анализа в колонке В-24 с хребта Ломоносова (рис. 2) [Morris & Clark, 1986].

Численный и видовой состав фораминифер изучен по фракциям осадка 0,5-0,25, 0,25-0,1 и 0,1-0,05 мм. Результаты представлены в виде суммарных оценок для пробы и отдельно для фракций (экз. на 1 г осадка).

Планктонные фораминиферы. Число раковин в пробе меняется от 145 до  $10,1 \cdot 10^3$  экз. Численность левозавернутых *Neogloboquadrina pachyderma* изменяется от 93 до  $4,5 \cdot 10^3$  экз., содержание их в планктонной ассоциации - от 26 до 100%. Численность *Globigerina quinqueloba* изменяется от десятков экземпляров до  $6,9 \cdot 10^3$  экз., содержание - от 4 до 68%. Раковины *N. pachyderma* (правозавернутые) и *Globigerina bulloides* не образуют высоких концентраций. Колебания численности всех названных видов синхронны с изменениями общей численности. Характер изменений общей численности, численности и содержаний отдельных видов по фракциям также синхронен отмеченным выше изменениям для пробы в целом (рис. 1,2).

В трех горизонтах (81-92, 30-55, 7-20 см) планктонные ассоциации обеднены видами и характеризуются низкой численностью. Число раковин составляет от нескольких десятков до нескольких сотен. Формы размером 0,1-0,05 мм составляют незначительную часть в сообществе. Численность отдельных видов низкая.

В горизонтах 92-105, 55-70, 20-30 и 0-7 см численность планктонных фораминифер и отдельных видов в пробе и отдельных фракциях высокая. Наряду с левозавернутыми

раковинами *N. pachyderma* в заметном количестве отмечены и правозавернутые формы, а также раковины видов *G. quinqueloba* и *G. bulloides*.

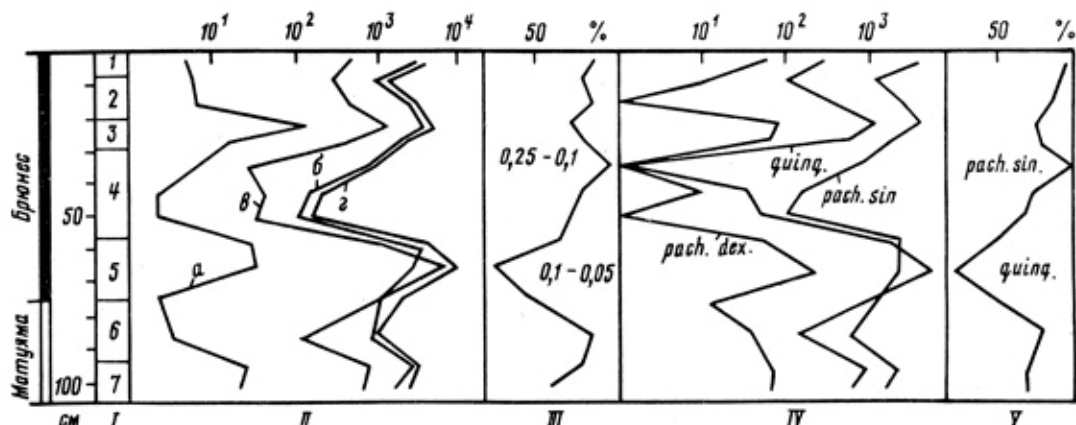


Рис. 1. Распределение планктонных фораминифер в колонке со ст. 34. I – горизонты; II – число раковин планктонных фораминифер в фракциях 0,5–0,25 (а), 0,25–0,1 (б) и 0,1–0,05 (в) мм и суммарная численность (г) в пробе (экз. на 1 г осадка); III – процентное содержание раковин планктонных фораминифер по фракциям; IV – численность видов в пробе (экз. на 1 г осадка); V – содержание раковин *N.pachyderma* и *G.quinqueloba* (в пробе), %

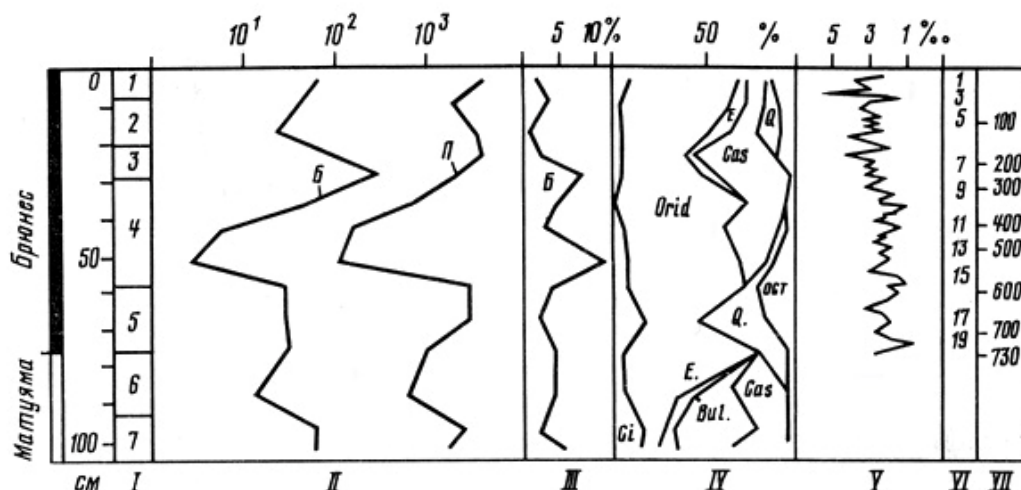


Рис. 2. Распределение бентосных и планктонных фораминифер во фракции 0,25–0,1 мм. I – горизонты; II – численность бентосных (Б) и планктонных (П) фораминифер, экз/г; III – процентное содержание бентосных фораминифер; IV – процентное содержание видов бентосных фораминифер; V – содержание  $\delta^{18}O$  в раковинах [1] *N.pachyderma*; VI – изотопные стадии [1]; VII – время  $10^3$  лет назад [15]. Ci – *Cibicides wuellerstorffii*, Orid – *Oridorsalis tener*, Q – *Quinqueloculina venusta*, Bul – *Bulimina aculeata*, Cas – *Cassidulina teretis*, E – *Eponides tumidulus horvathi*, ост – остальные виды

**Бентосные фораминиферы.** Видовой состав фораминифер во фракциях 0,5–0,1 и 0,1–0,05 мм различен. Во фракции 0,1–0,05 мм фауна представлена преимущественно двумя видами - *Eponides tumidulus horvathi* и *Stetsonia horvathi*, которые встречаются по всему разрезу и составляют 30–40% в ассоциации бентосных фораминифер. Во фракции 0,5–0,1 мм обнаружены виды - *Cibicides wuellerstorffii*, *Bulimina aculeata*, *Cassidulina teretis*, *Quinqueloculina venusta*, *Oridorsalis tener*, содержание которые по разрезу периодически меняется. При интерпретации этих изменений использовались данные по экологии видов [Green, 1960; Lagoe, 1977; 1979; Lohmann, 1978; Belanger & Streeter, 1980; Schnitker, 1979; Miller & Lohmann, 1982; Mead, 1985]. Минимальная численность раковин и обедненный видовой состав с резким доминированием *Oridorsalis tener* (до 60–70%) отмечены на горизонтах 92–70, 55–30 и 20–7 см. Максимальная численность и наиболее высокое число видов приурочено к горизонтам 92–105, 55–70, 20–30 и 0–7 см. В этих обогащенных

горизонтах большую роль играют виды *C. wuellerstorffii*, *C. teretis*, *B. aculeata*, *Q. venusta*. Первый встречается во всех обогащенных горизонтах, хотя ни в одном не доминирует. *C. teretis*, *B. aculeata*, *Q. venusta* встречаются во всех обогащенных горизонтах, но достигают максимальных оценок только в одном из них. В обогащенном горизонте в основании разреза фораминиферовая ассоциация характеризуется доминированием *B. aculeata*, которая составляет 30-40% в бентосной ассоциации, и высоким содержанием (до 20%) *C. teretis*. Ассоциация обогащенного горизонта 55-70 см отличается доминированием до 40% вида *Q. venusta*. В бентосной ассоциации горизонта 20-30 см доминирует *C. teretis* (до 30-40%). Этот вид служит в Северном Ледовитом океане индикатором тепловой промежуточной водной массы. Вид *B. aculeata* также встречается в зоне распространения этой водной массы, но в незначительном количестве. Изобилия он достигает в районах высокой продуктивности поверхностных вод и относительно высокой динамики придонного слоя. Доминирование *Q. venusta* свидетельствует о высокой продуктивности поверхностных вод и высокой солености придонных вод. В настоящее время вид обитает в промежуточных и глубинных водах, но нигде не достигает высокого содержания.

Сопоставление характера изменений ассоциаций бентосных и планктонных фораминифер позволяет говорить о синхронности этих изменений.

Таким образом, в разрезе плейстоценовых отложений центральной глубоководной части Северного Ледовитого океана наблюдается чередование горизонтов с высокой и низкой численностью раковин планктонных и бентосных фораминифер, характеризующихся определенными фораминиферовыми комплексами. Повсеместная встречаемость планктонных и бентосных фораминифер свидетельствует о существовании во время накопления осадков условий благоприятных для их развития, а резкие колебания численности и видового состава - об изменениях степени благоприятности этих условий.

Видовой состав фауны обедненных горизонтов отражает значительную экспансию холодных глубинных вод, объем которых заметно увеличивался и они поднимались на меньшие глубины. В это время холодные арктические воды широко распространялись и проникали далеко на юг (в Норвежское и Гренландское моря), но при этом уменьшалось поступление атлантических вод не только в Арктический, но и в Норвежско-Гренландский бассейн. Область формирования североатлантических глубинных вод перемещалась из Норвежско-Гренландского бассейна в северо-восточную Атлантику [Duplessy et al., 1980; Duplessy & Shackleton, 1985]. В результате этих процессов в Арктическом бассейне широко распространялась холодная глубинная водная масса, по свойствам близкая современным глубинным водам, но вследствие значительной редукции термогалинной циркуляции, отличающаяся слабой подвижностью. Резкое преобладание более устойчивых к растворению раковин *N. pachyderma*, низкая численность мелких раковин в целом и *G. quinqueloba*, в частности, позволяют говорить о значительной агрессивности придонных вод по отношению к карбонатному веществу раковин в эти периоды. Формирование обедненных горизонтов происходило в ледниковые периоды, когда мощность льда возрастала, большая часть шельфа осушалась, величина первичной продукции в поверхностных водах снижалась. Гляциальный режим во время формирования трех горизонтов был сходным.

Формирование обогащенных горизонтов происходило в межледниковые периоды, в условиях, сходных с современными. Максимальные концентрации фораминифер, обогащенный видовой состав, преобладание мелких раковин, характерные для этих периодов, связаны с оживлением поверхностной циркуляции, возрастанием продуктивности, уменьшением объема льда и меньшей степенью агрессивности придонных вод. Фаунистический состав комплексов этих горизонтов свидетельствует о распространении на дне океана теплых промежуточных вод, которые в настоящее время развиты в бассейне, в районе взятия колонки, на глубине от 500 до 1500-1700 м. Воды эти характеризовались степенью агрессивности, близкой к современной в промежуточных водах, развитых на этих глубинах ( $r = 100 \pm 10\%$ ,  $R = 100 \pm 1\%$  [Иваненков, 1979]).

Основным источником промежуточных вод в Арктическом бассейне являются теплые и соленые североатлантические воды, продукция которых возрастает в межледниковые эпохи [Streeter et al., 1982]. Благодаря таянию части ледового покрова и лучшему прохождению света через лед значительно увеличивается органическая продукция поверхностных вод. Состав фаунистических ассоциаций позволяет отметить, что времени формирования отдельных обогащенных горизонтов сопутствовала специфическая обстановка. В теплый межледниковый период, соответствующий 900 тыс. лет назад, отмечено наибольшее оживление системы поверхностных течений и наиболее высокая продуктивность поверхностных вод. Максимальное потепление наступило около 700 тыс. лет назад. Об этом свидетельствует необычайно высокое для Арктического бассейна содержание *G. quinqueloba* (до 50%) и относительно высокое содержание правозавернутых раковин *N. pachyderma*. Условия, наиболее близкие к современным, отмечены для времени от 127 до 115 тыс. лет назад. Состав и структура фораминиферной ассоциации этого периода сходны с фауной, которая в настоящее время обитает в районе взятия колонки, в пределах распространения теплых промежуточных вод. Последнее интенсивное потепление и мощное поступление атлантических вод в Северный Ледовитый океан началось 13 тыс. лет назад и современный гидрологический режим сформировался к 10 тыс. лет назад [Jansen & Erlenkensen, 1985].

Итак, в плейстоценовое время Арктический бассейн развивался под влиянием резких колебаний климата, с которыми были связаны изменения циркуляции поверхностных и глубинных вод.

Институт океанологии им. П.П. Ширшова  
Академии наук СССР  
Москва

Поступило  
17 II 1989

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Morris T.H., Clark D.L. Pleistocene calcite lysocline and paleocurrents of the central Arctic Ocean and their paleoclimatic significance. *Paleoceanography*, 1986, vol. 1, № 2, p. 181-195.
2. Green K.E. Ecology of some Arctic foraminifera. *Micropaleontology*, 1960, vol. 6, № 1, p. 57-78.
3. Lagoe M.B. Recent benthic Foraminifera from the central Arctic Ocean. *Journal of Foraminiferal Research*, vol. 7, № 2, 1977, p. 106-131. doi:10.2113/gsjfr.7.2.106
4. Lagoe M.B. Recent benthonic foraminiferal biofacies in the Arctic Ocean. *Micropaleontology*, 1979, vol. 25, № 2, p. 214-224.
5. Lohmann G.P. Abyssal benthonic foraminifera as hydrographic indicators in the western South Atlantic Ocean. *Journal of Foraminiferal Research*, 1978, vol. 8, № 1, p. 6-34.
6. Belanger P.E., Streeter S.S. Distribution and ecology of benthic foraminifera in the Norwegian-Greenland Sea. *Marine Micropaleontology*, 1980, vol. 5, p. 401-428.
7. Schnitker D. The deep waters of the western North Atlantic during the past 24000 years, and the re-initiation of the western boundary current. *Marine Micropaleontology*, 1979, vol. 4, №3, p. 265-280.
8. Miller K.G., Lohmann G.P. Environmental distribution of Recent benthic foraminifera on the northeast U.S. continental slope: *Geological Society of America Bulletin*, 1982, Vol. 93, № 3, p. 200-206.
9. Mead G.A. Recent benthic foraminifera in the Polar Front region of the Southwest Atlantic. *Micropaleontology*, 1985, vol. 35, №3, p. 221-248.
10. Duplessy J.C., Moyes J., Pujol C. Deep water formation in the North Atlantic Ocean during the last ice age. *Nature*, 1980, vol. 286, № 5772, p. 479-486.
11. Duplessy J.C., Shackleton N.J. Response of global deep-water circulation to Earth's climatic change 135,000-107,000 years ago. *Nature*, 1985, vol. 316, № 6028, p. 500-507.
12. Иваненков В.Н. Основные закономерности распределения компонентов карбонатной системы в океане // *Химия вод океана*. Т. 1. М.: Наука, 1979. С. 108-132.

13. *Streeter S.S., Belanger P.E., Kellog T.B., Duplessy J.C.* Late Pleistocene paleoceanography of the Norwegian-Greenland Sea: Benthic foraminiferal evidence. *Quaternary Research*, 1982, vol. 18, № 1, p. 72-90. doi:10.1016/0033-5894(82)90022-9

14. *Jansen E., Erlenkensen H.* Ocean circulation in the Norwegian Sea during the last deglaciation: isotopic evidence. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 1985, vol. 49, № 3-4, p. 189-206.

15. *Imbrie J. et al.* In: *Milankovitch and Climate: Understanding the response to astronomical forcing*. 1984. Part 1, p. 296-306.

**Ссылка на статью:**



**Беляева Н.В., Хусид Т.А. Бентосные и планктонные фораминиферы в плейстоценовых отложениях Северного Ледовитого океана: эволюция сообществ и среды обитания.**  
Доклады АН СССР, 1989, Том 309, № 6, с. 1472-1475.