

## ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЯ И ШИРОТНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ В РАННЕМ МААСТРИХТЕ ПО ПЛАНКТОННЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ В ЮЖНОМ ПОЛУШАРИИ (ТИХИЙ ОКЕАН)

Е. А. Соколова

*Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН,  
Россия, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36,  
e-mail: sokolova@ocean.ru*

Для реконструкции климатических условий, существовавших в начале маастрихтского века в южной части Тихого океана, использовались образцы кернов восьми скважин глубоководного бурения. Исследование систематического состава планктонных фораминифер позволило выделить три типа танатоценоза: тетический, промежуточный и австралийский. По их территориальному распространению установлено положение климатических зон для срезов начала и конца раннего маастрихта. На протяжении всего рассматриваемого возрастного интервала в южной части Тихого океана существовали две климатические зоны: тетическая и промежуточная. В конце раннего маастрихта похолодало, в районе поднятия Лорд-Хау наметилась австралийская зона. С целью определения зонально-широтных типов фаун фораминифер была произведена оценка различия и сходства их комплексов из разных разрезов. По отличию видового состава планктонные фораминиферы разделены на региональные неритические и зонально-широтные океанические фауны. Результаты, полученные в процессе исследования, подтверждаются собственными и литературными данными изотопно-кислородного анализа.

**Ключевые слова:** танатоценозы, меловая эпоха, водные массы, маастрихт, величина различия видового состава планктонных фораминифер, палеоклимат, палеошироты, природная зональность, фораминиферы, палеотемпературы

### Введение

Особенности распределения жизни в океане и их отражение в составе кайнозойских отложений были детально изучены рядом исследователей (Бараш, 1988; Блум, Соколова, 1987; Виноградов, Лисицын, 1981; Оськина и др., 1982; Саидова, 2017).

Реконструкции природных условий, существовавших в различных океанических акваториях и эпиконтинентальных бассейнах, выполнены для ряда возрастных интервалов позднего мела по планктонным фораминиферам (ПФ) отечественными (Беньямовский и др., 2014; Захаров и др., 2004; Соколова, 2005, 2018; Яковишина и др., 2008, 2022; Кораевич, Vishnevskaya, 2016; Zakharov et al., 2006, 2007) и зарубежными (Vice et al., 2003; Briena et al., 2017; Hay, 2008; Huber et al., 2017) исследователями. В ряде зональных шкал (Беньямовский и др., 2014; Thibault et al., 2012; Vishnevskaya,

Кораевич, 2020 и мн. др.) отмечено кампан-маастрихтское пограничное событие (СМВЕ). Согласно нашим данным (Саидова, Соколова, 2023а), позднекампанское похолодание продолжилось и усилилось в маастрихте.

Палеоклиматические построения для конца позднего мела ранее выполнены нами для низких (Соколова, 2021а; 2021б) и средних палеоширот (Саидова, Соколова, 2023а; 2023б; Соколова, 2024) в Тихом океане. Для высоких палеоширот одновозрастные реконструкции опубликованы только для Индийского и Атлантического океанов (Соколова, 2019).

В южных высоких палеоширотах Тихого океана детальное микропалеонтологическое исследование маастрихтских отложений ранее не проводилось. Перед автором стояла задача провести подобное исследование. С этой целью были изучены восемь нижнемаастрихтских разрезов, которые вскрыты скважинами глубоководного бурения.

В изученном районе удалось выделить акватории, отмеченные различными типами танатоценозов ПФ и проследить миграцию границ климатических зон в течение раннего маастрихта. Эта работа выполнена в соответствии с методикой (Соколова, 1998) для срезов начала и конца раннего маастрихта. Нижняя стратиграфическая граница маастрихтского яруса принята внутри отложений зоны *Gansserina gansseri* на отметке (72.1 млн лет) (Coccioni, Premoli Silva, 2015). Помимо этого по видовому составу ПФ выявлены их широтно-зональные комплексы для разных разрезов. Их сопоставление позволило оценить степень изолированности соответствующих акваторий. Эта часть исследования выполнена по методике Х. М. Саидовой (Саидова, Соколова, 2023а).

### Материал и методика исследования

Из кернов скважин DSDP Sites: 167, 208, 288А, 289, 315А, 316, 317А, 462А обработаны и изучены 205 образцов. Они являются материалом для настоящей работы. Рассматриваемая акватория находится в южной части Тихого океана (южнее 12° ю. ш., здесь и далее имеются в виду палеошироты). Для построения карт использовались палеогеодинамические реконструкции (Зоненшайн, 1984), положение новых скважин определено по реконструкциям (Scotese, 1991). Образцы переданы комитетом “Curatorial Advisory Board” по проекту бурения: Deep Sea Drilling Project, за что автор выражает комитету глубокую благодарность. Изучение имеющегося материала показало, что раковины 37 видов ПФ встречены в большинстве скважин. Общее количество выявленных ПФ составляет 95 видов.

Изучение имеющегося материала дало возможность получить сведения об условиях захоронения и климатической приуроченности комплексов ПФ, сформировавшихся в одновозрастных отложениях и выделить зонально-широтные типы фауны фораминифер. Оценка видового различия и сходства комплексов фораминифер из отложений одного и того же возраста, вскрытых разными скважинами,

производилась по методике, предложенной Х. М. Саидовой (Саидова, Соколова, 2023б). Использовалась формула:  $B = (a + b - c)/c$ , где  $a$  и  $b$  – число видов в сравниваемых комплексах,  $c$  – число общих видов и  $B$  – величина различия видового состава этих комплексов. Если комплексы видов ПФ абсолютно одинаковы, то  $B = 1$ . Чем больше величина  $B$ , тем больше различий в видовом составе комплексов ПФ. Фауна ПФ подразделяется на неритические региональные: меланезийскую и лордхау; и океанические широтно-зональные: тропическую центральную и субтропическую центральную океанические фауны (Саидова, Соколова, 2023а). Полученные в результате подсчетов данные по величине сходства и различия комплексов ПФ нанесены на карту (рисунок 1). Выяснилось, что величина различия комплексов ПФ из разных скважин внутри района распространения каждого из перечисленных типов фауны составляет не более 1.67. Для комплексов ПФ, выявленных в областях распространения разных океанических типов фауны, наибольшее значение этой величины достигает 2.90. Максимальная величина различия (9.3) зафиксирована между комплексами океанических и неритических региональных фаун. Для определения климатической приуроченности выделенных типов фауны используются обычные биологические критерии. Одним из них является морфология доминирующих раковин. Виды ПФ, преобладающие в высокоширотных областях, имеют некрупную компактную раковину с небольшим устьем, как правило, слабо скульптурированную и бескилевую (Саидова, 1980; Соколова, 1998). В конце позднего мела такими признаками раковин отличались, в основном, представители родов *Globigerinelloides* и *Hedbergella*. Кроме того для определения климатической приуроченности фаун ПФ учитывалась степень разнообразия видового состава фауны. Тропические акватории, в отличие от высокоширотных, характеризуются чрезвычайным разнообразием видов ПФ. Многие исследователи (Кобаевич, Соколова, 2003; Саидова, 1976, 1980; Соколова, 2021 и др.) использовали этот факт для выполнения мезо-кайнозойских реконструкций.

Изучаемые отложения сформировались в течение двух этапов, которые соответствуют завершению фазы *Gansserina gansseri* (начало раннего маастрихта) и фазе *Contusotruncana contusa* (конец раннего маастрихта) (Coccioni, Premoli Silva, 2015). Для обоих возрастных интервалов изучался состав раковин ПФ. Каждый вид относится к той или иной климатической группе и занимает определенное место в климатическом ряду.

В результате ранее проведенных исследований (Кобаевич, Соколова, 1992; Саидова, Соколова, 2023а; Соколова, 1998; Соколова, 2021) установлен следующий состав климатических групп в раннем маастрихте (виды ПФ приводятся в порядке уменьшения теплопроводности, в соответствии с их положением в климатическом ряду).

Тропическая группа: *Pseudotextularia elegans* (Rzehak) *Pseudotextularia deformis* (Kikoine), *Contusotruncana plicata* (White), *Pseudoguembelina costulata* (Cushman), *P. excolata* (Cushman), *Contusotruncana contusa* (Cushman), *Gansserina gansseri* (Bolli), *Globotruncana rosetta* (Carsey), *Globotruncana aegyptiaca* Nakkady, *Rugotruncana subcircumnadifer* Gandolfi, *Contusotruncana patelliformis* (Gandolfi).

Субтропическая группа: *Globotruncana trinidadensis* Gandolfi, *Globotruncana esnehensis* Nakkady, *Rugoglobigerina milamensis* Smith and Pess, *Globotruncanita angulata* (Tiley), *Globotruncanita stuartiformis* (Dalbiez), *Pseudoguembelina palpbra* Bronnimann and Blow, *Globotruncanita stuarti* (Lapparent), *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), *Globotruncanita conica* (White), *Globotruncanita pettersi* (Gandolfi), *Globotruncana arca* (Cushman), *Rugoglobigerina hexacamerata* Bronnimann, *Globotruncana falsostuarti* Sigal, *Globotruncanella petaloidea* (Gandolfi), *Globotruncana dupeublei* (Caron and Rob), *Globotruncana insignis* Gandolfi, *Planoglobulina carseyae* (Plummer), *P. acervulinoides* (Egger), *Globotruncanella havanensis* (Voorwijk), *Planoglobulina brazoensis* Martin, *Ventilabrella multicamerata* de Kaslz.

Умеренная группа: *Globigerinelloides subcarinatus* (Bronnimann), *Rugoglobigerina rotundata* Bronniman, *Heterohelix punctulata* (Cushman), *Heterohelix striata* (Ehrenberg), *Globigerinelloides volutus* (White), *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), *Heterohelix navarroensis* Loeblich, *Hedbergella monmouthensis* (Olsson), *Hedbergella holmdelensis* Olsson *Heterohelix globrans* (Cushman).

Разные климатические зоны океана отличаются определенными особенностями видового состава планктонных фораминифер. Для каждого разреза, в соответствии с нашей методикой (Соколова, 2021), подсчитывается соотношение раковин видов, принадлежащих к разным климатическим группам. В разрезах, характеризующихся разными показателями этих соотношений, были развиты разные типы биоценозов, и в соответствующих осадках сформировались разные типы танатоценозов. По пространственному распространению типов танатоценозов были выделены широтно-климатические зоны (Соколова, 2021).

Эта работа последовательно проделана для срезов начала и конца раннего маастрихта. В результате выделены следующие типы танатоценозов: австралийский, промежуточный и тетический. Подробное описание этих танатоценозов приводится в ряде работ (Саидова, Соколова, 2023б; Соколова, 2009; Соколова, 2021 и др.).

1) Австралийский тип танатоценоза отличается низким видовым и особенно родовым разнообразием ПФ. В нем присутствуют не менее десяти видов умеренной группы, среди которых доминируют представители рода *Hedbergella*. Численность раковин видов умеренной группы доходит до 65 %. Наряду с видами умеренной группы, встречаются раковины субтропических видов. Это преимущественно планоглобулины и бескилевые, слабоскульптурованные глоботрунканиды, раковины которых составляют не более 30 %. Важнейшей чертой этого типа танатоценоза является полное отсутствие видов тропической группы. Этот тип танатоценоза распространен в высоких широтах в районе северной части поднятия Лорд-Хау.

2) Промежуточный тип танатоценоза характеризуется многообразием видов всех климатических групп. 11–25 видов ПФ относятся к субтропической группе, среди последних встречаются виды, имеющие узкое широтное распространение и не вошедшие в климатический ряд. Численность раковин субтропической группы составляет до 45 %. На долю раковин тропических и умеренных видов приходится в сумме около 32–35 %.

3) В *тетическом типе* танатоценоза доминируют особи тропической группы (7–11 видов). Численность их раковин колеблется от 35 до 50 % от общего количества раковин ПФ. Численность раковин субтропической группы характеризуется 30–40 %. Раковины видов умеренной группы составляют не более 10 %. В разрезах некоторых скважин эти виды представлены единичными экземплярами (Соколова, 2009; Соколова, 2021).

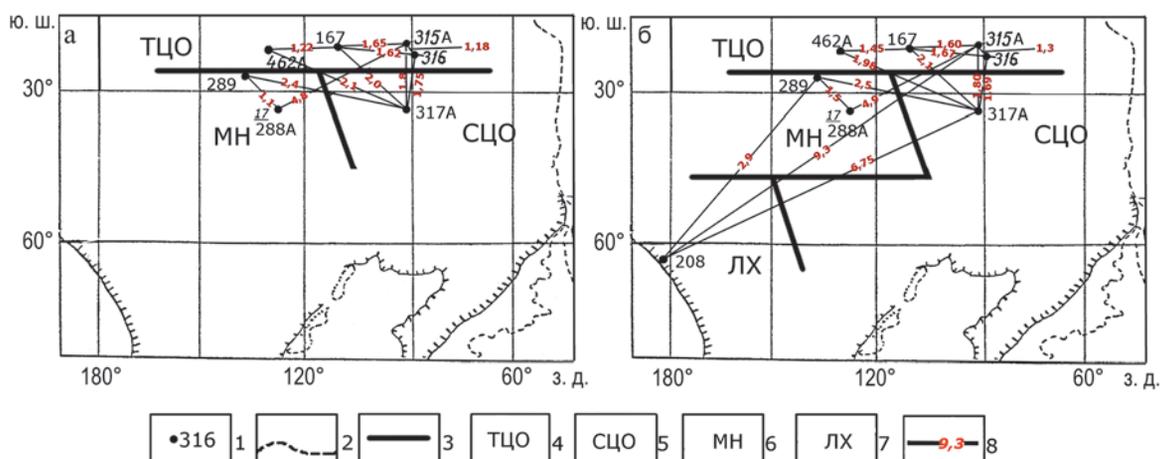


Рис. 1 – Области распространения неритических региональных и океанических типов фаун в начале (а), конце (б) раннего маастрихта: 1 – скважины глубоководного бурения; 2 – границы континентов; 3 – границы распространения различных типов фаун; 4–7– типы фаун: 4, 5 – океанические: 4 – тропическая центральная, 5 – субтропическая центральная, 6, 7 – неритические региональные: 6 – меланезийская, 7 – лордхау; 8 – величина различия видового состава комплексов ПФ

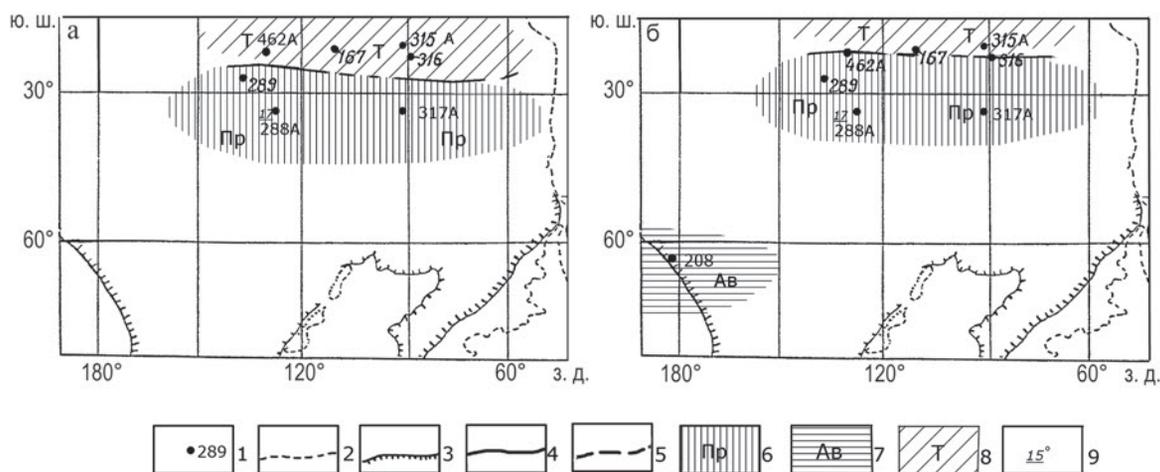


Рис. 2 – Климатическая зональность в начале (а), конце (б) раннего маастрихта: 1 – скважины глубоководного бурения; 2 – границы континентов; 3 – границы шельфа; 4, 5 – границы климатических зон: 4 – достоверные, 5 – гипотетические; 6–8 – климатические зоны: 6 – промежуточная, 7 – австралийная, 8 – тетическая; 9 – палеотемпературы

По пространственному распространению типов танатоценозов для изученных срезов выделены климатические зоны, каждой из которых соответствует определенный тип водной массы. Границы природных (климатических) зон проводились в соответствии с нашей методикой (Соколова, 2021) на равном расстоянии между точками, в которых выявлены разные типы танатоценозов (например, на рисунке 2а граница тетической и промежуточной зон проведена между скважинами DSDP Site 462 и 289 или через точку с переходным подтипом танатоценоза (рисунок 2б DSDP Site 313) (Соколова, 2021). Выполненные реконструкции подтверждаются данными изотопно-кислородного исследования, как собственными (Захаров и др., 2004; Zakharov et al., 2006), так и опубликованными ранее (Falzoni et al., 2016).

Предлагаемая методика (Соколова, 1998) была неоднократно апробирована (Копеевич, Соколова, 2003; Соколова, 2005, 2018, 2019, 2021).

### **Распределение ПФ в разрезах, датированных началом раннего маастрихта (верхняя часть зоны *Gansserina gansseri*)**

Отложения, вскрытые разрезом скважины DSDP Site 167, представлены достаточно разнообразным составом ПФ. Тропическая группа включает виды: *Contusotruncana patelliformis* (Gandolfi), *C. plicata* (White), *Pseudoguembelina costulata* (Cushman), *Globotruncana rosetta* (Carsey), *Rugotruncana subcircumnadifer* Gandolfi, *Gansserina gansseri* (Bolli), *Pseudotextularia deformis* (Kikoine). Общая численность раковин видов тропической группы составляет 40 %. Обращает на себя внимание то, что у большинства видов *C. patelliformis* (Gandolfi) пупочный киль выражен крайне незначительно и практически исчезает на последних камерах. Эта морфологическая особенность у некоторых особей данного вида была отмечена ранее (Саидова, Соколова, 2023б) в подстилающих позднекапанских отложениях разреза этой скважины. Кроме того, в раннемаастрихтском комплексе ПФ выявлены виды субтропической группы: *Globotruncana trinidadensis* Gandolfi, *G. esnehensis* Nakkady, *G. arca* (Cushman), *Rugoglobigerina milamensis* Smith and Pess, *R. hexacamerata* Bronnimann, *Globotruncanita angulata* (Tiley), *G. conica* (White), *Pseudoguembelina palpebra* Bronnimann and Blow. Суммарная численность их раковин составляет 31 %. Виды *H. monmouthensis* (Olsson) и *G. subcarinatus* (Bronnimann), принадлежащие к умеренной группе, представлены несколькими раковинами. Данный танатоценоз относится к тетическому типу.

Несколько западней изучаемые отложения вскрыты скважиной DSDP Site 462А. В разрезе присутствуют виды ПФ, отличающиеся крупной раковиной, имеющей шиповатую структуру и, зачастую, снабженную киями. Из этих видов многие принадлежат к тропической группе: *Globotruncana rosetta* (Carsey), *G. aegyptiaca* Nakkady, *Pseudotextularia elegans* (Rzehak) *Contusotruncana patelliformis* (Gandolfi), *C. plicata* (White), *Rugotruncana subcircumnadifer* Gandolfi, *Gansserina gansseri* (Bolli), *Pseudoguembelina excolata* (Cushman). Количество их раковин составляет 41 %. Виды

*C. patelliformis* (Gandolfi) и *G. rosetta* (Carsey) доминируют. Раковины субтропической группы, большинство из которых представлено видами: *Globotruncana arca* (Cushman), *G. falsostuarti* Sigal, *Globotruncanita pettersi* (Gandolfi), *G. conica* (White), *Rugoglobigerina hexacamerata* Bronnimann, *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), составляют по численности 30 %. Количество раковин видов умеренной группы: *H. holmdelensis* Olsson и *G. volutus* (White) не превышает 5 %. Рассмотренный танатоценоз, как и вышеописанный, принадлежит к тетическому типу.

Одновозрастный комплекс фауны из отложений, вскрытых в районе южной оконечности цепи островов Лайн (DSDP Sites 315A и 316), также характеризуется чертами тетического типа танатоценоза. Однако видовой состав ПФ в нем несколько отличается от вышеописанного. Среди представителей тропической группы больше раковин видов *Pseudoguembelina costulata* (Cushman), *P. excolata* (Cushman). Встречаются раковины вида *Pseudotextularia deformis* (Kikoine). Эти виды в отложениях скважин 167 и 462A зарегистрированы как редкие экземпляры, а виды *Globotruncana rosetta* (Carsey) и *Contusotruncana patelliformis* (Gandolfi), доминирующие в вышеописанных разрезах, представлены в скважинах 315A и 316 единичными раковинами. Суммарная численность раковин видов тропической группы составляет 40 %, а субтропической – 35 %. Систематический состав последних обогащен видами, которые в описанных выше отложениях не встречались: *Globotruncana dupeblei* (Caron, Rob), *G. insignis* Gandolfi, *Planoglobulina acervulinoides* (Egger), *P. carseyae* (Plummer), *Globotruncanella petaloidea* (Gandolfi) и *G. havanensis* (Voorwijk). У ряда представителей вида *G. petaloidea* на спиральной стороне камеры имеется овальное, а не обычное для этого вида округлое очертание. Особи умеренной группы *G. subcarinatus*, *Heterohelix striata* и *H. holmdelensis* представлены всего девятью экземплярами.

Отложения, вскрытые скважинами 167, 315A, 316 и 462A, характеризуются тропической центральной океанической фауной ПФ, отличающейся выше описанным видовым соотношением. Эта фауна встречается в центральной части океана. Южная граница ее распространения проходит в районе 20° южной палеошироты (рисунок 1а). Величина различия видового состава комплексов скважин 462A и 167 составляет 1.22, величина различия комплексов скважин 315A и 316 – 1.18, а величина различия комплексов скважин 315A и 167 достигает 1.65. Все эти данные нанесены на карту (рисунок 1а).

ПФ из отложений верхней части зоны *Gansserina gansseri*, вскрытые на плато Манихики скважиной DSDP Site 317A, отличаются чрезвычайным разнообразием видовых и родовых таксонов ПФ. Преобладают раковины видов субтропической группы: *Globotruncana trinidadensis* Gandolfi, *G. esnehensis* Nakkady, *G. arca* (Cushman), *G. falsostuarti* Sigal, *G. dupeblei* (Caron and Rob), *G. insignis* Gandolfi, *Rugoglobigerina milamensis* Smith and Pess, *R. rugosa* (Plummer), *R. hexacamerata* Bronnimann, *Pseudoguembelina palpbra* Bronnimann and Blow, *Globotruncanella petaloidea* (Gandolfi), *G. havanensis* (Voorwijk), *Globotruncanita conica* (White), *G. stuartiformis* (Dalbiez), *Globotruncanita stuarti* (Lapparent), *Planoglobulina carseyae* (Plummer), *P. acervulinoides* (Egger). Суммарная численность раковин названных выше видов достигает 42 %.

Систематический состав видов умеренной и тропической групп тоже весьма разнообразен. Раковины последних, преимущественно: *Globotruncana aegyptiaca*, *G. rosetta*, *Gansserina gansseri*, *Contusotruncana patelliformis*, *C. Plicata* и *R. subcircumnadifer*, составляют 20 % по численности, а представители умеренной группы: *Globigerinelloides subcarinatus* (Bronnimann), *G. volutus* (White), *Rugoglobigerina rotundata* Bronnimann, *Heterohelix punctulata* (Cushman), *H. striata* (Ehrenberg), *H. navarroensis* Loeblich и *Hedbergella holmdelensis* Olsson – 15 %. Такой танатоценоз мог сформироваться только в условиях промежуточной природной зоны и представляет собой субтропическую центральную океаническую фауну. Величина различия данного танатоценоза с комплексами тропической центральной фауны составляет 1.75 для скважины 316 и 1.80, 2.1 и 2.0 для скважин 315А, 462А и 167 соответственно (рисунок 1а).

В акватории Меланезийской котловины раннемаастрихтские отложения изучены в двух разрезах (DSDP Sites 288А и 289). В этом районе доминируют виды субтропической группы. Численность их раковин составляет 43 %. Раковины тропической и умеренной групп представлены в равных количествах по 18 %. Такое соотношение климатических групп позволяет отнести выявленный танатоценоз к промежуточному типу. Однако родовой состав ПФ не отличается разнообразием. Доминируют раковины рода глоботрункана. Субтропическая группа представлена видами: *Globotruncana trinidadensis* Gandolfi, *G. esnehensis* Nakkady, *G. arca* (Cushman), *G. falsostuarti* Sigal, *G. dupeublei* (Caron and Rob), *G. insignis* Gandolfi, *Planoglobulina carseyae* (Plummer) и *Rugoglobigerina milamensis* Smith and Pess. Основную часть тропической группы составляют раковины рода глоботрункана: *G. rosetta* и *G. aegyptiaca*, встречаются немногочисленные представители видов *R. subcircumnadifer* и *C. patelliformis*. Умеренная группа тоже не отличается таксономическим разнообразием ПФ: *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), *H. navarroensis* Loeblich, *Globigerinelloides volutus* (White), *G. subcarinatus* (Bronnimann), *Hedbergella monmouthensis* (Olsson). Описанный комплекс фауны может быть охарактеризован как несколько обедненный промежуточный тип танатоценоза.

В отложениях, вскрытых скважинами 288А и 289, выявлена Меланезийская неритическая региональная фауна. Комплексы ПФ скважин 288А и 289 практически одинаковы. Величина различия их видового состава составляет 1.1 (рисунок 1а). Различие видового состава ПФ Меланезийской неритической региональной (скв. 289) с океаническими Тропической центральной (скв. 315А) и Субтропической центральной (скв. 317А) фаунами достигает 4.8 и 2.4 соответственно.

### **Распределение ПФ в разрезах, датированных концом раннего маастрихта (зона *Contusotruncana contusa*)**

Танатоценоз ПФ, развитый в конце раннего маастрихта на поднятии Магеллана (скв. 167) характеризуется тропическим типом ПФ. Но сформировался он, наверное, в менее тепловодных условиях, чем описанный выше комплекс из подстилающих

отложений. Этот вывод подтверждается тем, что количество раковин тропической группы уменьшилось до 38 %, а субтропической – возросло до 35 %. Тропическая группа обогащается видами *Contusotruncana contusa* (Cushman) и *Pseudoguembelina excolata* (Cushman), раковин вида *Pseudotextularia deformis* (Kikoine) становится больше. Виды *Contusotruncana plicata* (White) и *Rugotruncana subcircumnadifer* Gandolfi представлены единичными раковинами (в подстиляющих отложениях их было больше). Умеренная группа по-прежнему представлена единичными раковинами, что свойственно тетическому типу танатоценоза. Однако видовой состав этой группы стал немного более разнообразен: *Hedbergella monmouthensis* (Olsson), *H. holmdelensis* Olsson, *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg) и *Globigerinelloides subcarinatus* (Bronnimann).

В комплексе ПФ из отложений зоны *Contusotruncana contusa*, вскрытых скважиной DSDP Site 462A, так же, как и в подстиляющей толще, доминируют крупные килевые раковины, стенки которых имеют большое количество пор. Эти виды относятся к субтропической и тропической группам. Однако резкого преобладания последних уже не наблюдается. Численность раковин тропической группы: *Pseudoguembelina excolata* (Cushman) *Contusotruncana contusa* (Cushman), *C. plicata* (White), *C. patelliformis* (Gandolfi), *R. subcircumnadifer* Gandolfi (три последних вида представлены единичными экземплярами), *Globotruncana aegyptiaca* Nakkady, *G. rosetta* (Carsey), *P. elegans* (Rzehak) и *Gansserina gansseri* (Bolli) составляет 39 %. Субтропические виды представлены, преимущественно, раковинами *G. arca* (Cushman). Кроме того состав субтропической группы обогащен видами *G. havanensis* (Voorwijk), *Planoglobulina acervulinoides* (Egger), *P. carseyae* (Plummer), *Rugoglobigerina hexacamerata* Bronnimann, *R. rugosa* (Plummer), *Globotruncanita pettersi* (Gandolfi) и *G. stuarti* (Lapparent). Суммарное количество раковин этих видов достигает 35 %. Численность мелких бескилевых раковин видов, относящихся к умеренной группе: *Hedbergella monmouthensis* (Olsson), *H. holmdelensis* Olsson *Heterohelix globrans* (Cushman), *H. striata* (Ehrenberg), *Globigerinelloides volutus* (White) возрастает до 17 %. Описанный танатоценоз можно охарактеризовать как переходный от промежуточного к тетическому. Отнести его к тетическому типу не позволят высокий показатель численности умеренных видов.

Комплекс ПФ, сформировавшийся в конце раннего маастрихта в районе южной оконечности цепи островов Лайн (DSDP Sites 315A), весьма незначительно отличается от описанного выше комплекса подстиляющих отложений. Тропическая группа обогащается раковинами *Contusotruncana contusa* (Cushman), возрастает численность раковин *Pseudotextularia deformis* (Kikoine) и *Pseudoguembelina excolata* (Cushman), а виды *Pseudotextularia elegans* (Rzehak) и *Contusotruncana plicata* (White) представлены единичными раковинами. Суммарная численность раковин видов тропической группы по-прежнему составляет 40 % а субтропической – увеличивается до 36 %. В составе субтропической группы появляются раковины видов *Planoglobulina brazoensis* Martin и *Ventilabrella multicamerata* de Kaslz. Виды умеренной группы, в основном *Hedbergella holmdelensis* Olsson, представлены единичными экземплярами. В этом регионе по-прежнему господствует тетический тип танатоценоза.

В разновозрастном комплексе фауны из отложений, вскрытых скважиной DSDP Site 316, тоже преобладают теплолюбивые виды. Среди представителей тропической группы доминируют: *Pseudoguembelina excolata* (Cushman), *Pseudotextularia deformis* (Kikoine), *Gansserina gansseri* (Bolli), *G. rosetta* (Carsey), *G. aegyptiaca* Nakkady, *Rugotruncana subcircumnadifer* Gandolfi, *C. contusa* (Cushman), *C. patelliformis* (Gandolfi). Общая численность тропических видов составляет 39 %. Численность видов субтропической группы: *Globotruncana arca* (Cushman), *G. trinidadensis* Gandolfi, *G. esnehensis* Nakkady, *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), *Rugoglobigerina milamensis* Smith and Pess, *R. hexacamerata* Bronnimann, *Globotruncanita stuarti* (Lapparent), *G. pettersi* (Gandolfi), *Globotruncanella havanensis* (Voorwijk), *Planoglobulina carseyae* (Plummer), *Ventilabrella multicamerata* de Kaslz составляет 35 %. Состав умеренной группы становится более разнообразным: *G. volutus* (White), *H. holmdelensis* Olsson, *H. monmouthensis* (Olsson), *H. navarroensis* Loeblich *H. striata* (Ehrenberg), суммарная численность их раковин возрастает до 18 %. Описанный танатоценоз, вероятно, относиться к переходному от промежуточного к тетическому подтипу.

В скважинах 462A, 316, 315A и 167 изучена Тропическая центральная океаническая фауна. Величина различия видового состава комплексов скважин 315A и 167 уменьшается (по сравнению с величиной, вычисленной для комплексов подстилающих отложений) и составляет 1.60, а величина различия комплексов скважин 315A и 316 увеличивается и достигает 1.3. Величина различия комплексов скважин 167 и 462A тоже становится больше (1.45) (рисунок 16).

В разрезе скважины DSDP Site 317A так же, как в подстилающей толще, выявлен чрезвычайно разнообразный и полный комплекс ПФ. Преобладают раковины видов субтропической группы: *Globotruncana arca* (Cushman), *G. falsostuarti* Sigal, *G. dupeublei* (Caron and Rob), *G. insignis* Gandolfi, *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), *R. hexacamerata* Bronnimann *Pseudoguembelina palpbra* Bronnimann and Blow, *Globotruncanella petaloidea* (Gandolfi), *G. havanensis* (Voorwijk), *Globotruncanita conica* (White), *G. stuartiformis* (Dalbiez), *Globotruncanita stuarti* (Lapparent). Больше становится раковин видов *Planoglobulina carseyae* (Plummer), *P. acervulinoides* (Egger), появляются виды *Planoglobulina brazoensis* Martin и *Ventilabrella multicamerata* de Kaslz, невыявленные в подстилающих отложениях этого разреза. Доминируют крупные раковины вида *Globotruncanita stuarti* (Lapparent) с характерной конически выпуклой пупочной стороной. Количество раковин видов, относящихся к субтропической группе, – 44 %. Видовой состав представителей тропической и умеренной групп изменяется незначительно. Тропическая группа обогащается несколькими раковинами вида *Contusotruncana contusa* (Cushman), а виды *Contusotruncana plicata* (White) и *Gansserina gansseri* (Bolli) не выявлены. Соотношение количества раковин тропической и умеренной групп в танатоценозе зоны *Contusotruncana contuse* меняется на противоположное. Численность раковин умеренной группы составляет 20 %, а тропической – 16 %. Изученный танатоценоз характеризуется чертами промежуточного типа и представляет Субтропическую центральную океаническую фауну. Ее величина различия с комплексами Тропической центральной

фауны (скв. 167, 315А) остается практически неизменной (по сравнению с величиной, вычисленной для подстилающих отложений) и составляет соответственно 2.1 и 1.80. Различия с комплексами скважин 316 и 462А уменьшаются до 1.69 и 1.98 соответственно (рисунок 16).

В районе Меланезийской котловины (скв. 288А) отложения конца нижнего маастрихта обогащены преимущественно крупными раковинами, относящимися к субтропической группе. Численность экземпляров составляет 40 %. Однако систематический состав субтропической группы менее разнообразен, чем в начале раннего маастрихта: *P. carseyae* (Plummer), *R. hexacamerata* Bronnimann, *G. arca* (Cushman), *G. falsostuarti* Sigal, *G. dupeublei* (Caron and Rob). В составе тропической группы по-прежнему много раковин *G. aegyptiaca* Nakkady и *G. rosetta* (Carsey), встречаются единичные раковины *Pseudoguembelina costulata* (Cushman) и *Contusotruncana contusa* (Cushman). Умеренная группа представлена преимущественно видами: *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), *H. globrans* (Cushman), *Globigerinelloides subcarinatus* (Bronnimann), *Rugoglobigerina rotundata* Bronniman, *Hedbergella holmdelensis* Olsson. Количество экземпляров умеренной и тропической групп в комплексе ПФ незначительно отличается, составляя 22 и 18 % соответственно. Это присуще промежуточному типу танатоценоза, но данный танатоценоз является несколько обедненным.

Аналогичный тип танатоценоза представлен в одновозрастных отложениях, вскрытых тоже в Меланезийской котловине скважиной DSDP Site 289. Однако в акватории, где он сформировался, было, наверное, немного теплей, чем в районе образования танатоценоза скважины 288А. В пользу предположения свидетельствует то, что соотношение количества особей ПФ тропической и умеренной групп изменилось на противоположное и то, что систематический состав тропических видов обогащается несколькими экземплярами *Rugotruncana subcircumnadifer* Gandolfi и *Contusotruncana patelliformis* (Gandolfi).

Меланезийская неритическая региональная фауна выявлена в отложениях конца раннего маастрихта, вскрытых скважинами 288А и 289. Величина различия их видового состава увеличивается (по сравнению с величиной, вычисленной для подстилающих отложений) и составляет 1.5. Состав ПФ Меланезийской котловины (скв. 288А) существенно отличается от состава Тропической центральной океанической фауны (скв. 315А) (Величина «В» увеличивается до 4.9). Между региональной (скв. 289) и Субтропической центральной океанической (скв. 317А) фаунами эта величина составляет 2.5 (рисунок 16).

Несколько южнее в северной части поднятия Лорд-Хау скважиной DSDP Site 208 вскрыты отложения, датируемые зоной *Contusotruncana contusa*. Комплекс ПФ, отобранный из образцов этих отложений, не имеет аналогов ни с одним из описанных выше комплексов. Он на 85 % состоит из мелких, лишенных дополнительных скелетных образований, раковин умеренной группы: *H. striata* (Ehrenberg), *H. globulosa* (Ehrenberg), *Rugoglobigerina rotundata* Bronniman, *G. volutus* (White), *Hedbergella holmdelensis* Olsson, *G. subcarinatus* (Bronnimann) и *H. monmouthensis* (Olsson).

Большинство раковин последнего вида имеют грубо-шероховатую поверхность и очень маленькую раковину (диаметр не более 0.25 мм). Умеренные виды представлены девятью шестью единицами. Субтропические экземпляры *R. rugosa* (Plummer), *G. petaloidea* (Gandolfi), *R. hexacamerata* Bronnimann – малочисленны (20 раковин). Их суммарный состав – 14 %. Виды тропической группы отсутствуют. Описанный танатоценоз, вероятно, относится к австралийскому типу и представляет собой Лордхау неритическую региональную фауну. Величина различия ее видового состава и состава комплексов Меланезийской неритической региональной фауны (скв. 289) составляет 2.9. Различие видового состава Лордхау неритической региональной (скв. 208) и Субтропической центральной океанической (скв. 317А) фаун составляет 6.75, а комплексов скважины 208 и Тропической центральной океанической (скв. 315А) фаун достигает 9.3 (рисунок 1б).

Исследование вышеописанного материала показало, что в распределении танатоценозов ПФ по разрезу существуют определенные закономерности.

1. Верхняя часть зоны *Gansserina gansseri* характеризуется осадками, обогащенными крупными, преимущественно сильно скульптурированными, тропическими раковинами ПФ. Эта фауна представлена глоботрунканами, псевдотекстуляриями, псеудогумбелинами, руготрунканами и генсеринами. В разрезах DSDP Sites: 316, 315А, 462А и 167 тропическая фауна распространена особенно широко (до 41 %). Количество субтропических особей отмечено в диапазоне от 30 до 35 %, а умеренных – менее 8 %. Тропическая центральная океаническая фауна ПФ в изученном регионе характеризуется тетическим типом танатоценоза. Отложения того же возраста в районе плато Манихики (DSDP Site: 317А) тоже отличаются обилием тепловодных таксонов ПФ. Однако доминирующее значение приобретают раковины субтропической группы (42 %) – это преимущественно различные глоботрунканы, ругоглобигерины и крупные однокилевые глоботрунканыты. Раковины редких видов, не вошедших в климатический ряд, составляют 12 %. Умеренные и тропические виды по численности раковин представлены 15 и 20 %. Это характерно для промежуточного типа танатоценоза, Субтропической центральной океанической фауны ПФ. В акватории Меланезийской котловины (скважины 288А и 289) наблюдаются, аналогичные описанным выше, количественные характеристики умеренных, тропических и субтропических видов ПФ (18, 18 и 43 % соответственно). Но танатоценоз ПФ данных пород не демонстрирует столь богатого таксономического многообразия, как комплекс, выявленный в районе плато Манихики. Это позволяет предположить, что описанный промежуточный тип танатоценоза Меланезийской неритической региональной фауны отличается некоторой обедненностью.

2. Выше по разрезу (зона *Contusotruncana contuse*) комплекс фауны, отмеченный доминированием раковин тропической группы и второстепенным значением, не более 10 % холодноводных примитивных представителей умеренной группы, выявлен только в двух разрезах (DSDP Sites: 167 и 315А). Там по-прежнему развит тетический тип танатоценоза, представленный Тропической центральной океанической фауной ПФ. В южной же части области распространения Тропической

центральной океанической фауны, скважины (DSDP Sites: 462A и 316) вскрывают отложения, обогащенные крупными теплолюбивыми видами ПФ тропической и субтропической групп. Их раковины представлены в соотношениях 38 к 35 % соответственно. Состав умеренной группы становится более разнообразным. Раковины мелких примитивных таксонов: *Hedbergella*, *Heterohelix* и *Globigerinelloides* составляют до 18 % (переходный от промежуточного к тетическому подтип танатоценоза). Область распространения Меланезийской неритической региональной фауны, вскрытая скважинами DSDP Sites: 288A и 289, в конце раннего маастрихта по-прежнему характеризуется несколько обедненным промежуточным типом танатоценоза. Однако систематический состав ПФ в этих скважинах не одинаков (как в подстилающих отложениях). Танатоценоз, развитый в северной части Меланезийской котловины (скв. 289), был сформирован, вероятно, в условиях незначительно более тепловодных. В танатоценозе скважины 288A численность раковин умеренной группы на 4 % выше, чем тропической. В северной части Меланезийской котловины это соотношение меняется на противоположное. Кроме того, в разрезе скважины 289 обнаружены тропические виды: *C. patelliformis* (Gandolfi) и *R. subcircumnadifer* Gandolfi, которых не было в отложениях, вскрытых скважиной 288A. Резкое преобладание раковин примитивных таксонов умеренной группы над субтропическими ПФ (соотношение 85 к 14 %) и полное отсутствие тропических особей наблюдается исключительно в верхней части разреза в северной части поднятия Лорд-Хау. В этом регионе господствует австралийский тип танатоценоза, представляющий собой Лордхау неритическую региональную фауну.

### Перемещение границ климатических зон в исследуемой акватории

Исследование природной зональности верхней части зоны *Gansserina gansseri* (рисунок 2а) выявило, что начало раннего маастрихта ознаменовалось продолжением предшествующего ему сильного похолодания, известного как кампан-маастрихтское пограничное событие (СМВЕ). В предэкваториальной части исследуемой акватории (DSDP Sites: 316, 315A, 462A и 167) наблюдается тетический тип танатоценоза. Южная граница его распространения располагается на востоке изученной акватории, палеоширота 25° ю. ш., а на западе – смещается к 20° ю. ш. Этот район является областью распространения Тропической центральной океанической фауны ПФ.

Видовой состав танатоценозов ПФ внутри тетической зоны характеризуется величиной различия не более 1.65 (рисунок 1а). Южнее распространена промежуточная климатическая зона. В районе Меланезийской котловины (DSDP Site 288A) температура поверхностных вод в начале раннего маастрихта не поднималась выше 17 °С, что подтверждается собственными результатами изотопно-кислородного анализа (Zakharov et al., 2006; 2007). Меланезийская неритическая региональная (МН) и Субтропическая центральная океаническая (СЦО) фауны ПФ наблюдаются в акватории промежуточной зоны. Различие в видовом составе планктонных фораминифер

в пределах района распространения Меланезийской неритической региональной фауны составляет 1.1; между комплексами ПФ МН и СЦО – 2.4, а между (МН) и (ТЦО) достигает 4.8 (рисунок 1а).

В конце позднего маастрихта (фаза *Contusotruncana contusa*) (рисунок 2б) похолодание несколько усилилось. Тетический тип танатоценоза отмечен только в разрезах (DSDP Sites: 315A и 167). Граница тетической и промежуточной зон сдвинулась на 5° к северу. Она проведена по точкам с переходным от тетического к промежуточному подтипом танатоценоза (DSDP Sites 462A и 316). Вся эта акватория характеризуется Тропической центральной океанической фауной ПФ. Самая большая в этой акватории величина различия комплексов ПФ (1.67) отмечена между точками с тетическим типом танатоценоза и переходным от тетического к промежуточному подтипу (рисунок 1б). Южнее по-прежнему господствует промежуточная климатическая зона, характеризующаяся двумя областями распространения фауны ПФ: Меланезийской неритической региональной (МН) и Субтропической центральной океанической (СЦО). Различие видового состава комплексов ПФ внутри области МН возросло до 1.5. В южной части этого региона похолодало. Величина различия видового состава между комплексами ПФ МН и СЦО возрастает до 2.5, а между (МН) и (ТЦО) составляет 4.9 (рисунок 1б).

В северной части поднятия Лорд-Хау в конце раннего маастрихта выявлена австралийская климатическая зона, характеризующаяся однообразным холодноводным комплексом ПФ, названным Х. М. Саидовой Лордхау неритической региональной фауной (ЛХ) (Саидова, 1980). Величина различия видового состава между комплексами ПФ ЛХ и ТЦО достигает 9.3 (рисунок 1б).

Продолжение позднекампанского похолодания в раннем маастрихте зафиксировано в разных регионах: на возвышенности Шатского (Jung et al., 2012); в Атлантическом океане (Falzoni et al., 2016); в Европе (Niebuhr et al., 2011); в Крымско-Кавказском регионе (Яковишина и др., 2022); на северной окраине Донбаса (Беньямовский и др., 2014); в области Ульяновско-Саратовского прогиба (Габдуллин и др., 2021). В районе Америки и на Аляске в начале маастрихта поверхностный слой вод не прогревался более чем до 15 °С – (собственные данные) (Zakharov et al., 2006; 2007).

В результате проведенного микропалеонтологического исследования удалось выявить изменения климата, происходившие в южной части Тихого океана в течение раннего маастрихта.

## Выводы

1. В раннем маастрихте природные условия в пределах изученной акватории не были типичными для позднего мела. Продолжилось и усилилось похолодание, которое, согласно нашим предыдущим исследованиям, началось в конце позднего кампана в районе Срединно-Тихоокеанских гор (Саидова, Соколова, 2023б; Соколова, 2023) и проявилось в начале маастрихта в бассейне Меланезийской котловины и на плато Манихики (Тихий океан) (Саидова, Соколова, 2023а; Соколова, 2024).

2. В начале раннего маастрихта в южной части Тихого океана существовали две природные зоны: промежуточная и тетическая. Южная граница последней намечалась в восточной части акватории на палеошироте 25° ю. ш., а в западной – смещалась к 20° ю. ш. В середине позднего кампана тетическая зона в Тихом океане простиралась до 35° ю. ш. (Саидова, Соколова, 2023б).

3. Тенденция к похолоданию незначительно усилилась к концу раннего маастрихта. Северная граница области распространения промежуточного танатоценоза переместилась к палеоэкватору на 5°. Южнее 60° ю. ш. в северной части поднятия Лорд-Хау наметилась австралийская зона. В подстилающих отложениях Тихого океана эта зона не выявлена. Однако, в Атлантическом и Индийском океанах она существовала и расширялась в течении позднего кампана (Соколова, 2019).

4. По различию таксономического состава маастрихтские планктонные фораминиферы разделяются на: Субтропическую и Тропическую океанические и региональные неритические: Лордхау и Меланезийскую фауны. Согласно нашим предшествующим исследованиям (Саидова, Соколова, 2023б), в середине позднего кампана в Тихом океане по таксономическому составу были выделены только океанические фауны, а в конце позднего кампана, кроме океанических, существовала Неритическая меланезийская фауна.

Внутри акватории распространения каждой из этих групп фауны видовое различие ПФ не превышает 1.67. Между субтропическими и тропическими типами фауны эта величина увеличивается до 2.10. Величина различия между комплексами ПФ из разных неритических региональных типов фауны составляет 2.9. Наибольшие величины различия (6.75 и 9.3) были отмечены между комплексами планктонных фораминифер, выявленных в акваториях распространения региональной Лордхау и океанической фаун.

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках государственного задания (тема № FMWE-2024-0019).

### Список литературы

1. *Бараи М. С.* Четвертичная палеоокеанология Атлантического океана. М.: Наука, 1988. 272 с.
2. *Беньямовский В. Н., Алексеев А. С., Подгаецкий А. В., Овечкина М. Н., Вишневская В. С., Копачевич Л. Ф., Пронин В. Г.* Верхний кампан – нижний маастрихт севера Ростовской области. Статья 2. Условия осадконакопления и палеогеография // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014. Т. 22. № 5. С. 77–96.
3. *Блюм Н. С., Соколова Е. А.* Климатическая зональность Тихого океана в миоцене по данным анализа комплексов планктонных фораминифер // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1987. Т. 62. Вып. 6. С. 116–130.
4. *Виноградов М. Е., Лисицын А. П.* Глобальные закономерности распределения жизни в океане и их отражение в составе донных осадков // Известия АН СССР. 1981. Серия 3. С. 5–25.

5. *Габдуллин Р. Р., Пузик А. Ю., Меренкова С. И., Мигранов И. Р., Бадулина Н. В., Иванов А. В., Казуров М. Д.* Литолого-геохимическая характеристика и палеоклиматические условия формирования верхнемеловых отложений эпиконтинентального бассейна Русской Плиты в районе Ульяновско-Саратовского прогиба // Вестник московского университета. 2021. Серия 4. Геология. № 2. С. 20–33.
6. *Захаров Ю. Д., Соколова Е. А., Смышляева О. П., Шигэта Я., Танабэ К., Маэда Х., Веливецкая Т. Г., Попов А. М., Игнатьев А. В., Афанасьева Т. Б.* Новые данные по изотопам кислорода и углерода органических карбонатов и проблема парадоксально низких изотопных палеотемператур тропиков в маастрихте // Тихоокеанская геология. 2004. Т. 23. № 4. С. 54–72.
7. *Зоненшайн Л. П., Савостин Л. А., Седов А. П.* Глобальные палеогеодинамические реконструкции для последних 160 лет // Геотектоника. 1984. № 3. С. 3–16.
8. *Копяевич Л. Ф., Соколова Е. А.* Сравнение ориктоценозов маастрихтских планктонных фораминифер из некоторых скважин Атлантического океана и эпиконтинентальных бассейнов Прикаспия // Океанология. 1992. Т. 32. Вып. 2. С. 316–325.
9. *Копяевич Л. Ф., Соколова Е. А.* Сравнение комплексов сантонских планктонных фораминифер из скважин Атлантического океана и некоторых эпиконтинентальных бассейнов Северного полушария // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2003. Т. 78. Вып. 5. С. 60–70.
10. *Оськина Н. С., Иванова Е. В., Блюм Н. С.* Климатическая зональность Атлантического, Индийского и Тихого океанов в плиоцене // Докл. АН СССР. 1982. Т. 264. № 2. С. 400–407.
11. *Саидова Х. М.* Бентосные фораминиферы Мирового океана (зональность и количественное распределение). М.: Наука, 1976. 155 с.
12. *Саидова Х. М.* Палеогеографические реконструкции мезозоя Тихого океана по фораминиферам // Тез. докл. IV Всесоюзной школы морской геологии М., 1980. Т. 1. С. 65–66.
13. *Саидова Х. М.* Экология современных и голоценовых бентосных фораминифер, биохроностратиграфия и палеосреда Белого моря // Система Белого моря. М.: Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, 2017. С. 876–902.
14. *Саидова Х. М., Соколова Е. А.* Палеобиогеографические реконструкции для раннего маастрихта по планктонным фораминиферам в Тихом океане // Геология морей и океанов: Материалы XXV Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. М.: ИО РАН, 2023а. Т. 4. С. 98–102.
15. *Саидова Х. М., Соколова Е. А.* Палеобиогеографические реконструкции для конца позднего кампана по планктонным фораминиферам в Тихом океане // Океанологические исследования. 2023б. Т. 51. № 2. С. 48–69. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2023.51\(2\).3](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2023.51(2).3).
16. *Соколова Е. А.* Палеоокеанологические реконструкции Тихого океана для конца позднего мела (маастрихт) по планктонным фораминиферам. М., 1998. 174 с. Деп. в ВИНТИ 26.05.98. № 1351–98.
17. *Соколова Е. А.* Климатическая зональность Атлантического и Индийского океанов в позднем туроне, каньяке и сантоне по планктонным фораминиферам // Меловая система России и Ближайшего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Сборник научных трудов. СПб: Изд-во НИИЗК СПбГУ, 2005. С. 102–110.
18. *Соколова Е. А.* Миграция климатических зон в Атлантическом океане и прилегающих регионах в среднем и позднем туроне по планктонным фораминиферам // Океанологические исследования. 2018. Т. 46. № 1. С. 102–114. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2018.46\(1\).8](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2018.46(1).8).

19. Соколова Е. А. Климатическая зональность Южного полушария в кампанское время по данным изучения планктонных фораминифер // *Океанологические исследования*. 2019. Т. 47. № 4. С. 128–142. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2019.47\(4\).8](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2019.47(4).8).
20. Соколова Е. А. Климатические колебания в средних широтах Северного полушария по данным изучения кампанских планктонных фораминифер // *Океанологические исследования*. 2021. Т. 49 № 2. С. 80–99. [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2021.49\(2\).8](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2021.49(2).8).
21. Соколова Е. А. Сопоставление разновозрастных комплексов планктонных фораминифер из кампанских отложений Тихого, Атлантического океанов и эпиконтинентальных бассейнах Северного полушария // *Материалы международной научной конференции XL сессии Палеонтологического общества НАН Украины. Эволюция органического мира как основа стратиграфии*. Киев, 2021а. С. 49–51.
22. Соколова Е. А. Аномальное климатическое явление в низких широтах Тихого океана в позднем кампане по планктонным фораминиферам // *Геология морей и океанов: Материалы XXIV Международной научной конференции (Школы) по морской геологии*. М.: ИО РАН, 2021б. Т. 1. С. 177–181.
23. Соколова Е. А. Эволюция комплексов кампанских планктонных фораминифер, как следствие палеоклиматических колебаний, на примере Срединно-Тихоокеанских гор // *Материалы. LXIX сессии Палеонтологического общества. Био- и геособытия в истории Земли*. Санкт-Петербург, 2023. С. 142–143.
24. Соколова Е. А. Сопоставление палеобиогеографических реконструкций, выполненных для раннего маастрихта по планктонным фораминиферам в бассейне Меланезийской котловины и плато Манихики (Тихий океан) // *Материалы LXX сессии Палеонтологического общества. Закономерности эволюции и биостратиграфия*. Санкт-Петербург, 2024. С. 155–156.
25. Яковичина Е. В., Копяевич Л. Ф., Беньямовский В. Н., Соколова Е. А. Генетические типы верхнемаастрихтских отложений горного Крыма // *Вестн. Моск. Ун-та. Серия 4: Геология*. 2008. № 3. С. 11–23.
26. Яковичина Е. В., Гречихина Н. О., Бордунов С. И., Копяевич Л. Ф. Маастрихтский разрез Кыз-Кермен (горный Крым): биостратиграфия и условия седиментации // *Вестник Московского университета. Серия 4: Геология*. 2022. № 5. С. 57–67.
27. *Bice K. L., Huber B. T., Norris R. D.* Extreme polar warmth during the Cretaceous greenhouse // *Paleoceanography*. 2003. Vol. 18. No. 2. P. 1–11.
28. *Briena C. L., Robinson S. A., Pancost R. D., Damsté J. S., Schoutende S., Lunt D. J., Alsenz H., Bornemann A., Bottini C., Brassell S. C., Farnsworth A., Forster A., Huber B. T., Inglis G. N., Jenkyns H. C., Linnertm C., Littlerm K., Markwick P., Wrobel N. E.* Cretaceous sea-surface temperature evolution: Constraints from TEX86 and planktonic foraminiferal oxygen isotopes // *Earth-Science Reviews*. 2017. Vol. 172. P. 224–247.
29. *Coccioni R., Premoli Silva I.* Revised Upper Albian–Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy) // *Newsletters on Stratigraphy*. 2015. Vol. 48. No. 1. P. 47–90.
30. *Falzone F., Petrizzo M. R., MacLeod K. G., Huber B. T.* Santonian–Campanian planktonic foraminifera from Tanzania, Shatsky Rise and Exmouth Plateau: species depth ecology and paleoceanographic inferences // *Marine Micropaleontology*. 2013. No. 103. P. 15–29.
31. *Falzone F., Petrizzo M. R., Clarke L. J., MacLeod K. G., Jenkyns H. C.* Long-term Late Cretaceous oxygen- and carbon-isotope trends and planktonic foraminiferal turnover: A new record from the southern midlatitudes // *GSA Bulletin*. 2016. Vol. 128. P. 1725–1735.

32. *Hay W.* Evolving ideas about the Cretaceous climate and ocean circulation // *Cretaceous Research*. 2008. Vol. 29. P. 725–753.
33. *Huber B. T., Petrizzo M. R., Watkins D. K., Haynes S. J., MacLeod K. G.* Correlation of Turoanian continental margin and deep-sea sequences in the subtropical Indian Ocean sediments by integrated planktonic foraminiferal and calcareous nannofossil biostratigraphy // *Newsletters on Stratigraphy*. 2017. Vol. 50. No. 2. P. 141–185 (45).
34. *Jung C., Voigt S., Friedrich O.* High-resolution carbon-isotope stratigraphy across the Campanian–Maastrichtian boundary at Shatsky Rise (tropical Pacific) // *Cretaceous Research*. 2012. Vol. 37. P. 177–185.
35. *Kopaevich L., Vishnevskaya V.* Cenomanian–Campanian (Late Cretaceous) planktonic assemblages of the Crimea–Caucasus area: Palaeoceanography, palaeoclimate and sea level changes // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2016. No. 441. P. 493–515.
36. *Niebuhr B., Hampton M. J., Gallagher L. T., Remin Z.* Integrated stratigraphy of the Krons Moor section (northern Germany), a reference point for the base of the Maastrichtian in the Boreal Realm // *Acta Geol. Polonica*. 2011. Vol. 61. No. 2. P. 193–214.
37. *Scotese C. R.* Jurassic and Cretaceous plate tectonic reconstructions // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 1991. Amsterdam. No. 87. P. 493–501.
38. *Thibault N., Harlou R., Schovsbo N. et al.* Upper Campanian–Maastrichtian nannofossil biostratigraphy and high resolution carbon isotope stratigraphy of the Danish Basin: Towards a standard  $\delta^{13}\text{C}$  curve for the Boreal Realm // *Cretaceous Res*. 2012. Vol. 33. P. 72–9020.
39. *Vishnevskaya V. S., Kopaevich L. F.* Microfossil assemblages as key to reconstruct sea-level fluctuations, cooling episodes and palaeogeography: The Albian to Maastrichtian of Boreal and Peri-Tethyan Russia. In: *Wagreich M., Hart M. B., Sames B. & Yilmaz I. O.* (eds) *Cretaceous Climate Events and Short-Term Sea-Level Changes*. Geological Society, London, Special Publications. 2020. Vol. 498. P. 165–187.
40. *Zakharov Y. D., Popov A. M., Shigeta Y., Smyshlyaeva O. P., Sokolova E. A., Nagenndra R., Velivetskaya T. G., Afanasyeva T. B.* New Maastrichtian oxygen and carbon isotope record: Additional evidence for warm low latitudes // *Geosciences Journal*. 2006. Vol. 10. No. 3. P. 339–359.
41. *Zakharov Y. D., Shigeta Y., Tanabe K., Iva Y., Smyshlyaeva O. P., Sokolova E. A., Popov A. M., Velivetskaya T. G., Afanasyeva T. B.* Campanian Climatic Change: Isotopic Evidence from Far East, North America, North Atlantic and Western Europe // *Acta Geologica Sinica*. 2007. Vol. 81. No. 6. P. 1049–1069.

Статья поступила в редакцию 04.10.2024, одобрена к печати 10.02.2025.

**Для цитирования:** *Соколова Е. А.* Палеобиогеография и широтно-климатическая зональность в раннем маастрихте по планктонным фораминиферам в Южном полушарии (Тихий океан) // *Океанологические исследования*. 2025. № 53 (1). С. 64–86. [https://doi.ocean.ru/10.29006/1564-2291.JOR-2025.53\(1\).4](https://doi.ocean.ru/10.29006/1564-2291.JOR-2025.53(1).4).

**PALEOBIOGEOGRAPHY AND LATITUDINAL-CLIMATIC ZONING  
IN THE EARLY MAASTRICHTIAN BASED ON PLANKTONIC  
FORAMINIFERA IN THE SOUTHERN HEMISPHERE (PACIFIC OCEAN)**

**E. A. Sokolova**

*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,  
36, Nakhimovskiy prospekt, Moscow, 117997, Russia,  
e-mail: sokolova@ocean.ru*

Core samples from eight deep-sea drilling holes were used to reconstruct the climatic conditions that existed during the Early Maastrichtian in the South Pacific. The study of the systematic composition of planktonic foraminifera made it possible to subdivide them into three groups and assign them to the Tethyan, intermediate and Austral types of thanatocenosis, respectively. Based on their territorial distribution, the position of climatic zones for sections of the beginning and end of the Early Maastrichtian has been established. Different climatic zones are characterized by different types of water masses. Throughout the entire age interval under consideration, two climatic zones existed in the South Pacific Ocean: Tethyan and intermediate. At the end of the Early Maastrichtian it became colder, an austral zone emerged in the area of the Lord Howe Rise, and the southern border of the Tethyan zone shifted towards the equator. The work examines the conditions for the development and formation of planktonic foraminiferal faunas in connection with changes in paleoclimate. In order to determine the zonal-latitudinal types of foraminiferal faunas, the differences and similarities of their complexes from different sections were assessed. According to the difference in species composition, planktonic foraminifera can be divided into regional neritic: Lordhow and Melanesian; and zonal-latitudinal: subtropical and tropical central oceanic faunas. The results obtained during the research are confirmed by our own and literature data of oxygen isotope analysis.

**Keywords:** thanatocenoses, Cretaceous era, water masses, Maastrichtian, difference in species composition of planktonic foraminifera, paleoclimate, paleolatitude, natural zonation, foraminifera, paleotemperature

**Acknowledgement:** The work was carried out within the framework of a state assignment (topic No. FMWE-2024-0019).

**References**

1. Barash, M. S., 1988: *Chetvertichnaja paleookeanologija Atlanticheskogo okeana* (Quaternary paleoceanology of the Atlantic). Moscow, Nauka, 272 p.
2. Ben'jamovskij, V. N., A. S. Alekseev, A. V. Podgaeckij, M. N. Ovechkina, V. S. Vishnevskaja, L. F. Kopaevich, and V. G. Pronin, 2014: Verhnij kampan – nizhnij maastriht severa Rostovskoj oblasti. Stat'ja 2. Uslovija osadkonakoplenija i paleogeografija (Upper Campanian-lower Maastrichtian sections of northern Rostov oblast: Article 2. Depositional environments and paleogeography). *Stratigrafija, Geologicheskaja korreljacija*, **22** (5), 77–96.
3. Bice, K. L., B. T. Huber, and R. D. Norris, 2003: Extreme polar warmth during the Cretaceous greenhouse. *Paleoceanography*, **18** (2), 1–11.
4. Bljum, N. S. and E. A. Sokolova, 1987: Klimaticheskaja zonal'nost' Tihogo okeana v miocene po dannym analiza kompleksov planktonnyh foraminifer (Climatic zoning of the Pacific Ocean

- in the Miocene according to the analysis of complexes of planktonic foraminifera). *Bjul. MOIP. Otd. geol.*, **62** (6), 116–130.
5. Briena, C. L., S. A. Robinson, R. D. Pancost, J. S. Damsté, S. Schoutende, D. J. Lunt, H. Alsenz, A. Bornemann, C. Bottini, S. C. Brassell, A. Farnsworth, A. Forster, B. T. Huber, G. N. Inglis, H. C. Jenkyns, C. Linnert, K. Littler, P. Markwick, and N. E. Wrobel, 2017: Cretaceous sea-surface temperature evolution: Constraints from TEX86 and planktonic foraminiferal oxygen isotopes. *Earth-Science Reviews*, **172**, 224–247.
  6. Coccioni, R. and Silva I. Premoli, 2015: Revised Upper Albian–Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy). *Newsletters on Stratigraphy*, **48** (1), 47–90.
  7. Falzoni, F., M. R. Petrizzo, K. G. MacLeod, and B. T. Huber, 2013: Santonian–Campanian planktonic foraminifera from Tanzania, Shatsky Rise and Exmouth Plateau: species depth ecology and paleoceanographic inferences. *Marine Micropaleontology*, **103**, 15–29.
  8. Falzoni, F., M. R. Petrizzo, L. J. Clarke, K. G. MacLeod, and H. C. Jenkyns, 2016: Long-term: Late Cretaceous oxygen- and carbon-isotope trends and planktonic foraminiferal turnover: A new record from the southern midlatitudes. *GSA Bulletin*, **128**, 1725–1735.
  9. Gabdullin R. R., A. Ju. Puzik, S. I. Merenkova, I. R. Migranov, N. V. Badulina, A. V. Ivanov, and M. D. Kazurov, 2021: Литолого-геохимическая характеристика и палеоклиматические условия формирования верхнемеловых отложений япиконтинентального бассейна русской плиты в районе Ульяновско-саратовского прогиба (Lithological and geochemical characteristics and paleoclimatic conditions of the formation of the Upper Cretaceous deposits of the epicontinental basin of the Russian plate in the region of the Ulyanovsk-Saratov trough). *Vestnik moskovskogo universiteta*, Seriya 4, Geol., **2**, 20–33.
  10. Hay, W., 2008: Evolving ideas about the Cretaceous climate and ocean circulation. *Cretaceous Research*, **29**, 725–753.
  11. Huber, B. T., M. R. Petrizzo, D. K. Watkins, S. J. Haynes, and K. G. MacLeod, 2017: Correlation of Turonian continental margin and deep-sea sequences in the subtropical Indian Ocean sediments by integrated planktonic foraminiferal and calcareous nannofossil biostratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy*, **50** (2), 141–185 (45).
  12. Jung, C. S., and O. Voigt, 2012: Friedrich High-resolution carbon-isotope stratigraphy across the Campanian–Maastrichtian boundary at Shatsky Rise (tropical Pacific). *Cretaceous Research*, **37**, 177–185.
  13. Kopaevich, L. and V. Vishnevskaya, 2016: Cenomanian–Campanian (Late Cretaceous) planktonic assemblages of the Crimea–Caucasus area: Palaeoceanography, palaeoclimate and sea level changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **441**, 493–515.
  14. Kopaevich, L. F. and E. A. Sokolova, 1992: Сравнение ориктоценозов мaaстрихтских plankтонных foraminifer из некоторых скважин Атлантического океана и эпиконтинентальных бассейнов Прикаспия (Comparison of oryctocenoses of Maastrichtian planktonic foraminifera from some wells of the Atlantic Ocean and epicontinental basins of the Caspian Sea). *Oceanology*, **32** (2), 316–325.
  15. Kopaevich, L. F. and E. A. Sokolova, 2003: Сравнение комплексов сantonских plankтонных foraminifer из скважин Атлантического океана и некоторых япиконтинентальных бассейнов Северного полушария (Comparison of the complexes of Santonian plankton foraminifera from the wells of the Atlantic Ocean and some epicontinental basins of the Northern Hemisphere). *Bjul. MOIP. Otd. geol.*, **78** (5), 60–70.
  16. Niebuhr, B., M. J. Hampton, L. T. Gallagher, and Z. Remin, 2011: Integrated stratigraphy of the Krons Moor section (northern Germany), a reference point for the base of the Maastrichtian in the Boreal Realm. *Acta Geol. Polonica*, **61** (2), 193–214.

17. Os'kina, N. S., E. V. Ivanova, and N. S. Bljum, 1982: Klimaticheskaya zonal'nost' Atlanticheskogo, Indijskogo i Tihogo okeanov v pliocen (Climatic Zonality of the Atlantic, Indian and Pacific Oceans in the Pliocene). *Dokl. AN SSSR*, **264** (2), 400–407.
18. Saidova, Kh. M., 1976: *Bentosnye foraminifery Mirovogo okeana (zonal'nost' i kolichestvennoe raspredelenie)* (Benthic foraminifera of the World Ocean (zonality and quantitative distribution). Moscow, Nauka, 155 p.
19. Saidova, Kh. M., 1980: Paleogeograficheskie rekonstruktsii mezozoya Tikhogo okeana po foraminiferam (Paleogeographic reconstructions of the Mesozoic of the Pacific Ocean by foraminifera). *Chetvertaya Vsesoyuznaya shkola morskoi geologii* (IV All-Union School of Marine Geology), Moscow, **1**, 65–66.
20. Saidova, Kh. M., 2017: Ekologiya sovremennyh i golocenovyh bentosnyh foraminifer, biohronostratigrafiya i paleosreda Belogo morya (Ecology of modern and Holocene benthic foraminifers, biochronostratigraphy and paleoenvironment of the White Sea). *White Sea System*, Moscow: Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, 876–902.
21. Saidova, Kh. M. and E. A. Sokolova, 2023a: Paleobiogeograficheskie rekonstrukcii dlya rannego maastrichta po planktonnym foraminiferam v Tihom okeane (Paleobiogeographical reconstructions for the Early Maastrichtian based on planktonic foraminifera in the Pacific Ocean). *Geology of the seas and oceans: Proceedings of the 25<sup>th</sup> International Scientific Conference (School) on Marine Geology*. Moscow, **4**, 98–102.
22. Saidova, Kh. M. and E. A. Sokolova, 2023b: Paleobiogeograficheskie rekonstrukcii dlya konca pozdnego kampana po planktonnym foraminiferam v Tihom okeane (Palaeobiogeographic reconstructions for the end of the Late Campanian based on planktonic foraminifera in the Pacific Ocean). *Journal of Oceanological Research*, **51** (2), 48–69, [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2023.51\(2\).3](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2023.51(2).3).
23. Scotese, C. R., 1991: Jurassic and Cretaceous plate tectonic reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Amsterdam, **87**, 493–501.
24. Sokolova, E. A., 1982: *Paleookeanologicheskie rekonstrukcii Tihogo okeana dlja konca pozdnego mela (maastricht) po planktonnym foraminiferam* (Paleoceanological reconstruction of the Pacific Ocean for the late Late Cretaceous (Maastricht) in planktonic foraminifera). Moscow, **98** (1351), 174 p. Dep. v VINITI 26.05.1998.
25. Sokolova, E. A., 2005: Klimaticheskaja zonal'nost' Atlanticheskogo i Indijskogo okeanov v pozdnem turone, ko'jake i santoe po planktonnym foraminiferam (Climatic Zonality of the Atlantic and Indian Oceans in the Late Turon, Cognac, and Sent for Planktonic Foraminifers), In: *Melovaja sistema Rossii i blizhajshego zarubezh' ja: problemy stratigrafii i paleogeografii* (The Cretaceous System of Russia and the Near Abroad: Problems of Stratigraphy and Paleogeography). Saint-Peterburg, NIIZK SPbGU, 102–110.
26. Sokolova, E. A., 2018: Migracija klimaticheskikh zon v Atlanticheskom okeane i priliegajushhih regionah v srednem i pozdnem turone po planktonnym foraminiferam (Migration of climatic zones at the Atlantic Ocean and adjoining regions in the middle and late Turonian for planktonic foraminifera). *Journal of Oceanological Research*, **46** (1), 102–114, [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2018.46\(1\).8](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2018.46(1).8).
27. Sokolova, E. A., 2019: Klimaticheskaja zonal'nost' Juzhnogo polusharija v kampanskoe vremja po dannym izuchenija planktonnyh foraminifer (Climatic zoning of the Southern Hemisphere in the Campanian time according to the study of planktonic foraminifers). *Journal of Oceanological Research*, **47** (4), 128–142, [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2019.47\(4\).8](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2019.47(4).8).
28. Sokolova, E. A., 2021: Klimaticheskie kolebanija v srednih shirotah severnogo polusharija po dannym izuchenija kampanskih planktonnyh foraminifer (Climatic fluctuations in the middle latitudes of the northern hemisphere according to the study of Campanian planktonic

- foraminifers). *Journal of Oceanological Research*, **49** (2), 80–99, [https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2021.49\(2\).8](https://doi.org/10.29006/1564-2291.JOR-2021.49(2).8).
29. Sokolova, E. A., 2021a: Sopostavleniye odnovozrastnykh kompleksov planktonnykh foraminifer iz kampanskikh otlozheniy Tikhogo, Atlanticheskogo okeanov i epikontinental'nykh basseynakh Severnogo polushariya (Comparison of coeval complexes of planktonic foraminifera from Campanian deposits of the Pacific, Atlantic oceans and epicontinental basins of the Northern Hemisphere). *Evolution of the organic world as the basis of stratigraphy: Proceedings of the 40<sup>th</sup> session of the Paleontological Society of the National Academy of Sciences of Ukraine*. Kyiv. 49–51.
  30. Sokolova, E. A., 2021b: Anomal'noye klimaticheskoye yavleniye v nizkikh shirotakh Tikhogo okeana v pozdnem kampane po planktonnym foraminiferam (Anomalous climatic phenomenon in the low latitudes of the Pacific Ocean in the late Campanian based on planktonic foraminifera). *Geology of the seas and oceans: Proceedings of the 24<sup>th</sup> International Scientific Conference (School) on Marine Geology*, Moscow, **1**, 177–181.
  31. Sokolova, E. A., 2023: Evolyutsiya kompleksov kampanskikh planktonnykh foraminifer, kak sledstviye paleoklimaticheskikh kolebaniy, na primere Sredinno- Tikhookeanskikh gor (Evolution of Campanian planktonic foraminiferal complexes as a consequence of paleoclimatic fluctuations, using the example of the Mid-Pacific Mountains). *Bio- and geoevents in the history of the Earth: Proceedings of the 69<sup>th</sup> session of the Paleontological Society*, Saint Petersburg, 142–143.
  32. Sokolova, E. A., 2024: Sopostavleniye paleobiogeograficheskikh rekonstruktsiy, vypolnennykh dlya rannego maastrikhta po planktonnym foraminiferam v basseyne Melaneziyskoy kotloviny i plato Manikhiki (Tikhiy okean) (Comparison of paleobiogeographic reconstructions made for the Early Maastrichtian based on planktonic foraminifera in the basin of the Melanesian Basin and the Manihiki Plateau (Pacific Ocean)). *Regularities of evolution and biostratigraphy: Proceedings of the 70<sup>th</sup> session of the Paleontological Society*, Saint Petersburg, 155–156.
  33. Thibault, N., R. Harlou, and N. Schovsbo et al., 2012: Upper Campanian–Maastrichtian nannofossil biostratigraphy and high resolution carbon isotope stratigraphy of the Danish Basin: Towards a standard  $\delta^{13}C$  curve for the Boreal Realm. *Cretaceous Res.*, **33**, 72–9020.
  34. Vinogradov, M. E. and A. P. Lisitsyn, 1981: Global'nye zakonomernosti raspredeleniya zhizni v okeane i ikh otrazhenie v sostave donnykh osadkov (Global patterns of the distribution of life in the ocean and their reflection in the composition of bottom sediments). *Izvestiya AN SSSR, Seriya 3*, 5–25.
  35. Vishnevskaya, V. S. and L. F. Kopaevich, 2020: Microfossil assemblages as key to reconstruct sea-level fluctuations, cooling episodes and palaeogeography: The Albian to Maastrichtian of Boreal and Peri-Tethyan Russia: *Wagreich M., Hart M. B., Sames B. & Yilmaz I. O.* (eds) *Cretaceous Climate Events and Short-Term Sea-Level Changes*. *Geological Society*, London, Special Publications, **498**, 165–187.
  36. Yakovishina, E. V., L. F. Kopaevich, V. N. Ben'jamovskij, and E. A. Sokolova, 2008: Geneticheskie tipy verhnemaastrichtskikh otlozhenij gornogo Kryma (Genetic types of Upper Maastrichtian deposits of the Crimean Mountains). *Vestnik moskovskogo universiteta, Seriya 4, Geol.*, **3**, 11–23.
  37. Yakovishina, E. V., N. O. Grechikhina, S. I. Bordunov, and L. F. Kopaevich, 2022: Maastrichtskij razrez Kyz-Kermen (gornyj Krym): biostratigrafiya i usloviya sedimentacii (Maastrichtian section of Kyz-Kermen (mountainous Crimea): biostratigraphy and sedimentation conditions). *Vestnik moskovskogo universiteta, Seriya 4, Geol.*, **5**, 57–67.
  38. Zaharov, J. D., E. A. Sokolova, O. P. Smyshljaeva, Ja. Shigjeta, K. Tanabje, H. Majeda, T. G. Veliveckaja, A. M. Popov, A. V. Ignat'ev, and T. B. Afanas'eva, 2004: Novye dannye

- po izotopam kisloroda i ugljeroda organogennyh karbonatov i problema paradoksal'no nizkih izotopnyh paleotemperatur tropikov v maastrichte. *Tihookeanskaja geologija*, **23** (4), 54–72.
39. Zakharov, Yu. D., A. M. Popov, Y. Shigeta, O. P. Smyshlyeva, E. A. Sokolova, R. Nagenndra, T. G. Velivetskaya, and T. B. Afanasyeva, 2006: New Maastrichtian oxygen and carbon isotope record: Additional evidence for warm low latitudes. *Geosciences Journal*, **10** (3), 339–359.
40. Zakharov, Y. D., Yu. Shigeta, K. Tanabe, Y. Iva, O. P. Smyshlyeva, E. A. Sokolova, A. M. Popov, T. G. Velivetskaya, and T. B. Afanasyeva, 2007: Campanian Climatic Change: Isotopic Evidence from Far East, North America, North Atlantic and Western Europe. *Acta Geologica Sinica*, **81** (6), 1049–1069.
41. Zonenshajn, L. P., L. A. Savostin, and A. P. Sedov, 1984: Global'nye paleogeodinamicheskie rekonstrukcii dlja poslednih 160 let (Global paleogeodynamic reconstructions for the last 160 years). *Geotektonika*, **3**, 3–16.

Submitted 04.10.2024, accepted 10.02.2025.

**For citation:** Sokolova, E. A., 2025: Paleobiogeography and latitudinal-climatic zoning in the Early Maastrichtian based on planktonic foraminifera in the Southern Hemisphere (Pacific Ocean). *Journal of Oceanological Research*, **53** (1), 64–86, [https://doi.ocean.ru/10.29006/1564-2291.JOR-2025.53\(1\).4](https://doi.ocean.ru/10.29006/1564-2291.JOR-2025.53(1).4).