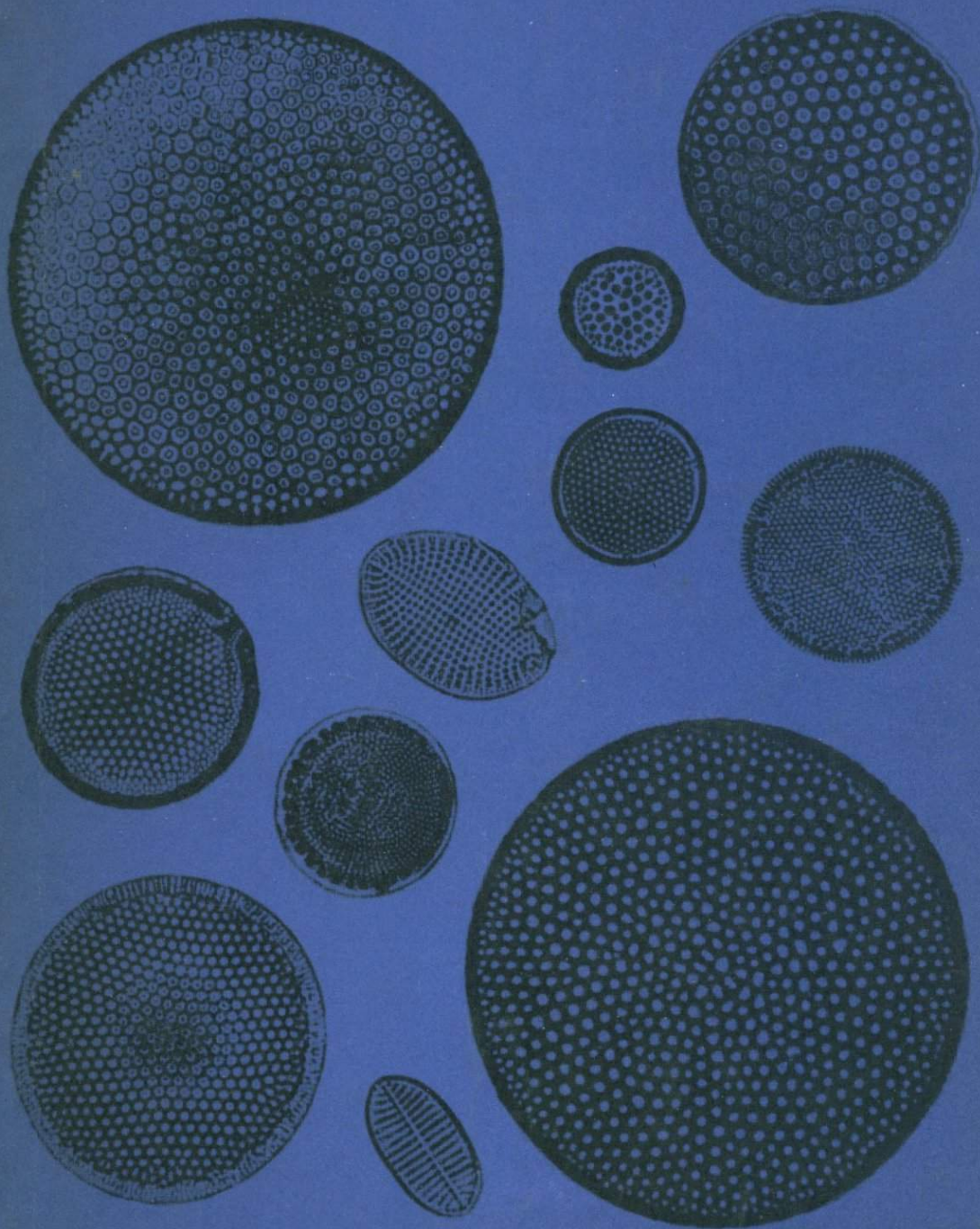


МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ



92Г

Микропалеонтология
океанов и морей.

М., 1974

Гр.82к.

87	20/1-24		

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОКЕАНОГРАФИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

56(118)

МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ

126



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1974



Микропалеонтология океанов и морей. М., 1974 г.

В сборнике помещены статьи, посвященные биостратиграфии донных отложений океанов и морей. Приводится описание различных групп микроскопаемых (радиолярий, диатомей, фораминифер, кокколитов), рассматривается их систематический состав. Ряд статей посвящен методике микропалеонтологических исследований.

Книга рассчитана на микропалеонтологов, биологов, океанологов, геологов-стратиграфов.

Ответственный редактор

А.П. ЖУЗЕ

ДИАТОМЕИ И РАДИОЛЯРИИ В КОЛОНКЕ СТ. 256
(ИНДИЙСКИЙ СЕКТОР ЮЖНОГО ОКЕАНА)
- ОПЫТ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

А.П.Жузе, М.Г.Петрушевская

По мере накопления фактических данных по различным группам организмов в осадках океанов большое внимание обращается на корреляцию биостратиграфических зон, выделенных по отдельным группам ископаемых. В практике современных океанологических исследований такие сопоставления получили широкое признание, способствуя достоверности биостратиграфических выводов. Название свое зоны получают по характерному виду, верхняя граница распространения которого обычно определяет верхнюю границу зоны. Помимо зонального вида (вид-индекс), необходимо знать комплекс сопутствующих видов. Естественно, что в разных районах одновозрастные комплексы бывают по составу различны — соответственно географическим областям в океане. Зональные схемы океанических осадков по отдельным группам ископаемых охватывают не только осадки плейстоцена-плиоцена, но и значительную часть отложений палеогена и позднего мела. Благодаря проводившимся в последние годы работам по проекту глубоководного бурения (JOIDES) для тропических широт не только предложены биостратиграфические зоны по радиоляриям, кокколитами, планктонным фораминиферам, диатомеям и силикофлягеллятам, но и проведены биостратиграфические зональные сопоставления. Соответствующие данные можно найти в многочисленных, преимущественно американских работах [23, 24, 27, 18, 17, 6].

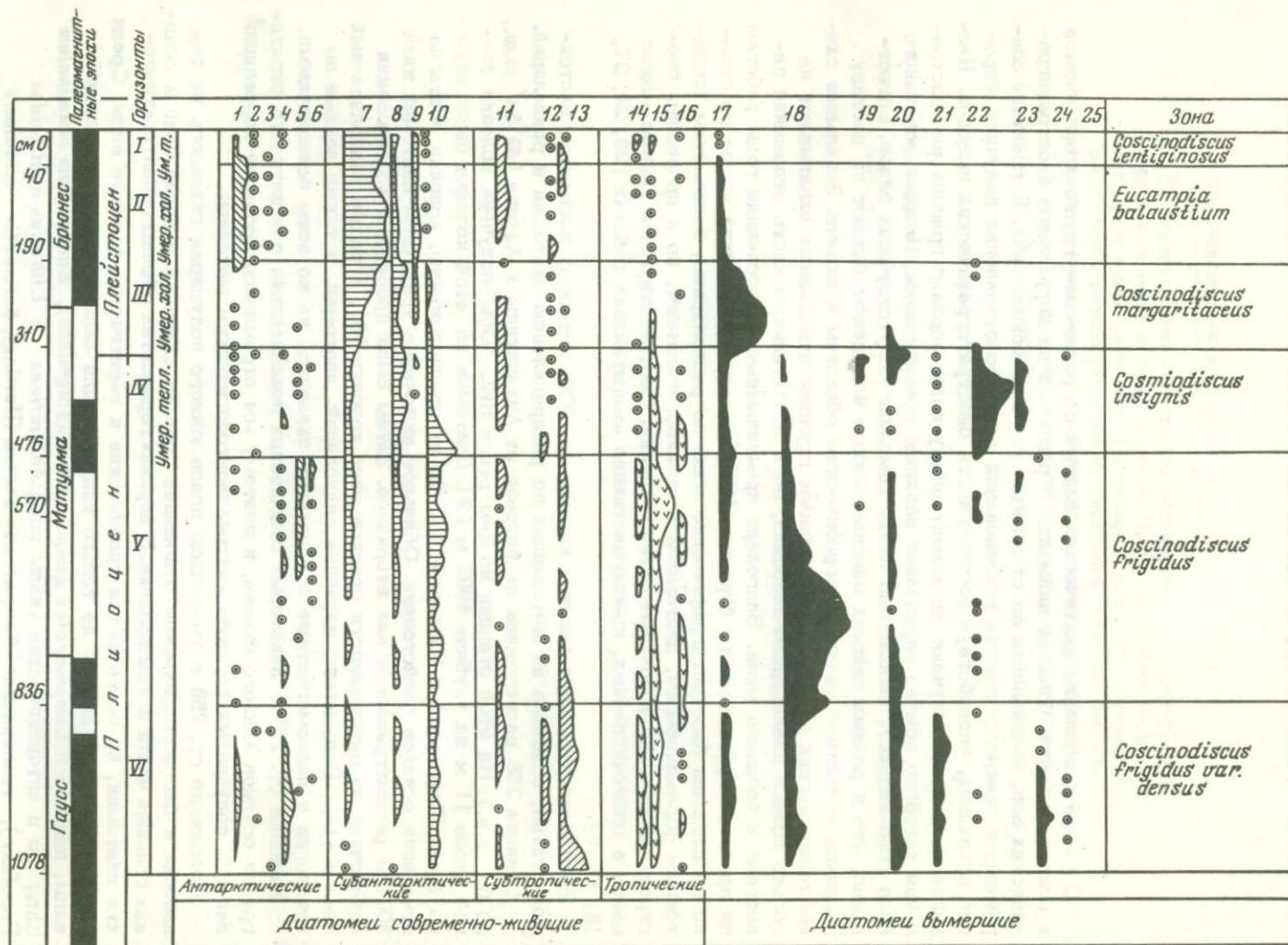
Зональное расчленение осадков колонки ст. 256, которому посвящена настоящая статья, основано на материалах по распределению диатомей и радиолярий.

Станция 256 расположена на разрезе от Антарктиды к Африке ($42^{\circ}54'$ ю.ш., $20^{\circ}06'$ в.д.). На этой станции во 2-м рейсе НИС "Обь" получена колонка длиной около 11 м на глубине 4992 м [9]. Диатомеи из этой колонки были изучены Жузе, Королевой и Нагаевой [5]. По их предположению, колонка достигла основания осадков плейстоцена. Обильное включение третичных диатомей ниже 300 см рассматривалось как вторичное. Затем были проведены исследования остаточной намагниченности осадков этой колонки [8], а также радиоляриевый анализ [14]. Результаты изучения радиолярий, диатомей, а также данные по литологии и палеомагнитные определения оказались не во всем однозначными.

Колонка ст. 256 в некоторых отношениях показательна для изучения стратиграфии осадков Южного океана, и поэтому мы стремились провести корреляцию данных, полученных по двум микропалеонтологическим методам.

Положение ст. 256 в умеренном поясе южного полушария сказалось на смешанном в биогеографическом отношении составе диатомей и радиолярий в осадках большей части длины колонки. В верхних горизонтах обычны субантарктические диатомеи, но встречаются тропические и неритическо-ледовые виды. Среди радиолярий представлены не только типичные для данного района переходные виды, например: *Lamprocyclus gamphonychos* (Jorgensen), *Eucyrtidium acuminatum* Ehr., но и антарктические (виды рода *Antarctissa* и *Lithelius nautiloides* Popofsky), тропические (*Botryocystis scutum* (Harting), *Saturnalis circularis* Hck.) и многие другие. Положение станции в области распространения фораминиферовых илов [9] определило и относительно невысокую численность радиолярий и диатомей.

Плейстоцен. Горизонт I. В интервале 0-42 см среди диатомей до 75% составляют современные субантарктические виды. До 50% приходится на *Coscinoc*-



discus lentiginosus Janisch - эндемичный субантарктический вид. В целом комплекс видов соответствует составу диатомей у современной границы субантарктики, куда проникают и некоторые тропические виды (рис. 1).

Горизонт II. На протяжении 42-190 см в составе диатомей увеличивается количество неритическо-ледовых видов, соответствующих современным условиям неритических районов Антарктики. Характерным видом данного комплекса является *Eucampia balaustium* Castr. Однако по-прежнему встречаются субантарктические океанические диатомей и даже единичные тропические виды. Таким образом, в эпоху накопления II горизонта при очевидном похолодании по сравнению с современными условиями сохранился смешанный биогеографический аспект флоры. Отмечается заметная примесь третичных видов, в особенности ниже 150 см, но нет оснований считать их находящимися в первичном залегании.

В Тихоокеанском секторе Южного океана Донау [19, 20] различает две диатомовые зоны. Верхняя (первая) зона *Fragilariopsis kerguelensis* (*F. antarctica*) имеет нижнюю границу на середине палеомагнитной эпохи Брюнес и охватывает 0,35-0 млн. лет. Вторая зона *Rouxia californica* соответствует нижней части эпохи Брюнес и, таким образом, возраст ее 0,66-0,35 млн. лет. Хотя зона *Fragilariopsis kerguelensis*, выделенная Донау, может так называться несколько условно (вид *F. kerguelensis* известен в осадках с плиоцена), но в целом выделенный по диатомеям I горизонт колонки ст. 256 вполне может быть сопоставлен с этой зоной. Что касается зоны *Rouxia californica* Донау, то, вероятно, речь идет о *Rouxia* sp. [16]. Зональное значение *Rouxia* sp. сомнительно. В колонке ст. 256 *Rouxia californica*, а также *Rouxia* sp. отсутствуют. В то же время в колонках, полученных между Антарктидой и Австралией, Аббот [16, 26] нашел те же плейстоценовые зоны диатомей, что и Донау.

Верхнюю границу горизонта II колонки ст. 256 можно сопоставить с верхней границей зоны *Rhizosolenia curvirostris* из северных районов Тихого океана [3].

Горизонт III. 190-300 см от верха колонки соответствует зоне *Coscinodiscus margaritaceus* Castr. В это время современные антарктическо-субантарктические диатомей не играли существенной роли в планктоне океана. Доминант - *Coscinodiscus margaritaceus* - вид, по-видимому, в настоящее время вымерший, во всяком случае достоверные сведения о современном обитании вида отсутствуют [7]. Максимум численности *C. margaritaceus* падает на слой 250-280 см. Следует заметить, что аналогичная зона обнаружена в большей части колонок, изученных в Индийском секторе Южного океана. Так, исключительно высокую численность *C. margaritaceus* имеет в осадках III горизонта по центральному разрезу - в колонках станций 178-176, 117-116, 125 [5]. На станции 177 он составляет 74-82%, а на ближайшей к рассматриваемой ст. 255 - до 80%. Ареал этого вида в то время был очень широким и, по-видимому, занимал акваторию от берегов Антарктиды до 42-40° ю.ш. Первоначально Донау выделяла зону *C. margaritaceus* [19], а впоследствии перевела этот вид в *Actinocyclus ingens* Rattray [20], с чем трудно согласиться.

Рис. 1. Распределение диатомей в колонке ст. 256

1 - *Eucampia balaustium* Castr.; 2 - *Charcotia actinochylus* (Ehr.) Hust.; 3 - *Biddulphia weisflogii* v.; 4 - *Coscinodiscus symbolophorus* Grun.; 5 - *Fragilariopsis rhombica* Hust.; 6 - *Coscinodiscus lentiginosus* Jan.; 7 - *Schimperella antarctica* Karsten; 8 - *Fragilariopsis kerguelensis* Hust.; 9 - *Thalassiothrix antarctica* Comb.; 10 - *Coscinodiscus perforatus* Ehr.; 11 - *Hemidiscus karsteni* Jouse; 12 - *Actinocyclus divisus* (Grun.) Hust.; 13 - *Coscinodiscus lineatus* Ehr.; 14 - *Hemidiscus cuneiformis* Wallich; 15 - *Nitzschia marina* Grun.; 16 - *Coscinodiscus margaritaceus* Castr.; 17 - *Coscinodiscus frigidus* Jouse; 18 - *Coscinodiscus kolbei* Jouse; 19 - *Coscinodiscus marginatus* Ehr. var.; 20 - *Coscinodiscus nodulifer* f. *cyclops* Jouse; 21 - *Cosmidiscus insignis* Jouse var.; 22 - *Cosmidiscus* sp. (*C. spinosa*); 23 - *Melosira* aff. *praegratulata* Jouse; 24 - *Rouxia* sp.

По данным палеомагнитной стратиграфии колонки ст. 256 [8], нижняя граница зоны *S. margaritaceus* совпадает с событием Олдувей в эпохе Матуяма и возраст этой зоны 1,85–0,7 млн. лет.

Естественно напрашивается мысль о возможности корреляции зоны *S. margaritaceus* с зоной *Actinocyclus oculatus* Jouse в умеренных широтах северной части Тихого океана [3, 20].

Исходя из изложенных данных, касающихся датировки трех верхних диатомовых зон в осадках Тихоокеанского и Индийского секторов [19, 8], следует прийти к выводу, что верхняя 300-сантиметровая толща осадков колонки ст. 256 соответствует всему разрезу плейстоцена. Последовательность диатомовых зон сохраняется и в других исследованных колонках и/с "Обь". Следовательно, в течение плейстоцена скорости осадконакопления в районе ст. 256 были низкими: 0,2 см в 1000 лет.

Состав радиолярий в интервале 0–300 см позволяет выделить в этой части колонки два стратиграфических горизонта, а не три, как по диатомеям (рис. 2).

Верхний горизонт 0–150 см почти не содержит вымерших видов. Между 170 и 150 см имеется граница, маркированная исчезновением *Stylatractus universus* Hays group, *Antarctissa cylindrica* Petrush. и *Perichlamidium* sp., обильных на нижележащих горизонтах. Линькова [8] обнаружила в этой части колонки и глубже отложения прямой намагниченности, которые она сопоставляет с эпохой Брюнес. Все эти данные свидетельствуют, что эти осадки относятся к радиоляриевой зоне Хейса Ω [22, 23] или к I горизонту Петрушевской [12] и имеют возраст не более 0,4 млн. лет. Данные диатомового анализа, приведенные выше, свидетельствуют, что осадки этого возраста располагаются в колонке ст. 256 выше 100 см.

Количественное соотношение между холодноводными, тепловодными поверхностными и умеренно холодноводными глубинными видами (список видов радиолярий, используемых в качестве индикаторов гидрологических условий, опубликован ранее [13]) позволяет выделить в пределах I горизонта две пачки. Одна (0–40 см) содержит 20–30% тепловодных видов и 15–20% холодноводных антарктических. Вторая пачка (40–185 см, уходящая глубже, в нижележащий стратиграфический горизонт) имеет 20–30% холодноводных видов и только около 10% поверхностных тепловодных. Радиолярии дают возможность предполагать, что первая пачка сформировалась во время потепления, при условиях, близких к современным, а вторая пачка – во время похолодания. Можно видеть, что выделяемые по радиоляриям первая и вторая пачки почти точно соответствуют обрисованным выше I и II стратиграфическим горизонтам, установленным по диатомеям.

Следующий горизонт (170–300 см от верха колонки) представляет трудности для определения возраста по радиоляриям. В отличие от I горизонта, здесь обычны переотложенные скелеты третичных радиолярий. Это массивные, заполненные пелитом раковинки *Cromyechinus tetrapyla* (Haas), *Eucyrtidium calvertense* Martin *robusta* Petrush. и вида, условно определявшегося как *Cenosphaera nagatai* sensu Haas. Выделяются образцы в интервале 150–180 см (у верхней границы этого горизонта). Раковины древних видов здесь не единичны, а многочисленны. При этом среди них имеются не только отмеченные выше виды, отличающиеся преимущественной сохраняемостью, но и раковины таких тонкостенных видов, как *Pterocanium prismatium* Riedel, вероятность переотложения которых [25] очень мала. Поэтому предположить переотложение отдельных раковин, более древних, чем вмещающий осадок, для слоя 150–180 см очень трудно. Хотя по литологическому составу [9] этот слой не выделяется, все же возможно, что здесь происходило переслаивание разных по возрасту отложений. Глубже, около 200 см, скелеты древних радиолярий встречаются редко – почти так же, как в осадках I радиоляриевой горизонта. Набор основных видов позволяет предполагать, что горизонт 170–300 см должен сопоставляться с нижней частью II и даже с верхней частью III горизонта Петрушевской [13]. Палеомагнитные определения Линьковой [8] дают основания считать, что эти осадки были отложены в конце эпохи Матуямы и в начале эпохи Брюнес.

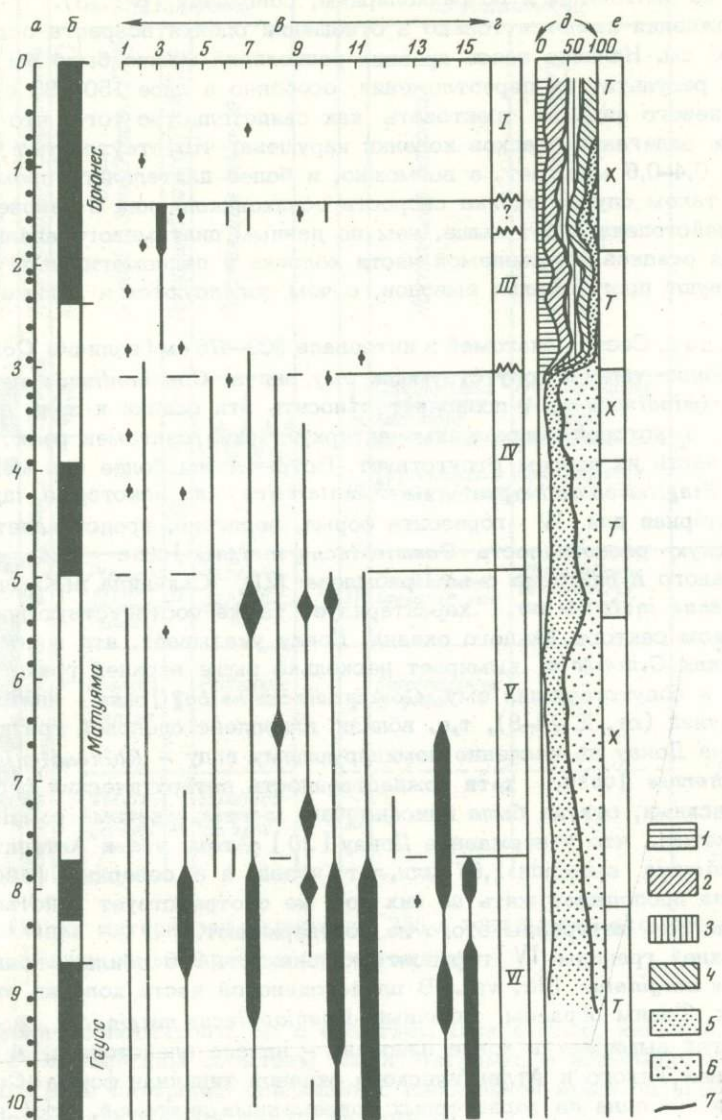


Рис. 2. Распределение радиоларий в колонке ст.256

а — длина колонки (в м) и положение исследованных образцов; б — данные палеомагнитного анализа [8]; в — распределение древних радиоларий — индикаторов возраста;

1 — *Saturnalis circularis* Hck.; 2 — *Stylatractus universus* Hays; 3 — *Antarctissa cylindrica* Petrush.; 6 — *Pterocanium prismatium* Riedel; 7 — *Eucyrtidium calvertense robusta*; 8 — *Pseudocubus vema* (Hays); 9 — *Lamprocyclas heteroporus* Hays; 10 — *Stichocorys peregrinus* (Riedel); 11 — *Prunopyle titan* Campbell a. Clark; 12 — *Lycho-canium grande rugosum*; 13 — *Calocyclas asperum redondoensis*; 14 — *Carpocanium* sp.; 15 — *Lithocampe subligata* Stohr; толщина линий соответствует обилию вида; г — положение стратиграфических горизонтов, выделенных Петрушевской [11, 12]; д — процентное соотношение разных экологических и возрастных комплексов радиоларий; обозначения: 1 — 4 — нынеживущие виды (1 — тепловодные, 2 — умеренно тепловодные, 3 — глубинные холодноводные, 4 — поверхностные холодноводные — антарктические); 5 — 6 — вымершие (5 — виды, имевшие широкий ареал, 6 — приантарктические); 7 — палеоклиматическая кривая; е — пакки, отложенные при более тепловодных (Т) и более холодноводных (Х) условиях

Возраст их, следовательно, более 1,85 млн. лет. Таким образом, оценка возраста осадков интервала 170–300 см, полученная по палеомагнитным данным, а также по диатомеям и по радиоляриям, совпадает (рис. 3).

Расхождения имеются только в отношении оценки возраста осадков горизонта 42–190 см. Наличие здесь древних радиолярий можно было бы рассматривать как результат их переотложения, особенно в слое 150–180 см, а данные радиоляриевых анализов трактовать как свидетельство того, что последовательность залегания осадков колонки нарушена, что отсутствуют отложения возраста 0,4–0,6 млн. лет, а возможно, и более длительного промежутка времени. В таком случае оценка скорости осадконакопления в районе ст. 256 во время плейстоцена будет выше, чем по данным диатомового анализа. Однако литология осадков обсуждаемой части колонки и палеомагнитные данные свидетельствуют против таких выводов, с чем согласуются и данные диатомового анализа.

Плиоцен. Состав диатомей в интервале 300–476 см (наличие *Cosmiodiscus insignis* Jouse var. и сопутствующих ему видов *Coscinodiscus marginatus* Ehr. var и *Cosmiodiscus* sp.) позволяет относить эти осадки к зоне *Cosmiodiscus insignis*, в которой современные антарктические диатомеи резко обеднены и большая часть их совсем отсутствует. Встречаются более или менее равномерно лишь *Fragilariopsis kerguelensis* (*F. antarctica*) и некоторые другие виды.

Характерная для IV горизонта форма, вероятно, представляет собой антарктическую разновидность *Cosmiodiscus insignis* Jouse вида, широко распространённого в плиоцене о-ва Прибылова [21], Сахалина и Камчатки [1, 15]. *Cosmiodiscus insignis* var. характеризуется также соответствующую зону в Тихоокеанском секторе Южного океана. Донау указывает, что в исследованных ею колонках *C. insignis* вымирает несколько выше верхней границы события Олдудей, а сопутствующий ему *Coscinodiscus kolbei* Jouse ниже нижней границы Олдудей (ст. E 14–8), т.е. вблизи плиоплейстоценовой границы. Эта зона названа Донау по численно доминирующему виду – *Rhizosolenia curvirostris* var. *inermis* Jouse, хотя тождественность антарктических форм с северо-тихоокеанскими, откуда была описана var. *inermis*, весьма сомнительна. Следует заметить, что утверждение Донау [20] о том, что в Антарктике *Rh. curvirostris inermis* вымерла 1,67 млн. лет назад, а в северных районах Тихого океана она продолжает жить до сих пор, не соответствует действительности. Известные нам материалы этого не подтверждают.

У верхней границы IV горизонта колонки ст. 256 обильно появляется *Coscinodiscus marginatus* Ehr. var. В плейстоценовой части колонки этот вид отсутствует. Таким образом, типичный *Coscinodiscus marginatus* в антарктических широтах вымирает в конце плиоцена – начале плейстоцена [4]. В северных районах Тихого и Атлантического океанов типичная форма *Coscinodiscus marginatus* – одна из характерных современных диатомей. Этот интересный факт заслуживает специального рассмотрения, и здесь мы на нем не останавливаемся.

Состав радиолярий в интервале 300–480 см характеризуется такими видами, как *Eucyrtidium calvertense* Martin *robusta* Petrush., *Lamprocyclus heteroporus* Hays, *Pseudocubus vema* (Hays), *Clathrocyclus antebicornis* Petrush., и в целом комплекс радиолярий соответствует комплексу нижней части зоны Хейса Ф или самой верхней части зоны Хейса Y, т.е. IV горизонту Петрушевской [12]. Этот горизонт антарктических осадков может быть условно назван зоной *Clathrocyclus antebicornis*. Однако этот горизонт отличается по составу видов от типичного комплекса зоны Ф, который удалось наблюдать в колонках E 14–8 и ст. 212 („Обь“), более значительным количеством тропических видов, например подсемейства *Artiscinae*. Среди тропических видов здесь встречается и *Pterocanium prismatium* Riedel – вид-индекс зоны *Pterocanium prismatium* Риделя [27] осадков тропической области. Это дает основания для сопоставления отложений обсуждаемого горизонта не только с антарктической зоной Хейса Ф, но и с тропической зоной Риделя *Pterocanium prismatium*. Возраст осадков этого горизонта по радиоляриям не менее 2 млн. лет. Участок прямо намагниченных осадков, отмеченный Линьковой [8] между 390 и 490 см,

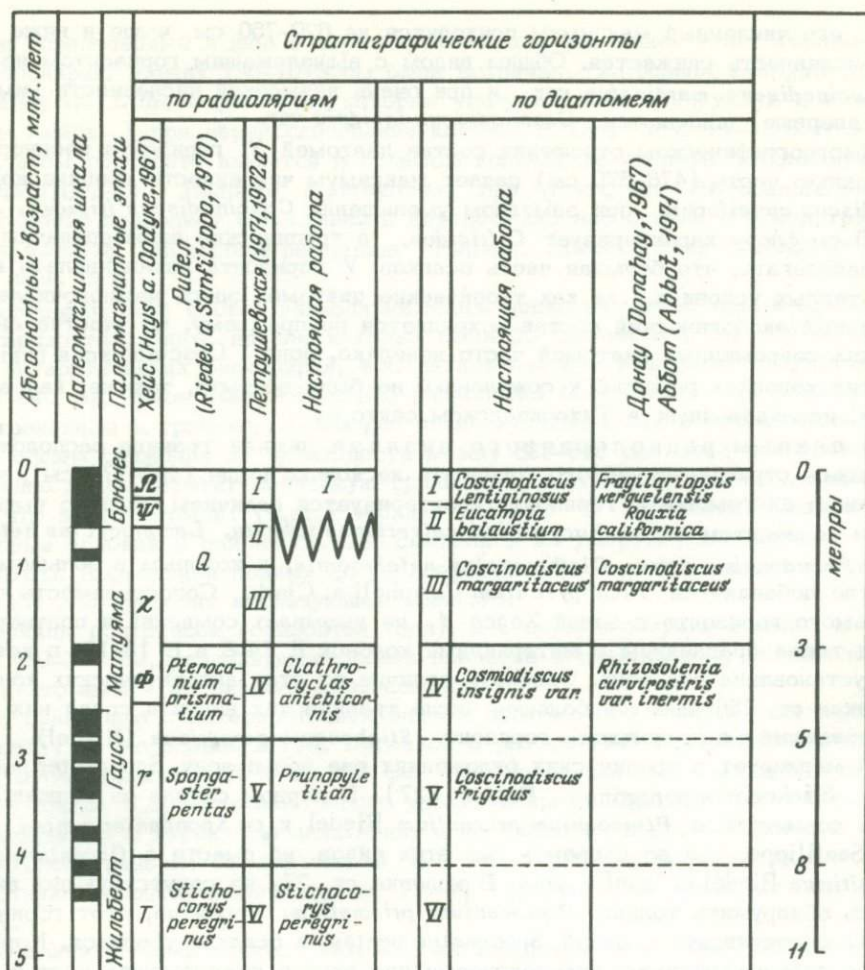


Рис. 3. Корреляция материалов колонки ст. 256 с зональными схемами стратиграфического деления по радиоляриям и по диатомеям

вероятно, следует сопоставлять не с событием Джарамилло, как предполагала Линькова, а с Олдувейским событием эпохи Матуямы, а возможно, и с концом эпохи Гаусса. Такая датировка совпадает с изложенной выше оценкой положения осадков горизонта 300–480 см по диатомеям.

Если трактовать прямо намагниченный участок 390–490 см от верха колонки как Олдувейское палеомагнитное событие, то оказывается, что из палеомагнитной шкалы колонки ст. 256 выпало событие Джарамилло, а мощность слоя осадков, отложенных за 1 млн. лет между концом Олдувейского события и началом эпохи Брюнес (примерно 1,5 м), меньше слоя осадков, накопленных за всю эпоху Брюнеса (2,3 м). Эти особенности можно было бы считать подтверждением приведенных выше выводов радиоляриевоего анализа о нарушении последовательного залегания слоев в верхней части (100–310 см) колонки ст. 256.

Верхняя граница IV горизонта 310–480 см характеризуется заметным увеличением (по сравнению с вышележащими осадками) количества радиолярий, приуроченных к высоким широтам южного полушария, из чего можно заключить, что условия формирования этого горизонта были более холодноводными. Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что состав фауны радиолярий здесь меняется более чем наполовину. Такая резкая биостратиграфическая граница в интервале 300–310 см может свидетельствовать о перерыве в накоплении осадков.

Горизонт V. На 476–836 см колонки данные диатомового анализа сводятся к следующему. Видом-индексом здесь является *Coscinodiscus frigidus*

Jouse, его численный максимум приходится на 620–750 см, выше и ниже этого слоя численность снижается. Общим видом с вышележащим горизонтом является *Coscinodiscus marginatus* var., и при очень невысокой численности (именно здесь впервые) появляется *Cosmidiscus insignis* var.

В биогеографическом отношении состав диатомей V горизонта неоднороден. На верхнюю часть (476–570 см) падает максимум численности тропического *Hemidiscus cuneiformis* при заметном уменьшении *Coscinodiscus frigidus*. Ниже 570 см флору характеризует *C. frigidus*, а тропические виды единичны. Можно предполагать, что большая часть осадков V горизонта накапливалась в умеренно теплых условиях, так как тропические диатомеи здесь немногочисленны. Смешанный экологический состав сохраняется по-прежнему, но участие антарктических современных диатомей часто невелико. Зона *Coscinodiscus frigidus* в других колонках разреза, к сожалению, не была вскрыта, так же, как в колонках, исследованных в Тихоокеанском секторе.

По данным радиоляриевого анализа нижняя граница расположенного здесь стратиграфического горизонта несколько выше (490–770 см), чем по данным диатомового. Горизонт характеризуется наличием общих с вышележащим горизонтом видов *Eucyrtidium calvertense robusta*, *Lamprocyclus heteroporus*, *Pseudocubus vema*, *Clathrocyclus antebicornis*, к которым в большом количестве добавляется *Prunopyle titan* Campbell a. Clark. Сопоставимость обсуждаемого горизонта с зоной Хейса Y не вызывает сомнений и подтверждается также сравнением с материалами колонок E 14–8 и E 13–17, в которых была установлена эта зона. Однако в отличие от этих антарктических колонок, в осадках ст. 256 имеется большее число тропических видов и среди них – отсутствовавший в вышележащем горизонте *Stichocorys peregrinus* (Riedel). Последний маркирует в тропических отложениях две зоны: зону *Spongaster pentas* и зону *Stichocorys peregrinus* Риделя [27]. В первом случае он должен встречаться совместно с *Pterocanium prismatium* Riedel и со *Spongaster pentas* Riedel a. Sanfilippo, а во втором – без этих видов, но вместе с *Ommatartus antepenultimus* Riedel a. Sanfilippo. В колонке ст. 256 из сопутствующих видов удалось обнаружить только *Pterocanium prismatium*. Вероятно, этот горизонт следует сопоставлять с зоной *Spongaster pentas* в осадках тропиков. Корреляция с палеомагнитными определениями для этой и нижележащей частей колонки пока затруднительна, можно только предполагать, что осадки горизонта 490–770 см были сформированы в начале эпохи Гаусса или в конце эпохи Жильберта и имеют возраст более 2,8 млн. лет.

Зоогеографический состав радиолярий как современно живущих, так и ископаемых видов в отложениях этого горизонта такой же, как и в вышележащих. Правда, антарктические эндемики здесь далеко не так многочисленны, как переходные и широко распространенные тропические виды. Что касается гидрологических условий во время формирования средней части этого горизонта, то они, вероятно, были сравнительно холодноводными. К тому же выводу приводит и анализ диатомей.

Горизонт VI (836–1078 см) содержит значительно меньше диатомей, чем вышележащие горизонты. Для комплекса типичны тропические и субтропические виды. Те и другие присутствуют примерно в равных количествах. В комплексе находится *Coscinodiscus frigidus*, но в форме, отличной от типичной формы горизонта V, которую можно условно назвать var. *densus*. По численности эта диатомея преобладает по сравнению с другими видами. Среди тропических диатомей наиболее характерен *Coscinodiscus nodulifer* f. *cyclops* [2], плиоценовая форма, предшествовавшая плейстоценовой. В целом флора тепловодная, многие тропические виды, по-видимому, нормально развивались в то время южнее широты южной оконечности Африки, тогда как в современную эпоху они проникают сюда редко. Среди диатомей следует обратить внимание на *Melosira* sp. (aff. *Melosira praegrnulata* f. *praegrnulata*, [10]) – пресноводный вид плиоцен-миоценового возраста. В образце 1012 см *Melosira* sp. составляет 18% от числа створок всех диатомей. Мы не находим объяснения этому факту. Пока лучше воздержаться от выделения по диатомеям особой зоны для нижней части колонки, ввиду неопределенной характеристики комплекса в целом.

Более определенный вывод о стратиграфическом положении этого горизонта дают радиолярии. Между 790–1078 см были встречены *Litocampe subligata* Stöhr, *Carpocanium* sp., *Lithocampana* sp., которые удалось также обнаружить и в осадках зоны Хейса Т при переисследовании колонок Е 13–17 и Е 14–8. В то же время в этом горизонте имеются в большом количестве скелеты *Stichocorys peregrinus* (Riedel). Наличие *S.peregrinus*, при отсутствии *Pterocanium prismatium* Riedel, позволяет сопоставлять интересующие нас осадки с зоной тропических осадков *Stichocorys peregrinus* Риделя. Возраст этих осадков не менее 4 млн. лет.

Биогеографический состав радиолярий здесь несколько иной, чем в вышележащих горизонтах. Виды, ареалы которых были бы такими же, как и у современных антарктических радиолярий, т.е. антарктические эндемики, отсутствуют ниже 840 см. Здесь имеются только радиолярии более или менее широко распространенные в тропиках. Примерно такие же изменения в составе диатомей при общем снижении их численности между 836–840 см заставили проводить именно здесь стратиграфическую границу по диатомеям. Можно предполагать, что в этот момент (т.е. у верхней границы VI горизонта) весьма тепловодные условия в районе ст. 256 сменились на умеренно холодноводные.

Выводы. Корреляция данных по распределению диатомей и радиолярий в колонке ст. 256 приводит к следующим выводам.

1. Границы почти всех горизонтов (зон), и в первую очередь граница на глубине 300–310 см, разделяющая осадки плиоцена и плейстоцена, установленные по диатомеям и по радиоляриям, совпадают.

2. По сравнению с интерпретацией данных диатомового анализа, сделанной А.П. Жузе, Г.С. Королевой и Г.А. Нагаевой в работе 1963 г., плио-плейстоценовая граница поднята с 1078 до 300 см. Третичные диатомеи, которые появляются в обилии с 300-сантиметрового уровня и прослеживаются до конца колонки, находятся в первичном залегании, а не являются переотложенными, как предполагалось раньше. Следовательно I, II и III "диатомовые" горизонты соответствуют голоцену и плейстоцену, IV–VI горизонты до конца колонки — плиоцену.

3. По длине колонки состав диатомей неоднократно меняется. Зоны диатомей начиная с III горизонта характеризуются вымершими видами или разновидностями. Отмечается строгая последовательность в смене диатомовых комплексов от поверхности дна океана и до IV горизонта в осадках разных колонок, взятых по разрезу от Антарктиды к южной оконечности Африки (осадки ниже IV горизонта этими колонками не вскрыты).

Получены предпосылки для корреляции диатомовых зон в осадках Индийского сектора Южного океана и северных районов Тихого океана.

4. Состав радиолярий по длине колонки также сильно меняется, и "радиоляриевые зоны" тоже характеризуются вымершими видами. Последовательность в смене радиоляриевых комплексов в колонке ст. 256 такая же, как и в исследованных ранее [22, 23, 17, 7, 11, 12] колонках из Южного океана. Географическое положение ст. 256 в умеренных широтах обусловило некоторые отличия в составе радиоляриевых комплексов от одновозрастных комплексов осадков более высоких широт. Наличие видов, характерных для "радиоляриевых зон" тропических осадков, позволило сопоставить стратиграфические горизонты колонки ст. 256 с зонами радиолярий, разработанными для тропических районов.

5. В целом авторы пришли к единой оценке возраста осадков колонки: имеются расхождения в выводах только относительно отложений 310–100 см. Из материалов радиоляриевого анализа следует, что в этом интервале нормальное залегание осадков нарушено и часть осадков отсутствует. Материалы диатомового анализа, однако, свидетельствуют о нормальном залегании всех осадков колонки.

6. Биостратиграфический и экологический анализы диатомей и радиолярий дают сходные результаты.

Постепенное похолодание в районе ст. 256 во время формирования горизонта 42–190 см (средний плейстоцен?) отразилось на фауне и флоре. Именно с этого времени флора диатомей и фауна радиолярий приобрели здесь современный облик.

За предшествовавшее этому время осадконакопления на общем фоне постепенно усиливавшегося похолодания происходили климатические колебания, сказавшиеся на увеличении или снижении тепловодных тропических элементов среды диатомей и радиолярий. С начала плейстоцена климатические контрасты усиливались.

В осадках V горизонта (3–4 млн. лет назад) содержатся виды радиолярий, имевшие такое же географическое распространение, как и современные антарктические эндемики: *Pseudocubus vema* (Hays), *Desmospyrys spongiosa* Hays, *Eucyrtidium calvertense* Martin *robusta* Petrush. Это свидетельствует, что уже в то время в Антарктике установились близкие к современным гидрологические условия.

В осадках умеренных и высоких широт Южного океана, имеющих возраст более 4 млн. лет, практически отсутствуют виды, ареал которых был бы ограничен этими широтами. Вся фауна радиолярий состояла из видов или широко распространенных в тропиках, или же из видов, обитавших в умеренных широтах южного и северного полушарий. Можно предполагать вслед за Хейсом, Банди и другими [23, 17], что гидрологическая изоляция, обусловленная антарктической конвергенцией, тогда не существовала.

Поразительный биогеографический пример представляет среди диатомей *Coscinodiscus marginatus* Ehr. В плиоцене этот вид имел очень широкий ареал: он известен в тропиках, в умеренном поясе и в антарктической области. У нижней границы плейстоцена он исчезает в антарктических районах, но продолжает существовать до настоящего времени в районах к северу от 40° с.ш. Имеются и обратные примеры – вид *Coscinodiscus symbolophorus* известен в современном антарктическом планктоне, однако за пределами Антарктики вымер в конце палеогена.

Дальнейшее исследование позволяют уточнить сроки вымирания отдельных видов как диатомей, так и радиолярий. Уже сейчас имеются данные, что радиолярия *Satumalis circularis* Нск. вымирала в разных районах океана не одновременно.

Литература

1. Жузе А.П. 1961. Морские диатомовые миоценового и плиоценового возраста Дальнего Востока. – Бот. материалы, Отд. споровых растений, т. XIV, М., Изд-во АН СССР.
2. Жузе А.П. 1965. Новые и недостаточно изученные антарктические виды диатомовых водорослей. Новости систематики низших растений. М., "Наука".
3. Жузе А.П. 1969. Диатомеи в осадках плейстоценового и позднелиоценового возраста бореальной области Тихого океана. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
4. Жузе А.П., Королева Г.С., Нагаева Г.А. 1962. Диатомовые водоросли в поверхностном слое донных осадков Индийского сектора Антарктики. – Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. 61.
5. Жузе А.П., Королева Г.С., Нагаева Г.А. 1963. Стратиграфические и палеогеографические исследования в Индийском секторе Южного океана. В сб. "Океанологические исследования", № 8, М.
6. Жузе А.П., Мухина В.В. 1973. Зона *Mesocena elliptica* (Ehr.) Defl. в плейстоценовых осадках Тихого океана. – Океанология, т. XIII, вып. 3.
7. Козлова О.Г. 1964. Диатомеи Индийского и Тихоокеанского сектора Антарктики. М., Изд-во АН СССР.
8. Линькова Т.И. 1970. Палеомагнетизм донных осадков Индийского океана. – Труды Северо-вост. комплексного ин-та, вып. 37, Магадан.
9. Лисицын А.П. 1966. Распределение кремнезема в четвертичных осадках в связи с климатической зональностью геологического прошлого. В сб. "Геохимия кремнезема". М., "Наука".
10. Моисеева А.И. 1971. Атлас неогеновых диатомовых водорослей Приморского края. – Труды ВСЕГЕИ, т. 17, М., изд-во "Недра".
11. Петрушевская М.Г. 1971. Выделение стратиграфических зон четвертичных и верхнечетвертичных отложений методом радиоляриевых анализов. В сб. "Древние радиолярии Средней Азии". Душанбе, Изд. Тадж. гос. ун-та.
12. Петрушевская М.Г. 1972а. Биостратиграфия глубоководных четвертичных осадков по данным радиоляриевых анализов. – Океанология, т. XII, вып. 1.

13. Петрушевская М.Г. 1972б. Некоторые вопросы палеогеографии по материалам радиоляриевых анализов глубоководных донных отложений. - Океанология, т. XII, вып. 4.
14. Петрушевская М.Г., Линькова Т.И. 1972. К вопросу о связи радиоляриевых и палеомагнитных зон в донных осадках Индийского океана. - Изв. АН СССР, № 6.
15. Шешукова-Порецкая В.С. Неогеновые морские диатомовые водоросли Сахалина и Камчатки. М., Изд-во ЛГУ.
16. Abbot W. 1971. Diatom investigations of southern ocean deep-sea cores. *Antarct. - J. Uni. St.*, v. VI, N 5.
17. Bandy O., Casey R., Wright R. 1971. Late Neogene planktonic zonation, magnetic reversals and radiolarian dates, Antarctic to the tropics. - *Antarctic research series*, v. 15, *Biol. of the Antarctic seas*.
18. Burckle L. 1972. Late Cenozoic planktonic diatom zones from the eastern equatorial Pacific. - *Beih. Nova Hedwigia*, Heft 39.
19. Donahay J. 1967. Diatoms as indicators of Pleistocene climatic fluctuations in the Pacific sector of the Southern Ocean. - *Progress in Oceanography*, v. 4.
20. Donahay J. 1970. Pleistocene diatoms as climatic indicators in North Pacific sediments. - *Geol. Soc. Amer., Memoir*, 126.
21. Hanna G.D. 1970. Fossil diatoms from the Pribilof Islands, Bering sea, Alaska. - *Proceed. Calif. Ac. Sci.*, Fourth series, v. 37, N 5.
22. Hays J. 1965. Radiolaria and late Tertiary and Quaternary history of the Antarctic seas. - *Biol. of the Antarctic seas*, II, *Antarctic research ser.* 5.
23. Hays J.D., Opdyke N.D. 1967. Antarctic radiolaria, magnetic reversals and climatic changes. - *Science*, v. 158, N 3804.
24. Hays J.D., Saito T., Opdyke N.D., Burckle L.H. 1969. Pliocene-Pleistocene sediments of the equatorial Pacific; their paleomagnetic, biostratigraphic and climatic record. - *Geol. Soc. Amer. Bull.*, v. 80, N 8.
25. Moore T.C. 1969. Radiolaria: change in skeletal weight and resistance to solution. - *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 80, N 10.
26. Payne R., Conolly J., Abbott. 1971. Variation among Elanin piston cores: an intensive coring station in the Wilkes Abyssal Plain. - *Antar. J. Un. St.*, VI, N 5.
27. Riedel W.R., Sanfilippo A. 1970. Radiolaria. In: Bader R.G. et al. 1970. Initial reports of the Deep-sea Drilling Project, v. IV. Washington (U.S. Govern. Printing Office).

DIATOMS AND RADIOLARIANS IN THE CORE ST. 256" OB" (SOUTHERN OCEAN); ESSAY OF BIOSTRATIGRAPHIC CORRELATION

A.P. Jouse, M.G. Petrushevskaya

Summary

In the deep-sea sedimentary core 256" Ob" (42°54 S, 20°06 E) the ranges of diatom and radiolarian species were compared with the records of geomagnetic reversals by Linkova (1970). The patterns of diatom and radiolarian species were found the same as they were recorded by Hays (1965), Hays and Opdyke (1967), Donahue (1967, 1971), Jouse (1969), Abbott (1971), Bandy, Casey and Wright (1971), Petrushevskaya (1971) for the Southern ocean. In most aspects diatom and radiolarian evidence coincide very closely. Pliocene-Pleistocene boundary is supposed to be on the level of 300 cm. The I, II and the III diatom-horizons must be regarded as Pleistocene, the IV horizon - as Pliocene. The age of the deepest sediment in the Core (836-1078 cm) is believed to be no less than 4 mln years old. The biogeographic compound of the diatom and radiolarian species is mixed: tropical species are present as well as antarctic species up to the depth of 836 cm. Earlier sediments contain mostly widely distributed tropical species. The fluctuations of cold and warm water diatoms and radiolarians define the same intervals of warm and cool conditions, which can be explained by the fluctuations of the position of the Antarctic Polar Front. The presence of tropical radiolarians *Pterocanium prismatium* and *Stichocorys peregrinus* permitted the direct correlation of the antarctic "Ф", "V" and "T" zones with the tropical zones, established by Riedel and Sanfilippo (1970).

ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИЕ КРИВЫЕ ДЛЯ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА ПО ДАННЫМ РАДИОЛЯРИЕВОГО АНАЛИЗА ОСАДКОВ

М.Г. Петрушевская

Попытки воссоздания климатических условий плейстоцена и плиоцена в Тихом океане и Антарктике на основе изучения распределения радиолярий в колонках донных отложений были предприняты Хейсом [7], Кругликовой [1], Нигрини [9], Кэси [5] и Петрушевской [3]. Методика таких исследований, однако, еще не вполне отработана. В большинстве работ [1, 4, 5, 6, 9] как показатель тепловодных (или холодноводных) условий используются комплексы радиолярий, найденные в осадках низких (или высоких) широт. Однако, как неоднократно отмечалось в литературе, среди радиолярий, в отличие от диатомей и фораминифер, имеются виды, не только приуроченные к поверхностным, но и к глубинным водам. Отнесение таких видов, как, например, *Lithocampe aquilonaris* или *Eucyrtidium tumidulum* и других близких к ним форм, к тепловодной группе исключительно на основании их приуроченности к осадкам умеренных и тропических областей [1,7] представляется недостаточно обоснованным; эти виды не встречаются в теплых поверхностных водах. Иными словами, среди радиолярий, отнесенных к одной зоогеографической группе, могут оказаться виды с различной экологией. При изменении климатических условий эти экологические группы радиолярий будут вести себя по-разному. В связи с этим при воссоздании палеоклиматических условий более надежными оказываются не зоогеографические, а экологические [3] группы радиолярий.

Из 52 исследованных [2,3] были выбраны те 7 колонок, взятых в Индийском океане (рис. 1), которые были надежно датированы привязкой к палеомагнитной шкале. Для построения палеоклиматических кривых использовалось процентное соотношение между радиоляриями, принадлежащими к разным экологическим комплексам, например между поверхностными тепловодными и субповерхностными и поверхностными умеренно тепловодными для тропических районов, между поверхностными холодноводными и глубинными и субповерхностными умеренно холодноводными для высокой Антарктики и т.д. Списки видов, отнесенных к разным комплексам, и колебания процентного соотношения этих комплексов для обсуждаемых колонок даны в работе Петрушевской [3].

За время палеомагнитной эпохи Брюнес (примерно 0,7 млн. лет) в осадках, вскрытых разными колонками, обычно удается установить пять стадий потепления (см. рисунок), т.е. столько же, сколько для этого времени указывают Кеннет [8] и Эрикссон и соавт. [6]. Однако меньшая выраженность стадии потепления во время, предшествовавшее эпохе Брюнес, о которой пишут эти авторы, отмечена только в одной колонке ст. 141, взятой в экваториальном районе. Материалы этой колонки (см. рисунок) дают основания предполагать, что 1,1-0,7 млн. лет назад условия были менее теплопроводными, чем в более позднее время. Палеоклиматические кривые для остальных исследованных колонок, взятых в Антарктике и в южной умеренной области, обнаруживают такую же тенденцию, как и кривые, приводимые для этого района Хейсом и другими [7] и Банди и соавт. [4]. Все они свидетельствуют о большой роли умеренно холодноводных (или даже умеренно тепловодных) радиолярий в антарктической фауне радиолярий во время, предшествовавшее эпохе Брюнес, чем в последние 0,7 млн. лет. Найти убедительное объяснение наблюдаемым противоречиям пока трудно.

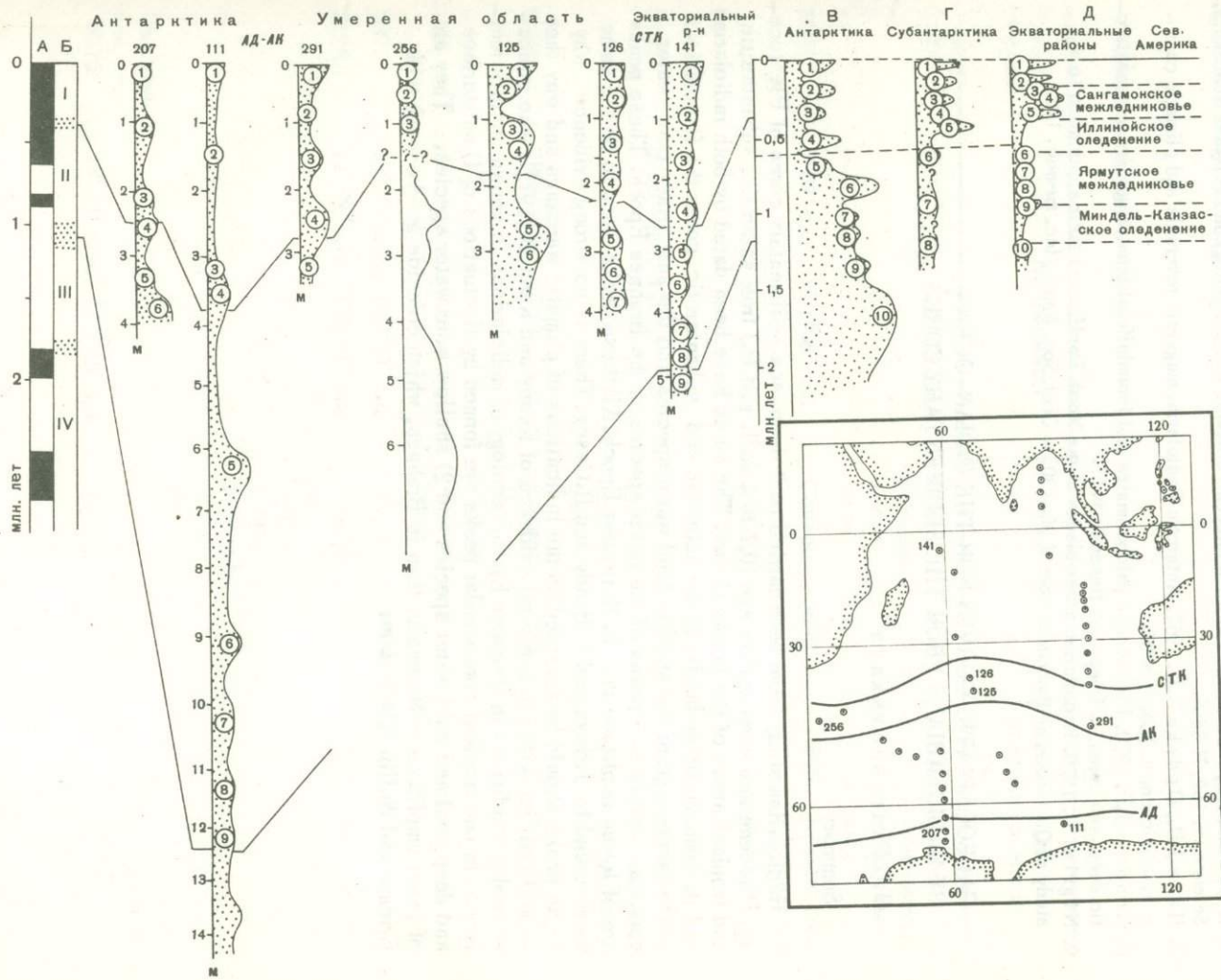


Рис. 1. Сопоставление палеоклиматических кривых, полученных разными авторами

А — палеомагнитная шкала и абсолютный возраст в миллионах лет: Б — стратиграфические горизонты Петрушевской [2]; 207, 111, 291, 256, 125, 126, 141 — номера станций и/с "Обь" (см. карту), на которых были взяты обсуждаемые колонки (длина колонок в метрах, палеоклиматические кривые по Петрушевской [3]); современное положение: АД — антарктической дивергенции, АК — антарктической конвергенции, СТК — субтропической конвергенции; В — палеоклиматическая кривая для Антарктики, по данным Хейса [7] и Банди и др. [4]; Г — палеоклиматическая кривая для субантарктики, по данным Кеннетта [8]; Д — палеоклиматическая кривая для экваториальных районов и ее сопоставление со стадиями потепления и похолодания в Северной Америке, по данным Эриксона и др [6]; в кружках — номера стадий потепления

Литература

1. Кругликова С.Б. 1969. Радиоларии в колонке ст. 4066 (северная часть Тихого океана). В Сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
2. Петрушевская М.Г. 1972а. Биостратиграфия четвертичных и верхнетретичных глубоководных отложений по данным радиолариевого анализа. - Океанология, т. XII, вып.1.
3. Петрушевская М.Г. 1972б. Некоторые вопросы палеогеографии по материалам радиолариевого анализа глубоководных донных отложений. - Океанология, т. XII, вып.4.
4. Bandy O.R., Casey R., Wright R. 1971. Late Neogene planktonic zonation, magnetic reversals and radiolarian dates, Antarctic to the tropics. - Antarctic research series, v. 15. Biol. of the Antarctic seas.
5. Casey R.E. 1972. Neogene radiolarian biostratigraphy and paleotemperatures: southern California, the Experimental Mohole, Antarctic core E 14-8. - Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol., N 1-2.
6. Ericson D.B., Wollin G. 1968. Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments. - Science, v. 162, N 3859.
7. Hays J.D., Opdyke N.D. 1967. Antarctic Radiolaria, magnetic reversals and climatic changes. - Science, v. 158, N 3804.
8. Kennett J.P. 1970. Pleistocene paleoclimates and foraminiferal biostratigraphy in subantarctic deep-sea cores. - Deep-sea Research, v. 17.
9. Nigrini C. 1970. Radiolarian assemblages in the North Pacific and their application to a study of Quaternary sediments in core V 20-130. - Geol.Soc. Amer., Inc. memoir, 126.

PALEOCLIMATIC CURVES FOR THE INDIAN OCEAN BY RADIOLARIANS FROM THE SEDIMENTARY CORES

M.G.Petrushevskaya

Summary

Radiolarian study have been carried on 7 deep-sea sedimentary cores of Pleistocene, Pliocene and even earlier age (0,7 to 4 mill. y.B.P.) from antarctic, subantarctic and tropical areas of the Indian Ocean. The cores have been dated by both radiolarian and paleomagnetic methods. In the antarctic and subantarctic cores the fluctuations of the percentage of the shallow cold water species and the subsurface cool water species define 3-5 peaks of the latter species in the Bruhnes Epoch. These peaks are of lower amplitude than in Matuyama Epoch. All these peaks seem to be the same as recorded by J.Hays and O.Bandy and R.Casey. There is no strong evidence why these peaks should be regarded as the indications of climatic warmings and why they should conflict with foraminiferal evidence of Keany and Kennett (1972), who indicate cooler conditions in Matuyama Epoch: ecology of radiolarians is known insufficiently yet. In one tropical core similar peaks are formed by fluctuations of 1) subsurface and deep cool and cold water species and 2) shallow warm water species. They are of lower amplitude in Matuyama than in Bruhnes, which coincide good enough with Ericson and Wollin (1968) data.

РАДИОЛЯРИИ В КОЛОНКАХ ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ ЗОНЫ
ТИХОГО ОКЕАНА

С.Б. Кругликова

В данной статье изложены результаты исследования радиолярий в колонках из экваториальной зоны Тихого океана, полученных в 23-м, 34-м и 48-м рейсах НИС "Витязь" (табл. 1).

Таблица 1

Исследованные колонки

Номер станции	Координаты	Район	Глубина, м	Длина колонки, см	Тип осадков
3797	2°01' с.ш., 172°32' з.д.	Центральная котловина	5328	316	Слабо-кремнистые глинистые илы
5082	5°57' с.ш., 139°58' з.д.	Северо-Восточная котловина	4880	805	Кремнисто-карбонатные осадки
5133	5°58' с.ш., 176°04' з.д.	Центральная котловина	5370	925	Слабо-кремнистые глинистые илы
5124	7°55' с.ш., 153°41' з.д.	Северо-Восточная котловина	5050	894	То же
5071	12°10' с.ш., 140°37' з.д.	То же	4900	373	" "
5128	12°57' с.ш., 176°06' з.д.	Северная часть Центральной котловины	5126	545	Красные глины
Полигонная ст. 6275	12°11' с.ш., 179°48' з.д.	То же			



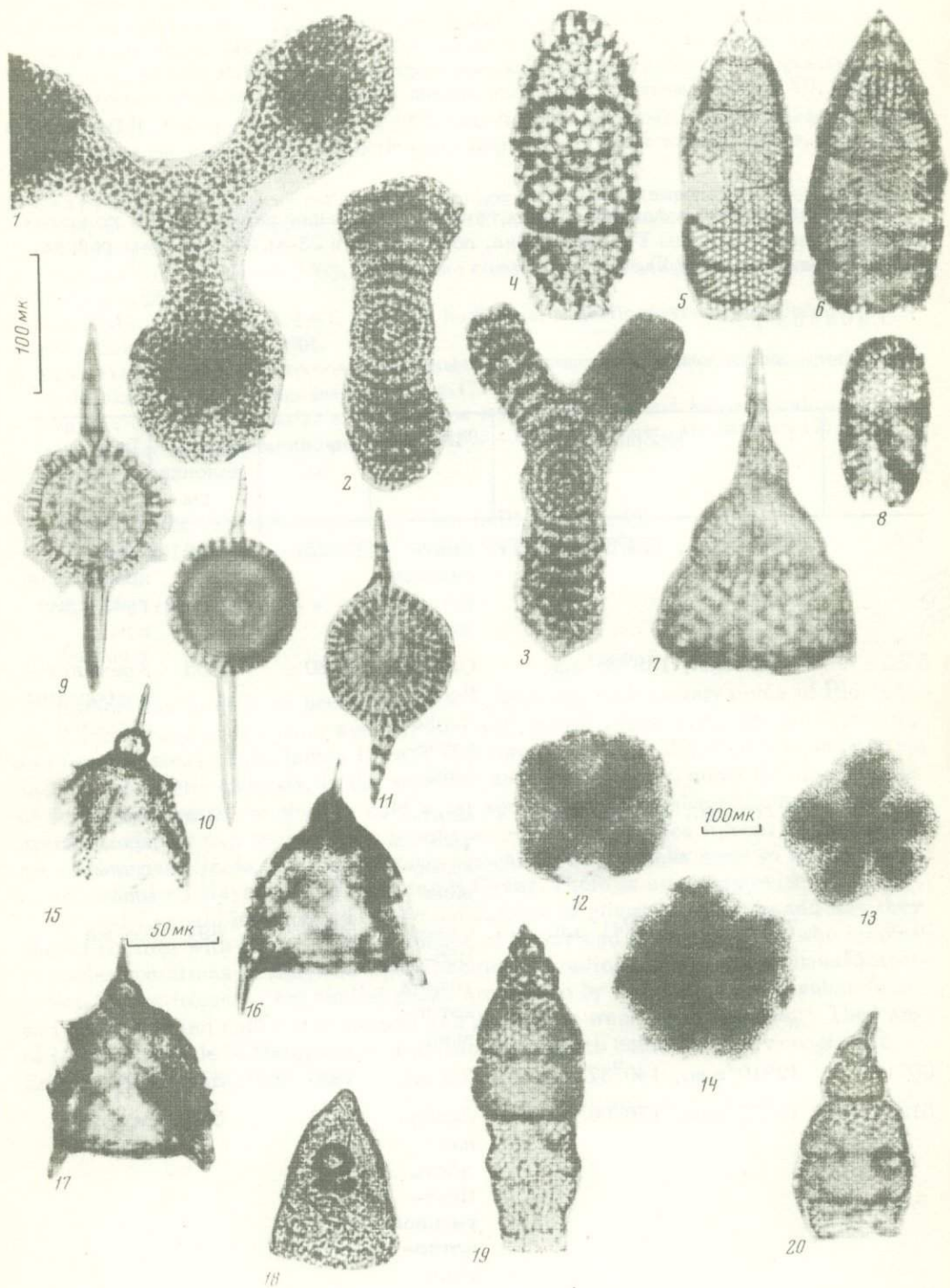


Рис. 1. Характерные виды радиолярий из отложений экваториальной зоны (плейстоцен — плиоцен):

1 — *Hymeniasstrum euclidis* Hck.; 2 — 3 — *Amphirhopalum ypsilon*; 4 — *Ommatarus tetrathalamus* (Hck.); 5 — 6 — *Eucyrtidium* sp.; 7 — *Lampocyclus maritalis* Hackaer *ventricosa* Nigrini; 8 — *Carpocanium* sp. Nigrini; 9 — 10 — *Stylatractus universus* Hays (10 — из осадков бореальной зоны); 11 — *S.universus* Hays (?) из миоценовых отложений; 12 — *Spongaster tetras* Ehr. *tetras* Nigrini; 13 — 14 — *Spongaster pentas* Riedel; 15 — 17 — *Pterocanium prismatium* Riedel; 18 — *Centrobotrys termophila* Petrusch.; 19 — 20 — *Stichocorys peregrina* (Riedel). (1—4—ст. 5133, 0—3 см; 2, 13 — ст. 5082, 119—120 см; 3, 12 — ст. 5082, 549—550 см; 14—19 — ст. 5082, 790—791 см; 20 — ст. 5082, 804—805 см; 10 — ст. 4104, 335—340 см; 5—9 — ст. 5071, 282—284 см; 11 — ст. 5133, 380—382 см)

Встречена богатая фауна радиолярий различного возраста — от эоценовой до современной (рис. 1—3).

Изучение танатоценозов радиолярий в колонках проводилось в целях выделения возрастных зон в дочетвертичных отложениях Тихого океана, а также выяснения возможности дробной стратификации плейстоценовых отложений экваториальной зоны (на примере колонки ст. 3797).

Относительно стратификации плейстоценовых отложений экваториальной зоны в настоящее время известно очень мало [11]. Сравнительно дробное расчленение доплейстоценовых осадков экваториальной зоны с выделением возрастных радиоляриевых зон стало возможным благодаря работам Ридела [13, 14]. При расчленении осадков доплейстоценового возраста мной использовалась биостратиграфическая схема Ридела и Санфилиппо.

Колонка ст. 3797 (рис. 4). Сложена глинистыми илами коричневого (0—45 см) и светло-коричневого (45—316 см) цвета. Гранулометрический состав осадков по длине колонки почти не меняется. Содержание крупноалевритовой и песчаной фракций незначительно. Содержание SiO_2 аморфн. в осадках колонки колеблется от 5 до 12%. Основными источниками аморфного кремнезема являются радиолярии и диатомей.

Численность радиолярий в пересчете на 1 г натурального сухого осадка по всей длине колонки превышает количество радиолярий в поверхностном слое осадков в зоне радиоляриевых илов (рис. 4). Минимальная численность радиолярий (166 тыс. экз./г) приходится на поверхностный слой осадков. Максимальная численность радиолярий 907 тыс. экз./г отмечается в осадках средней части колонки (140—142 см).

По всей длине колонки фауна радиолярий очень разнообразна по видовому составу и в массе своей представлена современными тропическими видами, известными из поверхностного слоя осадков [2, 11]¹. Изменения численности и видового состава комплексов радиолярий по длине колонки позволяют выделить слои, соответствующие относительно теплым и холодным климатическим этапам накопления плейстоценовых отложений (по методике, изложенной ранее [3]).

Осадки колонки 3797 расчленяются на четыре горизонта: I — 0—5 см; II — 5—115 см; III — 115—255 см; IV — 255—316 см.

В осадках I горизонта (0—5 см) в комплексе радиолярий присутствуют такие тропические виды, как *Botryocytis scutum* (Harting), *Peromelissa phalacra* Hck., *Stylodictya* sp. ("тропический"), *Euchitonia elegans* (Ehr.), *Euchitonia*

¹ В колонке встречаются во вторичном залегании единичные экземпляры третичных видов радиолярий (особенно часто ниже 110 см), однако существенной роли в комплексе они не играют.

100 MK

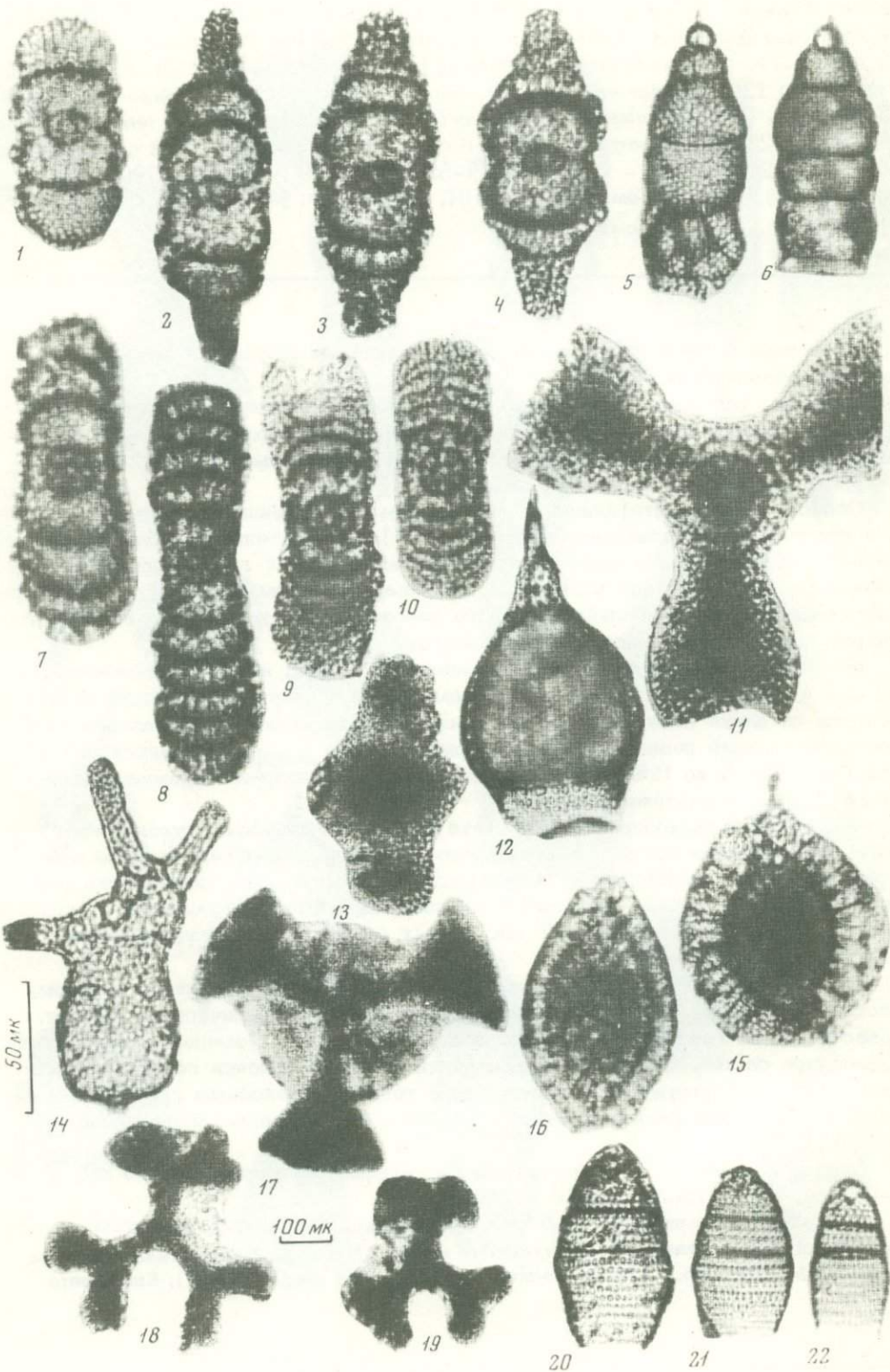


Рис. 2. Неогеновые радиолярии экваториальной зоны (поздний и средний миоцен)

1 — *Ommatartus penultimus* (Riedel); 2–4 — *O. antepenultimus* Riedel and Sanfilippo; 5 — *Stichocorys peregrina* (Riedel); 6 — *S. delmontensis* (Camp.a. Clark); 7–8 — *Ommatartus hughesi* (Camp.a. Clark); 9–10 — *Cannartus pettersoni* Riedel and Sanfilippo (?); 11 — *Hymeniastrum* (?) sp.; 12 — *Calocycletta caepa* Moore; 13 — *Spongaster klingi* Riedel and Sanfilippo; 14 — *Acrobotrys tritubus* Riedel; 15–16 — *Larcospira* sp.; 17 — *Dictyocoryne* (?) sp.; 18–19 — *Dictyocoryne ontongensis* Riedel and Sanfilippo; 20–22 — *Artostrobium doliolum* Riedel and Sanfilippo (22 — из зоны *Cannartus pettersoni*) (1, 2, 5 — ст. 5133, 270–272 см; 11, 14 — ст. 5133, 320–322 см; 12, 20 — ст. 5133, 380–382 см; 16, 18 — ст. 5133, 420–422 см; 4, 8, 13, 17 — ст. 5133, 450–452 см; 21 — ст. 5133, 480–482 см; 3, 19 — ст. 5133, 610–612 см; 9 — ст. 5133, 640–642 см; 6 — ст. 5124, 568–570 см; 7, 15 — ст. 5124, 887–889 см; 10 — ст. 5133, 730–732 см; 21 — ст. 5133, 880–882 см)

furcata Hck., *Heliodiscus asteriscus* Hck., *Spongaster tetras tetras* Ehr., *Anthocytidium ophirense* (Ehr.), *Acanthocorys variabilis* Pop., *Bothryocytis quinaria* (Ehr.), *Bothryocella* sp., *Eucoronis nephropsyris* Hck., *Theoconus hertwigii* (Hck.), составляющие в сумме около 30%.

По длине колонки часто встречаются виды космополитического распространения, доминирующие в комплексе поверхностного слоя осадков бореальной зоны Тихого океана — *Lithomitra arachnea* (Ehr.), *Artostrobos annulatus* (Bailey), *Theocalyptra bicomis* Pop.

Для II горизонта (5–115 см) характерно присутствие того же комплекса наиболее обильно представленных тропических видов, однако содержание этих видов снижается. Так, в нижней части отложений II горизонта доля их не превышает 10%, а содержание *Lithomitra arachnea* (Ehr.), *Artostrobos annulatus* Bailey, *Cycladophora davisiana* (Ehr.) и *Theocalyptra bicomis* Pop. — многим более 3%.

В осадках III горизонта (115–255 см) в составе фауны радиолярий присутствуют доминирующие виды тропического комплекса, а также типичные для экваториальной зоны *Botryocytis quinaria* и *Centrobotrys termophila* Petrushevsk. Доля "холодноводных" видов в осадках III горизонта — около

В фауне радиолярий IV горизонта (255–317 см) содержание доминирующих видов тропического комплекса резко снижается до 5%, а *Lithomitra arachnea* (Ehr.), *Artostrobos annulatus* и *Cycladophora davisiana* составляют 3,2–3,8%.

В колонке ст. 3797 вплоть до 200–201 см спорадически встречается *Stylatractus universus* Hays. Граница вымирания этого вида в тропиках, по данным Хейса, отвечает возрасту отложений около 320 тыс. лет [7].

В этой же колонке, помимо радиолярий, изучались диатомеи и бентосные фораминиферы. Более всего наши результаты соответствуют данным В.В. Мухиной [4], изучавшей диатомей (табл. 2). По данным изучения диатомей, колонка ст. 3797 прошла толщу среднечетвертичных отложений и вошла в раннечетвертичные. В низах колонки присутствует в массе силикофлягеллята *Mezosena elliptica*, которая вымирает на границе раннего и среднего плейстоцена [1, 4].

Изучение колонки ст. 3797 показало, что на протяжении времени накопления осадков фауна радиолярий не претерпела существенных изменений в отношении систематического состава. Однако отложения горизонтов I, III соответствуют относительно более тепловодным, а II и IV — холодноводным условиям накопления осадков.

Колонка ст. 5071. Сложена серовато-коричневыми и темно-коричневыми глинистыми илами, состоящими более чем на 90% из пелитового материала.

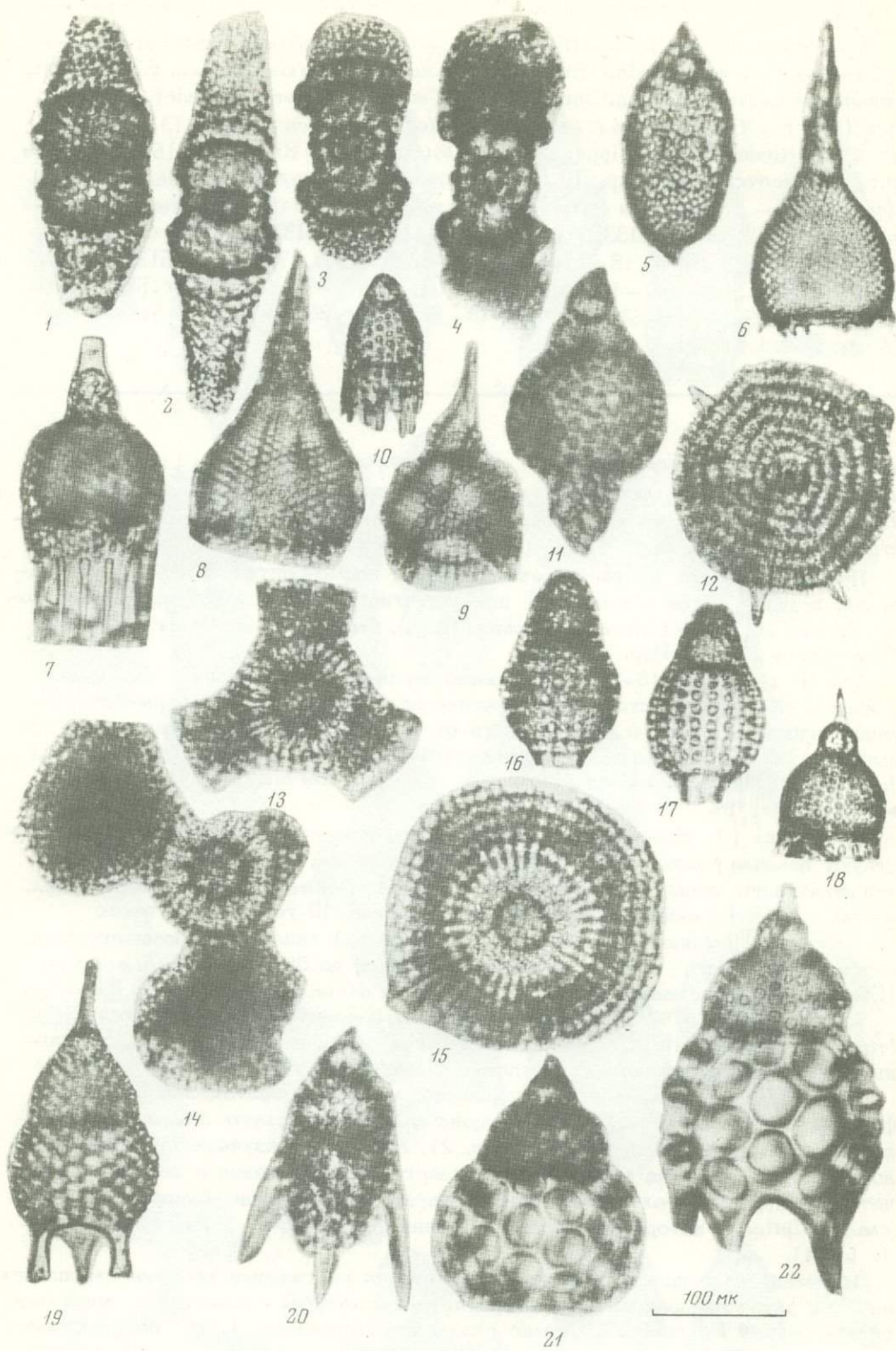


Рис. 3. Неогеновые и палеогеновые радиолярии из отложений экваториальной зоны (средний миоцен и олигоцен — эоцен)

1-2 — *Cannartus laticonus* Riedel; 3-4 — *Cannartus pettersoni* Riedel a. Sanfilippo; 5 — *Lithopera thornburgi* Sanfilippo a. Riedel; 6 — *Anthocyrtidium ehrenbergii ehrenbergii* (Stöhr.); 7 — *Calocyclletta costata* (Riedel); 8 — *Theocyrtis annosa* (Riedel); 9 — *T. tuberosa* Riedel; 10 — *Phormocyrtis embolum* Ehr.; 11 — *Eusyngium lagena* (Ehr.); 12 — *Stylodictya splendens* Ehr.; 13-14 — *Lithocyclia aristoteli* Ehr. group.; 15 — *Lithocyclia ocellus* Ehr.; 16-17 — *Theocampe mongolfieri* Ehr.; 18 — *Cycladophora hispida* Ehr.; 19 — *Thirsocyrtis rhizodon* (Ehr.); 20 — *Rhopalocanium ornatum* Ehr.; 21 — *Thirsocyrtis triacantha* (Ehr.); 22 — *Th. schomburgkii* Ehr. (1-ст. 5133, 610-612 см; 2,6-ст. 5133, 640-642 см; 3-5-ст. 5133, 880-882 см; 8,10,11,22-ст. 5124, 418-420 см; 9-ст. 5124, 448-450 см; 7,12,15,18-ст. 5124, 478-480 см; 16-17, 19-ст. 5124, 508-510 см; 20-21-ст. 5124, 568-570 см)

Таблица 2

Стратификация осадков колонки ст. 3797 (мощность горизонтов в см)

Радиолярии		Диатомей [4]		Бентосные фораминиферы [6]	
I	0-5	I	0-15	I	0-5
II	5-115	II	15-115	II	5-90 II А 5-40 II Б 40-70 II В 70-90
III	115-255	III	115-255	III	90-160
				IV	160-215
IV	255-316	IV	255-316	V	215-250
				VI	250-316

Алевритовый материал представлен скелетами радиолярий, диатомей, а также спикулами губок¹.

Осадки колонки по всей длине содержат разнообразную современную тропическую фауну радиолярий. Однако наиболее часто здесь встречаются виды, не характерные для плейстоценового комплекса остальных изученных колонок. Эти виды (рис. 1, фиг. 5-8) — *Theoconus minitorax* Nigrini, *Carpocanium* sp. [10], *Lamprocyclus maritalis ventricosa* Nigrini, *Lithocampe* sp. (*Eucyrtidium* sp.?), по данным Нигрини, часто встречаются в районе холодного Перуанского течения.

Сравнительно обильны в комплексе радиолярий виды космополитического распространения, приведенные при рассмотрении колонки ст. 3797 как индикаторы похолодания климата: *Cycladophora davisiana* Ehr., *Artostrobos annulatus* Bailey, *Lithocampe platycephala* Ehr., *Cycladophora cornuta* Bailey, *Lithostrobos botryocyrtis* Hck., *Lithocampe tumidula* (Bailey), *Lithomitra arachnea* (Ehr.). Будучи достаточно широко распространенными в осадках экваториальной зоны, эти виды редко встречаются столь полно выраженным комплексом, состав-

¹Приведенные здесь и далее данные по литологии получены А.П. Лисицыным, любезно предоставившим материалы для изучения радиолярий в колонках 34-го рейса НИС "Витязь".

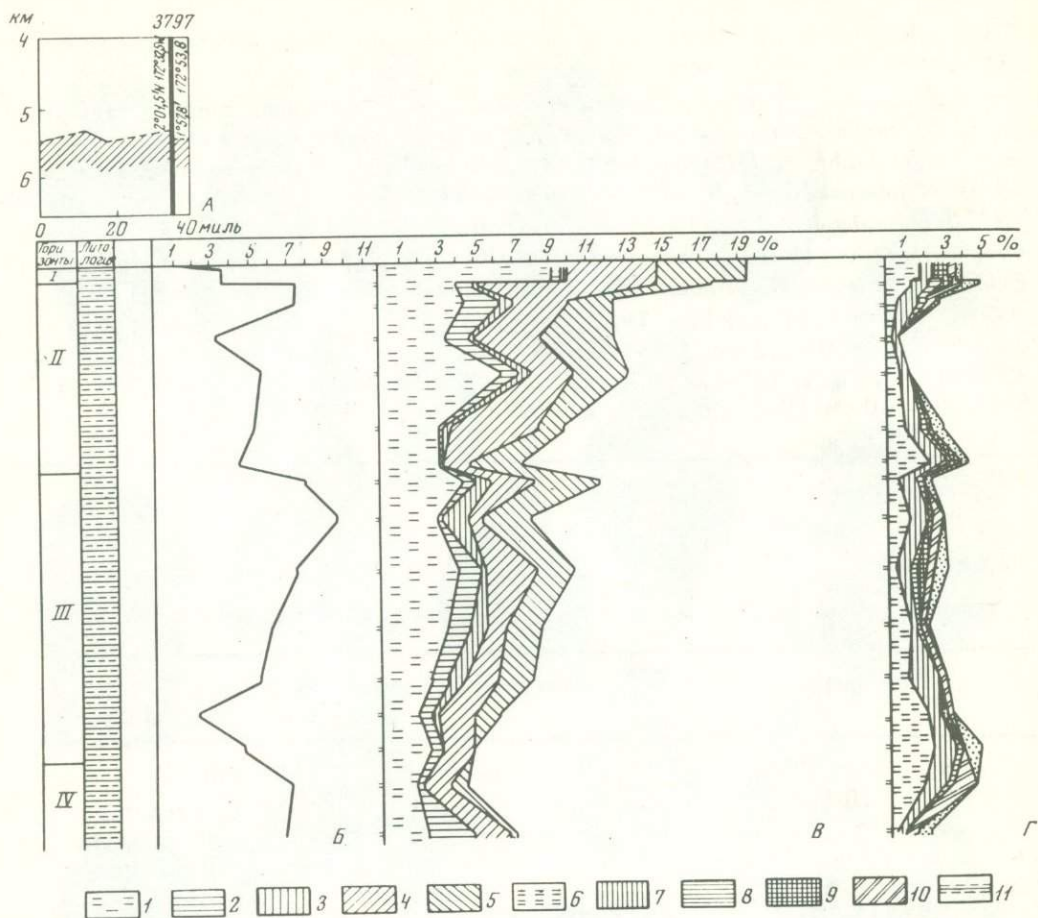


Рис. 4. Распределение радиолярий в колонке ст. 3797

А — рельеф дна в районе получения колонки; Б — численность радиолярий (в сотнях тыс. экз./г); В — характерные виды тропической фауны радиолярий (в %); Г — виды радиолярий космополитического распространения (в %); 1 — *Botryocystis scutum* (Harting); 2 — *Acanthocorys variabilis* Popofsky; 3 — *Euchitonina elegans* Ehr.; 4 — *Peromelissa phalacra* Hck.; 5 — *Stylodictya* sp.; 6 — *Artostrobos annulatus* (Bailey); 7 — *Cycladophora davisiana* (Ehr.); 8 — *Lithomitra arachnea* (Ehr.); 9 — *Theocalyptra bicornis* Popofsky; 10 — *Lithomelissa borealis* Ehr.; 11 — глинистый ил

ляющим в колонке 5071 до 5–6% от общего состава танатоценоза. Названные виды в том или ином количестве встречаются по всей длине колонки. Вероятно, плейстоценовые отложения колонки 5071 отвечают несколько более холодноводным условиям осадконакопления, чем осадки ст. 3797.

От низа колонки вплоть до 40 см постоянно встречается *Stylatractus universus* Haas (рис. 1, фиг. 9–11). Граница вымирания этого вида, расположенная столь близко от верха колонки, возможно, указывает на то, что осадки поверхностного слоя не являются современными. По мнению Хейса [7,8], в осадках бореальной зоны вымирание этого вида отбивает нижнюю границу верхнеплейстоценовых отложений. Отсутствие этого вида позволяет предположить, что осадки выше 40 см в колонке ст. 5071 изохронны осадкам, лежащим выше 200 см в колонке ст. 3797.

В отложениях всей толщи от 0 до 373 см постоянно и в больших количествах встречаются скелеты радиолярий дочетвертичного возраста. Основными до-

плейстоценовыми компонентами танатоценоза радиолярий этой колонки являются виды, характерные для отложений среднего эоцена (рис. 3).

Колонка ст. 5082 (рис. 5, А). Сложена глинистыми илами с незначительной примесью мелкого песка (на 0-10 см). Отдельные участки колонки (34-80, 150-214, 493-583 см) обогащены CaCO_3 . Нижняя часть колонки сильно уплотнена.

Богатая по содержанию и видовому составу фауна радиолярий свидетельствует, что колонка ст. 5082 сложена осадками, отлагавшимися в течение плиоцена-плейстоцена. Граница между отложениями плиоцена и плейстоцена может быть проведена на 408 см.

Стратификация этой колонки по радиоляриям сопряжена с рядом трудностей. Наряду с закономерно сменяющимися комплексами плиоценового и плейстоценового возраста, существенную часть танатоценоза (нередко большую, чем плиоценовые и плейстоценовые радиолярии) составляют разновозрастные миоценовые радиолярии.

От 0 до 180 см осадки вмещают несомненно плейстоценовую фауну радиолярий. Самые верхние слои колонки содержат характерный для экваториальной зоны комплекс современных радиолярий очень хорошей сохранности: *Hymeniastrium euclidis* Hck., *Botryocytis scutum* (Hart.), *Peromelissa phaiacra* Hck., *Spongaster tetras tetras* Ehr., *Ommatartus tetrathalamus* Hck., *Amphirhopalum ypsilon* Hck., *Pterocanium praetextum praetextum* (Ehr.), *Zygocircus productus* Hertwig., *Lithopera bacca* Ehr., *Acanthocorys variabilis* Popofsk., *Theocorythium trachelium trachelium* Ehr. и др. Встречающиеся здесь древние радиолярии единичны. Глубже 200 см роль древней фауны заметно возрастает, а нередко древние радиолярии доминируют (200-550 см). Среди них наиболее часто встречаются: *Calocycloteta virginis* Hck., *C. costata* (Riedel), *Phormostichoartus corona* Hck., *Carpocanopsis cristatum* (Camevale), *C. bramletti* Riedel a. Sanfilippo, *Anthocyrtdium ehrenbergii ehrenbergii* (Stöhr.) и многие другие виды, характерные в основном для отложений нижней и среднего миоцена, а также *Theocapsa mongolfieri* (Ehr.), *Phormocyrtdis embolum* (Ehr.) - типичные эоценовые виды (см. рис. 3). В некоторых образцах этого слоя (например, 210-211 см) сохранность радиолярий очень плоха, а численность мала.

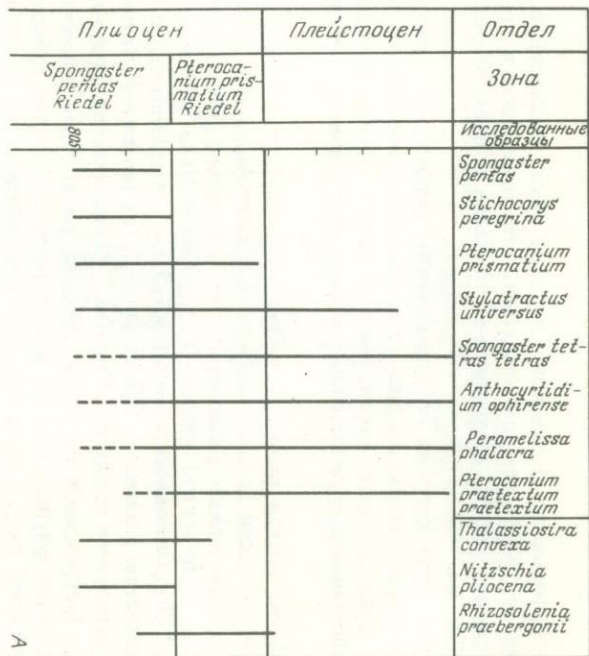
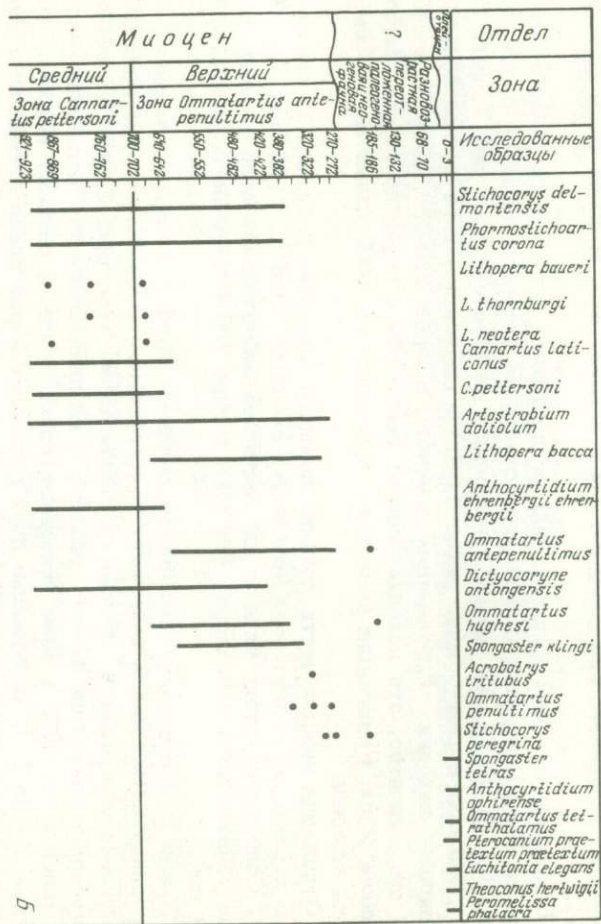
От низа колонки вплоть до 119-120 см встречается *Stylatractus universus* Hauss. Отсутствие его позволяет считать осадки выше 119-120 см изохронными осадкам, лежащим выше 200-201 см в колонке 3797 и 40-42 см в колонке 5071.

В колонке ст. 5082 снизу до 400 см постоянно встречается *Pterocanium prismatium* Riedel, верхняя граница существования которого признана рядом авторов [12, 13, 14, 7, 9] границей плиоцена и плейстоцена (см. рис. 1, фиг. 15-17). Вид составляет обычно около 0,5-0,7% (максимум 1,3% в слое 492-493 см); единичные находки *P. prismatium* отмечены в слоях 329-330, 299-300 и 240-242 см. Вероятно, эти находки следует связывать с переотложением. Верхняя граница зоны *Pterocanium prismatium* в колонке ст. 5082 лежит на 408 см от верха колонки.

Отложения нижней части колонки вмещают комплекс радиолярий, для которого характерно присутствие *Stichocorys peregrina* Riedel (см. рис. 1, фиг. 19-20). Содержание этого вида порой достигает значительной доли от общего состава танатоценоза радиолярий (от 3,4% в слое 790-791 см до 6,6% в слое 665-666 см).

Время существования *Stichocorys peregrina* Riedel - верхний миоцен - нижний плиоцен. Наличие в комплексе одновременно со *Stichocorys peregrina* единичных экземпляров *Spongaster pentas* Riedel (см. рис. 1, фиг. 13-14) и *Pterocanium prismatium* Riedel указывает на принадлежность отложений подошвы колонки ст. 5082 к зоне *Spongaster pentas*, т.е. к раннему плиоцену (по данным Хейса [7], содержание двух последних видов редко достигает 1% от общего состава танатоценоза).

Stichocorys peregrina достаточно резко выклинивается на 600-601 см (от верха колонки), несколько ранее - около 622 см исчезает *Spongaster pentas*.



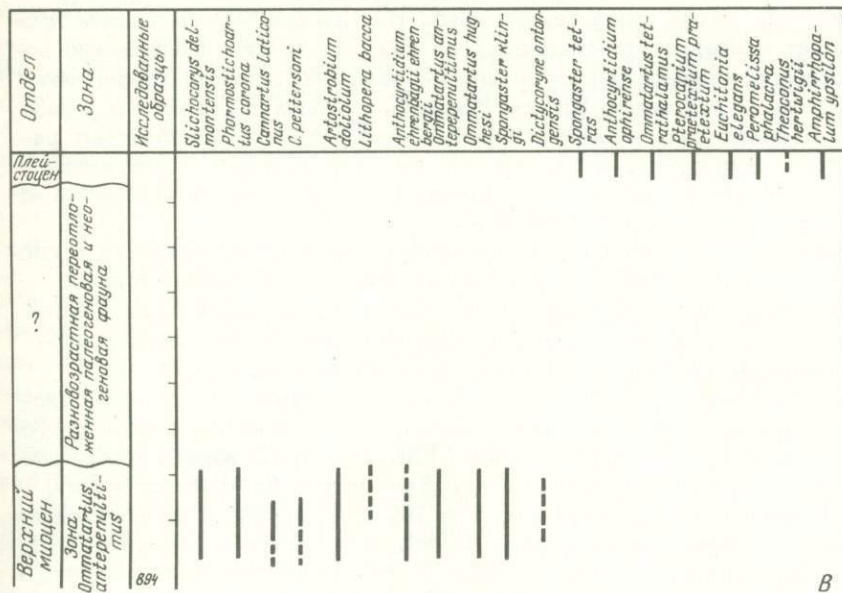


Рис. 5. Распределение радиолярий в отложениях колонок станций 5082, 5133, 5124

Станции: А – 5082; Б – 5133; В – 5124

Приведены схемы рельефа дна в районах получения колонок

Таким образом, следует считать, что граница между отложениями нижнеплиоценовой зоны *Spongaster pentas* и верхнеплиоценовой – *Pterocanium prismatium* в колонке ст. 5082 лежит на 600 см.

Помимо того, что стратификация исследованной колонки затруднительна из-за отсутствия в танатоценнозе значительного количества разновозрастных перестроженных радиолярий, еще более существенно отсутствие сведений о стратиграфической приуроченности подавляющей массы видов радиолярий. Это обстоятельство можно оценить в полной мере при изучении отложений плиоценового и плейстоценового возраста. Основная часть радиолярий из плиоценовых отложений морфологически очень близка современным видам¹. Возрастные зоны для плиоценовых и плейстоценовых отложений выделены по вымиранию редких, иногда встречающихся в единичных экземплярах видов. Через отложения почти всей колонки проходят, например, такие характерные для современных осадков виды, как *Pterocanium praetextum praetextum* (от верха колонки до 600 см), *Anthocorytidium ophirensis*, *Peromelissa phalacra* и *Spongaster tetras tetras*. Последние два вида особенно многочисленны и постоянно встречаются в отложениях выше 680 см.

¹ По мнению М.Г. Петрушевской [5], фауну радиолярий плиоцена от фауны плейстоцена отличает лишь около 10% видов.

В отложениях колонки ст. 5082 были изучены диатомовые водоросли. Возрастные зоны, выделенные по вымиранию *Stichocorys peregrina*, *Spongaster pentas* и *Pterocanium prismatium*, подтверждаются вымиранием диатомей *Rhizosolenia praebergonii* (в слое 680–380 см), *Thalassiosira convexa* (510–805 см), *Nitzschia pliocena* (600–805 см) [4].

Колонка ст. 5133 (рис. 5, Б). Сложена бурыми с редкими светлыми примазками глинистыми илами, типа терригенных. На глубине 500 см осадок постепенно переходит в алевритово-глинистый ил той же окраски. Содержание органических остатков, незначительное в верхах колонки, заметно возрастает глубже 100–150 см. В горизонте 520 см глинистые осадки переходят в радиоляриевые илы. В низах колонки среди органических остатков преобладают радиолярии, много спикул губок, зубов рыб. По составу радиолярий отложения колонки могут быть расчленены на три толщи: I – 0–15 см; II – 15–260 см; III – 260 см – до конца колонки (925 см).

Осадки в слое 0–15 см заметно различаются по количеству скелетов и составу танатоценозов радиолярий. Верхние 0–3 см вмещают богатую, типично современную фауну радиолярий, характерную для экваториальной зоны Тихого океана. Ниже, вплоть до 15 см, осадки чрезвычайно бедны скелетами радиолярий. Современные виды представлены единичными экземплярами.

Отложения слоя 15–260 см вмещают скелеты радиолярий только палеогенового, преимущественно среднеэоценового возраста. Наиболее часто отмечаются *Theosampe mongolfieri* Ehr., *Podocyrtilis sinuosa* Ehr., *Podocyrtilis papalis* Ehr., *Podocyrtilis ampla* Ehr., *Cycladophora hispida* (Ehr.), *Eusyringium fistuligerum* (Ehr.) (см. рис. 3). В нижней части толщи (глубже 186 см), наряду с палеогеновыми, встречаются виды – *Stichocorys peregrina* Riedel, *Ommatartus antepenultimus* Riedel, *O. hughesi* (Campbell a. Clark), характерные для отложений верхнего миоцена, и большое количество колониальных спумеллярий, типичных для верхнего и среднего миоцена.

Численность радиолярий в слое 15–260 см близка к численности в красных глинах поверхностного слоя осадков Тихого океана. Особенно бедны скелетами верхние 15–140 см колонки. Радиолярии здесь явно переотложенные.

Наиболее интересными в отношении фауны радиолярий представляются осадки III толщи (260–925 см). Возраст этих отложений, судя по обильной и разнообразной фауне радиолярий, – от средней части позднего миоцена до поздней части среднего миоцена в низах колонки (см. рис. 2). По всей вероятности, комплекс радиолярий слоя 260–350 см является переходным от отложений зоны *Ommatartus penultimus* к зоне *O. antepenultimus* (от поздней к средней части позднего миоцена). Отличительной особенностью комплекса этого слоя так же, впрочем, как и отложений всего верхнего миоцена, следует считать присутствие массы очень крупных по размерам и разнообразных колониальных спумеллярий. Столь высокое содержание их никогда не отмечалось в современных осадках Тихого океана. Кроме того, здесь встречены *Stichocorys peregrina* Riedel, *Cyclampteryium neatum* Sanfilippo a. Riedel, *Anthocyrtilidium ehrenbergii* (Stöhr) *pliocenica* (Seguenza), *Ommatartus penultimus* Riedel a. Sanfilippo. Изредка можно встретить *Acrobotrys tritubus* Riedel.

С 290 см вниз по колонке постоянно присутствуют виды, характерные для отложений зоны *Ommatartus antepenultimus* Riedel a. Sanfilippo: *Artostrobium dolium* Riedel a. Sanfilippo, *Phormostichoartus corona* Hck., а также *Calocycletta caera* Moore, *Stichocorys delmontensis* (Campbell a. Clark), *Lithopera bacca* Ehr.; довольно часто – *Antocyrtilidium ehrenbergii ehrenbergii* (Stöhr).

Ниже 352 см количество колониальных спумеллярий заметно меньше. Кроме названных выше встречаются *Spongaster klingi* и *Spongaster* sp. ([14], табл. 1 Д, 12), *Botryocyrtilis* sp. Очень многочисленны виды *Heliodiscus* и близкие к ним *Eucyrtilidium hexagonatum* (?) Hck. Радиолярии слоя 380–670 см наиболее типичны для зоны *O. antepenultimus* (нижняя часть верхнего миоцена). Помимо названных видов, для осадков этой зоны характерно присутствие в комплексе значительного количества *Ommatartus antepenultimus* Riedel a. Sanfilippo (*O. penultimus* здесь и ниже отсутствует), *Dictyocoryne ontongensis* Riedel a. Sanfi-

lippo и *Ommatartus hughesi* Camp. a. Clark. Последние два вида наиболее многочисленны в осадках ниже 450 см.

Фауна в осадках глубже 670 см колонки заметно отличается от фауны радиолярий вышележащих слоев: становятся менее многочисленными панартиды и эухитонииды, очень много спириид. Встречаются, кроме того, единичные экземпляры *Cannartus pettersoni* Riedel a. Sanfilippo (см. рис. 2, фиг. 9, 10), более многочислен *Cannartus laticonus* Riedel, изредка обнаруживаемый ниже 550 см. По всей вероятности, осадки 670–730 см вмещают фауну, переходную к фауне зоны *Cannartus pettersoni*, т.е. к верхней части среднего миоцена.

С 700 см до конца колонки в отложениях присутствуют радиолярии, типичные для зоны *Cannartus pettersoni* Riedel (верхняя часть среднего миоцена) (см. рис. 2, 3). Для осадков этой зоны характерно отсутствие *Ommatartus hughesi* и *Dictyocoryne ontongensis*, находимых выше, в отложениях нижней части зоны *O. antepenultimus*. Часто встречаются *Cannartus pettersoni* Riedel, а также *Stichocorys delmontensis* Camp. a. Clark, *Siphocampe corbula* (Harting), *Cannartus laticonus* Riedel, *Calocycletta caepa* Moore, *Artostrobium doliolum* Sanfilippo a. Riedel, присутствующие во всем слое миоценовых отложений, лежащих выше. Изредка встречаются *Lithopera thornburgi* Sanfilippo a. Riedel, *L. neotera* Sanfilippo a. Riedel, *Larcospira* sp. Интересно отметить, что *Stylatractus universon* Hays, вымирающий на границе верхнего и среднего плейстоцена, проходит через всю колонку ст. 5133, хотя и встречается в единичных экземплярах (см. рис. 1, 5).

По данным изучения диатомовой флоры (по количественному признаку), колонка также расчленяется на три толщи: I – 0–10 см; II – 10–260 см; III – 260–925 см. Средняя толща почти немая, нижняя – наиболее богата диатомеями. Для осадков 0–26 см характерны единичные находки четвертичных видов диатомей; отложения 280–925 см вмещают неогеновую флору. Нижняя толща по составу диатомей расчленена на три горизонта: 260–380; 380–790; 790–925 см [4].

Таким образом, границы выделенных по радиоляриям трех зон в нижней осадочной толще близки к выделенным по диатомеям.

Колонка ст. 5124 (рис. 5, В). Сложена глинистыми илами светло-коричневого и темно-серого цвета. На 0–60 и 690–890 см колонки осадки представлены диатомово-радиоляриевым илом, в интервале 60–690 см – глинистыми илами типа глубоководной красной глины. Состав фауны радиолярий и характер ее распределения по длине колонки близко напоминают распределение радиолярий в колонке ст. 5133.

По фауне радиолярий колонка четко расчленяется на три толщи: I – 0–60 см; II – 60–690 см; III – 690 см – до конца колонки. Судя по составу танатоценозов радиолярий, осадки слоя 0–60 см отлагались в четвертичное время. Разнообразная современная фауна (основу ее составляют те же виды, что и в колонках ст. 3797, 5082, 5133) особенно многочисленна в слое 0–10 см; глубже по колонке количество скелетов радиолярий резко сокращается, современные виды представлены единичными экземплярами.

Отложения II толщи (60–690 см) вмещают скелеты исключительно доплейстоценовых радиолярий (эоцен–олигоцен–ранний миоцен). В слое 270–350 см отмечается большое количество игл губок. Более древние переотложенные радиолярии (эоцен–олигоцен) встречаются чаще в верхней части толши; в нижней части (620–690 см) основную роль играют радиолярии олигоценового – раннемиоценового возраста. Переотложенная фауна состоит в основном из тех же видов, которые упоминались при описании соответствующей толши колонки ст. 5133 (см. рис. 3).

III толща осадков – глубже 690 см вниз по колонке – вмещает характерный, богато представленный танатоценоз радиолярий миоценового возраста зоны *Ommatartus antepenultimus*. Эта фауна соответствует по составу фауне радиолярий слоя 380–700 см в колонке ст. 5133. Так же, как и в колонке ст. 5133, здесь присутствует большое количество колониальных спумеллярий (в слое 842–844 содержание их достигает 9,5%, в то время как в современных осадках – 0–3 см – не превышает 0,9%). Существенную роль в этом комплексе играет

Stichocorys delmontensis (Camp. a. Clark), составляющий до 11,2% от общего количества радиолярий (см. рис. 2, фиг. 6).

Судя по присутствию в комплексе *Dictyocoryne ontongensis* Riedel a. Sanfilippo и *Cannartus pettersoni* Riedel и отсутствию *Acrobotrys tritubus* Riedel, осадки слоя 700–894 см соответствуют нижней части зоны *Ommatartus antepenultimus* – самой ранней части позднего миоцена (см. рис. 5, В).

По данным изучения диатомей, отложения колонки ст. 5124 расчленены также на три толщи: I – 0–80 см, II – 80–690 см; III – 700–890 см. Верхняя толща вмещает современную флору диатомей и разделена на два горизонта – 0–20 и 20–80 см. Осадки средней толщи содержат исключительно диатомей дочетвертичного возраста, очень малочисленных и плохой сохранности. Диатомей нижней толщи – позднемiocенового возраста [4].

Колонка ст. 5128 представлена цеолитовыми глинами темно-коричневого цвета, в которых постоянным компонентом являются акульки зубы. Содержание пелита не менее 90%. Участок колонки от 4 до 10 см имеет мраморовидную текстуру. С 383 см встречаются резко выделяющиеся светло-желтые кольца осадка, по всей вероятности, связанные с локальным обогащением осадка органическим веществом.

Радиолярии встречаются в верхнем (0–12 см) слое. По количественному содержанию радиолярий (около 1500 экз/г) осадки соответствуют глубоководным красным глинам поверхностного слоя осадков. Глубже 12 см вниз по колонке радиолярии практически отсутствуют, вплоть до слоя 440–442 см, где фауна радиолярий еще более обильна, чем в поверхностном слое.

Верхний (0–2 см) слой относится, по всей вероятности, к плейстоцену. Здесь встречены *Theocorythium trachelium trachelium* Ehr., *Ommatartus tetrathalamus* Hck., *Acrosphaera lappacea* (Hck.), *Acrosphaera spinosa* (Hck.). Однако даже в этом слое основной фон танатоценоза составляют доплейстоценовые радиолярии (преимущественно среднеэоценового возраста).

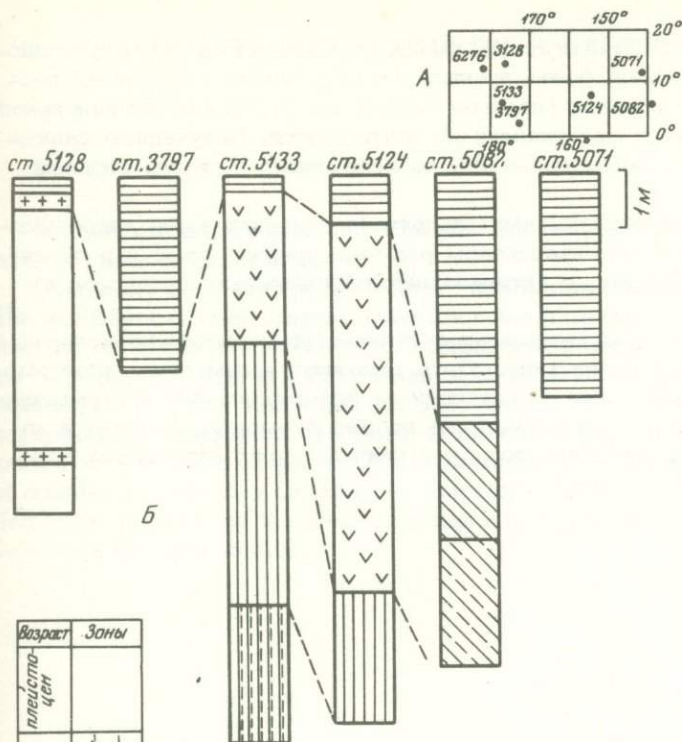
Характерны для 0–12 см эоценовые радиолярии: *Theocampe mongolieri* Ehr., *Cycladophora hispida* Ehr., *Podocyrthis sinuosa* Ehr., *Podocyrthis papalis* Ehr., *P. ampla* Ehr., *Thyrocyrthis rhizodon* Ehr., *Th. hirsuta hirsuta* (Krashennikov), *Phormocyrthis embolum* Ehr., *Ph. striata* Brandt, *Sethochytris babylonis* (Clark a. Camp.), *Spongotractus pachystylus* (Ehr.), *Giraphospyris didiceros* Ehr. (см. рис. 3).

В отложениях слоя 440–442 см основной фон в танатоценозе радиолярий составляют радиолярии среднеэоценового возраста. Кроме того, здесь встречаются некоторые панартиды, характерные для среднемиоценовых отложений. Масса разрушенных скелетов радиолярий и иглы губок свидетельствуют о том, что эти органогенные остатки находятся во вторичном залегании. Общий характер распределения флоры диатомовых по колонке соответствует распределению радиолярий; диатомей в образцах 440–442 см не изучались.

Стратификацию, аналогичную стратификации колонки ст. 5128, имеют осадки на полигоне 6275 (48-й рейс "Витязя" – 12°11' с.ш., 179°48' в.д.). Здесь были получены короткие колонки, максимально до 1,5 м (6275-1, 6275-4, 6275-12). Скелеты плейстоценовых радиолярий с примесью третичных встречены лишь в верхнем слое – 5–20 см, ниже которого осадки не содержат радиолярий.

Выводы. Изменения в составе фауны радиолярий, связанные со сменой климатических условий, вымирание и появление определенных видов позволяют выделить в отложениях экваториальной зоны дробные стратиграфические подразделения (рис. 6).

Из шести изученных колонок две (станции 3797 и 5071) целиком сложены осадками четвертичного возраста, в остальных колонках слой четвертичных отложений выражен в той или иной мере. Отсутствие значительных изменений в количественных соотношениях наиболее характерных видов показывает, что за четвертичный период в экваториальной зоне Тихого океана не было резких изменений физико-географических условий. Все это делает дробную стратификацию осадков плейстоцена затруднительной. Тем не менее использование установленных ранее биогеографических комплексов радиолярий позволяет выделить в отложениях колонки ст. 3797 четыре фаунистических горизонта, соответствующих этапам относительного потепления и похолодания климата. Воз-



Возраст	Зоны
плейстоцен	
плиоцен	зона <i>Spongaster pentas</i> Riedel
	зона <i>Pterocanium prismatium</i> Riedel
верхний миоцен	зона <i>Ommatartus antepenultimus</i> Riedel
	зона <i>Cannartus pettersoni</i> Riedel and Sanfilippo
средний миоцен	зона <i>Sanfilippo</i> Riedel and Sanfilippo

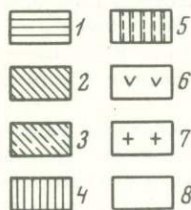


Рис. 6. Биостратиграфия отложений экваториальной зоны Тихого океана по фауне радиолярий

А — географическое положение исследованных колонок; Б — возрастные зоны по фауне радиолярий; 1 — отложения, вмещающие радиолярии плейстоценового возраста; 2 — зона *Pterocanium prismatium*; 3 — зона *Spongaster pentas*; 4 — зона *Ommatartus antepenultimus*; 5 — зона *Cannartus pettersoni*; 6 — осадки, вмещающие разновозрастную перестроенную фауну радиолярий; 7 — осадки, содержащие эоценовых радиолярий; 8 — радиолярии отсутствуют

растных зон, установленных Нигрини [11] для плейстоценовых отложений, в наших колонках обнаружить не удалось, хотя виды, используемые для этих целей Нигрини, спорадически встречаются.

В плейстоценовых отложениях экваториальной зоны удается проследить вымирание редких, единично встречающихся видов. Вымирание *Stylatractus univertus* Haas, появившегося, по-видимому, в миоцене, маркирует нижнюю границу позднего плейстоцена.

В доплейстоценовых отложениях исследованных колонок выделены следующие радиоляриевые зоны:

1) плиоцен (ст. 5082) — зона *Pterocanium prismatium* Riedel и зона *Spongaster pentas* Riedel (соответственно верхний и нижний плиоцен);

2) миоцен (станции 5124 и 5133) — зона *Ommatartus antepenultimus* Riedel and Sanfilippo и зона *Cannartus pettersoni* Riedel and Sanfilippo (соответственно нижняя часть верхнего миоцена и верхняя часть среднего миоцена).

В средней части и низах колонки ст. 5082 существенную часть комплекса составляют скелеты переотложенных радиолярий, а в средней части колонок

станций 5124 и 5133 значительные толщи вмещают исключительно фауну радиолярий во вторичном залегании, более древнюю, чем комплекс радиолярий подстилающих слоев. В ряде колонок (полигон 6275 и ст. 5128) глубже поверхностных слоев осадка радиолярии практически не встречаются. Полученные данные свидетельствуют о значительных событиях, происходивших в самом позднем миоцене и плиоцене.

Большое количество переотложенных скелетов в колонках выше позднемиоценовых отложений говорит об интенсивном размыве древних толщ с радиоляриями, связанном, по-видимому, с активизацией тектонических процессов в исследуемом районе.

Кроме того, отсутствие или минимальное количество скелетов радиолярий *in situ* в соответствующих слоях могло быть вызвано резким снижением темпов биогенного осадконакопления, обусловленным существованием системы циркуляции вод, иной, чем ныне и в миоценовое время. Возможно, наличие в колонках почти немых толщ говорит о том, что границы зоны абиогенных красных глин были шире современных.

Литература

1. Жузе А.П., Мухина В.В. 1973. Зона *Mezocena elliptica* в плейстоценовых осадках Тихого океана. — Океанология, т. XIII, вып. 3.
2. Кругликова С.Б. 1969а. Радиолярии в поверхностном слое осадков северной половины Тихого океана. В кн. "Тихий океан", т. 8, М., "Наука".
3. Кругликова С.Б. 1969б. Радиолярии в колонке ст. 4066 (северная часть Тихого океана). В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
4. Мухина В.В. 1969. Биостратиграфия осадков и некоторые вопросы палеогеографии тропической области Тихого и Индийского океанов. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
5. Петрушевская М.Г. 1971. Радиолярии *Nassellaria* в планктоне Мирового океана. Исследование фауны морей, т. IX (XVII). Радиолярии Мирового океана. По материалам советских экспедиций. Л., "Наука".
6. Саидова Х.М. 1969. Палеогеография бентосных фораминифер и стратиграфия осадков бореальной и тропической областей океана. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
7. Hays J.D., Saito T., Opdyke N.D., Burkle Z.H. 1969. Pliocene-Pleistocene sediments of the Equatorial Pacific: their paleomagnetic, biostratigraphic and climatic record. — Geol. Soc. Amer., Bull., v. 80.
8. Hays J.D., Berggren W.A. 1970. Quaternary boundaries and micropaleontology of marine bottom sediments. In: The micropaleontology of oceans. Ed. by B.M. Funnel and W.R. Riedel. London, Cambridge University Press.
9. Kling S.A. 1970. Radiolaria. In: Initial reports of the deep-sea drilling project, v. VI. Washington.
10. Nigrini G.A. 1968. Radiolaria from eastern tropical Pacific sediments. — Micropaleontology, v. 14, N 1.
11. Nigrini G.A. 1970. Radiolarian zones in the Quaternary of the equatorial Pacific Ocean. In: The micropaleontology of oceans. Ed. by B.M. Funnel and W.R. Riedel. London, Cambridge University Press.
12. Riedel W.R. 1957. Radiolaria: a preliminary stratigraphy. Swed. Deep-sea Exper. Repts., 6 (3).
13. Riedel W.R., Funnel B.M. 1964. Tertiary sediment cores and microfossils from the Pacific Ocean floor, Quart. — J. Geol. Soc. London, v. 1207.
14. Riedel W.R., Sanfilippo A. 1970. Radiolaria. In: Initial reports of the deep-sea drilling project, v. IV. Washington.

RADIOLARIA OF THE CORES FROM THE EQUATORIAL PACIFIC

S.B.Kruglikova

Summary

Six cores from the region had been studied. Holocene–Miocene species of Radiolaria had been found in them.

Quaternary layer of deposits with the radiolarian faunas is present in all cores. The sediments of three longest cores are containing the assemblages of Pliocene and Miocene radiolaria *in situ* (zones of *Pterocanium prismatium* and of *Spongaster pentas* – in the core from st. 5082; zones of *Ommatartus antepenultimus* and *Cannartus pettersoni* – in the cores from st. 5124 and st. 5133). Mixed faunal assemblages containing the redeposited radiolaria of Eocene–Early Miocene ages are frequently present. The abundance of the reworked radiolaria skeletons and the rarity of the absence of radiolaria *in situ* can be taken as indicators of the surface erosion and of the reduction in the intensity of the biogenous deposition process in the latest Miocene–Pliocene time in the area studied.

А.П. Жузе

За последнее десятилетие появилось много новых сведений об этапах развития диатомей в океане с начала третичного времени. В общих чертах известны особенности состава диатомей эоцена, олигоцена, миоцена и плиоцена. Более ранние этапы в развитии диатомей в океане нам пока неизвестны. Особенно существенным пробелом является отсутствие сведений о диатомеях мела, хотя осадки данного возраста были вскрыты в ряде районов Тихого и Атлантического океанов. Полнота имеющихся сведений не равноценна как для океана в целом, так и для отдельных его областей. Большая часть сведений приходится на тропическо-субтропические районы Тихого, Атлантического и Индийского океанов. Относительно мало данных по истории развития диатомей в третичное время получено для высоких широт. Одно из характерных свойств, присущих диатомовым комплексам в донных осадках океанов, заключается в большой близости их состава в одинаковых климатических областях. Черты сходства выражены не только на уровне вида, но и рода. Значительно меньшая общность имеется при сопоставлении комплексов диатомей в осадках океанов и внутриконтинентальных морей. В чистом виде смена комплексов диатомей и последовательность диатомовых зон наблюдается в толщах осадков, однородных в фациальном отношении и накапливавшихся длительное время. Очень тесные связи имеются между океанскими диатомеями и комплексами диатомей береговых разрезов и островов.

В данной работе мы ограничиваемся рассмотрением материалов, в значительной мере новых, по тропической флоре диатомей олигоцена и миоцена Тихого океана. Присутствие многих видов, а также родов, ранее неизвестных, потребовало значительных усилий по их описанию. В отдельных случаях нам удалось установить закономерную последовательность в смене руководящих комплексов диатомей и филогению некоторых видов. Эти данные могут способствовать биостратиграфическому подразделению олигоцен-миоценовых отложений океана. В тех случаях, когда это было возможно, для установления возраста осадков были привлечены другие микроископаемые — радиолярии, кокколитофориды и силикофлягелляты. Согласно использованным материалам в осадках олигоцена — миоцена можно выделить семь диатомовых зон.

В настоящее время зона рассматривается в качестве основной биостратиграфической единицы, используемой в океанологической практике. Более крупные стратиграфические подразделения обычно объединяют несколько зон. Каждая зона характеризуется совместным нахождением определенного комплекса видов, а наименование зоны дается по типичному виду (вид-индекс), который обычно численно доминирует. Граница вымирания вида маркирует верхнюю границу, а его появление — нижнюю границу зоны. Стадии расцвета являются наиболее выразительными при характеристике любой биозоны. Американские микропалеонтологи обычно пользуются термином "частичная зона", если одна из границ не принимается во внимание (обычно нижняя, т.е. момент появления вида в разрезе).

Последовательность зон диатомей в плейстоцене и плиоцене экваториальных широт Тихого океана известна достаточно хорошо. В высоких широтах в плейстоцене сменилось три диатомовых зоны. В низких широтах весь плейстоцен может быть отнесен к одной зоне — факт, свидетельствующий о различных темпах

эволюции диатомей в различных областях океана. Для плиоцена и позднего миоцена тропической области океана намечена четкая последовательность в распределении диатомовых зон [3, 13, 9]. Шредер различает до 25 диатомовых зон в осадках северной части Тихого океана (в Калифорнии, Японии, на Камчатке) [22]. Его зональность основана на материалах бурения 18-го рейса "Гло-мар Челленджер" (точка 173, у мыса Мендосино, Калифорния) и охватывает интервал от основания среднего миоцена до настоящего времени.

Казарина и Демиденко [2] произвели выделение аналогичных зон диатомей в колонке из экваториальной части Индийского океана, сложенной осадками плейстоцена - позднего миоцена.

Начиная с нижней части среднего миоцена и ниже по разрезу неоген-палеогеновых отложений Тихого океана материалы по зонам диатомей носят отрывочный характер и какой-либо цельной картины пока получить не удалось. В особенности нужно отметить те таксономические трудности, которые возникают при определении состава диатомей эоцена - раннего миоцена.

Предлагаемые в настоящей статье зоны диатомей олигоцена - миоцена тропической области Тихого океана следует рассматривать как предварительные.

В работе были использованы осадки, вскрытые колонками, а также дючерпательные пробы в тех случаях, когда древние отложения залегают непосредственно на поверхности дна. Выходы олигоцен-миоценовых отложений нередко приурочены к поднятиям дна или к их склонам, там где чехол молодых осадков особенно тонок. Древние осадки обнажаются на поверхности дна в ряде мест Тихого океана за пределами экваториальной органогенной зоны [20, 1, 5]. Часть исследованного материала была получена экспедициями НИС "Витязь", другая предоставлена мне из коллекций Скриппсовского института океанографии профессором В. Риделем, в том числе образцы позднеэоценовых и нижнеолигоценых отложений из океанической формации на о-ве Барбадос.

Исследованный материал может характеризовать состав олигоцен-миоценовой флоры для относительно узкой полосы Тихого океана, не выходящей за пределы северной экваториально-тропической области.

Во всех исследованных осадках было отмечено присутствие в большем или меньшем количестве переотложенных диатомей. В ряде случаев вопрос о первичном или вторичном залежании некоторых видов остался открытым. Среди переотложенных диатомей особенно многочисленными оказались (во всех колонках) диатомей позднего эоцена из числа наиболее толстостенных видов (*Riedelia*, *Pyxilla*, *Hemiaulus*, *Triceratium*).

Нижний олигоцен

(зона *Coscinodiscus excavatus* var. *quadriocellatus* Grun., *Cestodiscus pulchellus* Grev.) (рис. 1).

Океаническая формация на о-ве Барбадос складывается отложениями позднего эоцена-раннего олигоцена. Диатомеям о-ва Барбадос посвящена классическая работа Гревилля [11]. В ней приводится описание многих новых родов и видов из осадков морской океанической формации, но без твердой привязки к разрезам.

В последнее время возраст морских отложений Барбадоса неоднократно обсуждался. В первых работах [7, 8] эти отложения рассматривались как эоцен-олигоценые. Позднее наличие олигоцена в океанической формации Барбадоса отрицалось [10]. Однако детальное исследование фораминифер в ряде мест мыса Басс (*Bath Cliff*) на юго-восточном берегу острова показало позднеэоценовый - раннеолигоценый возраст океанической формации [21].

Благодаря любезности профессора Риделя в мое распоряжение были переданы четыре образца из пограничных горизонтов между поздним эоценом - ранним олигоценом разреза мыса Басс. Образцы оказались богаты диатомеями и радиоляриями. Состав диатомей из нижней (образцы М-166; WRTR-39-1) и верхней части (М-176; WRTR-39-G) океанической формации Барбадоса оказался в значительной мере различным. В частности, стало очевидным, что Гревилль [11] изучал как позднеэоценовых, так и раннеолигоценых диатомей.

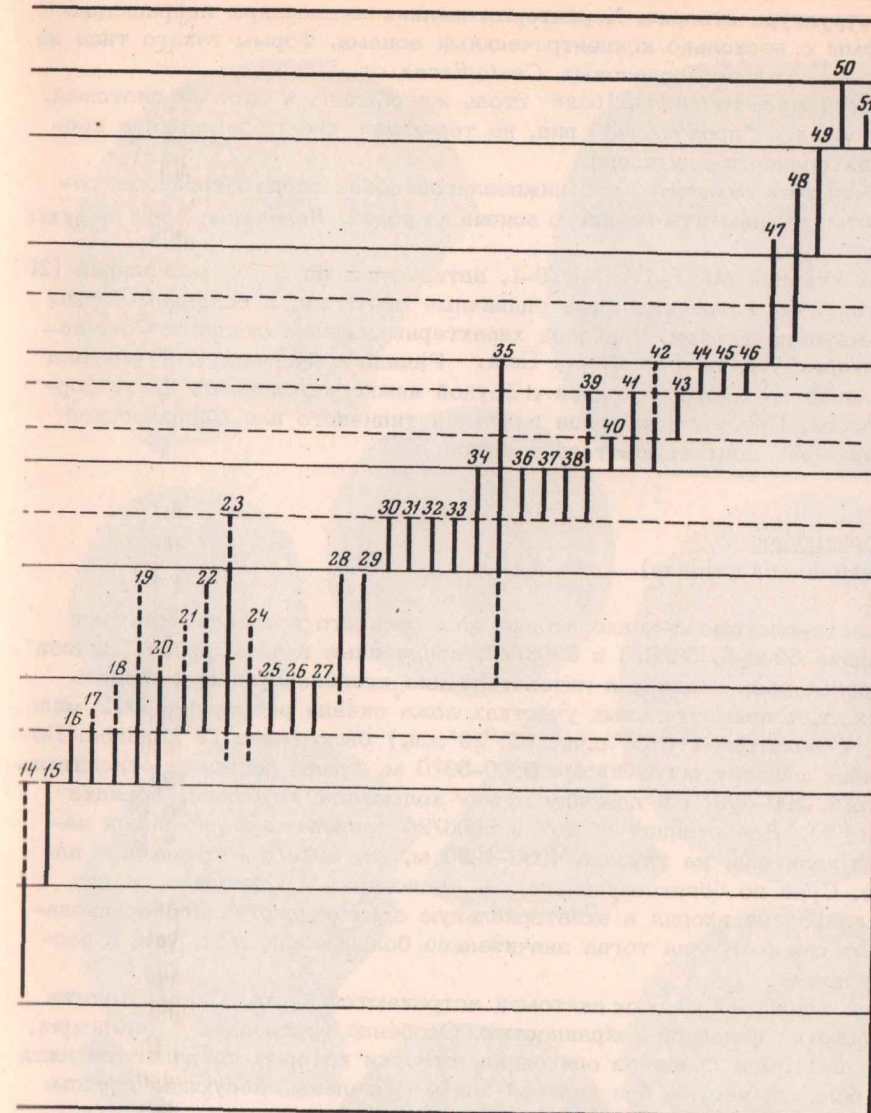
Исследованный материал	Стратиграфическая колонка	Зоны диатомей (виды-индикаторы)
ст. 3797; 2°01'с.ш., 172°32'з.д. 5082; 5°57'с.ш., 139°58'з.д.	голоцен-плейстоцен	<i>Pseudoeunotia doliolus</i>
ст. 5100; 7°08'ю.ш., 140°43'з.д. 5082; 5°57'с.ш., 139°58'з.д. 5098; 5°03'ю.ш., 139°56'з.д. 3802; 3°17'ю.ш., 172°52'з.д. 5dse 62; 3°00'ю.ш., 136°26'з.д.	плиоцен ранний	<i>Rhizosolenia praebergonii</i> <i>Thalassiosira convexa</i> <i>Nitzschia jouseae</i>
ст. RC 12-65 (Бирскле 1972) ст. MSN 146p; 7°09'с.ш., 145°35'з.д. ст. MSN 132p; 5°58'ю.ш., 149°33'з.д. экспедиция „Мисси“	ранний	<i>Nitzschia miocenica</i> <i>Thalassiosira praeconvexa</i> <i>Nitzschia porteri</i>
ст. RC 12-65 (Бирскле 1972) 5133; 5°38'с.ш., 176°04'з.д. Эт. 8-11, 12, 13, 14, 15. Буренде МРДЛ у Гавайских о-в 28°33'с.ш., 171°30'з.д. (Каная, 1971)	средний	<i>Coscinodiscus jabei</i> <i>Coscinodiscus marginatus var.</i>
ст. 5079 10°30'с.ш., 140°04'з.д. 34 рейс нис „Витязь“	ранний	<i>Bogorovia veniamini</i>
ст. 5996/8 10°38'с.ш., 153°23'з.д. 43 рейс нис „Витязь“ 4-й полигон	ранний	
ст. 57-0-1-1 (Caroline Ridge) 08°40'9"с.ш., 143°32'10"з.д. VI рейс «Сломар-Челенджер»	ранний	<i>Coscinodiscus vigilans</i>
ст. DWB6-10 (Джунд) 6°54'с.ш., 131°00'з.д.	ранний	<i>Craspedodiscus coscinodiscus type</i>
ст. 5996/5; 5996/26 10°58'с.ш., 153°23'з.д. 43 рейс нис „Витязь“ 4-й полигон	ранний	<i>Cestodiscus muhinae</i>
о-в Барбадос океаническая формация (верхняя часть) 1.обр. M-176; 2.обр. WRTR 39-У	ранний	<i>Cestodiscus pulchellus</i> <i>Cosc. excavatus var. quadriocellatus</i>
о-в Барбадос океаническая формация (нижняя часть) 1.обр. M-166; 2.обр. WRTR 39-1	ранний	<i>Hemiaulus polycystinorum</i> <i>Triceratium barbadense</i>

Рис. 1. Зоны диатомей позднего эоцена – плейстоцена тропической области Тихого океана:

1 – *Hemiaulus polycystinorum* Ehr.; 2 – *H. angustus* Grev.; 3 – *H. longicornis* Grev.; 4 – *Triceratium barbadense* Grev.; 5 – *Rylandsia biradiata* Grev.; 6 – *Cestodiscus pulchellus* Grev.; 7 – *Coscinodiscus mexicanus* Jouse; 8 – *C. argus* Ehr.; 9 – *Asterolampra praemarylandica* Jouse; 10 – *Cestodiscus muhinae* Jouse; 11 – *C. robustus* Jouse; 12 – *Coscinodiscus oligocenicus* Jouse var. *oligocenicus*; 13 – *C. sellatum* Jouse; 14 – *C. excavatus* Castr. var. *quadriocellatus* Grun.; 15 – *Rouxia hannai* Jouse; 16 – *Craspedodiscus coscinodiscus* Ehr.; 17 – *Coscinodiscus princeps* Jouse; 18 – *C. oligocenicus* var. *nodosa* Jouse; 19 – *C. lewisianus* Grev. et var. *similis* Rattr.; 20 – *C. lanceolatus* Castr.; 21 – *C. vigilans* A.S.; 22 – *Rouxia quadrangula* Jouse; 23 –

Однако при определенных флористических отличиях в позднеэоценовых и раннеолигоценовых комплексах диатомей Барбадоса имеются и многочисленные общие виды (*Cestodiscus*, *Coscinodiscus*, *Asterolampra*).

В нижнеолигоценовом комплексе диатомей доминируют *Coscinodiscus*, *Cestodiscus* и *Asterolampra*. *Coscinodiscus* представлен богатым комплексом ви-



Synedra jouseana f. *linearis* Sheshuk; 24 – *Synedra* sp.; 25 – *Aulacodiscus* aff. *pellucidus* Grev.; 26 – *Biddulphia* sp.; 27 – *Asteromphalus minimus* Jouse; 28 – *Bogorovia veniamini* Jouse; 29 – *Coscinodiscus paleaceus* (Grun.) Rattr.; 30 – *Kozloviella edita* Jouse; 31 – *K. pacifica* Jouse; 32 – *Bogorovia tenuis* Jouse; 33 – *Actinocyclus miocenicus* Jouse; 34 – *A. ingens* Rattr.; 35 – *Coscinodiscus marginatus* Ehr. var. *antiqua* Jouse; 36 – *Denticula lauta* Bailey; 37 – *D. nicobarica* Grun.; 38 – *D. hustedtii* Simonson et Kanaya; 39 – *Coscinodiscus vetutissimus* Pant.; 40 – *C. jadei* Kanaya; 41 – *Actinocyclus ellipticus* Grun.; 42 – *Triceratium cinnamomeum* Grev.; 43 – *Nitzschia porteri* Erengr.; 44 – *Nitzschia miocenica* Burckle; 45 – *Thalassiosira praeconvexa* Burckle; 46 – *Coscinodiscus praeineatus* Jouse; 47 – *Nitzschia jouseae* Burckle; 48 – *Thalassiosira convexa* Muhina; 49 – *Rhizosolenia praebergonii* Muhina; 50 – *Pseudoeunotia doliolus* (Wallich) Grun.; 51 – *Mesocena elliptica* (Ehr.) Defl.

дов, причем некоторые из них не были известны Гревиллю [11]. Помимо зонального и доминантного вида – *Coscinodiscus excavatus* var. *quadriocellatus* Grun., насчитывается около 10 видов *Coscinodiscus* (в том числе *C. argus* Ehr., *C. aff. tuberculatus* Grev., *C. mexicanus* Jouse sp. nov.). Другие виды данного рода определить не удалось. *Cestodiscus pulchellus* Grev. очень разнообразен

по форме и структуре створки. Характерны мелкие экземпляры неправильно округлой формы с несколько концентрическими зонами. Формы такого типа не встречены среди среднеолигоценовых *Cestodiscus* ст. 5996/5.

Asterolampra praemarylandica Jouse столь же обильна в составе диатомей, как и *C. excavatus*, "проходящий" вид, не теряющий своего значения в составе диатомей среднего олигоцена.

Наконец, следует отметить, что нижнеолигоценовая флора Барбадоса сохранила некоторые элементы позднего эоцена из родов *Hemiaulus*, *Stephanopyxis* и *Coscinodiscus*.

В осадках станций МР 5-1 и МР 6-1, датируемых по фауне радиолярий [20] нижним олигоценом, встречены лишь единичные диатомеи, в основном формы с толстостенными панцирями. Наиболее характерным видом оказался *Coscinodiscus excavatus* var. *quadriocellatus* Grun. Ридель и Фаннелл [20] считают фауну радиолярий во многом сходной с фауной нижнеолигоценовой части формации Барбадоса. Присутствие среди диатомей типичного для Барбадосской флоры *C. excavatus* подтверждает этот вывод.

Средний олигоцен

(зона *Cestodiscus muhinae*) (рис. 1, 2)

Радиоляриево-диатомово-кокколитовые илы среднего олигоцена слагают колонки станций 5996-5, 5996/6 и 5996/26, полученные в 43-м рейсе "Витязя".

В этом рейсе сбор колонок и литологические исследования проводились на полигонах, т.е. прямоугольных участках ложа океана размером 12×12 миль. В пределах IV полигона (10°58' с.ш., 153°23' з.д.) было взято 12 колонок. Полигон включает равнину с глубинами 5000-5070 м, гряды холмов с относительными высотами 200-300 м и ложбину между холмами с глубинами порядка 4900-5000 м [5]. Две станции 5996/5 и 5996/26 проведены в равнинной западной части полигона, на глубине 4930-4950 м, ст. 5996/8 - в ложбине на юго-востоке. Судя по богатству диатомей, радиолярий и кокколитов, район полигона в олигоцене входил в экваториальную зону органогенного осадконакопления, которая занимала тогда значительно большие площади, чем в послетретичное время.

В осадках всех трех колонок диатомеи встречаются часто. Однако многие из них отличаются неполной сохранностью. Особенно пострадали *Asterolampra*, характерные диатомеи среднего олигоцена, створки которых сохраняются лишь частично и большей частью без краевой зоны. Выделены следующие группы.

Группа доминантных видов: *Cestodiscus pulchellus* Grev., *C. muhinae* Jouse, *C. robustus* Jouse, *Coscinodiscus oligocenicus* Jouse var. *oligocenicus*, *C. selatum* Jouse, *C. excavatus* Castr. var. *quadriocellatus*, *Asterolampra praemarylandica* Jouse, *Asterolampra* sp. 2 (aff. *A. grevillei* Grev.) (рис. 2).

Группа субдоминантных видов: *Melosira architecturalis* Brun, *Asterolampra* aff. *insignis*, *Hemiaulus polymorphus* Grun., *Coscinodiscus* sp., *Actinocyclus* sp.

Группа редких видов: *Rouxia hannai* Jouse, *Triceratium macropunctata* Hajos, *Aulacodiscus* sp., *Craspedodiscus coscinodiscus* Ehr. var., *Coscinodiscus tenerimus* Jouse, *C. marginatus* Ehr. var. 1, *Thalassionema* aff. *nitzschiioides* Grun. Все указанные виды находятся в первичном залегании. Совместно с ними обнаружены характерные эоценовые диатомеи, которые находятся, очевидно, во вторичном залегании: *Pyxilla gracilis* Forti, *Pyxilla* sp., *Riedelia mirabilis* Jouse, *Riedelia pacifica* Jouse, *Triceratium barbadense* Grev. Встречаются единичные скелеты силикофлагеллят типа *Dictyocha triacantha* Ehr. и *Ebriopsis antiqua* (Schulz) Defl. В среднем олигоцене, так же как и в раннем, обильно представлены *Cestodiscus*, *Asterolampra* и *Coscinodiscus*. В отличие от флоры нижнего олигоцена Барбадоса, в среднеолигоценовом комплексе диатомей почти полностью отсутствуют *Hemiaulus* и *Triceratium*. Среднеолигоценовый возраст диатомей в осадках станций 5996/5 и 5996/26 подтверждается комплексом

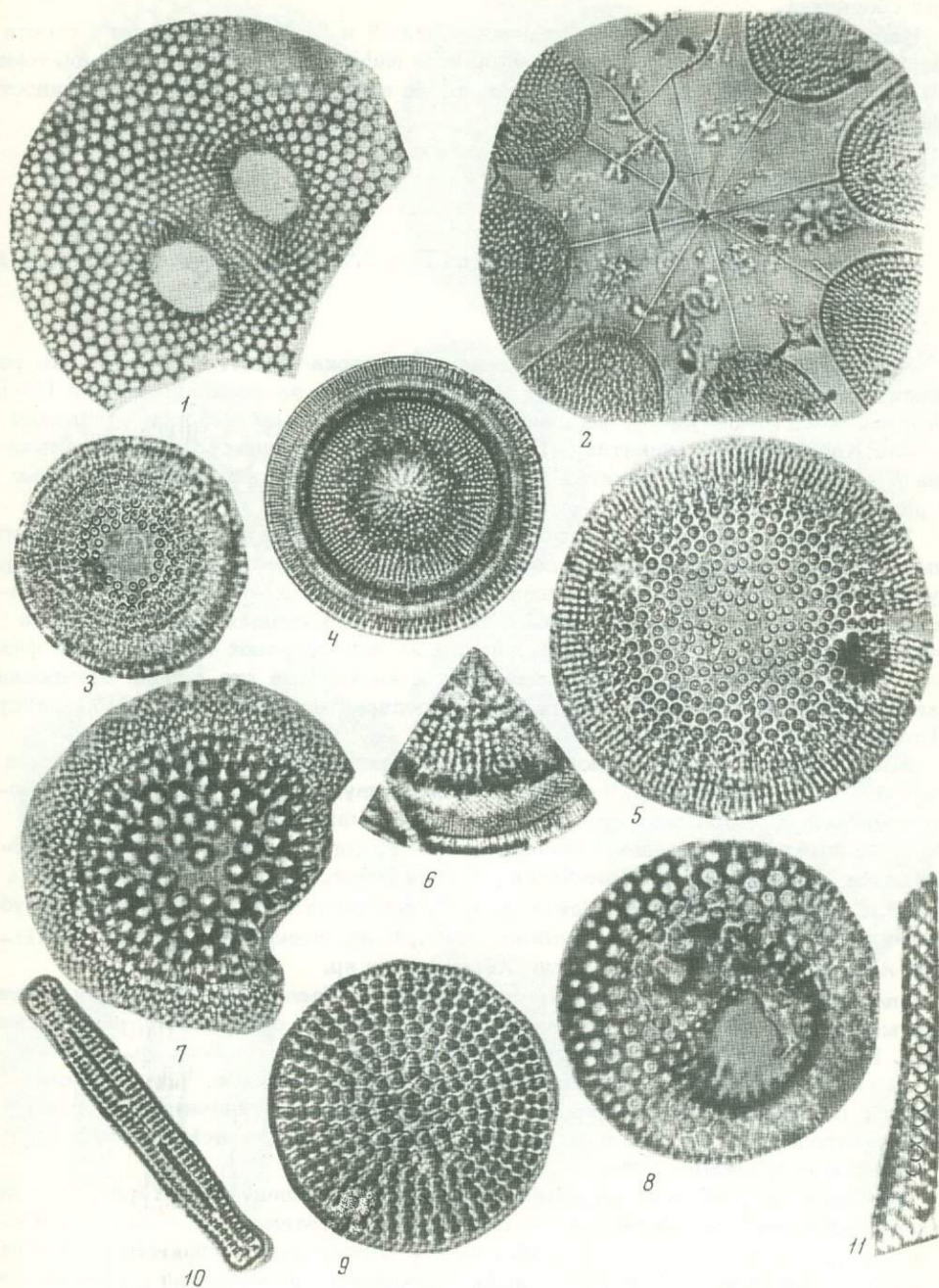


Рис. 2. Комплекс диатомей среднего олигоцена (1-11 - ст. 5996/5, 20-53 см)

1 - *Coscinodiscus excavatus* Castr., 148 мк; 2 - *Asterolampra praemarylandica* Jouse, 135 мк; 3 - *Cestodiscus* aff. *pulchellus* Grev. (без краевой зоны), 75 мк; 4 - *C. pulchellus* Jouse, 95 мк; 5 - *C. muhinae* Jouse (без краевой зоны), 145 мк; 6 - *C. muhinae* Jouse (край створки), 14 мк; 7 - *C. robustus* Jouse, 80 мк; 8 - *Coscinodiscus sellatum* Jouse, 65 мк; 9 - *C. oligocenicus* Jouse var. *oligocenicus*, 45 мк; 10 - *Rouxia hannai* Jouse, 26 мк; 11 - *Pyxilla* sp. (фрагмент)

радиолярий (заключение В. Риделя) и кокколитов (статья С.И. Шуменко в данном сборнике).

Исследованный материал по станциям 5996/5 и 5996/26 позволяет отнести флору диатомей к одной зоне — *Cestodiscus muhinae* Jouse. В составе диатомей среднего олигоцена описано несколько новых видов и некоторые разновидности (рис. 2, фиг. 1-11).

Поздний олигоцен

(1. Зона *Craspedodiscus coscinodiscus* Ehr. 2. Зона *Coscinodiscus vigilans* A.S.)
(рис. 1, 3)

Характеристика флоры диатомей дана по материалам ст. DWBG-10, где позднеолигоценовые отложения выходят непосредственно на поверхность дна [20]. Вторым объектом изучения позднеолигоценовых диатомей явились отложения склона Каролинского поднятия (VI рейс "Гломар Челленджера", местоположение 57-0-1-1). В обоих пунктах диатомей отличаются хорошей сохранностью и разнообразием состава.

Значительные различия в составе видов свидетельствуют о принадлежности флоры к двум разновозрастным зонам. Комплекс диатомей ст. DWBG-10 по ряду признаков близок среднеолигоценовому. Комплекс диатомей в осадках Каролинского поднятия содержит заметное число миоценовых видов. Для него очень характерно совмещение черт, присущих олигоценовой и миоценовой флорам. По составу радиолярий, фораминифер и кокколитов эти осадки датированы как верхняя часть верхнего олигоцена. (Предварительный отчет по VI рейсу "Гломар Челленджер", том VI.)

Мы различаем две диатомовые зоны: *Craspedodiscus coscinodiscus* Ehr. и *Coscinodiscus vigilans* A.S., соответствующие двум этапам развития позднеолигоценовой флоры. Более ранний этап — зона *Craspedodiscus coscinodiscus* — характеризуется богатством *Coscinodiscus*. Группу доминантных видов представляют в основном *Coscinodiscus princeps* Jouse, *C. oligocenicus* var. *nodosa* Jouse, *C. lewisianus* Grev. var. *lewisianus*, *C. lewisianus* var. *similis* Rattr., субдоминанты: *Coscinodiscus lanceolatus* Castr., *C. paleaceus* (Grun.) Rattr., *C. vigilans* A.S., *Asterolampra decora* Grev., *Asterolampra* sp.

Впервые появляется здесь *Synedra jouseana* f. *linearis* Sheshuk., вид, имеющий максимум численности в осадках конца позднего олигоцена и раннего миоцена. Из нитчатых диатомей присутствуют также *Thalassiothrix* sp., *Synedra* sp., но в заметно меньшем количестве, чем в комплексе "каролинской флоры". Единичными экземплярами представлены виды, типичные для ранне-среднеолигоценового этапа в развитии диатомей: *Melosira architecturalis* Brun. и *Cestodiscus pulchellus* Grev.

Наиболее поздний этап развития диатомей в олигоцене характеризуется исключительным обилием нитчатых диатомей: *Thalassionema*, *Synedra* и близких к ним форм. В этом отношении наблюдается определенная близость в составе диатомей "каролинской" флоры и среднемайкапской, известной у с. Шибик Краснодарского края [6]. Нужно сказать, что эта близость проявляется не только в преобладании *Thalassionema* и *Synedra*, но также и по другим видам (рис. 3, фиг. 8, 9).

В числе видов, типичных для позднего этапа в развитии диатомей олигоцена, следует назвать: *Rouxia quadrangula* Jouse, *Triceratium* ? sp., *Synedra jouseana* f. *linearis*, *Asteromphalus minimus* Jouse, *Biddulphia* sp., *Coscinodiscus lanceolatus* Castr. var., *Aulacodiscus* aff. *pellucidus* Grev., *Bogorovia veniamini* Jouse (редко), *Coscinodiscus oligocenicus* var. *nodosa* Jouse (нередко), *Actinocyclus* sp. Весьма многочисленная группа диатомей представлена спорами, вероятно *Chaetoceros* и *Xanthopyxis* (рис. 3, фиг. 1-19).

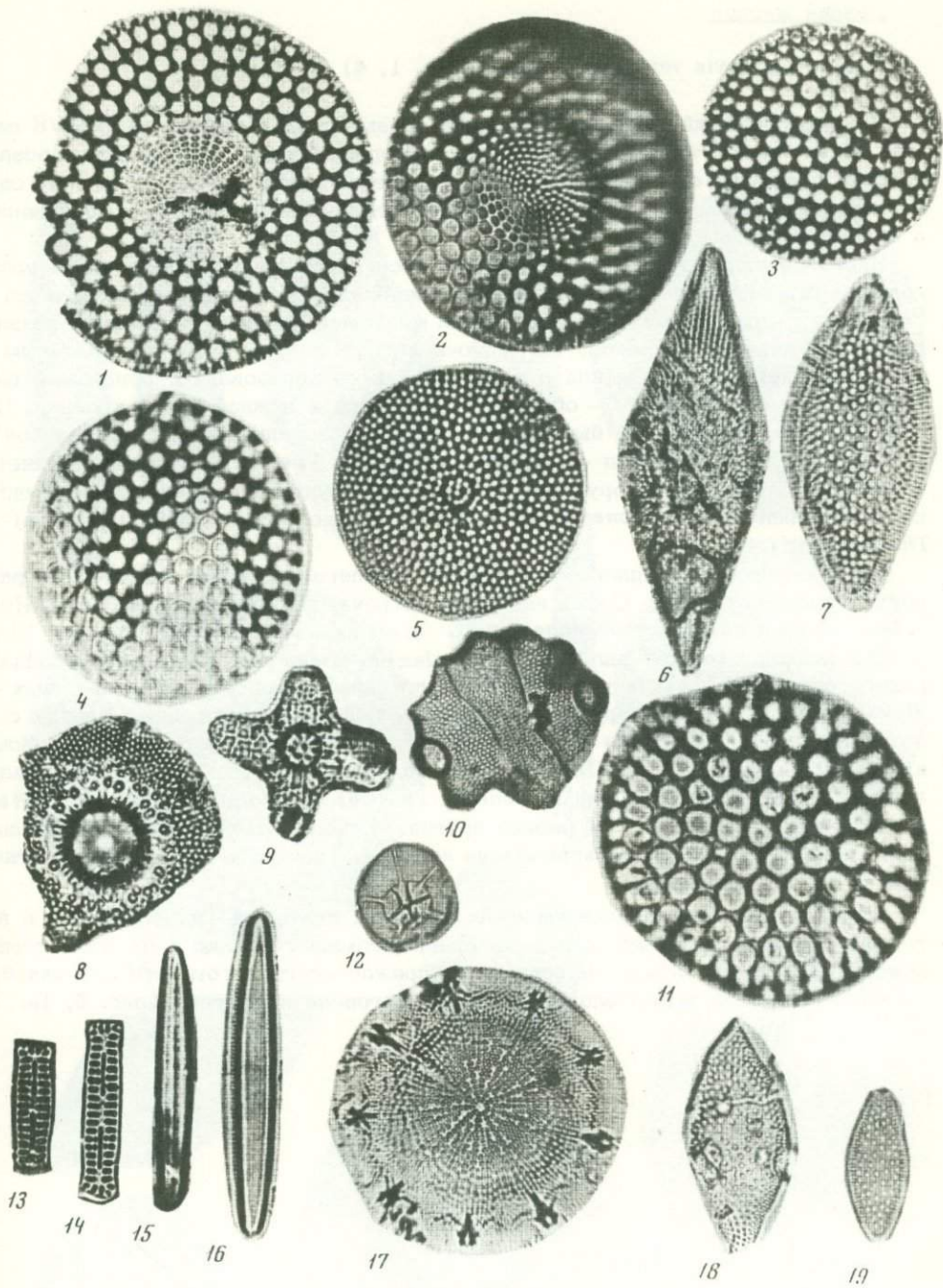


Рис. 3. Комплексы диатомей позднего олигоцена (1-7, ст. DWBG - 10; 8-19 - рейс VI, ст. 57-0-1-1, Каролинский хребет)

1-2 - *Craspedodiscus coscinodiscus* Ehr., 110-105 мк; 3-4 - *Coscinodiscus princeps* Jouse, 35-40 мк; 5 - *C. oligocenicus* var. *nodosa* Jouse, 45 мк; 6 - *C. lewisianus* var. *similis* Rattr., 62 мк; 7 - *C. lewisianus* Grev., 45 мк; 8 - Genus et species indet.; 9 - Genus et species indet. (*Triceratium?*); 10 - *Biddulphia* sp. длинная ось - 70 мк, короткая ось - 65 мк; 11 - *Coscinodiscus vigilans* A.S., 48 мк; 12 - *Asteromphalus minimus* Jouse, 15 мк; 13-14 - *Rouxia quadrangula* Jouse, 10 мк, 15 мк; 15-16 - *Synedra jouseana* f. *linearis* Sheshuk., 42-55 мк; 17 - *Aulacodiscus* aff. *pellucidus* Grev., 60 мк; 18-19 - *Coscinodiscus lanceolatus* Castr. var., 35-25 мк

Ранний миоцен

(зона *Bogorovia veniamini* Jouse) (рис. 1, 4)

Раннемиоценовый комплекс диатомей характеризует осадки ст. 5996/8 ниже 500 см от верха колонки. Радиолярии, которые обильно содержатся в осадках колонки ниже 310 см, подтверждают их раннемиоценовый возраст [4]. К сожалению, диатомеи имеют плохую сохранность, встречаются преимущественно в обломках.

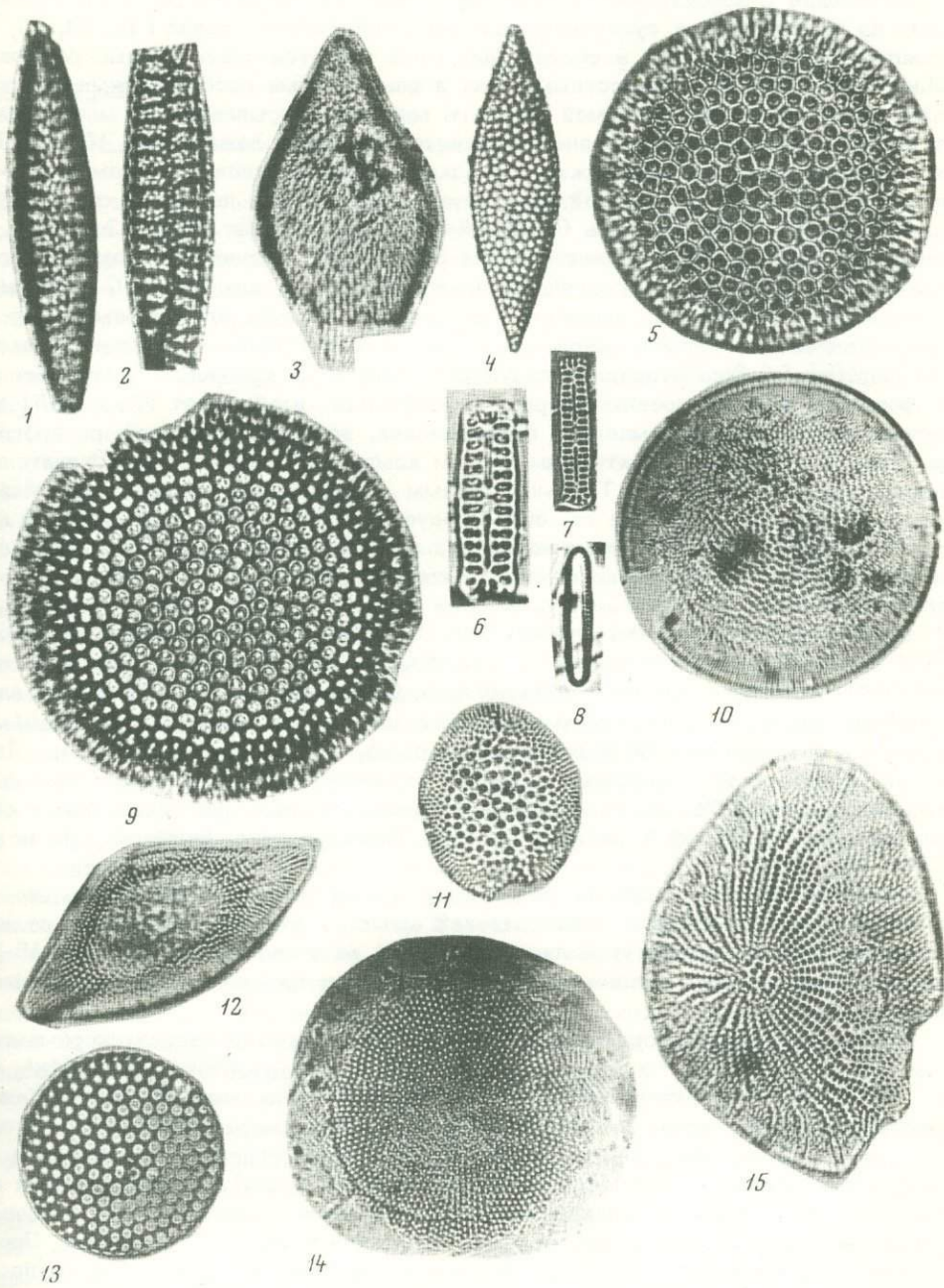
Наиболее отличительной чертой комплекса видов из раннемиоценовой части колонки ст. 5996/8 является очевидное преобладание представителей класса Pennales. Этот новый этап в развитии диатомей начинается в конце позднего олигоцена, когда появляются многочисленные диатомеи с билатеральным расположением структуры или с тенденцией к ее образованию. Зональный вид — *Bogorovia veniamini* Jouse — обильно встречается в нижней части колонки. Первое появление этого вида было зафиксировано среди диатомей "каролинской" флоры. Сопутствующий вид — *Synedra jouseana* f. *linearis* — также появляется в позднем олигоцене. Вторую многочисленную группу диатомей раннего миоцена составляют *Thalassionema*, в основном мелкие формы (aff. var. *parva*) и *Thalassiothrix*.

По сравнению с комплексом диатомей позднего олигоцена заметно деградируют *Coscinodiscus*. Среди них чаще встречаются *C. paleaceus* (Grun.) Rattr., *C. lanceolatus* Castr., *C. rhombicus* Castr. и единичные *C. marginatus* var. Интересной редкой находкой является *Asterolampra arrenis*, описанная в осадках Тихого океана [17]. Следует обратить внимание на присутствие единичных *Rouxia quadrangula*, которые, по-видимому, близки к вымиранию. Наряду с видами, первичное залегание которых кажется бесспорным, в раннемиоценовом интервале колонки ст. 5996/8 в большом количестве встречаются виды позднего эоцена. К ним относятся виды *Riedelia*, *Puxilla*, *Triceratium barbadense*, *Hemiaulus polycystinorum* и многие другие. Изредка отмечаются виды среднего олигоцена, в частности *Coscinodiscus sellatum*, хотя его вторичное залегание далеко не так бесспорно.

Понятно, что состав раннемиоценовой флоры диатомей Тихого океана в настоящее время может быть дан лишь предварительно. Однако и на этом этапе можно увидеть специфику ее состава, и прежде всего в том, что она как бы совмещает в себе черты флоры позднего олигоцена и миоцена (рис. 5, фиг. 1–9).

Рис. 4. Комплекс диатомей раннего и среднего миоцена (1–8—ст. 5996/8, ниже 630 см по колонке; 9–15—ст. 5074, 0–2 см)

1–2 — *Bogorovia veniamini* Jouse, 52 мк; 3 — *Coscinodiscus lanceolatus* Castr., 49 мк; 4 — *C. paleaceus* (Grun.) Rattr., 55 мк; 5 — *C. marginatus* Ehr. var., 57 мк; 6–7 — *Rouxia quadrangula* Jouse, 26–20 мк; 8 — *Synedra jouseana* f. *linearis* Sheshuk, 18 мк; 9 — *Coscinodiscus marginatus* Ehr. var., 75 мк; 10 — *Actinocyclus miocenicus* Jouse, 78–80 мк; 11 — *A. levis* Jouse, 37 мк; 12 — *Kozloviella edita* Jouse, 108 мк; 13 — *Coscinodiscus princeps* Jouse, 32 мк; 14 — *Actinocyclus propinquus* Jouse, 70 мк; 15 — *Kozloviella pacifica* Jouse, длина длинной оси — 117 мк, короткой оси — 85 мк



(зона *Coscinodiscus marginatus* Ehr. var. – условная зона) (рис. 1)

Описываемый ниже тропический комплекс видов, вероятно, соответствует по времени раннему этапу среднего миоцена. Это предположение следует из сопоставлений с известными комплексами диатомей среднего миоцена, описанными из тропической и субтропической областей Тихого океана [12, 14, 15, 16]. Наряду с общими видами в составе диатомей имеются значительные расхождения, вызванные как возрастными, так и фациальными особенностями местонахождения. Комплекс диатомей среднего миоцена описывается по материалам ст. 5074. В этой колонке среднемиоценовые отложения лежат ниже 100 см. Тот же комплекс диатомей обнаружен в осадках, поднятых дночерпателем с 300-метрового поднятия вблизи той же станции. Для состава диатомей ст. 5074 характерна высокая численность *Coscinodiscus marginatus* Ehr. var. Этот вид, появившийся в планктоне Тихого океана с олигоцена (единичные находки), становится доминантным в осадках среднего миоцена. В это время *C. marginatus* развивался в тропических широтах, что не соответствует его современному распространению. Олигоцен-миоценовые формы *C. marginatus* Ehr. имеют заметные морфологические отличия в структуре створки по сравнению с современными формами. Именно древнюю форму *C. marginatus* изображает Каная [15] в составе флоры среднего миоцена в отложениях, вскрытых бурением по программе "Мохол". Вторым характерным членом комплекса являются представители нового рода *Kozloviella*. Третьим важным компонентом состава диатомей среднего миоцена в колонке ст. 5074 следует считать *Actinocyclus*, среди которых имеются многочисленные новые виды, а из числа известных – *Actinocyclus ingens* Rattr. В целом комплекс диатомей ст. 5074 характеризуется следующими видами: *Coscinodiscus marginatus* var., *Actinocyclus ingens*, *A. miocenicus* sp. nov., *A. levis* sp. nov., *A. propinquus* sp. nov., *Kozloviella edita* sp. nov., *K. pacifica* sp. nov., *K. minor* sp. nov., *Synedra jouseana* f. *linearis*, *Coscinodiscus vetustissimus* Pant., *Bogorovia tenuis* sp. nov., *Coscinodiscus* sp. Типичный для среднемиоценового тропического комплекса диатомей *Coscinodiscus vetustissimus* Pant. в колонке 5074 встречается редко, как и *Coscinodiscus* sp. Для общей характеристики комплекса следует добавить, что в среднемиоценовых осадках колонки 5074 группа нитчатых диатомей, богато представленная в осадках позднего олигоцена и раннего миоцена Тихого океана, большой роли не играет.

В осадках ст. 5074 особенно характерны представители рода *Kozloviella* (в литературе не удалось найти близких аналогов этим своеобразным отличающимся сложной структурой диатомеям). Их не упоминает Каная [14, 15] для среднемиоценовых отложений субтропических и тропических районов Тихого океана.

Среднемиоценовая флора описана [15] из осадков, вскрытых экспериментальным бурением "Мохол"¹ в районе Гваделупских островов (28°58' с.ш., 117°28' з.д.), т.е. почти на 10° к северу от ст. 5074. Большую часть этих отложений Каная предположительно отнес к тортонскому ярусу (по американской шкале – монанскому). В том же разрезе самые нижние слои среднемиоценовой толщи Каная сопоставляет с гельветскими слоями (лузианскими). В работе Каная по существу впервые дается описание диатомей большей части среднего миоцена. Сравнение с флорой из колонки ст. 5074 показывает заметные различия. Прежде всего они касаются отсутствия *Denticula* – одной из доминантных групп в осадках программы ЕМД. О более древнем возрасте флоры ст. 5074 говорит также присутствие среди диатомей единичных створок олигоцен-раннемиоценовых видов: *Craspedodiscus coscinodiscus*, *Coscinodiscus paleaceus*, *C. princeps*, *C. lewisianus*, *C. lanceolatus*, *C. vigilans*, *Synedra jouseana* и *Cestodiscus pulchellus*. Несомненно не только возрастные, но и географические и фациальные

¹ В дальнейшем будет указываться как ЕМД.

различия, которые отражаются на подборе видов. Так, вероятно, обилие *Denticula* и *Thalassionema* в средне- и позднемиоценовых отложениях, вскрытых ЕМД, объясняется, с одной стороны, прибрежными условиями осадконакопления и, с другой — условиями субтропиков, т.е. более холодноводными. Поэтому удалось провести корреляцию с данными Шредера [22, 23], который в материалах ЕМД установил стратиграфическую последовательность в распределении *Denticula* (рис. 4, фиг. 10–15).

Поздний миоцен

(зона *Nitzschia porteri* Freng.) (рис. 1, 5)

Диатомей позднего миоцена тропических районов океана относительно хорошо изучены. За это время сменилось несколько зон диатомей. Для экваториальных широт их установил Бёркл [9]. Он сопоставил зоны с определенными событиями палеомагнитной шкалы. Его исследования проводились в длинных колонках, соответствующих значительной части разреза позднего миоцена, плиоцена и плейстоцена. Бёркл предложил следующие зоны для позднего миоцена экваториальных районов Тихого океана (в колонках RC 12–65, RC 11–208) (снизу вверх):

1. *Coscinodiscus jabei* Kanaya (syn. *C. flexuosus* Brun?);
2. *Nitzschia porteri* Freng;
3. *Nitzschia miocenica* Burckle;
4. *Thalassiosira convexa* Muhina (частично переходит в плиоцен).

Зона *Coscinodiscus jabei* Канава соответствует наиболее раннему этапу позднего миоцена.

Колонки, исследованные Мухиной [3, 19], не достигали зоны *Coscinodiscus jabei*. Зональность, предложенная Мухиной, касается верхней части позднего миоцена и плиоцена. В непрерывном разрезе у Калифорнии (Leg XVIII, Site 173) Шредеру [22] удалось проследить последовательность диатомовых зон от основания среднего миоцена. В общих чертах его данные согласуются с зональностью, предложенной Бёрклом для позднего миоцена.

Из имеющегося материала по позднемиоценовым осадкам Тихого океана были отобраны образцы по двум колонкам: MSN 132P и MSN 146P. В этих колонках позднемиоценовый возраст осадков был установлен по радиоляриям [20]. В колонке ст. MSN 132P диатомей изучались в образцах от 0 до 85 см, в колонке ст. MSN 146P в образце 520 см. Состав диатомей в обеих колонках оказался очень близким и, вероятно, соответствует зоне *Nitzschia porteri* Freng. Вид-индикатор более низкой зоны — *Coscinodiscus jabei* — встречается в исследованных образцах единичными экземплярами, и нет основания считать возраст более ранним. *Nitzschia porteri* доминирует и особенно многочисленна в осадках ст. MSN 146P.

Комплекс в целом характеризуется *Coscinodiscus nodulifer*, *Actinocyclus ellipticus*, *A. ellipticus* var. *moronensis*, *Coscinodiscus marginatus* var., *Asterolampira marylandica*, *Hemidiscus cuneiformis*, *Coscinodiscus vetustissimus* (редко), *Thalassionema nitzschioides* var. *parva* (в массе) и *Thalassiothrix* sp.sp.¹ Помимо *Nitzschia porteri*, спорадически встречаются *Nitzschia jouseae* Burckle и *N. miocenica* Burckle — виды, типичные для осадков верхней части позднего миоцена (рис. 5, фиг. 1–23).

Следует отметить значительные различия в комплексе диатомей MSN 132P и MSN 146P при сравнении его с комплексом, который указывает Канава [15] для позднего миоцена в отложениях, вскрытых ЕМД. В частности, одно из харак-

¹ В позднем миоцене Писко-формации Перу Мерц [18] указывает несколько видов *Thalassiothrix*, но не дает их описания. В комплексе диатомей MSN 132P и MSN 146P, по-видимому, присутствуют те же виды.

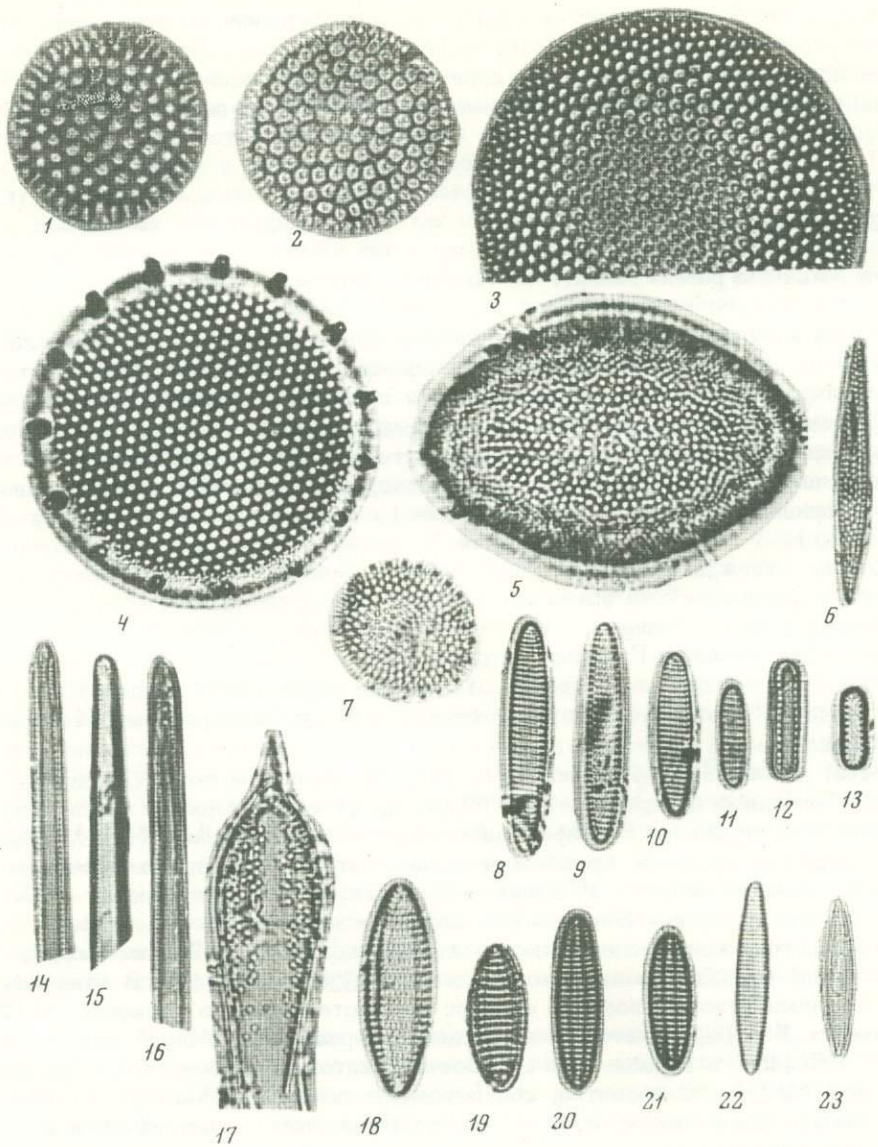


Рис. 5. Комплекс диатомей позднего миоцена (1-3, 5-7, 12-13, 17, 22-ст. MSN 132P, 45 см от верха колонки; 8-11, 14-16, 20-21-ст. MSN146P, 520 см от верха колонки, 4, 18, 19, 22-23 ст. 5124, 700 см от верха колонки)

1-2 - *Coscinodiscus marginatus* Ehr. var., 42 мк; 3 - *Coscinodiscus* sp., 78 мк; 4 - *Coscinodiscus praelineatus* Jouse, 80 мк; 5 - *Actinocyclus ellipticus* Grun., 65 мк; 6 - *Coscinodiscus* aff. *paleaceus* (Grun.) Rattr., 42 мк; 7 - *C. jabei* Kanaya (*C. flexuosus* Brun), 37 мк; 8-11 - *Nitzschia porteri* Freng., 30-10 мк; 12-13 - *Thalassionema nitzschioides* Grun. var. *parva* Heiden; 14-16 - *Thalassiothrix* sp. (*Th.*?) *sagitalis* (Mertz); 17 - *Rhizosolenia bella* Jouse, 70 мк; 18-19 - *Nitzschia jouseae* Burckle, длина 34 мк, 27 мк; 20-21 - *N. miocenica* Burckle, длина 30 мк, 24 мк; 22 - *N. fossilis* (Freng.) Kanaya, длина 32 мк; 23 - *N.* sp., длина 32 мк

терных отличий заключается в полном отсутствии *Denticula*, столь типичных для всего разреза миоцена, вскрытого бурением ЕМД. Этот пример показывает, насколько велики могут быть отличия состава видов в одновозрастных осадках, различающихся по географическим условиям осадкообразования.

В заключение предлагается рабочая схема зональности диатомей тропической области Тихого океана по материалам автора и других исследователей (см. рис. 1). Для расчленения позднего миоцена и плейстоцена были частично использованы зональные схемы Мухиной [3], Каная [14, 15] и Бёркла [9]. В левой части рис. 1 указаны все материалы, на основании которых была составлена рабочая схема зональности диатомей. Для каждой зоны указаны виды-индексы, наиболее характерные и обычно массовые в составе отдельных комплексов.

Наши исследования приводят к следующим выводам.

Биостратиграфическое использование диатомей при изучении истории океанов нередко лимитируется недостатком сведений об их таксономическом составе в осадках различного возраста. В той же мере неполны сведения о вертикальных границах видов, без знания которых невозможны стратиграфические исследования. В статье излагаются результаты изучения таксономического состава и вертикального распределения диатомей в осадках олигоцена и миоцена тропической области Тихого океана. Они основаны на материалах советских и американских экспедиций (колонки донных осадков, керны глубоководного бурения "DSDP", образцы морских отложений с о-ва Барбадос).

В отложениях олигоцена выделены четыре диатомовые зоны, соответствующие раннему, среднему и двум частям позднего олигоцена. Каждая зона характеризуется определенным комплексом видов, часть которых ограничена в своем вертикальном распространении осадками данной зоны (виды-индексы). Новые данные получены также по составу комплексов диатомей раннего и среднего миоцена (нижней его части).

В составе флоры диатомей олигоцена и миоцена отмечено два новых рода (р. *Bogorovia* — ранний миоцен; р. *Kozloviella* — средний миоцен) и свыше десяти новых видов (преимущественно олигоценовых)¹.

Литература

1. Жузе А.П. 1968. Древние диатомей и диатомовые породы Тихоокеанского бассейна. — Литология и полезные ископаемые, № 1.
2. Казарина Г.Х., Демиденко Е. Диатомовые и палеомагнитные зоны в осадках колонки ст. 4599 (Индийский океан). Настоящий сборник.
3. Мухина В.В. 1969. Биостратиграфия осадков и некоторые вопросы палеогеографии тропической области Тихого и Индийского океанов. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
4. Петрушевская М.Г. 1972. Биостратиграфия глубоководных четвертичных осадков по данным радиоляриевого анализа. — Океанология, т. XII, вып. 1.
5. Скорнякова Н.С., Мурдмаа И.О., Горбунова З.Н., Зенкевич Н.Л. 1971. О фациальной изменчивости глубоководных пелагических осадков Тихого океана. В сб. "История Мирового океана". М., "Наука".
6. Шешукова-Порецкая В.С., Глезер З.И. 1962. Диатомовые водоросли, силикофлагеллаты и эбриидеи из майкопских отложений с р. Шибик (Краснодарский край). — Ученые записки ЛГУ, № 313, серия биол. наук, вып. 49.
7. Beckmann J.P. 1953. Die Foraminiferen der Ozeanic Formation (Eocene — Oligocene) von Barbados. — Kl. Antillen. Eclog. Geol. Helv., v. 46.
8. Bramlette M.N. 1955. Change in four groups of microfossils from the Eocene to Oligocene of the Oceanic formation Barbados. — Geolog. Soc. Amer. Bull., v. 66, N 12, Part 2.

¹ Их описание предполагается опубликовать в специальном издании "Новостей систематики низших растений".

9. Burckle L.H. 1972. Late Cenozoic planktonic diatom zones from the Eastern Equatorial Pacific. – Beih. Nova Hedwigia, Heft 39.
10. Fames F.E., Banner F.T., Blow W.H., Clarke W.J. 1962. Fundamentals of Mid-Tertiary stratigraphical correlation. London, Cambridge Univ. Press.
11. Greville R.K. 1861–1866 (reprint 1968). Descriptions of new and rare Diatoms. – Bibliotheca Phycologica herausgeg. von J. Cramer, Bd. 6.
12. Hanna G.D. 1932. The diatoms of Sharktooth Hill, Kern County California. – Proc. Calif. Acad. Sc., v.20, N 6.
13. Hays J.D., Saito T., Opdyke N.D., Burckle L.H. 1969. Pliocene – Pleistocene sediments of the equatorial Pacific; their paleomagnetic, biostratigraphic and climatic record. – Geol. Soc. Amer. Bull., v. 80, N 8.
14. Kanay T. 1959. Miocene diatom assemblages from the Onnagawa Formation and their distribution in the correlative formation in Northeast Japan. – Sc. Rep. Tohoku Univ., Sec. ser. (Geology), 30.
15. Kanaya T. 1971. Some aspects of Pre-Quaternary diatoms in the Oceans. In: "The micropaleontology of Oceans." London, Cambridge Univ. Press.
16. Koizumi J. 1968. Tertiary diatom flora of Oga Peninsula, Akita Prefecture, Northeast Japan. – Sc. Rep. Tohoku Univ., Sec. Ser. (Geology), 40 (3).
17. Kolbe R. 1954. Diatoms from the equatorial Pacific cores. – Rept. Swedish deep-sea Exped. 1947–1948, v.6, f.1.
18. Mertz D. 1966. Mikropaleontologische und Sedimentologische Untersuchung der Pisco-formation sud Perus. – Paleontographica, Bd. 118, Abt. B. Lief. 1–3. Stuttgart.
19. Muhina V.V. 1971. Problems of diatom and silicoflagellate Quaternary stratigraphy in the equatorial Pacific Ocean. In: "The micropaleontology of oceans." London, Cambridge Univ. Press.
20. Riedel W.R., Funnell B.M. 1964. Tertiary sediment cores and microfossils from the Pacific Ocean floor. – Quart. J. Geol. Soc. London, v. 120.
21. Saunders J.B., Cordey W.G. 1968. The biostratigraphy of the Oceanic formation in the Bath Cliff Section Barbados. Trans. Fourth. Carib. Geol. conferen. Trinidad, 1965.
22. Schrader H.J. 1972. Cenozoic diatoms from the North East Pacific, leg 18. Initial reports of the deep-sea drilling project, v.18. Washington.
23. Schrader H.J. 1973. Stratigraphic distribution of marine *Denticula* species in Neogene North Pacific sediments. Micropaleontology (in press). N.Y.

DIATOMS IN THE OLIGOCENE–MIOCENE BIOSTRATIGRAPHIC ZONES OF THE TROPICAL AREAS OF THE PACIFIC OCEAN

A.P. Jouse

Summary

This paper is an outline of new information about the diatom flora of the Oligocene and Miocene of the Pacific Ocean that has made it possible to clarify the biozones of diatom stratigraphy during this period.

This paper on the Oligocene to Miocene diatom zones of the tropical latitudes of the Pacific is regarded by the author as a preliminary approach.

In Oligocene four diatomic zones are distinguished corresponding to the Early, Middle and two parts of the late Oligocene. Each zone is characterized by the definite complex of species, some of which are limited of this zone. Just these species is usually termed as "zonal" species or "index" species.

The latest data is also received of the Early and Middle Miocene Diatoms composition.

Введение

В третьем рейсе и/с "Гломар Челленджер", проводившего глубоководное бурение в тропической Атлантике в 1968 г., были вскрыты эоценовые отложения, богатые кремнистыми организмами — диатомеями, силикафлягеллятами, эбриидеями и радиоляриями [28]. Просьба о предоставлении образцов осадков эоцена для изучения диатомей была направлена от имени А.П.Жузе куратору Научного комитета по бурению, профессору В.Риделю. Требуемые образцы были получены из Ламонтской геологической обсерватории Колумбийского университета в январе 1972 г. Мы выражаем признательность за предоставленные образцы осадков эоцена Научному комитету JOIDES и его куратору Риделю.

Было получено 15 образцов осадков со станций 13 и 13А из области Срединно-Атлантического хребта в районе Сиерра-Леоне, к западу от Дакара (06°02,4' с.ш., 18°13,7' з.д., глубина 4585 м). Образцы ст. 13, колонка 3, секции 1-6 содержали богатую флору диатомей и других кремнистых остатков. На ст. 13А секции 1-6 диатомей не содержали.

Известны многочисленные местонахождения морских диатомей эоцена: в Дании, Швеции, на севере ФРГ и ГДР, в Среднем и Южном Поволжье, на Украине, восточном склоне Урала, в Западной Сибири, Казахстане.

В донных осадках Тихого океана диатомей эоцена известны как в первичном, так и во вторичном залегании. Известностью пользуется позднеэоценовая флора диатомей из нижней части океанической формации Барбадос и на Калифорнийском побережье Тихого океана. В Атлантике известны позднеэоценовые диатомовые илы из южной части океана, но материалы по составу диатомей пока не опубликованы.

О диатомеях эоцена из экваториальной зоны Атлантики не было ничего известно. Поэтому полученный материал представлял особый интерес.

Исследованный материал

Колонка 3 ст. 13 (интервал 136-145 м) сложена кремнистым диатомово-радиоляриевым илом зеленовато-серого цвета. Помимо диатомей и радиолярий, осадок содержит остатки кремнистых водорослей — силикофлягеллят и эбриидей. Все органические остатки отличаются хорошей сохранностью.

Постоянные препараты для изучения диатомей приготавливались из осадка, обработанного в триполифосфате натрия и пергидроле. Часть материала подвергалась обогащению разделением в тяжелой жидкости (KdJ+KJ). Количественные данные, касающиеся численности видов, определялись по относительной шкале: в массе, часто (ч.), нередко (н.), редко (р.), единично (ед.). Оценка "в массе" предполагает присутствие нескольких экземпляров того или иного вида в каждом поле зрения препарата. Образцы секций 1-6 колонки 3 по составу диатомей и силикофлягеллят совершенно идентичны.

var. *atlantica* var. nov., *C. obscurus* A.S. var. *minor*, *C. decrescenoides* Jouse, *Actinoptychus punctulatus* Grev. и *Brightwellia imperfecta* sp. nov.

Среди силикофлягеллят характерны *Dictyocha triacantha* var. *flexuosa* (Stradner) Gles., *D. aff. triacantha* var. *apiculata* Lemm. и *Naviculopsis biapiculata* (Lemm.) Freng. Для уточнения возраста флоры водорослей, содержащейся в отложениях колонки 3 ст. 13, было проведено сравнение списка видов со списками, известными для различных местонахождений диатомей палеогена (см. таблицу).

В левой колонке таблицы приведен общий список водорослей, в следующей указана относительная оценка обилия для каждого вида. Встречаемость приводится в интервале палеоцен – средний олигоцен. Как очевидно из рассмотрения таблицы, с палеоценовой флорой имеется только два общих вида – *Hemiaulus polymorphus* и *Stephanopyxis turris* var. *intermedia*, которые отличаются очень широким возрастным диапазоном. С комплексом диатомей и силикофлягеллят раннего эоцена уже четыре общих вида в равной мере из числа широко распространенных. Сравнение проводилось с хорошо изученными флорами раннего эоцена Дании, севера ФРГ и ГДР, Среднего Поволжья, Западно-Сибирской низменности. Характерно присутствие типично эоценовой силикофлягелляты – *Naviculopsis biapiculata*.

Сравнение с комплексом диатомей среднего эоцена привело к сходным результатам. Начиная с нижнего раздела позднего эоцена сходство заметно увеличивается. В соответствующей графе таблицы мы находим уже 10 общих видов. Наконец, в два раза увеличивается число общих видов при сравнении с комплексом диатомей и силикофлягеллят из верхней части позднего эоцена Украины и Западного Казахстана (больше половины общих видов). Особенно следует подчеркнуть присутствие наиболее характерных видов, в том числе руководящих видов флоры (виды-индексы): *Hemiaulus polycystinorum*, *Triceratium barbadense*, *Coscinodiscus obscurus* var. *minor*, *Melosira architecturalis*, *Actinoptychus punctulatus*, *Mastogloia rutilans*, *Dictyocha triacantha* var. *flexuosa*. Те же виды эоцена Сиерре-Лионе Атлантики оказались также характерными для позднего эоцена Тихоокеанского бассейна. Близкий состав диатомей обнаружен в позднеэоценовых осадках, известных в районе о-ва Туамоту [9] к югу от экватора, возраст которых был установлен по фауне радиолярий и форминифер [33]. Осадки колонки ст. 5065 (16°23' с.ш., 146°36' з.д.) в массе содержат те же характерные виды флоры Сиерра-Лионе – *Hemiaulus polycystinorum* и *Triceratium barbadense* [12]. Однако здесь также присутствует в массе *Riedelia pacifica* Jouse, вид, очень редкий в колонке ст. 13 Атлантики. При дальнейших сопоставлениях в первую очередь следует указать на поздний эоцен Калифорнии, диатомей которого изучал Канаа [29]. В сланцах Келлог и Сидней он описывает очень близкий нашему состав диатомей. Сопоставление выявляет до 11 общих видов, и в том числе оба зональных вида. Проводить корреляцию с поздним эоценом из океанической формации Барбадоса в полном объеме пока преждевременно. До некоторой степени она отражена в рубриках таблицы, Дело в том, что имеющиеся богатые материалы по диатомеям Барбадоса дают суммарное представление об их составе для всего разреза океанической формации [23], т.е. как для позднего эоцена, так и для раннего олигоцена. В литературе описано более 500 видов диатомей Барбадоса, но без точной стратиграфической привязки [23, 35]. Те данные, которые мы сочли нужным привести в таблице, следует рассматривать как предварительные. В настоящее время материалы по диатомеям Барбадоса критически пересматриваются с использованием точно датированных образцов из разреза мыса Басс [34]. В заключение следует сказать, что количество общих видов резко падает, если продолжить сравнение с диатомеями среднего олигоцена (см. таблицу). При переходе границы ранний – средний олигоцен меняется не только видовой, но и родовой состав (А.П. Жузе, статья в настоящем сборнике).

Итак, проведенный анализ известных материалов по диатомеям палеоцена-среднего олигоцена позволяет сделать вывод о принадлежности зоны *Hemiaulus polycystinorum* – *Triceratium barbadense* к позднему этапу позднего эоцена.

Тенденция возрастания числа общих видов к позднему эоцену совершенно очевидна. Эта тенденция сохраняется до раннего олигоцена, позднее происходит, как мы уже говорили, почти полная перестройка состава водорослей. Таким образом, зона *Hemiaulus polycystinorum* – *Triceratium barbadense* характерна для заключительного этапа позднего эоцена. Этот вывод расходится с определением возраста осадков колонки 3 ст. 13, который был установлен по радиоляриям как лютетский ярус среднего эоцена [28].

Однако радиолярии, на основании которых отложения Сиерре-Лионе были определены как средний эоцен, имеют широкий диапазон – от среднего до позднего эоцена, по заключению М.Г. Петрушевской (*Podocyrthis triacantha* Ehr., *Lithocyclia ocellus* Ehr., *Dictyophimus babylonis* Clark and Campb., *Podocyrthis papalis* Ehr., *Phormocyrthis embolum* Ehr.). И только *Eusyringium fistuligerum* (Ehr.) ограничен средним эоценом, как предполагает Петрушевская. В заключение анализа данных по радиоляриям [28] указывается, что все секции (1–6) колонки 3 включают однотипный комплекс радиолярий и многие из них не описаны. Предположительно они представляют верхнюю часть среднего эоцена Барбадоса ¹.

Экологические особенности водорослей позднего эоцена комплекса Сиерре-Лионе

Анализ материалов по диатомеям, силикофлягеллятам и эбриидеям позднего эоцена Тихоокеанского бассейна, западной и восточной Европы свидетельствует о близких фациальных и экологических условиях их развития. Они принадлежат к тропической флоре, присущей неритической зоне океана. В составе диатомей преобладают плактонные неритические виды *Melosira*, *Triceratium*, *Hemiaulus*, *Actinoptychus*. Обилие силикофлягеллят и эбриидей также указывает на неритические условия обитания.

Флора экваториальной Атлантики ближе всего к калифорнийской. Это отложения одной и той же диатомовой зоны. Большой интерес представляют те данные, которые говорят о сходстве состава диатомей позднего эоцена экваториальной Атлантики с одновозрастными флорами Украины и Западного Казахстана. Состав диатомей и силикофлягеллят в указанных местонахождениях в значительной мере сходен и может быть отнесен к одной биостратиграфической зоне.

Ниже приводится список всех водорослей из осадков позднего эоцена экваториальной Атлантики.

Bacillariophyta

Melosira architecturalis Brun. A.Schmidt, 1892, [35], tab. 177, fig. 45–50

Местонахождение: D.S.D.P.², рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1–6, часто.

Распространение: Поздний эоцен (альминский ярус) – Украина (верхнекиевская подсвита), Западный Казахстан (саксаульская свита), поздний эоцен – Оамару, Новая Зеландия; Калифорния, сланцы Келлог и "Сидней" – тропическая область Тихого океана, океаническая формация Барбадос (нижняя часть разреза), ранний – средний олигоцен тихоокеанской области (рис. 1, фиг. 1–3).

Примечание. Каная [29] описал этот вид как *Cyclotella hannai*.

¹ О наличии среднего эоцена в строении океанической формации Барбадоса не упоминают Саундерс и Кордей [34].

² D.S.D.P. – Deep sea drilling project.

Melosira sulcata var. клиновидная var. nov.

Местонахождение: D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 13, секции 1-6, часто.

Отличается от близкой разновидности палеогеновой var. *crenulata* Grun. клиновидно-заостренным зубчатым краем (рис. 1, фиг. 4-5).

Stephanopyxis turris var. *intermedia* Grun., 1884, [25], p. 88, tab. 5, fig. 15-16.

Местонахождение: D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, нередко.

Распространение. Широко распространенная разновидность от позднего мела доныне (рис. 1, фиг. 6).

Skeletonema barbadense Grev., 1865, [23], p. 43 (163)¹, tab. 5, fig. 1

Местонахождение: D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 4,5, единично.

Распространение: Поздний эоцен - ранний олигоцен, о-в Барбадос, океаническая формация.

Thalassiosira sp.

Местонахождение: D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секция 1, единично (рис. 1, фиг. 7).

Coscinodiscus argus Ehr., 1838, p. 129, 1854, [20], tab. 21, fig. 2.

Местонахождение: D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1, 5, часто.

Распространение: Широко распространенный вид почти во всех местонахождениях от раннего эоцена до неогена. Находки в современных морях недостоверны (рис. 1, фиг. 11).

Coscinodiscus decrescenoides Jouse, 1955 [8], стр. 90, табл. V, фиг. 1-2.

Местонахождение: D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, часто.

Распространение: Поздний эоцен восточного склона Урала, Западной Сибири, Западного Казахстана (рис. 1, 8-9).

Coscinodiscus obscurus var. *minor* A.S., 1878, Schmidt, 1874-1959, [35], 61, fig. 17, 18; Rattray, 1890 [32], p. 513 (p.65).

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, станция 13, колонка 3, секции 1-6, нередко.

Распространение. Поздний эоцен, альминский ярус - Украина (верхнекиевская подсвита). Ранний олигоцен - океаническая формация (верхняя часть), о-в Барбадос. Неоген - Испания, Венгрия (рис. 1, фиг. 12, 13).

Примечание. Характерная особенность вида и разновидности - широкий ребристый край и дополнительные поры (в конце укороченных рядов ареол или между ареолами, если радиальные их ряды нечеткие). В последнем случае формы несколько напоминают *Coscinodiscus marginatus* Ehr. Возможно, такой экземпляр изображает Канаа из сланцев Калифорнии ([29], табл. 6, фиг. 1a, 1б).

C. obscurus var. *minor* A.S. - одна из характерных диатомей конца позднего эоцена на Украине [4].

¹ В скобках приведены страницы из нового издания Гревилля. (Greville, 1968).

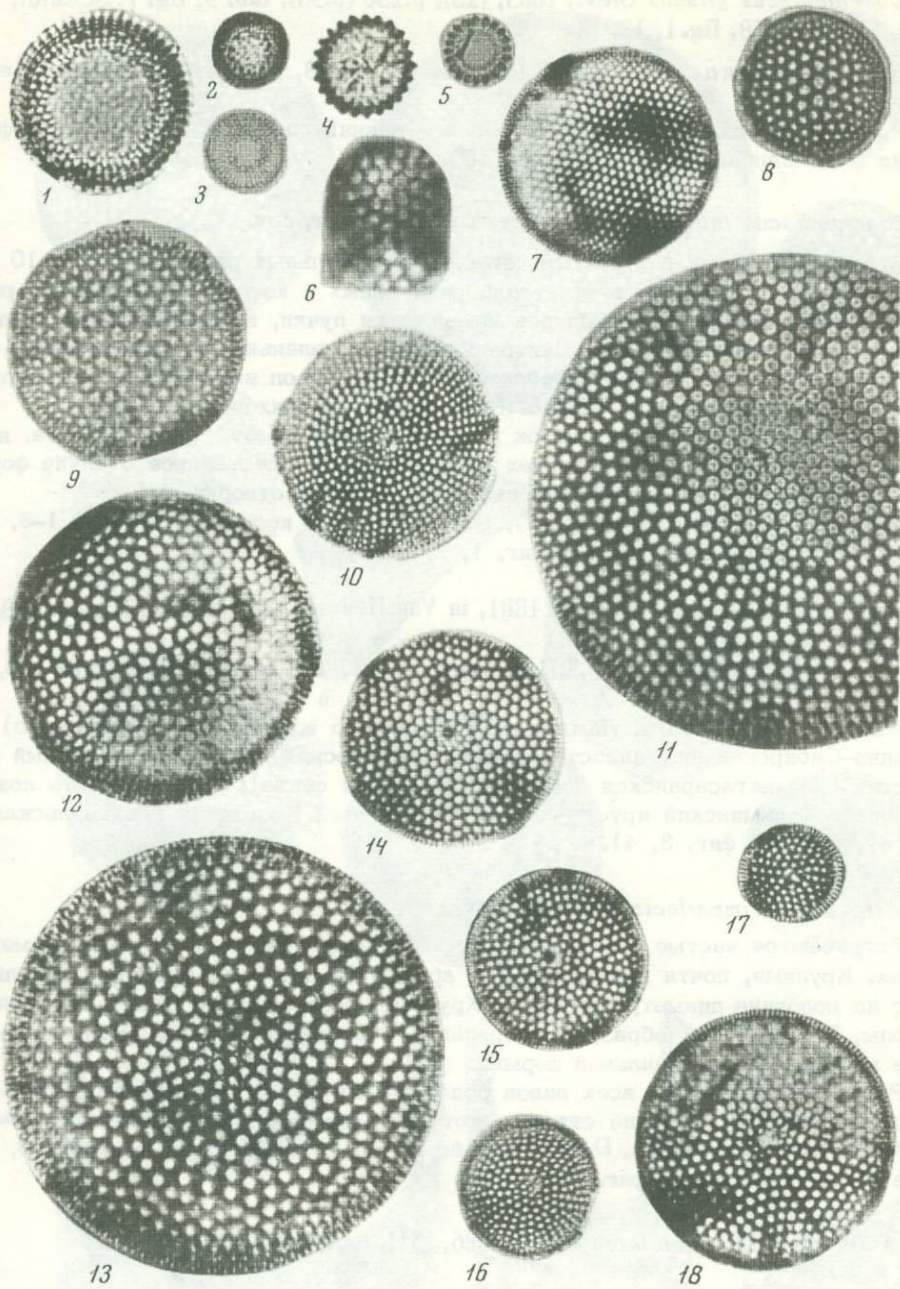


Рис.1. Комплекс диатомей позднего эоцена тропической Атлантики

1-3 - *Melosira architecturalis* Brun. 1×1250, 2-3×900; 4-5 - *M.sulcata* var. *acuminatus*, var.nov., ×700; 6 - *Stephanopyxis turris* var. *intermedia* Grun., ×900; 7 - *Thalassiosira* sp., ×1000; 8-9 - *Coscinodiscus decrescenoides* Jouse, ×900; 10 - *C.griseus* Grev., ×900; 11 - *C.argus* Ehr., ×600; 12-13 - *C.obscurus* Ehr. var. *minor* A.S., ×900; 14-18 - *C.tuberculatus* Grev.var. *atlantica* Jouse var. nov., ×900

Coscinodiscus griseus Grev., 1863, [23], p.230 (p.96), tab. 9, fig. 7; Schmidt, 1878, [35], tab. 58, fig. 1, 13, 14.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секция 5, единично.

Распространение. Поздний эоцен – ранний олигоцен, океаническая формация о-ва Барбадоса (рис. 1, фиг. 10).

Coscinodiscus tuberculatus Grev. var. *atlantica* var. nov.

Створки 17–55 мк в диаметре, ареолы в радиальных рядах, 4,5–6 в 10 мк, по краю поры 12 в 10 мк в отчетливо радиальных и косо пересекающихся рядах. У более крупных экземпляров намечаются пучки, в которых ряды ареол параллельны боковому ряду. Центральное поле маленькое и неправильное, иногда окруженное более мелкими ареолами, одна из ареол выделяется благодаря утолщенным стенкам типа *nodule*. Край густо заштрихован.

По характеру структуры близок к *C. tuberculatus* Grev. из Барбадоса, найден также в Калифорнии, в сланцах Келлог [29]. Существенное отличие форм (ст. 13, колонка 3) – отсутствие выростов по краю створки.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секция 1–6, часто (рис. 1, фиг. 14–18; рис. 2, фиг. 1, 2).

Brightwellia hyperborea Grun., 1881, in Van Heurck, 1880–1881, [37], tab. 128, fig. 8

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1–6, единично.

Распространение. Нижняя часть позднего эоцена (бодракский ярус) – Западно-Сибирская низменность (верхнелюлинворская подсвита); Западный Казахстан (верхнетасаранская подсвита, акчатская свита); верхняя часть позднего эоцена (альминский ярус) – Украина, Западный Казахстан (саксаульская свита) (рис. 2, фиг. 3, 4).

Brightwellia imperfecta Jousé sp. nov.

Встречаются частые обломки без краевой зоны. Диаметр створки не менее 50 мк. Крупные, почти прямоугольные ареолы (4 в 10 мк) образуют неполный круг на половине диаметра створки. Круглые, разреженные, сильно пороидные ареолы, 7–8 в 10 мк, образуют спиральные и радиальные ряды. Центральное поле маленькое, неправильной формы.

Резко отличается от всех видов рода *Brightwellia* незамкнутым кольцом крупных ареол на середине створки, которое занимает около половины диаметра.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1–6, часто в обломках. Рис. 2, фиг. 5–7.

Actinoptychus punctulatus Pant., 1886, [31], p.62, tab. 8, fig. 60.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1–6, нередко.

Распространение. Верхняя часть позднего эоцена (альминский ярус) Украины, Западного Казахстана (саксаульская свита). Поздний эоцен – Калифорния (сланцы Келлог и Сидней). Миоцен Венгрии.

От экземпляров из палеогена Советского Союза отличается меньшими размерами створок и более узкими гиалиновыми полями (см. *Actinoptychus intermedius* A.S. в [7]. Формы ст. 13 ближе всего к калифорнийским [29] (рис. 2, фиг. 9–11).

Asterolampra insignis A.S., in: A.Schmidt, 1889, [35], tab. 137, fig. 1–3.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секция 5, единично.

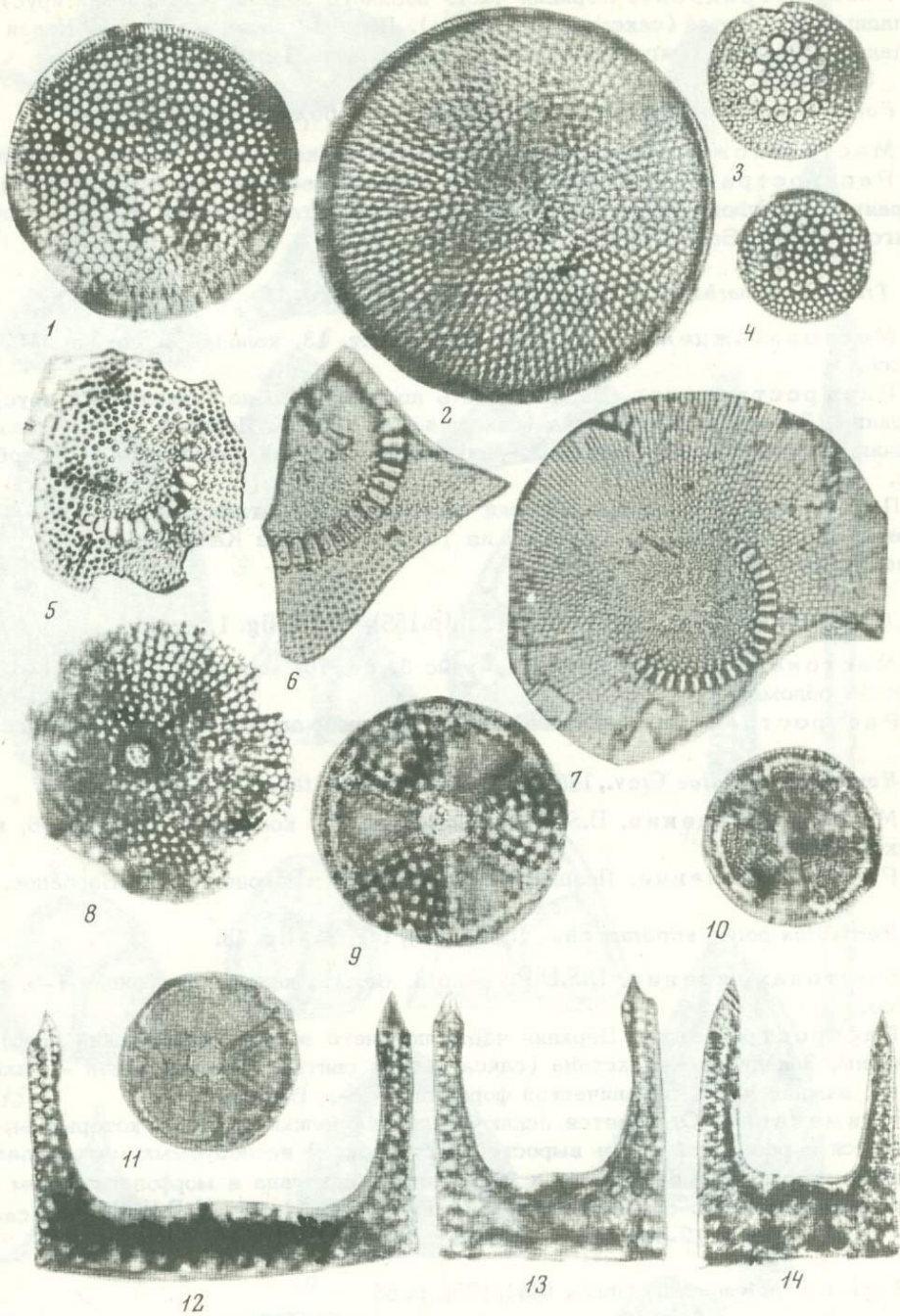


Рис. 2. Комплекс диатомей позднего эоцена тропической Атлантики

1 — *Coscinodiscus tuberculatus* Grev. var. *atlantica* Jouse var. nov., × 900; 2 — *C. aff. tuberculatus* Grev., × 900; 3–4 — *Brightwellia hyperborea* Grun., × 750; 5–7 — *B. imperfecta* sp. nov., × 750; 8 — *Porodiscus splendidus* Grev., × 900; 9–11 — *Actinoptychus punctulatus* Grev., × 900; 12–14 — *Hemiaulus polycystinorum* Grev. × 900

Распространение. Верхняя часть позднего эоцена (альминский ярус) - Западный Казахстан (саксаульская свита). Поздний эоцен - Оамару, Новая Зеландия. Средний олигоцен - тропическая область Тихого океана.

Porodiscus splendidus Grev., 1865, [23], 46 (p.166), tab. 5, fig.5.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст.13, колонка 3, секция 6, единично.
Распространение: верхняя часть позднего эоцена (альминский ярус) Украины, Западного Казахстана (саксаульская свита). Поздний эоцен - ранний олигоцен - о-в Барбадос (рис. 2, фиг. 8).

Triceratium barbadense Grev., 1861, [23], p.44 (p.6), tab. 4, fig.12.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, в массе.

Распространение. Верхняя часть позднего эоцена (альминский ярус) Украины, Западного Казахстана (саксаульская свита). Поздний эоцен - Калифорния, осадки Тихого океана. Поздний эоцен - ранний олигоцен - о-в Барбадос.

Примечание. По форме створки экземпляры из Атлантики очень близки по формам из Казахстана, с Украины, из Тихого океана и Калифорнии [29] (рис. 3, фиг. 3-7).

Hemiaulus angustus Grev., 1865, [23], (p.155), tab. 3, fig. 1,2.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, часто в обломках.

Распространение. Поздний эоцен - ранний олигоцен - о-в Барбадос.

Hemiaulus hastatus Grev., 1865, [23], p.31 (p.156), tab. 3, fig.15

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, нередко в обломках.

Распространение. Поздний эоцен - ранний олигоцен - о-в Барбадос.

Hemiaulus polycystinorum Ehr., 1854, [20], tab. 36, fig. 43.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, в массе.

Распространение. Верхняя часть позднего эоцена (альминский ярус) Украины, Западного Казахстана (саксаульская свита). Поздний эоцен - Тихий океан, нижняя часть океанической формации - о-в Барбадос.

Примечание. Отличается исключительным полиморфизмом, который выражается в различной длине выростов и створок. В исследуемых материалах, а также экземпляры с Украины и Западного Казахстана в морфологическом отношении полностью соответствуют формам из Барбадоса (J.D.Moller, exica-ta) (рис. 2, фиг. 12-14, рис. 3, фиг. 1).

Hemiaulus polymorphus Grun., 1884, [25], p. 66

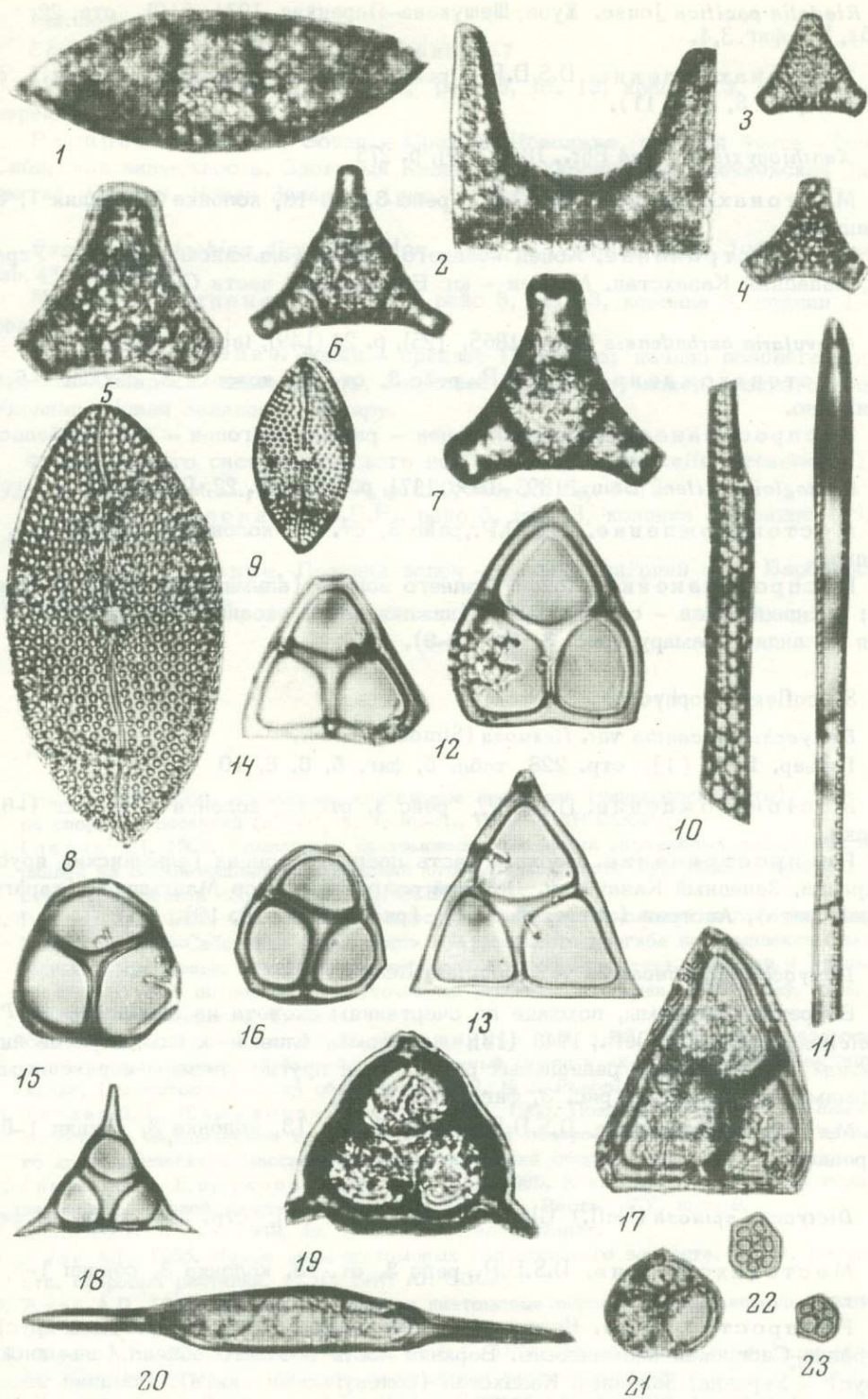
Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, единично.

Распространение. Широко распространен с позднего мела, в палеогене (рис. 3, фиг. 2).

Puxilla gracilis Temp. et Forti, 1909, in Forti, [21], tab. 2, fig. 5

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1, 5, единично.

Распространение. Начало позднего эоцена - Западно-Сибирская низменность, Западный Казахстан. Поздний эоцен - Южная Швеция, о-в Барбадос. Эоцен - Среднее Поволжье (рис. 3, фиг. 10).



Ри с.3. Комплекс диатомей позднего эоцена тропической Атлантики

1 - *Hemiaulus polycystinorum* Grev., $\times 900$; 2 - *H. polymorphus* Grün., $\times 900$; 3-7 - *Triceratium barbadense* Grev. $\times 900$; 8-9 - *Mastogloia rutilans* Grev., 8×1200 ; 9×900 ; 10 - *Pyxilla gracilis* Temp. and Forti, $\times 900$; 11 - *Riedelia pacifica* Jouse, $\times 900$; 12-17 - *Dictyocha triacantha* var. *apiculata* Lemm., $\times 1200$; 18-19 - *D. triacantha* var. *flexuosa* (Stradner) Gles., $\times 1000$; 20 - *Naviculopsis biapiculata* (Lemm.) Freng., $\times 900$; 21 - *Ebriopsis mesnili* Defl., $\times 600$; 22, 23 - *Pseudorocella barbadensis* Defl., $\times 600$

Riedelia pacifica Jouse. Жузе, Шешукова-Порецкая, 1971, [10], стр. 22, табл. II, фиг. 3, 4.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секция 1, единично (рис. 3, фиг. 11).

Xanthiopyxis globosa Ehr., 1844, [19], p. 273

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секция 1, 3, единично.

Распространение. Конец позднего эоцена (альминский ярус) - Украина, Западный Казахстан. Миоцен - юг Европейской части СССР.

Clavularia barbadensis Grev., 1865, [25], p. 24 (149), tab., 3, fig. 1-3

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, единично.

Распространение. Поздний эоцен - ранний олигоцен - о-в Барбадос.

Mastogloia rutilans Brun., 1893-1896, [17], p. 240, tab. 22, fig. 11, 12

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, нередко.

Распространение. Конец позднего эоцена (альминский ярус) - Украина, на; поздний эоцен - о-в Барбадос (нижняя часть океанической формации), Новая Зеландия, Оамару (рис. 3, фиг. 8-9).

Silicoflagellatophyceae

Dictyocha triacantha var. *flexuosa* (Stradner) Gles.,

Глезер, 1966, [1], стр. 228, табл. 5, фиг. 5, 6, 8, 10

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, нередко.

Распространение. Верхняя часть позднего эоцена (альминский ярус) - Украина, Западный Казахстан. Поздний олигоцен - п-ов Мангышлак (карагинская свита), Австрия (хаттский ярус) (рис. 3, фиг. 18, 19).

Dictyocha aff. *triacantha* var. *apiculata* Lemm.

Встречаются формы, похожие по очертаниям скелета на барбадосскую *Phylodictyocha schulzii* Defl., 1946 [18], и формы, близкие к ним, но с двойным числом слабо развитых радиальных рогов. Те и другие связаны переходными формами между собой (рис. 3, фиг. 12-17).

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, нередко.

Dictyocha spinosa (Defl.) Gles. Глезер, 1966, [1], стр. 238, табл. 10, фиг. 6-8.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, нередко.

Распространение. Нижняя часть позднего эоцена (бодракский ярус) - Западно-Сибирская низменность. Верхняя часть позднего эоцена (альминский ярус) - Украина, Западный Казахстан (саксаульская свита). Поздний эоцен - ранний олигоцен - о-в Барбадос.

Naviculopsis biapiculata (Lemm.) Freng., 1940, [22], fig. 11 c, d

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, нередко.

Распространение. Нижний эоцен - Поволжье, Западная Сибирь, Дания, ГДР; поздний эоцен - Казахстан, Западная Сибирь, Калифорния (формация Крейнхаген), Новая Зеландия, Оамару, о-в Барбадос (рис. 3, фиг. 20).

Ebriidae

Ebriopsis mesnili Defl. 1950, p. 2, фиг. 3-7

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, нередко.

Распространение. Эоцен - Среднее Поволжье, поздний эоцен - Западно-Сибирская низменность, Западный Казахстан, Украина (верхнекиевская под-свита), Оамару, Новая Зеландия (рис. 3, фиг. 21).

Pseudoammodochium dictyoides Nov., 1932; in Loeblich et al., 1968, [30], p. 183, tab. 43, fig. 12-15

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, редко.

Распространение. Эоцен - среднее Поволжье; начало позднего эоцена - Западно-Сибирская низменность, Западный Казахстан; конец позднего эоцена - Украина, Новая Зеландия, Оамару.

Форма ясного систематического положения *Pseudorocella barbadensis* Defl. 1938, in Loeblich et al., 1968, [30], p. 139, tab. 33, fig. 4-19.

Местонахождение. D.S.D.P., рейс 3, ст. 13, колонка 3, секции 1-6, единично, нередко.

Распространение. Поздний эоцен - ранний олигоцен о-ва Барбадоса (рис. 3, фиг. 22-23).

Литература

1. Глезер З.И. 1966. Кремневые жгутиковые водоросли (силикофлягелляты). В кн. "Флора споровых растений СССР", т. 7. М.-Л., Изд-во АН СССР.
2. Глезер З.И. 1969. Комплексы диатомовых, кремневых жгутиковых водорослей и эбрии из верхнеэоценовых отложений юго-западной части Тургайского прогиба. Биостратиграфический сборник № 4, Л., ВСЕГЕИ.
3. Глезер З.И. 1970. Сопоставление морских эоценовых отложений восточного склона Урала, Западно-Сибирской низменности и Тургайского прогиба по комплексам диатомовых и кремневых жгутиковых водорослей (силикофлягеллят). Решения и Труды межвед. совещ. по доработке и уточнению унифицир. и коррел. стратиграф. схем Зап-Сиб. низменности. Тюмень.
4. Глезер З.И., Зосимович В.Ю., Ключников М.Н. 1965. Диатомовые водоросли палеогеновых отложений бассейна р. Северный Донец и их стратиграфическое положение. Палеонтологический сборник, вып. 2, № 2. Львов.
5. Глезер З.И., Шешукова-Порецкая В.С. 1968. Позднеэоценовые диатомовые, золотистые и перидиниевые водоросли и эбрии северо-восточной окраины Украинского кристаллического массива. Палеонтологический сборник, вып. 5, № 1. Львов.
6. Глезер З.И., Шешукова-Порецкая В.С. 1969. К истории формирования позднеэоценовой морской диатомовой флоры Украины. - Вестн. ЛГУ, вып. 9.
7. Диатомовый анализ, 1949, кн. 1-2. Л., Госгеолтехиздат.
8. Жузе А.П. 1955. Новые виды диатомовых палеогенового возраста. - Бот. материалы отд. споровых растений, т. 10. БИН АН СССР.
9. Жузе А.П. 1968. Древние диатомеи и диатомовые породы Тихоокеанского бассейна. - Литология и полезные ископаемые, № 1.
10. Жузе А.П., Шешукова-Порецкая В.С. 1971. Новый род *Riedelia* Jouse et Sheshuk.(Bacillariophyta). Новости систематики низших растений, т. 8, Л., "Наука".
11. Кротов А.И., Шибкова К.Г. 1961. Комплексы диатомовых и кремневых жгутиковых водорослей в верхнемеловых, палеогеновых и неогеновых отложениях восточного склона Урала и Зауралья. Материалы по геологии и полезным ископаемым Урала, вып. 9. Свердловск.
12. Мухина В.В. 1969. Биостратиграфия осадков и некоторые вопросы палеогеографии тропической области Тихого и Индийского океанов. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
13. Парамонова Н.В. 1964. Материалы по диатомовым водорослям из палеогеновых отложений севера Западной Сибири. - Труды ВНИГРИ, вып. 239.

14. Рубина Н.В., Дрознес М.А. 1961. Эоценовые отложения нижнего Приобья. Решения и Труды межвед. совещ. по доработке и уточнению стратиграфических схем Зап.-Сиб. изменности. Л., Гостехиздат.
15. Benda L. 1965. Diatomeen aus dem Eozan Norddeutschlands. – *Palaont. Z.*, Bd. 32, Heft 3/4.
16. Benda L. 1972. The Diatoms of the Moler Formation of Denmark (Lower Eocene). – Beihefte zur *Nova Hedwigia*, Heft 39.
17. Brun J. 1893–1836. Diatomées miocenes. – *Le Diatomiste*, v. 2, No. 24.
18. Deflandre G. 1946. *Phyllodictyochoa* nov. gen. Silicoflagellidées et formes affines du Miocene de Hongrie. – *Bull. Soc. Bot. France*, t. 93.
19. Ehrenberg C.G. 1844. Untersuchungen über die kleinsten Lebensformen im Quellenlande des Euphrats und Arakes. – *Ber. Verhandl. König. Akad. Wiss. Berlin*.
20. Ehrenberg C.G. 1854. Mikrogeologie. Atlas, tab. I–XL. Leipzig.
21. Forti A. 1909. Studi per una Monografia del genere *Pyxilla* (Diatomee) e dei generi affini. – *Nuova Notarisa*, ser. 20. Padova.
22. Frenguelli J. 1940. Consideraciones sobre los Silicoflagelados fosiles. *Revista del Museo de la Plata, nueva ser.*, t.2. Paleontologia, No. 7. Buenos Aires.
23. Greville R.K. 1861–1866 (1968). Descriptions of new and rare Diatoms. – *Bibliotheca phycologica*, Bd. 6.
24. Grove E., Sturt G. 1886–1887. On a fossil marine diatomaceous deposit from Oaumaru, Otago, New Zealand. London.
25. Grunow A. 1884. Die Diatomeen von Franz Josefs Land. – *Denkschr. Kgl. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss.*, Bd. 48, N 2.
26. Hanna G.D. 1927. The lowest known tertiary Diatoms in California. – *J. Paleontol.*, v.1, No 2.
27. Hanna G.D. 1931. Diatoms and Silicoflagellates of the Kreyenhagen shale. – *Mining in California*, v. 27, No. 2.
28. Initial reports of the deep-sea drilling project, v. III, 1969. Dakar, Senegal to Rio de Janeiro, Brazil. December 1968 to January 1969. Washington.
29. Kanaya T. 1957. Eocene Diatom assemblages from the Kellog and "Sidney" shales Mt. Diablo area, California. – *Sci. Repts. Tohoku Univ. Sendai, Ser. 2 Geol.*, v.28.
30. Loeblich A.R. a.L.A., Tappan H., Loeblich A.R. jr. 1968. Annotated index of fossil and recent *Silicoflagellates* and *Ebridians* with descriptions and illustrations of validly proposed taxa. – *Geol. Soc. America, Inc. Memoir* 106.
31. Pantočsek J. 1886–1892 (1903–1905). Beiträge zur Kenntnis der fossilen Bacillarien Ungarns 1–3. 1–1886, 2–1889, 3–1892.
32. Rattray J. 1890. A revision on the genus *Coscinodiscus* Ehr. and of some allied genera. *Proc. Roy. Soc.*, v. 16. Edinburgh.
33. Riedel W.R., Funnell B.M. 1964. Tertiary sediment cores and microfossils from the Pacific Ocean floor. – *Quart. J. Geolog. Soc. London*, v. 120.
34. Saunders J.B., Cordey W.G. 1968. The biostratigraphy of the Oceanic formation in the Bath Cliff section Barbados. *Trans. Fourth Carib. conferen., Trinidad*, 1965.
35. Schmidt A. 1874–1959. Atlas der Diatomaceen-kunde. Aschersleben–Leipzig.
36. Schrader H.J. 1968. Die pennaten Diatomeen aus dem Obereozan von Oamaru, Neuseeland. – *Beih. zur Nova Hedwigia*, Heft 28.
37. Van Heurck, 1880–1881. *Synopsis Diatomees de Belgique*. Anvers.

DIATOMS AND SILICOFAGELLATES IN THE EOCENE OF THE EQUATORIAL ATLANTIC

Z.I. Gleser, A.P. Jouse

Summary

During the third cruise of r/v "Glomar Challenger" in the tropical Atlantic Eocene deposits richly represented by siliceous organisms were revealed. Cores removed from station 13 (Mid Atlantic Ridge, close to Sierra Leone, west of Dakar) are especially rich of diatoms and silicoflagellates. Diatoms are represented by 30 species and 17 genera. The most abundant and characteristic species are *Hemiaulus polycystinorum* Ehr. and *Triceratium barbadense* Grev. The analysis of available diatom materials of Paleocene–Middle Oligocene age permits to arrive at a conclusion that two species may be zonal species for the later stage of Late Eocene. The Late Eocene flora of Equatorial Atlantic is most akin to that of California.

О.Г.Козлова, Н.И.Стрельникова

Основная задача работы — проследить закономерности формирования комплексов диатомей от поверхностных слоев, где происходит развитие фитопланктона, до донных отложений, где диатомей являются важным, а часто и основным компонентом осадка. Эта задача — часть большой проблемы биогеохимического цикла диатомей. Исследования фитопланктона позволили количественно оценить ту роль, которую играют диатомовые водоросли. Взвесь была последующим звеном, которое было необходимо для выяснения количества диатомей, поступающих в осадки. Подобные исследования были проведены по двум меридиональным разрезам, пересекающим Тихий океан от его северных границ до берегов Антарктиды [6]. 45-й рейс "Витязя" проходил в северо-восточной части Тихого океана с 23 апреля по 10 июля 1969 г. Работы велись на четырех разрезах в заливе Аляска и районе Алеутского желоба (рис. 1, таблица). Рейс проходил в начале биологической весны, что наложило отпечаток на состав и количество диатомей в фитопланктоне.

Сбор и изучение диатомей фитопланктона и взвеси выполнены Н.И.Стрельниковой; сбор и литологическое описание донных отложений, определение и подсчет количества диатомей в осадках сделаны О.Г.Козловой.

Материал и методика

Пробы фитопланктона собирали сетью Апштейна с газом № 76-78 и сетью Джом с газом № 38; на ряде станций в начале рейса пришлось из-за погодных условий ограничиться сбором фитопланктона с поверхности фильтрацией 3-5 л воды через мембранный фильтр № 5. Большая часть проб взята в ловах 50-0 и 100-0 м, некоторые с глубины 200 м. Всего взято 74 сетных и 34 фильтрационных пробы.

Из каждой пробы просматривали по несколько препаратов, по возможности полностью определяя все встреченные формы и учитывая относительную численность каждого вида. Для определения диатомей часть проб обработана дополнительно серной кислотой с последующим заключением створок диатомей в высокопреломляющую среду и приготовлением постоянных препаратов.

Взвешенный материал из толши воды получен фильтрацией 0,8-0,9 л воды, взятой батометрами со стандартных гидрологических горизонтов, через мембранный фильтр № 3. Всего собрано 284 пробы. Для изучения диатомей сухой мембранный фильтр погружался в подогретый канадский бальзам на предметном стекле для получения постоянного препарата с просветленным фильтром. Численность диатомей определялась подсчетом их на всей площади мембранного фильтра с пересчетом на 1 м³ воды.

Колонки донных отложений получены прямоточной трубкой на 46 станциях. Во всех колонках определен видовой состав диатомей. Количество диатомей определялось в поверхностном слое и в толше осадков (по колонкам) и пересчитывалось на 1 г натурального осадка. Обработка образцов и подсчет диатомей проведены по методике, описанной ранее [5]. Всего просмотрено 600 постоянных препаратов.

Список станций

Номер станций	Географическое положение		Глубина, м	Номер станций	Географическое положение		Глубина, м
1	2		3	1	2		3
Алеутский желоб				Разрез 3, о-в Баранова			
6085	50°49'	137°30'	700	6109	56°14,6'	140°03'	3550
6087	53°38'	162°07,5'	4140	6110	55°48'	139°14,6'	3270
6088	53°56'	157°43'	5740	6111	56°13,9'	138°31'	3100
Залив Аляска				6112	56°38'	139°16,5'	3500
Разрез 1, о-в Кадьяк				6113	56°13'	139°00'	3500
6089	58°01'	149°00'	200	6114	55°58'	139°15'	3500
6090	57°59'	148°38,3'	490	6115	56°13,6'	138°48,3'	3500
6092	57°56,5'	148°52,1'	1080	6116	56°28'	139°15,3'	3500
6093	57°50'	148°51,1'	1350	6117	56°13'	139°13'	3350
6094	57°43,5'	148°43,1'	2350	6118	56°24,1'	137°24'	2350
6095	57°32,5'	148°32,8'	3000	6119	56°32,8'	136°51,6'	640
6096	57°19'	148°32,8'	4200	6121	56°41,2'	136°11'	1600
6097	57°02'	148°20,5'	4740	6122	56°42,2'	136°02,8'	1150
Разрез 2, о-в Якутат				6123	56°43,8'	135°59,1'	640
6098	59°24,5'	141°53'	200	Разрез 3, о-в Принца Уэльского			
6099	59°18'	141°56,3'	290	6124	55°31'	134°19'	200
6100	59°16,5'	141°58'	480	6126	55°22,5'	134°47'	487
6101	59°14'	141°56'	810	6127	55°18,2'	134°46'	2000
6102	59°10'	142°01'	1110	Разрез 4, Алеутский желоб			
6103	59°06,8'	142°01,8'	1700	6130	53°25,5'	163°32,8'	314
6104	59°02,8'	141°56,4'	2030	6131	53°50,8'	163°33,7'	580
6105	58°44'	142°21'	3000	6132	53°48,4'	163°30'	1010
6106	58°16'	142°42,1'	3610	6133	53°45'	163°34,5'	1460
6107	57°39'	143°15'	3790	6134	53°42'	163°31,5'	1900
				6135a	53°32'	163°22'	2960
				6136	53°24,2'	163°17,7'	4180
				6138	53°12,5'	163°30,3'	5540
				6139	53°13,5'	163°30'	6540
				6140	52°54'	163°30'	6900
				6142	52°23,5'	163°22'	5040
				6143	51°56,5'	162°33'	4800
				6144	51°44'	167°57'	7200
				6145	51°40'	177°	7200

Видовой состав диатомей в фитопланктоне и в донных осадках

Фитопланктон

В фитопланктоне залива Аляска и района Алеутских островов в мае-июне господствовали диатомей. Здесь встречено 60 видов диатомей, 2 вида силикофлагеллят, 1 вид эбриидей, 8 видов перидиниевых, 1 вид разножгутиковых и синезеленые водоросли (рис. 1-5).

В начале мая на станциях 6087, 6088 у Алеутских островов наблюдалось довольно обильное развитие фитопланктона. В заливе Аляска (1-2-й разрезы, 6-13 мая) фитопланктон был еще необычайно беден, лишь на разрезах 3 и 3а (13-23 мая) отмечено увеличение массы фитопланктона.

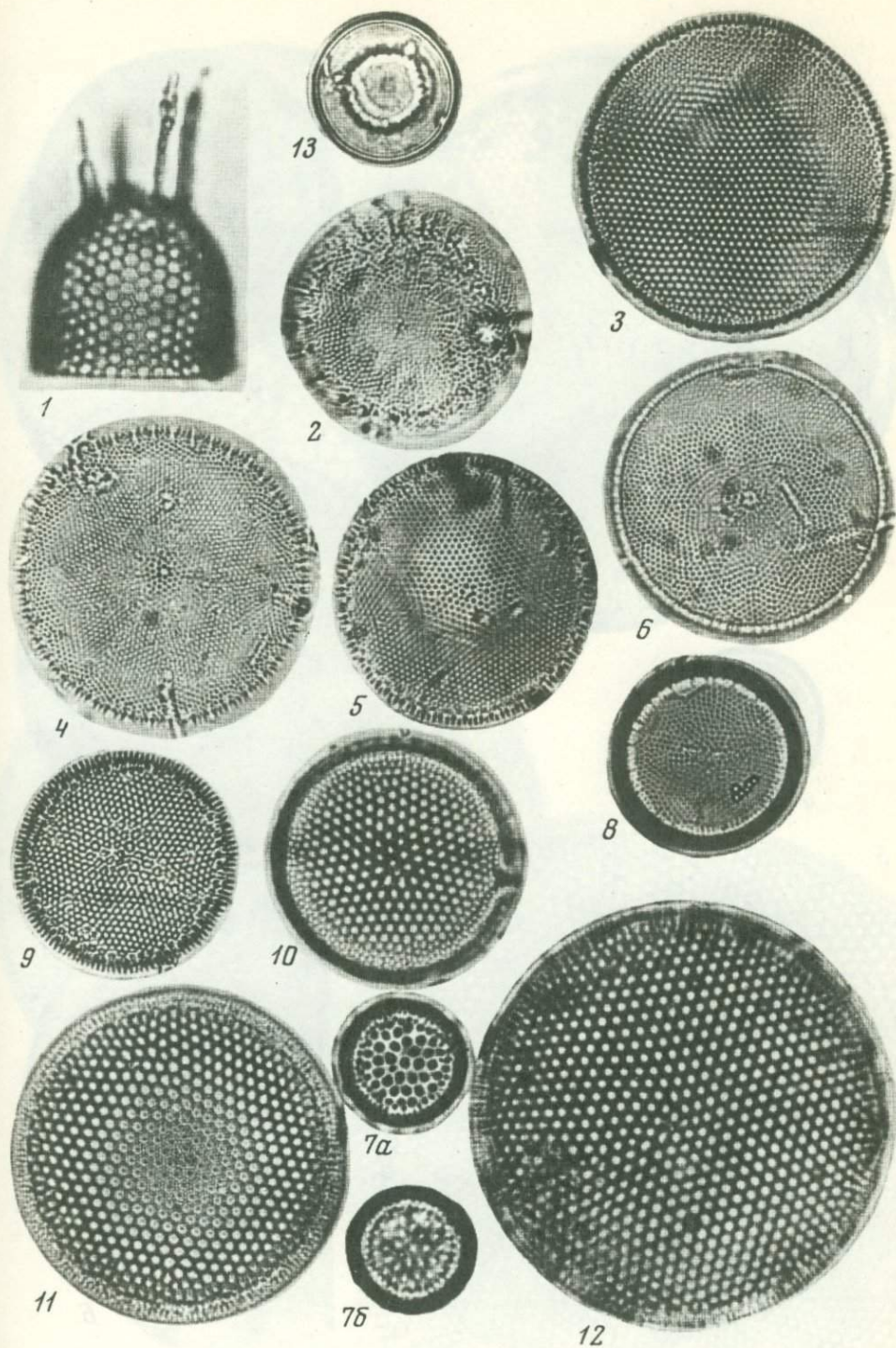


Рис. 1. 1 - *Stephanopyxis nipponica* Gran. et Jendo; 2 - *Thalassiosira nordenskioldii* Cl.; 3 - *Th. polychorda* (Grun.) Pr.-Lavr.; 4-5 - *Th. pacifica* Gran. et Augst; 6 - *Th. hyalina* (Grun.) Gran; 7a, 7b - *Th. oestrupii* (Ostf.) Pr.-Lavr.; 8 - *Th. poroseriata* Hasle; 9, 10 - *Th. decipiens* (Grun.) Jorg.; 11, 12 - *Th. excentrica* (Ehr.) Cl.; 13 - *Hyalodiscus scoticus* (Ktz.) Gran. ($\times 1000$)

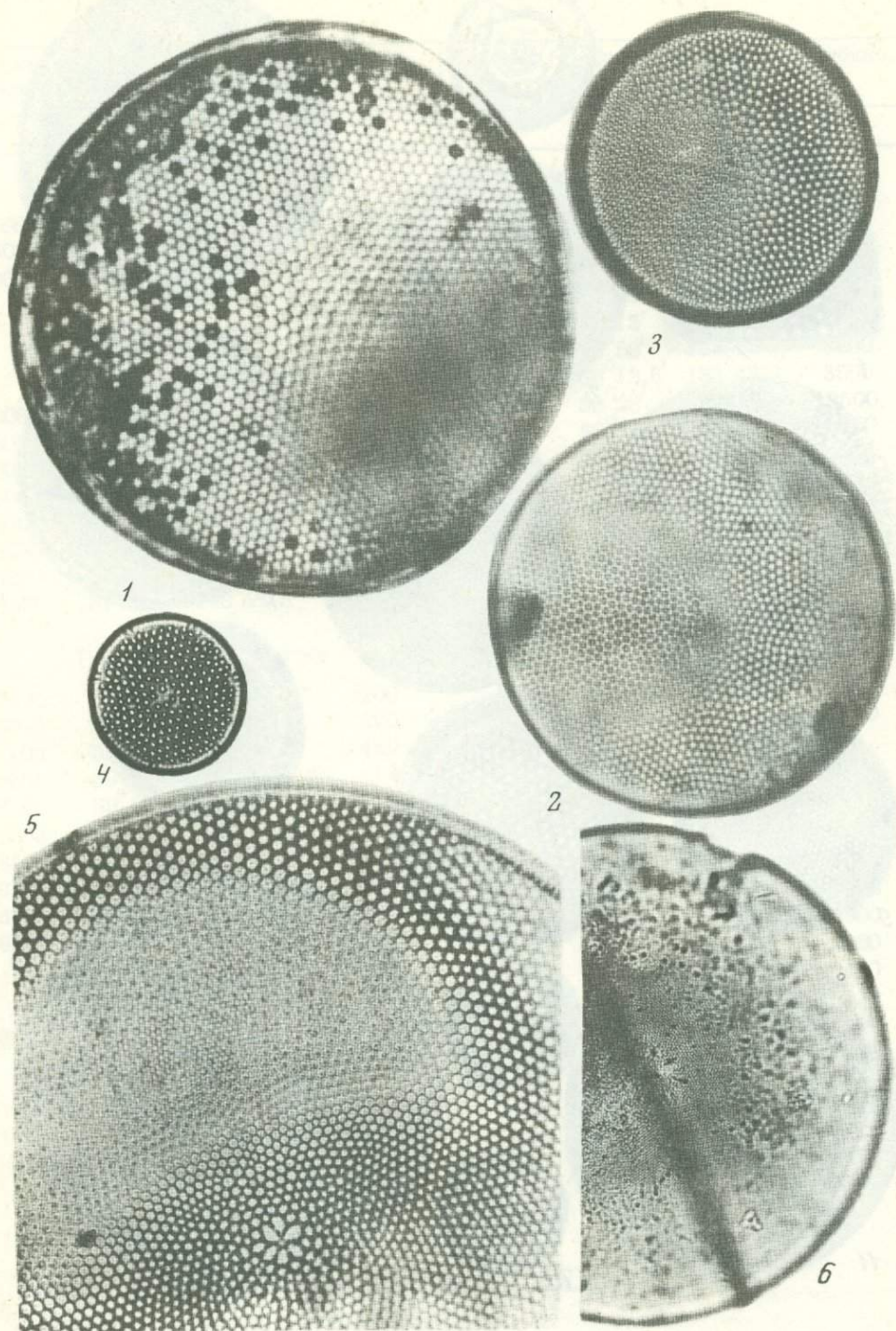
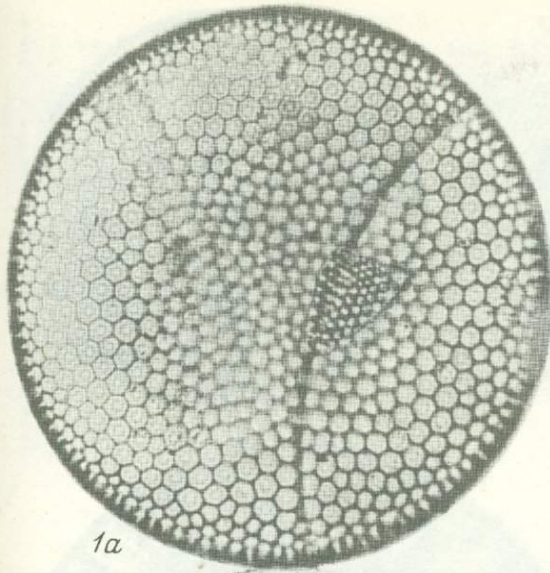
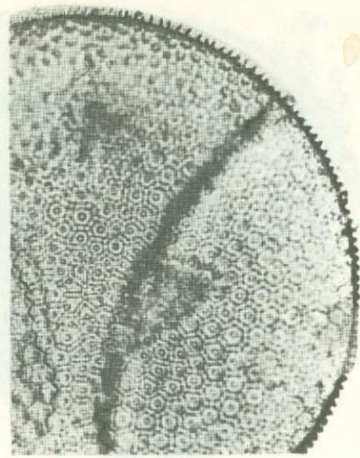


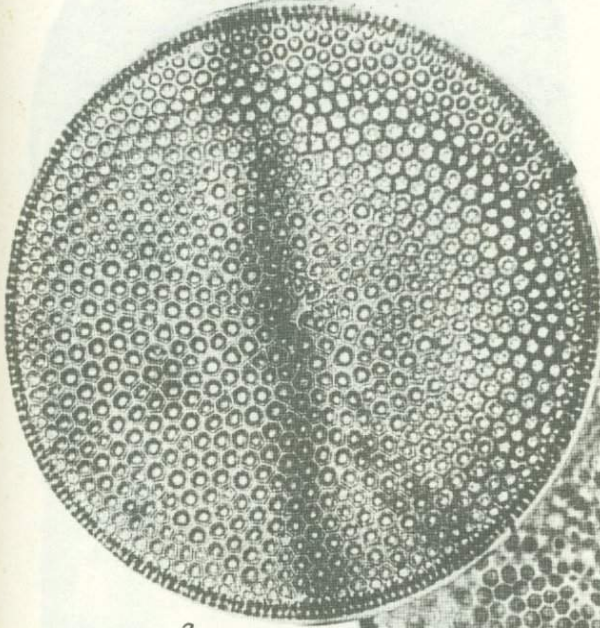
Рис. 2. 1 - *Planktoniella sol* (Wall.) Schutt.; 2 - *Actinocyclus curvatulus* Janisch;
 3, 4 - *A. divisus* (Grun.) Hust.; 5 - *Coscinodiscus asteromphalus* Ehr.; 6 - *C. stellaris*
 Roper. (1 - 4 \times 1000; 5-6 \times 500)



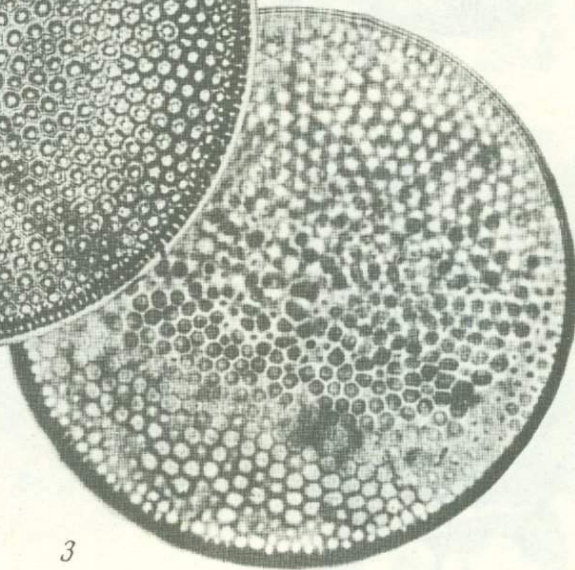
1a



1b



2



3

Рис. 3. 1a, 1б - *Coscinodiscus oculus-iridis* Ehr.; 2 - *C. perforatus* Ehr. var. *cellulosus* Grun.; 3 - *C. radiatus* Ehr. (1a, 1б - $\times 500$; 2-3 $\times 1000$)

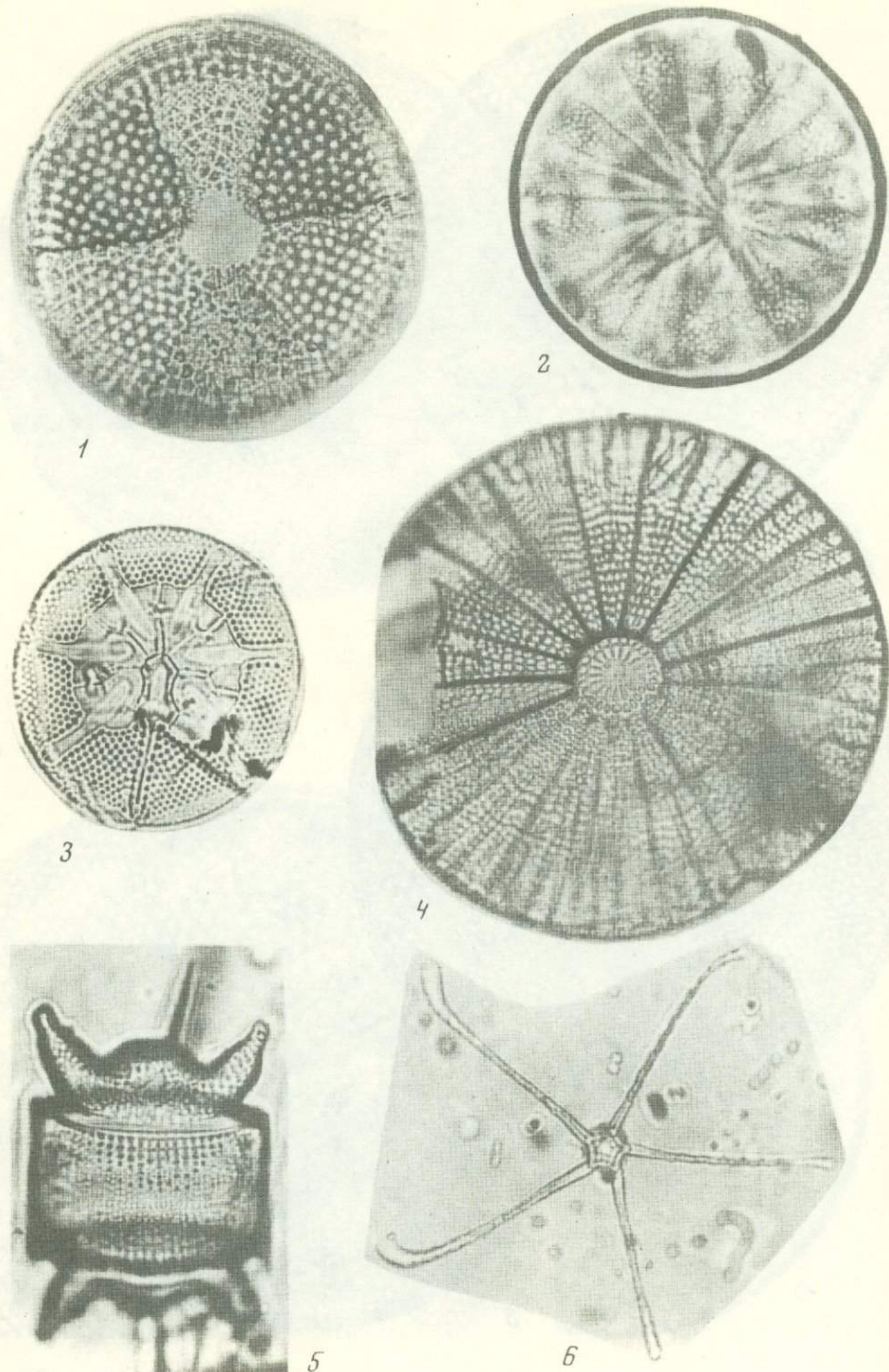


Рис. 4. 1 — *Actinoptychus undulatus* (Bail.) Ralfs; 2 — *A. bipunctatus* Lohman; 3 — *Asteromphalus robustus* Castr.; 4 — *Arachnoidiscus chrenbergii* Ball.; 5 — *Biddulphia aurita* Breb. et Godey; 6 — *Bacteriastrum hyalinum* Lauder. (1-3,5,6 $\times 1000$; 4 $\times 500$)

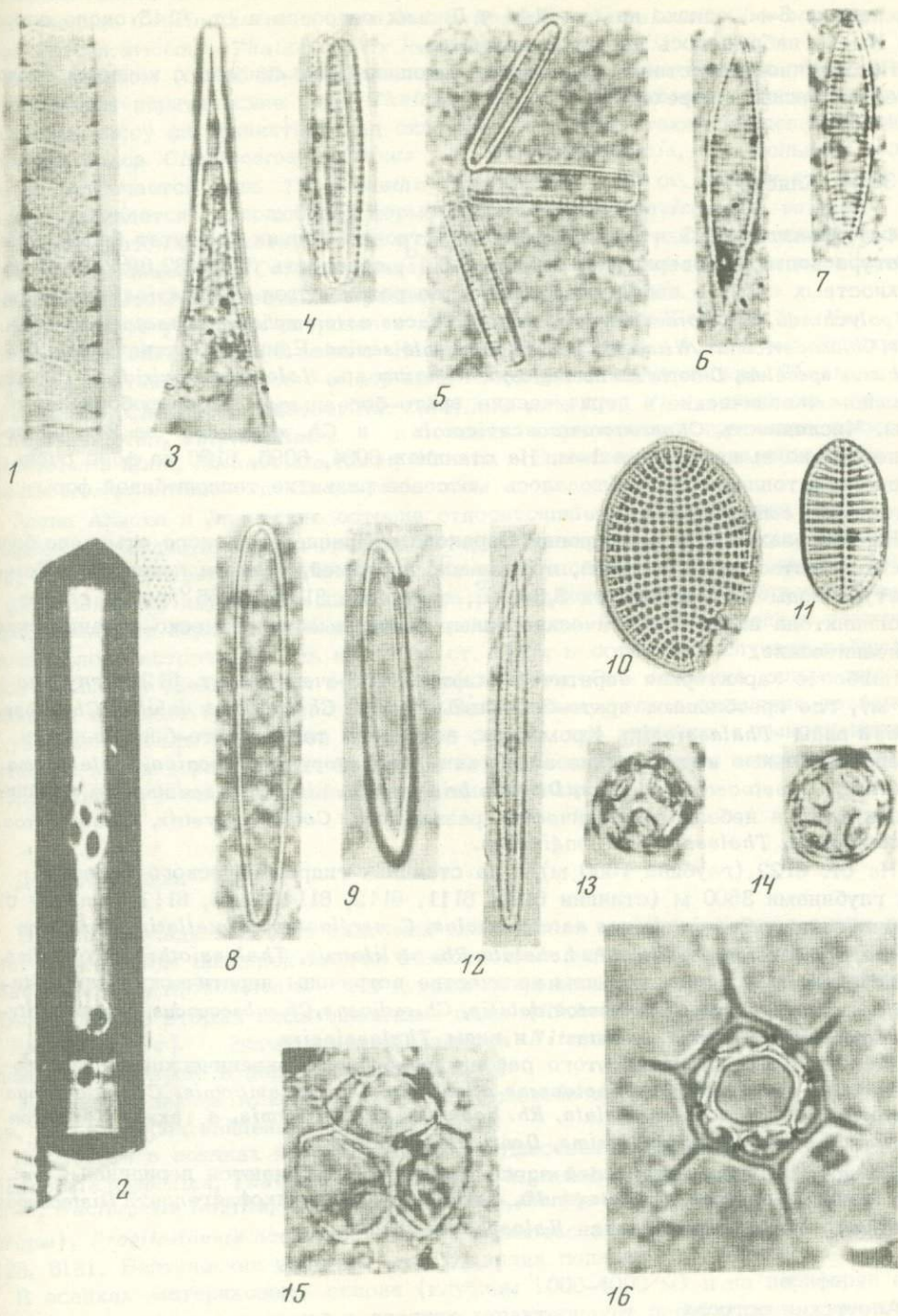


Рис. 5. 1 - *Dactyliosolen mediterraneus* Peragallo; 2 - *Rhizosolenia setigera* Gran; 3 - *Rh.hebetata* f. *hiemalis* Gran; 4,5 - *Thalassionema nitzschioides* Hust.; 6, 7 - *Nitzschia sicula* (Castr.) Hust.; 8-9 - *Fragilariopsis oceanica* (Cl) Hasle; 10 - *Cocconeis scutellum* Ehr.; 11 - *C.costatum* Ehr.; 12 - *Nitzschia delicatissima* Cl.; 13, 14 - *Coccolithus pelagicus* (Wall.) Schiller; 15 - *Ebria tripartita* (Schum.) Lemm.; 16 - *Distephanus speculum* (Ehr.) Haecckel (x 1000)

На 4-м разрезе (5-15 июня) количество фитопланктона было несколько ниже, чем на 3-м, однако на ст. 6144 у Лисьих островов и ст. 6145 около островов Кыска наблюдалось цветение диатомей.

Постепенное нарастание количества фитопланктона связано с началом биологической весны и переходом к лету.

Залив Аляска

Фитопланктон на 1 и 2-м разрезах у островов Кадьяк и Якутат беден. Температура воды на поверхности была 4,4-6,4°, соленость 32,31-32,69‰. В поверхностных слоях в небольшом количестве развиваются *Thalassiosira hyalina*, *Th. polychorda*, *Th. nordenskioldii*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Chaetoceros atlanticus*, *Ch. concavicornis*, *Nitzschia seriata*, *Denticula seminae*. Единично встречаются *Distephanus speculum*, *Dinophysis norvegica*, *Peridinium* sp., *Halosphaera viridis*. Это в основном океанические и неритические аркто-бореальные и северобореальные виды. Численность *Chaetoceros concavicornis* и *Ch. atlanticus* на 2-м разрезе несколько выше, чем на 1-м. На станциях 6094, 6095, 6106 на фоне очень скудного фитопланктона наблюдалось массовое развитие теплолюбивой формы *Chaetoceros concavicornis* f. *volans*.

На разрезах 3 и 3а у островов Баранова и Принца Уэльского отмечено большое количество фитопланктона, в основном диатомей, отчасти перидиней. Температура воды на поверхности 5,8-8,9°, соленость 31,12-32,55‰. В состав фитопланктона входят неритические виды, смешанные неритическо-океанические и океанические.

Наиболее характерная неритическая флора, встречена на ст. 6124 (глубина 200 м), где преобладают аркто-бореальные виды *Chaetoceros debilis*, *Ch. subsecundus* и виды *Thalassiosira*. Кроме них, встречены такие аркто-бореальные и северобореальные неритические виды, как *Stephanopyxis nipponica*, *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros radicans*, *Ditylum brightwellii*, *Nitzschia seriata*. Из океанических форм в небольшом количестве развивались *Corethron hystrix*, *Chaetoceros concavicornis*, *Thalassionema longissima*.

На ст. 6122 (глубина 1000 м) и на станциях гидрологического "креста" над глубинами 3500 м (станции 6109, 6111, 6112, 6114, 6115, 6117), наряду с океаническими *Coscinodiscus asteromphalus*, *C. marginatus*, *C. stellaris*, *Corethron hystrix*, *Rhizosolenia alata*, *Rh. hebetata*, *Rh. styliiformis*, *Thalassiothrix longissima*, *Denticula seminae*, в значительном количестве встречены неритические виды *Stephanopyxis nipponica*, *Chaetoceros debilis*, *Ch. radicans*, *Ch. subsecundus*, а также *Ditylum brightwellii*, *Nitzschia seriata* и виды *Thalassiosira*.

На остальных станциях этого района преобладают океанические виды, среди которых доминируют *Chaetoceros atlanticus*, *Ch. concavicornis*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Rhizosolenia alata*, *Rh. hebetata*, *Rh. styliiformis*, а также *Corethron hystrix*, *Thalassiothrix longissima*, *Denticula seminae*.

Из других групп водорослей здесь постоянно встречаются перидиней *Ceratium fusus*, *C. longipes*, *C. pentagonum*, *Peridinium* sp. и силикофлагеллята *Distephanus speculum*; нередко попадает *Halosphaera viridis*.

Алеутские острова

По систематическому составу фитопланктон здесь сходен с фитопланктоном залива Аляска. На станциях 6087-6088 в районе о-ва Унимак 4-5 мая фитопланктон был обилен, доминировали *Thalassiosira nordenskioldii*, *Th. decipiens*, *Th. hyalina*, *Stephanopyxis nipponica*, *Chaetoceros debilis*, *Ch. subsecundus*, *Nitzschia seriata*. Характерно наличие спор *Chaetoceros*.

Работы на 4-м разрезе проводились 5-15 июня. Температура воды на поверхности 5,5-7,7°, соленость 32,12-32,77‰. Фитопланктона стало меньше, его видовой состав несколько изменился. На ст. 6130-6134 над северным склоном желоба (глубины 107-2000 м) в большом количестве развиваются как неритические *Stephanopyxis nipponica*, *Thalassiosira nordenskioldii*, *Chaetoceros debi-*

lis, *Ch. furcellatus*, *Ch. subsecundus*, *Eucampia zodiacus*, *Ditylum brightwellii*, так и океанические *Coscinodiscus asteromphalus*, *Rhizosolenia hebetata*, *Chaetoceros atlanticus*, *Ch. concavicornis*, *Thalassiothrix longissima*.

Над желобом (ст. 6135–6143) количество фитопланктона заметно уменьшается, исчезают неритические виды *Thalassiosira* и *Chaetoceros*, составлявшие основную массу фитопланктона над склоном. Снижается также численность океанических видов *Chaetoceros atlanticus* и *Ch. concavicornis*, в большом количестве встречается лишь *Thalassiothrix longissima*. На ст. 6140 и ст. 6142 в массе развивается теплолюбивая форма *Chaetoceros concavicornis* f. *volans*.

Кроме диатомей заметную роль в июньских пробах играют перидиниевые водоросли *Peridinium* sp., *Ceratium fusus*, *C. longipes*, *C. antarcticum*, *C. pentagonum*, местами в большом количестве встречается *Halosphaera viridis*.

На ст. 6144 у Лисьих островов в массе развиты лишь *Corethron hystrix* и *Chaetoceros concavicornis* f. *volans*. На ст. 6145 у островов Кыска наблюдалось цветение диатомей. Массовыми формами здесь были неритические *Chaetoceros subsecundus*, *Ch. radicans*, *Ch. debilis*, *Ch. affinis* var. *willei*, *Thalassiosira excentrica*, *Th. nordenskioldii*, *Th. proseriata*, в больших количествах встречались также *Rhizosolenia alata*, *Rh. hebetata*, *Rh. styliformis*. Значительно реже попадались *Chaetoceros atlanticus* и *Ch. concavicornis*.

Залив Аляска и Алеутские острова относятся к аркто-бореальной фитогеографической области, южная граница которой проходит по 42–45° с.ш. в западной, 50° с.ш. в центральной и 55° с.ш. в восточной части Тихого океана [8]. В фитопланктоне изученного нами района развиваются аркто-бореальные и северобореальные неритические и океанические виды. Четко выраженная неритическая флора встречена лишь на одной ст. 6124, в остальных случаях наблюдалось смешение океанических и неритических форм. Это особенно сильно проявляется в районе Алеутского желоба. По-видимому, такое смешение связано с узостью шельфа и большой крутизной склона, что приводит к выносу неритических видов в районы над большими глубинами. Возможно, неритическую флору выносят в океан и приливо-отливные течения.

Донные осадки

В донных осадках состав диатомей значительно меняется прежде всего за счет растворения панцирей многих тонкостенных видов. Наибольший урон несут *Chaetoceros* и *Rhizosolenia*. Из первых сохраняются только споры неритических видов, из вторых лишь единичные виды (*Rh. hebetata*, частично *Rh. alata* и *Rh. styliformis*). Значительно обедняются *Nitzschia*, многочисленные в планктоне и редкие в донных осадках [3, 4].

В осадках залива Аляска и Алеутского желоба зарегистрировано 40 видов, т.е. 2/3 из числа найденных в планктоне.

На шельфе в осадках встречаются преимущественно неритические виды *Stephanorhix nipponica*, *Thalassiosira hyalina*, *Th. gravida*, *Th. nordenskioldii*, *Biddulphia aurita*, *Bacterosira fragilis*, *Chaetoceros debilis*, *Ch. furcellatus*, *Ch. subsecundus* (споры), *Fragilariopsis oceanica*. Этот комплекс видов встречен на станциях 6123, 6131. Бентические виды на этих станциях попадают единично.

В осадках материкового склона (глубины 1000–4000 м) и на периферии ложа океана комплекс диатомей в осадках характеризует преобладание океанических видов. Типичны *Thalassiosira excentrica*, *Coscinodiscus curvatulus*, *C. marginatus*, *C. oculus-iridis*, *Actinocyclus divisus*, *Rhizosolenia hebetata*, *Thalassiothrix longissima*, *Denticula seminae* и океаническо-неритический вид *Thalassionema nitzschioides*.

Один из самых многочисленных видов в осадках Алеутского желоба и залива Аляска – *Denticula seminae*, обильный и в других районах Тихого океана к северу от 40° с.ш. [4].

На станциях 4-го, в меньшей степени 1 и 2-го разрезов среди диатомей господствуют северобореальные виды, а южнобореальные (*Coscinodiscus radiatus*, *C. asteromphalus*, *Actinocyclus curvatulus*) относительно редки.

На станциях 3-го разреза комплекс диатомей в осадках заметно отличается присутствием некоторых субтропических и тропических видов: *Coscinodiscus crenulatus*, *Pseudoeunotia doliolus*, *Planctoniella sol.* Изменение состава диатомей обязано проникновению в этот район вод Тихоокеанского дрейфа. Именно в этих водах до широты 55° с.ш. находили единичные тропические виды зооплankтона [1].

Количественное распределение диатомей во взвеси и в поверхностном слое осадков

Для выяснения закономерностей количественного распределения диатомей в толще воды (от поверхностных слоев до донных осадков) было обработано 94 мембранных¹ фильтра, полученных на 13 станциях всех разрезов. Станции выбирались таким образом, чтобы охватить шельф, склон и глубоководную часть разреза. Диатомей в поверхностном слое осадков определялись на всех станциях, где были взяты колонки.

Залив Аляска

На 1-м разрезе проанализированы сборы со станций 6089, 6092, 6095 и 6096. Станция 6089, глубина 200 м. Высокая численность диатомей наблюдается на горизонтах 10 и 25 м. На глубине 100 м число клеток уменьшается до 27,9% от их количества на глубине 10 м, а на 125 м вновь увеличивается до 51,9% от численности на горизонте 10 м. Основную массу диатомей в верхних слоях воды составляют *Thalassiosira polychorda*, *Chaetoceros* spp., *Nitzschia seriata*, *Distephanus speculum*. На 125 м преобладают те же виды, однако число клеток *Thalassiosira polychorda*, *Th.nordenskioldii*, *Asteromphalus robustus*, *Nitzschia seriata* уменьшается вдвое, от клеток *Chaetoceros* остаются лишь отдельные части и щетинки, тогда как численность *Denticula seminae* не меняется.

Донные осадки на станции представлены смешанным песком, битым ракушечником, хорошо окатанной галькой, гравием. Диатомей в осадках не найдены.

Станция 6092, глубина 1080 м. Максимальная численность диатомей в поверхностных водах 1,54 млн. кл/м³, в горизонте 100 м снижается вдвое. До 100 м доходят почти все виды, обитавшие на поверхности, но общее количество створок уменьшается вдвое, особенно резко сокращается численность *Thalassiosira hyalina*, *Th.nordenskioldii* и *Chaetoceros*. Число клеток *Denticula seminae* несколько увеличивается. Резкое снижение численности диатомей происходит на глубинах 300–500 м, где она составляет 2,8–2,9% от их численности на поверхности. На 300–500 м исчезают почти все виды диатомей; единично встречаются створки *Thalassiosira nordenskioldii*, *Th.polychorda*, *Th.excentrica*, от клеток *Chaetoceros* сохраняются отдельные щетинки, и лишь *D.semnae* встречается в значительном количестве.

Донные осадки – алевроитово-глинистые илы. Количество диатомей в поверхностном слое осадков 2,3 млн.кл/г.

Станция 6095, глубина 230 м. Численность диатомей на горизонте 10 м 0,857 млн. кл/м³, к горизонту 100 м она сокращается вдвое. На этой глубине сохраняются почти все виды, обитавшие на поверхности. Как и на предыдущей станции, здесь преобладают *Thalassiosira hyalina*, *Th.nordenskioldii*, *Th.polychorda*, виды *Chaetoceros*, *Thalassiothrix longissima*, *Nitzschia seriata*; число клеток *Denticula seminae*, встречающейся на горизонте 10 м, единично, с глубиной увеличивается. На глубине 200–300 м численность диатомей продолжает снижаться,

¹Численность и видовой состав диатомей в сетяных сборах и на мембранных фильтрах на одной и той же станции различается [8]. Для сопоставимости данных по численности диатомей в поверхностных слоях и во взвеси был использован метод мембранной фильтрации.

многие виды исчезают. На горизонте 500 м она составляет лишь 11,2% числа диатомей на поверхности, здесь преобладают створки *D. seminae*, единично встречены *Thalassiosira*, *Chaetoceros*, *Nitzschia* и др. До глубины 3000 м доходят лишь 5,3% числа диатомей на поверхности. Это отдельные створки *Thalassiosira hyalina*, *Th. excentrica*, *Actinoptychus bipunctatus*, *Asteromphalus robustus*, *Rhizosolenia hebetata f. semispina*, *Rh. alata*, *Thalassiothrix longissima*, *Denticula seminae* и силикофлягелляты *Distephanus speculum*.

Малому количеству диатомей в придонных слоях воды соответствует их низкая численность в поверхностном слое осадков, 0,74 млн. кл/г. Грунт — алевроитово-глинистый ил.

Станция 6096, глубина 4200 м. Численность диатомей на горизонте 10 м 1,70 млн. кл/м³, к 100 м она сокращается почти в 10 раз за счет резкого уменьшения численности всех видов, кроме *Denticula seminae*, количество которой с глубиной увеличивается. На горизонтах 200–500 м число диатомей составляет около 7% от их численности у поверхности, здесь доминирует *D. seminae*. На горизонтах 1000–1500 м численность диатомей составляет лишь 1,7% от их численности на поверхности. Глубже, на 2000–4200 м, количество диатомей увеличивается и на 4200 м достигает 10,3% от численности на поверхности. Увеличение численности происходит за счет накопления створок *Denticula seminae*. Наиболее глубоких горизонтов достигают также единичные створки *Thalassiosira nordenskioldii*, *Th. excentrica*, *Thalassionema nitzschioides*, *Nitzschia seriata*, *Distephanus speculum*.

Число диатомей в поверхностном слое осадков 4,5 млн. кл/г. Осадки терригенные — глинистый ил.

Алеутский желоб

Диатомей во взвеси изучались лишь на ст. 6140, расположенной над глубиной 6900 м.

Численность диатомей у поверхности 0,326 млн. кл/м³. Она несколько повышается на горизонте 50 м и уменьшается в 10 раз по сравнению с поверхностью на горизонте 300 м, но на глубине 1500 м опять происходит небольшое увеличение количества створок. До глубины 4500 м доходит 38,9% от численности диатомей на поверхности. В поверхностных слоях доминируют *Thalassiosira excentrica*, *Th. hyalina*, *Th. polychorda*, *Th. poroseriata*, *Th. nordenskioldii*, *Chaetoceros decipiens*, *Ch. concavicornis*, *Ch. furcellatus*, в большом количестве встречаются *Denticula seminae*. На 300 м в большом количестве встречаются только *D. seminae* и *Thalassiothrix longissima*. Глубины 4500 м достигают единичные створки *Thalassiosira polychorda*, *Thalassiothrix longissima*, *Nitzschia delicatissima*, *Thalassionema nitzschioides* и довольно много *D. seminae*.

Донные осадки представлены терригенным глинистым илом, численность диатомей 0,86 млн. кл/г.

На станциях 4-го разреза гравийно-галечные осадки шельфа и верхней части склона содержат минимальное количество диатомей, 0,1–0,5 млн. кл/г, на глубине 1000 м в песчаном грунте их количество увеличивается до 1,3 млн. кл/г, на 1500–2000 м в алевроитово-глинистых илах оно возрастает до 3–8 млн. кл/г. Наибольшее количество диатомей — 10–14,3 млн. кл/г — обнаружено в таких же грунтах на глубинах 3000–5000 м, глубже оно постепенно сокращается до 7,2–4,5 и 0,8 млн. кл/г на глубине 6900 м. На максимальной глубине желоба (7200 м) глинистые илы не содержат диатомей.

Таким образом, в районе Алеутского желоба отмечается два минимума содержания диатомей в поверхностном слое осадков: на мелководье (до 200 м) и на максимальных глубинах (6900–7200 м). Бедность диатомей на мелководье объясняется, по-видимому, их выносом с шельфа течениями и разбавлением терригенным материалом. Бедность, а иногда отсутствие диатомей на максимальных глубинах желоба связаны, вероятно, с растворением их створок.

Изучение численности диатомей в толще воды позволяет сделать следующие выводы.

Численность диатомей в поверхностном слое 0–25 м колеблется от 0,3 до 1,7 млн. кл/м³, достигая на одной станции 40 млн. кл/м³.

Максимальные количества диатомей отмечены в слое 0–100 м. До 100 м доходят почти все виды диатомей, происходит лишь постепенное уменьшение общего количества клеток. Ниже, на 300–500 м, происходит резкое снижение общей численности и обеднение видового состава, исчезают почти все тонкостенные формы. На 1000–1500 м количество диатомей снижается до 2–37% от их числа у поверхности. В придонных слоях количество диатомей несколько увеличивается, достигая 10% от численности на поверхности. Увеличение числа клеток происходит за счет накопления панцирей таких толстостенных форм, как *Denticula seminae*.

В прибрежных районах до придонных горизонтов доходит 1–52% числа диатомей на поверхности. Однако в донных осадках диатомей не обнаружены, что связано с большим приносом терригенного материала и плохой сохраняемостью створок тонко окремненных неритических диатомей.

Какова же роль диатомей в процессе осадкообразования на материковом склоне залива Аляска и Алеутского желоба?

В этом районе обнаружено четыре типа донных осадков [2]: гравийно-галечные отложения развиты на глубинах 200–500 м в заливе и до 800 м в желобе; пески и алевриты распространены до глубин 1000–1600 м; алевритово-глинистые илы приурочены к глубинам 1600–3000 м в заливе и до 6000 м в желобе; глинистые илы покрывают дно желоба и океаническое ложе на глубинах 3500–4000 м в заливе и 6000–7200 м в желобе.

На шельфе и в верхней части материкового склона в основном встречаются терригенные осадки, из органогенных обнаружен только битый ракушечник, нигде не встречающийся глубже 500 м. Дно покрыто гравием, галькой, обломками пород (размером до 3–4 см), песком, иногда попадаются глыбы до 30–50 см. Такой состав грунтов свидетельствует об интенсивном выносе с шельфа тонкого осадочного материала в глубоководные районы.

Пески и алевриты, покрывающие склон, представляют собой терригенный осадочный материал с небольшой примесью биогенных компонентов лишь на глубине около 1600 м.

Более тонкие осадки, алевритово-глинистые и глинистые илы, развиты в основном в нижней части склона и на ложе океана. До глубины 3000 м это терригенные осадки, на 3000–6000 м они замещаются органогенными слабокремнистыми осадками, состоящими в основном из створок диатомей. Глубже 6000 м слабокремнистые илы снова заменяются терригенными глинистыми илами с небольшим количеством диатомей. Диатомовые илы приурочены к глубинам 3000–6000 м. Глубину 6000 м можно считать критической для распространения диатомовых илов. Подобное вертикальное распределение слабокремнистых осадков наблюдается и в Курило-Камчатской впадине [7].

Распределение основных типов осадков в заливе Аляска несколько отличается от их распределения в Алеутском желобе, где оно соответствует таковому в Курило-Камчатской впадине [7]. Гравийно-галечные осадки в желобе достигают глубины 800 м, в заливе они не опускаются ниже 500 м. Алевритово-глинистые илы в заливе распространяются до 3000 м, в желобе – до 6000 м, глинистый ил в заливе встречается на глубинах 3500–4000 м, в желобе на глубинах 6900–7200 м.

По-видимому, эти различия объясняются большей крутизной склонов желоба, что приводит к возникновению оползней, переносящих грубый материал на большие глубины.

В Алеутском желобе, на глубинах 4820–5540 м (ст. 6138 и 6143), встречены железомарганцевые конкреции и корки размером 3 × 3 × 0,5 см, что может свидетельствовать о невысоких темпах осадконакопления. На ст. 6138 (глубина 5540 м) обнаружены также выходы плотных глин, сложенных терригенным материалом с небольшим количеством диатомей. Все встреченные виды диатомей современные.

Обильное развитие диатомей в планктоне неритической зоны (сотни миллионов клеток на 1 м³) практически не находит отражения в донных осадках шель-

фа и верхней части склона. На глубинах 800–1600 м количество диатомей в четыре–пять раз выше, чем в осадках шельфа. Максимум диатомей в осадках наблюдается на глубинах 2000–6000 м. Именно к этим глубинам приурочена зона слабокремнистых диатомовых илов.

Параллельно изменению количества диатомей по глубинам меняется и число их видов. В осадках шельфа встречено 9–13 видов диатомей, в глубоководных частях материкового склона на ложе океана их число возрастает до 29.

Литература

1. Беклемишев К.В. 1961. Зоопланктон северо-восточной части Тихого океана зимой 1958–1959 гг. – Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. 45.
2. Гершанович Д.Е., Котенев Б.Н., Новиков В.Н. 1964. Рельеф и донные отложения залива Аляска. – Труды Всес. научно-исслед. ин-та морского рыбного хоз-ва и океаногр., т. 53.
3. Жузе А.П. 1959. Диатомовые в донных отложениях северо-западной части Тихого океана. – Докл. АН СССР, т. 125, № 4.
4. Жузе А.П., Козлова О.Г., Мухина В.В. 1969. Диатомеи и силикофлягелляты в поверхностном слое осадков Тихого океана. В кн. "Тихий океан", т. 8. "Микрофлора и микрофауна в современных осадках Тихого океана". М., "Наука".
5. Козлова О.Г. 1964. Диатомовые водоросли Индийского и Тихоокеанского сектора Антарктики. М., "Наука".
6. Козлова О.Г., Мухина В.В. 1966. Диатомовые и силикофлягелляты во взвеси и в донных осадках Тихого океана. В кн. "Геохимия кремнезёма". М., "Наука".
7. Мурдмаа И.О., Безруков П.Л., Богданов Ю.А. 1970. Осадкообразование в Курило-Камчатском желобе. – Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. 86.
8. Семина Г.И. 1967. Фитопланктон. В кн. "Тихий океан", т. 7. "Биология Тихого океана", кн. 1. "Планктон". М., "Наука".

DIATOMS IN THE PLANKTON, SUSPENDED MATTER AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE NORTH-EASTERN PART OF THE PACIFIC

O.G.Koslova, N.I.Strelnikova

Summary

The work was done for the purpose of tracing the regularities of the formation of diatom complexes, beginning with the surface layers where phytoplankton develops and down to the bottom deposits where diatoms are the principal components of sediments. The formation of diatom complexes in the bottom sediments depends on the degree of the solubility of valves in the water and on the conditions of their burial. The maximum quantity of diatoms is observed in the 0–100 m layer of the water; at the depth of 300–500 m essential changes in the composition of species and their quantity occur: the bottom layers are reached only by coarsely silicified diatom valves. The accumulation of diatoms in the sediments depends on the degree of terrigenous dilution. The largest number of valves was observed in the lower part of the continental slope and on the ocean bed at the depth of 3000–6000 m, the smallest number of the diatom species was observed in the shelf sediments.

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ НЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА
(КОМАНДОРСКИЕ ОСТРОВА, ОСТРОВ КАРАГИНСКИЙ)

Л.М. Долматова

В течение ряда лет автор изучал диатомеи из неогеновых отложений северо-западной части Тихого океана. Анализ диатомовой флоры показал возможность успешного его применения для установления возраста и корреляции отложений на территориях, значительно удаленных друг от друга.

В результате проведенных исследований уточнены объемы и возраст неогеновых толщ в некоторых районах северо-западной части Тихого океана. В основу статьи легли результаты исследования неогена двух районов — Командорских островов (Беринга и Медного) и о-ва Карагинского.

Командорские острова

Для Командорских островов в настоящее время принята стратиграфическая схема, предложенная Ю.В. Жегаловым [2]. Осадочно-туфогенные отложения он выделил в командорскую серию и по фауне моллюсков и стратиграфическим взаимоотношениям расчленил ее на три свиты: мыса Толстого (Pg_3^3), буяновскую (N_1^1), каменскую (N_1^2).

Изучение диатомовой флоры из отложений Командорских островов проводилось нами впервые. Диатомеи обнаружены в свите мыса Толстого на о-ве Медном и каменной свите на о-ве Беринга.

Свита мыса Толстого представлена ритмичным переслаиванием темноцветных туфогенных конгломератов, гравелитов, псаммитовых и пелитовых туфов мощностью 1000 м. Диатомеи содержатся только в отложениях пелитовых и псаммитовых туфов бухты Карабельной (49 обр.), венчающих разрез свиты мыса Толстого. Мощность этой части разреза 100 м.

Каменная свита сложена неслоистыми туфопесчаниками, алевролитами и диатомитами мощностью 300 м.

Разнообразные диатомеи присутствуют в туфодиатомитах и диатомитах оз. Саранного (31 обр.), Китового (11 обр.), р. Ладыгинской (4 обр.) и безымянного ручья у мыса Западного (9 обр.).

Результаты определений показывают, что видовой состав диатомей в отложениях каменной свиты о-ва Беринга и свиты мыса Толстого о-ва Медного аналогичен. Флора диатомей насчитывает 162 вида. Подавляющее большинство их относится к морским планктонным организмам. Бентические формы диатомей менее разнообразны в видовом отношении, но некоторые из них встречены в большом количестве.

Характерным признаком флоры из отложений о-ва Беринга и о-ва Медного является богатство видов рода *Stephanopyxis*. С высокими оценками обилия во всех образцах отмечается *Stephanopyxis* sp. В большом количестве присутствует также *Stephanopyxis spinosissima*, *St. aff. grunovii*, *St. aff. superba*. Два последних вида отличаются от типовых форм более мелкими размерами ареол. Помимо *Stephanopyxis*, в комплексе характерных форм присутствуют *Hyalodiscus dentatus*, *Xanthiopyxis aff. acrolapha*, *Asterolampra decora*, *Hemiaulus polymorphus*, *Goniothecium odontella*, *Kisseleviella carina*, *Navicula aff. rouxioidea*. Очень разнообразны виды рода *Chaetoceros*, хотя численность их обычно невысокая.

В возрастном отношении диатомей распределяются на следующие группы.

1. Виды широкого возрастного диапазона, от мела, палеогена и нижнего неогена до настоящего времени, составляют 64%. Почти все виды этой группы имеют широкий географический ареал, входят в состав диатомовой флоры Америки, Европы и Дальнего Востока. Это *Melosira sulcata*, *Actinoptychus undulatus* и др.

2. Виды, известные только в миоцене, составляют 15%. В этой группе формы диатомей, характерные только для Тихоокеанской зоны, встречаются чаще. Особенно обильны *Kisseleviella carina*, известная из среднемиоценовых отложений Японии и Сахалина, *Stephanopyxis spinosissima*, описанная в миоценовых отложениях Калифорнии залива Санта-Моника.

3. Виды, известные в палеогене и ранее не отмеченные в неогеновых отложениях, составляют 6%. Это *Biddulphia ruthenica* и др.

4. Виды, найденные только в исследуемых отложениях (?), составляют 15%. К ним относятся в основном виды трех родов: *Stephanopyxis*, *Xanthiopyxis*, *Chaetoceros*.

Анализ возрастной характеристики диатомей не противоречит миоценовому возрасту комплекса.

Раннемиоценовые комплексы диатомей в северо-восточной части Тихоокеанского бассейна до сих пор не были обнаружены. От средне-, позднемиоценовых комплексов диатомей Восточной Камчатки, Сахалина и Японии флора Командорских островов отличается иным видовым составом и более высоким содержанием вымерших видов (см. таблицу и рисунок).

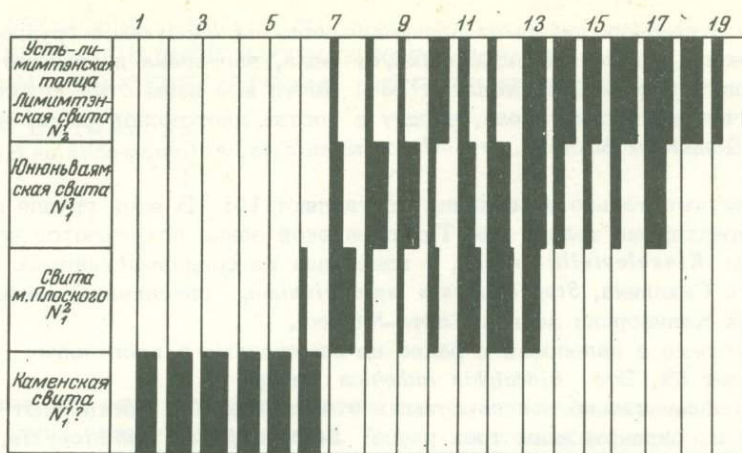
Аналогичный видовой состав диатомей выделен автором из отложений утхолкской свиты Западной Камчатки, относящейся по унифицированной стратиграфической схеме (1961) к среднему миоцену. Ю.Б.Гладенков [1], проводивший корреляцию стратиграфических шкал различных регионов севера Тихоокеанской области, относит утхолкскую свиту в стратиграфической схеме Западной Камчатки к нижнему миоцену.

На основании сказанного наиболее вероятный возраст отложений Командорских островов, охарактеризованный описанной выше флорой диатомей, — ранний миоцен, хотя не исключена вероятность и позднеолигоценного возраста этого комплекса. Широкое развитие родов *Stephanopyxis* и *Hemiaulus* обычно для палеогеновой флоры европейской территории Союза.

Данные диатомового анализа уточняют возраст неогеновых отложений Командорских островов и объем свиты мыса Толстого, часть которой необходимо отнести к каменной свите.

Распределение комплексов диатомей по группам (в %)

Группы	Командорские острова, комплекс "Б"	Остров Карагинский			
		свита мыса Плоского	юнонь-ваямская свита	лимим-тэнская свита	усть-лимим-тэнская толща
Вымершие	43	44	41	39	33
Сомнительные виды	15	4	3	2	2
Арктобореальные виды	4	8	11	13	15
Северобореальные виды	35	43	42	45	49
Южнобореальные	3	2	3	1	1
Океанические	3	2	2	1	4
Неритические	22	32	35	36	38
Сублитеральные, бентические	17	18	17	17	20
Неизвестной экологии	58	48	46	46	38



Стратиграфическое распределение руководящих видов диатомей в районе Восточной Камчатки

1 — *Stephanopyxis spinosissima* Grun.; 2 — *St. aff. superba* Grun.; 3 — *Stephanopyxis* sp.; 4 — *Goniothecium odontella* Ehr.; 5 — *Rhizosolenia* sp.; 6 — *Hyalodiscus dentatus* Korotk.; 7 — *Stephanopyxis shenckii* Kanaya; 8 — *Goniothecium tenue* Sheshuk.; 9 — *Thalassiosira punctata* Jouse; 10 — *Th. excentrica* (Ehr.) C.; 11 — *Th. manifesta* Sheshuk.; 12 — *Actinocyclus ingens* Rattr.; 13 — *Hyalodiscus obsoletus* Sheshuk.; 14 — *Thalassiosira gravida f. fossilis* Jouse; 15 — *Th. kyrophila* (Grun.) Jorg.; 16 — *Th. nidulus* (Temp. et Brun) Jouse; 17 — *Th. zabelinae* Jouse; 18 — *Melosira albicans* Sheshuk.; 19 — *Bacterosira fragilis* Grun.

Остров Карагинский

Стратотипическим разрезом среднемиоценовых — плиоценовых отложений может служить береговое обнажение юго-западной части о-ва Карагинского. Изучением этих отложений на протяжении многих лет занималась большая группа геологов. Наиболее детальное расчленение неогеновых отложений о-ва Карагинского по фауне моллюсков дал Ю.Б. Гладенков [1]. (В настоящей статье принимаются предложенные им названия свит).

Диатомеи содержатся в следующих свитах о-ва Карагинского: мыса Плоского, юноньваямской, лимимтэнской, усть-лимимтэнской толще.

Свита мыса Плоского. Отложения свиты представлены грубозернистыми песчаниками, песчанистыми алевролитами, постепенно переходящими вверх по разрезу в диатомовые алевролиты. Из органических остатков, кроме диатомей, встречены обломки кораллов, моллюски. Мощность свиты 1350 м.

Диатомеи встречены в 285 образцах. В нижней части разреза диатомеи присутствуют в виде ядер, по которым определено два рода: *Coscinodiscus*, *Stephanopyxis*.

Вверх по разрезу количество ядер уменьшается, а разнообразие диатомей увеличивается. Всего в образцах определено 158 видов диатомей, принадлежащих 36 родам. В состав характерного комплекса входят следующие виды: *Stephanopyxis shenckii*, *St. aff. shenckii*, *Thalassiosira manifesta*, *Xanthiopyxis diaphana*, *X. aff. ovalis*, *Cladogramma dubia*, *Actinocyclus ingens*, *Di cladia capreolus*, *Pterotheca kittoniana* var. *kamtschatica*.

Состав диатомей соответствует флоре северобореальной области Тихого океана. Большая часть видов типична для неритической зоны моря (см. таблицу).

Флора свиты мыса Плоского имеет много общих черт с диатомовой флорой, известной в миоценовых отложениях Сахалина и Японии. Состав диатомей в этих районах близок между собой.

В.С. Шешукова-Порецкая [4] выделила из неогеновых отложений Сахалина и Камчатки комплекс диатомей, характеризующие определенные этапы ("Б", "В",

"Г") их развития на Дальнем Востоке, относящиеся соответственно к среднему, позднему миоцену и плиоцену. Наиболее близки диатомеи мыса Плоского флоре диатомей среднемиоценового возраста из отложений нижней части диатомовой свиты мацигарского разреза п-ова Шмидта на Сахалине (этап "Б").

В непрерывном разрезе неогеновых отложений п-ова Ога (о-в Хонсю) — формаций оннагава, фунакава, китаура, вахимото, нижняя часть шибикава — выделяется семь диатомовых зон на основании последовательной смены 20 планктонных видов [7].

Диатомеи свиты мыса Плоского соответствуют диатомеям первой зоны Коицуми, характеризующей осадки нижней и средней частей формации оннагава, относимой по стандартным ярусам Японии к среднему миоцену. Из шести характерных видов этой зоны в комплексе свиты мыса Плоского присутствуют пять видов.

В комплексе диатомей свиты мыса Плоского не встречен *Coscinodiscus vetustissimus*. Коицуми отмечает сходство японской диатомовой зоны I с комплексом этапа "Б", выделенным В.С.Шешуковой-Порецкой.

Ю.Б.Гладенков по фауне моллюсков (горизонт с *Yoldia scapha* — *Yoldia epilongissima*) считает отложения свиты мыса Плоского среднемиоценовыми. Диатомовая флора (см. рисунок) соответствует представлениям о среднемиоценовом возрасте отложений свиты мыса Плоского.

Юньюнваямская свита. Отложения свиты несогласно ложатся на терригенные породы свиты мыса Плоского. Граница между свитами проходит по сильно ожелезненным конгломератам с грубым песчаным цементом. Выше конгломератов залегают мощные пачки песчаников, алевролитов, туфодиатомитов общей мощностью 350 м.

Диатомеи обнаружены в 112 образцах. Их состав резко отличается от описанного выше в свите мыса Плоского. Наиболее богато в качественном и количественном отношении представлен род *Thalassiosira*. Заметно снижается обилие *Stephanopyxis schenckii*, особенный регресс наблюдается среди *Xanthiopyxis diaphana*, *X. aff. ovalis*, *Actinocyclus ingens*, *Chaetoceros ingolphianus*, *Pterotheca kitoniana* var. *kamschatica*.

Всего в породах свиты обнаружено 172 формы диатомей, 3 вида силикофлагеллат, 3 вида эбриидей. В состав характерного диатомового комплекса входят *Hyalodiscus obsoletus*, *Thalassiosira antiqua*, *Th. excentrica*, *Th. punctata*, *Th. usatschevii*, *Cosmidiscus intersectus*, *Pseudopodosira elegans*, *Th. manifesta*, *Thalassionema nitzschoides* var. *parva*, *Rouxia peragalii* f. *californica*, *Goniothecium tenue*. Отмечается появление видов *Melosira albicans*, *Thalassira gravida* f. *fossilis*, занявших доминирующее положение в вышележащих отложениях.

На Восточной Камчатке подобный комплекс выделен из отложений тюшевской серии Кроноцкого района, датируемых разными геологами в пределах "верхний миоцен — средний плиоцен". В.С.Шешукова-Порецкая считает комплекс диатомей тюшевской серии не древнее позднего миоцена [4].

Близкий видовой состав с *Coscinodiscus pustulatus* (syn. *Thalassiosira zabelina*, *Th. usatschevii*) выделил Хэнна [5] в раннеплиоценовых отложениях о-ва Св.Павла (о-ва Прибылова).

На Сахалине аналогичный состав диатомей отмечен в верхней части диатомовой свиты, маямрафской и маруямской (верхний миоцен) свитах, относимых Шешуковой-Порецкой к этапу "В" развития диатомовой флоры. Здесь также отмечается большое разнообразие рода *Thalassiosira*, резкое уменьшение численности видов *Stephanopyxis schenckii*, *Xanthiopyxis diaphana* и других, характерных для более древней флоры диатомей.

Сопоставление с диатомеями Японии несколько затруднительно. Из разреза о-ва Карагинского "выпадают" диатомовая зона 2, выделенная из отложений верхней части формации оннагава и нижней части формации фунакава, и диатомовые зоны 3 и 4, характеризующие нижнюю и среднюю части формации фунакава (средний — верхний миоцен). В этих зонах выделены виды *Actinocyclus curvatulus*, *A. aff. oculus*, *A. aff. ochotensis*, известные из плиоценовых отложений Восточной Камчатки. Два последних вида отличаются от камчатских экземпляров меньшими размерами створок. И только в диатомовой зоне 5 — верхняя

часть формации фунакава (верхний миоцен) – появляются характерные виды, общие с диатомеями юньвьямской свиты. Для зоны 5 также характерно обильное участие представителей рода *Thalassiosira*. Коицуми указывает на сходство комплекса верхней части формации фунакава с комплексом этапа "В" развития диатомовой флоры, выделенного Шешуковой–Порецкой.

Гладенков [1] считает возраст юньвьямской свиты по фауне моллюсков среднемиоценовым, в то же время отмечая "непоказательность" фауны, собранной из этих отложений.

При сопоставлении диатомовой флоры юньвьямской свиты с соответствующими комплексами Сахалина и Японии возраст свиты следует считать верхнемиоценовым.

Лимимтэнская свита. Породы свиты обнажаются в береговом обрыве к югу и северу от р. Лимимтэваям. Сложены они псаммитовыми туфами, песчаниками и диатомовыми алевролитами. Граница между лимимтэнской и юньвьямской свитами проходит по горизонту ракушняков, несогласно залегающих на отложениях юньвьямской свиты. Мощность свиты 550 м.

Диатомеи обнаружены по всему разрезу свиты. Найдено 190 видов.

В составе диатомовой флоры отмечается резкое увеличение обилия вида *Thalassiosira zabelinae*, являющейся порообразующей формой, возрастает численность *Thalassiosira gravis f. fossilis*, *Th. nidulus*, *Th. tertiaria*, *Th. aff. excentrica*, появляется с оценкой "нередко" *Melosira albicans*. Снижается обилие до оценки "единично – редко" *Thalassiosira decipiens*, *Th. manifesta*, *Th. punctata*, *Actinoptychus undulatus*, *Goniothecium tenue*. Практически полностью исчезают *Stephanopyxis shenckii*, *Rouxia peragalloi f. californica*.

На Восточной Камчатке аналогичный комплекс получен из отложений высокогорской свиты Усть–Камчатского района (песчано–гравелистые отложения), выделенный Шешуковой–Порецкой в этап "Г" развития диатомей на Дальнем Востоке и датированный не древнее, чем плиоцен. Для этого этапа также характерно снижение численности видов *Thalassiosira punctata*, *Th. manifesta* и др.

В Японии сходный состав диатомовой флоры получен из средней части формации вакимото (нижний плиоцен) – диатомовая зона 6 [7].

Ю.Б. Гладенков [1] по фауне моллюсков возраст отложений лимитэнской свиты считает верхнемиоценовым – нижнеплиоценовым.

Учитывая различия между комплексами диатомей юньвьямской и лимимтэнской свит (смену процентного соотношения между видами, исчезновение некоторых видов, а также близость состава диатомей к комплексу вышележащей усть–лимимтэнской толщи), возраст отложений лимимтэнской свиты следует, вероятно, считать раннеплиоценовым.

Усть–лимимтэнская толща представлена туфопесчаниками с прослоями бурых конгломератов, согласно залегающих на отложениях лимимтэнской свиты. Мощность толщи 100 м.

Диатомеи изучались в двух пробах из сборов Гладенкова. В этих пробах найдено 128 видов диатомей.

Флора характеризуется массовой встречаемостью *Melosira albicans*, при резком уменьшении обилия *Thalassiosira tertiaria*, что сближает этот комплекс с диатомеями из высокогорской свиты Восточной Камчатки.

В остальном видовой состав диатомей близок флоре, описанной в лимимтэнской свите. Небольшое количество образцов, просмотренных из этой части разреза, не позволяет сделать вывод о закономерностях количественного изменения видов.

По фауне моллюсков Гладенков относит отложения усть–лимимтэнской толщи к верхнему плиоцену. Высокий процент вымерших видов диатомей свидетельствует о более древнем возрасте отложений (нижний – средний плиоцен).

В результате изучения диатомей в разрезах неогеновых отложений района Восточной Камчатки (Командорские острова, о-в Карагинский) мы пришли к следующим выводам.

Диатомеи представлены преимущественно морскими планктонными видами, населявшими сублиторальные и неритические зоны моря и характерными для северобореальных областей. Арктобореальных и южнобореальных видов немного (см. таблицу).

В исследованных отложениях выделено четыре комплекса диатомей, имеющих стратиграфическое значение.

Первый, самый древний (раннемиоценовый) комплекс найден в отложениях Командорских островов. Аналогичные виды диатомей присутствуют в отложениях утлоокской свиты Западной Камчатки. Отмечается богатство представителей рода *Stephanopyxis*, а также присутствие ряда форм (*Goniothecium odontella*, *Asterolampra decora* и др.), ранее неизвестных на Камчатке.

Руководящими видами комплекса являются: *Stephanopyxis spinosissima*, *St. aff. grunowii*, *St. aff. superba*, *Stephanopyxis* sp., *Xanthiopyxis* aff. *acrolopha*, *Asterolampra decora*, *Goniothecium odontella*, *Navicula* aff. *rouxioides*.

Второй комплекс диатомей (среднемиоценовый) получен из отложений свиты мыса Плоского о-ва Карагинского. Ему соответствуют диатомеи из отложений нижней части диатомовой свиты на Сахалине [4] и формации оннагава в Японии [6]. Руководящими видами данного комплекса являются *Cladogramma dubia*, *Pterotheca kittoniana* var. *kamtschatica*, *Xanthiopyxis diaphana*, *Stephanopyxis schenckii*.

Третий комплекс диатомей (позднемиоценовый) соответствует отложениям южноьяямской свиты о-ва Карагинского и сопоставляется с составом видов из отложений верхней части диатомовой свиты, маямрафской и маруямской свит на Сахалине, верхней части формации фунакава, формации китаура, нижней части формации вакимото п-ова Ога (о-в Хонсю) в Японии [7], а также с диатомеями из отложений о-ва Св. Павла (о-ва Прибылова). Доминирующее положение в комплексе занимает род *Thalassiosira*. Руководящими видами являются *Rouxia peragalii* f. *californica*, *Goniothecium tenue*.

Четвертый комплекс (раннеплиоценовый) характеризует отложения лимимтэнской свиты, усть-лимимтэнской толщи о-ва Карагинского. Близки ему диатомеи из отложений куйбышевской и рыбаковской свит о-ва Итуруп (Курильские острова) [3]. Характерно для комплекса широкое развитие видов рода *Thalassiosira*, подавляющее большинство из которых занимает доминирующее положение. Особенно обильна *Thalassiosira zabelinae*.

Наиболее резкие отличия видового состава диатомей имеются между первым и вторым, вторым и третьим комплексами, которые характеризуют соответственно ранне-, средне- и позднемиоценовую флору.

Резкой смены видового состава диатомей между третьим и четвертым комплексами, характеризующими соответственно поздний миоцен и ранний плиоцен, не наблюдается. Эти комплексы мы выделяем на основании изменения количественных соотношений между видами. В Японии также не отмечается резкой смены видового состава диатомей между отложениями миоцена и плиоцена [7].

Литература

1. Гладенков Ю.Б. 1971. К разработке стратиграфии неогена северной части Тихоокеанской области. — Сов. геология, № 4.
2. Жегалов Ю.Б. 1961. Стратиграфия третичных отложений Командорских островов. Материалы Межведомств. совещ. по разработке унифицированных стратигр. схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов, Оха, 1959 г. М., Госгиптехиздат (ВНИГРИ).
3. Козыренко Т.Ф., Шешукова-Поречкая В.С. 1967. Материалы к изучению диатомовых водорослей неогена Южных Курильских островов. — Вестн. ЛГУ, № 21.
4. Шешукова-Поречкая В.С. 1967. Неогеновые морские диатомовые водоросли Сахалина и Камчатки. М., Изд-во ЛГУ.
5. Hanna D. 1970. Fossil diatoms from the Pribilof islands, Bering Sea, Alaska. — Proceed. of the Califor. Ac. Sci., v. 37, N 5.
6. Kanaya T. 1959. Miocene diatom assemblages from the Onnagawa formation and their distribution in the correlative formations in northeast Japan. — Sci. Rep. Tohoku Univ. Sendai, ser.2 (Geol.), v. 30.
7. Koizumi I. 1968. Tertiary diatom flora of Oga Peninsula, Akita prefecture, northeast Japan. — Sci. Rep. Tohoku Univ. Sendai, ser. 2 (Geol.), v.40, N 3.

NEOGENE DIATOMS FROM THE SEDIMENTS OF THE NORTH-WEST PACIFIC
(THE KOMANDOR'S ISLANDS AND KARAGINSKY'S ISLAND)

L.M. Dolmatova

Summary

There are four different complexes of diatoms in shore sections of Neogene of the North-West Pacific. The first is typical one for Lower Miocene section of Komandor. Many different species of *Stephanopyxis* form the basic part of Lower Miocene flora of this location. The diatom complex of Middle Miocene is found in the shore section of the Cape Ploskoje (Karaginsky's Island). The first and the second complexes of Miocene diatoms bear no resemblance to one another. The Upper Miocene and Lower Pliocene diatoms flora are known on many localities of Karaginsky Island. There are big similarity of species between them but the quantity relations are different.

ДИАТОМОВЫЕ И ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ЗОНЫ В ОСАДКАХ КОЛОНКИ
СТ. 4599 (ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН)

Г.Х.Казарина, Е.Л.Демиденко

В настоящее время при решении вопросов стратиграфии океанских осадков успешно применяется сочетание микропалеонтологических и палеомагнитных исследований. Это сочетание рассматривается как новый и перспективный метод изучения донных осадков океанов, так как результаты таких исследований обычно хорошо согласуются и дополняют друг друга. Примеры удачных сопоставлений микропалеонтологических и палеомагнитных данных можно найти в ряде работ зарубежных и советских авторов [17, 13, 15, 18, 2, 10, 4].

В данной статье изложены результаты диатомового и палеомагнитного анализов осадков колонки ст. 4599 в Индийском океане, выделены биостратиграфические зоны диатомей и установлена их связь с палеомагнитной стратиграфией. Такой комплексный подход позволил более уверенно стратифицировать исследованные осадки.

Колонка ст. 4599 является одной из самых длинных, полученных советскими экспедициями со дна Индийского океана. Она была взята в 31-м рейсе и/с "Витязь" в Центральной котловине океана, на глубине 4888 м, в зоне распространения слабоскремнистых осадков — радиоляриевых илов. Координаты станции: $9^{\circ}56'$ ю.ш., $86^{\circ}27'$ в.д. В колонке длиной 779 см был установлен следующий разрез [1]:

- 0-625 см. Глинистый ил, обогащенный радиоляриями, темно- и светло-коричневый, бескарбонатный, сверху мягкий, ниже плотный.
- 625-675 см. Глинистый ил, черно-коричневый, обогащенный окислами марганца, очень плотный.
- 675-690 см. Глинистый ил, светло-коричневый, очень плотный.
- 690-779 см. Известковисто-глинистый мергелевидный, бледно-коричневый осадок, твердый, сверху с кремнистыми прослойками, внизу с черными включениями окислов марганца.

Обращает на себя внимание залегание под радиоляриевыми илами известковых осадков, которые в настоящее время на таких глубинах в Индийском океане не отлагаются.

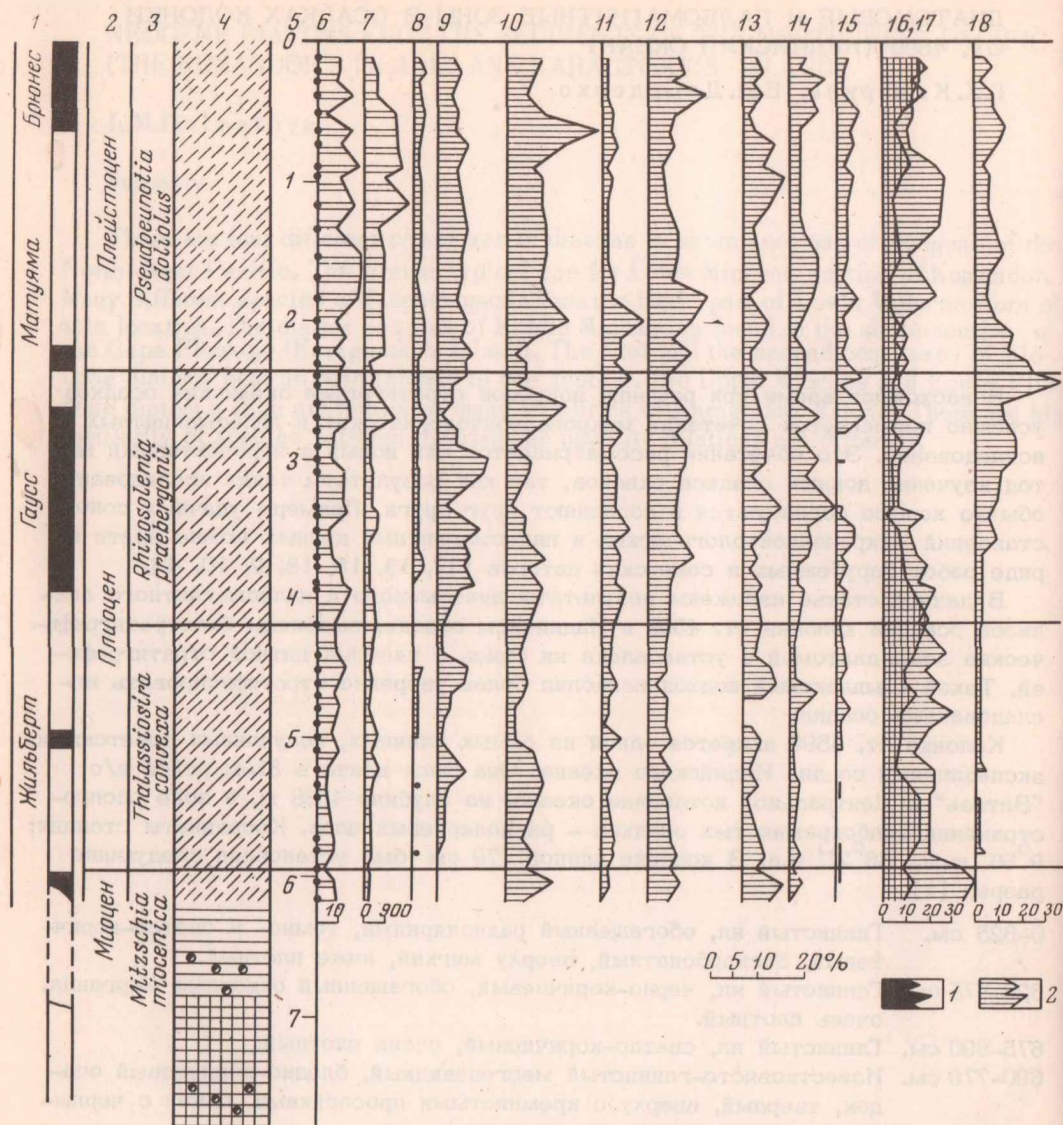
В этой колонке изучены различные группы ископаемых микроорганизмов: радиолярии, диатомеи и силикофлягелляты, кокколиты, фораминиферы.

В верхней части колонки (0-625 см) на основании эволюционных комплексов радиолярий выделены плейстоценовые, плиоценовые и верхнемиоценовые отложения [9].

Кокколиты и фораминиферы обнаружены только в нижней известково-глинистой части колонки в горизонте 690-779 см. Осадки этого горизонта, по данным М.Г.Ушаковой и И.И.Бурмистровой, могут быть отнесены к эоцену. Вероятно, глубины океана в районе ст. 4599 во время накопления карбонатных осадков нижней части колонки были меньше современных [1].

Диатомеи в колонке ст. 4599 изучаются вторично. Впервые О.Г.Козловой [6] было проведено биостратиграфическое расчленение осадков горизонта 0-625 см на четыре толщи, соответствующие: I — раннему, II — среднему, III — позднему плейстоцену и IV — голоцену.

Причины повторного исследования диатомей и силикофлягеллят в колонке ст. 4599 заключаются в следующем:



во-первых, результаты изучения диатомей О.Г.Козловой и радиоларий М.Г.Петрушевской недостаточно четко согласовались между собой;

во-вторых, проведенные в последние годы стратиграфические исследования и открытия в области таксономии диатомей определили и уточнили стратиграфическое положение некоторых видов [3, 11].

в-третьих, благодаря многосторонней изученности, данная колонка рассматривается нами как опорная, вскрывающая стратотипический разрез плиоцен-плейстоценовых отложений тропической области Индийского океана, и поэтому имеет особое значение для дальнейших биостратиграфических исследований. Результаты повторного диатомового анализа представлены на рис. 1.

Количество диатомей в поверхностном слое осадков в районе ст. 4599 составляет 2-10 млн. створок/г осадка [5]. По длине колонки их концентрация колеблется от 1,33 млн. до 19,99 млн. ств/г осадка. Самое высокое содержание диатомей наблюдается в слое 150-200 см (в среднем 15,70 млн. ств./г осадка). Уменьшение количества диатомей совпадает с изменениями литологического состава осадка - сменой менее плотного ила более плотным.

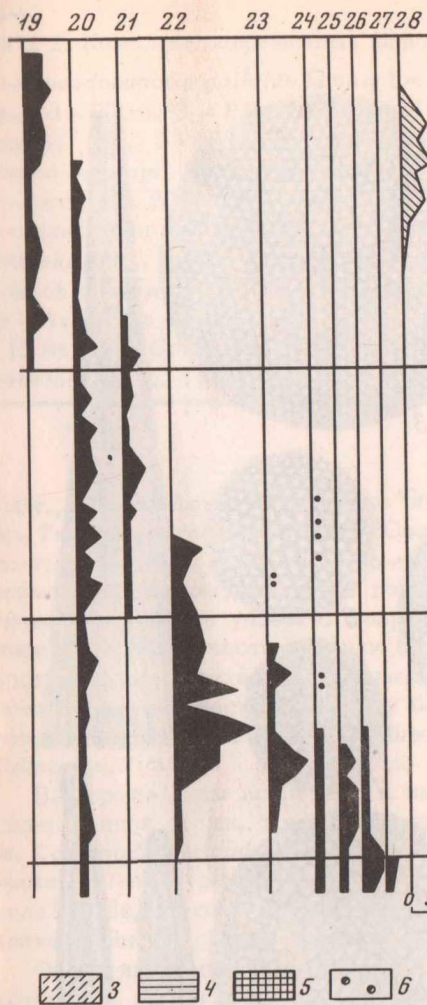


Рис. 1. Колонка ст. 4599. Результаты диатомового и палеомагнитного анализов

1 - эпохи геомагнитной полярности; 2 - отдел; 3 - диатомовые зоны; 4 - литологический состав; 5 - длина колонки (в м), исследованные образцы; 6 - содержание диатомей (в млн. ств./г осадка); 7 - содержание силикофлагеллат (тыс. экз./г осадка); процентное содержание видов: 8 - *Coscinodiscus africanus* Jan. (W.Sm.); 9 - *C. crenulatus* Lohm.; 10 - *C. nodulifer* A.Schm.; 11 - *Hemidiscus cuneiformis* Wall.; 12 - *Nitzschia marina* Grun.; 13 - *Planktoniella sol* Schutt.; 14 - *Rhizosolenia bergonii* Perag.; 15 - *Roperia tessellata* Grun.; 16 - *Thalassionema nitzschioides* Grun.; 17 - *T. nitzschioides* v. *parva* Heid.; 18 - *Thalassiosira oestrupii* (Ostf.) Pr.-Lavr.; 19 - *Pseudoeuotia doliolus* Grun.; 20 - *Nitzschia fossilis* (Ereng.) Kanaya; 21 - *Rhizosolenia praebergonii* Muhina; 22 - *Thalassiosira convexa* Muhina; 23 - *Nitzschia jouseae* Burckle; 24 - *Coscinodiscus praelineatus* Jouse; 25 - *Thalassiothrix* sp.; 26 - *Thalassiosira praeburckle* Burckle; 27 - *Nitzschia miocenica* Burckle; 28 - *Mesocena elliptica* (Ehr.) Defl.; 1 - виды ограниченного вертикального диапазона; 2 - виды длительного вертикального диапазона; 3 - глинистый ил, обогащенный радиоляриями; 4 - глинистый ил; 5 - известково-глинистый осадок; 6 - включения окислов марганца

Силикофлагеллаты встречаются в значительно меньшем количестве (до 17 тыс. экз./г осадка), но характер их распределения по колонке в целом сходен с распределением диатомей.

По длине колонки, в слое 0-625 см, определены 82 вида диатомей. В их составе присутствуют современные и вымершие виды, а также виды, систематическое положение которых в настоящее время не определено (рис. 2, 3).

Среди современных диатомей наиболее часто встречаются виды: *Actinocyclus ellipticus* v. *elongatus* Kolbe, *A. ellipticus* v. *lanceolata* (Witt.) Kolbe, *Asteromphalus arachnei* Ralfs, *A. aff. hookeri* Ehr., *A. imbricatus* Wall., *Asterolampra marylandica* Ehr., *Coscinodiscus africanus* Jan. (W.Sm.), *C. crenulatus* Grun., *C. crenulatus* v. *nodulifer* Lohm., *C. lineatus* Ehr., *C. nodulifer* A.Schm., *C. radiatus* Ehr., *Ethmodiscus rex* Hendy, *Hemidiscus cuneiformis* Wall., *Nitzschia bicapitata* Cl., *N. braarudii* Hasle, *N. interrupta* Heid., *N. longicollum* Hasle, *N. marina* Grun., *N. sricula* (Castr.) Hust., *Planktoniella sol* Schutt., *Pseudoeuotia doliolus* Grun., *Rhizosolenia alata* Bright., *R. bergonii* Perag., *R. calcar avis* Schulze, *R. styliformis* Bright., *Roperia tessellata* Grun., *R. tessellata* v. *ovata* (Mann.) Heid., *Thalassiosira decipiens* Yorg., *T. lineata* Jouse, *T. oestrupii* (Ostf.) Pr.-

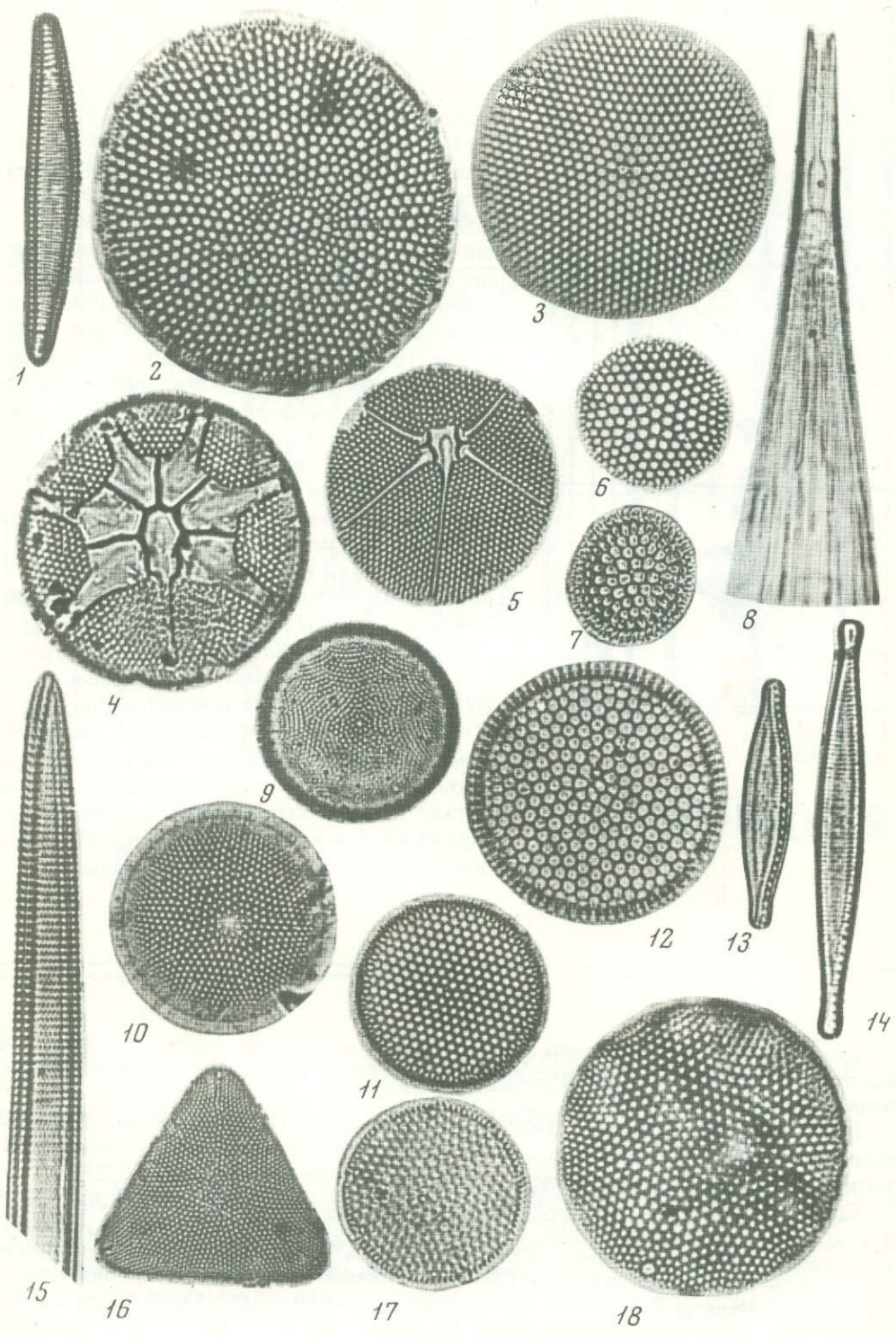


Рис. 2. Комплекс современных видов диатомей

1 - *Pseudoeunotia doliolus* Grun., l = 45 мк; 2 - *Coscinodiscus africanus* Jan. (W. Sm.), d = 50 мк; 3 - *Planktoniella sol* Schutt, d = 50 мк; 4 - *Asteromphalus* aff. *hookeri* Ehr., d = 55 мк; 5 - *Asteromphalus arachnei* Ralphs, d = 40 мк; 6 - *Thalassiosira oestrupii* (Ostf.) Pr.-Lavr., d = 22 мк; 7 - *Thalassiosira oestrupii* (Ostf.) Pr.-Lavr., d = 20 мк; 8 - *Rhizosolenia bergonii* Perag., l = 70 мк; 9 - *Thalassiosira olgaea* sp. nov.; d = 28 мк; 10 - *Thalassiosira olgaea* sp. nov., d = 30 мк; 11 - *Thalassiosira* sp., d = 28 мк; 12 - *Coscinodiscus nodulifer* A. Schm., d = 54 мк; 13 - *Nitzschia interrupta* Meid., l = 30 мк; 14 - *Nitzschia longicollum* Hasle, l = 45 мк; 15 - *Nitzschia marina* Grun., l = 60 мк; 16 - *Triceratium cinnamomeum* Grev., d = 40 мк; 17 - *Coscinodiscus crenulatus* v. *nodulifer* Lohm., d = 25 мк; 18 - *Roperia tessellata* Grun., d = 40 мк

Lavr., *Thalassionema nitzschioides* Grun., *T. nitzschioides* v. *parva* Heid., *Thalassiotrix* sp. sp., *Triceratium cinnamomeum* Grev. Среди них могут быть выделены виды экваториально-тропические и субтропическо-тропические. Эти виды встречаются постоянно и совместно, поэтому выделить горизонты по преобладанию того или иного экологического типа не удастся. Современные виды занимают доминирующее положение в верхней части колонки (0-230 см), ниже их процентное содержание в составе флоры несколько уменьшается. Отдельные виды этого комплекса в осадках нижней части горизонта 0-625 см имеют морфологические отличия от современных. Такие отличия наблюдаются у *Coscinodiscus africanus*, *C. nodulifer*, *C. lineatus*, *Nitzschia marina* и др.

Вымершие виды встречены в интервале от 90 см до нижней границы проанализированной толщи, т.е. до 618 см. Это следующие формы: *Asterolampra decorata*, *Coscinodiscus nodulifer* v. *cyclops* Jouse, *C. plicatus*, *C. praelineatus* Jouse, *Liriodictyon hustedtii* Kolbe, *Nitzschia fossilis* (Freng.) Kanaya, *N. miocenica* Burckle, *N. joussae* Burckle, *Rhizosolenia praebergonii* Muh., *Thalassiosira convexa* Muh., *T. praeconvexa* Burckle, *Thalassiotrix* sp.

Очень интересно присутствие в осадках видов, таксономическое положение которых в настоящее время еще не выяснено: *Actinocyclus* sp. 1, *Asteromphalus* sp. 1, *Nitzschia* sp. 1, *Nitzschia* sp. 2, *Nitzschia* sp. 3, *Stephanopyxis* sp. 1, *Thalassiosira* sp. 1, *Thalassiosira* sp. 2, *Thalassiosira* sp. 3, *Thalassiosira* sp. 4, *Thalassiosira* sp. 5, *Thalassiosira* sp. 6, *Thalassiosira* sp. 7, *Thalassiosira* sp. 8.

Характерные виды целесообразно подразделить на две категории:

I - виды длительного вертикального диапазона, присутствующие в больших или меньших количествах почти во всей толще исследованных осадков. Эти виды представлены в левой части рис. 1: *Coscinodiscus africanus*, *C. crenulatus*, *C. nodulifer*, *Hemidiscus cuneiformis*, *Nitzschia marina*, *Planktoniella sol*, *Rhizosolenia bergonii*, *Roperia tessellata*, *Thalassionema nitzschioides*, *T. nitzschioides* v. *parva*, *Thalassiosira oestrupii*.

II - виды ограниченного вертикального диапазона, для которых в последовательности слоев колонки можно проследить либо момент их появления или вымирания, либо весь жизненный цикл. Такие виды называются зональными и используются как руководящие ископаемые.

На основании эволюционных изменений видов II категории было проведено стратиграфическое расчленение осадков колонки ст. 4599. Выделение зон проводилось нами в соответствии с принципами, предложенными для стратиграфии осадков тропической области Тихого океана [8, 11]. Зоны обозначены по названию характерных видов диатомей. Их верхние границы устанавливаются нами до некоторой степени условно, нижние совпадают со временем первого эволюционного появления в осадках данной колонки вида-индекса¹.

¹ В связи с этим более правильным было бы употребление термина "частично" или "неполные" зоны (telzone, partial zone).

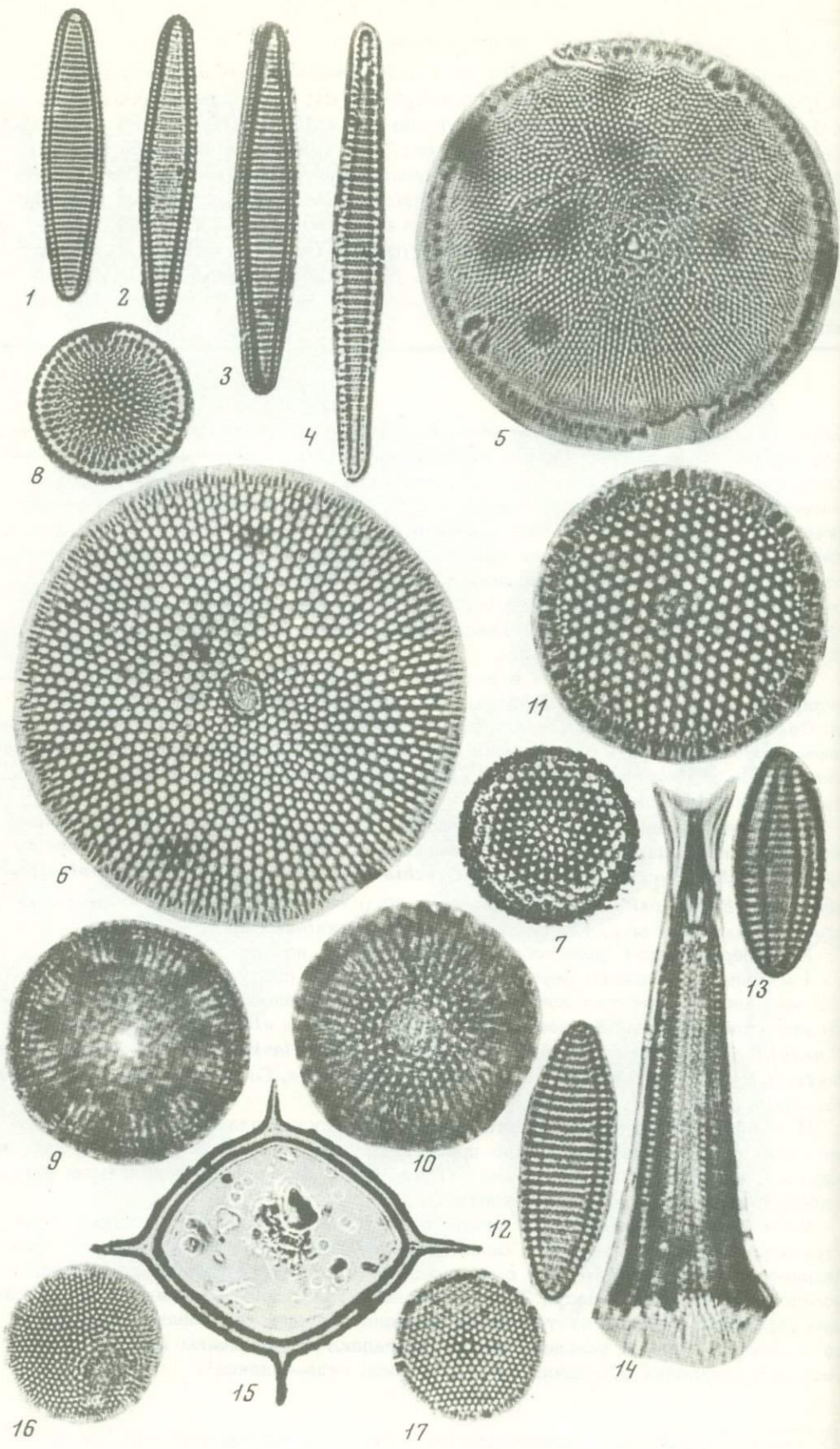


Рис. 3. Несовременные виды диатомей в колонке ст. 4599 (Индийский океан)

1 - *Nitzschia fossilis* (Freng.) Kanaya, l = 43 мк; 2 - *Nitzschia fossilis* (Freng.) Kanaya, l = 44 мк; 3 - *Nitzschia fossilis* (Freng.) Kanaya, l = 46 мк; 4 - *Nitzschia* sp. 1, l = 62 мк; 5 - *Thalassiosira* aff. *olgaea* sp. nov., d = 51 мк; 6 - *Coscinodiscus* aff. *africanus* Jan. (W.Sm.), d = 52 мк; 7-8 - *Thalassiosira praeconvexa* Burckle, d = 21 мк; 9-10 - *Thalassiosira convexa* Muhina, d = 32 мк; 11 - *Coscinodiscus prae-lineatus* Jouse, d = 34 мк; 12 - *Nitzschia jouseae* Burckle, l = 30 мк; 13 - *Nitzschia miocenica* Burckle, l = 24 мк; 14 - *Rhizosolenia praebergonii* Muhina, l = 65 мк; 15 - *Mesocena elliptica* (Ehr.) Defl., d = 57 мк; 16 - *Thalassiosira* sp. 5, d = 20 мк; 17 - *Thalassiosira* sp. 4, d = 20 мк

Сверху вниз в колонке выделены следующие зоны:

- I - *Pseudoeunotia doliolus*;
- II - *Rhizosolenia praebergonii*;
- III - *Thalassiosira convexa*;
- IV - *Nitzschia miocenica*.

Каждая из этих зон характеризуется четким вертикальным положением в осадках колонки и определенным флористическим комплексом.

Рассмотрим выделенные зоны.

I. Зона *Pseudoeunotia doliolus* (0-235 см). Нижняя граница зоны определяется первым эволюционным появлением *Pseudoeunotia doliolus*, содержание которого, достигая максимального значения (5%) на глубине 35 см, постепенно снижается и на глубине 230 см составляет всего 1%. Зона характеризуется в основном современным составом диатомей. Наиболее характерны *Coscinodiscus nodulifer* (4-20%), *S. africanus* (1-2%), *Hemidiscus cuneiformis* (1-10%), *Nitzschia marina* (3-12%), *Planktoniella sol* (2-8%). Три вида этой зоны неизвестны в современном планктоне: *Nitzschia fossilis*, последний раз встречающаяся на глубине 90 см, *Rhizosolenia praebergonii*, вымирающая на глубине 200 см, и силикофлагеллята *Mesocena elliptica*, встречающаяся лишь в слое 40-170 см.

Pseudoeunotia doliolus, *Rhizosolenia praebergonii*, *Mesocena elliptica* имеют важное стратиграфическое значение. В настоящее время считается установленным, что *Rhizosolenia praebergonii* маркирует плио-плейстоценовую границу в осадках тропических частей Индийского и Тихого океанов [3]. Беркл [11] указал дополнительный критерий, уточняющий положение этой границы, - появление в течение события Олдувей типично плейстоценового вида *Pseudoeunotia doliolus*. А.П. Жузе и В.В. Мухина отмечают, что в колонках из экваториальных частей Тихого и Индийского океанов осадки, содержащие *Mesocena elliptica*, находятся выше верхней границы *Rhizosolenia praebergonii*, а средняя часть зоны *Mesocena elliptica* соответствует событию Джарамило, т.е. характеризует осадки главным образом нижнеплейстоценового времени.

В соответствии с этим возраст толщи 0-235 см на основании данных диатомового анализа определяется как плейстоценовый, а нижняя граница зоны *Pseudoeunotia doliolus* может рассматриваться как плиоцен-плейстоценовая граница.

II. Зона *Rhizosolenia praebergonii* (235-417 см). Вид-индекс этой зоны - *Rhizosolenia praebergonii* в максимальном количестве (5%) встречен на глубине 310 см. Выше и ниже по колонке его содержание в среднем составляет 1%. Для данной зоны так же, как и для предыдущей, характерно большое участие в флористическом комплексе современных видов. Однако в нижней части зоны эти виды имеют ряд морфологических отличий, указывающих на их древность. Такие отличия имеются у *Coscinodiscus nodulifer*, *S. africanus*, *Nitzschia marina* и др. Очень интересно распределение в этой зоне вида *Thalassiosira oestrupii*. Непосредственно перед плио-плейстоценовой границей его доля в

составе диатомей резко возрастает до 40%, а затем так же резко падает до 10%. Здесь наблюдается также увеличение процентного содержания вида *Nitzschia fossilis* и появление в осадках колонки таких систематически не изученных видов, как *Nitzschia* sp.3, *Thalassiosira* sp.4, *Thalassiosira* sp.5.

III. Зона *Thalassiosira convexa* (417–595 см). Нижняя граница зоны проведена на основании двух фактов: с одной стороны, на глубине 595 см наблюдается первое эволюционное появление *Thalassiosira convexa*; с другой – на этой же глубине исчезает *Nitzschia miocenica*. Зона характеризуется присутствием видов длительного вертикального диапазона, имеющих заметные морфологические отличия от современных видов, и некоторым увеличением процентного содержания *Thalassionema nitzschioides*. В осадках этого интервала прослеживается весь цикл развития *Nitzschia jouseae*, что является наиболее яркой чертой этой зоны. Заметная доля в составе флоры нижней части зоны *Thalassiosira convexa* приходится на виды, древность которых несомненна. Среди них выделяются *Thalassiothrix* sp., *Coscinodiscus praelineatus* и встречающаяся в небольшом количестве *Thalassiosira praeconvexa*.

IV. Зона *Nitzschia miocenica* (595–618 см). Выделение зоны *Nitzschia miocenica* до некоторой степени условно, так как характерный вид, по которому названа зона, встречен лишь в трех самых нижних образцах. Обращает на себя внимание увеличение содержания *Thalassiosira praeconvexa* в осадках этой зоны до 8%.

Рассмотрим более детально границу между зонами III и IV. В составе диатомовой флоры в нижней части горизонта III и зоны *Nitzschia miocenica* много общего. В обоих случаях заметно участие видов длительного вертикального диапазона, таких, как *Coscinodiscus crenulatus*, *Nitzschia marina*, *Planktoniella sol*, *Thalassionema nitzschioides* и др. Однако выше этой границы наиболее характерными видами являются плиоценовые *Thalassiosira convexa*, *Nitzschia jouseae*; ниже этой границы – миоценовые виды (в понимании Л. Беркла): *Nitzschia miocenica* и *Thalassiosira praeconvexa*. Эти данные позволяют предположить, что флора нижней части зоны *Thalassiosira convexa* и зоны *Nitzschia miocenica* несет в себе черты переходного периода от миоцена к плиоцену. Таким образом, осадки зоны *Nitzschia miocenica*, вероятно, относятся к верхнему миоцену, а граница между III и IV зонами на глубине 595 см является миоцен-плиоценовой.

Палеомагнитный анализ осадков колонки ст. 4599 проведен на дублированных образцах размером 20×20×20 мм, отобранных через 10 см по длине всей колонки, кроме интервала 630–690 см. Образцы колонки были ориентированы по вертикали "верх-низ", а в пределах отдельных коллекционных отрезков произвольно выбранному склонению. Учитывая местоположение ст. 4599 вблизи экватора, где геомагнитное склонение близко к 0°, с помощью такой методики можно контролировать выделение палеомагнитных зон в колонке, опираясь не только на знак вертикальной составляющей I_n и угла наклоения, но и на угол наклоения.

Для изучения природы естественной остаточной намагниченности образцов колонки были применены лабораторные методы чистки переменными полями и проведено исследование магнитной вязкости образцов. Результаты изучения магнитной вязкости показали, что в большинстве случаев в составе естественной остаточной намагниченности присутствует вязкая компонента. Поэтому все без исключения образцы были подвергнуты чистке переменными полями. Для этого по кривым размагничивания части образцов в эффективных полях от 50 до 550 э была выбрана оптимальная амплитуда переменного поля, равная 100–150 э, при которой обнаруживается размагничивание мягкой компоненты. Эта же амплитуда переменного поля признана оптимальной для чистки донных осадков и другими исследователями [14, 16, 7].

Проведенные палеомагнитные исследования позволили, опираясь на анализ направлений вектора остаточной намагниченности, выделить несколько чередующихся сверху вниз по колонке зон намагниченности.

В первом приближении сопоставление этих зон с международной шкалой геомагнитной полярности [12] позволяет отнести зону положительной полярности

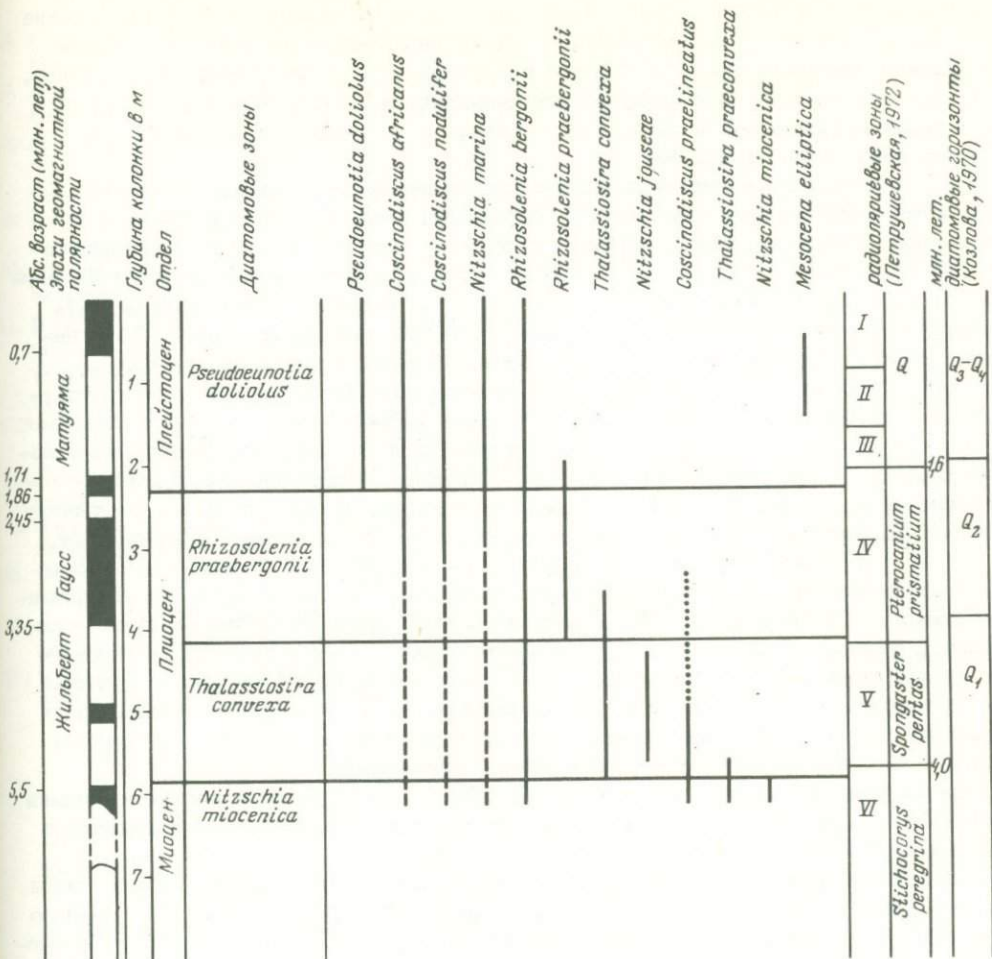


Рис. 4. Сопоставление данных диатомового, палеомагнитного и радиolarийевого анализов

Штриховая линия — вид морфологически отличается от современного; пунктирная линия — единичная встречаемость

в интервале 0–65 см к палеомагнитной эпохе Брунес, зону отрицательной полярности в интервале 65–265 см — к эпохе Матуяма, зону положительной полярности в интервале 265–395 см — к эпохе Гаусс и зону отрицательной полярности ниже 395 см — к эпохе Жильберт. В осадках эпохи Матуяма в интервале 215–235 см выделяется зона положительной полярности, которую вероятно, следует сопоставлять с Олдувейским событием. Интервал колонки 495–510 см с положительной полярностью следует считать одним из эпизодов, выделяемых в палеомагнитной эпохе Жильберта.

В осадках ст. 4599 рассматривать горизонт 595 см, где отмечается смена знака намагниченности, как окончание эпохи Жильберта только по палеомагнитным данным затруднительно, ввиду отсутствия образцов в интервале¹ 610–690 см. Положительно намагниченные осадки нижней части колонки (690–779 см) привязать к палеомагнитной геохронологической шкале не удается.

¹В интервале 630–690 см отбор образцов на палеомагнитный анализ был невозможен.

Комплексный подход к изучению осадков ст. 4599 позволил нам, сопоставив результаты диатомового, палеомагнитного и радиоляриевых анализов, более обоснованно интерпретировать данные диатомового и палеомагнитного методов.

В целом сопоставление биостратиграфических зон диатомей и радиолярий [9] с палеомагнитными зонами, выделенными в исследованных осадках, дали хорошие результаты (рис. 4).

Так, приведенная выше палеомагнитная стратиграфия колонки ст. 4599 хорошо контролируется микропалеонтологическими данными по радиоляриям и диатомеям. Например, правомерность сопоставления выделенного в интервале 215–235 см эпизода с событием Олдувей подтверждается исчезновением на глубине 210–215 см *Pterocanium prismatium* [9] и исчезновением *Rhizosolenia praebergonii* на глубине 200 см. Кроме того, по данным Л. Беркла [11], начало события Олдувей совпадает с появлением вида *Pseudoenotia doliolus*, который в колонке ст. 4599 появляется на глубине 235 см и еще раз подтверждает правомерность сопоставления интервала 215–235 см с событием Олдувей.

Исходя из полученных данных, можно прийти к выводу, что осадки в интервале 0–235 см относятся к плейстоцену. Плиоцен–плейстоценовая граница, проводимая нами на глубине 235 см, в палеомагнитном отношении отвечает началу события Олдувей и имеет абсолютный возраст приблизительно 1,86 млн. лет.

Кроме того, как говорилось выше, осадки, содержащие *Mesocena elliptica*, по палеомагнитной геохронологической шкале соответствуют событию Джарамилло с некоторым смещением [3]. В нашем случае зона *Mesocena elliptica* совпадает с концом эпохи Матуэми и началом эпохи Брюнес, т.е. не противоречит литературным данным и может быть отнесена большей частью к осадкам нижнеплейстоценового возраста. Следовательно, на основании палеомагнитных и диатомовых данных можно предположить отсутствие в разрезе, по крайней мере, верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений.

Палеомагнитная зона в интервале 265–395 см по характеру распространения *Rhizosolenia praebergonii* и *Pterocanium prismatium* в целом сопоставима с палеомагнитной эпохой Гаусс.

Большой интерес представляет обоснование характера нижней границы зоны *Thalassiosira convexa* (верхняя граница зоны *Nitzschia micenica*). Важную роль в ее определении играет комплексный подход, т.е. сопоставление диатомовых и палеомагнитных данных. Характер диатомовой флоры, присутствие выше этой границы плиоценовых видов, а ниже нее видов, отнесенных к миоцену, дает возможность предположить на глубине около 590–600 см границу миоцен–плиоцена и, согласно Берклу [11], считать ее соответствующей границе между палеомагнитными эпохами Жильберт и № 5.

М.Г. Петрушевская [9] также предполагает, что осадки колонки ст. 4599 на глубине 625 см имеют возраст более 4 млн. лет и относятся к верхнему миоцену.

Сопоставление палеомагнитных и микропалеонтологических данных изучения колонки 4599 еще раз наглядно показывает целесообразность и перспективность таких комплексных исследований океанских осадков.

Литература

1. Безруков П.Л. 1961. Исследования донных осадков северной части Индийского океана. В сб. "Океанологические исследования", № 4. М., "Наука".
2. Жузе А.П. 1969. Диатомей в осадках плейстоценового и позднеплиоценового возраста бореальной области Тихого океана. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
3. Жузе А.П., Мухина В.В. 1973. Зона *Mesocena elliptica* Ehr. в плейстоценовых осадках Тихого океана. — Океанология, т. XIII, вып. 3.
4. Жузе А.П., Петрушевская М.Г. Диатомей и радиолярии в колонке ст. 256 (Южный океан). Опыт биостратиграфической корреляции. Настоящий сборник.
5. Козлова О.Г. 1969. Количественное распределение и видовой состав диатомей и силикофлагеллат в поверхностном слое осадков Индийского океана. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".

6. Козлова О.Г. 1970. Биостратиграфия осадков экваториальной зоны Индийского океана (по материалам диатомового анализа). – Океанология, т. X, вып. 3.
7. Линькова Т.И. 1970. Палеомагнетизм донных осадков Индийского океана. – Труды Северо-Восточного комплексного ин-та АН СССР. Магадан.
8. Мухина В.В. 1969. Биостратиграфия осадков и некоторые вопросы палеогеографии тропической области Тихого и Индийского океанов. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
9. Петрушевская М.Г. 1972. Биостратиграфия глубоководных четвертичных осадков по данным радиоляриевых анализов. – Океанология, т. XII, вып. 1.
10. Петрушевская М.Г., Линькова Т.И. 1972. К вопросу о связи радиоляриевых и палеомагнитных зон в донных осадках Индийского океана. – Изв. АН СССР, № 6.
11. Burckle L.H., 1972. Late Cenozoic planktonic diatom zones from the Eastern equatorial Pacific. "First symposium on recent and fossil marine diatoms". Bremerhaven, september 21–26, 1970. Beihefte zur 2"Nova Hedwigia".
12. Cox A. 1969. Geomagnetic reversals. – Science, v. 163, N 3864.
13. Glass B., Ericson D., Heezen B., et al., 1967. Geomagnetic reversals and Pleistocene chronology. Nature, v. 216, N 5114.
14. Goodell H., Watkins N. 1968. The paleomagnetic stratigraphy of the Southern Ocean. Deep-Sea Res., v. 15, N 1.
15. Hays J., Opdyke N. 1967. Antarctic radiolaria, magnetic reversals and climatic change. Science, v. 158, N 3804.
16. Opdyke N., Glass B. 1969. The paleomagnetism of cores from the Indian ocean. – Deep-Sea Res., v.16, N 3.
17. Opdyke N., Glass B., Hays J., Foster I. 1966. Paleomagnetic study of Antarctic deep-sea cores. – Science, v. 151, N 3747.
18. Steuerwald B., Clark D., Andrew J. 1968. Magnetic stratigraphy and faunal patterns in Arctic Ocean sediments. – Earth and Planet. Sci. Letters, v.5, N 2.

DIATOM AND PALEOMAGNETIC ZONES IN THE SEDIMENTS OF CORE ST.4599 (INDIAN OCEAN)

G.H.Kasarina, E.L.Demidenko

Summary

The paper presents results of the investigation of diatoms of the sediments of core St. 4599 from the equatorial part of Indian Ocean. Basing on the changes of the diatoms biostratigraphical zones were determined corresponding to Upper Miocene, Pliocene and Pleistocene. These zones have been further correlated with paleomagnetic stratigraphy and zonation based upon Radiolaria.

ДИАТОМЕИ ВО ВЗВЕСИ И В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ДОННЫХ ОСАДКОВ ШЕЛЬФА ЮГО-ЗАПАДНОЙ АФРИКИ

В.В.Мухина

Район шельфа юго-западной Африки, благодаря особым гидрохимическим условиям, — один из наиболее продуктивных районов Мирового океана. Мощный подъем вод приводит к формированию здесь аномальных условий для тропической области океана. Температура поверхностных вод данного района составляет $12,5-13,4^{\circ}$, что на $6-7^{\circ}$ ниже температуры вод прилегающих районов [5,6]. Подъем вод создает также наиболее благоприятные условия для непрерывного снабжения слоя фотосинтеза биогенными элементами, способствуя богатому круглогодичному цветению фитопланктона, преимущественно диатомовых водорослей. Обильное развитие диатомей в планктоне и относительно хорошая сохраняемость их кремневых панцирей при захоронении в осадках приводят к накоплению кремнистых илов (рис. 1, А). Сказанное вызывает заслуженный интерес к исследованию количества и видового состава диатомей в водах и осадках шельфа юго-западной Африки.

Материалом для статьи послужили 13 проб водной взвеси и 43 пробы из поверхностного слоя донных осадков. Материал получен в 3-м рейсе и/с "Академик Курчатов" в 1968 г. и в рейсах Атлант. НИИ рыбного хозяйства и океанографии и любезно передан автору статьи Г.Н. Батуриным и Ю.М. Сениным.

Мембранные фильтры, на которые собирали водную взвесь, просветляли в канадском бальзаме. Количество диатомей пересчитывали на 1 л воды. Пробы донных осадков обрабатывали по методике с дальнейшим пересчетом количества диатомей на 1 г сухого осадка [1].

Диатомей в пробах водной взвеси

Пробы взвеси получены в районе высокой биологической продуктивности вод ($18-24^{\circ}$ ю.ш., $12-14^{\circ}$ в.д.). О.И. Кобленц-Мишке, при работах в 3-м рейсе и/с "Академик Курчатов", отмечена в этом районе высокая первичная продукция: вдоль берега от 200 до 1600 мг/м^2 в день (максимально), в более удаленных от берега районах 200 мг/м^2 в день.

В пробах водной взвеси автором статьи подсчитано от 0,13 до 213,1 тыс. створок диатомей в 1 л воды. Высокое содержание диатомей, более 10 тыс. ств./л, отмечено в пробах, полученных вблизи берега над глубинами менее 200 м, т.е. в районах с хорошим перемешиванием вод. На станциях 56 и 51 встречено максимальное количество диатомей — от 213,1 до 181,8 тыс. ств./л. На станциях 52, 53, 63, расположенных над глубинами более 200 м, содержание диатомей минимальное — от 0,13 до 10,0 тыс. ств./л.

В пробах взвеси отмечено 79 видов диатомей: 63 из них были определены до вида, 15 до рода и один вид не определен из-за очень тонкой структуры и небольших размеров его створок. Диатомей представлены более чем на 50% умеренно тепловодными и тепловодными планктонными неритическими и океаническо-неритическими видами: *Asterionella japonica* Cl., *Biddulphia longicuris* Grev., *Chaetoceros compressus* Lauder., *Ch. radicans* Schutt., *Hercotheca peruviana* Mertz., *Nitzschia pungens* var. *atlantica* Cl., *N. bicapitata* Cl., *Rhizosolenia setigera* Bright., *Striatella delicatula* Grun., *Thalassionema nitzschioides* Grun., *Thalassiosira decipiens* Jorg., *Th. coronifera* Pr.—Lavr. В меньшем количестве (около 20-23%) присут-

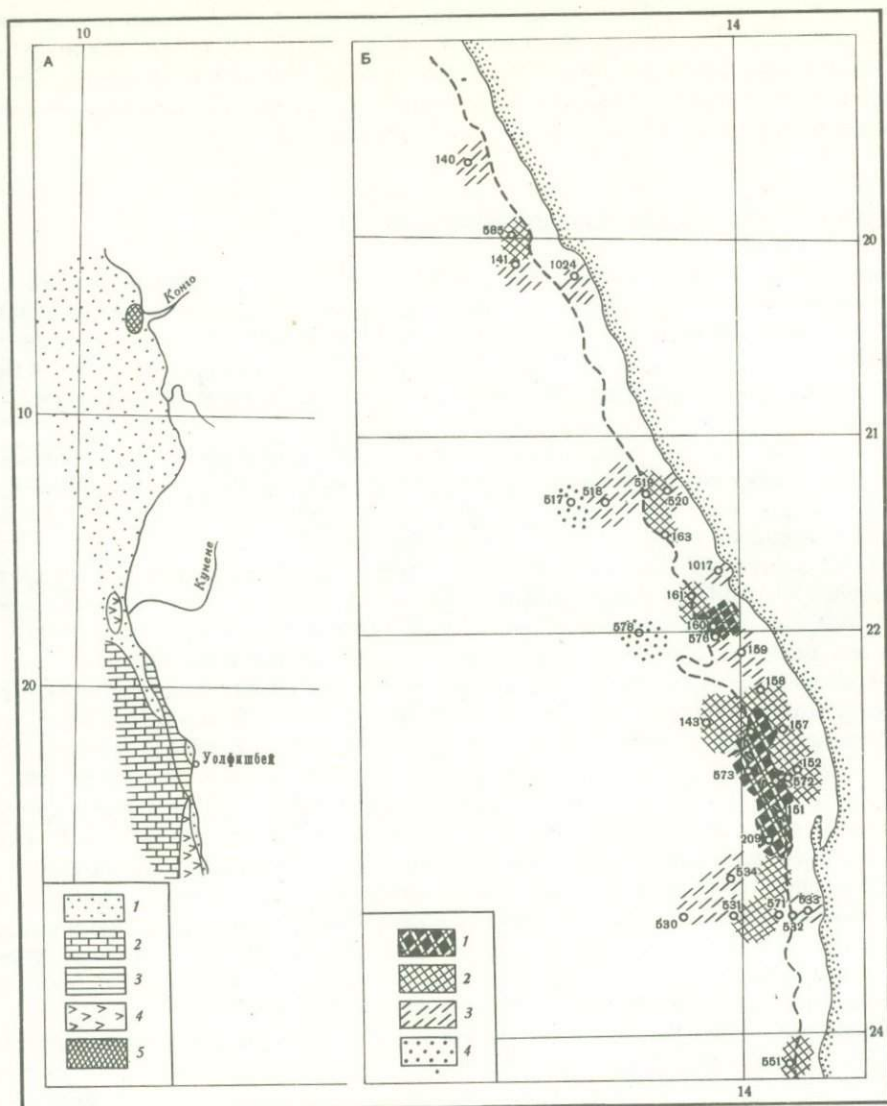


Рис. 1. Поверхностный слой осадков шельфа юго-западной Африки и распределение диатомей

А — вещественный состав осадков (по данным Емельянова Е.М. и Сенина Ю.М.): 1 — терригенные осадки ($< 30\% \text{CaCO}_3$); 2 — биогенные известковые осадки ($> 30\% \text{CaCO}_3$); 3 — слабокремнистые и кремнистые диатомовые илы ($> 10\% \text{SiO}_2\text{ам}$); 4 — глауконитовые осадки ($> 10\%$ глауконита); 5 — шамозитовые осадки ($> 10\%$ шамозита); Б — количественное распределение диатомей: 1 — > 300 млн. ств./г; 2 — 100–300 млн. ств./г; 3 — 0,01–100 млн. ств./г; 4 — отсутствуют

ствуют океанические виды: *Planktoniella sol* Schutt., *Coccinodiscus marginatus* Ehr., *Rhizosolenia alata* Bright., *Rh. styliformis* Bright. и сублиторальные диатомей: *Cocconeis scutellum* Ehr., *Grammatophora marina* Kutz., *Plagiogramma vanheurckii* Grun., *Rhaphoneis wetzlii* Mertz., *R. simonseni* Mertz., *R. ischaboensis* Grun. Видовой состав диатомей, встреченных в пробах водной взвеси, сходен с составом диатомей, найденных Т.Хартом [7, 8] в планктоне вод Бенгельского течения. Видовой состав диатомей в планктоне богаче, чем во взвеси, так как планктон, по-видимому, собран с большей площади и из большего объема воды, чем пробы взвеси. В планктоне более богато представлены планктонные океанические и нери-

тические виды диатомей. Более разнообразен видовой состав таких родов, как *Thalassiosira* Cl., *Chaetoceros* Ehr., *Rhizosolenia* Ehr. В то же время такие сублиторальные виды, как *Cocconeis* Ehr., *Grammatophora* Ehr., *Plagiogramma* Grev., *Rhaphoneis* Ehr., *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs (вид, характерный для мелководий), которые встречены во взвеси, в планктоне отсутствуют.

Диатомей в поверхностном слое донных осадков

Пробы донных осадков получены в большинстве своем в зоне залегания кремнистых илов (19–24° ю.ш.) [2]. Диатомовые илы распространены в узкой шельфовой полосе, ширина которой, видимо, не превышает 20–30 миль, и не выходит за пределы изобаты 150 м. Исключение представляют пробы со станций К–51, К–59, К–53, 52, 55, полученные севернее зоны кремненакопления (4–8° ю.ш.).

Изученные осадки представлены главным образом алевритом, алевритово-пелитовыми и пелитовыми илами с высоким содержанием SiO₂ аморфного. По данным Г.Н. Батурина [3], содержание SiO₂ аморфного в поверхностном слое осадков этого района составляет от 8,8 до 56,8%.

Осадки всех станций богаты остатками диатомей. Их количество изменяется в пределах от 0,01 до 820,4 млн. створок в 1 г осадка. По количеству диатомей в осадках район шельфа юго-западной Африки можно сравнить лишь с известными диатомовыми илами Антарктики и Калифорнийского залива.

Максимальное содержание диатомей (от 300 до 820 млн. ств./г) приходится на осадки узкой полосы, охватывающей глубины от 70 до 120 м, между 22–23° ю.ш. (залив Уолфиш Бей). Осадки, лежащие ближе к берегу и дальше в сторону открытого моря от богатой зоны, содержат значительно меньше диатомей (от 100 до 300 млн. ств./г осадка). Минимальное их количество – менее 100 млн. ств./г – содержится в осадках, лежащих вне зоны кремненакопления, севернее 18° ю.ш., а также в узкой прибрежной полосе и на отдельных станциях, удаленных от берега (см. рис. 1, Б). Малое количество диатомей в осадках прибрежной зоны связано, по-видимому, со значительным растворением тонкоокремненных панцирей ряда неритических диатомей, а также с большим разбавлением диатомей терригенным материалом. Данные по изучению взвеси свидетельствуют о богатой диатомовой флоре в продуктивном слое вод этого района.

Диатомей представлены 103 видами, преимущественно неритическими и сублиторальными, характерными для умеренных и умеренно теплых вод: *Hercotheca? peruviana* f. *nervosa* Mertz., *Chaetoceros* Ehr. споры – комплекс, *Rhaphoneis* Ehr. – комплекс, *Thalassionema nitzschioides* Grun., *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs, *Melosira sulcata* Ktz., составляющие 70–80% от числа всех встреченных видов. Океаническо-неритический комплекс диатомей представлен преимущественно *Coscino-discus* Ehr. – комплекс, *Thalassiosira* Cl. – комплекс, которые в сумме составляют соответственно 0,1–13,0 и 0,7–22,2%. На станции К–53, а также в меньшем количестве на станциях К–51 и К–59 в осадках присутствуют пресноводные диатомы – *Melosira granulata* Ralfs, *M. italica* Kutz., *Fragilaria construens* Grun., *Stephanodiscus astraea* Grun. и др. Присутствие пресноводных диатомей в осадках шельфа можно объяснить выносом их водами р. Конго, вблизи устья которой взяты станции.

Доминирующими по количеству видами среди диатомей в осадках шельфа юго-западной Африки являются следующие.

Hercotheca? peruviana Mertz. и *H. peruviana* f. *nervosa* Mertz. (рис. 2, 3, фиг. 7). Виды не установленного систематического положения. Они указывались ранее лишь немецким исследователем Мерцем [9] для неогеновых отложений побережья Перу – формации Писко (Piscoformation). Виды в осадках шельфа встречены в виде спор, морфологически близких спорам *Chaetoceros*. *Hercotheca peruviana* f. *nervosa* в осадках шельфа является одним из наиболее массовых и часто встречающихся видов диатомей. Этот вид встречен в осадках 38 станций из 43 изученных (рис. 2). На 23 станциях он составляет более 50% (от 50,0 до 77,3%) от числа всех диатомей, встреченных в

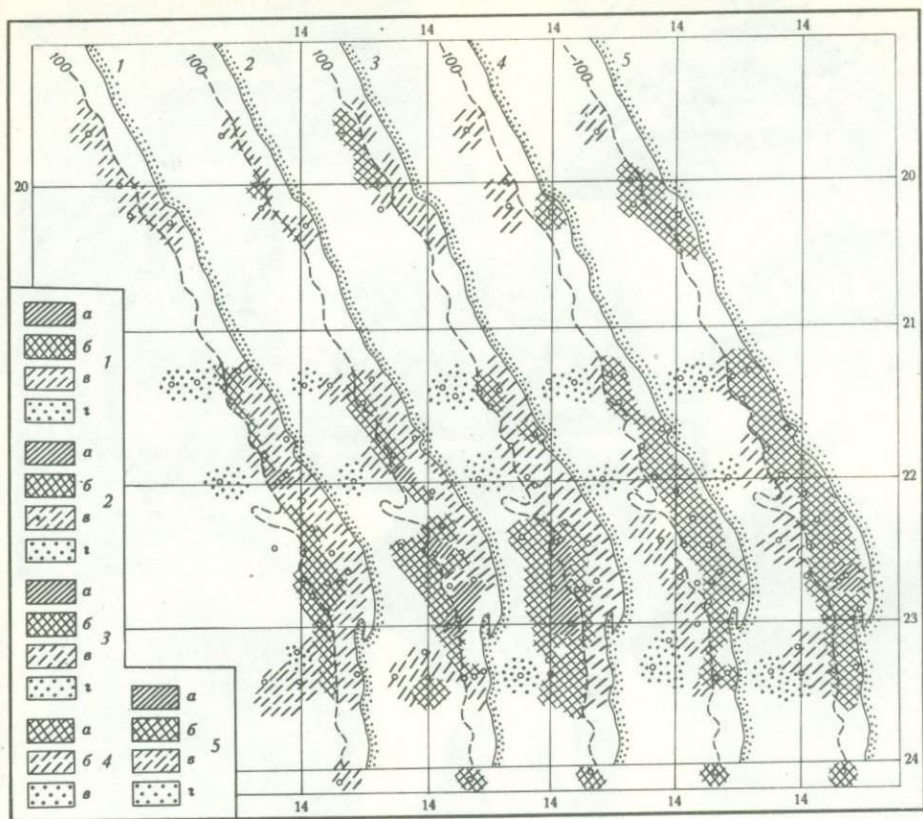


Рис. 2. Распределение характерных видов диатомей в поверхностном слое осадков

1 — *Thalassiosira* Cl. (комплекс); а — > 25 млн. ств./г; б — 5–25 млн. ств./г; в — 0,1–5 млн. ств./г; г — отсутствуют; 2 — *Chaetoceros* (комплекс) и *Hercotheca?* (комплекс); а — > 200 млн. ств./г; б — 100–200 млн. ств./г; в — < 100 млн. ств./г; г — отсутствуют; 3 — *Rhaphoneis* Ehr. (комплекс). а — > 50 млн. ств./г; б — 5–50 млн. ств./г; в — < 5 млн. ств./г; г — отсутствуют; 4 — *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs.; а — 2–10 млн. ств./г; б — 0,1–2 млн. ств./г; в — отсутствуют; 5 — *Melosira sulcata* (Ehr.) Ktz.; а — > 5 млн. ств./г; б — 0,5–5 млн. ств./г; в — < 0,5 млн. ств./г; г — отсутствуют

поверхностном слое осадков шельфа. На 10 станциях содержание вида в осадках несколько снижается, он составляет здесь от 22,2 до 49,9%. На пяти станциях, расположенных, как правило, в узкой прибрежной зоне, содержание вида совсем незначительное — от 5,0 до 14,8%. И лишь на пяти станциях (К-51, К-53, 52, 517, 578) вид не встречается.

Hercotheca peruviana Mertz присутствует в осадках в меньшем количестве (от 0,04 до 2,6%), чем описанная выше форма, и не на всех станциях.

Chaetoceros (Ehr.) (споры) (рис. 2,3, фиг. 1–6). В осадках встречаются представители семи видов *Chaetoceros*: *Ch. compressus* Lauder, *Ch. costatus* Pav., *Ch. didymus* Ehr., *Ch. lorenzianus* Grun., *Ch. curvisetus* Ostf., *Ch. radicans* Schutt, *Ch. subsecundus* Hust., и ряд спор, не определенных до вида. Представители *Chaetoceros* встречаются почти на всех изученных станциях, кроме станций 55, 517, 578, и составляют от 0,6 до 47,1% от общего числа диатомей. Все встреченные нами в осадках виды *Chaetoceros* характерны, как правило, для неритической области океана. В связи с тем, что температуры поверхностных вод на шельфе юго-западной Африки различны — от 12–13° в районах интенсивного подъема глубинных вод до 19° в относительно спокойных районах, — здесь встречены виды *Chaetoceros*, обитающие как в холодных водах (*Ch. subsecundus*), так и в умеренно теплых и теплых водах (*Ch. costatus*, *Ch. radicans*).

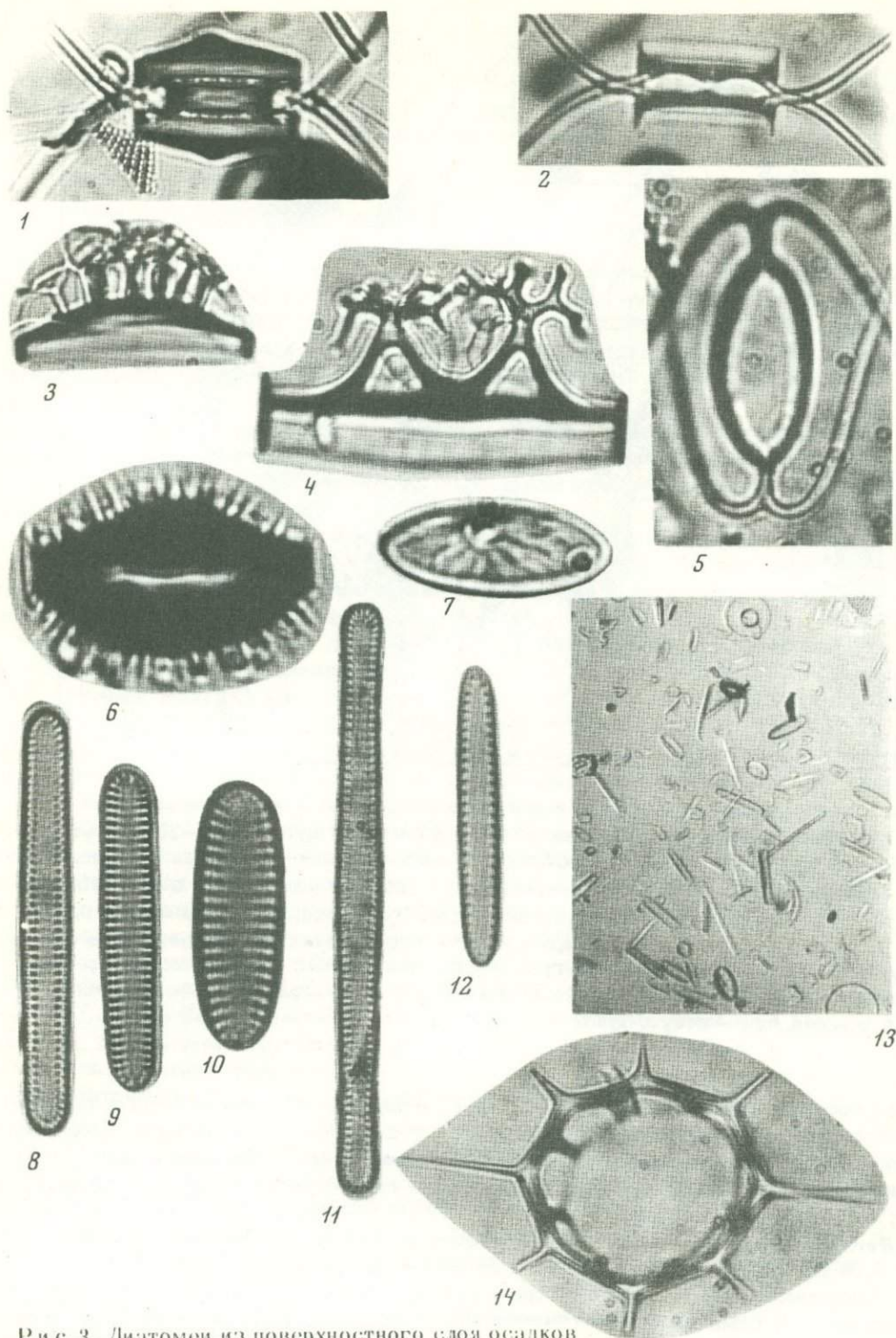


Рис. 3. Диатомей из поверхностного слоя осадков

Перитические и сублиторальные морские диатомей:

1-2 - *Chaetoceros didymus* Ehr.; 3 - *Ch. subsecundus* Hust.; 4 - *Ch. lorenzianus* Grun.; 5 - *Ch. cinctus* Grun.; 6 - *Ch. compressus* Lauder; 7 - *Hecotheca? peruviana* f. *nervosa* Mertz; 8-9 - *Raphoneis wetzellii* Mertz; 10 - *Rh. ischaboensis* (Grun.); 11 - *Rh. simonseni* Mertz; 12 - *Thalassionema nitzschioides* Grun.; 13 - ст. 209-2, комплекс пеннатных диатомей и споры *Chaetoceros*; 14 - *Distephanus octonarius* var. *polyactis* Jorg. (силикофлагеллята);

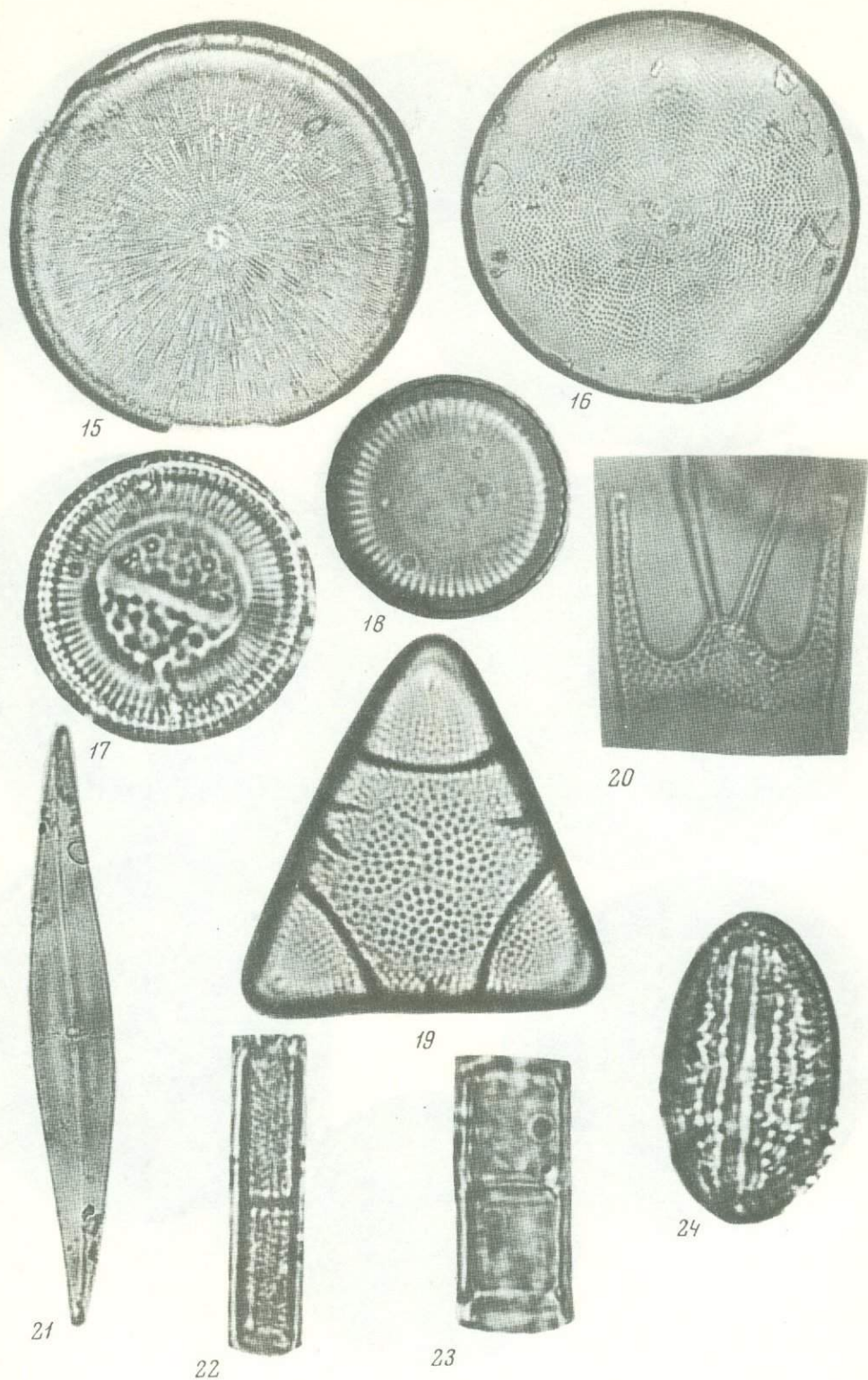


Рис. 3 (продолжение) 15-16 - *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs; 17 - *Cyclotella striata* Grun.; 18 - *Melosira sulcata* Ktz., 19 - *Biddulphia alternans* V.H.; 20 - *B. longicurvis* Grev.; 21 - *Pleurosigma normanii* Ralfs.; пресноводные диатомеи: 22 - *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs; 23 - *M. italica* Ktz.; 24 - *Cocconeis placentula* Ehr.; перитическо-океанические морские диатомеи:

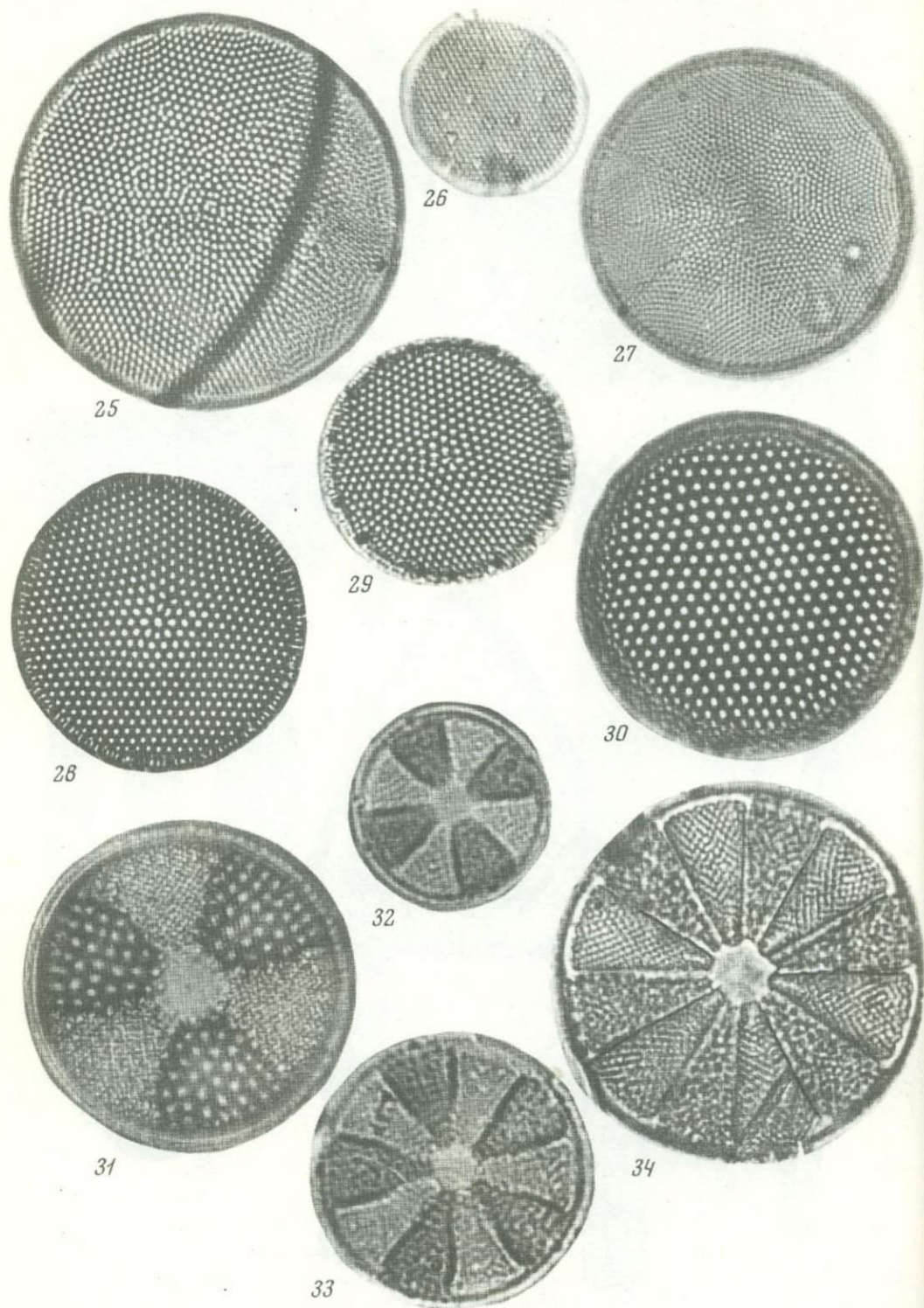
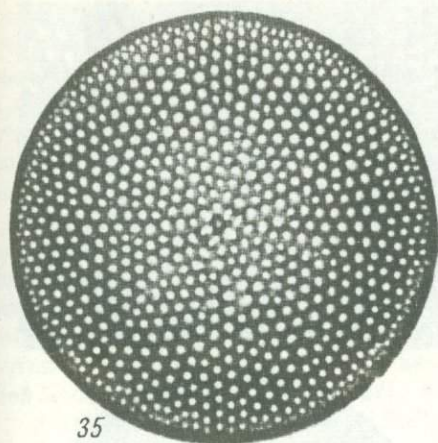
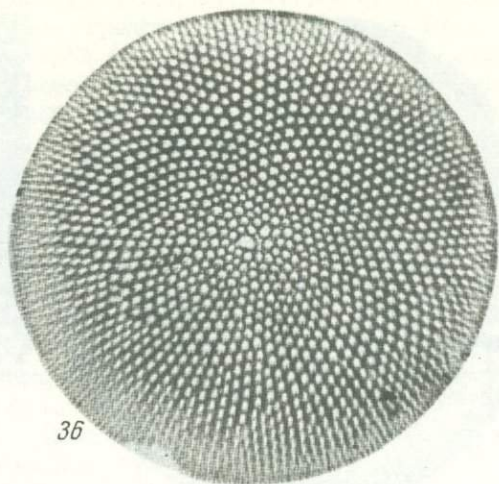


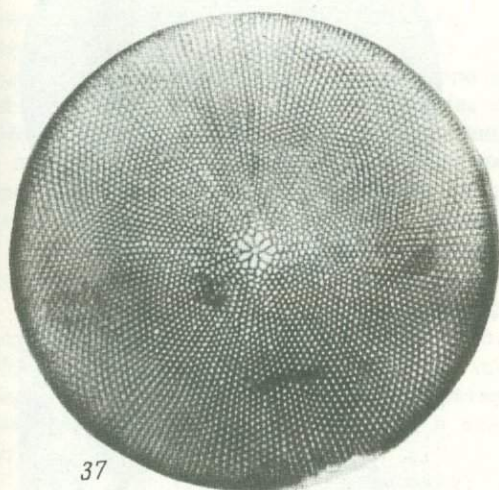
Рис. 3 (продолжение) 25 - *Coscinodiscus curvatus* Grun.; 26 - *Thalassiosira lineata* Jouse; 27 - *Th. excentrica* f. *fasciculata* Hust.; 28 - *Planktoniella sol* Schütt; 29-30 - *Th. decipiens* Jorg.; 31 - *Actinoptychus senarius* Ehr.; 32-33 - *A. bipunctatus* Lohman; 34 - *A. splendens* Ralfs.;



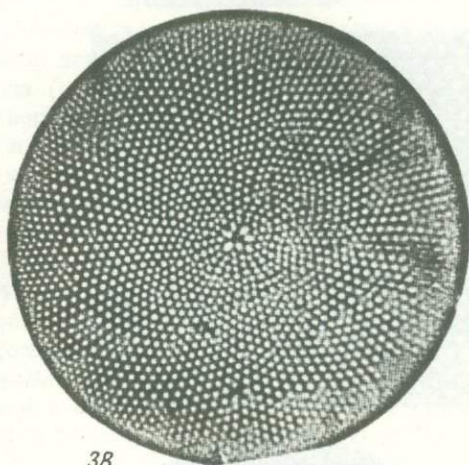
35



36



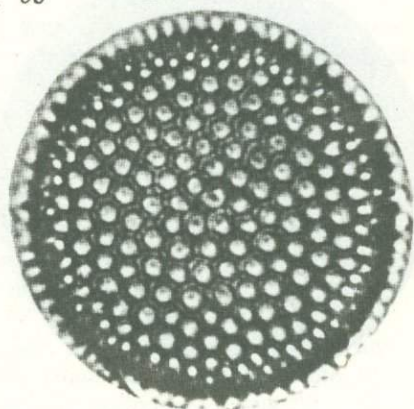
37



38

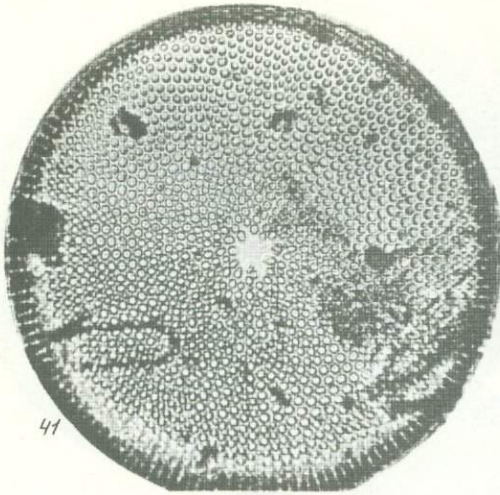


39

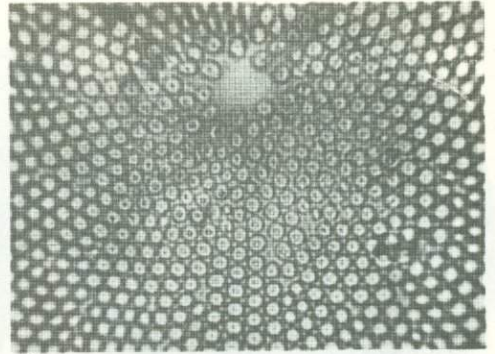


40

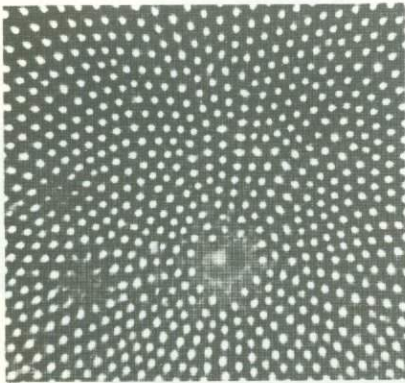
Рис. 3 (продолжение) 35 - *Coscinodiscus radiatus* Ehr.; 36 - *C. perforatus* Ehr.,
37 - *C. asteromphalus* v. *centralis* Grun.; 38 - *Coscinodiscus* sp. (*C. aff. perforatus*
Ehr.); 39 - *C. stellaris* Roper; *C. marginatus* Ehr.;



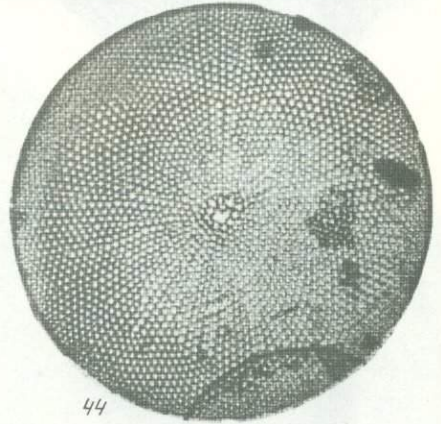
41



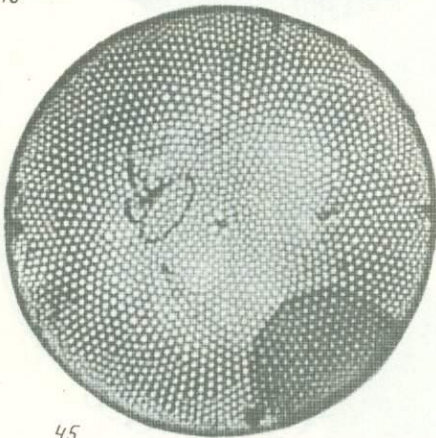
42



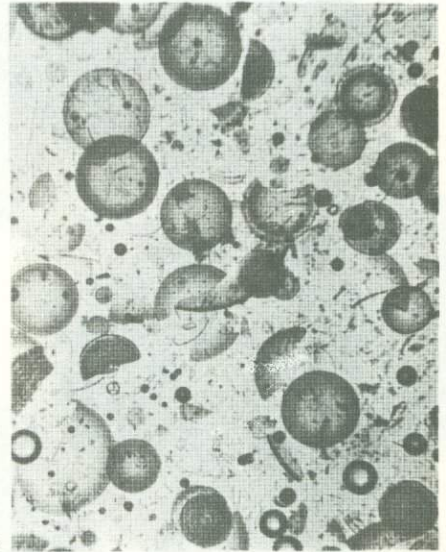
43



44



45



46

Р и с. 3 (окончание) 41-42 - *C. gigas* Ehr.; 43-44 - *C. janischii* A.S.; 45 - *Coscino-
discus* sp.; 46 - комплекс центрических диатомей (ст. 157-2)

Rhaphoneis (Ehr.) (комплекс видов) (рис. 2,3, фиг. 8-11) – сублиторальные диатомеи. В осадках шельфа встречены представители трех видов *Rhaphoneis* – *Rh.wetzeli* Mertz, *Rh.simonseni* Mertz, *Rh.ischaboensis* Grun. Наиболее массовым и часто встречающимся из них является *Rh.wetzeli*. Виды присутствуют в осадках 37 станций (кроме станций К-53, 517, 530, 578, 581, 591) в количестве от 0,23 до 32,44%. Максимальное количество *Rhaphoneis* приходится на осадки района с хорошо перемешанными водами, высоким содержанием в воде биогенных элементов и большим количеством в осадках створок диатомей вообще.

Thalassionema nitzschioides Grun. (рис. 3, фиг. 12) – неритический вид, образующий колонии. *Th.nitzschioides* встречается в осадках 35 станций в количестве от 0,1 до 28,2%. Количественное распределение этого вида по площади дна шельфа юго-западной Африки сходно с количественным распределением *Rhaphoneis* (комплекс). Максимальное количество *Th.nitzschioides* приходится на станции 1017, К-140 и на район, расположенный вблизи залива Уолфиш Бей – станции 530, 573, К-153/1, К-153/2.

Actinocyclus ehrenbergii Ralfs. (рис. 2,3, фиг. 15-16) – в осадках шельфа присутствует типовая форма и разновидности *A.ehrenbergii* var. *tenella* Hust. и *A.ehrenbergii* var. *sparsa* Hust. Эти виды характерны для прибрежной мелководной зоны океана. *A.ehrenbergii* встречен в осадках 31 станции в количестве от 0,3 до 24,6%. Осадки прибрежной зоны (глубины меньше 100 м) содержат повышенное количество этого вида (от 3 до 25%). Осадки, лежащие за пределами изобаты 100 м, обеднены створками *A.ehrenbergii* (менее 3%). Створки *A.ehrenbergii* сильно окремнены и имеют большие размеры – до 300 мк в диаметре. Таким образом, несмотря на то, что вид встречен в осадках в сравнительно небольшом количестве (в среднем от 0,5 до 6%), он является хорошим поставщиком в осадки аморфного кремнезема.

Planktoniella sol (Wall) Schütt. (рис. 3, фиг. 28). Вид встречен в количестве 0,4–24,9% на 32 станциях из 43 изученных.

Thalassiosira Cl. (комплекс) (рис. 2,3, фиг. 26-27, 29-30). В осадках встречены шесть видов *Thalassiosira*: *Th.coronifera* Pr.–Lavr., *Th.decipiens* Jorg., *Th.excentrica* var. *fasciculata* Hust., *Th.subsalina* Pr.–Lavr., *Th.lineata* Jouse, характерных в своем большинстве для неритической области океана. Все виды *Thalassiosira* в сумме присутствуют в осадках 34 станций в количестве от 0,7 до 22,2%.

Coscinodiscus Ehr. (комплекс). (рис. 3, фиг. 35-45). В осадках встречено 12 видов *Coscinodiscus*, которые в сумме составляют от 0,1 до 13,0%. Наиболее массовыми являются: *C.radiatus* Ehr., *C.curvatus* Grun., *C.perforatus* Ehr., *C.janischii* A.S., *C.gigas* Ehr. Большая часть встреченных здесь видов характерна для неритической области океана.

Ранее [4, 2] существовало мнение, что кремнистые осадки шельфа юго-западной Африки сложены косцинодискусовыми илами. Это мнение сложилось, по всей вероятности, благодаря тому, что створки *Coscinodiscus* обладают большими размерами, и несмотря на их относительно малое содержание в осадках, они являются, как и *Actinocyclus*, основными поставщиками аморфного кремнезема в осадки.

Melosira sulcata (Ehr.) Ktz. (рис. 2,3, фиг. 18) – сублиторальный вид. Встречен в осадках в количестве от 0,1 до 6,3%. Повышенное содержание створок вида в осадках приурочено к отдельным участкам побережья (станции К-141, К-152, 533, 1024, 1017). На большинстве станций находки *M.sulcata* единичны.

Помимо массовых видов, в осадках шельфа юго-западной Африки встречаются "единично-редко" представители таких родов, как *Biddulphia* Gray, *Navicula* Vogt, *Nitzschia* Hass., *Rhizosolenia* Ehr.

В осадках, полученных на ст. 53, помимо незначительного количества морских диатомей – *Chaetoceros* (споры), *Thalassiosira decipiens*, *Planktoniella sol*, присутствует много пресноводных диатомей: *Melosira italica* Ktz., *M.granulata* Ralfs., *Nitzschia fonticola* Grun., *Fragilaria construens* Grun., *Eunotia* Ehr. sp., *Pinnularia* Ehr.sp., *Stauroneis* Ehr.sp., *Stephanodiscus astraera* Grun., *Surirella linearis* W.S., *Tabellaria fenestrata* Ktz. Пресноводные диатомеи, принесенные в океан водами р.Конго, найдены также и в осадках станций К-51 и К-59, но их намного меньше, чем на ст. К-53.

При сравнении видового состава диатомей, встреченных в пробах водной взвеси и в донных осадках, видны существенные различия.

1. В пробах взвеси найдено 79 видов, в осадках – 103 вида. Это количественное различие связано с тем, что в пробах взвеси отсутствуют пресноводные диатомей, встреченные в осадках на станциях К-51, К-53, К-59. Пробы взвеси из этого района получены не были.

2. Ряд видов, присутствующих во взвеси, – *Asterionella japonica*, *Plagiogramma vanheurckii*, *Striatella delicatula* – не встречены в осадках. Несмотря на относительно малые глубины на шельфе, тонко окремненные панцири этих видов диатомей растворяются в воде, не доходя до дна.

3. В осадках доминируют виды диатомей: *Hercotheca? peruviana f. nervosa*, *Rhaphoneis* (комплекс), *Actinocyclus ehrenbergii*, *Coscinodiscus* (комплекс), которые не встречены в большом количестве во взвеси. Они накапливаются в осадках благодаря грубоокремненным панцирям и хорошей сохраняемости.

Представители других групп кремнистых организмов – силикофлягеллят, радиолярий и спикул губок – присутствуют в пробах взвеси и в донных осадках в небольшом количестве и не играют существенной роли в накоплении кремнистых осадков.

Силикофлягелляты присутствуют в осадках почти всех исследованных станций в количестве от 48 до 1440 тыс. экз. в 1 г осадка. Представлены силикофлягелляты в основном одним тепловодным видом – *Dictyocha fibula*, реже встречается *Distephanus speculum*.

Радиолярии – в осадках шельфа встречены главным образом иглы *Sticholoncha zonea*.

Спикулы губок найдены лишь в осадках станций, взятых вблизи берега, на глубинах менее 100 м.

Исследования приводят к следующим выводам. В районе шельфа юго-западной Африки происходит интенсивный подъем к поверхности глубинных вод, богатых биогенными элементами, что обеспечивает обильное круглогодичное развитие диатомей в планктоне.

Большинство видов диатомей обладает хорошей сохраняемостью и способствует накоплению в районе 17–25° ю.ш. на шельфе кремнистых осадков, почти чистых диатомитов, подобно осадкам Калифорнийского залива и шельфа Антарктики.

Диатомей представлены в подавляющем большинстве умеренными и умеренно тепловодными неритическими и сублиторальными видами. Относительно холодолобивый состав диатомей, характеризующий воды и осадки шельфа юго-западной Африки, – явление аномальное для тропических широт, что определяется холодным Бенгельским течением и интенсивным подъемом к поверхности холодных глубинных вод.

Литература

1. Жузе А.П., Мухина В.В., Козлова О.Г. 1969. Диатомей и силикофлягелляты в поверхностном слое осадков Тихого океана. В кн. "Тихий океан", т. 8. "Микрофлора и микрофауна в современных осадках Тихого океана". М., "Наука".
2. Емельянов Е.М., Сенин Ю.М. 1969. Особенности вещественного состава осадков шельфа юго-западной Африки. – Литология и полезные ископаемые, № 2.
3. Романкевич Е.А., Батурин Г.Н. 1972. О составе органического вещества фосфоритов шельфа юго-западной Африки. – Геохимия, № 6.
4. Сенин Ю.М. 1968. Особенности осадкообразования на шельфе юго-западной Африки. – Литология и полезные ископаемые, № 4.
5. Хованский Ю.А. 1962. Некоторые особенности динамики шельфовых вод у побережья юго-западной Африки. – Труды Балт. НИРО, вып. 9.
6. Currie R.J. 1953. Upwelling in the Benguella Current. – Nature, v. 171, N 4351.
7. Hart T.Y. 1953. Plankton of the Benguella Current. – Nature, v. 171, N 4354.
8. Hart T.Y., Currie R.J. 1960. The Benguella Current. Discovery Reports. V.31, November. Cambridge, Univ. press.
9. Mertz D. 1966. Mikropalaontologische und sedimentologische untersuhung der Pisco-formation Sudperus. – Palaeontographica. Bd.118, Leif.1–3.

DIATOMS IN THE SUSPENSION AND SURFACE SEDIMENTARY LAYER
OF THE SHELF OF SOUTH-WESTERN AFRICA

V.V.Muhina

Summary

The article contains data on the quantitative and species distribution of diatoms in the suspension and surface sedimentary layers. There is a certain similarity in the quantitative distribution of diatoms in the bottom sediments of the shelves of south-western Africa and Antarctic and the Bay of California. The main species are: *Hercotheca? peruviana*, *Chaetoceros*-complex, *Rhaphoneis*-complex, *Thalassionema nitzschioides*, *Actinocyclus ehrenbergii*, *Thalassiosira* - complex, *Coscinodiscus* - complex..

БИОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ КАРБОНАТНОГО НАННОПЛАНКТОНА В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ДОННЫХ ОСАДКОВ ТИХОГО, АТЛАНТИЧЕСКОГО И ИНДИЙСКОГО ОКЕАНОВ

М.Г. Ушакова

Карбонатный наннопланктон – термин, применяемый к представителям планктонных водорослей кокколитофорид (*Coccolithophoridae*), дискоастеров (*Discosteridae*) и близких им карбонатных микроостатков.

Кокколитофориды – микроскопические карбонатные золотисто-бурые водоросли, обитающие преимущественно в эвфотическом слое пелагических вод Мирового океана. Они являются, наряду с диатомовыми и динофлагеллятами, важной составной частью морского фитопланктона. Кокколитофориды развиваются в морских водах различных широт с температурой не ниже 2°, причем максимального разнообразия достигают в теплых водах низких широт.

В различных климатических зонах океана состав кокколитофорид неоднороден. В их распределении четко прослеживается географическая зональность, обусловленная различной характеристикой водных масс. Эта особенность в равной мере проявляется в их распределении в поверхностном слое осадков.

В донных осадках обычно встречаются отдельные известковые элементы оболочек кокколитофорид – кокколиты. Кокколиты, наряду с фораминиферами, являются важными компонентами пелагических карбонатных осадков. На долю карбонатных осадков приходится около 50% общей площади Мирового океана (Тихий – 36,2%, Атлантический – 67,5%, Индийский – 54,3%) [1]. Велико значение органогенного карбоната и в образовании древних осадочных толщ. Кокколитофориды известны в морских отложениях с раннего мезозоя (юра) до современной эпохи.

Кокколиты и дискоастеры используются для корреляции морских осадков, решений вопросов палеогеографии и стратиграфии, при выяснении геологической истории океанов. Именно в этих целях и проводится исследование биогеографической зональности видов и комплексов кокколитов в водах и поверхностном слое донных осадков.

Кокколиты содержатся в основном в тонких илистых осадках, богатых CaCO_3 (более 30%). Максимум кокколитов приходится на известковые фораминиферовые осадки с содержанием CaCO_3 от 70 до 90% [2, 3]. Они отсутствуют или встречаются относительно редко в слабокарбонатных осадках (красных глубоководных глинах и диатомово-радиоляриевых илах) и в прибрежных песчаных и высококарбонатных осадках. Наиболее высокие концентрации кокколитов характерны для осадков субтропической и тропической зон океанов, что свидетельствует о теплолюбивой природе этих организмов.

В осадках Тихого океана наиболее высокое содержание кокколитов встречено в фораминиферовых илах (например, в Тасмановом море, Чилийско-Перуанской котловине и др.).

Общее распределение кокколитов в поверхностном слое осадков отражает географию кокколитофорид в водах океанов, по данным их исследований в планктоне.

Распределение кокколитового материала в донных пелагических осадках подчинено тем же закономерностям, что и распределение CaCO_3 [3]. Оно зависит от климата (климатическая зональность), глубины осадконакопления (батиметрическая зональность) и разбавляющего действия терригенного материала суши (циркумконтинентальная зональность) [5].

В настоящей работе изложены сведения о танатоценозах кокколитов в поверхностном слое донных осадков Тихого, Атлантического¹ и Индийского океанов. Наиболее детально кокколиты изучались в осадках Тихого океана. Выяснены таксономический состав комплексов кокколитов в осадках различных климатических зон океанов и ареалы отдельных видов кокколитов.

Данные о танатоценозах кокколитов в поверхностном слое осадков Атлантического океана и о распределении современных кокколитофорид в водах Атлантического и Тихого океанов освещались в ряде работ [9, 10, 11]. В более ранних работах автора [4, 5, 6, 12] сообщались сведения по распределению кокколитов в водной взвеси и донных осадках Индийского и Тихого океанов.

В настоящей работе были использованы пробы донных осадков, собранные многочисленными советскими океанографическими экспедициями. Кокколиты изучались с помощью световой и электронной оптики (трансмиссионный и сканирующий микроскопы). Необходимость использования электронной техники связана с малыми размерами кокколитов (1–15 мк) и сложностью их морфологического строения. Особенно перспективны в этом отношении сканирующие микроскопы, дающие объемное изображение кокколитов. Успех изучения кокколитов зависит от возможности комплексного использования новейших электронных микроскопов в сочетании со световыми микроскопами, необходимыми при массовых количественных работах.

Общая характеристика видового состава кокколитов

В поверхностном слое донных осадков всех трех океанов встречается около 30 видов кокколитов. На некоторых станциях, в основном близких к берегам, где развиты отложения третичного возраста, в комплексах современных видов встречаются древние наннофоссилии, чаще дискоастеры.

Появление дискоастеров в комплексах современных видов, очевидно, связано с перестроением.

В Тихом океане в поверхностном слое осадков встречено 30 видов кокколитов: из них 19 современных видов и 11 древних. Современные виды: *Coccolithus pelagicus*, *C. aff. obtusus*, *C. daronicoides*, *Cyclococcolithus leptoporus*, *C. formosus*, *Cyclolithella annulus*, *Emiliana huxleyi*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Craspedolithus regulus*, *Hellicopontosphaera kamptneri*, *Rabdosphaera claviger*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Umbilicosphaera mirabilis*, *Ellipsoplacolithus productus*, *Ell. exsectus* *Pontosphaera scutellum*, *Discolithina japonica*, *Syracosphaera pulchra*, *Tiarolithus* sp. Древние виды палеоген-неогенового возраста: *Thoracosphaera deflandrei*, *Micrascidites* sp., *Discoaster brouweri*, *D. aster*, *D. woodringi*, *D. challengerii*, *D. ehrenbergii*, *D. barbadiensis*, *D. argutus*, *D. pentoradiatus*, *D. deflanderi*.

В Атлантическом океане в поверхностном слое осадков встречено 20 видов кокколитов (18 современных и 2 древних). Современные виды: *Coccolithus pelagicus*, *C. daronicoides*, *C. aff. obtusus*, *C. sarsiae*, *Cyclococcolithus leptoporus*, *Cyc. formosus*, *Cyclolithella annulus*, *Emiliana huxleyi*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Umbilicosphaera mirabilis*, *Hellicopontosphaera kamptneri*, *Discolithina japonica*, *Pontosphaera scutellum*, *Ellipsoplacolithus productus*, *Syracosphaera pulchra*, *Rabdosphaera claviger*, *Ceratolithus cristatus*, *Tiarolithus* sp. Древние виды: *Discoaster brouweri*, *D. aster*.

В Индийском океане встречено 11 видов кокколитов (10 современных и один древний — *Discoaster brouweri*). Современные виды: *Coccolithus pelagicus*, *C. aff. obtusus*, *Cyclococcolithus leptoporus*, *Umbilicosphaera mirabilis*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Hellicopontosphaera kamptneri*, *Ceratolithus cristatus*, *Rabdosphaera claviger*, *Cyclolithella annulus*, *Ellipsoplacolithus productus*.

Массовыми видами в осадках всех океанов являются космополиты: *Cyclococcolithus leptoporus*, *Gephyrocapsa oceanica*. Часто встречающиеся виды: *Coccoli-*

¹Кокколиты в донных осадках Атлантического океана изучались совместно с О. Пустельниковым.

thus pelagicus, *Umbilicosphaera mirabilis*, *Rabdosphaera claviger*, *Ceratolithus cristatus* (кроме Атлантического океана), *Hellicopontosphaera kamptneri*, *Ellipsoplacolithus productus*.

Биогеографическая характеристика современных видов

Из общего количества исследованных кокколитов рассмотрим четыре наиболее массовых вида: *Coccolithus pelagicus*, *Rabdosphaera claviger*, *Ceratolithus cristatus*, *Cyclococcolithus leptoporus*. Материалы по их распределению в поверхностном слое осадков сведены на картах (рис. 1-4).

1. *Coccolithus pelagicus* (рис. 1) – холодноводный биполярный вид; встречается в осадках бореальной, нотальной и субтропических зон, в основном в районах холодных течений. Этот вид встречается в осадках Чилийско-Перуанской котловины вплоть до 10° ю.ш., куда достигает холодное Чилийское течение. В других районах южного полушария Тихого океана этот вид не был отмечен севернее 38° ю.ш. В осадках бореальной и нотальной зон *Coccolithus pelagicus* – массовый доминирующий вид; в осадках субтропических зон он встречается единично.

В осадках Тихого океана вид встречается севернее 28° с.ш. и южнее 38° ю.ш., на западе он поднимается до 10° ю.ш. В осадках Атлантического океана обитает севернее 30° с.ш., южнее 15° ю.ш. В осадках Индийского океана – южнее 28° ю.ш. Макинтайр и Бе [10, 11] не встречали *Coccolithus pelagicus* в планктоне южных частей Атлантического и Тихого океанов, а в осадках находили.

Поскольку максимальное содержание и наибольшая частота встречаемости *Coccolithus pelagicus* характерны для осадков бореальной и нотальной областей океанов, этот вид можно считать холодноводным, что подтверждается данными по планктону. Такая четкая биогеография *Coccolithus pelagicus* делает его хорошим палеоэкологическим и палеогеографическим индикатором [7, 8].

2. *Rabdosphaera claviger* (рис. 2) – умеренно тепловодный вид, характерный для субтропических широт. В осадках Тихого океана этот вид встречается между 15° и 40° с.ш., спускаясь до 5° с.ш. в западной части океана (Западно-Каролинская котловина), и между 12° и 30° ю.ш., поднимаясь до 40° ю.ш. в районе Тасманова моря. В осадках Атлантического океана – между 29° и 42° с.ш. и южнее 15° ю.ш. В Индийском океане – южнее 4° ю.ш. Такая четкая приуроченность *Rabdosphaera claviger* к субтропическим зонам океанов позволяет считать его индикатором умеренно тепловодных условий осадконакопления.

3. *Ceratolithus cristatus* (рис. 3) – тепловодный вид широкого распространения, часто встречается в донных осадках субтропических и тропической зон Тихого и Индийского океанов. Интересно, что в осадках Атлантики *Ceratolithus cristatus* встречается только в южной субтропической зоне ($15-22^{\circ}$ ю.ш.). Причина этого пока не ясна.

В осадках Тихого океана этот вид встречается между 34° с.ш. и 28° ю.ш., поднимаясь на западе до 42° с.ш., причем в районе экватора – это массовый вид. В осадках Индийского океана *Ceratolithus cristatus* распространен между 15° с.ш. и 33° ю.ш. Этот тепловодный вид менее требователен к колебаниям температуры, чем *Coccolithus pelagicus* и *Rabdosphaera claviger*. Встречается он в широкой области, охватывающей субтропические и тропические зоны океанов, и может считаться индикатором тепловодных условий осадконакопления.

4. *Cyclococcolithus leptoporus* (рис. 4) – массовый вид, пример космополитного эвритермного вида наряду с *Gephyrocapsa oceanica* и *Emiliana huxleyi*. Встречается во всех океанах от 60° с.ш. в Атлантике до 58° ю.ш. в Тихом океане. Его численность в осадках межледниковых и ледниковых эпох плейстоцена колеблется [7, 8]; в теплые эпохи она выше, чем в холодные.

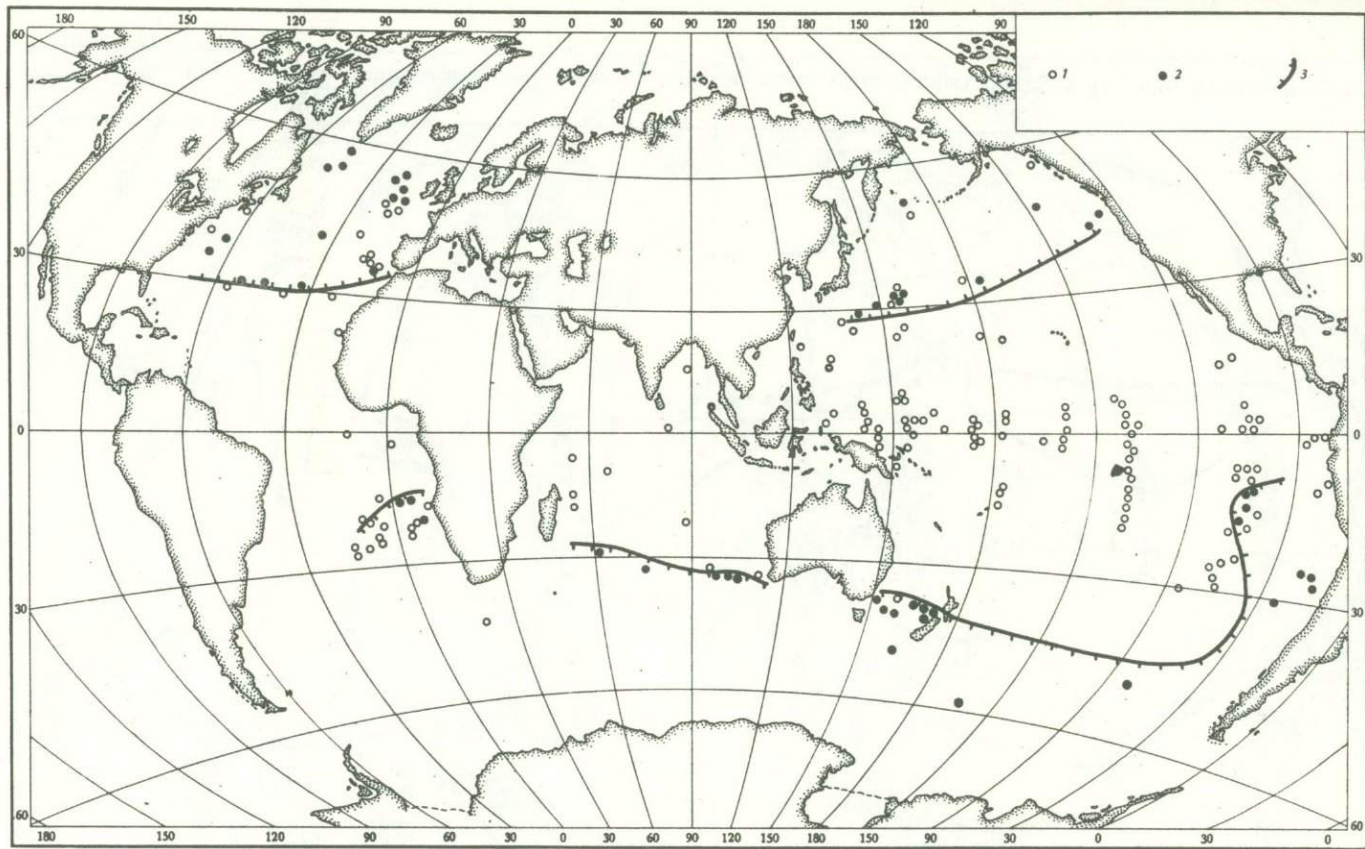


Рис.1. Распространение *Coccolithus pelagicus* в поверхностном слое донных осадков Тихого, Атлантического и Индийского океанов

1 – исследованные станции; 2 – станции, на которых вид встречен; 3 – граница распространения вида

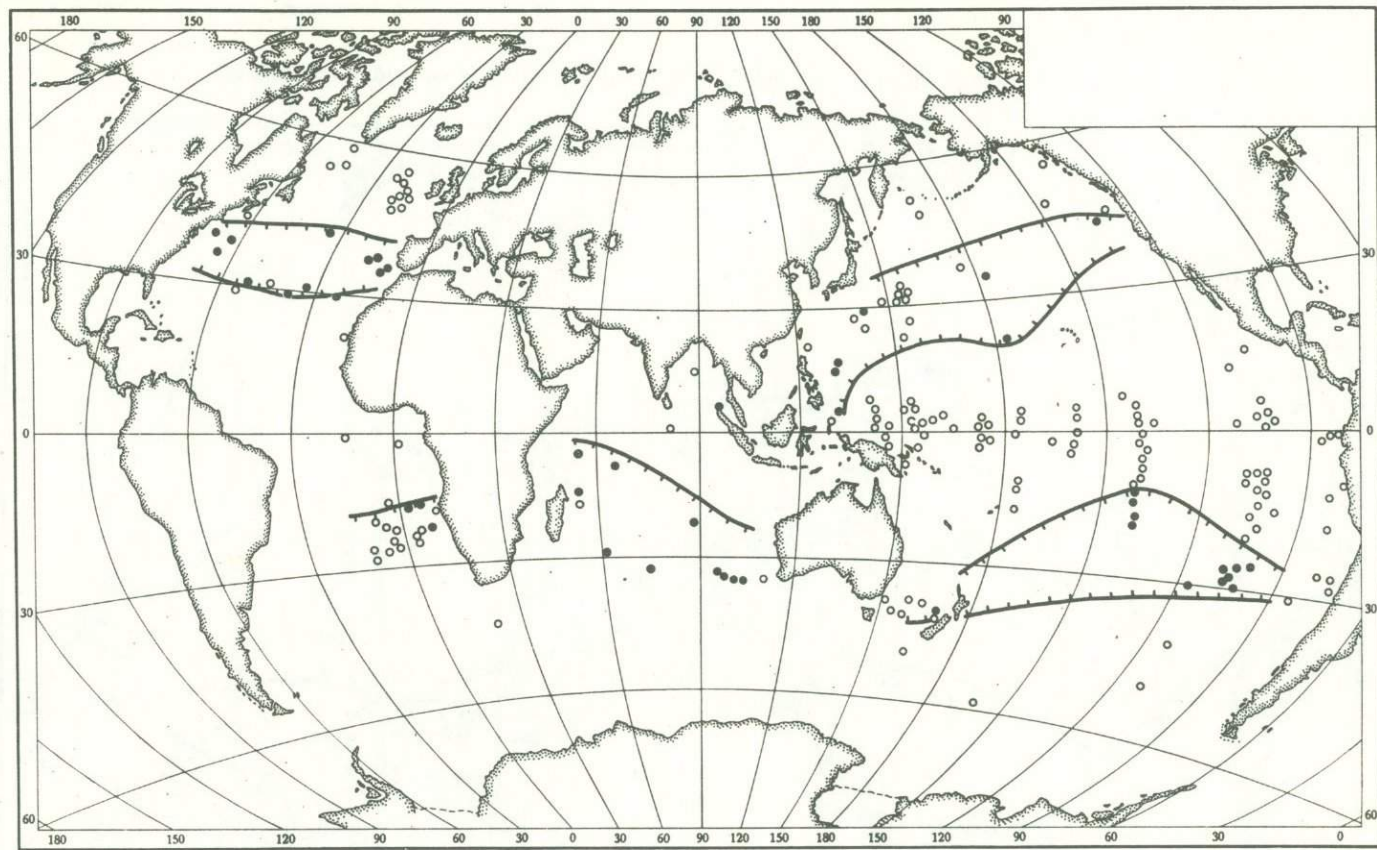
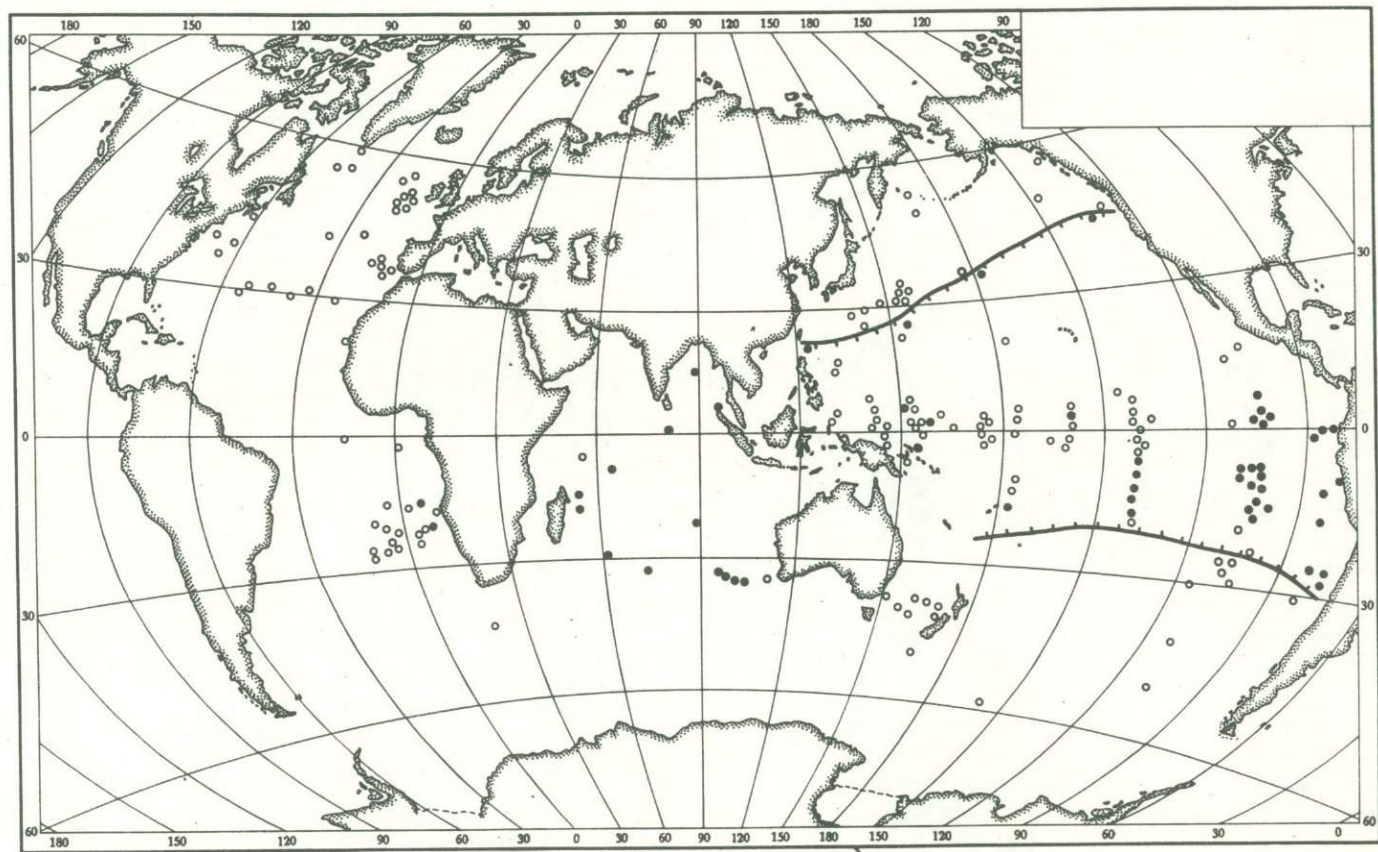


Рис. 2. Распространение *Rhabdosphaera claviger* в поверхностном слое донных осадков Тихого, Атлантического и Индийского океанов



Р и с.3. Распространение *Ceratolithus cristatus* в поверхностном слое донных осадков Тихого, Атлантического и Индийского океанов

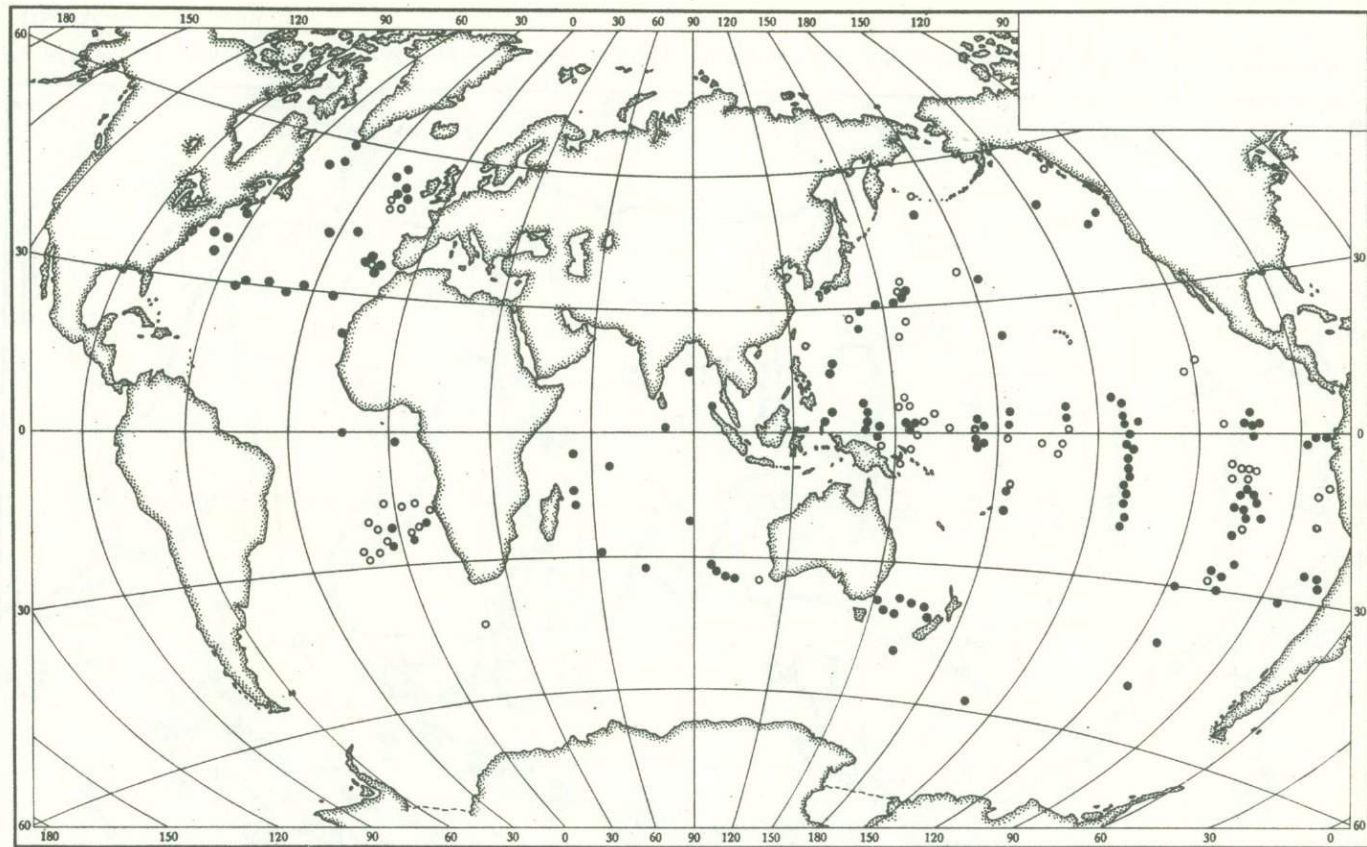


Рис. 4. Распространение *Cyclococcolithus leptoporus* в поверхностном слое донных осадков Тихого, Атлантического и Индийского океанов

Данные по биогеографическому распределению отдельных видов кокколитов в донных осадках послужили для выделения комплексов, характерных для различных климатических зон океанов: бореальной, северной и южной субтропических, тропической и нотальной (см. таблицу, рис. 5).

Наиболее полно и четко комплексы кокколитов выделяются в осадках Тихого океана. В нем различаются все пять комплексов кокколитов. Для Атлантического океана характерны четыре комплекса: бореальный, северный и южный субтропические и тропический. В Индийском океане — три комплекса: северный и южный субтропические и тропический. Не исключено, что северный субтропический комплекс при более детальном исследовании может быть отнесен к тропическому, но сильно обедненному и измененному влиянием близлежащего континента.

Наиболее четкую таксономическую обособленность имеют комплексы кокколитов в осадках бореальной зоны Тихого и Атлантического океанов и нотальной зоны Тихого океана. Для них характерно присутствие массового доминирующего холодноводного вида *Coccolithus pelagicus*, космополитного вида *Cyclococcolithus leptoporus*, при относительно бедном общем составе видов. Бореальные комплексы приурочены к осадкам областей распространения субарктических вод, нотальный комплекс — к области распространения умеренных вод.

Бореальный комплекс Тихого океана включает три вида: массовый руководящий вид — *Coccolithus pelagicus*, *Cyclococcolithus leptoporus*, *Gephyrocapsa oceanica*. Этот комплекс приурочен к осадкам севернее 40° с.ш.

Бореальный комплекс Атлантического океана богаче тихоокеанского. В нем, кроме тихоокеанских видов, появляются единичные *Emiliania huxleyi*, *Hellicopontosphaera kamptneri* и *Coccolithus* aff. *obtusus*. Субарктический комплекс Макинтайра и Бе [10] соответствует нашему бореальному комплексу. В этот комплекс они включают три вида: *Coccolithus pelagicus*, *Emiliania huxleyi*, *Cyclococcolithus leptoporus*. На востоке граница этого комплекса в Атлантике опускается до $45-50^{\circ}$ с.ш., а на западе, благодаря влиянию Гольфстрима, поднимается до 60° с.ш.

Нотальный комплекс Тихого океана включает массовый руководящий вид *Coccolithus pelagicus*, а также *Cyclococcolithus leptoporus*, *Hellicopontosphaera kamptneri*. Северная граница нотального комплекса в осадках Тихого океана проходит южнее 40° ю.ш. и опускается до 30° ю.ш. на востоке океана под влиянием холодного Чилийско-Перуанского течения.

Комплексы кокколитов в осадках субтропических зон океанов сходны по составу. Для них характерно большое видовое разнообразие. Типичным массовым видом этого комплекса является *Rabdosphaera claviger*, при незначительном участии *Coccolithus pelagicus* и *Ceratolithus cristatus*. Численность кокколитов заметно возрастает по сравнению с численностью их в бореальных и нотальных комплексах.

В составе северного субтропического комплекса Тихого океана ($20-40^{\circ}$ с.ш.) находятся массовые виды: *Rabdosphaera claviger*, *Cyclococcolithus leptoporus*, *Gephyrocapsa oceanica* и *Umblicosphaera mirabilis*, *Ellipsoplacolithus productus*. Изредка встречаются также *Coccolithus pelagicus*, *C.* aff. *obtusus*, *Ceratolithus cristatus*, *Hellicopontosphaera kamptneri*, *Cyclolithella annulus*.

Северный субтропический комплекс Атлантики ($28-50^{\circ}$ с.ш.) содержит те же виды, что и тихоокеанский, за исключением *Ceratolithus cristatus*, который здесь отсутствует. Для Атлантики характерно также присутствие космополитного вида *Emiliania huxleyi* и *Cyclococcolithus formosus*.

Северный субтропический комплекс Индийского океана сходен с тихоокеанским. В отличие от видов Тихого и Атлантического океанов, типичный вид *Rabdosphaera claviger* является здесь массовым доминирующим видом. Обязательный для субтропических комплексов *Coccolithus pelagicus* здесь отсутствует. Южная граница этого комплекса проходит около 4° с.ш.

Южные субтропические комплексы содержат те же виды, что и северный тихоокеанский, но имеют более богатый видовой состав. В южном субтропиче-

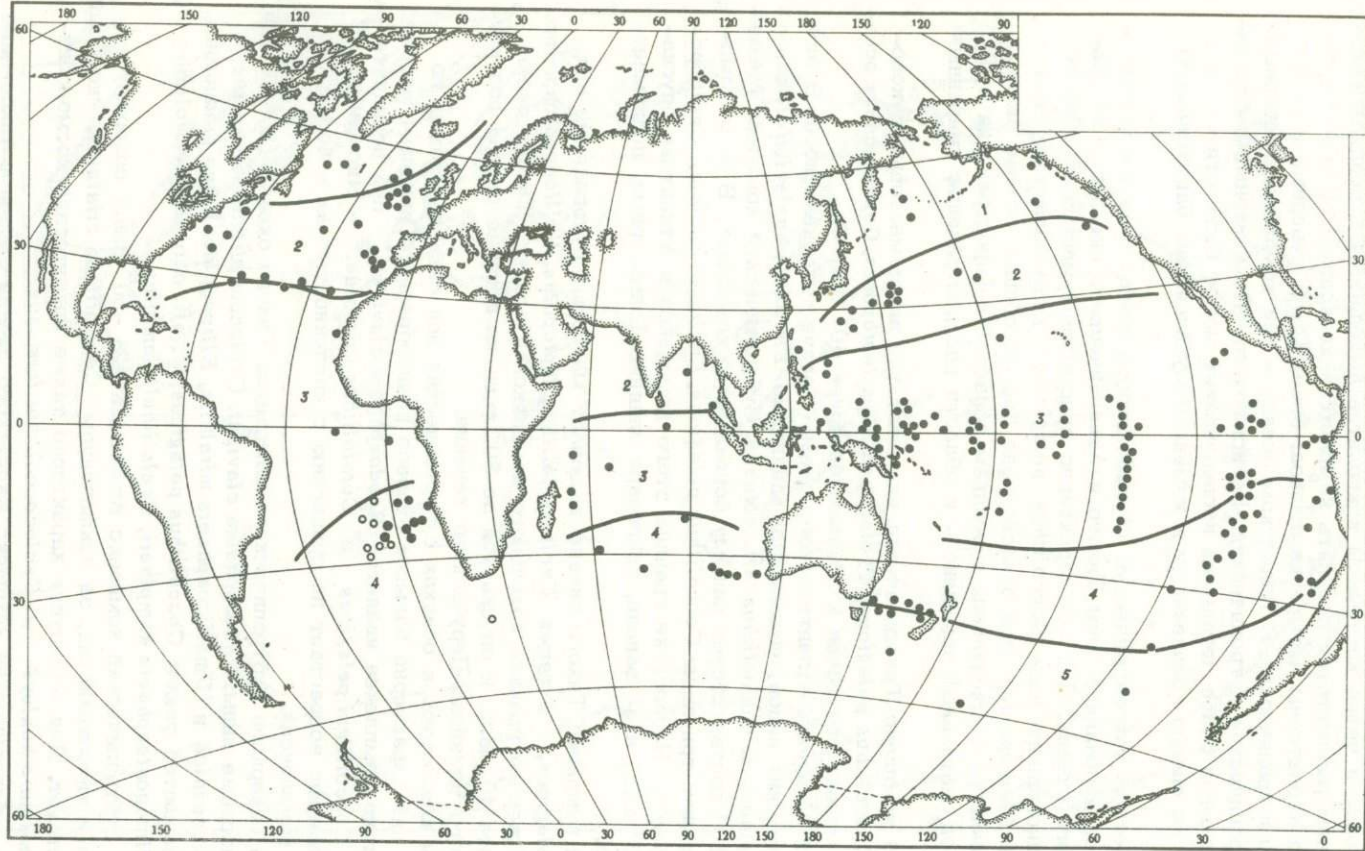


Рис.5. Распространение различных комплексов кокколитов в поверхностном слое осадков Тихого, Атлантического и Индийского океанов

1 – бореальный; 2 – северный субтропический; 3 – тропический; 4 – южный субтропический; 5 – нотальный

Комплексы кокколитов в поверхностном слое донных осадков Тихого, Атлантического и Индийского океанов

Вид современных кокколитов	Тихий океан					Атлантический океан				Индийский океан		
	б*	с/с	т	ю/с	н	б	с/с	т	ю/с	с/с	т	ю/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Coccolithus pelagicus</i>	+	+		+	+	+	+		+			+
<i>Cyclococcolithus leptoporus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Hellicopontosphaera kamtneri</i>		+	+	+	+	+			+	+		
<i>Emiliana huxleyi</i>				+	+	+	+	+	+			
<i>Coccolithus aff. obtusus</i>		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Umbilicosphaera mirabilis</i>		+	+	+			+	+	+	+	+	
<i>Ellipsoplacolithus productus</i>		+	+	+			+	+	+	+		+
<i>Cyclolithella annulus</i>		+	+	+				+	+	+		+
<i>Ceratolithus cristatus</i>		+	+	+					+	+	+	+
<i>Rabdosphaera claviger</i>		+		+			+		+		+	+
<i>Cyclococcolithus formosus</i>				+			+					
<i>Coccolithus daronicoides</i>				+	+			+	+			
<i>Syracosphaera pulchra</i>				+	+				+			
<i>Tiarolithus sp.</i>					+				+			
<i>Discolithina japonica</i>				+					+			
<i>Ellipsoplacolithus exsectus</i>				+								
<i>Craspedolithus ragulus</i>				+								
<i>Pontosphaera scutellum</i>					+				+			
<i>Coccolithus sarsiae</i>									+			

*б - бореальный; с/с - северный субтропический; т - тропический; ю/с - южный субтропический; н - нотальный.

ском комплексе Тихого океана присутствуют дополнительно *Emiliana huxleyi*, *Coccolithus daronicoides*, *Syracosphaera pulchra*, *Tiarolithus sp.* Область распространения этого комплекса от 23 до 42° ю.ш., на востоке у берегов Перу и Чили - от 9 до 30° ю.ш.

Южный субтропический комплекс Атлантики пополняется *Coccolithus daronicoides*, *Emiliana huxleyi*, *Tiarolithus sp.*, *Discolithina japonica*, *Pontosphaera scutellum*. В отличие от северного субтропического комплекса Атлантики, здесь появляется *Ceratolithus cristatus*. Северная граница этого комплекса расположена южнее 18° ю.ш.

Южный субтропический комплекс Индийского океана относительно небогат видами. Он содержит массовый вид *Rabdosphaera claviger*, а также *Cyclococcolithus leptoporus*, *Coccolithus aff. obtusus*, *C. pelagicus*, *Cyclolithella annulus*, *Ellipsoplacolithus productus*, *Ceratolithus cristatus*, *Gephyrocapsa oceanica*. Северная граница этого комплекса проходит южнее 22° ю.ш.

Комплексы кокколитов в осадках широкой тропической зоны во всех трех океанах характеризуются количественным и качественным обилием. В массовых количествах в Тихом и Индийском океанах встречен *Ceratolithus cristatus*. Единичными экземплярами представлены *Pontosphaera scutellum*, *Craspedolithus ragulus*, *Coccolithus sarsiae*, *Ellipsoplacolithus exsectus*. В составе тропических комплексов, как правило, отсутствуют *Coccolithus pelagicus* и *Rabdosphaera clavigera* (кроме единичных находок в осадках Индийского океана).

Наиболее богатый тропический комплекс кокколитов обнаружен в осадках Тихого океана: *Cyclococcolithus leptoporus*, *C. formosus*, *Ceratolithus cristatus*,

Cyclolithella annulus, *Gephyrocapsa oceanica*, *Umbilicosphaera mirabilis*, *Ellipsoplacolithus productus*, *Ell. exsectus*, *Craspedolithus ragulus*, *Coccolithus* aff. *obtusus*, *C. daronicoides*, *Emiliana huxleyi*, *Discolithina japonica*, *Pontosphaera scutellum*, *Syracosphaera pulchra*, *Hellicopontosphaera kamtneri*. Границы этого комплекса ограничены 20° с.ш. и 23° ю.ш., на востоке южная граница сдвигается до 9° ю.ш. Следует отметить, что между 10° с.ш. и 3° ю.ш. в экваториальной области численность и разнообразие тропического комплекса уменьшаются.

Тропический комплекс кокколитов Атлантики (28° с.ш. — 18° ю.ш.) содержит: *Cyclococcolithus leptoporus*, *Emiliana huxleyi*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Coccolithus* aff. *obtusus*, *C. sarsiae*, *C. daronicoides*, *Ellipsoplacolithus productus*, *Umbilicosphaera mirabilis*. Абсолютное количество кокколитов этого комплекса максимально для комплексов Атлантического океана.

Тропический комплекс кокколитов Индийского океана (2° с.ш. — 22° с.ш.) представлен *Cyclococcolithus leptoporus*, *Coccolithus* aff. *obtusus*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Umbilicosphaera mirabilis*, *Ceratolithus cristatus*. Последний вид встречается в значительном количестве. Отмечены единичные *Rabdosphaera claviger*.

Полученные материалы дают представление о биогеографическом распределении карбонатного наннопланктона в поверхностном слое осадков исследованных океанов.

Литература

1. Безруков П.Л., Лисицын А.П., Петелин В.П., Скорнякова Н.С. 1969. Карта донных осадков Мирового океана. В сб. "Современные осадки морей и океанов". М., "Наука".
2. Лисицын А.П. 1969а. Процессы современного осадконакопления в южной и центральных частях Индийского океана. В сб. "Современные осадки морей и океанов". М., "Наука".
3. Лисицын А.П. 1969 б. Распространение остатков карбонатных микроорганизмов во взвеси и в донных осадках. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
4. Ушакова М.Г. 1966. Биостратиграфическое значение кокколитофорид на примере донных отложений Тихого океана. — Океанология, т. VI, вып. 1.
5. Ушакова М.Г. 1968. Кокколиты во взвеси и в поверхностном слое осадков Индийского океана. В кн. "Ископаемые водоросли СССР". М., "Наука".
6. Ушакова М.Г. 1969. Кокколиты во взвеси и в поверхностном слое осадков Тихого и Индийского океанов. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
7. Geitzenauer K. 1969. Coccoliths as late Quaternary paleoclimatic indicators in the subantarctic Pacific Ocean. — Nature, v. 223, p. 170-172.
8. Geitzenauer K. 1972. The Pleistocene calcareous nannoplankton of the subantarctic Pacific Ocean. — Deep-Sea Res., v. 19, 45-60.
9. McIntyre A.R. 1970. Coccolith concentrations and differential solution in oceanic sediments. In: "The micropaleontology of oceans". London, Cambridge Univ. Press.
10. McIntyre A., Bé A. 1967. Modern Coccolithophoridae of the Atlantic Ocean. — Deep-Sea Res., v. 14, p. 561-597.
11. McIntyre A., Bé A., Roche M. 1970. Modern Pacific Coccolithophorida: a paleontologic thermometer. — N.Y. Acad. Sci., Trans., II, v. 32, N 6.
12. Ushakova M.G. 1970. Coccoliths in suspension and in the surface layer of sediment in the Pacific Ocean. In: "The micropaleontology of oceans". London, Cambridge Univ. Press.

BIOGEOGRAPHICAL ZONATION IN THE DISTRIBUTION OF CALCAREOUS
NANNOPLANKTON IN THE SURFACE LAYER OF SEDIMENT FROM
THE PACIFIC, ATLANTIC AND INDIAN OCEANS

M.G.Ushakova

Summary

In the surface bottom sediments of the Pacific, Atlantic and Indian Oceans 31 species of coccoliths and discoasters were detected. There are 20 recent and 11 ancient species. 19 recent coccolith species were found in the Pacific, 18 in Atlantic and 10 in the Indian Ocean. The data on distributions of four abundant species (*Coccolithus pelagicus*, *Rabdosphaera claviger*, *Ceratholithus cristatus*, *Cyclococcolithus leptoporus*). From their distribution in the sediments, recent coccolith species can be divided into five biogeographical complexes (Boreal, northern and southern Subtropical, Tropical and Notal complexes). These complexes are similar in the three oceans. As all other planktonic organisms the coccolithophorida have single biogeographical zonation.

Известковый наннопланктон палеогена изучен в настоящее время достаточно хорошо, благодаря чему имеется возможность дробного расчленения разрезов, особенно палеоцена и эоцена. Изученность наннофоссилий олигоцена до недавнего времени отставала от общего уровня, и лишь с 1967 г. в зарубежной литературе начали появляться сводки и работы монографического характера с описанием олигоценовых комплексов наннопланктона, в частности различных районов Мирового океана. Одной из таких первых работ была статья Брамлетта и Вилконсона 1967 г., в которой в олигоценовом разрезе о-ва Тринидад было выделено пять зон (снизу вверх): *Helicosphaera reticulata*, *Sphenolithus predistentus*, *Sphenolithus distentus*, *Sphenolithus ciperoensis*, а также нижняя часть зоны *Triquetrorhabdulus carinatus* на рубеже с миоценом. Эти зоны с добавлением в низах олигоцена зоны *Erissonia subdisticha* вошли в "стандартную" схему расчленения палеогена Мартини [5]. В 1971 г. Бакри [2, 3, 4], изучавший остатки наннопланктона в кернах, поднятых "Гломар Челленджер", выделил в Тихом океане те же зоны с той разницей, что нижняя зона *Helicosphaera reticulata* делится им на две субзоны: *Coccolithus subdistichus* и *Cyclococcolithina formosa*. Олигоцен Атлантики наиболее дробно расчленен по наннопланктону Ротом [6], который выделил шесть зон (седьмая на рубеже с миоценом), несколько смещенных в среднем олигоцене вверх по разрезу, по сравнению с зонами Мартини.

Нами были изучены образцы, полученные от А.П. Жузе, которые были отобраны из глубоководной колонки ст. 5996/5 и/с "Витязь" ($10^{\circ}58$ с.ш. - $153^{\circ}23'$ з.д. в интервале 6-30 см. В этом интервале колонка слагается радиоляриево-диатомово-кокколитовыми илами [1]. В верхней части илы практически бескарбонатны и кокколитов обнаружить не удалось. Нижняя часть колонки содержит обильные остатки известкового наннопланктона, относящегося к трем группам: собственно кокколитам, дискоастерам и сфенолитам - органическим остаткам неопределенного систематического положения. Наиболее тонкодисперсная часть ила - карбонатные частицы размером в 1 мк и менее - почти полностью представлена тонкими фрагментами кокколитов. Несмотря на обилие остатков известкового наннопланктона, сохранность его неудовлетворительна. Поэтому с помощью электронного микроскопа удалось определить лишь следующие виды: *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette et Riedel), Bramlette et Sullivan; *Reticulofenestra bisecta* (Hay, Mohler, Wade) Roth; *R. scissura* Hay, Mohler, Wade; *Discoaster adaman-teus* Bramlette et Wilcoxon; *D. ornatus* Stradner; *D. rufus* Roth; *D. woodringi* Bramlette et Riedel; *Micrantholithus vesper* Deflandre; *Sphenolithus moriformis* (Bronniman et Stradner) Bramlette et Wilcoxon; *S. cf. predistentus* Bramlette et Wilcoxon (см. рисунок).

СЕМЕЙСТВО COCCOLITHACEAE KAMTNER, 1928

Род *Coccolithus* Schwarz, 1894

Coccolithus eopelagicus (Bramlette et Riedel, 1954) Bramlette et Sullivan, 1961

Фиг. 1

Tremalithus eopelagicus: Bramlette et Riedel, 1954, p. 392, pl. 38, fig. 2.

Coccolithus eopelagicus (Bramlette et Riedel): Bramlette et Sullivan, p. 141.

Erisconia eopelagica (Bramlette et Riedel): Roth, in Roth, Baumann, Bertolino, 1971, p. 1092.

Размеры. Большой диаметр кокколитов — до 14 мк.

Распространение. Обычная форма в изученных образцах. Описана в палеогене многих пунктов Европы и США, Атлантики и Тихого океана, эоцене-олигоцене Новой Зеландии, олигоцене Сирии, неогене Северной Африки.

Род *Reticulofenestra* Hay, Mohler, Wade, 1966

Reticulofenestra bisecta (Hay, Mohler, Wade, 1966), Roth, 1970

Фиг. 2

Syracosphaera bisecta: Hay, Mohler, Wade, 1966, p. 393, pl.

*Reticulifenestra bisecta*¹⁾ (Hay, Mohler, Wade): Roth, 1970, p. 847, pl. 3, fig. 6.

Размеры. Большой диаметр кокколитов — до 12 мк.

Распространение. Частая форма в изученных образцах. Описана в верхнем эоцене Северного Кавказа, в эоцене — олигоцене Европы, США и Атлантического океана.

Reticulofenestra scissura Hay, Mohler, Wade, 1966

Фиг. 3

Reticulofenestra scissura: Hay, Mohler, Wade, 1966, p. 387, pl. 5, fig. 1-6.

Размеры. Большой диаметр кокколитов до 11 мк.

Распространение. Обычная форма в изученных образцах. Описана в верхнем эоцене Северного Кавказа, Новой Зеландии, в верхнем эоцене — среднем олигоцене Атлантического океана, США, Бельгии, Италии, ФРГ.

СЕМЕЙСТВО DISCOASTERACEAE VEKSHINA, 1959

Род *Discoaster* Tan Sin Hok, 1927

Discoaster ornatus Stradner, 1958

Фиг. 4

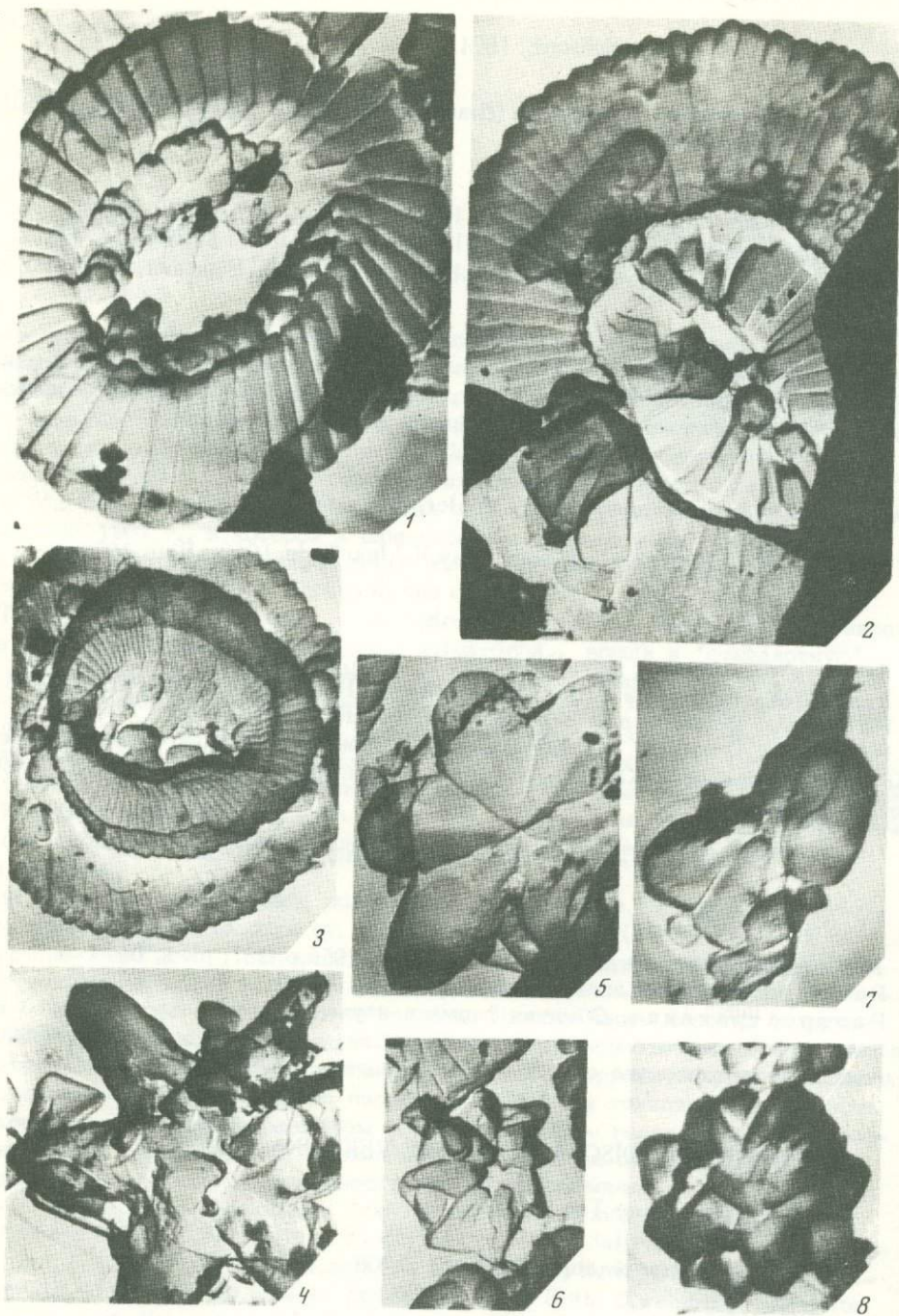
Discoaster ornatus: Stradner, 1958, p. 188, fig. 38

Discoaster aff. *D. ornatus* Stradner: Hay, 1971, p. 91, pl. 11, fig. 7,8.

Размеры. Расстояние между концами противоположных лучей до 11 мк.

Распространение. Сравнительно редкая форма в изученных образцах. Описана в палеоцене Австрии и олигоцене ФРГ.

¹В оригинале допущена ошибка: *R. biseceta*.



1 - *Coccolithus eopelagicus*, $\times 10000$; 2 - *Reticulofenestra bisecta*, $\times 10000$; 3 - *Reticulofenestra scissura*, $\times 5000$; 4 - *Discoaster ornatus*, $\times 10000$; 5 - *Discoaster rufus*, $\times 5000$; 6 - *Sphenolithus* sp., $\times 6500$; 7 - *Sphenolithus* cf. *predistentus*, $\times 4500$; 8 - *Sphenolithus moriformis*, $\times 7500$

Discoaster rufus Roth, 1970

Фиг. 5

Discoaster rufus: Roth, 1970, p. 867, pl. 13, fig. 3.

Размеры. Расстояние между концами противоположных лучей — до 12 мк.
Распространение. Обычная форма в изученных образцах. Описана в олигоценовых отложениях Атлантики.

СЕМЕЙСТВО SPHENOLITHACEAE VEKSHINA, 1959

Род *Sphenolithus* Deflandre, 1954

Sphenolithus sp.

Фиг. 6

Sphenolithus cf. *predistentus* Bramlette et Wilcoxon

Фиг. 7

Sphenolithus moriformis (Bronnimann et Stradner) Bramlette et Wilcoxon

Фиг. 8

Nannoturbella moriformis; Bronniman et Stradner, 1960, p. 386, fig. 11–16.

Sphenolithus moriformis (Bronniman et Stradner): Bramlette et Wilcoxon, p. 124, pl. III, fig. 1–6.

Размеры. До 6 мк.

Распространение. Обычная форма в изученных образцах, описан в верхнем эоцене — олигоцене многих районов мира.

Описанный комплекс известковых наннофоссилий не позволяет с точностью до зоны определить стратиграфическое положение изученных образцов, однако отсутствие таких форм, как *Isthmolithus recurvus* Deflandre и *Reticulofenestra placomorpha* (Kamptner), при наличии *Reticulofenestra scissura* Hay, Mohler, Wade и *Discoaster rufus* Roth, позволяют сделать вывод о том, что они относятся к верхам нижнего — низам среднего олигоцена.

Литература

1. Жузе А.П. Олигоцен-миоценовые биостратиграфические зоны диатомей тропической области Тихого океана. Настоящий сборник.
2. Bukry D. 1971. Coccolith stratigraphy, Leg. 6, Deep-sea drilling project. — Initial reports of the Deep-sea Drilling Project, v. VI. Washington.
3. Bukry D. 1971. Coccolith stratigraphy, Leg. 7, Deep-sea drilling project. — Initial reports of the Deep-sea drilling project, v. VII, part 2. Washington.
4. Bukry D. 1971. Coccolith stratigraphy, Leg. 8, Deep-sea drilling project. — Initial reports of the deep-sea drilling project, v. VIII. Washington.
5. Martini E. 1970. Standard Paleogene calcareous nannoplankton zonation. — Nature, v. 226, p. 560–561.
6. Roth P.H. 1970. Oligocene calcareous nannoplankton biostratigraphy. — Eclog. Geol. Helvet., v. 63, N 3.

COCCOLITHS FROM OLIGOCENE DEPOSITS OF THE PACIFIC OCEAN

S.I. Shumenko

Summary

Calcareous nannofossils from "Vityaz" deep-sea core, station 5996/5 ($10^{\circ}50'N.$, $153^{\circ}W.$), interval 6 - 30 cm are described. In the complex there are: *Coccolithus eopelagicus*, *Reticulofenestra bisecta*, *R. scissura*, *Discoaster ornatus*, *D. rufus*, *Sphenolithus moriformis*, *Sphenolithus* sp. The studied samples belong to the boundary of the lower and middle Oligocene.

О СТРАТИГРАФИИ ОСАДКОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА ПО БЕНТОСНЫМ И ПЛАНКТОННЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ

Х.М. Саидова, Н.В. Беляева, И.И. Бурмистрова

Расчленение осадков Индийского океана по фораминиферам до последнего времени основывалось только на распределении планктонных видов, по которым выделялись горизонты с относительно тепловодной и холодноводной фауной [14, 17, 18]. Для четырехметровой колонки осадков, полученной с северного склона Центральной котловины у о-ва Шри Ланка (Цейлон), Хориби и Оба [15] составили палеотемпературную кривую, на основании интерпретации которой в колонке выделено пять горизонтов. Оба [17] в этой колонке выделит по уменьшению и увеличению содержания раковин планктонных фораминифер *Globorotalia menardii* (Orbigny) и *G. tumida* (Brady) "холодноводные" и "тепловодные" горизонты.

Нами из этого района изучено распределение бентосных и планктонных фораминифер в двух колонках, полученных на северном склоне Центральной котловины на станциях и/с "Витязь" 5310 (координаты 2°43' с.ш., 80°09' в.д., глубина 4382 м) и 5312 (координаты 0°09' ю.ш., 81°27' в.д., глубина 4544 м).

На ст. 5312 в колонке осадков длиной 680 см пробы для анализа отобраны были почти без пропусков. Вся колонка представлена глинистыми и алевроитово-глинистыми слабокарбонатными илами, уплотняющимися с глубиной [8]. Карбонатность осадков в слое 0-152 см колеблется от 2,27 до 51,3% CaCO₃, и C_{орг.} изменяется от 0 до 0,35%. В слое 152-680 см CaCO₃ содержится 0,57-59,47%, C_{орг.} - 0-1,5%.

Эта колонка осадков получена с глубины, близкой к критической глубине сохранения карбонатных раковин фораминифер в современных осадках океана [10].

Содержание раковин карбонатных фораминифер в осадках по вертикали резко изменяется. При этом изменение численности планктонных фораминифер от 0 до 40 000 экз. и бентосных от 0 до 68 000 экз./50 г осадка идет параллельно. Численность планктонных фораминифер почти во всех пробах ниже, чем бентосных. Низкая численность планктонных фораминифер в осадках колонки в основном обусловлена невысокой продуктивностью их в этом районе [3].

Раковины фораминифер относятся к 12 планктонным и к 50 бентосным видам. Наибольшее количество видов встречено в слоях с максимальной численностью фораминифер.

Планктонные фораминиферы по всей длине колонки представлены современными тропическими видами [3], бентосные фораминиферы - современными верхнеабиссальными и нижнебатиальными видами [6, 7]. В колонке присутствуют только четвертичные отложения.

Процентное содержание раковин отдельных бентосных и планктонных видов по вертикали резко изменяется. На основании изменений численности фораминифер и относительного содержания отдельных видов осадки расчленяются на 16 пачек, нумерация которых дается сверху вниз (рис. 1).

Пачки с четными номерами характеризуются высокой численностью и наибольшим количеством видов бентосных и планктонных фораминифер. Так как численность и количество видов секреторных бентосных фораминифер в современных океанах уменьшаются с увеличением глубины и с уменьшением насыщенности придонных вод карбонатом кальция [11], то можно предположить,

что во время отложения осадков этих пачек глубины океана в районе взятия колонки были меньше современных глубин на 50–200 м и воды были достаточно насыщены CaCO_3 .

На это указывает также преобладание в четных пачках мелких тонкостенных легкорастворимых раковин бентосных видов *Alabammina weddellensis* (Earland) и *Alabaminoides exiguus* (Brady) и увеличение численности планктонных фораминифер (за счет сохранения раковин легкорастворимых видов).

В пачках 8, 10 и 14 численность планктонных фораминифер приближается к численности бентосных или даже ее превышает.

Пачки с нечетными номерами характеризуются минимальной численностью и меньшим количеством видов фораминифер. Резкое уменьшение содержания карбонатных фораминифер в этих пачках указывает на то, что воды были не полностью насыщены CaCO_3 и глубины в это время были больше, чем во время отложений пачек с четными номерами, и приближались к критическим глубинам 4700–4800 м, ниже которых CaCO_3 растворяется. Из бентосных фораминифер в этих пачках преобладает вид *Osangulariella bradyi* (Earland), толстостенная раковина которого наиболее устойчива к растворению. На то, что во время отложения осадков этих пачек глубины приближались к критическим, указывает также и преобладание в них из планктонных фораминифер раковин рода *Globorotalia* – *G. tumida* (Brady), раковины которого в осадках также наиболее устойчивы к растворению [5].

Для осадков этих пачек характерно увеличение содержания Fe и Mn, в то время как в осадках пачек с четными номерами содержание их падает, что связано с разбавлением биогенным карбонатом [8]. В настоящее время в Индийском океане глубоководные глинистые илы, обогащенные Fe и Mn, отлагаются, как правило, на больших глубинах, чем карбонатные биогенные осадки [1,2].

На фоне частых колебаний содержания бентосных фораминифер в осадках отмечаются более крупные ритмы в изменении их численности. Они хорошо проявились на вычисленной средней скользящей кривой [16]. Так, вниз по колонке содержание фораминифер от 1 к 4-й пачке падает, от 5 к 8-й пачке увеличивается, от 9 к 12-й снова падает, и от 13 к 16-й опять увеличивается. Таким образом, отмечается ритмичность в колебаниях глубин дна и насыщенности вод CaCO_3 и как следствие ее ритмичность в изменении качественного и количественного содержания фораминифер в осадках [12]. Начало и конец ритмов мы принимаем за границы более крупных стратиграфических подразделений – горизонтов I–VI (см. рис. 1).

Каждый ритм начинается с пачки осадков, отлагавшихся в более мелководных условиях, и кончается пачкой осадков, отлагавшихся в более глубоководных условиях. Исключение представляет только I горизонт, по нашим данным, в Тихом океане соответствующий голоцену [12]. На это указывает и абсолютный возраст, полученный для колонки осадков из Индийского океана K_a-15 (0⁰⁰ с.ш. и 78⁰⁸ з.д.) [18]. В этой колонке горизонт 41–45 см уже имеет возраст 13 270 ± 370 лет, т.е. относится к плейстоцену. I горизонт (или 1-я пачка) завершает последний ритм, который начинается с 4-й пачки во II горизонте, и фактически он является завершающим этапом осадконаправления II горизонта.

Для получения данных об изменении температур поверхностных вод во время накопления осадков, вскрытых колонкой, встреченные планктонные фораминиферы были разделены на три группы. Первая группа видов в настоящее время в Индийском океане не живет южнее 20° ю.ш. [3]. В нее входят stenothermные виды – *Globorotalia tumida* (Brady), *Globigerinoides conglobatus* (Brady), *Globoquadrina eggeri* (Rumbler), *G. conglomerata* (Schwager), *Pulleniatina obliquiloculata* (Parker et Jones), *Sphaeroidinella dehiscens* (Parker et Jones). Ко второй группе относятся менее stenothermные виды – *Globorotalia menardii* (Orbigny), *G. crassaformis* (Galloway, Wiessler), *Globigerinoides ruber* (Orbigny), *G. sacculifer* (Brady), *Orbulina universa* Orbigny, *Globigerinella aequilateralis* (Brady). Эти виды в настоящее время распространяются южнее, чем виды первой группы, до 30° ю.ш. К третьей группе относятся виды, которые живут

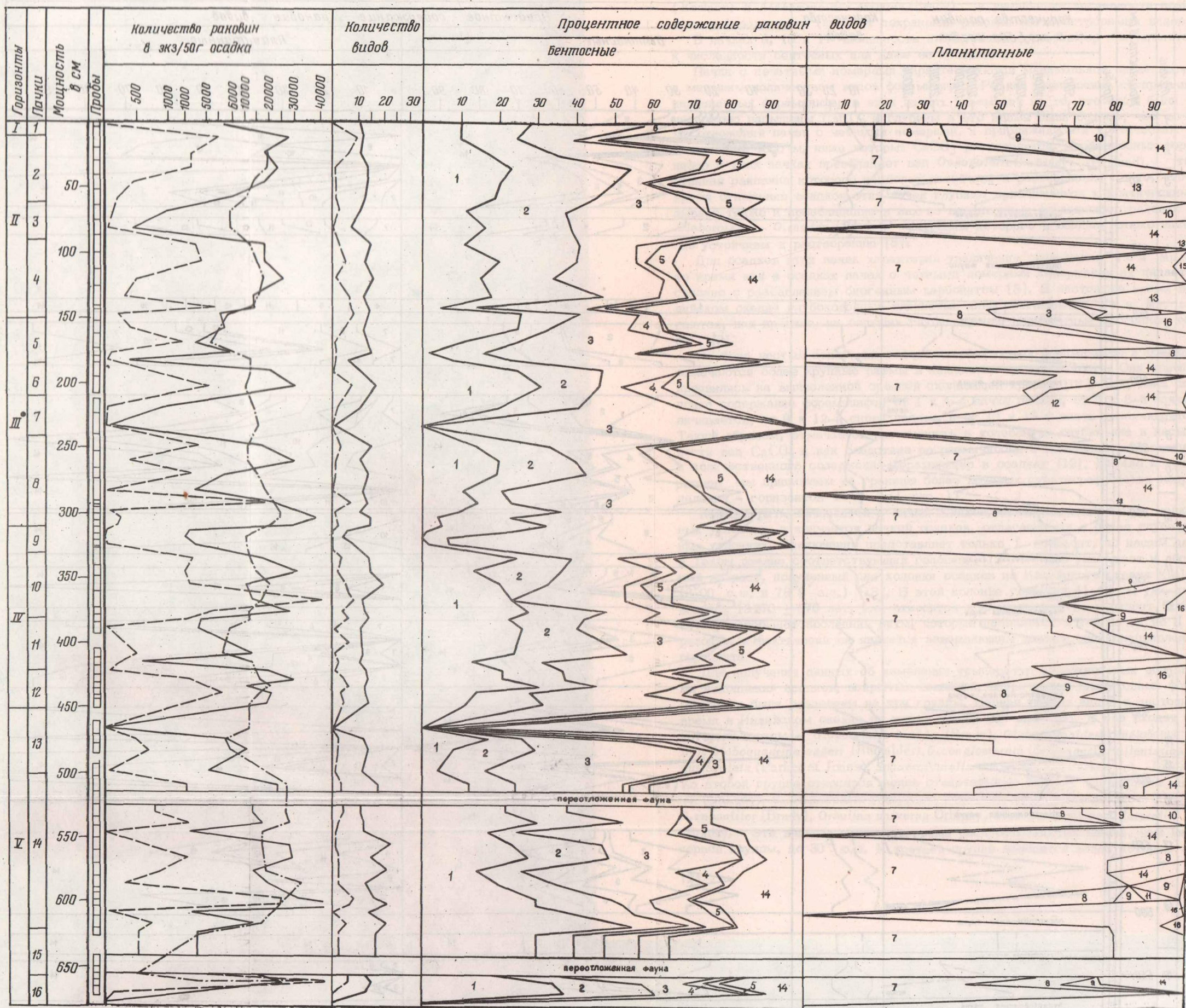


Рис. 7. Распределение фораминифер в толще осадков ст.5310
Условные обозначения 1-16 см.рис.1

до 40–50° ю.ш. и являются более эвритермными, чем виды второй группы, — *Globorotalina inflata* (Orbigny), *G. truncatulinoides* (Orbigny), *G. hirsuta* (Orbigny), *Globigerina bulloides* Orbigny.

Процентное содержание раковин видов этих групп планктонных фораминифер показало, что во время осадконакопления пачек с нечетными номерами, когда глубины и насыщенность вод CaCO_3 были близки к современным, в осадках преобладают раковины видов первой, наиболее теплолюбивой группы stenothermных планктонных фораминифер. Из них наибольший процент составляют, как указывалось выше, раковины *Globorotalia tumida* — вида, наиболее устойчивого к растворению.

Во время отложения пачек с четными номерами, когда глубины дна были меньше современных и насыщенность вод CaCO_3 выше, значительный процент составляли раковины видов второй и третьей группы, живущие и при более низких температурах, чем виды первой группы, преобладающие в настоящее время в районе взятия колонки (см. рис. 1). Это указывает на то, что температуры поверхностных вод во время отложения осадков четных пачек на экваторе были более низкие и приближались к температурам вод южных субтропиков Индийского океана. Наибольшее похолодание вод происходило во время отложения 4, 6, 12 и 16-й пачек осадков. В 4-й пачке появляется даже *Globigerina pachyderma* (Ehrenberg), основной ареал которой в настоящее время в Индийском океане располагается южнее 50° ю.ш. [3].

I горизонт (1-я пачка), как указывалось выше, относится к голоцену. II горизонт (2-я пачка), по нашим представлениям [12] и данным абсолютного возраста осадков в соседних колонках 1С–5, Ка–15 японской экспедиции [18], относится к позднему вюрму или висконсину, 3-я пачка — к интерстадиалу, 4-я пачка — к айова. О возрасте нижележащих пачек и горизонтов мы можем судить, только исходя из представления, что осадки пачек, в которых обнаружены более мелководные бентосные фораминиферы и более холодоустойчивые планктонные комплексы видов, отлагались в эпохи похолодания. Осадки пачек, в которых встречены более глубоководные бентосные фораминиферы и наиболее тепловодные планктонные виды, отлагались в эпохи потепления. Охлаждение поверхностных вод Индийского океана было связано с похолоданием и потеплением климата в южном полушарии и развитием оледенений на суше. Эти явления отмечались рядом исследователей для Австралии [13] и приантарктических островов [9].

Оледенения на Кергелене начались в четвертичном периоде. В Австралии выделяется три оледенения [13]. В эпоху первого максимального оледенения средняя годовая температура в Австралии была ниже современной на 7,2°. На основании изучения колебаний уровня моря предполагают, что последнее наступление льдов было 17000–20000 лет назад [13]. По времени это соответствует второй пачке колонки ст. 5312 и вюрмским отложениям в колонке ст. Ка–15. Морские отложения на суше Австралии, указывающие на трансгрессию, датируются от 3710 ± 250 до 7030 ± 90 лет [13]. Эта трансгрессия по времени совпадает с нижней частью 1-й пачки (I горизонт) колонки ст. 5312.

Переотложенные фораминиферы в этой колонке обнаружены только в слоях 515–522 и 640–655 см.

На ст. 5310, расположенной на 120 миль ближе к континенту и на меньшей глубине, чем ст. 5312, получена колонка осадков длиной 694 см. Эта колонка отличается от предыдущей наличием многих слоев осадков (72–80, 93–140, 150–158, 190–205, 293–300, 330–340, 371–375, 430–445, 516–535, 600–615, 630–635 и 665–676 см) с переотложенными фораминиферами как бентосными, так и планктонными. Так же, как и в колонке 5312, здесь наблюдается чередование слоев с высоким и низким содержанием фораминифер (рис. 2). Численность планктонных и бентосных фораминифер в колонке изменяется параллельно.

В этой колонке, аналогично колонке 5312, выделяются те же горизонты и пачки. В большинстве пачек с четными номерами численность планктонных фораминифер в колонке ст. 5310 выше, чем бентосных. Мощность выделенных пачек меньше, чем в колонке ст. 5312.

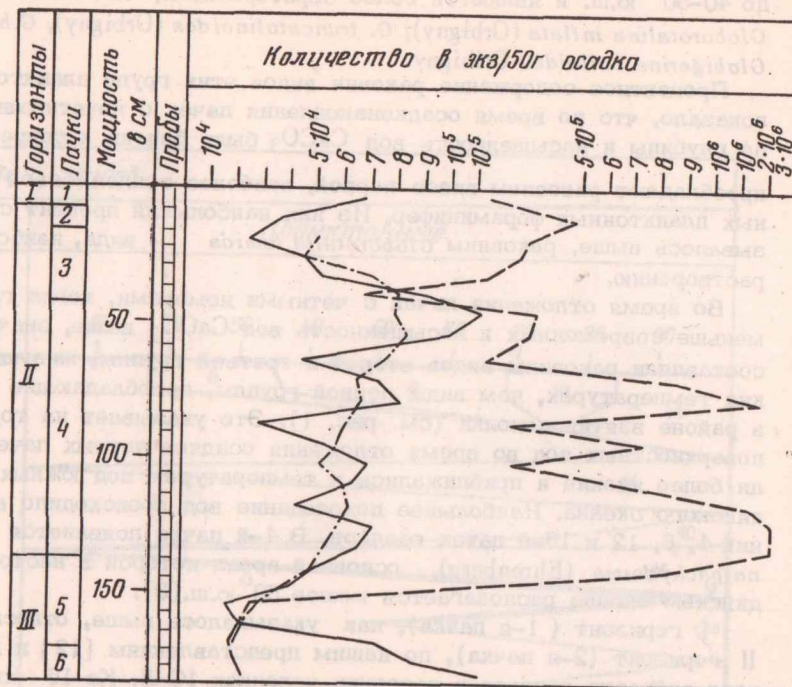
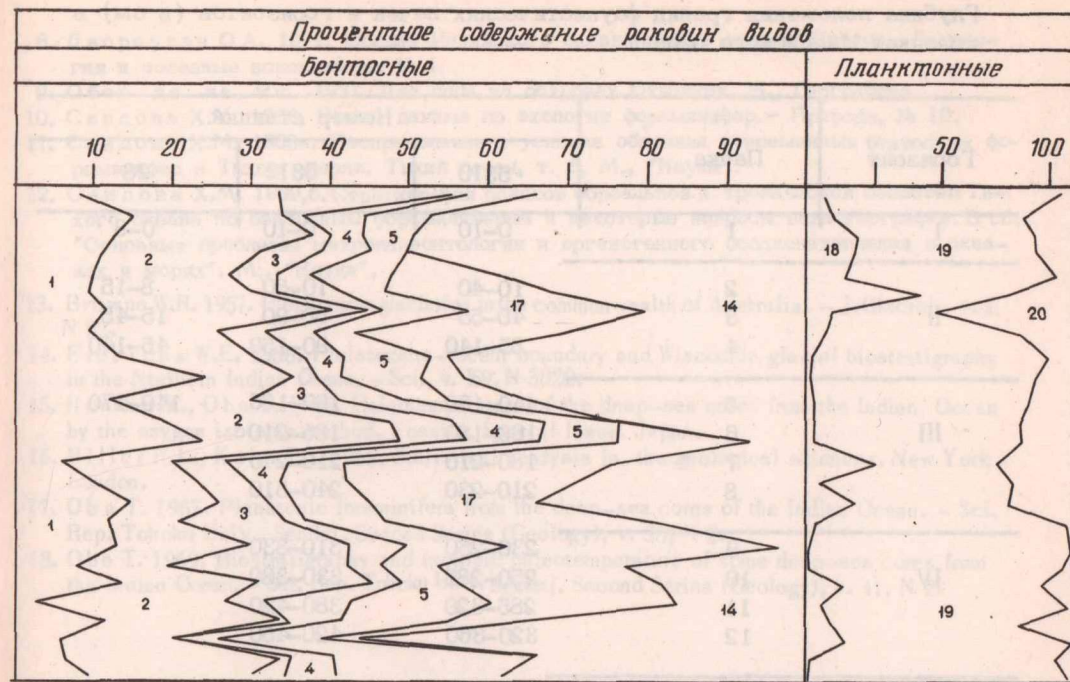


Рис. 3. Распределение фораминифер в толще осадков ст.28
Условные обозначения 1-16 см.рис.1; 17 - *Alabaminoides* sp.;
18 - планктонные виды стенотермные; 19 - менее стенотермные;
20 - более эвритермные



димому, в отличие от других районов океана, на некоторых участках подводных хребтов в голоцене происходило уменьшение глубин дна.

Относительное распределение отдельных видов бентосных фораминифер по пачкам в колонке ст. 28 такое же, как и в колонке ст. 5312. Только в 4 и 6-й пачках в большом количестве обнаружены раковины *Alabaminoides* sp., не встреченные ранее ни в современных, ни в четвертичных осадках Тихого и Индийского океанов.

Так как колонка ст. 28 взята южнее колонок 5310 и 5312, то в осадках преобладают планктонные виды не первой, а виды второй группы, более холодоустойчивые. Наибольшего преобладания они достигают в пачках с четными номерами, которые соответствуют эпохам похолодания. Здесь же наибольшего значения достигают и виды третьей группы, самые холодоустойчивые. Относительное увеличение численности видов первой группы наблюдается в пачках с нечетными номерами, соответствующих эпохам потепления (рис. 3).

Границы и мощности выделенных фораминиферовых пачек и горизонтов приведены в таблице. Мощности выделенных горизонтов в колонках осадков Индийского океана близки к мощностям аналогичных горизонтов колонок из экваториальной части Тихого океана [12].

Выводы. Изученные колонки осадков на основании изменения численности и состава бентосных и планктонных фораминифер расчленены на ряд пачек. Во время осадконакопления пачек 2, 4, 6-й и т.д., характеризующихся высокой численностью фораминифер, увеличением количества видов и преобладанием раковин холодноводных планктонных видов, глубины дна были меньше на 50-100 м, чем современные, и температуры поверхностных вод в районе взятия колонок приближались к субтропическим. Пачки 1, 3, 5-я и т.д. характеризуются минимальной численностью, малым количеством видов донных и планктонных фораминифер, относительным увеличением содержания раковин теплолюбивой группы планктонных видов. Это указывает на то, что во время их отложения глу-

Осадки представлены глинистыми слабокарбонатными илами (0,68-28,48% CaCO_3), содержащими больше $\text{C}_{\text{орг}}$ (0,64-1,24%), чем осадки ст. 5312 [8]. Наличие переотложенных фораминифер указывает на то, что колонка взята в зоне суспензионных потоков, которые несли из прибрежной зоны много органических остатков. Создается впечатление, что часть осадков из района взятия колонки выносилась суспензионными потоками в более глубокую часть Центральной котловины. Возможно, что мы здесь имеем неполный разрез осадков, поэтому проводить корреляцию мощностей осадков с другими колонками затруднительно.

Со склона Аравийско-Индийского хребта на ст. 28 и/с "Академик Курчатов" (координаты $5^{\circ}26'$ ю.ш., $68^{\circ}39'$ в.д.) была получена с глубины 4760 м колонка осадков длиной 185 см. Эта колонка взята на 300 миль дальше от континента, чем колонка ст. 5312. Численность планктонных фораминифер в осадках, несмотря на то, что она взята на большей глубине, чем колонки 5310 и 5312, выше численности бентосных фораминифер. Это объясняется тем, что колонка получена в районе, над которым в настоящее время в воде наблюдается наиболее высокая продуктивность планктонных фораминифер, связанная с южной экваториальной дивергенцией [3]. По-видимому, эти условия сохранялись во все время накопления осадков, так как они представлены алевроитово-глинистыми глобигериновыми илами. В колонке ст. 28 мощности пачек значительно меньше, чем в колонке ст. 5312, что связано с удаленностью от берега и малыми скоростями осадконакопления (рис. 3). В отличие от колонок ст. 5310, 5312, в колонке ст. 28 в 1-й пачке (голоцен) численность бентосных фораминифер значительно выше, чем во 2-й пачке. Подобное явление отмечалось в колонке из Тихого океана с вала Эауриппик [12]. В колонке из Индийского океана с северо-западного окончания Аравийско-Индийского хребта наблюдается увеличение в голоцене численности планктонных фораминифер [4]. По-ви-

Глубина положения границ фаунистических пачек и горизонтов (в см) в колонках Индийского океана

Горизонт	Пачка	Номер станций		
		5310	5312	28
I	1	0-10	0-10	0-8
II	2	10-40	10-60	8-15
	3	40-55	60-90	15-45
	4	55-140	90-150	45-140
III	5	140-160	160-185	140-170
	6	160-180	185-210	
	7	180-210	210-240	
	8	210-230	240-310	
IV	9	230-250	310-330	
	10	250-285	330-380	
	11	285-320	380-420	
	12	320-360	420-450	
V	13	360-380	450-500	
	14	380-455	500-620	
	15	455-485	620-655	
	16	485-495		
VI	17	495-540		
	18	540-565		
	19	565-630		
	20	630-665		

бины дна и температуры поверхностных вод были близки к современным. Пачки объединены в горизонты, на границах которых отмечаются наиболее резкие изменения в составе фораминифер. I горизонт соответствует голоцену, II горизонт - висконсину или айова-вюрму, III, вероятно, - канзасу - сангамону.

Литература

1. Безруков П.Л. 1964а. Осадкообразование в северной и центральной частях Индийского океана. Геология дна океанов и морей. Междунар. геол. конгресс, 22-я сессия, докл. советских геологов, М.
2. Безруков П.Л. 1964б. Осадки северной и центральной частей Индийского океана. - Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. 64.
3. Беляева Н.В. 1964. Распределение планктонных фораминифер в водах и на дне Индийского океана. - Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. 68.
4. Беляева Н.В. 1969. Распределение планктонных фораминифер в колонках донных отложений и вопросы методики их изучения. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях. М., "Наука".
5. Беляева Н.В. 1970. Распределение раковин планктонных фораминифер в осадках рифтовой зоны Аравийско-Индийского хребта. - Океанология, т. X, вып. 4.
6. Бурмистрова И.И. 1969. Количественное распределение бентосных фораминифер в поверхностном слое осадков северной части Индийского океана. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях. М., "Наука".
7. Бурмистрова И.И. 1970. Вертикальное распределение бентосных фораминифер в северо-восточной части Индийского океана. X комсом.-молод. научная конф. М., Изд. Ин-та океанологии АН СССР.

8. Дворецкая О.А. 1971. Осадки Индийского океана южнее острова Цейлон. —Литология и полезные ископаемые, № 4.
9. Обер де ла Рю. 1957. Два года на островах Отчаяния. М., Географгиз.
10. Саидова Х.М. 1958. Новые данные по экологии фораминифер. — Природа, № 10.
11. Саидова Х.М. 1969а. Распределение и условия обитания современных бентосных фораминифер в Тихом океане. Тихий океан, т. 8, М., "Наука".
12. Саидова Х.М. 1969,б. Стратиграфия осадков бореальной и тропической областей Тихого океана по бентосным фораминиферам и некоторые вопросы палеогеографии. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
13. Browne W.R. 1957. Pleistocene glaciation in the commonwealth of Australia. — J.Glaciol., v. 3, N 22.
14. Frerichs W.E. 1968. Pleistocene—recent boundary and Wisconsin glacial biostratigraphy in the Northern Indian Ocean. — Sci., v. 159, N 3822.
15. Horibe Y., Oba T. 1959. Paleotemperature of the deep—sea cores from the Indian Ocean by the oxygen isotopic method. Fossils, Special Issue. Japan.
16. Miller R.L., Kahn J.S. 1962. Statistical analysis in the geological sciences. New York—London.
17. Oba T. 1967. Planktonic foraminifera from the deep—sea cores of the Indian Ocean. — Sci. Rep. Tohoku Univ., Sendai, Second Series (Geology), v. 38, N 2.
18. Oba T. 1969. Biostratigraphy and isotopic paleotemperature of some deep—sea cores from the Indian Ocean. — Sci. Rep. Tohoku Univ. Sendai, Second Series (Geology), v. 41, N 2.

STRATIGRAPHY OF SEDIMENTS OF INDIAN OCEAN ON BENTHONIC AND PLANKTONIC FORAMINIFERA

Kh.M.Saidova, N.V.Belyaeva, I.I. Burmistrova

Summary

Quantitative and species distribution of Benthonic and Planktonic foraminifera have been analyzed within two cores of sediments derived from the central part of Indian Ocean (depth of 4382 m and 4544 m). According to the distribution of Foraminifera faunistic layers and horizons are distinguished. The paleogeography of depths are established on the comparison of recent and Pleistocene Foraminiferal distribution.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБОКОВОДНЫХ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР
В БЕНГАЛЬСКОМ ЗАЛИВЕ И НА СЕВЕРНОМ СКЛОНЕ
ЦЕНТРАЛЬНОЙ КОТЛОВИНЫ

И.И. Бурмистрова

Распределение современных глубоководных бентосных фораминифер в северо-восточной части Индийского океана до сих пор оставалось неисследованным. Изучение донных фораминифер было проведено по трем меридиональным разрезам, пересекающим материковый склон и ложе Бенгальского залива и Центральной котловины в интервале глубин 2230–5500 м (рис. 1). Всего использовано 30 проб осадков, собранных экспедициями на и/с "Витязь" и "Обь". Обработка проб проводилась по методике, принятой в Институте океанологии им. П.П. Ширшова АН СССР [5]. Все количественные данные приведены из расчета на 50 г сухого веса осадка.

Разрез I-I проходит примерно по 77° в.д. и характеризует материковый склон и ложе открытой части океана. В пределах разреза на глубинах до 4750 м развиты известковые глобигериновые алевроитовые и алевроитово-глинистые осадки, глубже их сменяют бескарбонатные глинистые илы. Температура придонных вод с севера на юг изменяется незначительно – от 2 до 1,5°; так же мало меняется соленость – 34,8–34,7‰ [4]. Количество растворенного кислорода, напротив, возрастает с севера на юг. Вдоль по разрезу значения биомассы бентоса уменьшаются с 0,5 до 0,05 г/м².

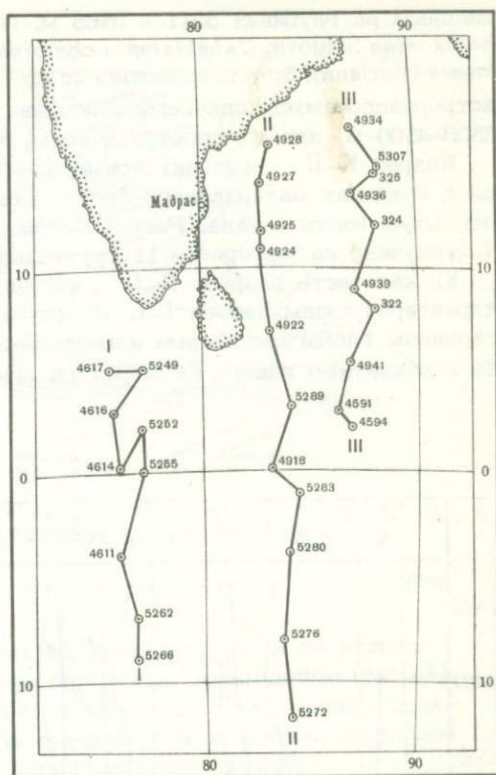
В распределении бентосных фораминифер по разрезу I-I (рис. 2) отмечается прежде всего уменьшение с глубиной численности раковин секретионных видов, что является характерной чертой общего количественного распределения бентосных фораминифер в открытой части океана.

В пробе с глубины 2230 м содержание раковин секретионных форм достигает 6500 экз. в 50 г осадка, тогда как на глубине 4750 м не превышает 1400 экз. Секретионные фораминиферы повсеместно преобладают вплоть до глубины 4750 м; их процентное содержание от общего количества бентосных фораминифер составляет 64–97. Глубже 4750 м секретионные фораминиферы встречены не были.

Агглютинирующие фораминиферы присутствовали во всех изученных пробах. В распределении агглютинирующих фораминифер по разрезу I-I наблюдаются два количественных максимума. Первый расположен в нижней части материкового склона, на глубинах 2230–3000 м, где прибрежный снос обеспечивает еще достаточное количество питательных веществ и высокую биомассу бентоса. Численность агглютинирующих фораминифер здесь составляет 1600–3300 экз. Второй максимум (2400–6500 экз.) наблюдается на ложе океана в диапазоне глубин 4300–5500 м. Столь значительная плотность агглютинирующих фораминифер на дне Центральной котловины обусловлена, по-видимому, высокой продуктивностью экваториальных вод Индийского океана, поставляющих на дно достаточное количество пригодной для питания органики. Минимум агглютинирующих фораминифер встречен в диапазоне глубин 3000–4300 м; их численность здесь не превышает 500 экз.

Качественный анализ фауны бентосных фораминифер показал, что на глубинах от 2230 до 4750 м по разрезу I-I распространен отрядный роталиидовый таксоценоз, в котором раковины видов, принадлежащих отряду Rotaliida, составляют 70–75% общего количества фораминифер. На всех глубинах роталиидовый таксоценоз представлен одним родовым таксоценозом *Alabaminella*. Раковины вида *Alabaminella weddellensis* (Earland) преобладали во всех

Рис. 1. Карта расположения разрезов и станций, на которых были взяты пробы осадков для изучения бентосных фораминифер



изученных пробах, составляя 20–30% общего числа фораминифер. Важную роль в этом таксоценозе играют и другие виды отряда Rotaliida: *Alabaminoides exiguus* (Brady) и *Cyroidinus profundus* Saidova, суммарное содержание которых максимально достигает 30%.

Среди прочих видов отряда Rotaliida наиболее часто и в значительном количестве встречаются виды *Oridorsalis tenerus* (Brady), *Ioanella tumidula* (Brady), *Pullenia sphaerina* Saidova, *Astronoides vagus* Saidova, *Cibicoides wuellerstorfi* (Schwager).

Таксоценоз *Alabaminella* по своему составу очень близок к родовому таксоценозу *Alabaminella* – *Alabaminoides*, который в тропической области Тихого океана занимает тот же интервал глубин и является самым глубоководным из всех секретионных известковых таксоценозов Тихого океана [6].

В пределах распространения родового таксоценоза *Alabaminella* можно выделить несколько фаунистических горизонтов, приуроченных к определенным диапазонам глубин, где на фоне общего преобладания в комплексе форм отряда Rotaliida наблюдается значительное увеличение абсолютного и относительного содержания раковин некоторых видов, принадлежащих отряду Buliminida, которые на других глубинах либо совсем отсутствуют, либо встречаются в очень небольшом числе.

I горизонт занимает интервал глубин 2230–2500 м. Среди бентосных фораминифер здесь в большом количестве (более 2000 экз.) присутствуют раковины вида *Cassidellina globula* (Saidova), который глубже представлен незначительным числом экземпляров.

II горизонт (2500–3250 м) характеризуется увеличением до 9% содержания раковин вида *Sphaeroidella murrhyna* Saidova.

III горизонт (3250–3900 м) выделяется появлением в очень большом числе форм вида *Cassidellina clara* Saidova. Их количество здесь достигает 2800 экз., а процентное содержание превышает 13. В этом горизонте заметно увеличивается роль и других видов отряда Buliminida – *Bolivinelina pescicula* Saidova и *Cassidellina profunda* Saidova.

В IV горизонте (3900–4700 м) в фауне фораминифер значительно возрастает роль вида *Bradynella subglobosa* (Brady) – 8–16%. Для горизонта характерно также высокое содержание раковин видов *Cassidellina profunda* (8%) и *C. clara* (8%).

Глубины от 4700 до 4800 м представляют собой переходную зону. Здесь резко сокращается число секретионных форм и увеличивается количество агглютинирующих. Среди секретионных видов преобладают *Alabaminoides exiguus*, *Cyroidinus profundus*, *Alabaminella weddellensis*, *Osangulariella bradyi* (Earland), *Bradynella subglobosa*.

Глубже 4800 м распространена только фауна агглютинирующих фораминифер, представленная на разрезе I–I двумя таксоценозами – астроризидо-аммодисцидовым, обнаруженным в пробе ст. 4611, глубина 5201 м, и аммодис-

щидовым на глубинах 5211 – 5465 м. Преобладают раковины видов *Rhizammina excelsa* Saidova, *Usbekistania charoides* (Jones et Parker), *Ammobaculites filiformis* (Earland), *Spiroplectammina subcylindrica* Earland. В Тихом океане астроризидо-аммодисцидовый таксоценоз распространен на глубинах более 3500–4500 м, при температурах воды, не превышающих 2° [6].

Разрез II–II проходит примерно по 83° в.д. Его северная часть находится в пределах материкового склона Бенгальского залива, а южная заходит в открытую часть океана. Распределение бентосных фораминифер по разрезу II–II изучено на материале 11 грунтовых станций.

Южная часть разреза II–II находится в условиях, близких к условиям, характеризующим разрез I–I. На глубинах от 4100 до 4750 м здесь распространены глобигеринидовые известковые илы, глубже их сменяют красные бескарбонатные глины. Температура придонных вод, соленость и содержание

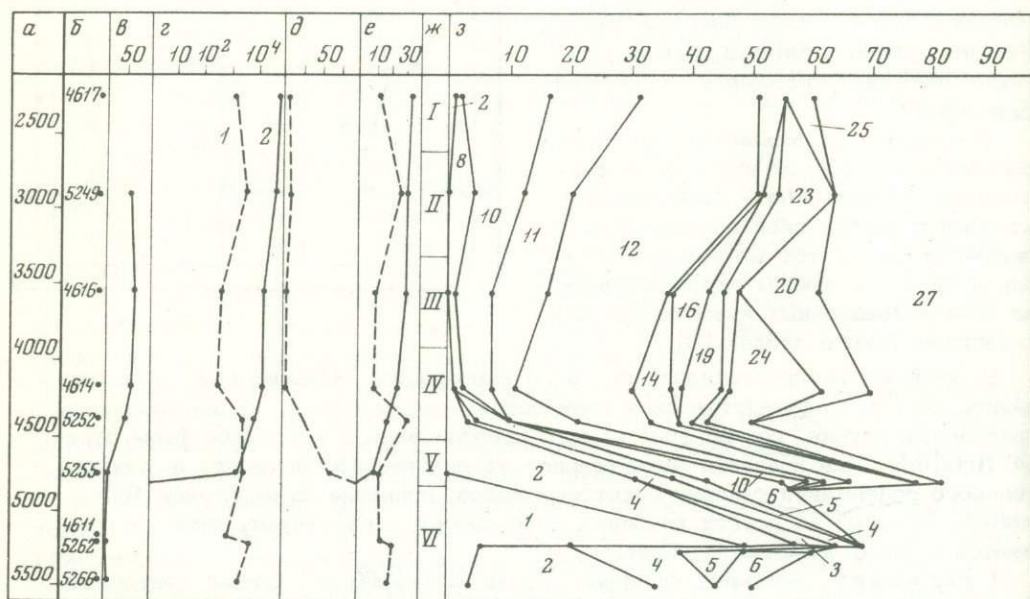


Рис. 2. Распределение бентосных фораминифер на северном склоне Центральной котловины (разрез I – I):

а – глубина взятия проб осадков в м.; б – номера станций; в – содержание CaCO_3 в осадке (в %); г – количество раковин бентосных фораминифер (в экз. / 50 г осадка); 1 – агглютинирующие; 2 – секреторные; д – процентное содержание раковин агглютинирующих видов от общего количества бентосных фораминифер; е – число видов; ж – номера фаунистических горизонтов; з – процентное содержание раковин видов;

1 – *Rhizammina excelsa* Saidova; 2 – *Usbekistania charoides* (Jones et Parker); 3 – *Adercotryma glomerata* (Brady); 4 – *Ammobaculites filiformis* Earland; 5 – *Spiroplectammina subcylindrica* Earland; 6 – *Trochammina* sp. I; 7 – *T. antarctica* Parr; 8 – *Eggerella bradyi* (Cushman); 9 – *Gaudryinoides apicularum* (Cushman); 10 – *Alabaminoides exiguus* (Brady); 11 – *Gyroidinus profundus* Saidova; 12 – *Alabaminella weddellensis* (Earland); 13 – *Oridorsalis tenerus* (Brady); 14 – *Osangulariella bradyi* (Earland); 15 – *Brizalina* sp. I; 16 – *Bolivinelina pescicula* Saidova; 17 – *Bulimina aculeata* Orbigny; 18 – *Bulimina rostrata* Brady; 19 – *Cassidellina profunda* Saidova; 20 – *Cassidellina clara* Saidova; 21 – *Fursenkoina spinosa* Heron-Allen and Earland; 22 – *Buliminella elegantissima* (Orbigny); 23 – *Sphaeroidella murhyna* Saidova; 24 – *Bradyella subglobosa* (Brady); 25 – *Cassisphaerina globula* Saidova; 26 – *Lernina micas* Saidova; 27 – остальные виды

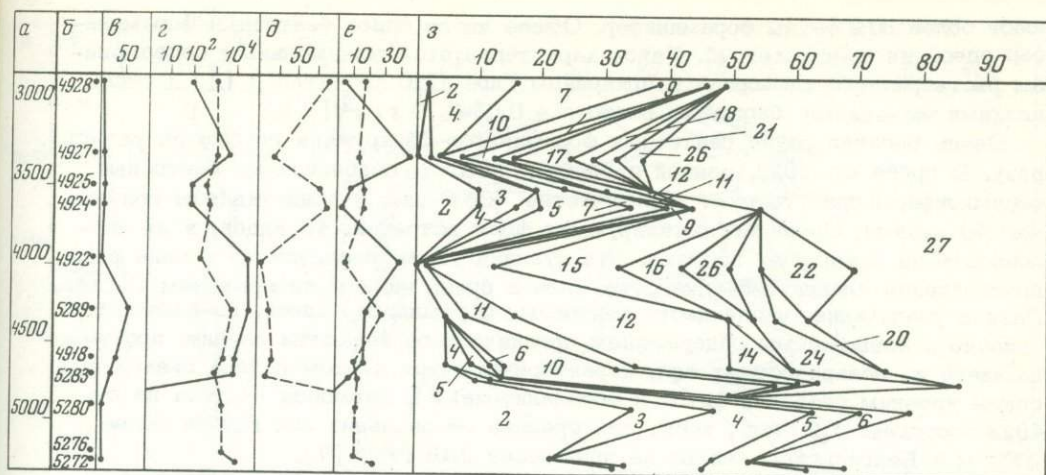


Рис. 3. Распределение бентосных фораминифер в западной части Бенгальского залива и на северном склоне Центральной котловины (разрез II—II)

Условные обозначения см.рис.2

кислорода с юга на север изменяются в тех же пределах, что и по разрезу I—I. Очень сходен и характер распределения бентосных фораминифер (рис. 3).

С увеличением глубины с 4100 до 4750 м численность секреторных падает с 51 000 до 11 000 экз. Глубже 4800 м встречены только агглютинирующие фораминиферы, количество которых максимально достигает 16 000.

На глубинах до 4750 м развит отрядный ротаалидовый таксоценоз, представленный двумя родовыми таксоценозами — *Alabaminella* и *Alabaminoides*. Первый занимает глубины 4100–4500 м, второй — 4500–4750 м. Горизонт 4000–4700 м, как и на разрезе I—I, характеризуется повышенным содержанием раковин *Bradynella subglobosa*.

Переходная зона (4750–4800 м) на разрезе II—II не охарактеризована пробами. Глубже 4800 м распространена агглютинирующая фауна отрядного аммодисцидового таксоценоза, в котором раковины видов отряда *Ammodiscida* составляют более 70%. Преобладают те же виды, что и на разрезе I—I.

Северная часть разреза II—II характеризует материковый склон и дно Бенгальского залива в интервале глубин 2800–4000 м. По гидрологии и условиям осадконакопления Бенгальский залив существенно отличается от открытой части океана. Огромное количество терригенного материала, выносимое реками Азиатского материка, обеспечивает накопление по окраинам залива терригенных бескарбонатных алевроито-глинистых и глинистых илов. В западной части залива они спускаются до глубины 4000 м [1].

Обилие атмосферных осадков приводит к резкой стратификации вод, что препятствует их перемешиванию и обогащению поверхностного слоя фосфатами. Вследствие этого в Бенгальском заливе наблюдается очень низкий уровень развития фито- и зоопланктона и на дно поступает незначительное количество органического вещества.

В пределах разреза II—II в Бенгальском заливе в интервале глубин 2880–3800 м распространена очень бедная по количественному и качественному составу фауна бентосных фораминифер. Максимальная численность агглютинирующих фораминифер составляет 1140 экз., секреторных — 4200. Агглютинирующие фораминиферы на глубинах 2880–3200 и 3400–3800 м преобладают, составляя 75–90% общего количества.

Чрезвычайно резкое обеднение фауны фораминифер наблюдается в диапазоне глубин 3400–3800 м. Секреторные фораминиферы здесь встречены в количестве 100–130 экз., что в 200 раз меньше, чем на тех же глубинах на материковом склоне по-ва Индостан (разрез I—I). Агглютинирующие, напротив, представлены даже несколько большим числом, чем на разрезе I—I, и состав-

ляют более 80% фауны фораминифер. Общее число видов бентосных фораминифер здесь не превышает 25. Район характеризуется минимальным содержанием растворенного кислорода в придонном слое (210 мкг·ат/л) [3] и очень низкими значениями биомассы бентоса — 0,05–0,10 г/м² [7].

Очень богатая фауна бентосных фораминифер обнаружена глубже по разрезу. В пробе ст. 4922, взятой с глубины 3980 м, секреторные бентосные фораминиферы присутствуют в количестве 40800 экз. и представлены более чем 40 видами. Среди агглютинирующих форм встречено 10 видов, и их численность не превышает 330 экз. Эта станция также расположена в зоне распространения алевроново-глинистых илов с очень низким содержанием CaCO₃. Резкое увеличение численности бентосных фораминифер здесь, по-видимому, связано с повышенным содержанием органического вещества на дне, поступающего из поверхностных вод, характеризующихся в этом районе океана высоким уровнем развития фито- и зоопланктона [2]. Биомасса бентоса на ст. 4922 достигает 1,2 г/м², тогда как среднее ее значение для глубин более 2000 м в Бенгальском заливе не превышает 0,16 г/м² [7].

Однако недостаток карбоната кальция сказывается на облике фауны фораминифер. Преимущественно развиваются здесь многочисленные виды родов *Bulimina*, *Bolivina*, *Buliminella* (отряд *Buliminida*) с очень мелкими тонкостенными, часто прозрачными раковинами.

Качественно фауна фораминифер западной части Бенгальского залива резко отличается от фауны сходных глубин открытой части океана (разрез I—I). На глубинах 2880–3100 м развита фауна отрядного аммодисцидо-атаксофрагмиидового таксоценоза. Преобладают раковины видов *Trochammina antarctica* Parf., *Gaudryinoides apicularum* (Cushman), *Ammobaculites microformis* Saidova. Виды отряда *Rotaliida*, доминирующие в фауне фораминифер на тех же глубинах в открытой части океана, составляют здесь всего лишь 3%.

В интервалах глубин 3100–3400 и 3800–4100 м распространена фауна отрядного булимидового таксоценоза. Комплекс фораминифер здесь на 50–80% сложен формами отряда *Buliminida*. На глубинах 3100–3400 м преимущественно развиваются *Bulimina aculeata* Orbigny, *Bulimina rostrata*, *Lernina micae* Saidova. Представители отряда *Rotaliida* составляют 21%, в наибольшем количестве экземпляров среди них встречен вид *Alabaminoides exiguus*. В интервале глубин 3800–4100 м булимидовый таксоценоз представлен родовым таксоценозом *Brizalina* — *Buliminella*. Доминируют виды *Brizalina* sp. 1, *Buliminella pescicula* Saidova, *Buliminella elegantissima* (Orbigny). В значительном количестве в этом таксоценозе присутствуют раковины вида *Alabaminella weddellensis*, представляющего отряд *Rotaliida*.

Интервал глубин 3400–3800 занят отрядным аммодисцидовым таксоценозом. Раковины видов отряда *Ammodiscida* составляют от 55 до 65% фауны фораминифер. Преобладают виды *Usbekistania charoides*, *Recurvoides contortus* Earland, *Spiroplectammina subcylindrica*, *Eratidus foliaceus* (Brady). Среди секреторных форм в наибольшем числе встречены раковины вида *Bolivina* sp. 1, на глубине 3609 м они составили 14% фауны.

Разрез III—III пересекает Бенгальский залив примерно по 87° в.д. в интервале глубин 2595–4694 м, где на дне развиты преимущественно известковистые терригенные и известковые глобигеринидовые осадки. Только самая северная ст. 4934 расположена в зоне распространения бескарбонатных терригенных илов. Фауна бентосных фораминифер, обнаруженная в пробе этой станции (глубина 2595 м), по составу очень близка к фауне ст. 4928, характеризующей разрез II—II. Численность фораминифер в пробе ст. 4934 не превышает 975 экз., преобладают (72,3%) агглютинирующие. Большое сходство обнаруживает и видовой состав фауны. Здесь распространен отрядный аммодисцидо-атаксофрагмиидовый таксоценоз, в котором доминируют раковины видов *Gaudryinoides apicularum*, *Usbekistania charoides*, *Cyclammina subtrullissata* (Parf.). Среди секреторных наиболее часто встречаются раковины видов *Alabaminella weddellensis*, *Gyroidinus profundus*.

Южнее по разрезу в диапазоне глубин 2700–4694 м бентосная фауна обнаружена в столь же больших количествах, что и на сходных глубинах в от-

noides. Глубже 4800 м распространена фауна отрядного аммодисцидового и аммодисцидо-атаксофрагмиидового таксоценозов.

На глубинах 4750-4800 м развита смешанная фауна роталиидового и аммодисцидо-атаксофрагмиидового таксоценозов.

В тропиках Тихого океана фауна этих же таксоценозов занимает сходные диапазоны глубин [6].

Распределение бентосных фораминифер в Бенгальском заливе находится в непосредственной зависимости от гидрологии и условий осадконакопления и отличается пятнистостью.

В западной части залива, где до глубины 4000 м преобладают бескарбонатные осадки, на глубинах 2595-3800 м численность бентосных фораминифер не превышает 5300 экз. Доминируют агглютинирующие виды. Минимум фораминифер приурочен к областям низкого содержания растворенного кислорода в воде и пониженных значений биомассы бентоса.

Увеличение численности секреторных фораминифер до 40 800 экз. наблюдалось в пробе ст. 4922, глубина 3980 м, взятой также в зоне распространения бескарбонатных терригенных осадков, но в районе, характеризующемся высоким уровнем развития фито- и зоопланктона и большими значениями биомассы бентоса.

Качественно фауна фораминифер в западной части залива (разрез II-II и северная часть разреза III-III) в интервале глубин 2595-3100 м представлена отрядным аммодисцидо-атаксофрагмиидовым таксоценозом; глубины 3100-3400 и 3800-4100 м занимает отрядный таксоценоз *Vuliminida*; в диапазоне глубин 3400-3800 м развит отрядный аммодисцидовый таксоценоз.

В центральной части Бенгальского залива (разрез III-III), где на глубинах 2700-4100 м развиты известковистые терригенные и известковые глобигериновые илы, распространена фауна фораминифер, по своему качественному и количественному составу близкая к фауне открытой части океана (разрез I-I). Бентосные фораминиферы встречаются в количестве от 3150 до 27000 экз. Преобладают секреторные формы. Минимальные значения содержания фораминифер обнаружены на глубинах 2700-2900 и 3125-3900 м и связаны с областями низких концентраций фито- и зоопланктона в толще воды. В фауне фораминифер развит отрядный роталиидовый таксоценоз, по видовому составу близкий к таксоценозу сходных глубин открытой части океана.

Литература

1. Безруков П.Л. 1964. Осадки северной и центральной частей Индийского океана. - Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. LXIV.
2. Зернова В.В., Иванов Ю.А. 1964. О распределении сетного фитопланктона в Индийском океане. - Труды Ин-та океанологии АН СССР, LXIV.
3. Иваненков В.Н., Винтовкин В.Р., Щацков К.З. 1964. Распределение кислорода в водах северной части Индийского океана. - Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. LXIV.
4. Иванов Ю.А. 1964. Гидрологические исследования северной части Индийского океана. - Труды Ин-та океанологии АН СССР, т. LXIV.
5. Саидова Х.М. 1961. Экология фораминифер и палеогеография дальневосточных морей СССР и северо-западной части Тихого океана. М., Изд-во АН СССР.
6. Саидова Х.М. 1966. Фауна донных фораминифер Тихого океана. - Океанология, т. VI, вып. 2.
7. Соколова М.Н., Пастернак Ф.А. Количественное распределение донной фауны в северной части Аравийского моря и в Бенгальском заливе. - Докл. АН СССР, т. 144, № 3.

DISTRIBUTION OF DEEP-SEA BENTHONIC FORAMINIFERA
IN THE BAY OF BENGAL AND ON THE NORTH SLOPE
OF CENTRAL BASIN OF INDIAN OCEAN

I.I. Burmistrova

Summary

According to the predominance of tests of different orders and families fauna of benthonic foraminifera is divided into taxocoenoses. Alabaminidae taxocoenosis is distributed in the open part of the ocean at the depths from 2200 m to 4750 m and in the central part of the Bay of Bengal from 2700 m to 4100 m. The analysis of Alabaminidae taxocoenosis results in the definition of several foraminiferal facies. Fauna of Buliminida and Amodiscida-Ataxophragmiida taxocoenosis is developed in the terrigenous sediments in the wanting of organic matter, dissolved oxygen and CaCO_3 on the continental slope of Bay of Bengal. Arenaceous fauna of Astrorhizida-Ammodiscida taxocoenosis occupies the depths of 4800-5470 m.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ ПЛАНКТОННЫХ ФОРАМИНИФЕР
В ОСАДКАХ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

М. С. Бараш, Н. С. Блюм

Многочисленные работы по распределению планктонных фораминифер в воде и их раковин в осадках океана показали, что виды фораминифер ограничены в своем распространении условиями внешней среды, в первую очередь температурой воды. Представления о связи между распространением раковин в осадке и температурой воды позволяют решать обратную — стратиграфическую задачу: выделять в колонках океанических осадков горизонты, накопленные в тепловодные и холодноводные этапы. А количественные данные об этой связи дают возможность оценивать конкретные температурные условия геологического прошлого, т.е. перейти к палеогеографическому анализу [2, 10].

Виды, обитающие в сходных температурных условиях, имеют сходные ареалы в воде и в поверхностном слое осадков. Они встречаются совместно и в тех горизонтах колонок, которые отлагались в течение единых климатических этапов. Это позволяет объединять виды планктонных фораминифер в климатические комплексы.

Несмотря на некоторое сходство, выделяемые исследователями комплексы иногда существенно не совпадают. Так, *Globorotalia scitula* Болтовской [17] включает в умеренно тепловодный комплекс, А.Бе [13] — в субарктическо-субантарктический, Эриксон [20] — в холодноводный, Паркер [23] — в субантарктический, Беляева [6] — в умеренный. Такая же картина наблюдается и с некоторыми другими видами. Количество выделяемых комплексов также различно и колеблется от 2 [20] до 5 [13]. Ряд видов иногда вообще не включают в комплексы и считают их космополитами: *Orbulina universa*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinella aequilateralis*. Многие виды включались авторами одновременно в несколько комплексов. Так, Болтовской [16] включает *Globigerinoides ruber* в два комплекса, а *Globigerina bulloides* и *Globorotalia menardii* в три из пяти. Бе [13], разделив все виды на пять групп, дает примечание, что большинство видов субтропических зон обычно встречается также в тропической зоне. Таким образом, несмотря на довольно большое количество фактического материала, до сих пор не выработано достаточно четких представлений о влиянии температуры воды на распределение планктонных фораминифер. Это объясняется рядом причин. Распространение большинства видов не ограничивается узкой климатической зоной или единой водной массой, а охватывает соседние зоны и водные массы. Широкие ареалы усложняются меридиональными или субмеридиональными течениями. Соотношение видов в осадках с больших глубин нарушается избирательным растворением раковин [15, 25]. А комплексы фораминифер в планктоне зависят от сезона сбора проб. Кроме того, включение вида в "холодноводный" или "тепловодный" комплекс часто определяется расположением исследованного района в Мировом океане.

Объединение нескольких видов в том или ином климатическом комплексе не дает полного представления об их относительной тепловодности. Поэтому составляются температурные ряды, т.е. списки, в которых виды расположены в порядке от наиболее холодноводных к наиболее тепловодным, либо наоборот. При этом за основной, а часто и единственный критерий для определения места вида в ряду обычно принимается его температурный ареал. Положение вида в ряду с той или иной степенью точности дает представление об его относительной тепловодности. Температурные ряды, составленные разными авторами

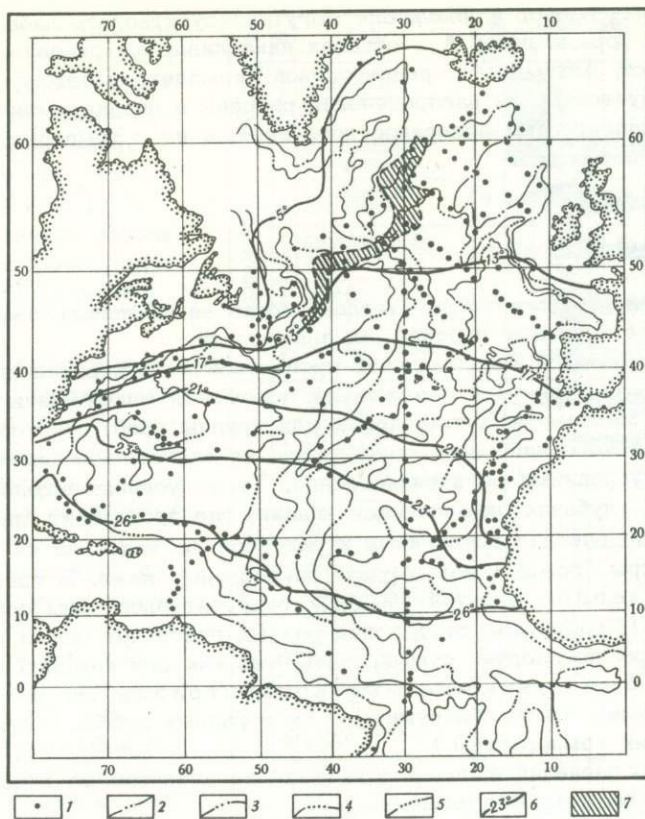


Рис. 1. Схема исследованного района

1 — станции; изобаты в м : 2—2000; 3 — 3000; 4 — 4000; 5 — 5000; 6 — среднегодовые изотермы поверхностной воды; 7 — полярный фронт (по Грузинову, 1965)

ми, как и комплексы, существенно различаются, что объясняется теми же объективными и субъективными причинами, указанными выше.

Уточненные количественные данные о связи распределения раковин планктонных фораминифер в поверхностном слое осадка со среднегодовыми температурами верхнего слоя воды в умеренной зоне Северной Атлантики позволили выделить танатоценозы, характерные для определенных температурных интервалов [2, 10]. А это, в свою очередь, дало возможность перейти к количественному палеотемпературному анализу колонок, подтвержденному затем изотопным анализом [3]. Однако эта работа ограничивалась регионом Северной Атлантики от 40 до 67° с. ш.

Полученные в последние годы новые данные позволяют расширить работу на всю Северную и Экваториальную Атлантику. Задачами настоящей статьи являются: определение температурных диапазонов распространения видов планктонных фораминифер, уточнение их относительной теплопроводности и их климатическая группировка.

Материалом послужили данные по содержанию раковин в 280 пробах осадков, собранных в 1957—1969 гг. экспедициями на научно-исследовательских судах "М. Ломоносов", "Экватор", "Седов", "Академик Курчатов" и "Дм. Менделеев" (рис.1). Пробы обрабатывали по ранее описанной методике [2, 10]. Для 28 видов и морфологических разновидностей были составлены карты процентных содержаний в общей фауне планктонных фораминифер в поверхностном слое осадка. По этим материалам анализировалась связь между распределением видов и среднегодовыми температурами поверхностного слоя воды. Как показал А.Бе [12],

в течение разных сезонов в планктоне могут присутствовать либо преобладать различные виды фораминифер. А в осадках накапливаются раковины всех видов, которые образуют смешанный "среднегодовой" комплекс. Поэтому в настоящей статье анализируется связь распределения раковин в осадке именно со среднегодовыми температурами поверхностного слоя, а не с температурами каких-либо месяцев или сезонов.

Температурный ряд

Для определения относительной теплопроводности видов использованы следующие критерии, расположенные в порядке их значимости.

1. Положение районов максимальной процентной концентрации вида в той или иной климатической зоне. При определении положения максимумов отбраковывались "ложные максимумы", т.е. пробы или группы проб, в которых повышенное содержание какого-либо вида обусловлено не экологическими причинами, а специфическими условиями осадконакопления. Такие условия возникают, например, на больших глубинах океанических впадин, где происходит преимущественное накопление раковин устойчивых к растворению видов за счет менее устойчивых. Примеры "ложных максимумов" приведены ниже. В графиках рис. 2 показано характерное для той или иной температурной зоны процентное содержание видов. (Процентное содержание разных видов при одном и то же значении температуры не следует суммировать, так как для каждого вида приведены характерные максимальные концентрации при данной температуре. А разные виды часто обнаруживают их в разных пробах, хотя и при одинаковых значениях температуры.)

2. Тенденции изменений в содержании вида по направлению к районам с большими или меньшими температурами.

3. Температурные пределы ареала. Учитывалась как устойчивая встречаемость видов в пробах (не менее 10 раковин в пробе), так и неустойчивая — единичные экземпляры, обнаружение которых может быть случайным, о чем подробнее сказано ниже.

Таким образом, в первую очередь учитывалось положение районов максимальных концентраций. Если положение максимумов двух видов совпадает, или, находясь в разных местах, они ограничены одинаковыми среднегодовыми изотермами, то принималось во внимание, содержание какого из них быстрее уменьшается к северу или югу (тенденция). При совпадении максимумов и тенденций учитывались температурные пределы ареалов.

В результате этой работы получен температурный ряд от наиболее холодноводных к наиболее тепловодным видам (см. рис. 2). Основанный на значительно большем фактическом материале, он существенно отличается от опубликованного ранее [2, 10]. Уточнена связь распределения нескольких видов с температурой, и они перемещены в температурном ряду в соответствии с новыми данными. Проведена количественная оценка этой связи (в масштабе на рис. 2). Для двух видов — *Globigerina pachyderma* и *Globorotalia truncatulinoides* — рассмотрено распространение их морфологических разновидностей с лево- и правозавитыми раковинами, которые широко используются для стратиграфических целей.

Рассмотрим данные по распространению видов в связи с температурой.

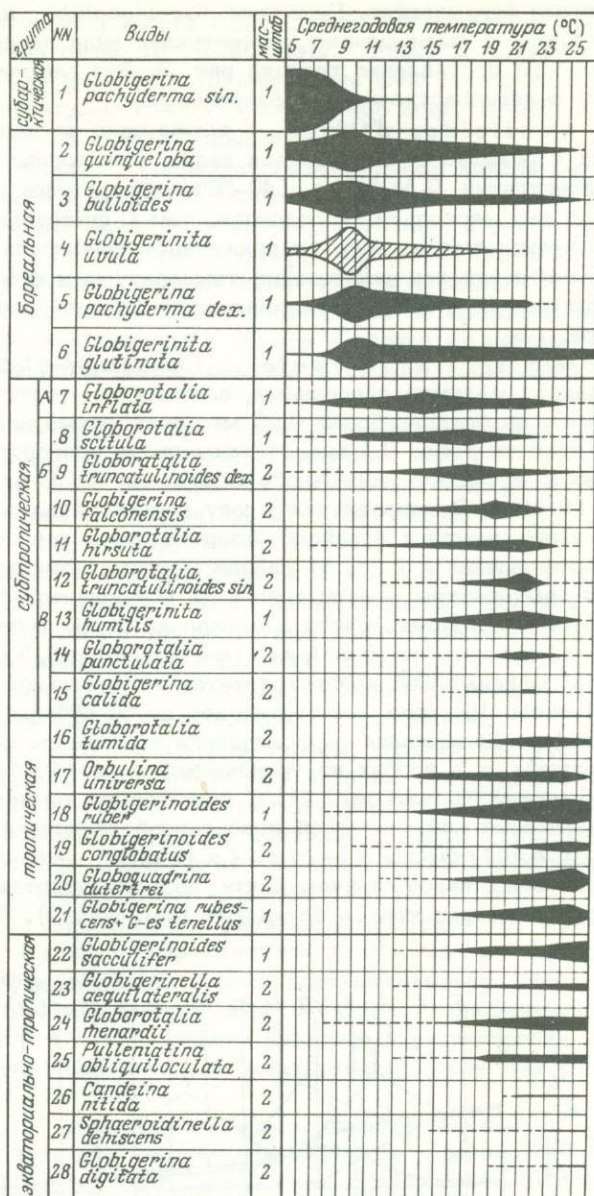
Globigerina pachyderma s.l. (Ehrenberg) — самый холодноводный вид, но с широким ареалом, охватывающим зону от минимальных температур до 24°. Максимум его концентрации четко выражен и располагается в Арктическом бассейне, где вид составляет 100 или почти 100% фауны планктонных фораминифер [11]. В районах распространения арктических и субарктических водных масс, ограниченных фронтами конвергенции ("полярный фронт"), содержание вида превышает 60%, а во многих пробах составляет 80–98% [2]. С повышением температуры содержание *G. pachyderma* понижается и в пробах из тропической зоны (24–27°C) он, как правило, не встречается.

G. pachyderma имеет две морфологические разновидности — с лево- и правозавитыми раковинами. Установлено, что левозавитая разновидность (*G. pachu* —

Рис. 2. Распределение видов планктонных фораминифер в поверхностном слое осадков в зависимости от температуры воды. Толщина линии отражает обилие видов (проценты, в масштабах 1 и 2)

Штрих-единичные раковины в отдельных пробах (неустойчивая встречаемость)

derma sin.) - более холодноводная [21]. Соотношение разновидностей *G. pachyderma* имеет большое значение для стратиграфического расчленения колоннок из высоких и умеренных широт [19]. В то же время данных по их экологии пока не достаточно. Анализ проб осадков из Северной Атлантики показывает, что распределение *G. pachyderma sin.* четко связано с арктическими и субарктическими водными массами. В районах с их устойчивым распространением эта разновидность составляет 80-90% и более от общего числа представителей вида. В зонах периодической смены субарктических и бореальных водных масс, соответствующих неустойчивым фронтам субарктической конвергенции [26], располагается изоплета равных содержаний обеих разновидностей, примерно совпадающая с изотермой 9°. При более высоких температурах содержание



масштаб 1, % $\begin{matrix} 20 \\ 0 \\ 20 \end{matrix}$

масштаб 2, % $\begin{matrix} 10 \\ 0 \\ 10 \end{matrix}$

G. pachyderma sin. резко уменьшается и уже в районе с температурами 13-15° не превышает обычно 1,5% общего содержания вида. Связь распределения *G. pachyderma s.l.* в осадках с температурой и влияние последней на соотношение морфологических разновидностей показаны на рис. 3. Правозавитая *G. pachyderma* значительно более тепловодна, поэтому закономерности ее распространения рассмотрены ниже.

G. quinqueloba Natland распространена в исследованном районе почти повсеместно: от минимальных температур 5-7° на широте Исландии до тропической зоны включительно (рис. 2). Не обнаружена она лишь в пробах экваториальной зоны (26-27°). Пробы с максимальной концентрацией *G. quinqueloba* (около 50%) обнаружены в районах со среднегодовой температурой около 9,5°. Однако вид сохраняет высокие концентрации (30-40%) и при более низких температурах (6-8°). Понижение концентрации вида при повышении температуры также происходит весьма постепенно, и в районе Азорских островов (19-20°) он составляет еще 10-20%. В тропической части океана вид составляет 1-5%

раковин фораминифер. Раковины *G. quinqueloba* легко растворимы [25], поэтому пробы с уменьшением концентрации вида за счет растворения не учитывались при составлении графика рис. 2. Это замечание относится и к другим видам с легкорастворимыми раковинами.

G. bulloides d'Orbigny также один из наиболее широко распространенных и обильно встречающихся видов планктонных фораминифер. Максимальные концентрации *G. bulloides* (40–50%) обнаружены в зоне с температурами 9–10°. Этот вид несколько тепловоднее, чем *G. quinqueloba*, так как при одинаковом положении максимумов он показывает тенденцию к более быстрому понижению концентрации при уменьшении температуры и его ареал расширен к югу – вид встречается в небольшом количестве даже в пробах из района теплового экватора.

Globigerinita uvula (Ehrenberg) (= *Globigerinoides minuta* Natland) обладает мелкими раковинами, поэтому на графике рис. 2 показана его концентрация во фракции более 0,05 мм, в то время как для всех остальных видов – во фракции более 0,1 мм. Максимальная концентрация *Gt. uvula* (60–70%) обнаружена в осадках восточного склона хребта Рейкьянес и в Исландской котловине (9–10°). В направлении к югу концентрация раковин *Gt. uvula* в осадке быстро уменьшается и в районе Азорских островов составляет немногие проценты. В направлении к с.-з. от района максимальной концентрации, по мере понижения температуры, содержание вида сокращается быстрее, чем у *G. bulloides*. Поэтому его можно считать несколько более тепловодным.

Globigerina pachyderma (Ehrenberg), dex., правозавитая разновидность вида, максимально концентрируется в бореальной зоне, в районах с температурой около 10°, где она составляет до 50–60% раковин всех планктонных фораминифер. Содержание разновидности постепенно понижается с повышением температуры, и в пробах из тропической зоны (23–24°) встречаются лишь единичные раковины (см. рис. 2). С понижением температуры *G. pachyderma* dex. замещается холодноводной левозавитой разновидностью.

Globigerinita glutinata (Egger) – один из наиболее широко распространенных видов, причем почти во всех широтах океана встречается в значительных количествах – более 10% (см. рис. 2). По-видимому, это и привело

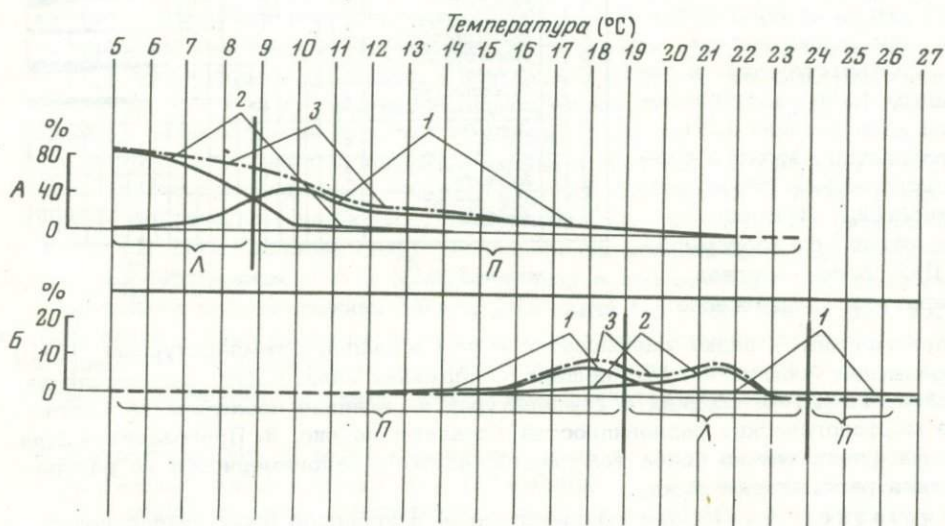


Рис. 3. Количественное распределение видов *Globigerina pachyderma* (А), *Globorotalia truncatulinoides* (Б) и их морфологических разновидностей в связи с температурой воды

А: 1 – *G. pachyderma* dex.; 2 – *G. pachyderma* sin.; 3 – *G. pachyderma* s.l.; Б: 1 – *G. truncatulinoides* dex.; 2 – *G. truncatulinoides* sin.; 3 – *G. truncatulinoides* s.l.; Л – зоны преобладания левозавитой разновидности; П – зоны преобладания правозавитой разновидности

некоторых авторов к выводу об эвритермности вида. Однако на восточном склоне хребта Рейкьянес (температура около 10°) *G. glutinata* образует четко выраженный максимум — до 40% и более [2]. Концентрация вида постепенно понижается с повышением температуры: 15–30% в бореальной зоне, 10–20% в субтропической, 5–10% в тропической и экваториальной.

Globorotalia inflata (d'Orbigny) образует максимальные концентрации (до 20%) на Северо-Атлантическом хребте севернее Азорских островов (температура около 15°). В осадках Ньюфаундлендской котловины, в районе с температурой около 19° , концентрация раковин *G. inflata* достигает 30–40%. Однако это наблюдается лишь в пробах с глубин более 4600 м и связано с большой устойчивостью раковин *G. inflata* против растворения по сравнению с раковинами других видов ("ложный максимум"). К югу и северу от района наибольших концентраций содержание в осадке раковин *G. inflata* постепенно снижается (см. рис. 2).

G. scitula (Brady) образует максимум концентрации (10–14%) у Азорских островов (температура около 18°). Ареал вида на севере включает наиболее холодноводные районы Атлантики — западнее Исландии он встречается в количестве 1–2%. В пробах осадков тропической Атлантики (23 – 27°) вид редок.

G. truncatulinoides (d'Orbigny) s.l. обнаруживает высокие концентрации в нескольких районах субтропической зоны, образуя два максимума при температурах 18 и 22° . Распространен широко и не встречается лишь в осадках субарктической зоны. В колонках осадков наблюдается смена горизонтов с преобладанием лево- или правозавитой разновидности этого вида, что позволяет проводить стратиграфическую корреляцию колонок [22]. Авторы отмечают, что причина смены направления завивания *G. truncatulinoides* неизвестна.

Поэтому представляет интерес выяснение экологических условий распространения морфологических разновидностей этого вида. Согласно нашим данным, как и по данным Эриксона и других [22], в центральной части Северной Атлантики преобладает левозавитая разновидность, а в северной и южной (тропической) зонах — правозавитая (рис. 4). Смысл этих явлений оставался неясным. Анализ данных позволяет прийти к следующим выводам.

G. truncatulinoides dex., правозавитая разновидность, образует максимальные концентрации (до 7, а вместе с левозавитой до 9%) при температуре около 18° , образуя северный из упомянутых выше двух максимумов. Эта форма распространена широко и не встречается лишь в наиболее холодноводных районах (см. рис. 2). К северу и к югу от района максимума концентрация *G. truncatulinoides* dex. постепенно снижается, в экваториальной зоне она составляет до 1% раковин.

G. truncatulinoides sin., левозавитая форма, образует южный из двух максимумов концентрации вида при температуре около 22° (район Бермудских островов), где она составляет 7–9%, а вместе с правозавитой 8–11%. Температурный диапазон распространения *G. truncatulinoides* sin. более ограничен. При температуре 19 – 20° и ниже она уступает правозавитой форме. А при повышении температуры количество *G. truncatulinoides* sin. снижается быстрее, чем количество *G. truncatulinoides* dex., и она также уступает ей (см. рис. 3). Эта схема объясняет и существование двух максимумов концентрации вида и тот факт, что район преобладания левозавитой формы располагается между районами преобладания правозавитой. Изменения температуры воды в геологическом прошлом смешали эти ареалы, что и вызвало в колонках осадков смену горизонтов с преобладанием той или другой разновидности *G. truncatulinoides*.

Globigerina falconensis Blow образует высокие концентрации раковин в осадках субтропической зоны на Срединно-Атлантическом хребте и у Бермудских островов, с максимумом до 9–10% в первом из этих районов (температура около 20°). Вид встречен почти во всех пробах восточной половины Северной Атлантики в диапазоне температур 13 – 24° . В экваториальной зоне встречается эпизодически в количестве менее 1% (см. рис. 2).

Globorotalia hirsuta (d'Orbigny) распространена широко (см. рис. 2), образует концентрации более 1% при температурах 13 – 24° , с максимумом 6% в районе Бермудских островов (22°).

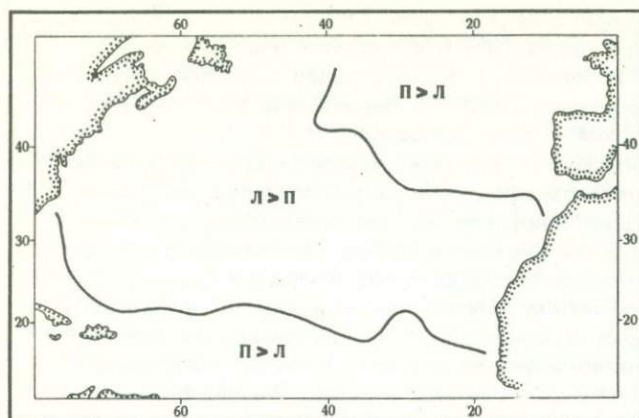


Рис. 4. Расположение районов преобладания левозавитой ($L > P$) и правозавитой ($P > L$) разновидностей *Globorotalia truncatulinoides*

G. truncatulinoides (d'Orbigny) sin., основные закономерности распространения которой рассмотрены выше и которая также образует максимальные концентрации при 22° , является несколько более тепловодной, чем *Gr. hirsuta*, поскольку показывает тенденцию более быстрого уменьшения концентрации по мере понижения температуры (см. рис. 2). В районе с температурой $15-17^{\circ}$ *G. truncatulinoides* sin. составляет не более 1% раковин.

Globigerinita humilis (Brady) образует максимальные концентрации раковин (10–14%) южнее Канарских островов ($20-23^{\circ}$). Раковины этого вида, по данным Паркер и Бергера [25], наиболее устойчивы к растворению среди всех видов планктонных фораминифер. Наши материалы также приводят к подобному выводу. На глубинах 4500–5000 м в Европейской, Северо-Африканской и Северо-Американской котловинах вид составляет 20–28% (в одной из проб – до 55%) всех раковин ("ложные максимумы"). Распространен в осадках при температуре выше 13° (см. рис. 2).

Globorotalia punctulata d'Orbigny (= *Gr. crassaformis* Galloway and Wissler) обнаруживает максимальные концентрации (до 2%) в осадках материкового склона Северной Америки и Африки (температура около 22°). Как устойчивый к растворению [25], этот вид образует "ложные максимумы" в Северо-Африканской котловине (3–4%).

В количестве более 1% встречается в диапазоне температур $18-25^{\circ}$ (см. рис. 2).

Globigerina calida Parker – вид малочисленный, концентрации около 1% встречены лишь у островов Зеленого мыса и на материковом склоне Северной Америки (температура $22-23^{\circ}$). В количестве менее 1% содержится в пробах осадков в интервале температур $16-27^{\circ}$ (см. рис. 2).

Globorotalia tumida (Brady) в нормальных условиях осадконакопления образует максимальные концентрации до 5% на плато Зеленого мыса ($22-24^{\circ}$). На больших глубинах котловин образует "ложные максимумы" в 10–20 и даже 43% раковин (в северо-восточной части Гвианской котловины). Раковины *G. tumida* распространены в осадках при температуре выше 14° и составляют более 1% при температуре выше 19° . В пробах из зоны теплового экватора концентрация вида несколько снижается по сравнению с максимальной (см. рис. 2).

Orbulina universa d'Orbigny встречается в пробах осадков почти всей изученной акватории, за исключением наиболее холодноводных районов [2], причем обычно в количестве менее 1%. Максимальные концентрации вида обнаружены на материковом склоне Северной Америки – на плато Блейк (до 4–5%), температура $24-25^{\circ}$. Раковины *O. universa* легко растворимы и не встречаются в пробах с больших глубин.

Globigerinoides ruber (d'Orbigny) – вид массовый и широко распространенный. Максимальные концентрации (до 35–45%) встречены в зоне с температурой $25-26^{\circ}$. В экваториальной зоне ($26-27^{\circ}$) содержание раковин этого вида в осадках несколько снижается (25–35%) (см. рис. 2).

G. conglobatus (Brady) устойчиво встречается лишь в пробах осадков из районов с температурой более 15° , хотя единичные раковины вида обнаруживаются и в более холодноводных районах ($10-15^{\circ}$). *G. conglobatus* составляет более 1% при температуре выше $20-21^{\circ}$, с максимумом концентрации (до 5%) при $25-26^{\circ}$. В экваториальной зоне его содержание снижается (см. рис. 2).

Globoquadrina dutertrei (d'Orbigny) (= *Globigerina eggeri* Rumbler) образует максимальные концентрации ($10-15\%$) при $25-26^{\circ}$ в районе плато Блэйк, в экваториальной зоне количество раковин вида снижается. *G. dutertrei* несколько тепловоднее, чем *Globigerinoides ruber* и *G. conglobatus*, поскольку устойчиво присутствует в пробах лишь при температуре выше 17° , эпизодически — при температуре выше 12° .

Globigerinoides tenellus Parker¹ дает максимальные концентрации (до 25% раковин) в южной части Северо-Атлантического хребта ($25-26^{\circ}$). В экваториальном районе его количество снижается до 5–8%. Он более тепловодный, чем *G. ruber* и *Globoquadrina dutertrei*, поскольку его распространение к северу более ограничено.

G. sacculfer (Brady) в наибольшем количестве — около 30% — встречается в экваториальной зоне. Вид массовый и в пробах из тропической зоны составляет 15–30%, из субтропической 1–15%, при температуре $14-17^{\circ}$ — менее 1%.

Globigerinella aequilateralis (Brady) — вид малочисленный и составляет 2–3% лишь в наиболее тепловодных районах ($25-27^{\circ}$). Устойчиво встречается в пробах при температуре более 15° (см. рис. 2).

Globorotalia menardii (d'Orbigny) также образует максимальные концентрации (8–13%) в тропической и экваториальной Атлантике ($24-27^{\circ}$). При уменьшении температуры содержание раковин вида в пробах быстро снижается, до 1% при 18° . В южной части Северо-Американской котловины образует "ложный максимум" до 22%.

Pulleniatina obliquiloculata (Parker et Jones) устойчиво встречается в пробах осадков лишь из южной части субтропической, из тропической и экваториальной зон ($19-27^{\circ}$), образуя максимальные концентрации до 5% при высоких температурах.

Candeina nitida d'Orbigny устойчиво встречается в пробах в интервале температур $22-27^{\circ}$, причем превышает 1% лишь в экваториальной зоне ($25-27^{\circ}$).

Sphaeroidinella dehiscens (Parker et Jones) устойчиво присутствует в пробах из экваториальной зоны, обычно не превышая 1%. Единичные экземпляры встречены в пробах из субтропической зоны при температуре выше 15° .

Globigerina digitata Brady наиболее тепловодный из всех рассмотренных видов. Устойчиво встречается лишь в экваториальной зоне, обнаружен в отдельных пробах из субтропической зоны (температура выше 20°).

Климатические группы видов

Проведенный выше анализ связи между распределением раковин различных видов планктонных фораминифер в осадке и среднегодовыми температурами поверхностного слоя воды позволяет выделить несколько групп видов по климатическому признаку.

I. Субарктическая группа включает левозавитую разновидность *Globigerina pachyderma*, образующую максимальные концентрации севернее фронтов субарктической конвергенции.

¹ В этой работе рассматривается совместно с *Globigerina rubescens* Hofker, поскольку их диагностические характеристики довольно мало отличаются, и при массовых анализах раздельная идентификация затруднительна.

II. Бореальная группа включает виды *G. quinqueloba*, *G. bulloides*, *Globigerinita uvula*, *Globigerina pachyderma* dex., *Globigerinita gluninata*. Все эти виды образуют максимальные концентрации раковин в осадках бореальной зоны при температуре 9–10°. Северную границу бореальной зоны составляют фронты субарктической конвергенции (см. рис. 1), южная примерно соответствует изотерме 13° [9].

III. Субтропическая группа включает следующие виды: *Globorotalia inflata*, *G. scitula*, *G. truncatulinoides* dex., *Globigerina falconensis*, *Globorotalia hirsuta*, *G. truncatulinoides* sin., *Globigerinita humilis*, *Globorotalia punctulata*, *Globigerina calida*. Все они образуют максимальные концентрации в широкой субтропической зоне, южная граница которой, по нашим данным, близка к границе, намеченной Богдановым [7], Бе и Толдерлуном [14], и в центральной части океана примерно соответствует изотерме 23°.

По положению максимумов концентрации виды субтропической группы четко обособлены от видов бореальной группы: наиболее холодноводный из субтропических видов *Globorotalia inflata* дает максимум при 15°. Таким образом, температурный "разрыв" между бореальной и субтропической группами составляет около 5°. Субтропические виды не образуют столь компактной группы по положению максимумов, как бореальные. Их можно разделить на три подгруппы.

Субтропическая подгруппа IIIа включает один вид *G. inflata*. Он занимает как бы промежуточное положение между бореальными и субтропическими. Бе и Толдерлунд [14] на этом основании выделяют его в особую "промежуточную группу", состоящую только из этого вида. Мы относим *G. inflata* к субтропической группе по положению высоких концентраций в субтропической зоне и по положению максимума (15°), который ближе к следующему в температурном ряду виду *G. scitula*, чем к бореальным.

Субтропическая подгруппа IIIб включает виды *G. scitula*, *G. truncatulinoides* dex., *Globigerina falconensis*. Их максимальные концентрации располагаются в центральной части субтропической зоны (17–21°). Северная граница соответствующей подзоны приблизительно совпадает с изотермой 17°.

Субтропическая подгруппа IIIв включает наиболее тепловодные виды субтропической группы: *Globorotalia hirsuta*, *G. truncatulinoides* sin., *Globigerinita humilis*, *Globorotalia punctulata*, *Globigerina calida*. Они образуют максимумы концентраций при температуре 22–23°.

IV. Тропическая группа состоит из видов *Globorotalia tumida*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides ruber*, *G. conglobatus*, *Globoquadrina dutertrei*, *Globigerinoides tenellus*. Они образуют максимумы в тропической зоне океана при температуре 23–26°. Последние пять видов составляют компактную группу с максимумами при 25–26°, а *Globorotalia tumida* (23–24°) является видом, промежуточным между субтропическими и тропическими. В отличие от субтропических, все тропические виды сохраняют высокие по сравнению с максимальными концентрации в экваториальной зоне. Тем не менее такого температурного "разрыва", как между бореальными и субтропическими, между субтропическими и тропическими видами не наблюдается. Это соответствует представлениям, изложенным Грузиновым [8], о том, что четкие границы между физико-географическими зонами в океане существуют только в умеренных широтах и к северу от них, в тропических и экваториальных широтах эти границы более сглажены.

V. Экваториально-тропическая группа включает виды *Globigerinoides sacculifer*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globorotalia menardii*, *P. obliquiloculata*, *S. nitida*, *Sph. dehiscens*, *G. digitata*. Они образуют высокие концентрации в тропической и экваториальной зонах, без тенденции к уменьшению при наибольших значениях температуры (26–27°). Этот признак позволяет отделить их от видов тропической группы.

Объединение видов в группы по климатическому признаку отражено на рис. 2. В пределах каждой группы имеются массовые виды, процентное содержание их раковин в осадках определенных районов составляет десятки процентов. Такова *Globigerina pachyderma* sin., все виды бореальной группы, из субтропи-

ческих *Globorotalia inflata*, *G. scitula*, *Globigerinita himulus*. Наиболее массовые из тропических видов *Globigerinoides ruber*, *Globoquadrina dutertrei*, *Globigerinoides tenellus*, из экваториальных — *G. sacculifer*. Остальные виды малочисленны — обычно до 10% — и лишь изредка образуют высокие концентрации в аномальных пробах (ложные максимумы и пр.). Поэтому, чтобы отразить закономерности распространения всех видов, на рис. 2 использованы разные масштабы для массовых и малочисленных.

Известно, что стадиями пелагических ассоциаций и биотопами пелагических танатоценозов являются водные массы [5] — достаточно изолированные друг от друга объемы воды, в которых живет специфическое население. Почти весь описанный район охвачен крупным субтропическим круговоротом [1]. Лишь в северо-западной части района развит субполярный и в южной — тропический круговороты. Поэтому могут возникнуть вопросы, почему в разных участках единой водной массы происходит накопление в осадке различных групп фораминифер, почему оказывается возможным привязать распространение этих групп к довольно узким интервалам среднегодовых температур, в то время как круговороты, особенно субтропический, охватывают значительно более широкие температурные интервалы? Это можно, по-видимому, объяснить двумя причинами.

Во-первых, иерархичностью строения водных масс из соподчиненных единиц — в пределах водных масс могут быть выделены массы второго, третьего и т.д. порядков [4]. Эти водные массы низших порядков могут различаться по структуре биоценозов планктонных фораминифер, что отражается в структуре танатоценозов в осадке.

Во-вторых, в крупных круговоротах океана вода делает полный оборот в течение нескольких лет, что во много раз превышает продолжительность индивидуальной жизни планктонных фораминифер. Так, планктону требуется примерно полгода, чтобы быть перенесенным от мыса Гаттераса до Азорских островов [27], а это лишь небольшая часть субтропического круговорота. Можно предположить, что вовлеченные в круговороты виды обычно смешанного комплекса, состоящего из разных климатических групп, обильно размножаются и соответственно насыщают своими раковинами осадок при достижении несущей их водой той части круговорота, где существуют наиболее благоприятные для них условия, в частности температурные. Таким образом, по мере движения в круговороте, то одна, то другая группа видов, входящая в комплекс, количественно увеличивается, что и находит отражение в наших схемах. Оба предположенных механизма локализации климатических групп в осадке могут существовать одновременно и дополнять друг друга.

Температура и число видов

Температура поверхностной воды влияет на общее число видов планктонных фораминифер в воде и в осадках [2, 18]. При точном количественном установлении связи "число видов—температура" эта характеристика может приобрести самостоятельное значение при палеогеографических реконструкциях. Материалы, имеющиеся в нашем распоряжении, позволяют уточнить представления о связи числа видов в осадках северной половины Атлантического океана со среднегодовыми температурами поверхностной воды (рис. 5). Графики рис. 5 строились следующим образом. Данные по всем изученным пробам группировались по одноградусным интервалам температуры. В пределах каждого интервала определялось максимальное число видов в пробах с наиболее благоприятными условиями накопления и сохранения раковин. В это число входят и такие виды, которые встречены в количестве 1–2 экз. во всей пробе среди десятков тысяч раковин других видов. Понятно, что обнаружение таких видов в какой-то степени случайно, так как их единичные раковины могут и не попасть в пробу осадка и могут быть не замечены при ее изучении. Поэтому дана и другая характеристика — число устойчиво встречающихся видов, которое включает как виды, составляющие заметную долю в комплексе (0,3% и более), так и виды, более редкие, но достаточно многочисленные, чтобы их обнаружение

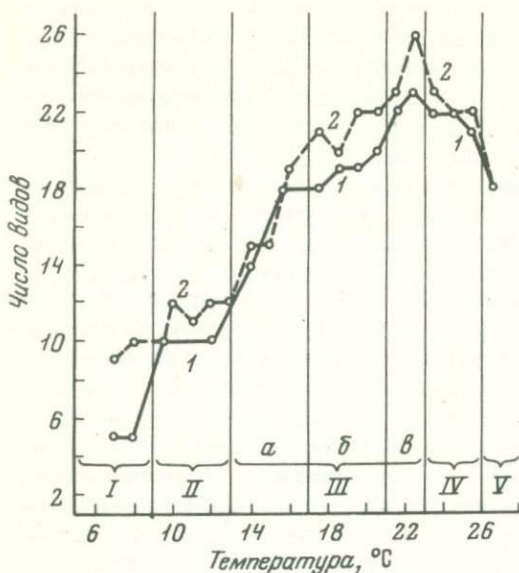


Рис. 5. Зависимость числа видов от среднегодовой температуры поверхностной воды

1 — число видов, устойчиво встречающихся в осадках при данной температуре; 2 — максимальное число встречающихся видов. Зоны: I — субарктическая; II — бореальная; III — субтропическая с подзонами а, б и в (объяснения в тексте); IV — тропическая; V — экваториально-тропическая. (Морфологические разновидности *G. pachyderma* и *G. truncatulinoides* учитывались раздельно.)

не было случайным (десятки экземпляров в пробе). Число устойчиво встречающихся видов также дано по пробам с максимальными значениями в пределах температурного интервала. Максимальные, а не средние значения обоих этих показателей взяты нами потому, что они зависят от условий верхнего слоя воды, а уменьшение числа видов в той или иной пробе часто определяется условиями накопления и захоронения раковин в осадке (избирательное растворение, сортировка раковин придонным течением по гидравлической крупности и т.д.), т.е. условиями, не характерными для климатических зон или температурных интервалов.

Число видов закономерно зависит от среднегодовой температуры и достаточно характерно для различных климатических зон.

В пробах из субарктической зоны устойчиво присутствуют пять наиболее холодноводных видов, максимальное число видов — до 10 (см. рис. 5).

В пробах осадков бореальной зоны число устойчиво встречающихся видов резко возрастает и достигает 10, максимальное число — 12.

В субтропической зоне, уже в ее северной части, число устойчиво встречающихся видов 14–18, в средней части 18–19, и в южной достигает максимальной для всей северной половины Атлантического океана величины — 23 видов в одной пробе. Такова же закономерность изменения максимального числа встреченных видов — от 15 в северной до 26 в южной части субтропической зоны. В последнем районе обнаружены наиболее смешанные комплексы, включающие, кроме субтропических, виды бореальной и тропической групп.

В пробах осадков тропической зоны число устойчиво встречающихся видов несколько снижается — до 22, резко снижается максимальное число видов — до 23–22, в основном за счет представителей редкой здесь бореальной группы.

В экваториальной зоне число видов уменьшается до 18 — здесь, как правило, отсутствуют не только бореальные, но и некоторые субтропические виды.

Приведенные материалы позволяют на более точной основе перейти к стратиграфическому и палеогеографическому анализу колонок четвертичных осадков.

Литература

1. Баранов Е.М., Бубнов В.А., Булатов Р.П., Привалова И.В. 1971. Исследования циркуляции и переноса вод Атлантического океана. В сб. "Океанологические исследования", № 22. М., "Наука".
2. Бараш М.С. 1970. Планктонные фораминиферы в осадках Северной Атлантики. М., "Наука".
3. Бараш М.С., Громова Т.С. 1969. Палеотемпературный анализ колоннок по планктонным фораминиферам. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
4. Беклемишев К.В. 1966. Экологические основы биогеографии пелагиали. В сб. "Экология водных организмов". М., "Наука".
5. Беклемишев К.В. 1969. Экология и биогеография пелагиали. М., "Наука".
6. Беляева Н.В. 1961. Экология планктонных фораминифер Индийского океана. (Автореф. докл.). - Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 36, вып. 6.
7. Богданов Д.В. 1961. Карта природных зон океана. - Океанология, т. 1, вып. 5.
8. Грузинов В.М. 1965. Гидрологический фронт как естественная граница природных зон в океане. - Труды ГОИН, вып. 84. М., Гидрометеоздат.
9. Морской Атлас. 1953, т. II, карта 48 - Климатические зоны и области Земли. Л., Изд. Морск. ген. штаба.
10. Barash M.S. 1971. The vertical and horizontal distribution of planktonic foraminifera in Quaternary sediments of the Atlantic ocean. In "The micropaleontology of Oceans", B.M.Funnell, W.R.Riedel (eds). London. Cambridge University Press.
11. Be A.W.H. 1960a. Some observation on Arctic planktonic foraminifera. - Contr. Cushman Found. Foram. Res., v. XI, pt. 2.
12. Be A.W.J. 1960b. Ecology of recent planktonic foraminifera. Pt 2: Bathymetric and seasonal distributions in the Sargasso Sea off Bermuda. - Micropaleontology, v. 6, N 4.
13. Be A.W.H. 1969. Planktonic foraminifera. In "Distribution of selected groups of marine Invertebrates in Waters south of 35°S Latitude", p. 9-22 in Folio II, Antarctic map folio series. Am. Geogr. Soc.
14. Be A.W.H., Tolderlund D.S. 1971. Distribution and ecology of living planktonic foraminifera in surface waters of the Atlantic and Indian Oceans. In "The Micropaleontology of Oceans". B.M.Funnell, W.R.Riedel (eds). London, Cambridge Univ. Press.
15. Berger W.H. 1968. Planktonic foraminifera: selective solution and paleoclimatic interpretation. - Deep-sea Res., v. 15.
16. Boltovskoy E. 1965. Los foraminiferos recientes. Edit. Univers. Buenos-Aires.
17. Boltovskoy E. 1969. Living planktonic foraminifera at the 90°E meridian from the equator to the Antarctic. - Micropaleontology v. 15, N 2.
18. Bradshaw J.S. 1959. Ecology of living planktonic foraminifera in the North and equatorial Pacific Ocean. - Contr. Cushman F. For. Res., v. X, N 2.
19. Caralp M., Vigneaux M. 1970. Le pleistocène marin sur un dôme sous-marin du Golfe de Gascogne. - C.R. Ac.Sci. Paris, t. 271, ser. D.
20. Ericson D.B. 1953. Sediments of the Atlantic Ocean. - Columbia Univ., Lamont Geol. Observ., Tech. Rept., Submarine Geol., N 1.
21. Ericson D.B. 1959. Coiling direction of *Globigerina pachyderma* as a climatic index. - Science, v. 130.
22. Ericson D.B., Wollin G., Wollin J. 1954. Coiling direction of *Globorotalia truncatulinoides* in deep-sea cores. - Deep-Sea Res., v.2.
23. Parker F.L. 1960. Living planktonic foraminifera from the equatorial and southeast Pacific. - Sci. Rept. Tohoku Univ., 2 ser. (Geol.), spec., v. 4.
24. Parker F.L. 1962. Planktonic foraminiferal species in Pacific sediments. - Micropaleontology, v. 8, N 2.
25. Parker F.L., Berger W.H. 1971. Faunal and solution patterns of planktonic Foraminifera in surface sediments of the South Pacific. - Deep-Sea Res., v. 18.
26. Schott G. 1944. Geographie des Atlantischen Ozeans. Hamburg.
27. Thorson G. 1961. Length of pelagic life in marine bottom invertebrates as related to larval transport by ocean currents. - Amer. Assoc. Advanc. Sci., Publ., N 67.

DISTRIBUTION OF THE PLANKTONIC FORAMINIFERA SPECIES
IN THE ATLANTIC OCEAN SEDIMENTS IN DEPENDENCE
ON WATER TEMPERATURE

M.S.Barash, N.S.Bloom

Summary

The planktonic foraminifera tests were investigated in 280 samples of surface sediments of the North and Equatorial Atlantic. The dependence of the species distribution on the average annual temperature of the upper water layer was established. The following criteria were used: 1. The position of the region of the species highest quantity. 2. The inclination in the quantity changes in proportion with increase or decrease of the water temperature. 3. The temperature limits of the species areals in sediments.

The species temperature range was built in which they are ranged from the most cold-water species to the most warm-water one. The studies of left- and right-coiling *Globigerina pachyderma* and *Globorotalia truncatulinoides* were made separately. The highest species number occurs in the southern part of the Subtropical zone where the temperature is 22–23°C.

This data may be used for stratigraphical division of cores and palaeoclimatic reconstructions.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР У ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ АФРИКИ

И.А. Басов

Материалом для настоящей статьи послужили 38 проб современных осадков, взятых осенью 1968 г. в 3-м рейсе и/с "Академик Курчатов" дночерпателем "Океан" и прямоточной грунтовой трубкой с глубин от 51 до 1680 м. Район исследований ограничен на севере 5° ю.ш. и на юге 24° ю.ш. (см. таблицу).

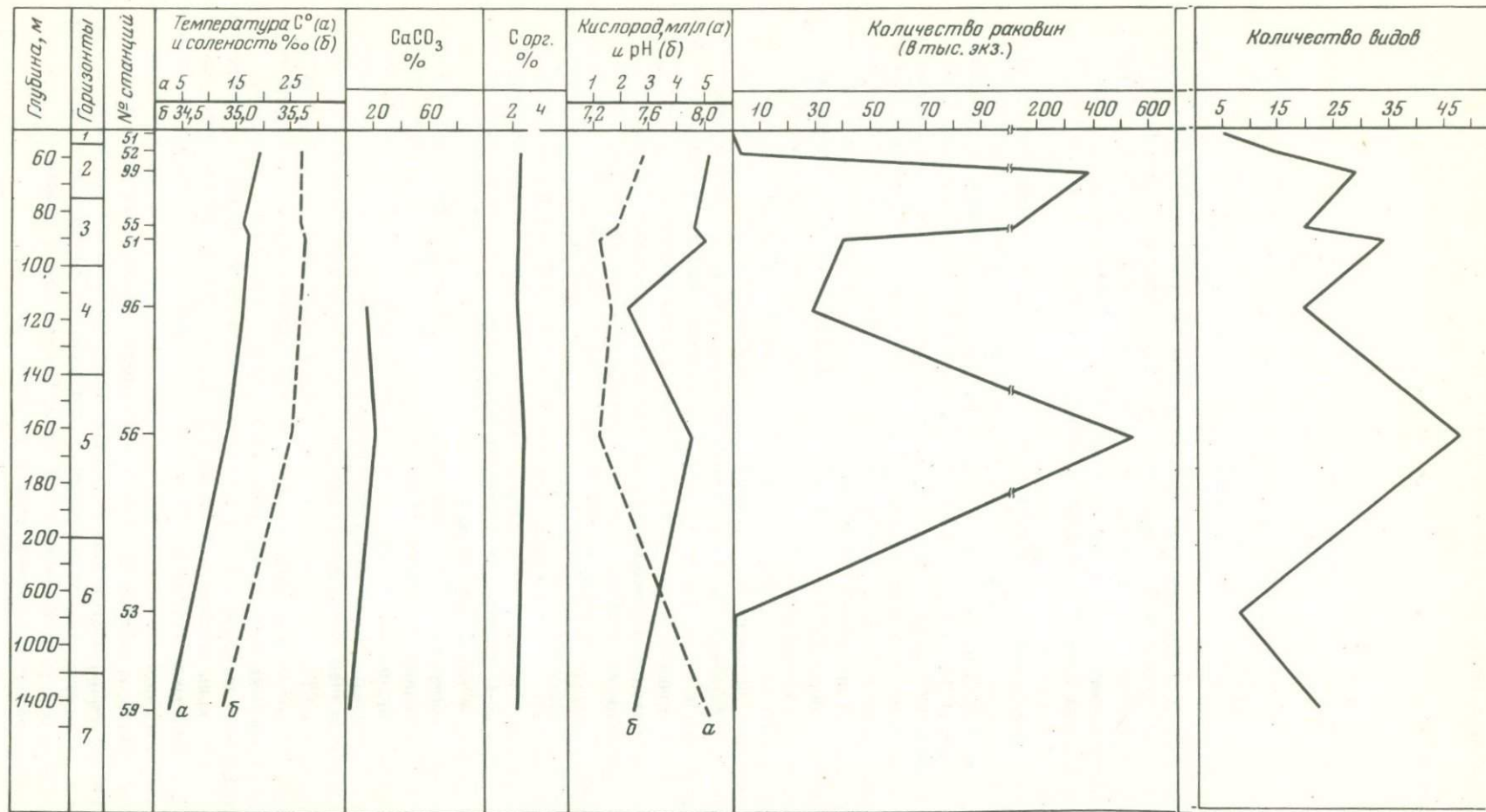
Материал обработан по методике, принятой в Институте океанологии АН СССР [3].

До настоящего времени имелись лишь отрывочные данные о составе бентосных фораминифер в осадках западного побережья Африки. В 1925-1927 гг. немецкой экспедицией на судне "Метеор" на шельфе и континентальном склоне юго-западной Африки было взято несколько проб донных осадков. В этих пробах Пратье [7] было определено и подсчитано процентное соотношение около 40 видов бентосных фораминифер, из которых чаще и в большем количестве встречены *Eponides pygmaeus* (Hantken), *Ep. umbonatus* (Reuss), *Nonion umbilicatum* (Montagu), *Nonion boueanum* (Orbigny), *Discorbis vesicularis* (Lamarck), *Rotalia beccarii* (Linné), *Gyroidina soldanii* (Orbigny), *Bulimina aculeata* (Orbigny), *B. elongata* (Orbigny), *Bolivina robusta* (Brady) и другие. Шотт [8] по материалам этой же экспедиции и нескольких станций немецкого кабельного судна "Стефан" произвел видовые определения бентосных фораминифер в осадках у западного побережья Африки к северу от экватора. К сожалению, оба автора не привели в своих работах описаний и изображений встреченной ими фауны и поэтому сравнение ее с нашей практически невозможно.

Океанологические исследования, проведенные здесь ранее [5, 9, 4, 6, 2], а также наблюдения, выполненные в 3-м рейсе и/с "Академик Курчатов" сотрудниками Института океанологии АН СССР. В.Н. Иваненковым, Ю.И. Ляхиным, Ю.Ф. Лукашевым, Б.В. Волостных позволили выделить у африканского побережья два района - приэкваториальный и южный. Эти районы резко различаются по гидрохимическим и гидрологическим характеристикам, и прежде всего по содержанию в воде растворенного кислорода, температуре воды в различных слоях, а также по составу осадков.

Изучение бентосных фораминифер позволило выявить существенные различия их качественного и количественного состава в этих районах (рис. 1,2). На графиках вертикального распределения фораминифер не отражены пробы, взятые прямоточной грунтовой трубкой, если они дублируют дночерпательные пробы. В том случае, когда несколько дночерпательных проб было взято на одной глубине, но на различных станциях, на графики наносились данные по пробе со средними значениями числа видов и общего количества экземпляров. Краткая характеристика остальных проб с этих глубин приводится в тексте.

В приэкваториальном районе, протягивающемся вдоль западного побережья Африки от 5° ю.ш. приблизительно до 15° ю.ш., получено девять проб донных осадков в интервале глубин от 51 до 1470 м. Осадки представлены пелитовыми и алевритовыми илами и песками. Часто в них присутствуют в большом количестве раковины мелких пелелипод. Для этого района характерны высокая температура воды, относительно высокое содержание в ней растворенного кислорода и постепенное его уменьшение с глубиной, от 2,8 до 1,2 мл/л. На глубине 1470 м оно увеличивается до 5 мл/л. Содержание в осадке $S_{орг}$ и $CaCO_3$ не превышают соответственно 3 и 20%.



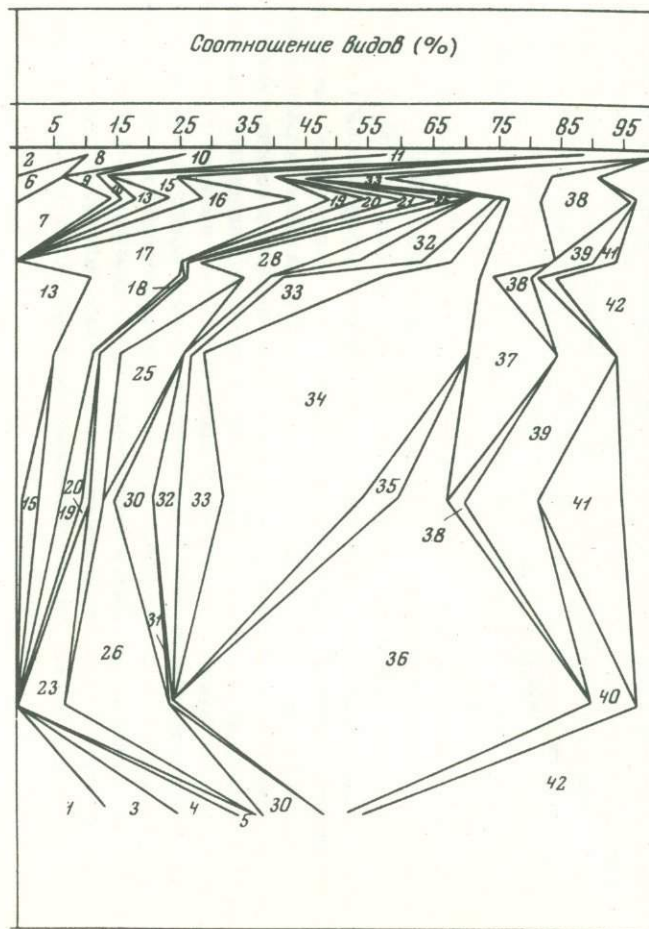


Рис. 1. Распределение бентосных фораминифер в приэкваториальном районе у юго-западного побережья Африки

1 — *Rhabdammina absoluta* Saidova; 2 — *Reophax fusiformis* Williamson; 3 — *Gaudryinoides erigonum* Saidova; 4 — *Cribrostomoides* sp.; 5 — *Recurvoides contortus* Earland; 6 — *Ammobaculites agglutinans* (Orbigny); 7 — *Spirotextularia* aff. *mississippiensis* (Cushman); 8 — *Quinqueloculina rhodiensis* Parker; 9 — *Q. patagonica* Orbigny; 10 — *Q. seminulum* (Linné); 11 — *Q. bicostata* Orbigny; 12 — *Ammonia beccarii* (Linné); 13 — *Elphidium excavatum* (Terquem); 14 — *E. advenum* (Cushman); 15 — *Rosalina rugosa* Orbigny; 16 — *Gavelinopsis* sp.; 17 — *Florilus basispinatum* (Cushman et Moyer); 18 — *Nonionella* aff. *iridea* Heron. — Allen and Earland; 19 — *Hansawaia nitidula* (Bandy); 20 — *Cancris oblonga* (Williamson); 21 — *Cibicidoides* aff. *floridanus* (Cushman); 22 — *Hyalinea balthica* (Schrötter); 23 — *Epistominella pacifica* (Cushman); 24 — *Bulimina marginata* Orbigny; 25 — *B. exilis* Brady; 26 — *B. sp.*, 27 — *B. fusiformis* Williamson; 28 — *B. patagonica* Orbigny; 29 — *Buliminella elegantissima* (Orbigny); 30 — *Uvigerina peregrina* Cushman; 31 — *Rectuvigerina* aff. *multicostata* Cushman; 32 — *Angulogerina vitrea* Saidova; 33 — *Brizalina striatula* Cushman; 34 — *B. barbata* Phleger and Parker; 35 — *B. goesi* Cushman; 36 — *B. aff. petterssoni* (Parr); 37 — *Bolivina lowmani* Phleger and Parker; 38 — *Cassidulina neocarinata* Thalman; 39 — *Lernina micae* Saidova; 40 — *Lernina* sp.; 41 — *Smyrella crassa* (Orbigny); 42 — остальные виды

Местонахождение станций

Номер станций	Координаты		Глубина, м	Номер станций	Координаты		Глубина, м
	ю.ш.	в.д.			ю.ш.	в.д.	
1	2	3	4	1	2	3	4
51	4°57,6'	11°37,6'	90	151-2	22°51,5'	14°12,7'	110
52	5°00,7'	11°48,8'	58	152	22°40,8'	14°19,6'	76
53	6°01,8'	12°03,9'	750	153-1	22°43,2'	14°10,6'	103
54	6°15,9'	12°05,0'	51	153-2	22°43,2'	14°10,6'	103
55	8°00,0'	12°57,7'	85	156	22°28,0'	14°05,5'	100
56	7°59,1'	12°43,4'	162	157	22°28,2'	14°14,0'	75
59	7°57,9'	12°16,7'	1470	158	22°17,0'	14°07,6'	78
98	11°00,0'	13°38,8'	115	159	22°07,1'	14°01,0'	80
99	11°21,4'	13°35,1'	65	160	21°59,2'	13°51,2'	92
100	14°00,2'	12°11,7'	530	161	21°49,0'	13°44,8'	98
136	16°58,4'	11°32,4'	125	163	21°28,7'	13°31,9'	100
140	19°38,6'	12°35,0'	120	164	21°22,4'	13°16,9'	130
141	20°09,1'	12°51,4'	120	166	20°47,6'	12°57,8'	174
143	22°26,2'	13°50,3'	129	167	20°11,7'	12°43,2'	130
145	23°18,2'	13°45,5'	160	168	19°51,6'	13°37,0'	120
150	22°56,6'	13°18,2'	345	175	20°48,2'	8°40,0'	360
151-1	22°51,5'	14°12,7'	110	208	22°59,6'	13°52,7'	148
209-1	22°59,4'	14°10,8'	120	210	23°43,8'	13°46,4'	200
209-2	22°59,4'	14°10,8'	120	211	21°21,5'	7°20,0'	1680

Количественное и качественное распределение фораминифер по глубинам в этом районе характеризуется значительной неравномерностью и пестротой (рис. 1). На кривых вертикального распределения числа видов и численности фораминифер можно выделить два максимума и три минимума, чередующихся между собой и характерных для различных глубин. Верхний количественный максимум (30 видов и около 400 тыс. экз./ 50 г осадка) располагается в верхней части сублиторали (глубины от 60 до 85-90 м); нижний, наиболее выраженный максимум (45 видов и 550 тыс. экз.) занимает нижнюю часть сублиторали, ограниченную глубинами от 140 до 200-300 м. Три количественных минимума, два из которых, верхний и средний, расположены в верхней половине сублиторали (выше 60 м и в интервале глубин 90-140 м), и третий - в верхней подзоне батииали (глубже 200-300 м) характеризуются относительно низкими содержаниями раковин, от 350 экз. до 40 тыс. экз. и небольшим числом видов, от 5 до 23.

Видовой состав и процентные соотношения видов на различных глубинах также отличаются значительным непостоянством и своеобразием, что позволило в пределах сублиторали и верхней подзоны батииали (от 50 до 1500 м) выделить семь фаунистических горизонтов, отличающихся видовым составом и количеством обитающих здесь фораминифер.

Верхний I горизонт от 50 до 55 м представлен на нашем графике, по-видимому, своей нижней частью и соответствует верхнему количественному минимуму фораминифер. Осадки представлены здесь крупнозернистыми песками, что свидетельствует о значительной подвижности вод на этих глубинах. Фауна фораминифер данного горизонта характеризуется всего пятью видами, малым количеством экземпляров, не более 20, и преимущественным развитием мелководных форм: *Quinqueloculina seminulum*, *Q. bicostata*, *Q. rhodiensis*.

Во II горизонте - от 55 до 75 м, где развиты алевро-пелитовые илы и разнозернистые пески, резко увеличивается число видов до 29 и число эк-

земляков до 380 тыс. В процентном отношении здесь преобладают виды: *Spirotularia* aff. *mississippiensis*, *Ammobaculites agglutinans*, *Elphidium excavatum*, *Gavelinopsis* sp., *Rosalina rugosa*, *Florilus basispinatum*, *Cancris oblonga*, *Bolivina lowmani*, *Cassidulina neocarinata* и др.

В III горизонте - 75-100 м - в пелитовых и алевролитовых илах число видов колеблется в пределах от 20 до 34, а число экземпляров уменьшается до 100-40 тыс. Фораминиферы представлены здесь в основном следующими видами: *Elphidium excavatum*, *Florilus basispinatum*, *Bulimina marginata*, *B. patagonica*, *Angulogerina vitrea*, *Brizalina striatula*, *B. barbata*, *Bolivina lowmani* и др.

IV горизонт охватывает глубины от 100 до 140 м, на которых развиты пелитовые илы. Он характеризуется уменьшением числа видов до 20 и числа экземпляров до 28 тыс. Здесь преобладают секретирующие раковины, относящиеся к отряду *Buliminida*: *Brizalina barbata*, *Bulimina exilis*, *Bolivina lowmani*.

V горизонт - 140-200 м, разнозернистые пески, выделяется по резкому увеличению числа видов до 48 и числа экземпляров до 540 тыс., что отвечает наиболее выраженному максимуму на обеих кривых и изменению комплекса фораминифер. Доминирующие виды этого горизонта: *Uvigerina peregrina*, *Angulogerina vitrea*, *Brizalina striatula*, *B. barbata*, *B. aff. petterssoni*, *Lernina micca*, *Smytmella crassa*.

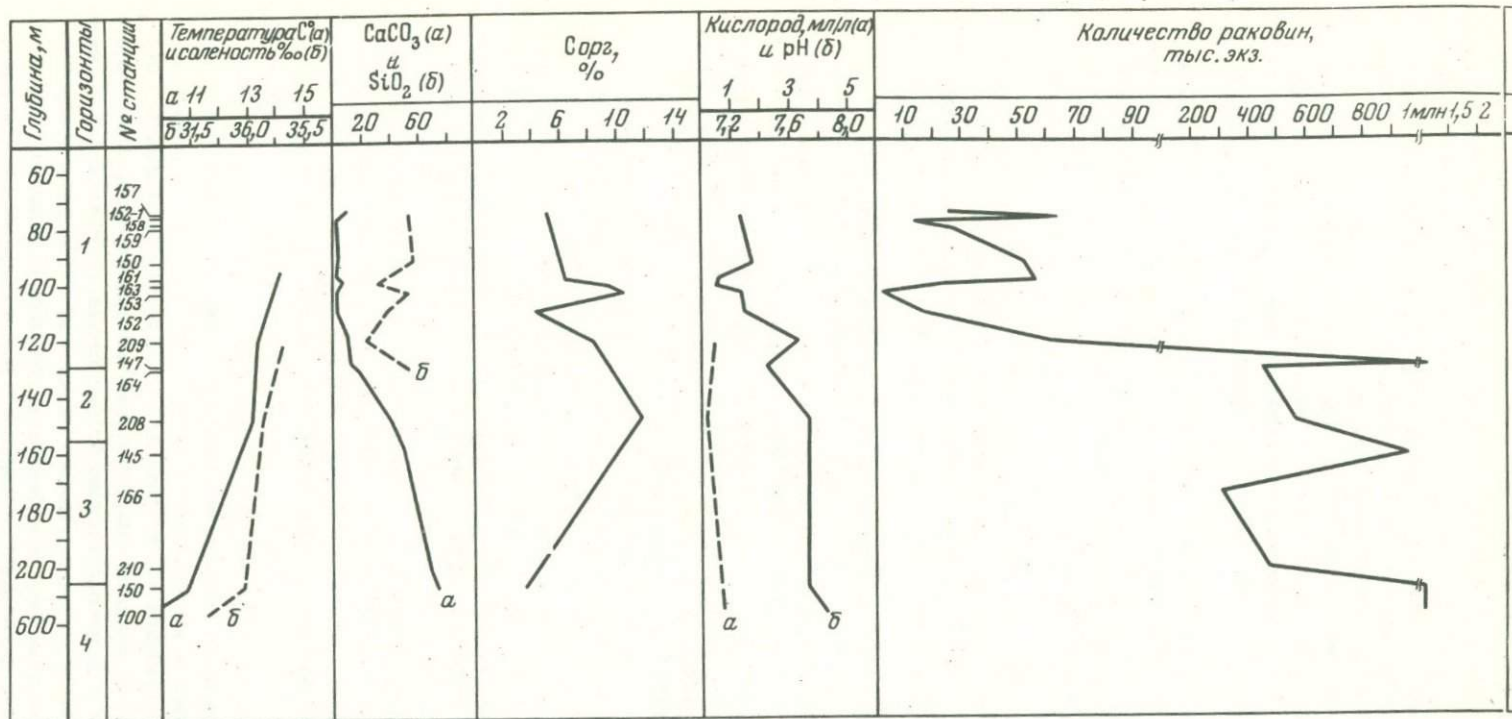
На глубинах от 200 до 1200 м, где распространены пелитовые илы, выделяется VI горизонт, характеризующийся резким сокращением числа видов до 8 и числа экземпляров до 1000. В процентном отношении здесь преобладают следующие виды: *Epistominella pacifica*, *Bulimina* sp., *B. aff. petterssoni*, *Lernina* sp.

На глубинах от 1200 до 1500 м в пелитовых илах нами выделен VII горизонт. Этому горизонту отвечает увеличение числа видов до 23, незначительное по сравнению с предыдущим горизонтом сокращение числа экземпляров (до 350) и более глубоководный состав фораминифер, в котором более 35% составляют агглютинирующие формы. Преобладающие виды здесь: *Rhabdammina absoluta*, *Cribrostomoides* sp., *Gaudryinoides erigonum*, *Recurvoides contortus*, *Melonis barleanus*, *Uvigerina peregrina*.

Южный район, протягивающийся вдоль побережья Африки от 15° ю.ш. до 24° ю.ш., охарактеризован 26 пробами донных осадков, взятых в интервале глубин 75-530 м. На глубинах 75-125 м здесь развиты преимущественно пелитовые диатомовые илы с запахом сероводорода. Ниже, до глубин 530 м, осадки представлены различными песками, часто с большим количеством ракушки. Этот район расположен в зоне подъема глубинных холодных вод и отличается резко выраженным дефицитом растворенного в воде кислорода (меньше 0,5-1,0 мл/л), а южнее 17° ю.ш. - почти полным отсутствием его в придонном слое в результате разложения органического вещества, которое продуцируется здесь в больших количествах, достигающих, по данным О.Н. Кобленд-Мишке, величин 1600 мгС/м³ в сутки. В этом районе отмечается резкое обогащение вод, осадков и иловых растворов углеводами соответственно до 1,7 и 14 мг/л [1]. Температура воды в данном районе в среднем на 10° ниже, чем в приэкваториальном районе [4,5]. Содержание в осадках CaCO₃ южнее 15° ю.ш. возрастает до 70%, а C_{орг.} до 15%.

Анализ кривых вертикального изменения числа раковин и числа видов и видового состава фораминифер в южном районе показывает еще более резкие, чем в северном районе, колебания по глубинам, что связано с совершенно особыми условиями. Вследствие низкого содержания в придонном слое, а местами даже полного отсутствия в воде растворенного кислорода, поверхность дна океана в этом районе заселяется преимущественно одним-двумя видами, воспроизводящимися в огромных количествах и способными выжить в условиях острого дефицита кислорода. И хотя колебания численности фораминифер здесь значительны (от 15 тыс. экз. до 1,8 млн. экз.), в среднем плотность заселения в южном районе намного больше, чем в северном.

В южном районе выделяется по одному четко выраженному максимуму и минимуму численности раковин (см. рис. 2). Минимальные количества раковин,



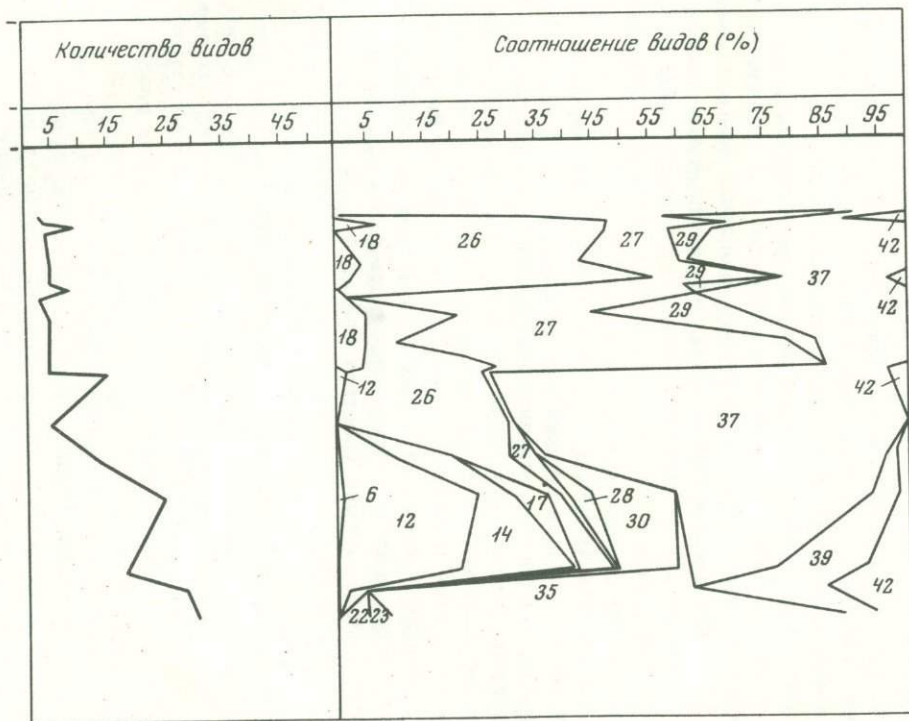


Рис.2. Распределение бентосных фораминифер в южном районе у юго-западного побережья Африки (условные обозначения см.рис.1)

от 2 тыс. до 65 тыс., характерны для глубин от 75 до 125 м, где широко развиты диатомовые илы, т.е. для зоны сероводородного заражения. Максимальные значения численности (1–1,8 млн.) приурочены к нижней части сублиторали и верхней батиаля, к глубинам от 125 до 530 м (ниже нет данных). На этих глубинах осадки становятся преимущественно песчано-илистыми и песчаными. В зоне максимального содержания фораминифер на отдельных глубинах наблюдается некоторое снижение численности раковин до 300–550 тыс., но в среднем численность здесь значительно выше, чем в зоне с минимальными количествами. Число видов в этой зоне также выше и колеблется от 5 до 31, в то время как в зоне сероводородного заражения оно обычно не превышает 5.

По изменениям видового состава на различных глубинах в южном районе можно выделить четыре экологических горизонта, три из которых располагаются на сублиторали и один – в верхней подзоне батиаля.

I горизонт охватывает глубины от 75 до 129 м – зону сероводородного заражения и распространения диатомовых илов. Этот горизонт характеризуется относительно малой численностью, небольшим набором видов и отсутствием агглютинирующих фораминифер. Число видов составляет здесь 3–9, численность раковин колеблется от 2 тыс. до 65 тыс., и только на глубине 129 м она резко возрастает до 1 млн. Этот скачок численности вызван, возможно, усилением подвижности придонных вод и их аэрации, на что указывает огрубление осадка на этой глубине. Доминирующими видами этого горизонта являются: *Bulimina* sp., *B. fusiformis*, причем раковины *B. fusiformis* преобладают в верхней и нижней частях горизонта, а раковины *B. sp.* – в его середине. Подчиненное положение занимают виды *Bolivina lowmani*, *Buliminella elegantissima*, *Nonionella* aff. *iridea*.

В пределах I горизонта, кроме приведенных на графике, взяты еще пробы со станций 140, 141, 156, 168, на которых число видов и их соотношение в среднем такое же, как во всех пробах этого горизонта, но численность увеличивается до 385–738–847 тыс. в дночерпательных пробах и до 1,8 млн. в верхнем слое колонки. Такие колебания численности в I горизонте связаны с локальными изменениями условий обитания, и прежде всего с увеличением подвижности придонных вод и повышением содержания в них растворенного кислорода в районах указанных станций. Осадки на этих станциях представлены преимущественно алевритами и песками, в то время как на остальных станциях горизонта развиты диатомовые илы.

Во II горизонте (глубины 129–155 м), где сероводородное заражение отсутствует, но содержание кислорода в придонных водах еще очень низкое (0,2–0,5 мл O₂/л), осадки становятся преимущественно песчаными с большим количеством ракушек. Число видов колеблется от 5 до 15, а численность резко увеличивается по сравнению с предыдущим горизонтом и достигает 450–560 тыс. Наибольшее развитие получают здесь *Bolivina lowmani*, *Bulimina* sp., остальные виды присутствуют в незначительных количествах. На глубине 130 м (ст. 167) на мелкозернистых песках соотношение видов такое же, но число видов и число раковин значительно меньше (соответственно 4 и 83 тыс.).

III горизонт охватывает глубины от 155 до 300 м, на которых осадки представлены ракушкой с примесью песка и ила, и характеризуется значительным увеличением числа видов (до 25) и высокой численностью фораминифер (от 300 тыс. до 970 тыс.). Горизонт выделяется по комплексу фауны, в котором преобладают следующие виды: *Ammonia beccarii*, *Elphidium advenum*, *Florilus* sp., *Bulimina* sp., *Uvigerina peregrina*, *Bolivina lowmani*, *Lernina micae*.

IV горизонт занимает глубины от 300 до 530 м, где развиты разнозернистые пески. Горизонт выделен по увеличению числа видов (до 31), очень высокой устойчивой численности раковин, достигающей 1,2 млн., и комплексу фораминифер с преобладанием видов, характерных исключительно для данного горизонта: *Brizalina goesi*, *Epistominella pacifica*, *Hyalinea balthica* и др.

При сравнении приэкваториального и южного районов отмечаются значительные различия в количественном и качественном составе бентосных фораминифер. Для приэкваториального района в целом характерно большое число видов, относительно меньшая численность и своеобразный набор доминирующих

видов: *Quinqueloculina rhodiensis*, *Q. seminulum*, *Q. bicostata*, *Elphidium excavatum*, *Gavelinopsis* sp., *Florilus basispinatum*, *Brizalina barbata*, *B. aff. petterssoni*, *Cassidulina neocarinata*, *Lernina micae*, причем во II и VII горизонтах преобладающими являются агглютинирующие виды: *Spirotextularia aff. mississippiensis*, *Rhabdammina absoluta*, *Gaudryinoides erigonum*, *Cribrostomoides* sp. В южном районе, где видов меньше, а численность выше, в процентном отношении преобладают следующие виды: *Nonionella aff. iridea*, *Ammonia beccarii*, *Elphidium advenum*, *Bulimina* sp., *B. fusiformis*, *Buliminella elegantissima*, *Bolivina lowmani*, *Brizalina goesi*. Агглютинирующие фораминиферы присутствуют здесь в минимальных количествах.

На широте 16°58,4' ю.ш., у побережья Африки на глубине 125 м, была взята проба осадка (ст. 136), которая по фауне фораминифер занимает промежуточное положение между северной и южной фаунами. В этой части прибрежной зоны влияние апвеллинга, по-видимому, значительно ослабевает, что находит отражение в численности и видовом составе бентосных фораминифер. Здесь распространены алевроитовые илы с ракушей. Фораминиферы представлены 17 видами, численность раковин составляет 273 тыс. В процентном отношении преобладают *Bolivina lowmani* (65%), *Bulimina exilis* (21,5%), *B. patagonica* (6,5%). В южном районе на диатомовых илах на тех же глубинах (I горизонт), где численность колеблется от 2-65 тыс. до 1 млн., преимущественное развитие получают виды *Bulimina* sp., *B. fusiformis*. В приэкваториальном же районе на соответственных глубинах в пелитовых илах (IV горизонт) численность составляет 28 тыс., а в процентном отношении доминируют виды *Brizalina barbata* (41,5%), *Bolivina lowmani* (14,5%), *Bulimina exilis* (9,5%).

В открытом океане в районе Китового хребта изучены всего две пробы, взятые на хребте на глубинах 360 и 1680 м в районе развития глобигеринидовых осадков. Гидрохимический режим в этом районе является обычным для открытых частей океана. Содержание в воде растворенного кислорода на глубине 200 м составляет 2,59 мл/л. Содержание CaCO_3 в осадках на глубине 1650 м равно 93,4%.

На глубине 360 м (ст. 175) обнаружено 18 видов, численность достигает 460 тыс. экз. Доминирующими видами на этой глубине являются: *Angulogerina angulosa* (Williamson) - 75,5%, *Gavelinopsis* sp. - 7%, *Discanomalina semipunctata* (Bailey) - 5%.

На глубине 1680 м (ст. 211) в глобигеринидовых песках комплекс видов значительно богаче, чем на глубине 360 м, и представлен 48 видами, из которых 9 агглютинирующие. Численность раковин уменьшается до 74 тыс. экз. В процентном отношении преобладают следующие виды: *Epistominella pacifica* - 29%, *Uvigerina ampulacea* Brady - 15%, *Ehrenbergina undulata* Parker - 14,5%, *Cassilamellina californica* (Cushman et Huges) - 12,5%, *Hoeglundina elegans* (Orbigny) - 5,5%.

Отсутствие достаточного количества материала не позволяет выделить закономерности вертикального распределения бентосных фораминифер в открытом океане. Однако изученные пробы показывают, что видовой состав фораминифер здесь значительно отличается от их состава приблизительно на тех же глубинах в прибрежных районах.

Выводы. Бентосные фораминиферы на шельфе и континентальном склоне юго-западной Африки широко распространены, имеют большое видовое разнообразие и высокую численность. На отдельных горизонтах как на шельфе, так и в пределах континентального склона численность раковин фораминифер достигает 1,2-1,8 млн. экз. на 50 г осадка.

Анализ распределения фораминифер по глубинам позволил установить существенные отличия в их видовом составе и количестве в приэкваториальном и южном районах у африканского побережья, резко различающихся по своим гидрологическим и гидрохимическим характеристикам. Для приэкваториального района характерна в среднем более низкая численность (от 20 экз. до 550 тыс. экз.), в южном же она колеблется от 2 тыс. экз. до 1,8 млн. экз. Доминирующими видами в северном районе являются: *Brizalina barbata*, *B. aff. petterssoni*, *Bulimina* sp., *Elphidium excavatum*, *Florilus basispinatum*, *Cassiduli-*

на *neocarinata*, *Lernina micae*, *Smyrnelia crassa*, а на большой глубине преобладают агглютинирующие виды: *Rhabdammina absoluta*, *Gaudryinoides erigonum*, *Cribrostomoides* sp. В южном районе наибольшее развитие получают следующие виды: *Ammonia beccarii*, *Elphidium advenum*, *Bulimina* sp., *B. fusiformis*, *Buliminella elegantissima*, *Bolivina lowmani*, *Brizalina goesi*, *Lernina micae*. Агглютинирующие фораминиферы находятся здесь в угнетенном состоянии.

Литература

1. Артемьев В.Е., Батурин Г.Н. 1969. Содержание углеводов в морской воде, иловых растворах и донных осадках шельфа юго-западной Африки. - Геохимия, № 10.
2. Бессонов Н.М., Азова Н.В. 1967. Некоторые черты химии вод восточной части экваториальной Атлантики. - Труды АтлантНИРО, вып. XVIII.
3. Саидова Х.М. 1961. Экология фораминифер и палеогеография дальневосточных морей СССР и северо-западной части Тихого океана. М., Изд-во АН СССР.
4. Currie R. 1953. Upwelling in the Benguela current. - Nature, v. 171, N 4351.
5. Defant A. 1936. Das Kaltwasserauftriebsgebiet vor der Küste Südwestafrikas. Landerkundliche forschung, Stuttgart.
6. Hart T.J., Currie R. 1960. The Benguela current. - Discovery Repts., v. XXXI.
7. Pratz O. 1939. Die Sedimente des Südatlantische Ozeans. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs - und Vermessungsschiff "Meteor" 1925-1927. Bd III, Teil 2, Berlin.
8. Schott W. 1935. Die Foraminiferen in dem Äquatorialen Teil des Atlantischen Ozeans. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs - und Vermessungsschiff "Meteor" 1925-1927, Bd. III, Teil 3, Berlin - Leipzig.
9. Wattenberg H. 1939. Atlas. Die Verteilung des Sauerstoffs im Atlantischen Ozean. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs - und Vermessungsschiff "Meteor" 1925-1927, Bd. IX - Atlas, Berlin.

DISTRIBUTION OF THE BENTHONIC FORAMINIFERA NEAR THE SOUTH-WEST COAST OF AFRICA

I.A. Basov

Summary

Distribution of the Benthonic foraminifera was studied in the sediment samples from the shelf and continental slope of the South-West Africa. The faunal compositions in the north and in the south parts of the shelf are rather different. The most diversity and the lowest numbers of Benthonic foraminifera were recorded in the north area. In contrast, the lowest diversity and very high numbers were found in the south area (area of the upwelling). The faunas of Benthonic foraminifera of the continental slope and of the shelf are also distinguished.

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГЛУБОКОВОДНЫХ ВПАДИН БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Н.Н. Давыдова

Берега Балтийского моря являются классическим районом применения диатомового анализа в четвертичной геологии. Тем не менее диатомовые водоросли донных отложений глубоководных районов Балтийской котловины привлекли внимание исследователей только в последнее десятилетие, когда были изучены диатомеи в колонках донных отложений Макленбургской бухты [18] и Гданьской впадины [4].

В настоящей работе приводятся результаты диатомового анализа восьми колонок донных отложений из Арконской, Борнхольмской, Гданьской, Эландской и Готландской впадин Балтики, а также "горла" Финского залива и прибрежной зоны Самбийского п-ова (табл. 1). Большая часть образцов донных отложений была любезно предоставлена автору сотрудником Атлантического отделения Института океанологии АН СССР А.И. Блажчишиным, за что мы ему глубоко признательны.

Сложность процессов осадкообразования на протяжении голоцена, когда периоды седиментации сменялись размывом и перераспределением осадочного материала, привела к тому, что отложения разных этапов голоцена залегают в глубоководных районах Балтики прерывисто [1]. Ни одна из исследованных к настоящему времени колонок не прошла полного разреза голоценовых осадков¹.

Природные особенности древних бассейнов, существовавших в Балтийской котловине, в прошлом, как и ныне, были в разных районах различны, что привело к различиям в составе синхронных диатомовых комплексов донных отложений.

Отложения глубоководных районов Балтики исключительно бедны диатомеями, содержание которых редко достигает 100 или несколько более 1000 створок в 1 г воздушно-сухого осадка. Как правило, оно значительно ниже. Часто отдельные осадочные горизонты вообще не содержат диатомей.

Исключительно бедны диатомеями отложения балтийского ледникового озера, вскрытые в колонке из Гданьской впадины и лежащие в основании колонок из Эландской и Восточно-Готландской впадин (см. табл. 1). В отложениях дриасового возраста (Dr₃), по данным четырех колонок, встречено 97 таксонов диатомей рангом ниже рода, в подавляющем большинстве пресноводных. Морские виды, эу- и мезогалобы, составляют только 3% и обнаружены единично. Наиболее обычны в отложениях балтийского ледникового озера *Melosira islandica* subsp. *helvetica* O.Mull., *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun. et var. *minutulus* (Kutz.) Grun., *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kutz., *Cyclotella vorticosa* A.Berg., *S. bodanica* Eulens., *S. comta* (Ehr.) Kutz., *S. kutzingiana* Thev., *S. ocellata* Pant. — планктонные диатомеи крупных холодноводных олиготрофных озер, характерные ныне для современных осадков Ладожского, Онежского озер [2, 3] и озер Скандинавии [14]. Незначительная примесь морских диатомей в осадках балтийского ледникового озера неоднократно отмечалась [6] и свя-

¹ Возраст отложений определен по палинологическим данным. Анализы выполнены Х.Я. Кессел, Е.А. Спиридоновой, В.И. Хомутовой и даются в интерпретации Х.Я. Кессел и Д.Д. Квасова.

Таблица 1

Содержание диатомей в осадках глубоководных впадин Балтики

Период	Впадины															
	Арконская, глубина 47 м				Борнхольмская, глубина 41 м				Гданьская, глубина 105 м				Самбийский район, глубина 58 м			
(по Блитту-Сернандеру).	Горизонты осадков, см	Число образцов	Число видов	Максим. число створок, тыс. в 1 г осадка	Горизонты осадков, см	Число образцов	Число видов	Максим. число створок, тыс. в 1 г осадка	Горизонты осадков, см	Число образцов	Число видов	Горизонты осадков, см	Число образцов	Число видов	Максим. число створок, тыс. в 1 г осадка	
Субатлантический (Sa)	0-8	1	30	87,0	0-60	3	35	97,5	-	-	-	0-60	2	21	0,8	
Суббореальный (Sb)	8-120	4	36	91,5	60-154	3	45	336,0	0-83	5	67	-	-	-	-	
Атлантический (At)	120-130	1	21	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Бореальный (B)	130-157	2	7	1,2	-	-	-	-	-	-	-	60-240	14	96	44,5	
Пребореальный (Pb)	-	-	-	-	-	-	-	-	83-580	18	152	240-395	5	98	222,0	
Поздний дриас (Dg ₃)	-	-	-	-	-	-	-	-	580-10000	9	87	-	-	-	-	

Впадины

Период	Впадины															
	Эландская, глубина 138 м				Восточно-Готландская								Финский залив, глубина 132 м			
	Горизонты осадков, см	Число образцов	Число видов	Максим. число створок, тыс. в 1 г осадка	глубина 226 м				глубина 173 м				Горизонты осадков, см	Число образцов	Число видов	Максим. число створок, тыс. в 1 г осадка
Горизонты осадков, см					Число образцов	Число видов	Максим. число створок, тыс. в 1 г осадка	Горизонты осадков, см	Число образцов	Число видов	Максим. число створок, тыс. в 1 г осадка					
	0-10	1	26	17,5	-	-	-	0-10	2	23	23,5	0-314	15	97	115,0	
	-	-	-	-	0-60	4	79	10-50	5	30	130,5	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	50-200	19	77	93,5	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10-250	12	35	8,1	60-250	14	121	-	-	-	-	-	-	-	-	
	250-332	3	1	+	250-337	4	62	200-247	6	2	+	-	-	-	-	

зана с их перестроением из более древних осадков. Наибольшее видовое разнообразие диатомей в позднеледниковых осадках было встречено в колонке из Гданьской впадины, взятой с глубины 105 м, где пройдено 4,2 м отложений дриасового возраста (Dг₃). Оно объясняется приносом большого количества диатомей древними реками — пра-Вислой и пра-Неманом, вносящими, наряду с планктонными, большое число видов бентосных диатомей. Всего в осадках балтийского ледникового озера встречено 22 планктонных, 31 донный и 44 эпифитных видов и разновидностей диатомей.

Диатомей пребореального и иольдиевого моря хорошо изучены по материалам разрезов и скважин на окружающих Балтийское море территориях [7, 15, 5, 13, 10]. Тем не менее до последнего времени отсутствовали сведения о диатомеях из отложений глубоководных, удаленных от берегов районов пребореального моря. Пребореальные осадки были пройдены в колонках из Эландской (глубина 138 м), Восточно-Готландской (226 м) и Гданьской (105 м) впадин, а также в колонках у Самбийского п-ова (глубина 58 м) (см. табл. 1). Всего в отложениях пребореального возраста встречено 267 видов и разновидностей диатомей, из них 208 пресноводных индифферентов и галофобов, 22 галофила и только 37 морских эу- и мезогалобов. В отложениях разных районов моря характер диатомовых комплексов различен. В Гданьской впадине и близ Самбийского п-ова пребореальные диатомовые комплексы пресноводные. Так, в Гданьской впадине 99% из 168 встреченных диатомей составляют олигогалобы. Морские диатомеи единичны. Их примесь не превышает обычной для пресноводных осадков древнего голоцена Прибалтики. Основу диатомового комплекса составляют диатомеи планктона крупных олиготрофных озер: *Melosira islandica* subsp. *helvetica*, *Stephanodiscus astraea* et var. *minutulus*, а также диатомеи из обрастаний — *Fragilaria inflata* (Heid.) Hust. et var. *istvanffy* (Pant.) Hust., характерная для поверхности осадков южной части Ладожского озера [2] и древняя *Orephora martyi* Herib., типичная для позднеледниковых озерных осадков Прибалтики [8]. Кроме того, обычны *Cocconeis disculus* (Schum.) Hust., *Cyclotella bodanica*, *C. ocellata*, *Cymatopleura elliptica* (Breb.) W. Sm., *Diploneis dombiittensis* (Grun.) Cl. et var. *subconstricta* A. Cl., *D. finnica* var. *clevei* (Font.) Hust. — характерные диатомеи холодноводных и приледниковых озер.

В пребореальных отложениях близ Самбийского п-ова из 96 встреченных диатомей 95 олигогалобы. Среди них господствуют диатомеи обрастаний (75–80% общего числа створок в осадке). Общий характер диатомовых комплексов, состав массовых форм пребореальных осадков Гданьской впадины и Самбийского побережья (табл. 2) и близость их расположения позволяют считать их сформировавшимися в одном пресноводном бассейне. При этом Гданьская впадина была его глубоководной частью, а пребореальные отложения близ Самбийского п-ова сформировались в сильно заросшей прибрежной мелководной лагуне. Об этом свидетельствуют резкое преобладание в пребореальных осадках эпифитных диатомей (80–85% общего количества створок диатомей в отложениях) и наличие в них большого числа остатков макрофитов. Содержание диатомей в пребореальных отложениях у Самбийского п-ова высокое и достигает 70–220 тыс. створок в 1 г.

Толща пребореальных осадков значительной мощности (200 см) пройдена колонкой на глубине 226 м в Восточно-Готландской впадине центральной Балтики. Пестрый гранулометрический состав осадков, прослойки с растительными остатками, резкая граница с вышележащим горизонтом говорят о нестабильности условий осадконакопления. Диатомеи в отложениях малочисленны, а в ряде горизонтов единичны или отсутствуют полностью. Встречен 121 вид и разновидность диатомей, 95% из них составляют пресноводные олигогалобы. Створки морских диатомей единичны. В пребореальных осадках встречено шесть морских диатомей-мезогалобов: *Actinocyclus ehrenbergii* var. *crassa* (W. Sm.) Hust., *Chaetoceros holsaticus* Schutt, *Diploneis didyma* (Ehr.) El., *Fragilaria schulzii* Grun., *Gyrosigma spenceri* (W. Sm.) Cl., *Nitzschia vitrea* Nom. Состав массовых видов несколько различен в разных интервалах осадочной толщи (табл. 3). В нижнем интервале, наряду с планктонными *Melosira*, присутствуют литоральные эпифитные диатомеи. В среднем — доминирует *Stephanodiscus astraea*

Таблица 2

Массовые диатомеи в пребореальных отложениях южной Балтики

Гданьская впадина, глубина 105 м	Самбийское побережье, глубина 58 м
----------------------------------	------------------------------------

Доминанты

*Fragilaria inflata**Opephora martyi**Melosira islandica* subsp. *helvetica*

Субдоминанты

*Opephora martyi**Amphora ovalis* var. *pediculus**Stephanodiscus astraera**Fragilaria brevistriata*et var. *minutulus**F. inflata**F. pinnata**Melosira islandica* subsp. *helvetica*

var. *minutulus*, который развивается в массе в опресненной дельте Волги [12] и отмечен как массовая форма в донных отложениях Каспия в период практически полного его опреснения [9].

В верхнем интервале снова доминируют диатомеи, характерные для планктона пелагиали крупных холодных озер - Ладожского, Верхнего [16], Мичиган [20], Гурон [2], Б.Невольничьего [17] и т.п. Поскольку пребореальные осадки в колонке перекрыты суббореальными и, следовательно, существует длительный перерыв в осадконакоплении, трудно судить о том, в какую фазу пребореала они образовались. Можно предположить некоторое повышение солености в среднем интервале, в остальное же время это осадки пресноводного бассейна, причем присутствие растительных остатков и переслаивание горизонтов разного гранулометрического состава говорят о большой интенсивности процессов размыва и перестроения.

Наибольший интерес представляет состав диатомей в пребореальных осадках колонки из Эландской впадины, взятой на глубине 138 м, где мощность пребореала достигает 240 см. Содержание диатомей здесь чрезвычайно низкое - от нескольких экземпляров до сотен створок, и только в интервале 40-70 см оно возрастает до нескольких тысяч в 1 г осадка. Морские диатомеи преобладают над пресноводными, составляя до 70% от общего содержания створок. Руководящие формы представлены солоноводными видами, мезогабами (табл. 4), которые распространены в настоящее время в планктоне центральной Балтики

Таблица 3

Массовые диатомеи в пребореальных отложениях Восточно-Готландской впадины (глубина 226 м)

Интервал, см	Доминанты	Субдоминанты
60-105	<i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>	<i>Tabellaria fenestrata</i>
105-160	<i>Stephanodiscus astraera</i> var. <i>minutulus</i>	<i>Melosira granulata</i> <i>M. islandica</i> subsp. <i>helvetica</i> <i>Stephanodiscus astraera</i>
160-260	<i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>	<i>Fragilaria construens</i> <i>F. pinnata</i> <i>Melosira distans</i> var. <i>alpigena</i>

Таблица 4

Руководящие диатомеи в пребореальных отложениях Эландской впадины (глубина 138 м)

Доминанты	Субдоминанты
<i>Chaetoceros holsaticus</i>	<i>Actinocyclus ehrenbergii</i>
<i>Coscinodiscus lacustris</i> var. <i>septentrio-</i> <i>nalis</i>	<i>Cocconeis scutellum</i>
<i>Synedra tabulata</i>	<i>Grammatophora oceanica</i>
<i>Thalassiosira baltica</i>	<i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>
	<i>Rhizosolenia hebetata</i>

[11]. Наряду с солоноводными, по всей толще осадков встречаются пресноводные диатомеи, обитатели крупных холодных озер: *Melosira islandica* subsp. *helvetica*, *M. distans* var. *alpigena*, *M. italica* subsp. *subarctica*, *Stephanodiscus astraеа* var. *minutulus*, *S. niagarae*. Всего в пребореальных осадках из Эландской впадины найдено 35 таксонов диатомей: 16 морских эу- и мезогалобов, 4 галофила 13 индифферентов и 2 галофоба. Эландская впадина находится в непосредственной близости от начала древнего среднешведского пролива, соединяющего в пребореале котловину Балтики с Мировым океаном. Поступающие по проливу придонные соленые воды вносили в Эландскую впадину створки морских диатомей.

Состав диатомей в пребореальных осадках Балтики демонстрирует сложную дифференциацию природных условий в ильдиевом море.

Вероятно, Гданьская и Борнхольмская котловины в то время представляли собой обособленные пресноводные бассейны. Имеющихся данных недостаточно, чтобы судить о режиме солености центральной Балтики в ильдиевое время. Возможно, горизонт с господством в отложениях Восточно-Готландской впадины *Stephanodiscus astraеа* var. *minutulus* фиксирует некоторое осолонение, которое отчетливо выражено в пребореальных осадках Эландской впадины, находившейся в непосредственной близости от древнего морского пролива.

Диатомовая флора анцилового озера многократно описана в литературе [7, 14, 8, 13, 10]. В исследованных нами колонках бореальные осадки были обнаружены только в основании колонки из Арконской впадины, взятой на глубине 47 м, и пройдены колонкой близ Самбийского п-ова, где их мощность достигает 180 см.

Состав диатомей в отложениях анцилового озера у побережья Самбийского п-ова неоднороден и отражает различные этапы его существования (табл. 5). В нижнем интервале содержание диатомей достигает 30–45 тыс. створок в 1 г осадка. Доминирующий комплекс представлен бентосными диатомеями, преимущественно эпифитами, и сходен по составу с доминантами лежащего ниже горизонта, сформировавшегося в пребореале (см. табл. 2). Диатомовый комплекс нижнего интервала осадков свидетельствует об их образовании в сильно заросшей мелководной озерной лагуне.

Выше по разрезу в диатомовом комплексе возрастает роль планктонных диатомей, доминирует *Melosira islandica* subsp. *helvetica*, что отмечает трансгрессивную фазу древнего озерного бассейна. В хорошо отсортированных крупных алевритах верхнего интервала диатомеи единичны, наибольшей численности по-прежнему достигает *M. islandica* subsp. *helvetica*. Встречены *Operphora martyi*, обломки створок *Stephanodiscus astraеа* и *S. niagarae*, и морских центрических диатомей.

В колонке из Арконской впадины вскрыто 28 см бореальных осадков. Содержание диатомей в них низкое – не более 1 тыс. створок в 1 г. Доминируют морские планктонные виды: *Melosira sulcata* (Ehr.) Kutz. и *Rhizosolenia hebetata*. Встречены также *Chaetoceros holsaticus*, *Dimerogramma minor* (Greg.) Ralfs, *Thalassionema nitzschioides* Grun. и пресноводные *Stephanodiscus*

Таблица 5

Массовые диатомеи в отложениях анцилового озера у Самбийского побережья (глубина 58 м)

Интервал, см	Доминанты	Субдоминанты
60-175	<i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>	
175-200	<i>Melosira islandica</i> subsp. <i>helvetica</i>	<i>Fragilaria inflata</i> et var. <i>istvanffy</i> <i>Opephora marty</i>
200-240	<i>Fragilaria inflata</i> et var. <i>istvanffy</i> <i>Opephora marty</i>	<i>Amphora ovalis</i> var. <i>pediculus</i> <i>Cocconeis disculus</i> var. <i>diminuta</i> <i>Epithemia zebra</i> et var. <i>porcellus</i> et var. <i>saxonica</i> <i>Fragilaria brevistriata</i> <i>F. pinnata</i>

astraea var. *minutulus*, *Diploneis smithii* var. *pumila* (Grun.) Hust. Можно предположить, что формирование диатомового комплекса происходило в конце бореального времени в стадию мастогля, когда началось проникновение в анциловое озеро и непосредственно в Арконскую впадину морских вод через вновь образовавшиеся южношведские проливы. В отложениях бореального времени обнаружен 91 вид диатомей. Пресноводные виды составляют из них 92%.

Отложения литоринового моря были вскрыты в колонках Восточно-Готландской и Арконской впадин. Содержание диатомей в осадках атлантического возраста в Арконской впадине не превышает 6 тыс. створок в 1 г, а в Восточно-Готландской доходит до 93 тыс. Господствуют морские виды, эу- и мезога-лобы, створки которых составляют 94% в осадках Арконской впадины и 60-85% в богатых диатомеями образцах из Готландской впадины, где в отложениях постоянно встречается примесь пресноводных планктонных видов; *Melosira islandica* subsp. *helvetica* является даже одним из доминантов (табл. 6).

Диатомовый комплекс в отложениях Арконской впадины формировался в условиях более высокой солености, чем в центральной Балтике. В атлантических отложениях Восточно-Готландской впадины встречены прослойки и орга-

Таблица 6

Массовые диатомеи в отложениях литоринового моря из Восточно-Готландской и Арконской впадин

Арконская впадина, глубина 47 м	Восточно-Готландская впадина, глубина 173 м
---------------------------------	---

Доминанты

Melosira sulcata
Thalassionema nitzschioides

Cocconeis scutellum
Dimerogramma minor
Rhizosolenia hebetata
Synedra tabulata

Actinocyclus ehrenbergii
Chaetoceros holsaticus
Melosira islandica subsp. *helvetica*
M. sulcata
Chaetoceros mitra
Dimerogramma minor
Rhizosolenia hebetata
Thalassionema nitzschioides

нические остатки, свидетельствующие о процессах размыва и переотложения осадков. Возможно, створки пресноводных диатомей здесь в значительной степени переотложены из размывтых анциловых осадков.

Диатомовые комплексы суббореального и субатлантического возраста обнаружены в верхних частях почти всех изученных колонок. Диатомовая флора суббореального времени близка по характеру к современной, так как наметившиеся в послелиториновое время природные особенности различных районов Балтики проявляются и в настоящем. Диатомовые комплексы в глубоководных осадках Арконской и Борнхольской впадин, наиболее солонowodной части современного моря [19], на всем протяжении послелиторинового времени характеризуются преобладанием в отложениях морских диатомей эу- и мезогалобов. В Арконской впадине морские диатомей составляют 94-99% от общего числа створок в осадках, а в Борнхольской - 91-97%. В число доминантов (табл. 7) здесь входят солонowodные планктонные виды, мезогалобы - *Actinocyclus ehrenbergii*, *Chaetoceros holsaticus* и эугалобы: планктонные - *Dimerogramma minor*, *Melosira sulcata*, *Rhizosolenia hebetata* и сублиторальная *Plagiogramma staurophorum* (Greg.) Heib. В настоящее время соленость Арконской и Борнхольской впадин юго-западной Балтики достигает в среднем 8-10‰ на поверхности моря и 10-15‰ в придонных слоях глубоководных впадин.

Таблица 7

Массовые диатомей в отложениях суббореального и субатлантического возраста из глубоководных впадин Балтийского моря (в тыс. створок на 1 г осадка)

Вид диатомей	Отношение к солености*	Арконская впадина, глубина 47 м	Борнхольская впадина, глубина 41 м	Восточно-Готландская впадина, глубина 173 м	Эландская впадина, глубина 138 м	"Горло" Финского залива, глубина 132 м
1	2	3	4	5	6	7
<i>Achnanthes taeniat</i> Grun.	м	-	-	-	0,5	16,7
<i>Actinocyclus ehrenbergii</i>	м	16,8	19,2	22,0	1,1	13,8
<i>Actinoptychus undulatus</i> (Bail.) Ralfs	м	0,4	2,4	-	-	-
<i>Chaetoceros affinis</i> Lauder	э	0,8	3,2	-	-	0,1
<i>C. holsaticus</i>	м	10,4	104,8	14,0	3,5	3,8
<i>C. mitra</i>	м	0,8	8,0	1,6	0,2	-
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.	гл.	-	1,6	0,1	0,4	7,1
<i>C. scutellum</i>	э	1,6	1,6	0,1	0,3	0,3
<i>Coscinodiscus laeustris</i> var. <i>septentrionalis</i>	м	1,1	0,8	8,4	1,7	17,1
<i>Diploneis didyma</i>	м	2,8	15,2	0,7	-	1,2
<i>Dimerogramma minor</i>	э	8,8	25,6	-	-	0,1
<i>Epithemia turgida</i> (Ehr.) Kutz.	гл	0,8	-	-	0,5	13,8

Таблица 7 (окончание)

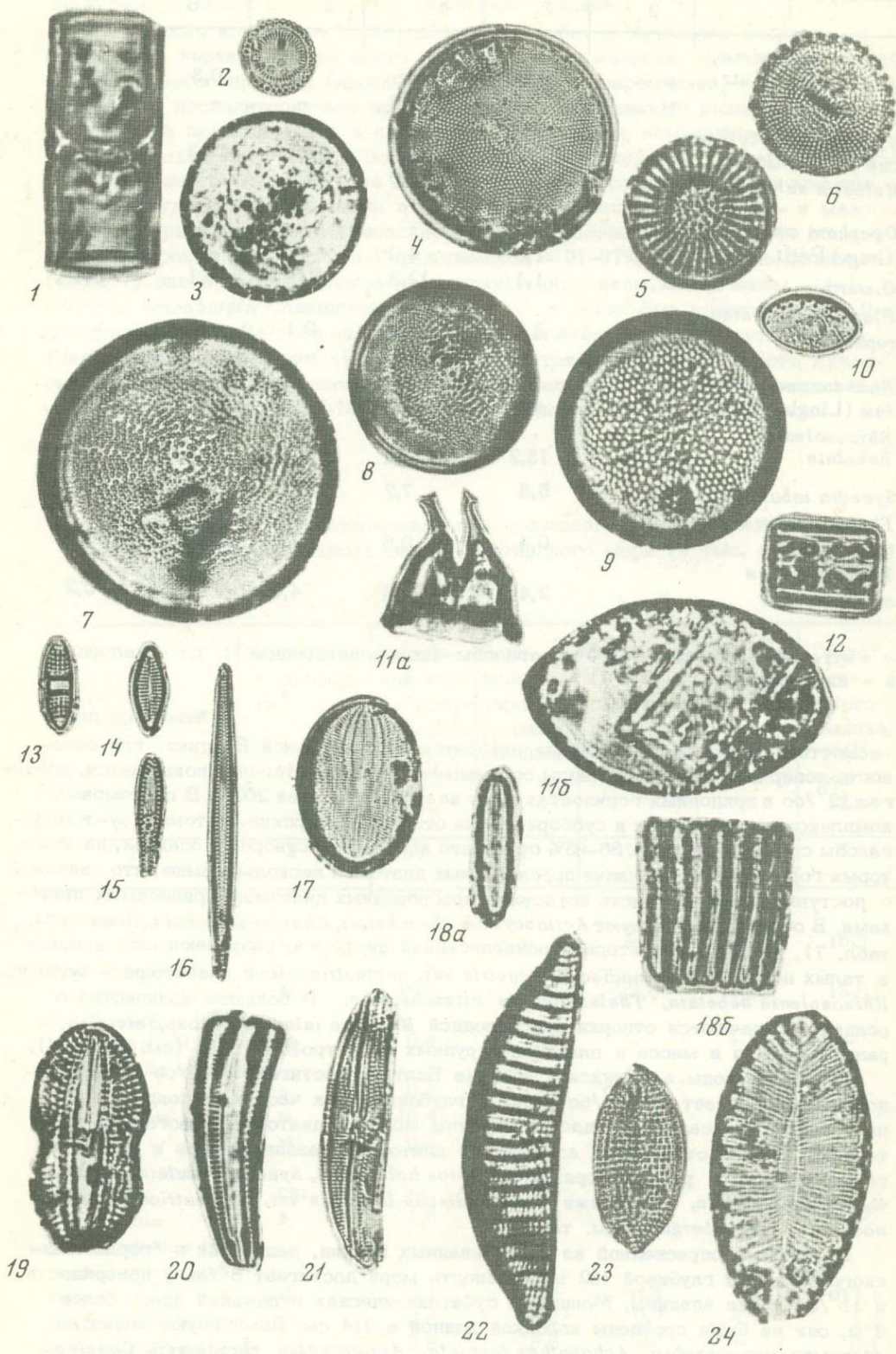
1	2	3	4	5	6	7
<i>Grammatophora marina</i> (Lyngb.) Kutz.	э	1,9	6,8	-	0,3	6,5
<i>G. oceanica</i>	м	-	1,6	-	-	3,0
<i>Hyalodiscus scoticus</i> (Kutz.) Grun.	м	2,7	1,2	0,1	0,3	0,1
<i>Melosira sulcata</i>	э	32,4	96,0	0,9	-	0,1
<i>Opephora marina</i> (Greg.) Petit	э	1,6	4,0	-	-	-
<i>O. martyi</i>	и	1,1	12,8	0,8	0,1	0,1
<i>Plagiogramma staurorophorum</i>	э	3,6	11,2	0,1	-	-
<i>Rhabdonema arcuatum</i> (Lingb.) Kutz.	э	4,0	2,4	-	-	0,3
<i>Rhizosolenia hebetata</i>	э	13,2	34,1	40,0	0,3	1,0
<i>Synedra tabulata</i>	гл	5,3	7,2	-	3,2	13,0
<i>Thalassiosira baltica</i>	м	0,4	0,8	-	3,2	14,5
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	э	2,4	22,4	4,0	0,1	0,2

э - эугалобы (морские); м - мезогалобы (солонатоводные); гл - галофилы; и - индифференты.

Восточно-Готландская впадина находится в центральной Балтике, где соленость поверхностных слоев воды составляет 7⁰/оо и постепенно повышается, достигая 12⁰/оо в придонных горизонтах воды на глубинах более 200 м. В диатомовых комплексах современных и суббореальных отложений морские диатомеи, эу- и мезогалобы составляют здесь 85-93% от общего количества створок в осадках, на некоторых горизонтах содержание пресноводных диатомей несколько выше, что связано с поступлением в эту часть котловины пресноводных диатомей, приносимых притоками. В осадках доминируют *Actinocyclus ehrenbergii*, *Chaetoceros holsaticus* (см. табл. 7), а также характерная ранневесенняя диатомея, развивающаяся в массе в талых водах - *Coscinodiscus lacustris* var. *septentrionalis* и планктонные эугалобы *Rhizosolenia hebetata*, *Thalassionema nitzschioides*. В большом количестве в осадках встречаются створки пресноводной *Melosira islandica* subsp. *helvetica*, развивающейся в массе в планктоне крупных олиготрофных озер (см. рисунок).

Соленость воды в Эландской впадине Балтики достигает 6-7⁰/оо на поверхности и возрастает до 10⁰/оо у дна в глубоководных частях, в современных поверхностных осадках Эландской впадины морские диатомеи мезогалобы составляют 92%. В отложениях доминируют диатомеи, развивающиеся в массе в планктоне этого района моря: *Chaetoceros holsaticus*, *Synedra tabulata*, *Thalassiosira baltica*, а также *Coscinodiscus lacustris* var. *septentrionalis*, *Actinocyclus ehrenbergii* (см. табл. 7).

В наиболее опресненной из исследованных впадин, депрессии в "горле" Финского залива с глубиной 132 м, соленость моря достигает 6⁰/оо у поверхности и 11⁰/оо у дна впадины. Мощность субатлантических отложений здесь более 3 м, они не были пройдены колонкой длиной в 314 см. Доминируют морские диатомеи мезогалобы: *Achnanthes taeniata*, *Actinocyclus ehrenbergii*, *Coscinodiscus lacustris* var. *septentrionalis*, *Synedra tabulata*, *Thalassiosira baltica* и пресноводная галофильная *Epithemia turgida*.



Диатомеи из голоценовых отложений глубоководных впадин Балтийского моря (увелич. $\times 900$)

1 — *Melosira juergensii* Ag.; 2 — *M. sulcata* (Ehr.) Kütz.; 3 — *Hyalodiscus scoticus* (Kütz.) Grun.; 4 — *Thalassiosira baltica* (Grun.) Ostf.; 5 — *Stephanodiscus astraea* var. *minutulus* (Kütz.) Grun.; 6 — *Coscinodiscus lacustris* var. *septentrionalis* Grun.; 7 — *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs; 8 — *A. ehrenbergii* var. *crassa* (W.Sm.) Hust.; 9 — *A. ehrenbergii* var. *tenella* (Breb.) Hust.; 10 — *Chaetoceros holsaticus* Schutt, спора; 11 — *C. mitra* (Bail.) Cl.: а — верхняя, б — нижняя створки споры; 12 — *Grammatophora oceanica* (Ehr.) Grun.; 13 — *Plagiogramma staurophorum* (Greg.) Heib.; 14 — *Dimerogramma minor* (Greg.) Ralfs.; 15 — *Opephora marina* (Greg.) Petit; 16 — *Synedra tabulata* (Ag.) Kütz.; 17 — *Cocconeis pediculus* Ehr.; 18 — *Achnanthes taeniata* Grun.: а — створка; б — колония; 19 — *Diploneis didyma* (Ehr.) Cl.; 20 — *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.); 21 — *Amphora robusta* Greg.; 22 — *Epithemia turgida* Ehr.; 23 — *Nitzschia punctata* (W.Sm.) Grun.; 24 — *Surirella baltica* Schum.

Диатомовые комплексы в послелиториновых осадках Балтики формируются как из диатомей, развивающихся в планктоне данного района моря, так и диатомей, поступающих с водами поверхностного стока и из опресненных прибрежных районов. Кроме того, в придонных горизонтах глубоководных впадин концентрируются наиболее тяжелые и осолоненные воды, попадающие в Балтийскую котловину. Они содержат створки морских диатомей. Наблюдается также размыв осадочных толщ, чрезвычайно заметный в районе Самбийского порога, но происходящий и в глубоководных районах моря.

Характер диатомовых комплексов донных отложений отражает сложность процессов седиментации осадков Балтики на протяжении голоцена.

Литература

1. Блажчишин А.И., Емельянов Е.М. 1969. Геологические исследования в Балтийском море на и/с "Профессор Добрынин". — Океанология, т. 9, вып. 6.
2. Давыдова Н.Н. 1968. Состав и условия формирования диатомовых комплексов в поверхностном слое донных отложений Ладожского озера — В сб. "Растительные ресурсы Ладожского озера", Л.
3. Давыдова Н.Н. 1971. Диатомовые водоросли в поверхностном слое донных отложений Онежского озера. — В сб. "Растительный мир Онежского озера", Л., "Наука".
4. Давыдова Н.Н., Джиноридзе Р.Н., Квасов Д.Д., Масицка Г., Спиридонова Е.А. 1970. Новые данные по стратиграфии донных отложений южной Балтики. — В сб. "Baltica", № 4, Вильнюс.
5. Джиноридзе Р.Н., Клейменов Г.И., Сарганов В.И. 1967. Новые данные по истории древней Вентспилской лагуны. — В сб. "История озер северо-запада", Л.
6. Желубовская К.В., Ладышкина Т.А. 1962. К познанию позднеледниковой истории Балтики на основе диатомовых и палинологических исследований разреза Лахтинской котловины. — Докл. АН СССР, т. 146, № 6.
7. Жузе А.П. 1961. Диатомовые водоросли в морских и континентальных отложениях голоценового возраста. — В сб. "Вопросы голоцена", Вильнюс.
8. Кабайлене М.В. 1968. Озерные и морские диатомеи в голоцене на территории Литвы. — В кн. "Ископаемые диатомовые водоросли СССР. М., "Наука".
9. Квасов Д.Д., Жаковщикова Т.К. 1971. Подразделение и датировка верхнечетвертичных каспийских отложений по данным диатомового анализа и палеогидрохимии. — В сб. "Проблемы периодизации плейстоцена", Л., "Наука".
10. Кессел Х.Я., Порк М.И. 1971. К биостратиграфии донных отложений Балтики в пределах Эстонии. — В сб. "Палинологические исследования в Прибалтике", Рига.
11. Николаев И.И. 1957. Биологические сезоны Балтийского моря. — Труды Латвийск. отд. ВНИРО, вып. 2. Рига.
12. Прошкина-Лавренко А.И., Макарова И.В. 1968. Водоросли планктона Каспийского моря. Л., "Наука".

13. Alhonen P. 1971. The stages of the Baltic sea as indicated by the diatom stratigraphy. — *Acta Bot. Fenn.*, v. 92.
14. Cleve-Euler A. 1944. Die diatomeen als quartargeologische Indicatoren. Eine Kritische übersicht. — *Geol. Foren. Forh.*, Bd. 66, N 3. Stockholm.
15. Florin M.-B. 1957. Insjostudier i Mellansverige. — *Acta Phytogeogr. Suec.*, 38. Uppsala.
16. Holland R.E. 1965. The distribution and abundance of planktonic diatoms in lake Superior. — *Great. Lakes. Res. Div., Publ.*, 13.
17. Lund J.W.G. 1962. Phytoplankton from some lakes in northern Saskatchewan and from Great Slave Lake. — *Can. J. Bot.*, 40.
18. Schwarzenholz W. 1965. Die Diatomeen flora in der stechrohrkernen aus der Mecklenburger Bucht. — *Beitr. zur Meerskunde*, H. 12-14. Berlin.
19. Segerstrale S. 1957. Baltic sea. Threatis on marine ecology and paleoecology, 1.
20. Stoermer E.F., Koczyńska E. 1967. Phytoplankton populations in the southern basin of lake Michigan, 1962-1963. *Proc. 10th Conf. Great Lakes. Res.*

HOLOCENE DIATOM FLORA FROM THE SEDIMENTS OF THE BALTIC SEA

N.N. Davidova

Summary

The diatom analyses of eight bottom cores from Arcona, Bomholm, Gdansk, Oland, Gotland depressions, the western part of Finnish Gulf and shallow waters of the Sambien peninsula are presented. The diatom flora of the Baltic Ice Lake, Joldian, Ancillus, Litorina and post-Litorina stages of the Baltic are described. There is difference in Preboreal diatom complexes from Gdansk, Gotland and Oland depressions: the first of them is freshwater, the second nearly freshwater or slightly brackish and the third is brackish-water one. In different parts of the Baltic the diatoms in the upper layer of sediments are not similar.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАТОМЕЙ В КОЛОНКАХ ОСАДКОВ ИЗ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Э. К. Забелина

Наличие диатомовых илов, состоящих из панцирей диатомей преимущественно родов *Coscinodiscus* и *Navicula* в глубоководных отложениях Черного моря, отнесенных по возрасту к новоэвксину, было отмечено впервые А. Д. Архангельским и Н. М. Страховым [1]. Под микроскопом без специальной обработки осадка ими обнаружены единичные панцири диатомей в древнечерноморских и новочерноморских отложениях. Однако до 1970 г. не удавалось выделить из терригенных осадков Черного моря панцири диатомей для изучения их видового состава и использования в стратиграфических целях. Сложилось даже мнение, что диатомей в четвертичных отложениях Черного моря отсутствуют [6, 7].

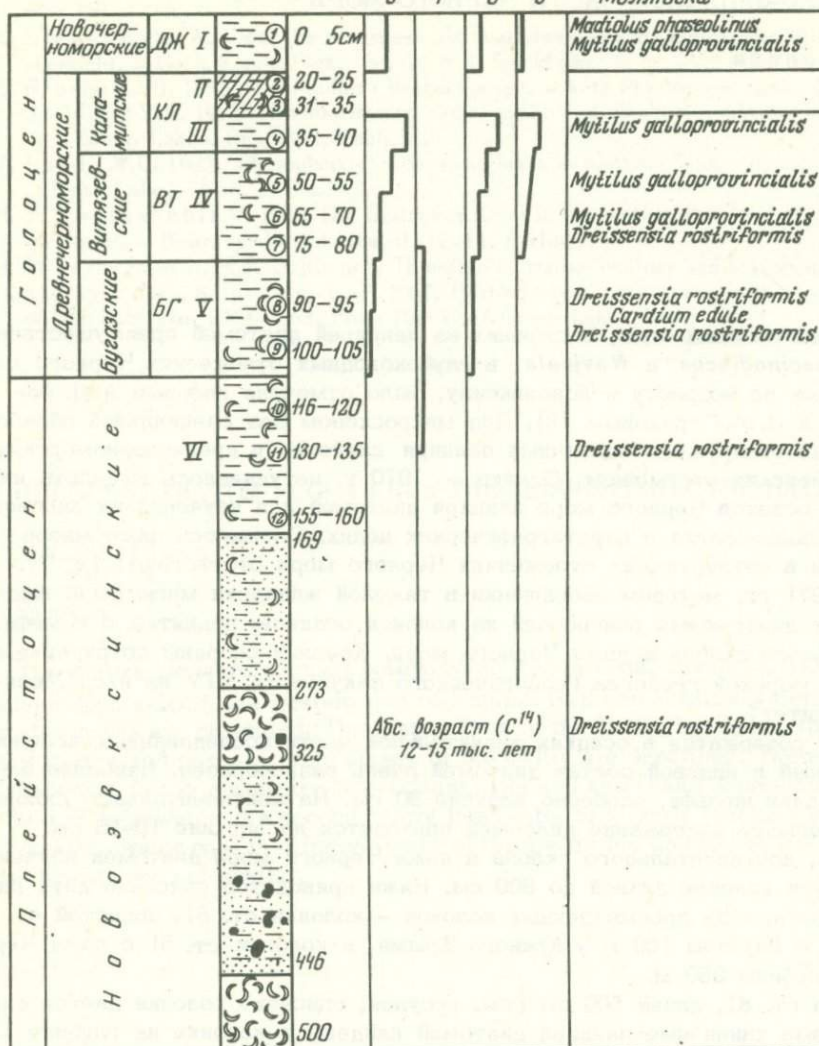
В 1970–1971 гг. методом обогащения в тяжелой жидкости мною были выделены панцири диатомовых водорослей из колонок осадков, поднятых с шельфа, континентального склона и ложа Черного моря. Колонки собраны сотрудниками Лаборатории морской геологии Геологического факультета МГУ на и/с "Московский университет".

Диатомей содержатся в осадках значительной части исследованных колонок. Количественный и видовой состав диатомей очень разнообразен. Наиболее богаты ими осадки шельфа, особенно верхние 50 см. На континентальном склоне и ложе наибольшее содержание диатомей приходится на верхние 10–15 см.

С шельфа, континентального склона и ложа Черного моря диатомей изучены в осадках пяти колонок длиной до 500 см. Ниже приводится описание двух наиболее интересных из рассмотренных колонок – колонки ст. 81, поднятой с края шельфа с глубины 100 м у Южного Крыма, и колонки ст. 51 с ложа Черного моря с глубины 350 м.

Колонка ст. 81, длина 500 см (см. рисунок, описание колонки дается снизу вверх). Первые единичные панцири диатомей найдены в колонке на глубине 135–130 см. Представлены они пресноводными видами, главным образом *Melosira arenaria* и *Diploneis domblitensis*, выше по колонке – *Stephanodiscus astrea*. Морские диатомей рода *Thalassiosira* появляются на глубине 110–105 см. Однако отмеченные выше пресноводные виды продолжают преобладать. На 95–90 см найдены морские *Thalassionema nitzschioides* и характерные для Средиземного моря *Synedra baculus*, *Navicula palpebralis* var. *semiterna*. На 80–75 см встречены *Coscinodiscus radiatus* и *Melosira sulcata*. Выше по колонке (70–65 см) появляется *Thalassiosira parva*, пеннатные формы продолжают оставаться ведущими. На 55–50 см морские диатомей по обилию выходят на первое место. Возрастает и видовое разнообразие диатомей: *Thalassiosira excentrica*, *Th. subsalina*, *Coscinodiscus radiatus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Navicula hennedyi* var. *luxuosa*, *Diploneis smithii*, *Stephanodiscus astrea* и ряд других видов.

Резкое изменение количества и видового состава диатомей происходит на 40–35 см колонки. Здесь диатомей имеют самую высокую численность для всей колонки ст. 81 – в каждом поле зрения несколько створок диатомей. Морские планктонные виды являются ведущими. Наиболее часто они представлены *Thalassiosira excentrica* и *Coscinodiscus radiatus*. Помимо них, довольно часто встречаются *Actinocyclus ehrenbergii* var. *crassus*, *A. ehrenbergii* var. *tenuis*, *Thalassiosira subsalina*, *Th. coronata*, *Th. antiqua*, *Hyalodiscus scoticus*, *Coscinodiscus jonesianus*, *C. perforatus*, *C. nitidus*. Интересна находка среди-



1 - ил; 2 - песок; 3 - гравий; галька; 4 - ракуша; 5 - сапропелевый ил; 6 - морские диатомеи; 7 - *Diploneis domblitensis*; 8 - *Thalassiosira excentrica*; 9 - *Coscinodiscus radiatus*

земноморского океанического вида *Asteromphalus robustus*. Бентические формы представлены в небольшом количестве видами *Grammatophora*, *Diploneis*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Cosconeis*, *Achnantes*, *Trachineis*, *Surirella*, *Rhopalodia musculus*. Единично отмечается *Stephanodiscus astrea*.

Совершенно иную характеристику имеют сапропелевые илы, лежащие выше по колонке и содержащие обломки пресноводных и солоноватоводных диатомей.

В осадках, лежащих над сапропелями (18-0 см), диатомей значительно меньше, чем в осадках с глубины 40-35 см. Отличен и состав диатомей. Морские виды представлены *Thalassiosira excentrica*, *Thalassionema nitzschioides*, *Actinocyclus ehrenbergii* и редко *Coscinodiscus radiatus*. Значительный процент в диатомовой флоре составляют бентические сублиторальные морские виды: *Cosconeis*, *Surirella*, *Diploneis*, *Grammatophora*, *Girosigma*, *Synedra*.

Приведенные выше данные диатомового анализа позволяют расчленить верхнюю часть колонки, верхние 130 см, на шесть слоев (см. рисунок).

I верхний слой (0–18 см) характерен комплексом морских диатомей при значительном участии солоноватоводных и бентических видов;

II (18–35 см) – содержит редкие обломки пресноводных и солоноватоводных форм;

III (35–50 см) – наиболее богатый морскими диатомеями, преимущественно планктонных видов с резким преобладанием *Thalassiosira excentrica*;

IV (50–80 см) слой, более бедный остатками диатомей, чем вышележащий, с преобладанием морских видов и значительным участием солоноватоводных;

V (80–110 см) слой содержащий преимущественно солоноватоводные и единичные морские виды;

VI (110–130 см) – с единичными солоноватоводными и пресноводными диатомеями.

Известно, что состав диатомовых водорослей отражает солевой и температурный режим бассейна, в котором они живут [2, 5, 7]. В рассматриваемом нами случае смена видового состава диатомей по колонке ст. 81 прослеживается очень четко, указывая на постепенное осолонение Черного моря. Начиная с 110–105 см по длине колонки пресноводные и солоноватоводные виды постепенно замещаются морскими. И во время отложения осадков слоя 50–35 см, как мы видели, морские диатомей достигают своего максимума. Морские планктонные виды с примесью океанических становятся господствующими.

К какому же возрасту, к какому же отрезку геологической истории Черного моря можно отнести осадки колонки ст. 81, содержащие диатомей?

По имеющимся стратиграфическим схемам для отложений Черного моря, разработанным на основе изучения литологии осадков и содержащихся в них моллюсков, наиболее молодые отложения выделяются под названием новочерноморских или джеметинских. Нижележащие отложения для глубоководных районов моря известны как древнечерноморские. В прибрежных районах древнечерноморские отложения подразделяются по фауне моллюсков на каламитские, витязевские и бугазские. Стратиграфические подразделения – бугазские, витязевские, каламитские слои – отражают этапы осолонения опресненного новозвксинского бассейна плейстоцена до солености современного Черного моря. Новочерноморские и древнечерноморские отложения относят к голоцену [1, 3, 4].

Следуя изложенной стратиграфической схеме, осадки ст. 81, вмещающие пресноводные и солоноватоводные диатомей (слой VI), логично отнести к новозвксинским отложениям, т. е. к концу верхнего плейстоцена (см. рисунок). Границу между отложениями плейстоцена и голоцена для Черного моря принято проводить [1, 3] по появлению морских представителей фауны моллюсков, в частности учитывая появление в осадках *Cardium edule*. Если тот же критерий положить в основу проведения границы плейстоцен – голоцен и при анализе флоры диатомей, то границу плейстоцен – голоцен следует провести в пределах 110–105 см – там, где появляется морская *Thalassiosira excentrica*. *Cardium edule* в осадках появляется выше по колонке – на 90 см. Появление морских видов диатомей ранее *Cardium edule* вполне закономерно, так как диатомей более чутко реагируют на изменения режима бассейна и поэтому состав диатомей мог измениться раньше, чем состав моллюсков.

Верхние 110 см отложений голоценового возраста охватывают пять ранее выделенных слоев колонки ст. 81. V слой (110–80 см) содержит преимущественно пресноводно-солоноватоводные диатомей с редкими морскими, т. е. полностью соответствует по своей характеристике бугазским отложениям, выделенным по моллюскам для прибрежной зоны Черного моря Л. А. Невеской [3]. Увеличение обилия и видового разнообразия морских диатомей так же, как и морской фауны, приурочивается к витязевскому времени, т. е. к средней части голоцена (слой IV, 80–50 см). III слой (50–35 см) знаменует максимум развития морских диатомей, что по имеющейся стратиграфической шкале относится к каламитскому времени атлантического этапа [4].

Выделенные три подразделения – V, IV и III слои – хорошо вписываются в стратиграфическую схему, разработанную Андрусовым, Архангельским, Стреховым, Невеской и другими, и отражают постепенное увеличение солености Черного моря в течение голоцена. Однако слой II, 35–18 см, слой сапропеля,

содержащий солоноватоводные диатомеи, выпадает из этой схемы, свидетельствуя о некотором опреснении бассейна вслед за временем максимального развития морских диатомей. Пока что мы не находим полного объяснения полученным данным.

В настоящее время слой сапропеля рядом исследователей рассматривается как следствие обильного выноса детрита с суши в конце атлантического периода и относится к каламитскому времени, начало которого датируется Е. Н. Невеским [4] пятым тысячелетием. Таким образом, III слой, к которому приурочено максимальное развитие морских диатомей, и слой II, содержащий пресноводные и солоноватоводные диатомеи, в настоящее время отнесены к каламитским отложениям.

Верхний, I слой (18–0 см) отнесен к новочерноморским, или джеметинским отложениям.

В итоге колонку ст. 81 предлагается разделить на пять возрастных слоев – новозвксинский, бугазский (110–80 см), витязевский (80–50 см), каламитский (50–18 см) и новочерноморский, или джеметинский (18–0 см).

Колонка ст. 51, глубина 1350 м, длина 241 см. Прежде всего следует отметить бедность осадков этой колонки диатомеями по сравнению с осадками колонки ст. 81. Лишь верхние 14 см колонки богаты диатомеями.

Диатомеи появляются в колонке со 121 см в виде обломков пресноводного вида *Stephanodiscus astrea*. На 85–80 см, помимо *Stephanodiscus astrea*, встречаются бентические *Pinnularia*, *Navicula*. Здесь же обнаружено несколько обломков *Coscinodiscus*, возможно, судя по структуре, *Coscinodiscus radiatus* и *C. asteromphalus*, *Thalassiosira excentrica* и целая створка *Striatella delicatula*.

Выше по колонке ст. 51 в слое 60–55 см диатомеи столь же немногочисленны: но среди найденных обломков и целых створок доля морских увеличивается. Найдены обломки *Coscinodiscus*, которые, вероятно, можно, отнести к *Coscinodiscus radiatus*. Здесь же присутствует *Rhizosolenia calcar-avis*, *Navicula ramosissima* и разные *Navicula*.

В слое сапропелевых илов 24–14 см встречаются обломки пресноводного *Stephanodiscus astrea*.

Совершенно отличную характеристику имеют верхние 14–0 см осадка. Среди многочисленных диатомей преобладают морские виды, в том числе океанические. Однако значительную примесь составляют пресноводные и солоноватоводные диатомеи – *Stephanodiscus astrea*, *Cyclotella kutzingiana* var. *planetaphora*, *Cyclotella aceolata*, *Suriella biseriata* f. *bifrons*.

Среди морских диатомей особенно характерны *Endictya oceanica*, *Coscinodiscus radiatus*, *Thalassiosira excentrica*. Реже встречаются *Coscinodiscus janischii*, *C. jonesianus* var. *commutatus*, *C. nitidus*, *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tennelus*, *Thalassiosira parva*, *Thalassionema nitzschioides*. Отмечено несколько видов *Nitzschia*, редкий *Asteromphalus robustus* и *Rhizosolenia calcar-avis*. В верхнем слое довольно часто встречаются кокколиты и силикофлягелляты.

Из изложенного ясно, что осадки колонки ст. 51 можно подразделить менее подробно, чем осадки колонки ст. 81. Хорошо выделяется верхний слой 0–14 см, богатый преимущественно морскими диатомеями. Этот слой по составу диатомей мы сопоставляем с джеметинскими отложениями, т. е. слоем I колонки ст. 81. Следующий слой – слой сапропелевых илов 14–24 см – отличается бедностью диатомей. Как уже было отмечено при рассмотрении колонки ст. 81, сапропели Черного моря рядом исследователей относятся к каламитскому времени. К этому же времени отнесены и сапропели колонки ст. 51. Ниже по колонке лежат осадки, содержащие единичные створки морских и солоноватоводных диатомей. Их видовой состав и соотношения частоты встречаемости морских видов и солоноватоводных позволяют осадки от 24 до 121 см разделить на два слоя: каламитско-витязевские (24–85 см, содержащие морские диатомеи *Coscinodiscus*, *Thalassiosira*, *Rhizosolenia*) и бугазско-новозвксинские – 85–121 см. Разделить слой 85–121 см в настоящее время, на бугазские и новозвксинские слои, т. е. провести границу голоцен – плейстоцен по диатомеям не представляется возможным.

Таким образом, изучение видового состава диатомей и их количественного распределения в осадках Черного моря дает возможность стратифицировать осадки исследованных колонок и разделить их на джеметинские (новочерноморские), каламитские, витязевские, бугазские (три слоя объединяются в древнечерноморские) и новоэвксинские (см. рисунок). Это деление более дробное, чем предложенное ранее для осадков Черного моря, лежащих за пределами прибрежной зоны моря [1].

Более дробно удастся подразделить по диатомеям и осадки прибрежной зоны, в которых содержатся моллюски [3]. Используя диатомей, удастся витязевско-бугазские отложения, выделенные ранее по литологии и моллюскам, подразделить на два слоя – витязевский и бугазский (см. рисунок). Анализ диатомей позволяет провести нижнюю границу каламитских отложений в колонке ст. 81 иначе, чем она была бы проведена по моллюскам и литологии. Без данных диатомового анализа эта граница проводилась по подошве сапропелевых илов (см. рисунок). Более точно отбивается и граница между голоценом и плейстоценом. Без данных диатомового анализа ее следовало бы провести не на 110–105 см, а выше – в пределах 90–85 см.

Особенно важно изучение диатомей для стратиграфии глубоководных осадков, которые не содержат моллюсков. Исследование осадков колонки ст. 51, взятой с глубины 1350 м, как было показано выше, позволяет наметить первую схему расчленения глубоководных осадков голоцена и позднего плейстоцена ложа Черного моря по диатомеям.

Бесспорно значение изучения диатомей в палеогеографическом плане. Не останавливаясь детально на этом вопросе в настоящей статье, хотелось бы только привлечь внимание к вопросу генезиса сапропелевого слоя, маркирующего верхнюю часть каламитских отложений. Представлялось, что сапропели в значительной мере обязаны своим происхождением обилию морских диатомей. Однако их изучение показало, что они бедны остатками диатомей, причем среди диатомей резко преобладают пресноводные и солоноватоводные виды. Следовательно, можно сделать вывод, что диатомей в образовании сапропелей Черного моря осадкообразующего значения не имеют. В связи с этим очень важно в дальнейшем провести детальный альгологический анализ сапропелей.

Обнаружение диатомей в четвертичных отложениях Черного моря позволяет проследить изменения в их составе от верхнего плейстоцена до настоящего времени.

Литература

1. Архангельский А.Д., Страхов Н.М. 1938. Геологическое строение и история развития Черного моря. Л., Изд-во АН СССР.
2. Жузе А.П. 1962. Стратиграфические и палеогеографические исследования в северо-западной части Тихого океана. М., Изд-во АН СССР.
3. Невеская Л.А. 1965. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология. М., "Наука".
4. Невеский Е.Н. 1967. Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. М., "Наука".
5. Прошкина-Лавренко А.И. 1953. Диатомовые водоросли – показатели солености воды. Диат. сборник. Л.
6. Прошкина-Лавренко А.И. 1963. Диатомовые водоросли бентоса Черного моря. М., Изд-во АН СССР.
7. Прошкина-Лавренко А.И. 1971. О флоре диатомовых водорослей Черного моря. В сб. "Проблемы морской биологии". Киев, "Наукова думка".
8. Федоров П.В. 1963. Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря. – Труды Геол. ин-та, вып. 88. М., Изд-во АН СССР.

THE DIATOM DISTRIBUTION IN CORES FROM THE NORTH-WESTERN PART OF THE BLACK SEA

E.K. Zabelina

Summary

The investigation of diatom species composition and its quantitative distribution in the sediments of the shelf, the continental margin and the bed of the Black Sea permits to subdivide these sediments into the Novochemomorskie, Kalamitskie, Vitjazevskie and Bugazhskie (the three latter layers are incorporated into the Ancient Chernomorskie) and Novoevksinskie. This division is more fractional than suggested earlier according to the lithological data and mollusc in sediments imbedded beyond the near-coastal sea zone.

ДИАТОМЕИ ИЗ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО КАСПИЯ

Т.К. Жаковщикова

Краткие сведения о диатомеях в донных осадках Каспийского моря имеются у С.Г.Саркисяна [10]. 11 видов диатомей в колонках длиной до 256 см из центральной части среднего Каспия определены З.А.Шишовой [1]. Три вида из илистых осадков среднего Каспия отмечает Маев [7]. Более детально диатомеи донных отложений Каспия исследовались автором [2, 3]. В итоге описано 112 видов и разновидностей диатомей и показаны основные закономерности распределения их в толще осадков.

Видовой состав и количественное распределение диатомей изучались в пяти колонках донных осадков Каспийского моря (рис. 1), собранных сотрудниками Института геологии и разработки горючих ископаемых (под руководством В.Ф.Соловьева). При обработке осадков для изучения диатомей использовалась методика, принятая в Отделе геологии океана Института океанологии АН СССР [4] с небольшими изменениями, ввиду значительного терригенного разбавления диатомей в осадках Каспия [3]. Все колонки вскрывают верхнечетвертичные осадки; они взяты в глубоководных районах среднего (колонки 306, 315, 353, 355) и южного (колонка 256) Каспия. Колонки содержат литологически различные отложения. Колонки 353, 315, 256 в верхней части сложены серыми высококарбонатными илами, в средней – серовато-бурыми песчанистыми илами пониженной карбонатности с прослоями алевролита, а в основании – тонкозернистыми серовато-коричневыми илами с очень низкой карбонатностью. В колонках 306 и 355 нижний слой не вскрыт. Эти литологически различные толщи относятся геологами соответственно к новокаспийскому, послехвалыньскому и верхнехвалыньскому времени [8, 9].

В распределении диатомей в колонках наблюдаются общие черты, которые можно рассмотреть на примере анализа колонки 306.

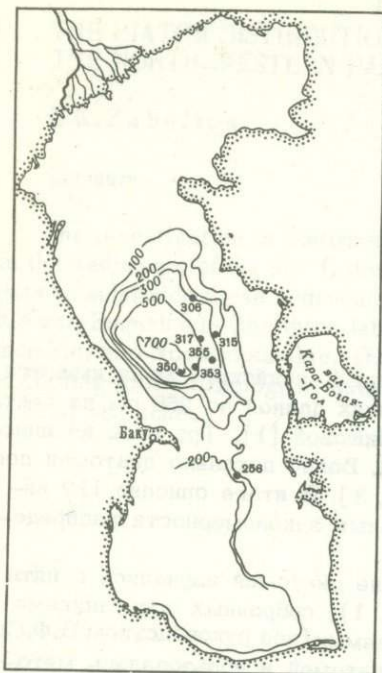
Колонка 306 длиной 661 см (в сухом состоянии) взята в среднем Каспии с глубины 300 м. Диатомеи в толще осадков распределены неравномерно. Верхний слой отложений до глубины 400 см, представленный серыми илами в нижней части с повышенным содержанием алевролита, богат диатомеями, что выражается на глубине 261 см максимальной численностью – 11,4 млн. створок в 1 г осадка. Кроме нижнего пика, увеличение численности диатомей обнаружено на глубине 5 см – 2,7 млн. ств./г; 62 см – 3,7 млн. ств./г; 94 см – 7,7 млн. ств./г.

Ниже 400 см в серовато-бурых песчанистых илах диатомеи встречаются в небольшом количестве – максимум 0,005 млн. в 1 г на глубине 532 см (рис. 2).

Изменение видового и экологического состава диатомей по разрезу колонки ст. 306 позволяет выделить в ней несколько горизонтов.

I горизонт (0–32 см) – господствуют планктонные виды, встречающиеся обычно в океанической зоне морей: *Coscinodiscus perforatus* Ehr. var. *perforatus*, *S. perforatus* var. *pavillardii* (Forti) Hust., *S. perforatus* var. *cellulosus* Grun., *S. radiatus* Ehr. (в сумме 2,7 млн. ств./г). В очень незначительном количестве (0,03–0,005 млн. ств./г) встречаются морские и солоноватоводные неритические виды: *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs var. *ehrenbergii* и *Cyclotella caspia* Grun.

II горизонт (33–230 см) – преобладают планктонные неритические виды, обитатели прибрежных опресненных участков морей: *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs var. *ehrenbergii* et var. *crassus* (W.Sm.) Hust. (0,4 – 4 млн. ств./г) и *Cyclotella caspia* Grun. (0,5 – 5,8 млн. ств./г). Число морских видов, которые



Р и с. 1. Местонахождения исследованных колонок

доминировали в I горизонте, упало до 0,06–0,008 млн. ств./г. В небольшом числе, но регулярно встречаются солоноватоводные эндемичные для Каспия виды: *Thalassiosira* – *T. caspica* Makar., *T. incerta* Makar., *T. variabilis* Makar., а также характерная для южных морей *Thalassiosira aculeata* Pr.–Lavr. Следует отметить присутствие в этом горизонте пресноводных и морских диатомей из класса *Pennatae*. Среди морских пеннатных форм регулярно встречаются *Grammatophora oceanica* (Ehr.) Grun. var. *oceanica* et var. *macilenta* (W.Sm.) Grun. Среди пресноводных и пресноводно-солонатоводных обычны *Opephora martyi* Herib., *Fragilaria brevistriata* Grun., *F. construens* var. *venter* (Ehr.) Grun., *Hantzschia amphioxys* f. *capitata* O.Mull., *Cocconeis pediculus* Ehr. К основанию горизонта число их увеличивается в сумме до 0,02–0,03 млн. ств./г.

III горизонт (230 – 416 см) – доминирует *Cyclotella caspia* Grun., неритический эвригалинный вид, который достигает на глу-

бине 261 см максимального количества – 11,3 млн. ств./г. Встречаются изредка те же, что и во II горизонте, солоноватоводные представители *Thalassiosira*. Пресноводные бентосные диатомеи по сравнению с их содержанием во II горизонте присутствуют в большем разнообразии.

IV горизонт (416–658 см) – диатомеи единичны: *Cyclotella caspia* Grun., *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs, *Coscinodiscus radiatus* Ehr. Характерным для этого горизонта является присутствие морских форм *Melosira sulcata* var. *biseriata* Grun., var. *crenulata* Grun. et var. *siberica* Grun., встречающиеся единично. Наряду с ними имеются неопределимые обломки диатомей из класса *Centricae*.

Подобный характер распределения диатомей сохраняется в колонках 315 (рис. 3), 355, 353 (из среднего Каспия) и 256 (из южного Каспия). В них выделяются такие же стратиграфические горизонты, как в колонке 306 (рис. 4–6).

На основании изменения систематического и экологического состава диатомей в толще донных осадков Каспийского моря выделяются несколько горизонтов. I–III горизонты выделены в литологически однородных новокаспийских отложениях, горизонт IV соответствует времени послехвалынского регрессивного бассейна. В колонках 353, 315 и 256 горизонт IV объединяет две толщи осадков, датированных геологами различно – послехвалыньским и верхнехвалыньским временем, но на основании диатомового анализа расчленить их не представляется возможным, так как диатомей здесь очень мало.

Установленные по диатомеям горизонты имеют различную мощность. Мощность I (поверхностного) горизонта колеблется от 0,3 м в колонке 315 до 0,5 м в колонке 355. Нижняя граница этого горизонта отчетливая, основным признаком ее выделения – почти полное исчезновение в осадках морских видов рода *Coscinodiscus* и появление в большом количестве неритических *Actinocyclus* и *Cyclotella*.

II горизонт более мощный – от 0,8 м в колонках 256 и 353 до 2,5 м в колонке 315. Граница его с III горизонтом, который имеет мощность от 0,5 м в колонке 355 до 1,8 м в колонке 306, не везде четко выражена. III горизонт выделяется: 1) по максимальному для каждой колонки содержанию диатомей; 2) по исключительному преобладанию в осадках *Cyclotella caspia* Grun. Однако в колонках 256 и 355 в верхней части III горизонта еще в значительном количестве встречается *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs и только к основанию горизонта *Cyclotella caspia*

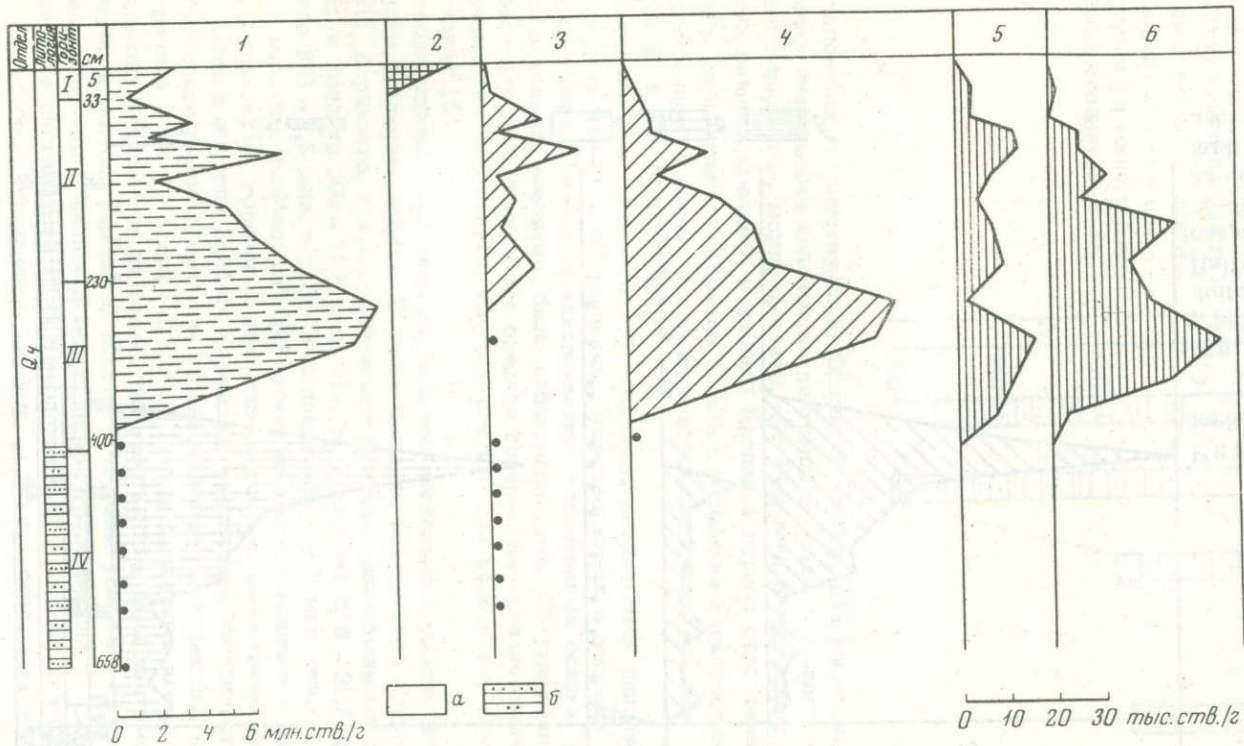


Рис. 2. Распределение диатомей в колонке 306 (средний Каспий, глубина 300 м)

1 — количество диатомей (в млн. ств./г); 2 — *Coscinodiscus perforatus* Ehr. с разновидностями и *Coscinodiscus radiatus* Ehr. 3 — *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs с разновидностями; 4 — *Cyclotella caspia* Grun; 5 — морские диатомеи класса Pennatae; 6 — пресноводные диатомеи класса Pennatae: а — ил серый; б — ил серовато-бурый (коричневый), песчанистый

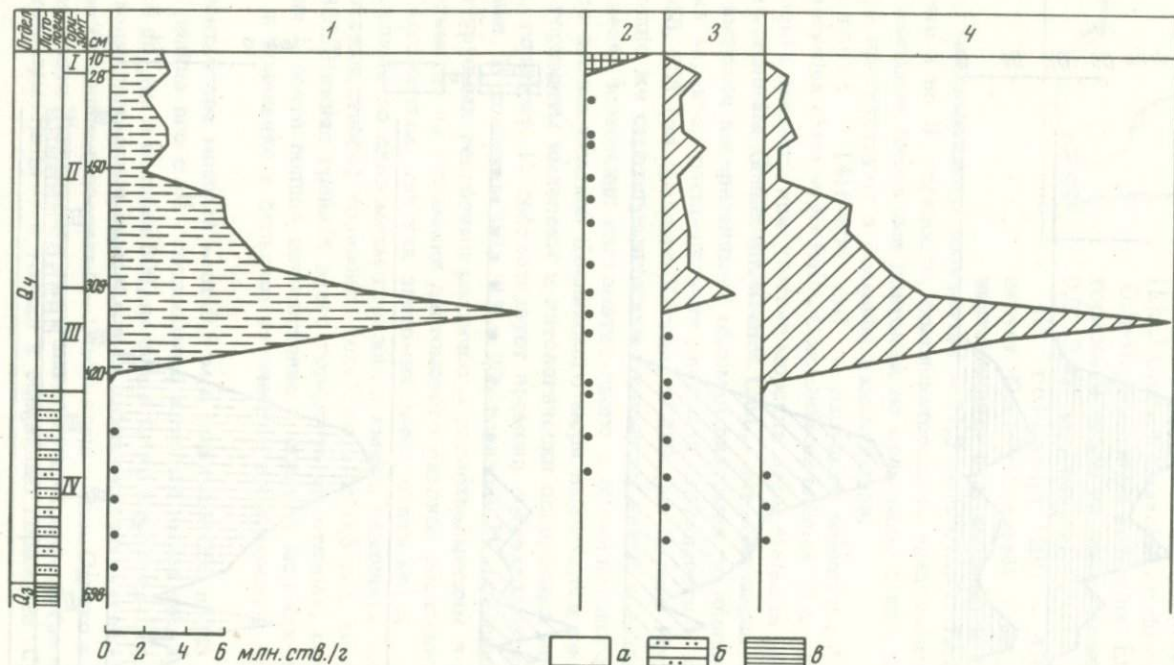


Рис. 3. Распределение диатомей в колонке 315 (средний Каспий, глубина 200 м)

1 — общее количество диатомей (в млн. ств./г); 2 — *Coscinodiscus perforatus* Ehr. с разновидностями и *Coscinodiscus radiatus* Ehr.; 3 — *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs с разновидностями; 4 — *Cyclotella caspia* Grun.: а — ил серый; б — ил серовато-бурый (коричневый), песчанистый; в — ил серовато-коричневый (светло-коричневый) с незначительной примесью мелкого алеврита

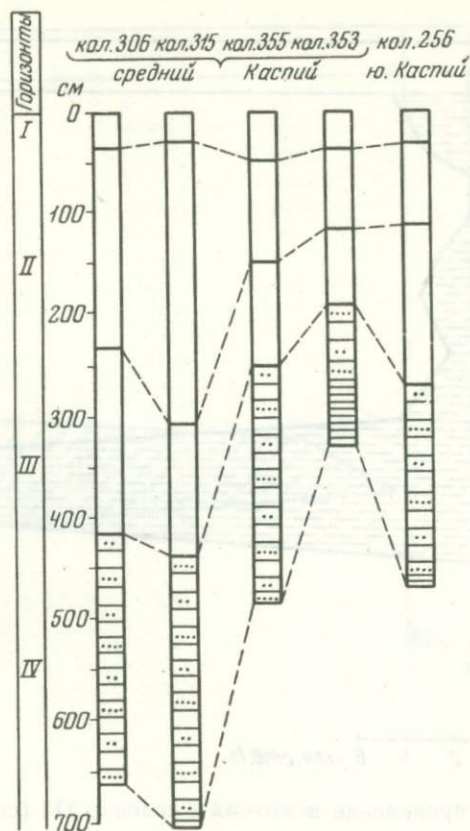


Рис. 4. Схема сопоставления горизонтов, выделенных по диатомеям в колонках из различных районов среднего и южного Каспия. Условные обозначения см. рис. 3

Grup. становится господствующей. Основным признаком для выделения горизонта IV — резкое сокращение количества диатомей в осадках. Сравнивая мощности различных горизонтов, можно сказать, что скорости осадконакопления в исследуемых районах среднего и южного Каспия в период отложения I горизонта отличались незначительно. Гораздо большие колебания в скоростях осадконакопления происходили в начале и середине новокаспийского времени (в период образования II и III горизонтов).

В самом нижнем горизонте (IV) диатомей встречаются единично, поэтому трудно сказать что-либо об условиях, существовавших в водоеме при образовании этой толщи. Поскольку накапливались терригенные осадки, условия для развития диатомей, вероятно, были неблагоприятные. Об уменьшении продуктивности бассейна свидетельствует среднее содержание органического углерода в послехвалынских отложениях, которое почти в два раза ниже, чем в новокаспийских осадках [5].

В новокаспийском бассейне выделяются несколько периодов интенсивного биогенного осадконакопления. В очень больших количествах встречаются диатомей в III горизонте, где они достигают величин, максимальных для каждого разреза: в колонке 306 — 11,4 млн. ств./г; в колонке 315 — 21,3 млн. ств./г; в колонке 353 — 4,3 млн. ств./г; в колонке 355 — 4,1 млн. ств./г; в колонке 256 — 3,8 млн. ств./г. Массовое развитие диатомей в водоеме в момент образования осадков III горизонта является, вероятно, следствием какого-то крупного события в истории Каспия. Очевидно, увеличение численности диатомей в III горизонте вызвано началом новокаспийской трансгрессии, когда резко возрос речной сток в Каспий [6, 7, 9] и приток биогенных элементов мог вызвать вспышку в развитии диатомей. Количественные пики диатомей в I и II горизонтах являются, вероятно, также следствием усиления стока, но менее значительного, чем в начале новокаспийской трансгрессии.

Изменение систематического и экологического состава диатомей свидетельствует о некотором осолонении водоема за период отложения исследованной

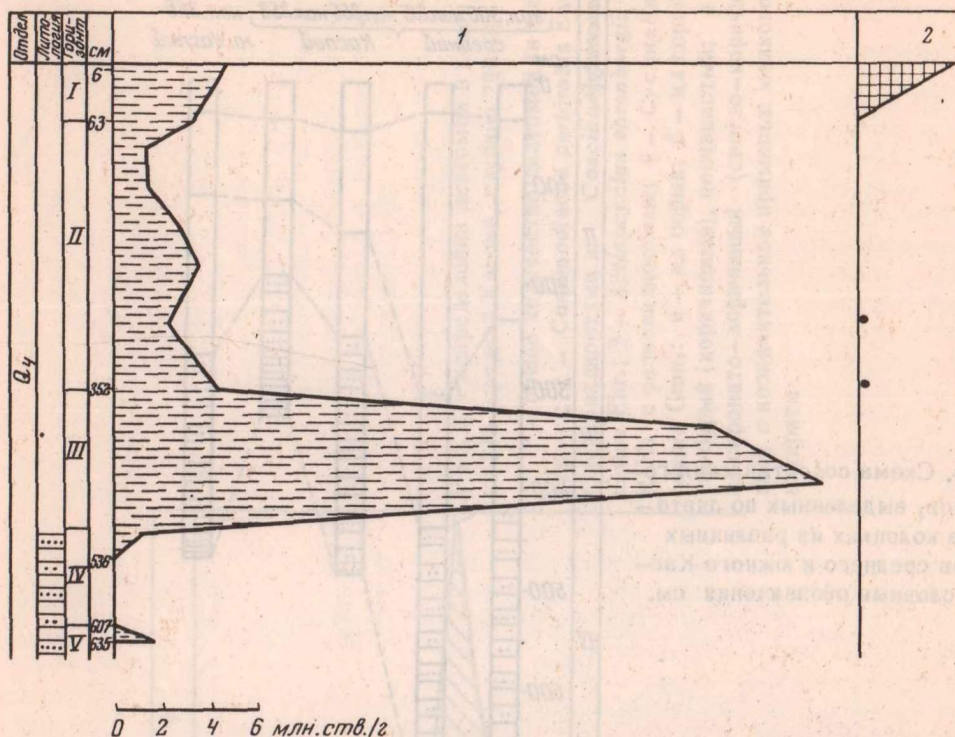


Рис.5. Распределение диатомей в колонке 317 (средний Каспий, глубина 435 м)

1 — общее количество диатомей (в млн.ств./г); 2 — *Coscinodiscus perforatus* Ehr. с разновидностями и *Coscinodiscus radiatus* Ehr.; 3 — *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs с разновидностями; 4 — *Cyclotella caspia* Grun.; 5 — *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun. Остальные обозначения см.рис.3

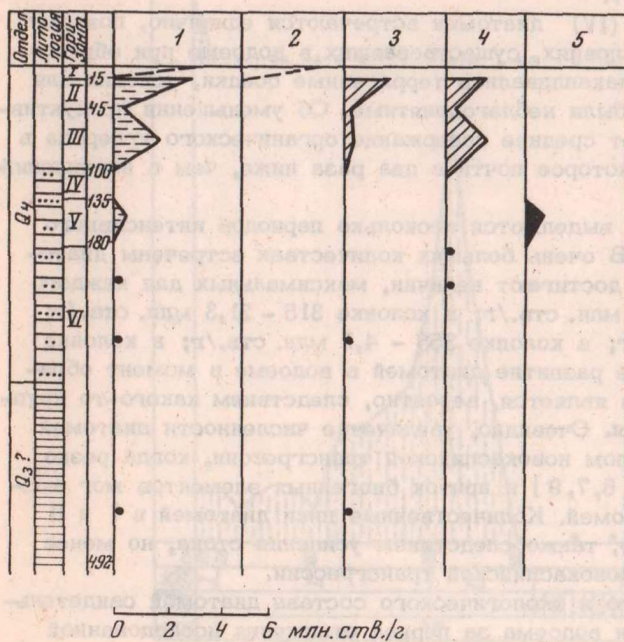
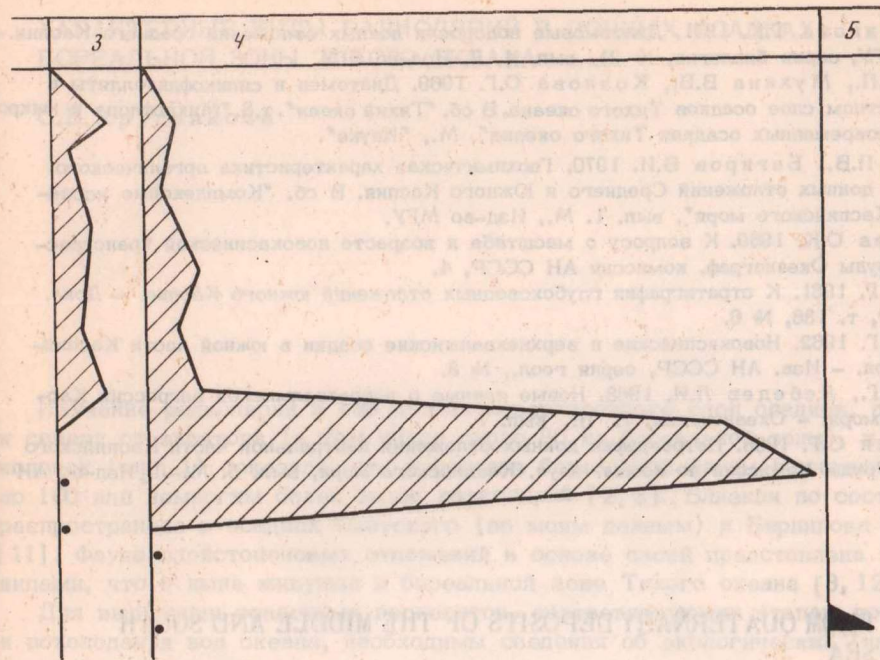


Рис.6. Распределение диатомей в колонке 350 (средний Каспий, глубина 768 м)

1 — общее количество диатомей (в млн.ст./г); 2 — *Coscinodiscus perforatus* Ehr. с разновидностями, *Coscinodiscus radiatus* Ehr. (выделяется условно, по аналогии с другими колонками, так как образцы из этой части разреза отсутствуют); 3 — *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs с разновидностями; 4 — *Cyclotella caspia* Grun; 5 — *Stephanodiscus astraea* (Ehr.).

Остальные условные обозначения см.рис.3



толщи осадков. Во всех колонках четко выделяется верхний (I) горизонт, который отлагался в условиях сравнительно повышенной солености, о чем говорят доминирующие здесь морские формы. Сильно "опресненный" горизонт с преобладанием пресноводной галофильной формы *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun., обнаруженный в исследованных ранее колонках 317 и 350 [3], колонками, которые рассматриваются в данной статье, не вскрыт. Однако в колонке 256 к основанию горизонта намечается увеличение створок *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grun. от нескольких десятков до 1000 в 1 г осадка. Проведенное недавно В.В.Мухиной изучение диатомей в голоценовых отложениях Черного моря показало удивительное соответствие с Каспием в чередовании в толще осадков экологически различных комплексов. Развиваясь в голоцене совершенно самостоятельно, эти два крупных внутренних водоема последовательно прошли вслед за стадией сильного опреснения постепенное осолонение, достигшее максимума в современную эпоху. Выделенные на основании диатомового анализа биостратиграфические горизонты делают возможным сопоставление голоцена — верхнего плейстоцена Каспийского и Черного морей.

Литература

1. Алексина И.А. 1960. О распределении аутигенного кремнезема в илистых осадках средней части Каспийского моря. — Докл. АН СССР, т. 130, № 3.
2. Жаковщикова Т.К. 1970. Диатомовые водоросли в колонках донных отложений Каспийского моря. — Докл. АН СССР, т. 190, № 4.

3. Жаковшикова Т.К. 1971. Диатомовые водоросли донных отложений среднего Каспия. - Вестн. ЛГУ, серия биология, № 21. вып. 4. Л. Изд-во ЛГУ.
4. Жузе А.П., Мухина В.В., Козлова О.Г. 1969. Диатомеи и силикофлагелляты в поверхностном слое осадков Тихого океана. В сб. "Тихий океан", т.8. "Микрофлора и микрофауна в современных осадках Тихого океана". М., "Наука".
5. Куприн П.В., Багиров В.И. 1970. Геохимическая характеристика органического вещества донных отложений Среднего и Южного Каспия. В сб. "Комплексные исследования Каспийского моря", вып. 1. М., Изд-во МГУ.
6. Леонтьев О.К. 1959. К вопросу о масштабе и возрасте новокаспийской трансгрессии. - Труды Океанограф. комиссии АН СССР, 4.
7. Маев Е.Г. 1961. К стратиграфии глубоководных отложений южного Каспия. - Докл. АН СССР, т. 136, № 6.
8. Маев Е.Г. 1962. Новокаспийские и верхнехвалынские осадки в южной части Каспийского моря. - Изв. АН СССР, серия геол., № 8.
9. Маев Е.Г., Лебедев Л.И. 1968. Новые данные о послехвалынской регрессии Каспийского моря. - Океанология, т. III, вып. 1.
10. Саркисян С.Г. 1938. Петрография донных отложений центральной части Каспийского моря. - Труды Комиссии по компл. изуч. Каспийского моря, вып. 5. М.-Л., Изд-во АН СССР.

DIATOMS FROM QUATERNARY DEPOSITS OF THE MIDDLE AND SOUTH CASPIAN SEA

T.K. Jackovshikova

Summary

The Quaternary deposits from five deep sea cores have been studied by the method of diatom analysis. There are some distinguished horizons which contain ecologically different complexes of diatoms. The analysis of species composition and a quantity of diatoms in different horizons makes it possible to point out some periods of intensive accumulation of diatoms and testifies a gradual salinization of a basin for the last stage of the Quaternary history of the Caspian Sea.

ХАРАКТЕРНЫЕ ВИДЫ РАДИОЛЯРИЙ В ДОННЫХ ОСАДКАХ БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЫ ТИХОГО ОКЕАНА

С.Б. Кругликова

Изучение радиолярий в 196 пробах поверхностного слоя осадков, полученных к северу от экватора (в том числе около 80 из бореальной зоны), и в ряде колонок (рис. 1) показало, что в составе бореальной фауны насчитывается около 100 или немногим более видов радиолярий [2, 3]. Близкая по составу фауна распространена в осадках Охотского (по моим данным) и Берингова морей [11]. Фауна плейстоценовых отложений в основе своей представлена теми же видами, что и ныне живущая в бореальной зоне Тихого океана [3, 12].

Для выделения осадочных горизонтов, соответствующих этапам потепления и похолодания вод океана, необходимы сведения об экологических (или биогеографических) комплексах современных радиолярий.

В данной работе приводится описание и разбирается характер распространения нескольких видов, типичных для бореального комплекса радиолярий. Автор придерживался системы радиолярий, принятой в "Основах палеонтологии" [7].

ОТРЯД SPUMELLARIA

ПОДОТРЯД PRUNOIDEA

СЕМЕЙСТВО DRUPPULLIDAE

Stylatractus pyriformis (Bailey) emend

Рис. 2, фиг. 1-3

Halilomma pyriformis Bailey, 1856, рис. 29

Amphisphaera pluto Haesckel, 1887, pl. 17, fig. 7, 8.

Stylatractus neptunus (?) Haesckel, Riedel, 1958, pl. 1, fig. 9.

Stylatractus sp. Петрушевская, 1967, рис. 15.

Материал. Многие десятки экземпляров хорошей сохранности.

Диагноз. Скелет состоит из трех раковин. Наружная — толстостенная, имеющая форму слегка вытянутого овала с двумя мощными отростками на полюсах и с крупными фигурными порами, которые, по-видимому, могут зарастать. Срединная раковинка — овальная, с округлыми порами, различной величины и формы — семь-девять на полуэкваторе. Внутренняя раковинка грушевидной формы, тонкостенная, соединяется многочисленными радиальными иглами с наружными раковинками. На внутренней раковинке уже хорошо развиты два главных шипа, иногда они расположены асимметрично (шип на тупом конце раковинки направлен под углом к ней). Раковинка покрыта округло-полигональными порами, расположенными правильными рядами по семь-восемь пор на полуэкваторе.

Размеры. Внутренняя раковинка 30-40 мк; средняя 75-85 мк; длина наружной раковинки 130-150 мк; ширина наружной раковинки 115-140 мк.

Замечания. Первое упоминание об этом виде встречается в работе Бейли [8], где однокамерная стадия — внутренняя раковинка — была описана как само-

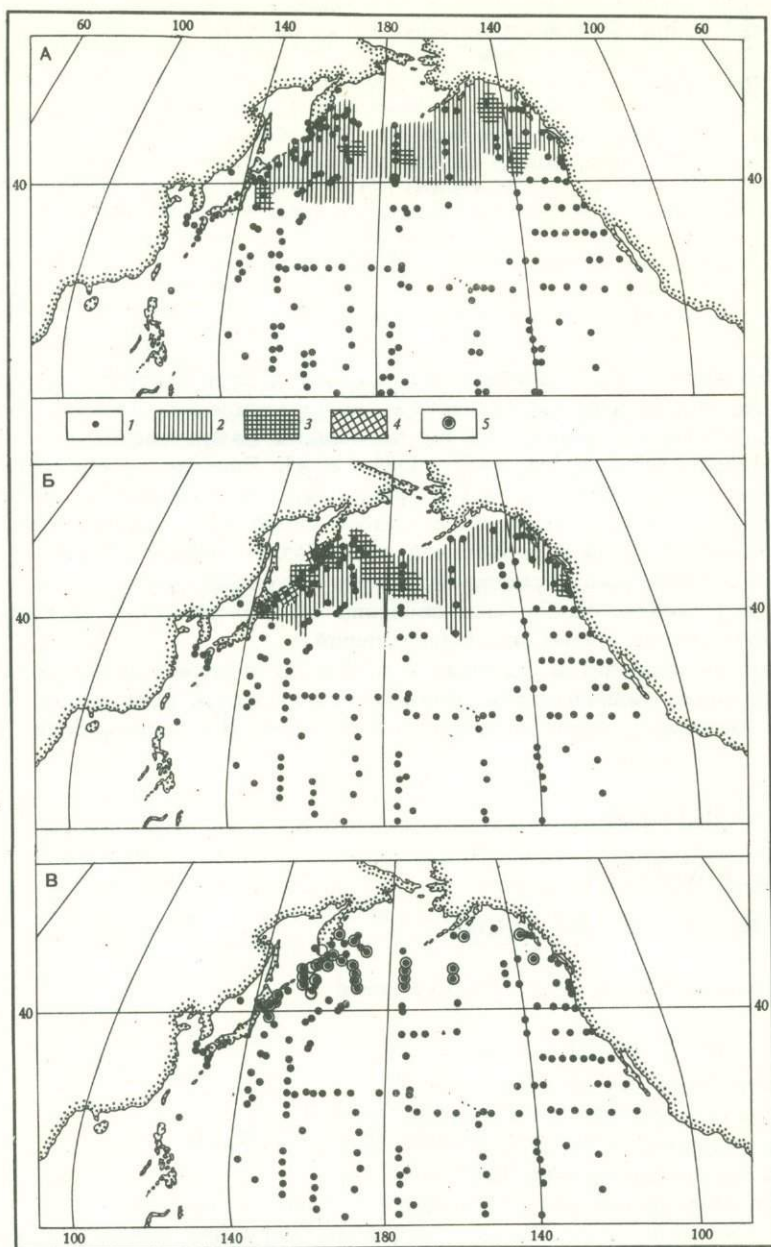


Рис.1. Распределение в осадках видов радиолярий, эндемичных для арктобореальной области

А — *Spongurus pylomaticus* Riedel *borealis* subsp. nov. (в %); Б — *Stilochladium venustum* (Bailey) (в %); В — *Tholospyris borealis* (Bailey); 1 — исследованные пробы; 2 — менее 1%, 3 — 1–2 (на рис.1,А) и 1–5% (на рис.1,Б); 4 — более 5%; 5 — места нахождения без количественного учета

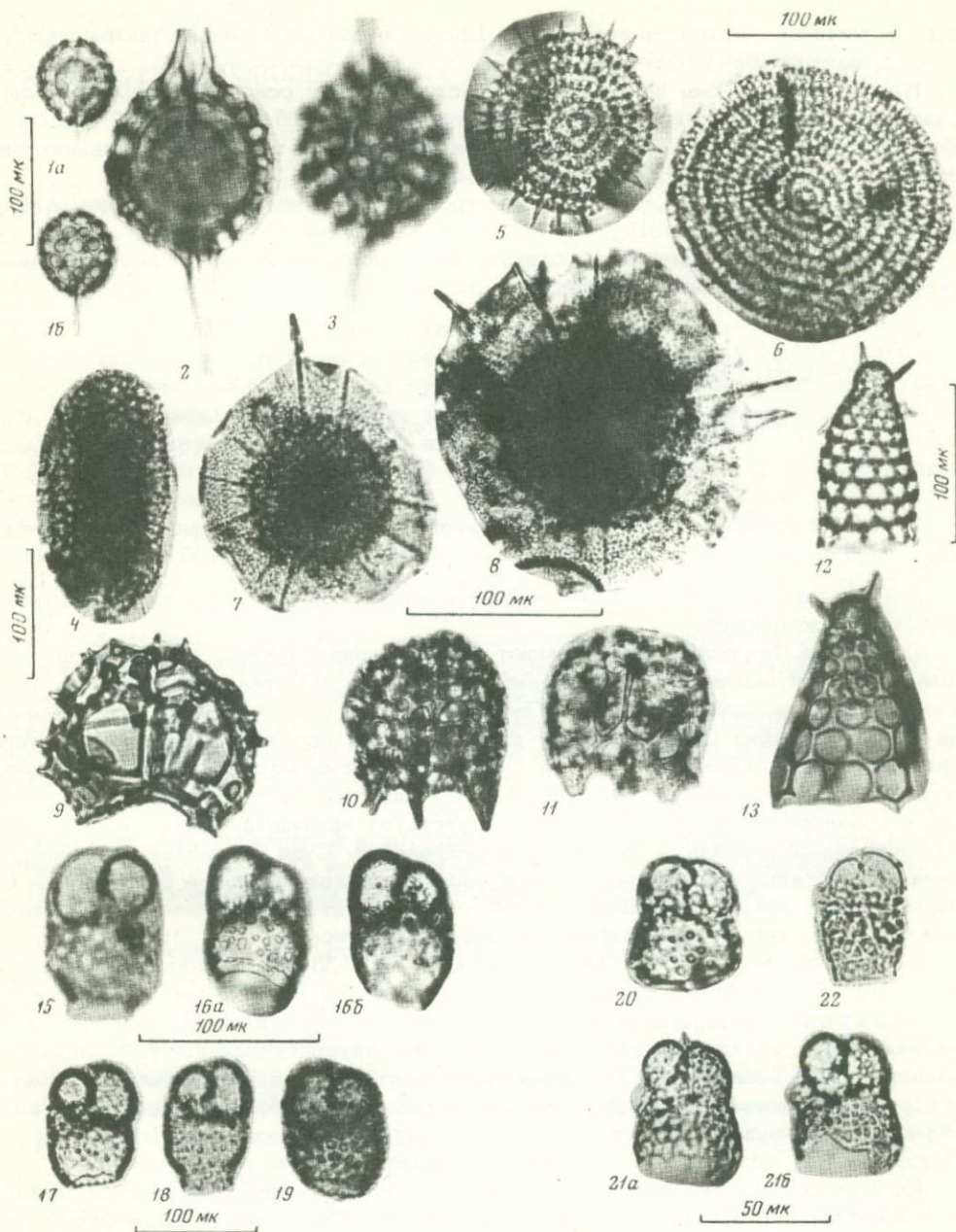


Рис. 2. Характерные виды радиолярий из осадков бореальной зоны

1-3 - *Stylatractus pyriformis* (Bailey), 1a и 1б - ювенильная форма, 2-3 - взрослые экземпляры вида; 4 - *Spongurus pyломaticus* Riedel *borealis* subsp. nov.; 5 - *Stylodictya stellata* Bailey; 6 - *S. validispina* Jörgensen; 7-8 - *Stylochlamidium venustum* (Bailey); 9 - *Tholospyris borealis* (Bailey); 10-11 - *T. spinosus* sp. nov.; 12-14 - *Cycladophora* (?) *cornuta* (Bailey) (12 - из осадков экваториальной зоны); 15-19 - *Saccospyris robustus* sp. nov.; 20-21 - *Botryocampe inflata* (Bailey); 22 - *Botryocampe* sp. (*inflata*?) (1-9-ст. 2154; 2-13-ст. 4066; 3-ст. 4074; 4, 16, 19-ст. 4075; 5-ст. 3110; 6, 8-ст. 3145; 7-ст. 3270, глубина 270 м; 10-ст. 3342; 11-ст. 3222; 12-ст. 5136; 13-15-ст. 4066; 17-18, 22-ст. 4104; 20-ст. 4112; 21-ст. 3255) Координаты исследованных станций опубликованы ранее [1]

стоятельный вид *Haliomma pyriformis*. Бейли описал этот вид из пробы донного осадка, взятого близ Камчатки.

Нахождение. Вид наиболее часто встречается в осадках бореальной зоны (частота встречаемости $p = 50,7$) в количестве от 1020 экз./г до 20 экз./г. Это составляет от 2,9 до 0,14% фауны радиоларий. На нескольких станциях вид отмечен в осадках субтропической и тропической зон.

Распространение. Умеренная и тропическая зоны Тихого океана, Антарктика.

Судя по распространению в осадках, *Stylatractus pyriformis* более характерен для холодноводных районов.

СЕМЕЙСТВО SPONGURIDAE

Spongurus pylomaticus Riedel *borealis* subsp. nov.

Рис. 1, а, рис. 2, фиг. 4.

Spongurus pylomaticus Riedel, Кругликова, 1969 б, рис. 4, фиг. 32, 33; Hsin-Ling, 1971, pl. 1, fig. 5.

Материал. Массовый, хорошей сохранности; наряду со взрослыми много молодых экземпляров.

Диагноз. Взрослые формы имеют почти цилиндрический, слегка расширенный в средней части губчатый скелет, на котором заметна исчерченность, соответствующая радиальным балкам. Окончания радиальных игл чаще всего видны на концах скелета. Скелет состоит из двух слоев: наружного — рыхлого, и внутреннего — представляющего собой плотную губчатую массу, слегка суженную посередине и расширенную на концах. В большинстве случаев встречаются формы с незавершенным ростом. У них отсутствует наружный рыхлый слой — "мантия" или видны различные стадии ее формирования. Судя по нашим находкам, начальные стадии формирования этого слоя представляют собой образование в форме пояса вокруг суженной плотной части скелета. Чем более развит этот рыхлый слой, тем больше ширина упомянутого "пояса".

Размеры. Длина более 200 мк, ширина — до 135 мк, ширина плотной губчатой массы (без учета мантии) 75–95 мк по краям и 55–75 мк посередине.

Сравнение. *Spongurus pylomaticus borealis* очень близок к *S. pylomaticus pylomaticus* из антарктических осадков [13, 5]. Антарктическая и бореальная разновидности различаются по характеру нарастания рыхлого губчатого слоя: у бореальных форм этот слой возникает в виде "пояса", расширяющегося по мере роста к концам скелета, тогда как у антарктических форм, по данным Петрушевской, он нарастает по всему периметру скелета одновременно.

Нахождение. Вид встречался исключительно в осадках бореальной зоны в количестве от 725 до 20 экз./г сухого осадка. Доля его в составе фауны радиоларий не превышает 1,4%. Наиболее многочислен в осадках на северо-западе океана.

Распространение. Судя по распространению с осадках, вид характерен для холодноводных районов океана, Охотского и, вероятно, Берингова [11] морей.

ПОДОТРЯД DISCOIDEA

СЕМЕЙСТВО PORODISCIDAE

Stylodictya validispina Jörgensen

Рис. 2, фиг. 5-6

Stylodictya validispina Jörgensen, 1905, pl. X, fig. 40, Петрушевская, 1967, рис. 17, IV, V.

Stylodictya stellata Bailey, Кругликова, 1969, рис. 4, фиг. 9, 10.

Материал. Массовый материал, сотни экземпляров хорошей сохранности.

Вид соответствует описанию и изображению его в работе Йоргенсена [10]. Так же, как в его экземплярах, вокруг центральной камеры на диске располагались крестообразно четыре мелкие камеры первого круга, несколько неодинаковые по размеру: две соседние — чуть крупнее двух других.

Размеры. Центральная камера 12-16 мк; диаметр первого кольца 33-39 мк; второго — 48-57 мк, третьего — 68-79 мк; диаметр диска с шестью кольцами около 180 мк.

Замечания. Бейли [8] из осадков района вблизи Камчатки был описан вид *Stylodictya stellata*. Вид очень близок к *S. validispina*, но отличается от последнего более многочисленными и крупными иглами. Единичные экземпляры, близкие к *S. stellata*, были встречены нами в осадках прибрежных районов вдоль Камчатки и Курильских островов (см. рис. 2, фиг. 5). Возможно, *S. stellata* и *S. validispina* — единый вид или подвиды одного вида.

Нахождение. В наших пробах *S. validispina* встречен в осадках, распространенных преимущественно к северу от 40° в количестве от 1660 и до 20 экз./г; достигает 0,17-4,3% от общего состава фауны.

Распространение. Норвежское море (встречен в планктоне, в лове 900-0 м), осадки Антарктики, бореальной и нотальной зон Тихого океана, Охотского моря.

Типичные формы не были встречены в тропических и субтропических районах. По всей вероятности, вид имеет биполярное распространение.

Stylochlamidium venustum (Bailey)

Рис. 2, б, фиг. 7-8

Perychlamidium venustum Bailey, 1856, fig. 16, 17

Stylochlamidium venustum Haeckel, 1887;

Perychlamidium venustum Bailey, Петрушевская, 1969, рис. 3, фиг. 3;

Stilochlamidium venustum (Bailey), Кругликова, 1969, рис. 4, фиг. 28; Hsin-Ling, 1971, pl. 1, fig. 7-8.

Материал. Массовый материал хорошей сохранности.

Диагноз. Раковинка имеет форму слегка выпуклой линзы, образованной двумя отчетливо видимыми пористыми кроющимися пластинами.

Внутренняя часть скелета представляет собой плотную, почти губчатую массу, состоящую из отдельных камер, свернутых в несколько слоев (отчетливо заметно при повороте раковинки набок). По периферии эта "масса" менее плотная и под кроющимися пластинами хорошо видны камерные круги. Камерные круги у взрослых экземпляров не доходят до края диска, так что остается светлая широкая краевая зона, образованная кроющимися пластинами (экваториальный круг). Ширина этого круга различна и, вероятно, увеличивается по мере роста скелета. От внутренней части скелета отходят многочисленные округлые иглы, прободающие кроющиеся пластины по периферии диска. Кроющиеся пластины покрыты округлыми порами. Величина их от центра к периферии уменьшается очень значительно.

Размеры. Величина диска с экваториальным кругом около 300 мк, поры — около 2 мк.

Замечания. По всей вероятности, вид, описанный Петрушевской из осадков Антарктики, идентичен или очень близок *Stilochlamidium venustum* (Bailey).

Нахождение. В нашем материале *S. venustum* был встречен исключительно в осадках бореальной зоны в количестве от 1070 до 20 экз./г сухого осадка. Относительное содержание его колеблется от 6,3 до 0,04%, преимущественно более 1% от общего количества радиолярий. Наиболее многочислен вид в осадках на северо-западе бореальной зоны.

Очень интересным следует считать факт нахождения этого хрупкого и тонкостенного вида в осадках шельфовых станций, где видовой состав радиолярий очень ограничен. Однако здесь экземпляры *S. venustum* мельче, чем в океанических осадках, экваториальный круг, как правило, уже, а камерные круги более плотно свернуты.

Распространение. Берингово и Охотское моря, умеренная зона Тихого океана. Возможно, Антарктика.

Судя по распространению в осадках, вид тяготеет к холодноводным районам океана.

ОТРЯД NASSELLARIA

ПОДОТРЯД CYRTELLARIA

СЕМЕЙСТВО SPYRAIDAE

Tholospyris borealis (Bailey), emend

Рис. 1, в, рис. 2, фиг. 9

Ceratospyris borealis Bailey, 1856; pl. 1, fig. 3; Haeckel, 1887 (non *Dictyospyris spinulosa* Ehr.); Кругликова, 1969 б (рис. 4, фиг. 15)

Tristylospyris sp., Nigrini, 1970, part (pl. 3, fig. 5-6)

Triceraspyris? sp., Ling, 1971, pl. 2, fig. 1.

Материал. Массовый материал (сотни экземпляров) хорошей сохранности, встречаются молодые экземпляры.

Диагноз. Раковинки по форме ближе всего к неправильной шиповатой полушаре (нередко левая и правая половины имеют различную кривизну). Сагиттальная перетяжка снаружи выражена нерезко. Имеется небольшая галеарная полость. Апикальный шип и терминальные ноги развиты слабо. Поры округло-многоугольные, различной величины и формы. Нарастание раковинки начинается с образования сагиттального кольца, отростки которого постепенно, по мере роста, формируют весь остальной скелет. Крупные вначале поры зарастают, закрываясь у взрослых форм дополнительными перемычками. Вид в значительной мере изменчив: заметно меняются размеры раковинки, форма и расположение пор.

Размеры. Ширина во фронтальном измерении 122-227 мк; высота 108-160 мк.

Замечания. Встреченные формы, по-видимому, соответствуют тем, о которых упоминается в работе Бейли, хотя приведенный в ней рисунок очень плох, а описание кратко.

В донных осадках бореальной зоны Нигрини [12] встречен ряд форм, которые она относит к *Tristylospyris* sp. Часть этих форм ([12], tabl. 3, 5-6) соответствует описываемому виду. Линг различает две группы видов, соответствующих *T. borealis* и описываемому мной виду *T. spinosus*, хотя и помещает их в своей работе совместно как *Triceraspyris?* sp. Нигрини считает их единым видом - *Tristylospyris* sp.

Геккель [9] в качестве синонима *Ceratospyris borealis* Bailey приводит *Dictyospyris spinulosa* Ehr., указывая, что местонахождение вида - центральная часть Тихого океана. Этот вывод ошибочен, так как вид Бейли никогда не встречается в тропических районах. По-видимому, Геккель основывался лишь на плохо выполненном рисунке Бейли.

Вероятно, правомерно отнесение вида *Ceratospyris borealis* к роду *Tholospyris* Нск., так как скелет имеет галеарную полость и три "ноги", сравнительно более развитых, чем остальные отростки.

Нахождение. Исключительно в осадках бореальной зоны, содержание до 1270 экз./г сухого осадка, доля его в составе фауны 3-7,7%.

Распространение. По всей вероятности, эндемичен для арктобореальной области Тихоокеанского бассейна.

Tholospyris spinosus sp.nov.

Рис. 2, фиг. 10-11

Tholospyris sp., Кругликова, 1969 б, рис. 4, фиг. 15.

Tristylospyris sp., Nigrini, 1970, pl. 3, fig. 3,4.

Triceraspyris? sp. H-Y Ling, 1971, pl. 2, fig. 2-3.

Материал. Многие десятки экземпляров хорошей сохранности.

Диагноз. Отличается от *Tholospyris borealis* более многочисленными и мелкими порами. Явно выражена шиповатость скелета. Скелет несколько суживается к базальной части. Терминальные ноги более развиты, нередко пористы. Скелет обычно несколько меньших размеров, чем у *T. borealis*.

Размеры. Высота около 132-160 мк, ширина во фронтальной плоскости около 140 мк, в сагиттальной - около 100 мк.

Замечания. Формы, близкие к описываемым, встречены Нигрини в осадках северной части Тихого океана и Лингом в осадках Берингова моря. Однако и Нигрини, и Линг помещают их в своих работах в качестве единого вида с *Tholospyris borealis* (Bailey).

Наличие небольшой галеарной полости и трех терминальных ног позволяет сделать предположение, что данный вид может быть отнесен к роду *Tholospyris* Нск.

Распространение. Бореальная зона Тихого океана, Берингово и Охотское моря.

Вид, по всей вероятности, эндемичен для арктобореальной области.

СЕМЕЙСТВО CYRTOIDAE

Cycladophora(?) cornuta (Bailey)

Рис. 2, фиг. 12-14

Halicalyptra cornuta Bailey, 1856, pl. 1, fig. 14.

Cycladophora davisiana var. *comutoides* Petrushevskaya, Петрушевская, 1967, рис. 70, I-III.

Cycladophora cornuta (Bailey), Кругликова, 1969б, рис. 4, фиг. 5-6.

Cycladophora davisiana var. *comutoides* Petrushevskaya, H-J-Ling, 1971, pl. 2, fig. 6-7.

Материал. Многие десятки экземпляров хорошей сохранности.

Диагноз. Соответствует описаниям и изображениям, приведенным в названных работах. Скелет состоит из четырех (?) сегментов. Четвертый выражен слабо. Поры на цефалисе мелкие, округлые; на тораксе - округло-полигональные, расположены в два-три поперечных ряда; поры абдомена крупные, полигональные, по пять-шесть на полуэкваторе. Наружные отростки внутреннего скелета относительно короткие, иногда ветвящиеся.

Размеры. Цефалис длиной 20-22 мк, шириной 23-27 мк. Длина всех остальных сегментов вместе 100 мк и более, максимальная ширина 56-62 мк.

Замечания. Встреченные в нашем материале формы имели несколько меньшую ширину на уровне последнего сегмента по сравнению с приведенной в работе Бейли. Они идентичны формам, встреченным Петрушевской в Антарктике, но отличаются несколько большими размерами цефалиса и более короткими (нередко обломанными) отростками внутреннего скелета на цефалисе. (В тексте Петрушевская указала на близость описанного ею варианта и *Halicalyptra cornuta* (Bailey).) Формы, обнаруженные Лингом, полностью соответствуют найденным в нашем материале.

Поскольку радиолярии разбираемого вида из осадков Берингова моря, северной части Тихого океана и Антарктики идентичны, за ними должно сохраниться видовое название, предложенное Бейли. Использование Лингом подвидового наименования Петрушевской неверно (тем более что вид Бейли и подвид Петрушевской сведены им в синонимы).

Нахождение. Вид встречался в основном к северу от 40° с.ш. ($p = 23,8$) в количестве от 545 до 20 экз/г, достигая 0,07 - 2,3% всей фауны. Единичные находки в тропической зоне.

Распространение. Берингово и Охотское моря, бореальная зона Тихого и Атлантического океанов, Антарктика, тропическая зона Тихого океана.

СЕМЕЙСТВО BOTRIOIDAE

Saccospyris robustus sp.nov.

Рис. 2, фиг. 15-19

Saccospyris sp., Кругликова, 1969 б, рис. 4, фиг. 36.

Saccospyris conitorax Petrushevskaya, Nigrini, 1970, pl.4, fig. 12, non *Saccospyris conitorax* Petrushevskaya, Петрушевская, 1967, non *Saccospyris* sp.H.-Ling, 1971, pl.2, fig.15

Материал. Десятки экземпляров хорошей сохранности.

Диагноз. Раковинки крупные, близкие по форме к вытянутому, слегка спрямленному овалу. Раковинка несколько суживается книзу, иногда бывает вытянутой почти в трубку, но обычно имеет плоско усеченный торакс.

Первый отдел скелета подразделен на три камеры: антецефалическую, цефалическую и постцефалическую. Последняя слабо развита, всегда замкнута. Антецефалическая камера иногда несколько крупнее цефалической. По размерам раковинки описываемого вида близки к *S.conitorax*, однако, в отличие от него, пор в стенке *S.robustus* намного больше, довольно часто имеется вполне выраженная бугристость именно в первом отделе, а не во втором, как у *S.conitorax*. Формы несколько более толстостенны.

Размеры. Общая длина около 100 мк или несколько более. Высота первого отдела 53-60 мк, ширина 63-89 мк.

Замечания. Описывая *Saccospyris conitorax*, Петрушевская [5] говорит о том, что сходные формы в северо-западной части Тихого океана были описаны Бейли как *Lithobotrys inflatum*. Это замечание ошибочно, так как *Botryosampe* (*Lithobotrys*) *inflatum* Bailey совершенно иной, очень отличный от *Saccospyris conitorax* вид. Типичные экземпляры *S.conitorax* прозрачные, гладкие, почти лишенные пор, которые нам удалось видеть в материалах М.Г.Петрушевской, никогда не встречались в осадках бореальной зоны. По всей вероятности, они эндемичны для Антарктики¹.

Род *Botryosampe* Ehrenberg, emend

В качестве типового вида Эренбергом взят *Lithobotrys inflata* Bailey. Следует отметить, что в описание Бейли вкралась неточность. Первый отдел раковинки расчленяется не на две, а на три камеры. Торакс в средней части слегка пережат, но не разделен перегородкой. Близок к роду *Bishphaerocephalina* Petrushevskaya [4], но, в отличие от него, раковинки не имеют мощных наружных окончаний внутреннего скелета.

¹ Линг, считая встреченные им формы идентичными описанным Петрушевской, Кругликовой и Нигрини, в качестве иллюстрации приводит экземпляр типичной, как я полагаю, *Botryosampe inflata* (Bailey) (Ling, 1971, pl. 2, fig. 15).

Lithobotrys inflatum Bailey, 1856, pl. 1, fig. 15

Saccospyris sp. N.-Ling., 1971, pl. 2, fig. 15

Материал. Десятки экземпляров хорошей сохранности.

Диагноз. Раковина состоит из двух четко отграниченных отделов. Первый разделен на три основные камеры. Цефалическая и антецефалическая камера тесно слиты между собой. Антецефалическая камера несколько больше по размерам, чем цефалическая. Постцефалическая камера маленькая, преобразованная в более или менее развитую трубку, связанную с иглой Vert. Апикальная игла очень небольшая, нередко обломана у самого основания.

Торакс в нижней части несколько шире первого отдела. Вся раковинка покрыта многочисленными, очень мелкими порами.

Размеры. Общая длина до 75-80 мк. Высота первого отдела 26-34 мк, ширина 33-48 мк.

Нахождение. Сравнительно часто в осадках к северу от 40° с.ш. в количестве от 1294 до 20 экз./г, составляет от долей процента до 1,2% фауны.

Распространение. Охотское и Берингово (?) моря, бореальная зона Тихого океана и Атлантики (вид встречался при просмотре материалов М.Г.Петрушевской). Возможно, Антарктика (М.Г.Петрушевская считает некоторые из встреченных там форм близкими к описываемому виду). Судя по распространению в осадках, вид тяготеет к холодноводным районам океана.

Приведенные в данной статье виды эндемичны для бореальной зоны Тихого океана или характерны вообще для холодноводных районов Мирового океана. Таким образом, нахождение этих видов в комплексе радиолярий в толще осадков может свидетельствовать о холодноводных условиях осадконакопления.

Литература

1. Кругликова С.Б. 1966. Количественное распределение радиолярий в поверхностном слое осадков северной половины Тихого океана. В сб. "Геохимия кремнезема". М., "Наука".
2. Кругликова С.Б. 1969а. Радиолярии в поверхностном слое осадков северной половины Тихого океана. В кн. "Тихий океан", т. 8. М., "Наука".
3. Кругликова С.Б. 1969б. Радиолярии в колонке ст. 4066 (северная часть Тихого океана). В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
4. Петрушевская М.Г. 1965. Особенности конструкции скелета радиолярий Botryoidae (отр. Nassellaria). - Труды Зоол. ин-та АН СССР, т. XXXV.
5. Петрушевская М.Г. 1967. Радиолярии Антарктики (Spumellaria и Nassellaria). В кн. "Исследование фауны морей", т. IV (XII). Результаты биол. исследований Советской Антаркт. экспедиции 1955/58, вып. 3. М., "Наука".
6. Петрушевская М.Г. 1969. Радиолярии Spumellaria и Nassellaria в донных осадках как индикаторы гидрологических условий. В сб. "Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях". М., "Наука".
7. Стрелков А.А., Хабаков А.В., Липман Р.Х. 1959. Радиолярии. В кн. "Основы палеонтологии", т. 7 М. Изд-во АН СССР.
8. Bailey J.W. 1856. Notice of microscopic forms found in the soundings of the Sea of Kamtschatka - with a plate. - Am. J. Sci. Arts., ser. 2, v. 22.
9. Naeckel E. 1887. Report on the Radiolaria collected by H.M.S. "Challenger" during the years 1873-1876. Challenger Exped. Repts. Zool., v. 18.
10. Jørgensen E. 1905. The protist plankton and the diatoms in bottom samples. - Bergens Mus. Skr.

11. Ling H.-J., Stådem C.J., Welch M.L. 1971. Polycystine Radiolaria from Bering sea surface sediment. - Proceedings of the II Planktonic Conference, Roma, 1970.
12. Nigrini A.K. 1970. Radiolarian assemblage in the North Pacific and their application to a study of Quaternary sediments in core V 20-130. - Geol. Soc. Amer., inc. Memoir., 126.
13. Riedel W.R. 1958. Radiolaria in Antarctic Sediments. - B.A.N.Z.A. R.E. Reports, ser. B, VI part 10.

THE CHARACTERISTIC SPECIES OF RADIOLARIA IN BOTTOM SEDIMENTS OF THE PACIFIC BOREAL ZONE

S.B. Kruglikova

Summary

The characteristic species of radiolaria of bottom sediments of the Pacific boreal zone are described and the data about their geographical distribution are presented. Two species and one subspecies new to science are described.

Содержание

А.П.Жузе, М.Г.Петрушевская. Диатомеи и радиолярии в колонке ст. 256 (Индийский сектор Южного океана) – опыт биостратиграфической корреляции	13
М.Г.Петрушевская. Палеоклиматические кривые для Индийского океана по данным радиоляриевых осадков	14
С.Б.Кругликова. Радиолярии в колонках экваториальной зоны Тихого океана..	17
А.П.Жузе. Оligоцен–миоценовые биостратиграфические зоны диатомей тропической области Тихого океана	34
З.И.Глезер, А.П.Жузе. Диатомеи и силикофлагелляты эоцена экваториальной Атлантики	49
О.Г.Козлова, Н.И.Стрельникова. Диатомеи в планктоне, толще воды и в донных осадках северо–восточной части Тихого океана.	63
Л.М.Долматова. Диатомовые водоросли неогеновых отложений северо–западной части Тихого океана (Командорские острова, остров Карагинский). . . .	76
Г.Х.Казарина, Е.Л.Демиденко. Диатомовые и палеомагнитные зоны в осадках колонки ст. 4599 (Индийский океан)	83
В.В.Мухина. Диатомеи во взвеси и в поверхностном слое донных осадков шельфа юго–западной Африки	94
М.Г.Ушакова. Биogeографическая зональность карбонатного наннопланктона в поверхностном слое донных осадков Тихого, Атлантического и Индийского океанов.	106
С.И.Шуменко. Кокколиты из олигоценовых отложений Тихого океана.	118
Х.М.Саидова, Н.В.Беляева, И.И.Бурмистрова. О стратиграфии осадков северной части Индийского океана по бентосным и планктонным фораминиферам	123
И.И.Бурмистрова. Распределение глубоководных бентосных фораминифер в Бенгальском заливе и на северном склоне Центральной котловины.	130
М.С.Бараш, Н.С.Блюм. Распространение видов планктонных фораминифер в осадках Атлантического океана в зависимости от температуры воды	138

И.А. Басов. Распределение бентосных фораминифер у юго-западного побережья Африки	151
Н.Н. Давыдова. Диатомовые водоросли голоценовых отложений глубоководных впадин Балтийского моря.	161
Э.К. Забелина. Распределение диатомей в колонках осадков из северо-западной части Черного моря	173
Т.К. Жаковщикова. Диатомей из четвертичных отложений среднего и южного Каспия.	179
С.Б. Кругликова. Характерные виды радиолярий в донных осадках бореальной зоны Тихого океана.	187

Диатомей и радиоларии в колонке ст. 256 (Индийский сектор Южного океана) — опыт биостратиграфической корреляции. Жузе А.П., Петрушевская М.Г. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 3.

В целях биостратиграфического расчленения осадков колонки ст. 256 в Индийском секторе Южного океана была проведена корреляция данных по распределению диатомей и радиоларий. Выяснена последовательная смена зон диатомей и радиоларий за время плейстоцена и плиоцена, которые сопоставлены с палеомагнитной шкалой. Библ. 27 назв. Иллюстраций 3.

УДК 561261

Палеоклиматические кривые для Индийского океана по данным радиолариевого анализа осадков. Петрушевская М.Г. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 14.

В статье рассматривается роль радиоларий в палеоклиматических реконструкциях. Доказывается, что наиболее показательны в этом вопросе не зоогеографические, а экологические группы радиоларий. Библ. 9 назв. Иллюстрация 1.

УДК 561 261

Радиоларии в колонках экваториальной зоны Тихого океана. Кругликова С.Б. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 17.

В 9 длинных колонках выделяются зональные комплексы радиоларий, соответствующие плейстоцену, плиоцену, позднему и среднему миоцену. В некоторых колонках часть комплекса составляют перетолженные эоценовые — раннемиоценовые радиоларии, что свидетельствует о размыве древних осадков в плиоцене и позднем миоцене в экваториальной зоне Тихого океана. Табл. 2. Библ. 13 назв. Иллюстраций 6.

УДК 561

Олигоцен-миоценовые биостратиграфические зоны диатомей тропической области Тихого океана. Жузе А.П. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974., стр. 34.

В осадках олигоцена и миоцена тропической области Тихого океана диатомей исследовались как руководящие микроископаемые для целей стратиграфии. За время раннего, среднего и позднего олигоцена сменилось четыре диатомовые зоны с характерными комплексами видов для каждой зоны. Зональные комплексы диатомей выделены также для различных этапов миоцена. Таблиц 1, Библ. 23 назв. Иллюстраций 5.

УДК 56226

Диатомей и силикофлагелляты эоцена экваториальной Атлантики. Глезер З.И., Жузе А.П. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 49.

Диатомей и силикофлагелляты эоцена изучались в кернах глубоководного бурения, которое проводилось в экваториальной зоне Атлантики во время третьего рейса "Гломар Челенджер." В районе Сиерра-Леоне, к западу от Дакара, были вскрыты кремнистые отложения эоцена типа диатомовых илов. Проведенное сопоставление с известными флорами диатомей и силикофлагеллят эоцена позволило датировать флору водорослей поздним эоценом. Табл. 1. Библ. 37 назв. Иллюстраций 3.

УДК 561 26 (265, 267)

Диатомей в планктоне, толще воды и донных осадках северо-восточной части Тихого океана. Козлова О.Г., Стрельникова Н.И. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 63.

Статья посвящена результатам изучения диатомей в планктоне и в осадках залива Аляска и района Алеутского желоба. Проводится сопоставление состава и количества диа-

томей в планктоне и ископаемых комплексов в осадках. Рассматривается вопрос о роли диатомей в образовании кремнистых илов в исследуемом районе Тихого океана. Таблиц 1. Библ. 8 назв. Иллюстраций 7.

УДК 561 26

Диатомовые водоросли неогеновых отложений северо-западной части Тихого океана (Командорские острова, о-в Карагинский). Долматова Л.М. В сб. "Микрорепалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 76.

Статья посвящена биостратиграфии неогеновых отложений северо-западной части Тихого океана - Командорских островов, о-ва Карагинского, п-ова Камчатского мыса - с использованием диатомей. Описаны пять разновозрастных комплексов диатомей миоцена и плиоцена. Табл. 1. Библ. 7 назв. Иллюстраций 2.

УДК 561 26

Диатомовые и палеомагнитные зоны в осадках колонки ст. 4599 (Индийский океан). Казарина Г.Х., Демиденко Е.Л. В сб. "Микрорепалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 83.

В колонке осадков экваториальной области Индийского океана по данным диатомового и палеомагнитного анализов выделены осадки плейстоценового, плиоценового и верхнемиоценового возраста. Выделение биостратиграфических зон проведено на основании изменений в составе диатомей. Диатомовые зоны хорошо согласуются с эпохами геомагнитной полярности. Библ. 18 назв. Иллюстраций 4.

УДК 561 261

Диатомей во взвеси и в поверхностном слое донных осадков шельфа юго-западной Африки. Мухина В.В. В сб. "Микрорепалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 94.

Изучался видовой состав и количественное содержание диатомей во взвеси и в донных осадках шельфа юго-западной Африки. Подъем к поверхности глубинных вод, богатых биогенными солями, обеспечивает обильное развитие диатомей в планктоне и накопление кремнистых илов в данном районе. Для района характерно развитие умеренно теплолюбивых диатомей, что аномально для его широтного положения. Библ. 9 назв. Иллюстраций 3.

УДК 561 26

Биогеографическая зональность карбонатного наннопланктона в поверхностном слое донных осадков Тихого, Атлантического и Индийского океанов. Ушакова М.Г. В сб. "Микрорепалеонтология океанов и морей", 1974., стр. 106.

В поверхностном слое донных осадков Тихого, Атлантического и Индийского океанов встречен 31 вид кокколитов и дискоастеров (20 современных видов и 11 древних). Получены данные по распределению четырех массовых характерных видов: *Coccolithus pelagicus*, *Rabdosphaera claviger*, *Ceratholithus cristatus*, *Cyclococcolithus leptoporus*. На основании распространения современных видов кокколитов выделено пять биогеографических комплексов: бореальный, северный и южный субтропический, тропический и нотальный, которые характеризуют осадки соответствующих климатических областей океанов. Библ. 12 назв. Иллюстраций 5.

УДК 561. 251. 781. 5 (265)

Кокколиты из олигоценых отложений Тихого океана. Шуменко С.И. В сб. "Микрорепалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 118.

В образцах из глубоководных колонок определены известковые наннофоссилии *Coccolithus copelagicus*, *Reticulofenestra bisecta*, *R. scissura*, *Discoaster adamantens*, *D. ornatus*, *D. rufus*, *D. woodringi*, *Micrantholithus vesper*, *Sphenolithus moriformis*, *S. cf. predistentus*, на основании которых осадки датированы верхней частью нижнего - нижней частью среднего олигоцена. Библ. 6 назв.

О стратиграфии осадков северной части Индийского океана по бентосным и планктонным фораминиферам. Саидова Х.М., Беляева Н.В., Бурмистрова И.И. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 123.

На основании изменения фауны фораминифер осадки расчленяются на шесть фаунистических горизонтов, которые расчленяются на пачки. Осадки пачек с нечетными номерами характеризуются наименьшим содержанием фораминифер, что указывает на малую насыщенность придонных вод CaCO_3 , причем глубины дна и температуры поверхностных вод были близки к современным. Осадки пачек с четными номерами отличаются наибольшим содержанием фораминифер, что указывает на уменьшение глубин дна, увеличение насыщенности вод CaCO_3 и понижение температур поверхностных вод. Табл. 1. Библ. 18 назв. Иллюстраций 3.

УДК 561

Распределение глубоководных бентосных фораминифер в Бенгальском заливе и на северном склоне Центральной котловины. Бурмистрова И.И. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 130.

Изучение бентосной фауны фораминифер проведено по трем меридиональным разрезам, пересекающим материковый склон и ложе Бенгальского залива и Центральной котловины в интервале глубин 2230–5500 м. В западной части Бенгальского залива в условиях бескарбонатного осадконакопления, низкого содержания растворенного кислорода в воде и органического вещества в осадках развита очень бедная фауна фораминифер. В центральной части Бенгальского залива распространены известковые глобигеринидовые илы. Минимальное содержание фораминифер в этом районе связано с областями низких концентраций фито- и зоопланктона в толще поверхностных вод. Библ. 7 назв. Иллюстраций 4.

УДК 561

Распространение видов планктонных фораминифер в осадках Атлантического океана в зависимости от температуры воды. Бараш М.И., Блюм Н.С. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 138.

По данным изучения раковин планктонных фораминифер в 280 пробах осадков северной и экваториальной Атлантики установлена зависимость количественного распределения видов от температуры верхнего слоя воды. Относительная теплопроводность видов определялась с учетом положения районов максимальной концентрации их раковин, тенденции изменений концентраций при увеличении или уменьшении температуры, температурных пределов видовых ареалов в осадках. Установлена зависимость общего числа видов от температуры воды. Максимальное число видов (до 26) обнаружено в южной части субтропической зоны при температуре воды 22–23°. Полученные данные могут быть использованы для стратиграфического расчленения осадков и палеогеографических реконструкций. Библ. 27 назв. Иллюстраций 5.

УДК 563 12

Распределение бентосных фораминифер у юго-западного побережья Африки. Басов И.А. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 151.

По материалам 38 проб современных осадков изучено количественное распределение и видовой состав бентосных фораминифер на шельфе и континентальном склоне юго-западной Африки. Пробы взяты в интервале глубин 51–1680 м на участке от 4° ю.ш. до 24° ю.ш. На основании статистического анализа распределения бентосных фораминифер по глубинам установлены существенные отличия в их видовом и количественном составе в северном и южном районах у африканского побережья, резко различающихся по своим гидрологическим и гидрохимическим характеристикам. Табл. 1. Библ. 9 назв. Иллюстраций 2.

УДК 561 26

Диатомовые водоросли голоценовых отложений глубоководных впадин Балтийского моря.
Давыдова Н.Н. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 161.

По материалам восьми колонок донных отложений из глубоководных впадин Балтийского моря дается характеристика диатомовых комплексов Балтийского ледникового озера, иольдиевой, анциловой, литориновой стадий, а также послелиторинового этапа Балтики. Приводятся сведения о содержании створок диатомей в осадках в пересчете на 1 г сухого веса. Табл. 7. Библ. 21 назв. Иллюстрация 1.

УДК 561 26

Распределение диатомей в колонках осадков из северо-западной части Черного моря.
Забелина Э.К. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 173.

Изучение видового состава диатомей и их количественного распределения в осадках шельфа, континентального склона и ложа Черного моря позволяет стратифицировать эти осадки и разделить их на новочерноморские (джеметинские), каламитские, витязевские, бугазские (три слоя объединяются в древнечерноморские) и новоэвксинские. Это деление более подробно, чем было предложено ранее на основе изучения литологии и моллюсков для осадков, лежащих за пределами прибрежной зоны моря. Библ. 8 назв. Иллюстрация 1.

УДК 561

Диатомей из четвертичных отложений среднего и южного Каспия. Жаковщикова Т.К.
В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 179.

Колонки осадков, полученные в Среднем и Южном Каспии, расчленяются по составу диатомей на четыре стратиграфических горизонта. Отмечается четкая смена экологического состава диатомей в течение голоценовой истории Каспийского моря. Библ. 11 назв. Иллюстраций 46.

УДК 561.26

Характерные виды радиолярий в донных осадках бореальной зоны Тихого океана.
Кругликова С.Б. В сб. "Микропалеонтология океанов и морей", 1974 г., стр. 187.

В статье дается описание некоторых характерных видов радиолярий из осадков бореальной зоны (из них два вида и один подвид - новые, для остальных видов уточнены диагнозы). Приводятся сведения об их распространении в осадках.

МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ

Утверждено к печати Океанографической
комиссией Академии наук СССР

Редактор М.С. Бараш
Редактор издательства В.Х. Марусич
Художник Н.З. Лавинская
Технический редактор Л.М. Сурикова

Подписано к печати 12/П-74 г. Формат 70x108/16
Бумага № 1. Усл. печ. л. 18,20. Уч.-изд. л. 18,22
Т-01731. Тираж 800 экз. Тип. зак. 880.
Цена 1 р. 82 коп.

Книга издана офсетным способом

Издательство "Наука", 103717 ГСП, Москва, К-62,
Подсосенский пер. 21
1-я типография издательства "Наука",
199034, Ленинград, В-34, 9-я линия, 12

ОПЕЧАТКИ И ИСПРАВЛЕНИЯ

<i>Страница</i>	<i>Строка</i>	<i>Напечатано</i>	<i>Должно быть</i>
19	5—6 св.	10	11
19	12 св.	11	10
21	21 сн.	около	около 1,5 ⁰ / ₀
29	22 св.	5	10
49	6 сн.	Kd	Cd
72	11 сн.	230	3000
124	17 сн.	78°8' з. д.	78°8' в. д.
143	12 сн.	смешали	смещали

1 р. 82 к.

921



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

