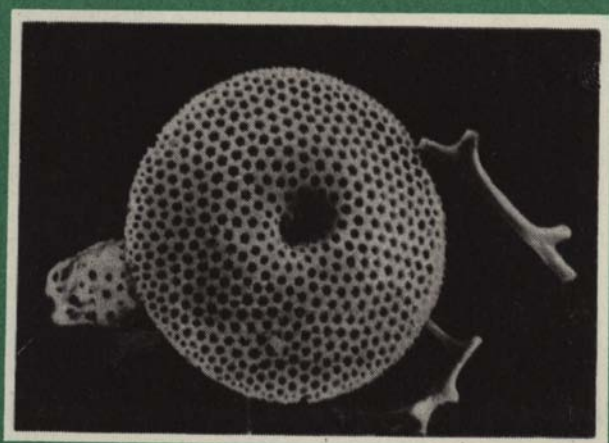




ISSN 0002-3272

Э. П. РАДИОНОВА

СТРАТИГРАФИЯ
НЕОГЕНА
ТРОПИЧЕСКОЙ
ОБЛАСТИ
ТИХОГО ОКЕАНА
ПО ДИАТОМЕЯМ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Э.П. РАДИОНОВА

СТРАТИГРАФИЯ
НЕОГЕНА
ТРОПИЧЕСКОЙ
ОБЛАСТИ
ТИХОГО ОКЕАНА
ПО ДИАТОМЕЯМ

Труды, вып. 456

Основаны в 1932 году



МОСКВА
"НАУКА"
1991

Academy of Sciences of the USSR

Order of the Red Banner of Labour Geological Institute

E.P. Radionova

STRATIGRAPHY OF NEOGENE SEDIMENTS IN A TROPICAL AREA
OF THE PACIFIC OCEAN BASED ON DIATOMS

Transactions, vol. 456

Стратиграфия неогена тропической области Тихого океана по диатомеям / Э.П. Радионова. — М.: Наука, 1991. — 109 с. — (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 456). — ISBN 5-02-005428-3

По скважинам Проекта глубоководного бурения неогеновые отложения тропической области Тихого океана расчленены на 15 зон по диатомеям. Показано, что для всего региона можно применить единую зональную шкалу. Привязка зон по диатомеям проведена путем прямой корреляции с зонами по наннопланктону, радиоляриям, фораминиферам. В пределах экваториального пояса выделены западный, центральный и восточный регионы, различающиеся по режиму кремнеосаждения с начала миоцена, с конца среднего миоцена различие увеличивается. Распределение неогеновых диатомовых илов в тропической области определяется характером крупномасштабной водной циркуляции и подчиняется современной географической зональности.

Фототабл. 24. Табл. 11. Ил. 10. Библиогр.: 186 назв.

Рецензенты:

И.А. Басов, Т.В. Орешкина

Редакционная коллегия:

член-корреспондент АН СССР *А.Л. Книппер* (главный редактор),
В.Г. Гербова, Ю.Б. Гладенков, В.А. Дриц

Ответственный редактор

доктор геолого-минералогических наук *В.А. Крашенинников*

According to the drilling probes of the Deep Water Drilling Project, Neogene sediments in a tropical area of the Pacific Ocean are divided into 15 zones based on diatoms. The author shows that a unique zonation may be applied for the entire region. Identification of diatoms zones boundaries was conducted through their direct correlation with nannoplacton, radiolarian and foraminiferal zonal scales. Their ultra-structure and morphological relationship are being analysed. The mode of siliceous accumulation within the equatorial belt differed through the western central and eastern region since the early Miocene and the difference become more evident from the end of Middle Miocene. The distribution of Neogene diatomaceous silt in the tropical area is controlled by the character of gire-water circulation and agrees with the modern geographical zonation.

Reviewers:

I.A. Basov, T.V. Oreshkina

Editorial board:

Corresponding Member of Academy of Sciences of the USSR
A.L. Knipper (Editor-in-Chief),
V.G. Gerbova, Yu.B. Gladenkov, V.A. Dritz

Responsible editor

doctor of geological and mineralogical sciences
V.A. Kracheninnikov

Р 1804040000-034 400-91 I полугодие
042(02)-91

ISBN 5-02-005428-3

© Издательство "Наука", 1991

ВВЕДЕНИЕ

Только в последние 20 лет была осознана роль диатомей в стратиграфии океанических отложений. И только сейчас начинает осознаваться значение диатомей как индикатора палеоокеанологических условий в палеоокеанологии.

Первоначально диатомей начали использоваться при стратиграфических исследованиях умеренных и высоких широт океана, где они часто являются единственной группой планктона, по которой возможно расчленение осадочной толщи. Это привело к быстрому прогрессу бореальной диатомовой стратиграфии, и сейчас уже имеется хорошо разработанная зональная шкала для неогена умеренных широт Тихого океана, построенная по эволюционному признаку.

Объектом настоящего исследования явились диатомей неогеновых отложений тропической области Тихого океана из скважин Проекта глубоководного бурения. Основное внимание уделено диатомовой стратиграфии центральных и западных регионов тропической области, возможностям сопоставления западных и восточных региональных шкал и анализу сходства и различия северотропических и экваториальных комплексов диатомей.

Рассмотрены условия современного диатомового накопления в тропической области Тихого океана, географическое положение и геологические условия накопления неогеновых диатомовых илов и показано существование преемственности океанологических обстановок, в которых происходило накопление и осаждение диатомового планктона в экваториальном поясе — по крайней мере с конца олигоцена, в северном тропическом — с конца миоцена.

Задача исследования потребовала максимально полного изучения неогенового комплекса диатомей. Морфология родов *Actinocyclus*, *Azpeitia*, *Cestodiscus*, *Coscinodiscus*, *Craspedodiscus*, *Thalassiosira*, *Asteromphalus* изучена в сканирующем микроскопе и проведена их частичная ревизия.

Работа проводилась в Геологическом институте АН СССР под руководством В.А. Крашенинникова. Автор выражает глубокую признательность руководству Проекта глубоководного бурения за предоставленную возможность изучить керновый материал скв. 47, 55, 63—66, 166, 305, 574, 575, 578, 579, 581. Неоценимую помощь в исследовании оказали контакты с советскими и зарубежными диатомологами, заложившими основы океанической неогеновой стратиграфии по диатомеям: А.П. Жузе, В.В. Мухиной, Г.Х. Казариной, Л. Барклом, Дж. Барроном, Ф. Акиба, И. Концуми, а также дискуссии о морфологических особенностях ископаемого сообщества с З.А. Глезер, А.П. Жузе, В.А. Николаевым, Г.Х. Хурсевич, Г. Хасли, П. Симе, Ф. Акиба. При подготовке к печати вся техническая сторона работы осуществлена сотрудниками лаборатории микропалеонтологии Н.Б. Ястребовой, М.Р. Добровой и картографического бюро института.

Подготовка фотоматериалов И.Ф. Зенякиной.

Таблица 6

Coscinodiscus rhombicus Castracane
Cestodiscus peplum Brun
Annelus californicus Tempere
Cestodiscus pulchellus Greville
Cestodiscus pulchellus var. *maculatus* Kolbe
Coscinodiscus pseudoinsertus Kazarina
Coscinodiscus blysmos Barron
Cestodiscus trinitatis Grunow
Cestodiscus kugleri Lohman
Coscinodiscus levisianus Greville
Actinocyclus ingens Rattray
Actinocyclus ellipticus Grunow
Actinocyclus ellipticus var. *elongatus*
Cestodiscus moroniensis Brun
Asterolampra marylandica Ehrenberg
Asterolampra grevillei Wallich
Craspedodiscus coscinodiscus Ehrenberg
Craspedodiscus elegans Ehrenberg
Actinocyclus neogenicus Reinhold
Denticulopsis punctata Schrader
Thalassionema nitzschoides Grunow
Cestodiscus quadrus Lohman
Cestodiscus rapax Castracane
Cestodiscus japonicus Cleve
Rossella paleacea (Grunow) Desikachary and Maheshwary
Asteromphalus affinis Bailey
Asteromphalus hеbtactis (Brebisson) Ralfs
Azpeitia salysburyanis (Lohman)
Azpeitia neotuberculata sp. nov.
Denticulopsis nicobarica (Grunow) Simonsen
Actinocyclus ellipticus var. *javanicus* Reinhold
Coscinodiscus obscurus A. Schmidt
Thalassiosira leptopus (Grunow) Hasle et Fryxell
Actinocyclus ingens var. *nodus* Barron
Thalassiosira grunowii Akiba and Yanagisawa
Azpeitia tabularis Grunow
Nitzschia praerei n. sp.
Thalassionema nitzschoides var. *parva* Heiden
Cestodiscus intersectus Brun
Thalassiosira tappanae Barron
Synedra jouseana Scheshukova
Synedra schraderei Akiba
Thalassiosira temperei (Brun) Akiba and Yanagisawa
Azpeitia nodulifer (A. Schmidt)
Thalassiosira yabei (Kanaya) Akiba and Yanagisawa
Hemidiscus karstenii Jouse
Azpeitia voluta (Badlauf)
Pseudotriceratium cinamomeum (Greville) Grunow
Asteromphalus variabilis Greville
Actinocyclus ellipticus var. *moroniensis* (Deby) Kolbe
Actinocyclus levis Jouse
Azpeitia aeginensis (A. Schmidt)
Cestodiscus stokesianus Greville
Denticulopsis lauta Bailey
Distephanus crux (Ehrenberg) Haeckel
Hemidiscus cuneiformis Wallich
Coscinodiscus hirosakaensis Kanaya
Denticulopsis hustedtii Simonsen et Kanaya
Thalassionema robusta Schrader
Thalassionema hirosakaensis (Kanaya) Schrader
Thalassiosira excentrica Ehrenberg (Cleve)
Rhizosolenia styliformis Brightwell
Nitzschia reinholdii Kanaya
Asteromphalus ovalis Reinhold
Thalassiosira burckliana Schrader
Nitzschia porteri Frenguelli
Nitzschia miocenica Burckle
Dictiocha medusa Haeckel
Dictiocha fibula Ehrenberg
Thalassiotrix monospina
Planktoniella sol (Wallich) Schutt
Azpeitia crenulata (Grunow)
Azpeitia tabularis (Grunow)
Distaphanus speculum (Ehrenberg) Haeckel
Roperia praetasselta Schrader
Roperia tasselta (Roper) Grunow
Asteromphalus arachnae (Brebisson) Ralfs
Asteromphalus stellaris Brun and Tempere
Thalassiosira miocenica Schrader
Thalassiosira praeconvexa Burckle
Thalassiosira convexa var. *aspinosa* Schrader
Thalassiosira convexa Muchinae
Thalassiosira oestrupii (Ostenfeld) Proshkina-Lavrenko
Thalassiosira symbolophora Schrader
Thalassiosira regulata Kazarina
Asteromphalus robustus Castracane

Asteromphalus imbricatus Wallich
Rhizosolenia bergonii Feragallo
Azpeitia africana (W. Smith) Janish
Nitzschia jouseae Burckle
Azpeitia nodulifer var. *cyclopus* (Jouse)
Rhizosolenia praebergonii Muchinae
Dictiocha stapedia Haeckel
Dictiocha perlaevis Frenguelli
Asteromphalus flabellatus (Brebisson) Greville
Coscinodiscus curvatus Grunow
Asteromphalus hittonii (Greville) Ralfs

Скв. 66.1	Зона по диаметру	Отдел
1.1, 88-90 1.2, 79-81 1.3, 103-105 1.4, 82-84	<i>Pseudomucroa dolibolus</i>	Плоскостен
2.1, 50-52 2.3, 53-55 2.4, 50-52	<i>Rhizosolenia praebergonii</i>	
2.5, 50-52 2.6, 50-52	<i>Nitzschia jouseae</i>	
3-1, 50-52 3.2, 50-52 3.3, 50-52 3.4, 50-52 3.5, 50-52 3.6, 50-52 4.1, 50-52	<i>Thalassiosira convexa</i>	Плоскостен
4.2, 50-52	<i>Nitzschia nitocerca</i>	
4.4, 50-52	<i>Nitzschia porteri</i>	Верхний микшен
5.2, 50-52 5.6, 50-52	<i>Coscinodiscus yabei</i>	
6-4, 50-52 6.6, 45-47 7.1, 48-59 7.2, 50-52 7.3, 76-78 7.4, 49-51 7.5, 51-53 7.6, 48-50 8.1, 48-50 8.2, 51-53 8.3, 50-52 8.4, 50-52	<i>Thalassionema hirogataensis</i> <i>Actinocyclus ellipticus</i> <i>Denticulopsis micobarica</i>	Средний микшен
8.5, 83-87 8.6, 50-52	<i>Annelus californicus</i>	Нижний микшен

Т а б л и ц а 8

Зональное расчленение и видовой состав днагомеи среднеполюс-
плещищенных отложений (св. 575)

Actinocyclus ehrenbergii Ralfs
Actinocyclus ehrenbergii var. tenella (Breb.) Hustedt
Actinocyclus mutabilis Radionovae
Cestodiscus trochus Castracane
Cestodiscus quadrus Lohman
Cestodiscus intersectus Brun
Cestodiscus japonicus Cleve
Cestodiscus rapax Castracane
Cestodiscus stokesianus Greville
Coscinodiscus blysmos Barron
Coscinodiscus levisianus Greville
Azpeitia neotuberculata sp.nov.
Coscinodiscus pseudoinsertus Kazarina
Asterolampra affinis Greville
Asterolampra grevillei Wallich
Thalassiosira fraga Schrader
Thalassionema nitzschoides Grunow
Cestodiscus kugleri Lohman
Cestodiscus peplum Brun
Cestodiscus pulchellus Greville
Cestodiscus pulchellus var. maculatus Kolbe
Thalassiosira aff. nativa Scheschukova
Rossiella paleacea (Grunow) Desikachary Maheshwari
Craspedodiscus coscinodiscus Ehrenberg
Denticulopsis nicobarica (Grunow) Simonsen
Actinocyclus ingens Rattray
Azpeitia voluta (Baldauf)
Asteromphalus brokei Bailey
Distephanus crux (Ehrenberg) Haeckel
Azpeitia tabularis (Grunow)
Cestodiscus ovalis Greville
Actinocyclus ellipticus Grunow
Actinocyclus ellipticus var. spiralis Barron
Actinocyclus ellipticus var. robustus (Barron) Radionovae
Azpeitia aeginensis (A. Schmidt)
Coscinodiscus monicae (Grunow) Rattrey
Craspedodiscus elegans Ehrenberg
Actinocyclus ellipticus var. elongatus (Grunow) Kolbe
Thalassiosira tappanae Barron
Thalassiosira leptopus var. fossilis Jouse
Coscinodiscus loeblichii Barron
Coscinodiscus apiculatus Ehrenberg
Coscinodiscus asteromphalus Ehrenberg
Azpeitia salisburyana (Lohman)
Cestodiscus moronensis Brun
Actinocyclus ellipticus var. javanicus Reinhold
Azpeitia vetustissima (Pantocsek)
Thalassiosira tempereri (Brun) Akiba and Yanagisawa
Craspedodiscus gigas var. diorama (A. Schmidt) Grunow
Actinocyclus divinus (Grunow) Hustedt
Azpeitia nodulifer (A. Schmidt)
Pseudotriceratium cinnamomeum (Greville) Grunow
Hemidiscus cuneiformis Wallich
Hemidiscus karstenii Jouse
Hemidiscus inornata Castracane
Thalassiosira grunowii Akiba and Yanagisawa
Thalassiosira yabei (Kanaya) Akiba and Yanagisawa
Coscinodiscus subtilis Ehrenberg
Corbisema triacantha Ehrenberg
Coscinodiscus hirosakiensis Kanaya
Thalassiosira lineata Jouse
Coscinodiscus tempereri var. delicata Barron
Thalassiosira excentrica (Ehrenberg) Cleve
Actinocyclus neogenicus Reinhold
Rhizosolenia styliformis Brightwell
Rossiella praepaleacea (Schrader) Gersonde
Denticulopsis hyalina (Schrader) Simonsen
Denticulopsis dimorpha (Schrader) Simonsen
Thalassionema hirosakaensis (Kanaya) Schrader
Thalassionema robusta Schrader
Thalassiosira aff. marumica Scheschukova
Thalassiosira trifluta Fryxell
Thalassiosira aff. antiqua (Grunow) Cleve-Euler
Nitzschia praereinholdii Schrader
Nitzschia porteri Frenguelli
Azpeitia vetustissima var. javanica Jouse
Thalassiosira burckliana Schrader
Thalassiosira aff. decipiens (Grunow) Jorgensen
Thalassiosira miocenica Schrader
Nitzschia fossilis (Frenguelli) Kanaya
Nitzschia rolandii Schrader
Nitzschia miocenica Burckle
Nitzschia reinholdii Kanaya et Koizumi
Asteromphalus robustus Castracane
Asteromphalus imbricatus Wallich
Asteromphalus hookeri Ehrenberg
Asteromphalus arachnæ (Brel.) Ralfs
Thalassiosira praecoxa Schrader
Thalassiosira convexa var. aspinosa Mukhina
Nitzschia jouseae Burckle
Nitzschia prolongata Kazarina
Thalassiotrix longissima (Cleve) et Grunow
Rhizosolenia hebetata (Bailey) Guan
Rhizosolenia praebergonii Mukhina
Rhizosolenia bergonii Peragallo
Thalassiosira oestrupii (Ostenfeld) Pr.-Lavrenko
Thalassiosira gravida Cleve
Azpeitia crenulata (Grunow)
Azpeitia africana (W. Schmidt) Janich
Asteromphalus elegans Greville
Asteromphalus flabellatus (Breb.) Greville
Roperia tasselata (Roper) Grunow
Mesocena elliptica (Ehrenberg) Deflandre
Mesocena apiculata (Schulz.) Deflandre
Mesocena quadrangula Ehrenberg ex Haeckel
Pseudoeuotia doliolus (Wallich) Grunow
Roperia tasselata var. ovata Mann
Asteromphalus hiltonianus (Greville) Ralfs

Ска. 575	Зона по диаметрам	Отдел
1. 51-53	Pseudoeponotia dolobus	Палео-толен
1.3. 51-53	Rhizosolenia praebergonii	Плио-цен
1.5. 51-53	Nitzschia pouae	
2.2. 50-52	Thalassiothia convecha	
2.4. 50-52		
2.5. 50-52	Nitzschia miccenica	
3.2. 43-45		
3.3. 50-52	Nitzschia porteri	
3.5. 50-52		
3.6. 50-52	Coscinodiscus yabei	
4.1. 30-32	Thalassiothema nitrosakienensis	
4.2. 30-32		
4.3. 50-52		
4.5. 50-52	Actinocyclus ellipticus	
5.2. 30-32		
5.4. 30-32		
6.1. 50-52		
6.4. 50-52		
6.6. 20-22		
7.2. 30-32	Denticulopsis nitcobartica	
8.2. 50-52		
8.4. 50-52		
9.2. 50-52	Amelus californicus	
10.1. 38-40		
	Средний миоцен	
	Верхний миоцен	

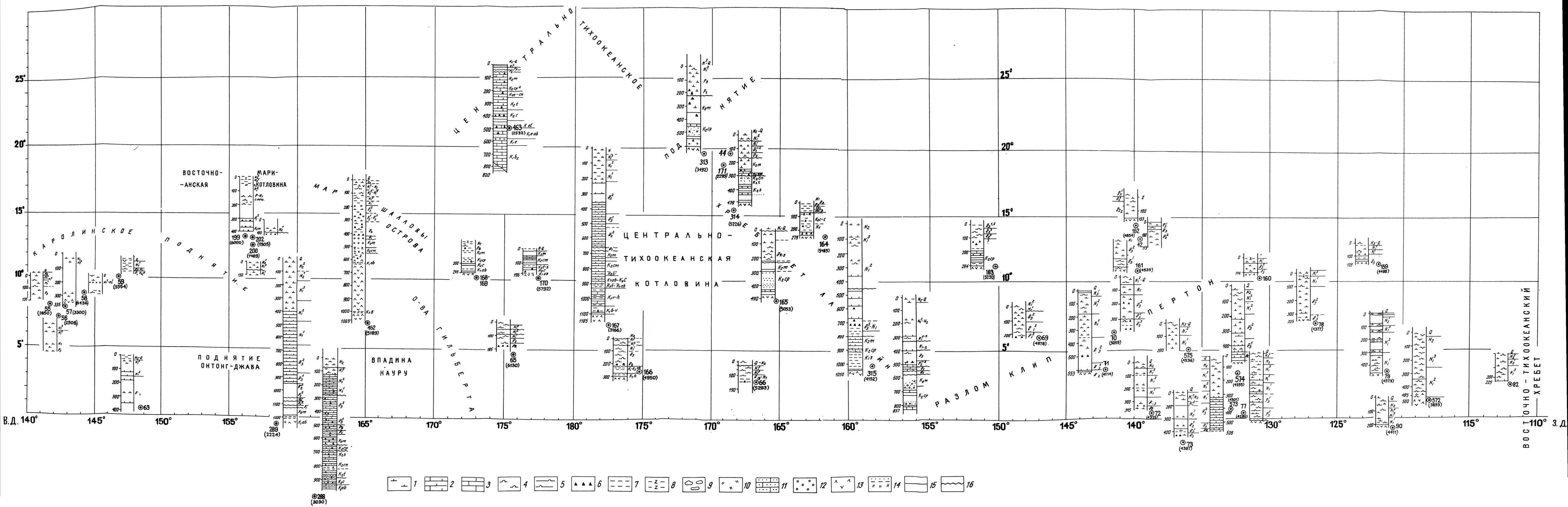


Рис. 5. Разрезы скважин Проекта глубоководного бурения в области Микронезии, Центрально-тихоокеанской и Восточно-Тихоокеанской котловин и прилегающих поднятиях (глубина, м). 1 — карбонатные алы; 2 — мергели; 3 — известняки; 4 — кремневые алы; 5 — кремневые аргиллиты; 6 — горизонты кремней; 7 — пеллагические глины; 8 — пеллагические глины с пео-литам; 9 — кварцевые породы; 10 — пеплы, туфы, туффиты; 11 — лавы; 12 — конгломераты; 13 — базальты; 14 — вулканогенно-осадочные турбидиты; 15 — нормальный контакт; 16 — разрыв.

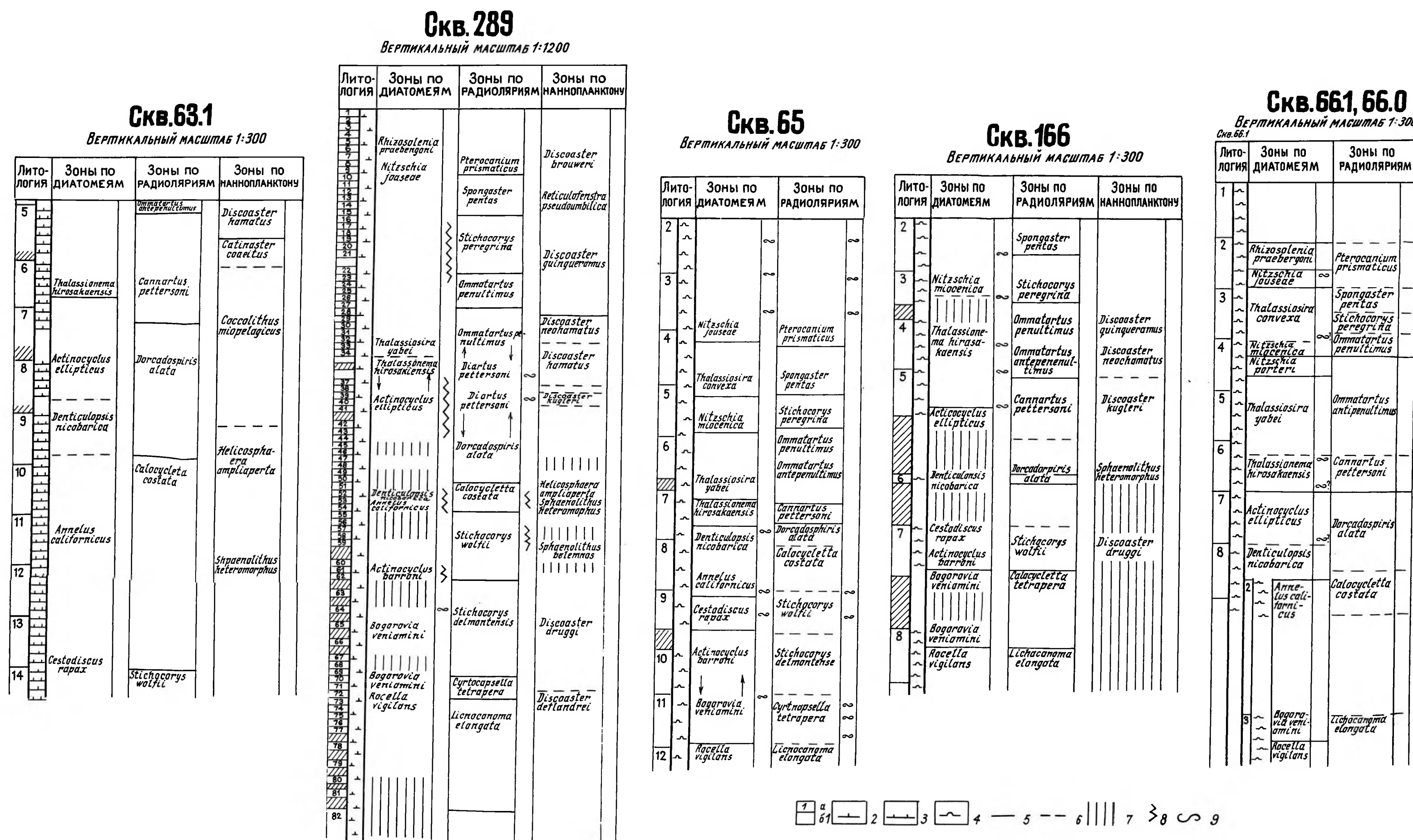


Рис. 7. Распределение типовых разрезов области Микронезии (скв. 631, 289) и Центрально-тихоокеанской котловины (скв. 65, 166, 66.1, 66.0) по диатомеям, радиоляриям, фораминиферам. 1 — номер колонки (а), отсутствие зерна (б); 2 — карбонатные алы; 3 — мергели; 4 — радиоляриевые алы; 5, 6 — границы; 5 — достоверная, 6 — условная; 7 — интервалы, где зоны не выделяются; 8, 9 — планктон; 8 — полустационарный, 9 — перестационарный.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАТОМЕЙ В ТРОПИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

До 50-х годов изучение диатомей как в фитопланктоне, так и в поверхностном слое океанических осадков не носило систематического характера, хотя первые шаги в такого рода исследованиях были сделаны во время плавания "Челленджера". Диатомей из поверхностного слоя осадка, собранные во время этой экспедиции, были изучены А. Кастраскане [Castracane, 1886]. Следует отметить работы В. Аалена [Aalen, 1928, 1934, 1939], проводившего сезонные наблюдения над фитопланктоном вдоль западного побережья Северной Америки от Скриппсоновского океанографического института на судне "Пионер"; Н. Хенди [Hendey, 1937] по диатомовому планктону южных морей. Первые данные о связи состава диатомей в воде и в поверхностном слое осадка принадлежат В. Кольбе [Kolbe, 1954], обрабатывавшему материалы Шведской океанографической экспедиции на судне "Альбатрос". Он подчеркнул однородность тропических ассоциаций диатомей во всех трех океанах и показал отличие танатоценозов диатомей от планктонных ассоциаций вследствие растворения створок диатомей за время погружения на дно. Причина однородности поверхностных комплексов диатомей на огромных пространствах, по мнению В. Кольбе, в том, что дна достигают только виды, наиболее устойчивые к растворению.

В 50-х годах начинаются комплексные полигонные исследования океанов с помощью научно-исследовательских судов океанологическими институтами разных стран. Работы в тропической зоне Тихого океана, охватившие обширные районы, проводились Институтом океанологии АН СССР, Скриппсоновским институтом океанографии, Ламонтской обсерваторией Колумбийского университета, океанографическими службами Японии, Франции, Австралии. Координирование усилий гидрологов, биологов, литологов, палеонтологов дало возможность найти закономерности, связывающие продуктивность фитопланктона и характер осадконакопления с динамикой вод: 1) областям максимальной продуктивности диатомей в толще воды соответствуют области максимального кремнезема накопления в донных осадках; 2) области максимальной продуктивности диатомей в океане приурочены к областям максимальной продуктивности фитопланктона; 3) области продуктивности фитопланктона тесно связаны с характером распределения водных масс в океане.

Рассмотрим, как эти закономерности реализуются в тропической области Тихого океана, начиная с закономерностей гидродинамики, которая, по представлению Н.М. Страхова [1976, 1978], все и определяет.

ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОДНЫХ МАСС В ТРОПИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

Движение водных масс подчиняется закономерностям глобальной циркуляции вод Мирового океана, определяемой неравномерным распределением солнечной энергии по поверхности планеты. Большую часть тропической области северной части Тихого океана занимает северная антициклоническая субтропическая система, простирающаяся через весь океан от 10 до 40° с.ш. В атмосфере антициклоническим круговоротам соответствуют области высокого давления: северную антициклоническую систему поддерживает гонолульский антициклон.

Южная составляющая круговорота представлена Северным пассатным течением, проходящим между 10—15° с.ш. Течение начинается от западных берегов Северной Америки, усиливается пассатными ветрами, достигая скорости 89—95 см/с [Степанов, 1974], и у берегов Юго-Восточной Азии заворачивает, сужается и устремляется на север. У берегов Японии оно носит название Куросио и у 30° с.ш. имеет среднюю скорость 35—45 см/с. Между 35—40° с.ш. течение заворачивает на восток и в зоне преобладания западных ветров движется на восток под названием Северо-Тихоокеанского течения. Здесь его скорость, мощность и устойчивость постепенно ослабевают. Субтропический кругозор замыкается компенсационным холодным Калифорнийским течением, движущимся на юг со скоростью 8—12 см/с на 30° с.ш. Круговорот асимметричен: его западное звено очень интенсивное, представлено сильными струйными течениями, а восточное — широкими слабыми. Северная составляющая круговорота в зависимости от сезона смещается на несколько градусов.

В центре субтропических круговоротов образуется линейная зона, называемая зоной субтропической конвергенции, в которой преобладает опускание вод. Часть опускающейся воды на глубине направляется к экватору, восполняя там убыль теплых вод в поверхностных слоях. Этот динамический механизм меридиональной циркуляции заставляет холодные глубинные воды, богатые питательными веществами и движущиеся из полярных областей, подниматься у экватора (зона тропической дивергенции). Северный круговорот на глубине смещается на северо-запад и сохраняется вплоть до придонного слоя.

В северное полушарие заходит и северная ветвь южного антициклонического круговорота — Южное пассатное течение, поддерживаемое южными пассатами. Между северным и южным пассатами расположена полоса штилей и слабых ветров. В этой полосе обнаруживается межпассатное экваториальное противотечение, или течение Кромвеля. Оно зарождается вблизи Филиппин за счет отклоняющейся на юг ветви Северного пассатного течения и движется вдоль экватора на восток между двумя пассатными течениями, пересекая весь океан со скоростью 40—60 см/с, примерно между 3—5° и 10—12° с.ш. Его ширина не превосходит 300 км, а толщина активного слоя 200 м.

Течение играет существенную роль в сильных сезонных колебаниях, а также кратковременных и долговременных нерегулярных аномалиях, испытываемых экваториальной системой течений. Сезонные изменения течения Кромвеля находятся в противофазе с ходом юго-восточного пассата. Зимой в южном полушарии, когда пассат ослабевает, противотечение усиливается и даже выступает на поверхность, летом, когда пассат усиливается, оно ослабляется. Нерегулярные крупномасштабные изменения связаны с вторжением теплого противотечения в восточные районы Тихого океана, где обычно господствуют холодные Калифорнийское и Чили-Перуанское течения. Оно вызывает ослабление Чили-Перуанского апвеллинга и значительные нарушения всей биологической системы восточной части экваториальной области (эффект Эль-Ниньо) [Рамадж, 1986].

Циклоническая тропическая система образуется из ветвей холодных компенсационных течений Калифорнийского и Перуанского, которые разделяются

Экваториальным противотечением [Степанов, 1974]. Отходя от восточных побережий Америки, они следуют на юго-запад в северном полушарии и на северо-запад в южном полушарии. Не доходя до экватора, примерно у 5—10° с.ш. и ю.ш., одна их ветвь, направляясь на запад, замыкает антициклонический субтропический круговорот, другая поворачивает в приэкваториальных районах на восток, по-видимому соединяясь с водами экваториальных течений. Далее на запад между пассатным течением на севере и межпассатным противотечением на юге можно выделить еще несколько мезомасштабных циклонических кругов.

Восходящими движениями в центральных частях циклонических круговоротов из глубин к поверхности выносятся продуктивные холодные воды. Благодаря этому температура воды на поверхности оказывается на 5—10° ниже, чем в прилежащих экваториальных районах. Аномалия температуры прослеживается в верхней толще воды до глубины 300—500 м. Циклонические системы значительно ослабевают на глубине, где от них остаются далеко отстоящие друг от друга циклонические вихри.

Одни и те же потоки одновременно являются периферической частью двух круговоротов. Поэтому воды, переносимые ими различные вещества и планктонные организмы способны переходить из системы в систему, перемещаясь по всему океану. Воды сходящихся потоков оказываются вовлеченными в системы соседних круговоротов. Однако границы между ними чрезвычайно резки в тех областях, где сильны течения. Такие границы носят название океанических фронтов и определяются максимальными горизонтальными градиентами различных свойств воды (главным образом температуры). С расхождением течений фронты размываются. В рассматриваемой области Тихого океана выделены четыре фронта: Экваториальный, Субэкваториальный, Северный тропический и Субарктический. Наиболее резко выражен Субарктический фронт, отделяющий субтропический антициклонический круговорот от субполярного циклонического.

В.Л. Лебедев и др. [Тихий океан, 1981] предложили схему географического районирования, основанную на выделении водных масс. Границы областей проводятся по фронтальным поверхностям. И хотя границы фронтов обычно не прослеживаются через весь океан, при таком районировании разграничиваются зоны с различными гидрологическим и биологическим режимами.

Экваториальный пояс (рис. 1) выделяется между Южным и Северным тропическими фронтами. Вместе с субэкваториальными районами он простирается от 5° ю.ш. до 20° с.ш. в восточной части океана, резко сужается близ линии перемены дат и в западной части океана ограничен 0—5° с.ш. Тропический пояс, располагающийся севернее, от субтропического отделяется по линии субтропической конвергенции примерно по линии северного тропика. Граница эта довольно условна, так как физические параметры воды здесь практически не меняются. И наконец, субтропический пояс от умеренного отделяется по границе Субарктического фронта. Все границы испытывают сезонные колебания в пределах 3—5°. У восточных берегов Американского континента выделяется прибрежный пояс, ограниченный с запада фронтами Калифорнийского и Перуанского течений.

Вертикальная стратификация вод [Степанов, 1983] обусловлена физико-химическими параметрами: температурой, соленостью, плотностью, содержанием кислорода и углекислого газа и др. Толща воды разделена на отдельные объемы (водные массы), которые расположены друг под другом в несколько слоев и ограничены по площади. Выделяются поверхностные, промежуточные, глубинные и донные водные массы.

В поверхностной массе различают поверхностный изотермический слой и подповерхностные воды. В тропической области изотермический слой (или слой перемешивания) имеет температуру 20—30°С. Максимальная толщина

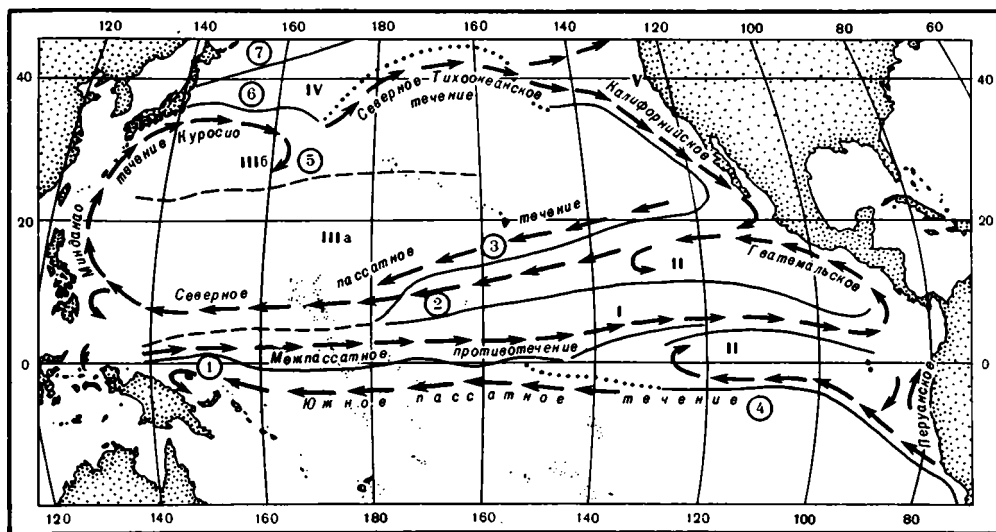


Рис. 1. Гидродинамика и физико-географические пояса тропической области Тихого океана

Географические пояса: I — экваториальный, II — субэкваториальный, IIIa — тропический, IIIb — субтропический, IV — умеренный, V — прибрежных районов. Фронты: 1 — экваториальный, 2 — субэкваториальный, 3 — северный тропический, 4 — южный тропический, 5 — северный субтропический, 6 — субарктический (Курисио), 7 — арктический

слоя наблюдается в полосе пассатов (до 100 и более метров), но аномально большая толщина изотермического слоя (до 300—350 м) зафиксирована к югу от Курисио. В тропических и экваториальных районах топография слоя связана с подповерхностными водами и их циркуляцией. Как указывает Д.М. Толмазин [1976], «в районе пассатных ветров, так как велико испарение, в верхних слоях накапливаются соли и плотность воды повышается. При этом возбуждается солевая конвекция, опускание соленой плотной воды, и на глубинах 100—200 м возникает слой с резкой повышенной температурой и соленостью, так называемый "тропический слой скачка". Чуть севернее экватора простирается штилевая полоса, с которой связана зона частых тропических ливней. Она распресняет воду, увеличивает вертикальную стратификацию, задерживает конвекцию и способствует тому, что тропический слой скачка приближается к поверхности. Этот приэкваториальный термоклин препятствует проникновению ветровых течений на большую глубину».

Подповерхностные воды повышенной солености разносятся по всей акватории субтропического круговорота и достигают максимальной мощности (до 300 м) в центральных частях антициклонических круговоротов. В восточных частях океана распространяются подповерхностные воды пониженной солености. Зарождаясь в холодных течениях, Калифорнийском и Чили-Перуанском, эти воды прослеживаются в экваториальном поясе: калифорнийская — на южном фланге Северного пассатного течения через весь океан до Филиппинских островов, чили-перуанская — южнее экватора до 160° з.д. [Тихий океан, 1981]. Еще одним типом подповерхностных вод является подповерхностное противотечение.

Между подповерхностными и промежуточными водами находится довольно толстый пограничный слой наибольшего роста плотности воды, связанного с падением температуры и ростом солености, — слой главного пикноклина. Эта граница является принципиальной для фитопланктона: главный пикноклин

способствует удержанию основной массы водорослей в верхнем слое воды, где достаточно освещения, и определяет толщину трофического слоя, глубже которого снижается концентрация клеток фитопланктона. Наибольшие глубины пикноклина приурочены к зоне субтропической конвергенции, к экватору они уменьшаются. На западе пикноклин опущен гораздо глубже, что связано с более глубоким проникновением легких теплых масс на завороте субтропического антициклонического круговорота, и значительно поднимается к экватору, особенно в восточной части экваториальной области, где его глубина 50 м. Благодаря этому меридиональная составляющая водной циркуляции направлена к экватору, она сильнее в восточной части океана, где массы холодных, теплых вод выходят на поверхность в зонах апвеллингов.

С промежуточными водами на глубинах 150—3000 м связаны основное падение температуры воды примерно до 6°С и слой кислородного минимума, расположенный ниже зоны основного пикноклина. В этой толще отсутствуют процессы фотосинтеза и перемешивания, но продолжаются процессы окисления опускающегося на дно органического детрита, с чем и связан дефицит кислорода; поэтому промежуточные воды обогащены фосфатами и силикатами. Подъем этих вод и обеспечивает высокую биопродуктивность зон апвеллинга. Распределение химических элементов в водах Тихого океана [Атлас океанов, 1974], в частности распределение фосфора и кремния, четко коррелируется с зонами дивергенции и циклоническими круговоротами, которые и представляют для нас наибольший интерес. Эти области (см. рис. 1) узко локализованы чуть севернее экватора между 2—5° с.ш., к востоку расширяются и близ побережья Америки распространяются почти до 10—15° северной и южной широты.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА В ТРОПИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

По данным Г.И. Семиной [1974], в водном слое Тихого океана насчитывается 272 вида диатомей. В фитопланктоне по количеству видов они занимают второе место, уступая только пиропфитовым водорослям. В количественном отношении диатомей нередко доминируют (до 70% общего числа клеток), поэтому закономерности распределения современного фитопланктона в толще воды обычно соответствуют и распределению диатомей.

Глубина биотопа, занятого активным фитопланктоном, определяется положением нижней границы пикноклина, а вертикальное распределение в поверхностном слое зависит от сезонных скачков плотности, солености воды, от изменения освещенности.

На карте распределения численности фитопланктона, составленной В.В. Волковинским и др. [1972] (рис. 2), видны черты широтной и циркумконтинентальной зональности. Последняя проявляется в увеличении количества фитопланктона вдоль западного и восточного берегов Тихого океана. Наиболее богатые районы, содержащие 1000—100000 кл./л, расположены в восточной части экваториальной зоны океана до 180° з.д. К югу и северу от нее примерно до 15—20° содержание клеток достигает 100—1000 кл./л. Границы этого района совпадают с Северным и Южным тропическими фронтами.

Распределение фитопланктона в тропической области хорошо коррелируется с ее гидродинамикой. Максимальная концентрация фитопланктона приурочена к восточноэкваториальной области и совпадает с областью максимального перемещения вод, связанного с мезоциклоническими тропическими круговоротами [Беляева, 1972], а также с действием сгонных ветров близ побережья Америки, высоким положением пикноклина и соответственно высоким положением промежуточных водных масс, несущих биогенные элементы. Перемешива-

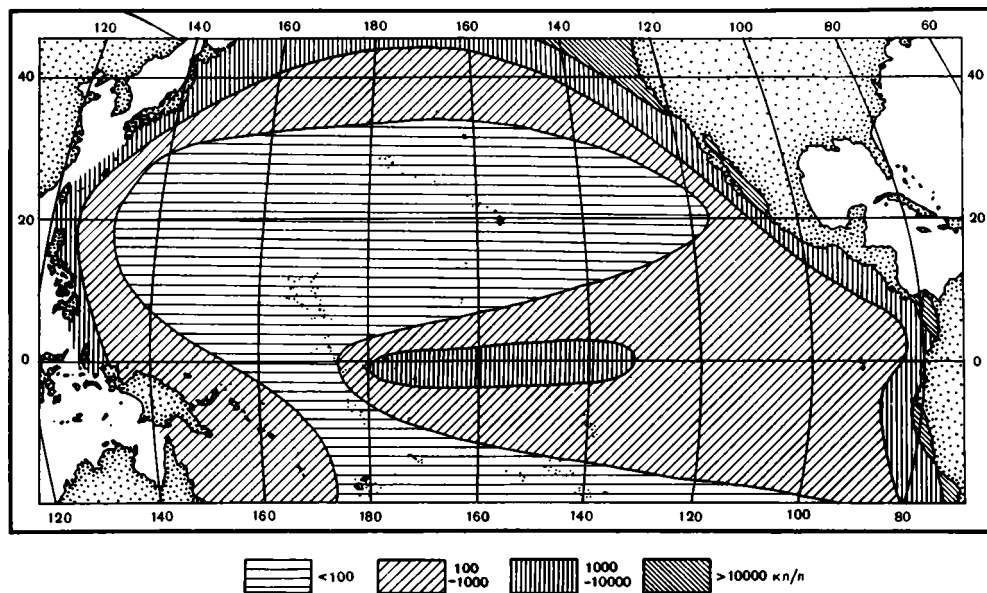


Рис. 2. Распределения численности фитопланктона в Тихом океане [Волковинский и др., 1972]

ние воды коррелируется с увеличением поступления этих элементов, в частности фосфатов, в поверхностный слой воды. Расположение областей повышенных содержаний фосфатов и кремнезема на глубинах 100—200 м [Атлас океанов, 1974, карты 237, 239] в экваториальной области соответствует положению области повышенной концентрации фитопланктона.

На запад эта область значительно сужается, и зона повышенной концентрации фитопланктона коррелируется только с зоной тропической дивергенции [Беляева, 1970], совпадающей со штилевой зоной между 2—5° с.ш. Она состоит из отдельных ячеек до 300 км в диаметре [Семина, 1974], где интенсивнее проявляется экваториальный апвеллинг, с которым связано повышение продуктивности фитопланктона.

Третья зона приурочена к Субарктическому фронту [Семина, 1961] и связана с Куроиси и Северо-Тихоокеанским течением.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДИАТОМЕЙ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ОСАДКОВ ТРОПИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

Сравнение содержания диатомей во взвеси и в донных осадках позволило установить прямую корреляцию между областями с большим содержанием диатомей в планктоне и обогащением диатомеями донного осадка в этих же областях [Жузе, 1959; Беляева, 1963, 1970, 1971, 1972; Козлова, Мухина, 1966; Козлова, 1970; Мухина, 1963]. Максимальное расстояние диатомей происходит в слое промежуточных вод повышенной солености на глубинах 300—500 м; среди сохранившихся диатомей преобладают сильно кремнистые формы, и их количество уменьшается к придонному слою линейно. Однако соотношение содержания диатомей в поверхностном слое воды и в осадке не постоянно. Так, в области Южного пассатного течения в центральных районах Тихого океана примерно 2,5% диатомей достигает дна, в зоне Северного пассатного течения — до 30%, а в экваториальной зоне дивергенции — от 15 до 64%. По данным Ю.А. Богданова и др. [1976], на широтном разрезе по 2° с.ш. между

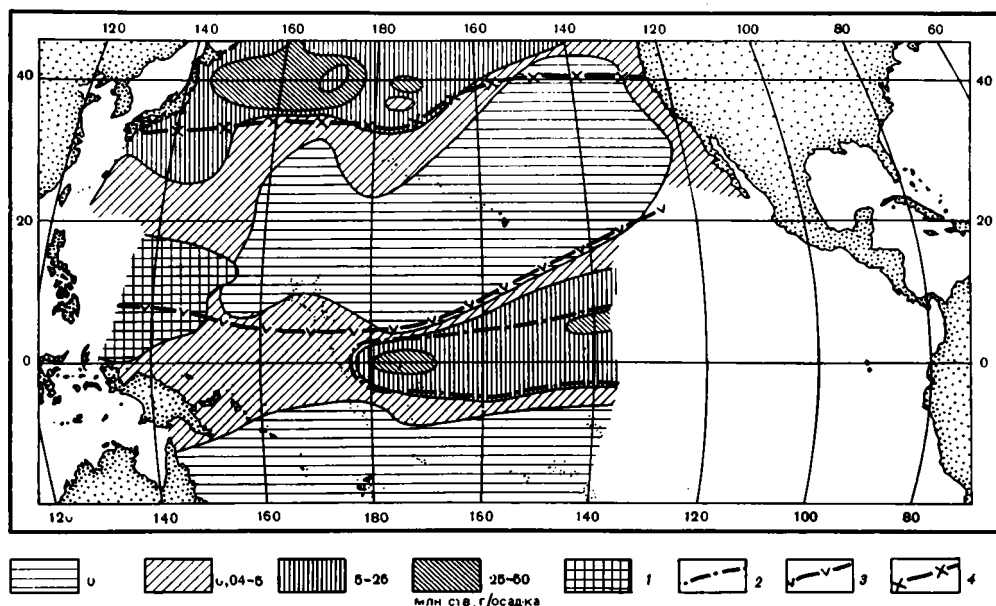


Рис. 3. Количественное распределение диатомей в поверхностном слое осадков [Жузе и др., 1969]

1 — район распространения этмодисковых илов; 2 — граница экваториального комплекса; 3, 4 — предполагаемые границы тропического комплекса: 3 — [Лебедев и др., 1981], 4 — [Жузе и др., 1966]

100—110° з.д. высокая концентрация биогенного вещества во взвешях сохраняется до дна.

Карта распределения диатомей в поверхностном слое Тихого океана была составлена А.П. Жузе и др. [1969; Jouse et al., 1971] по данным более чем 200 станций. Тенденции, замеченные в распределении фитопланктона (см. рис. 2), сохраняются и в осадочном слое: основное кремненакопление в тропической зоне Тихого океана приурочено к восточноэкваториальному району (рис. 3).

В приэкваториальной зоне содержание диатомей достигает 11—35 млн створок/г осадка. В Центральнотихоокеанской впадине и к востоку от нее зона максимального кремненакопления расположена между 6° с.ш. и 5° ю.ш., расширяясь на востоке по 14° с.ш. и сужаясь на западе. К северу и к югу от экваториального пояса кремненакопления располагаются области, где диатомей практически отсутствуют.

Сравнение состава диатомей позволило выделить экваториальный, тропический, субтропический комплексы, различающиеся главным образом количественно. Границы распространения комплексов соответствуют границам климатических зон на карте В.Л. Лебедева и др. (см. рис. 1).

Однако при таком разграничении неясно положение субтропического комплекса. Формально он должен выделяться севернее линии субтропической конвергенции, т.е. севернее Северного тропика, но реально на этих широтах диатомей в осадке отсутствуют и появляются только севернее 32° с.ш., вдоль границы Субарктического фронта, а в их распределении хорошо видна связь с направлением основного потока Куросио. Так, максимальная численность *Pseudoeunotia doliolus* совпадает с границами этого потока.

Вопрос о самостоятельности субтропического комплекса не поддерживается К.В. Беклемишевым и др. [1977]. Они подчеркивают, что основа ареалов

видов — чаще всего крупномасштабные водные круговороты. Г.И. Семина [1974] в Тихом океане на основании распределения современного фитопланктона выделила только три фитогеографические области: арктобореальную, тропическую и антарктическую. При этом вся рассматриваемая акватория соответствует тропической области, имеющей единый комплекс диатомей. При разграничении неогеновых флор я придерживалась такого же подхода, поэтому комплексы диатомей 30—40-х широт рассматриваются далее как северотропические.

Таким образом, анализ связи между гидродинамикой океана, распределением диатомей в планктоне тропической области Тихого океана и районами распространения современных диатомовых илов подтверждает положения, постулированные в начале главы: расположение современных илов, богатых диатомеями, соответствует областям высокой продуктивности планктона и приурочено к приэкваториальной зоне, которая расширяется на восток, в сторону Американского континента. Области прибрежного кремненакопления тяготеют к береговым апвеллингам. На значительной части тропической зоны, соответствующей области субтропической конвергенции, накопление диатомей фактически не происходит, и только на севере тропической области, близ зоны Субарктического фронта, вновь появляются кремневые илы.

ГЛАВА ВТОРАЯ

РЕЛЬЕФ И СТРОЕНИЕ ОСАДОЧНОГО СЛОЯ ДНА ТРОПИЧЕСКИХ РАЙОНОВ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

Вся рассматриваемая акватория имеет кору океанического типа. Для описания строения и особенностей структуры ложа океана использовались сводные работы и карты, полученные до начала глубоководного бурения [Менард, 1966; Удинцев, 1972; Тихий океан, 1981], результаты океанологических исследований 70—80-х годов Института океанологии АН СССР, рейсов 8, 16, 21, 23, 29 нис "Дмитрий Менделеев", Скриптоновского океанологического института [Chase et al., 1970; Ewing et al., 1968], Гавайского института геофизики [Orgwig, 1981]. Однако основным источником материалов для описания осадочного слоя и отчасти рельефа явились отчеты рейсов по Проекту глубоководного бурения [Initial..., 1970—1973, 1975, 1976, 1981, 1985], по ним и рассмотрено строение осадочного чехла практически всей северной части океана до 30—35-й параллели. Разрезы и карты скважин представлены на рис. 4, 5.

Поверхность дна тропической области океана, так же как и Тихого океана в целом, резко асимметрична. Западная часть до долготы подводных гор Лайн имеет сложно расчлененный рельеф, изобилует подводными хребтами, возвышенностями, имеющими главным образом северо-западное простирание. Их разделяют абиссальные впадины, нередко изометричные. Именно к западной части океана приурочены многочисленные атоллы и гайоты. Действующие вулканы лежат обычно в пределах зон линейных поднятий. Ложе большинства впадин расположено на глубинах более 5 км. Амплитуда рельефа при переходе от хребта ко впадине составляет порой до 10 км.

Северная часть тропической области относится к Северо-Западной котловине. Южнее выделяются область Микронезии, включающая несколько впадин и соразмерных с ними поднятий, и Центральнотихоокеанская котловина, окруженная системами подводных хребтов.

Восточная часть океана, занятая огромной Восточно-Тихоокеанской котловиной, имеет более спокойный рельеф. С востока она ограничена обширным

Восточно-Тихоокеанским поднятием. В тропической области глубина этой котловины менее 5 км, на восток, в сторону Восточно-Тихоокеанского поднятия, уменьшается до 2—2,5 км. Характерный элемент рельефа в восточной части океана — колоссальной протяженности трансформные разломы, отходящие на запад от Восточно-Тихоокеанского поднятия и имеющие длину несколько тысяч километров.

Геологически западная часть океана также отличается от восточной. Она имеет кору домелового возраста. Здесь широко распространены меловые, а местами и верхнеюрские отложения, достигающие суммарной мощности 1000 м. Кайнозойские осадки ложатся на них с перерывами, в разных районах различными. В восточной части океана меловые отложения отсутствуют, а возраст коры делается все моложе при приближении к Восточно-Тихоокеанскому поднятию, которое является осевой зоной спрединга Тихого океана, в районе Калифорнийского залива выходящей на сушу и вновь прослеживающейся на дне океана севернее 40-й параллели [Кеннетт, 1987].

Рассмотрим строение тропической области, двигаясь сначала с севера на юг и затем вдоль экватора с запада на восток.

СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ КОТЛОВИНА

Это обширнейшая депрессия занимает всю северо-западную часть Тихого океана. В тропической зоне с запада она ограничена узкими валами Индзу-Бонинским и Японским, сопряженными с глубоководными желобами того же названия. С востока впадину замыкает меридиональная цепь Императорских гор. Ширина котловины в южной части около 3000 км. Горами Маркус-Уейк и Мидпацифик она отделена от Восточно-Марианской и Центрально-тихоокеанской впадин, расположенных южнее. На север котловина значительно сужается.

Южная часть котловины погружена до глубин 6000—7000 м. В восточной части, севернее гор Мидпацифик, выделяется изометричная котловина Бейли, в западной части, юго-западнее поднятия Шатского, ей соответствует другая глубоководная впадина [Строение..., 1984]. Севернее 35-й параллели дно котловины несколько приподнято, глубины (западнее поднятия Шатского) не превосходят 5500—5700 м.

Центральная часть впадины занимает возвышенность Шатского — плоскогорье, протянувшееся с юго-запада на северо-восток на 1400 км от 32-й до 42-й параллели и имеющие ширину до 460 км. Южный массив этого поднятия приподнят более чем на 3000 м и достигает отметок 1962 м ниже уровня моря. Морфология поднятия за последние 30 лет неоднократно изучалась [Ewing et al., 1966; Initial..., 1971, vol. 6; 1975; Строение..., 1984; и др.].

Рассмотрим строение осадочного чехла южной части Северо-Западной котловины и поднятия Шатского, входящих в тропическую зону океана.

Возраст коры южной части впадины, рассчитанный на основании линейных магнитных аномалий, а затем подтвержденный бурением, считается домеловым [Initial..., 1973, vol. 20].

Наиболее древняя осадочная толща обнаружена в скв. 196 к югу от поднятия Шатского, где под толщей неокома, по данным НСП, имеется еще 300-метровая осадочная толща, условно относимая к юре.

Скв. 194—196, 198, 51, 307, 576 Проекта глубоководного бурения, расположенные на абиссальной равнине западнее и южнее поднятия Шатского (рис. 4), вскрыли меловые отложения начиная с берриаса. Нижнемеловая толща имеет мощность 200 м и более. Верхнемеловые отложения, повсеместно сложенные глубоководными глинами, обычно маломощными и слабо расчлененными стратиграфически, в южной части котловины выходят на поверхность дна океана.

Севернее, начиная с 32—33-й параллели, они перекрыты верхнемиоценовыми—плейстоценовыми глубоководными глинами, содержащими диатомеи и радиолярии и имеющими мощность 80—100 м. Иногда между меловыми и неогеновыми отложениями присутствует маломощная толща, в которой встречаются редкие органические остатки палеогена и миоцена (скв. 576, 578), возможно переотложенные.

Восточнее поднятия Шатского скв. 45, 46, 309, 311 вскрыли маломощные (30—80 м) вулканогенные толщи верхнего эоцена—олигоцена. В скв. 45, 46 они несогласно перекрывают карбонатные отложения верхнего мела (сеномана).

На поднятии Шатского в скв. 47, 48, 305, 306, 577 представлен почти полный разрез мела и кайнозоя. Максимальная мощность нижнего мела, от берриаса до альба, в скв. 306—475 м, верхнего мела в скв. 305—250 м. Постепенный переход от маастрихта к данию отмечен только в скв. 47 [Крашенинников, 1982]. Палеоген представлен почти целиком и сложен нанно- и наннофораминиферовыми илами. Его мощность не превосходит 80 м. Отложения верхов олигоцена — низов миоцена отсутствуют. Средний миоцен маломощен (5—6 м), включает перерывы и содержит переотложенный карбонатный планктон. Верхнемиоцен-плейстоценовые нанноилы с редкими радиоляриями и диатомеями имеют мощность около 50 м.

Таким образом, на дне южной части Северо-Западной котловины от подножий гор Маркус-Уейк и Мидпацифик обнажаются меловые отложения, которые перекрываются эоцен-олигоценовыми лишь в восточной части впадины, между Гавайским хребтом и впадиной Бейли. Севернее 30—34° с.ш. на меловые отложения налегают глубоководные глины верхов миоцена—плейстоцена, содержащие кремневый планктон. Севернее 38—40° с.ш. мощность этой толщи увеличивается, ее нижние горизонты, залегающие на меловых породах, представлены глинами миоцена.

Сравнение палеогеновых разрезов поднятия Шатского и близрасположенных абиссальных разрезов привело В.А. Крашенинникова [1982] к выводу, что отсутствие палеогена во впадине обусловлено условиями глубоководной седиментации: биогенные карбонатные осадки не накапливались ниже уровня карбонатной компенсации. Отсутствие нижнемиоценовых отложений как на поднятии, так и во впадинах и сокращение мощности среднемиоценовой толщи на поднятии Шатского не нашли пока исчерпывающего объяснения. Географическое положение глубоководной плиоценовой толщи коррелируется с современным положением южной ветви Субарктического фронта.

ОБЛАСТЬ МИКРОНЕЗИИ

К островам Зондского архипелага с востока примыкает Каролинская впадина, которая меридиональным валом Эуарипик разделяется на Западную и Восточную котловины. С севера они ограничены Каролинским поднятием, имеющим вулканическую природу и прослеживающимся в виде цепи островов субширотного простирания. С юга обе впадины отделяются глубоководными желобами от островов Новой Гвинеи и Бисмарка.

Поднятие Онтонг-Джава отделяет Восточно-Каролинскую от Меланезийской впадины (Науру). Она располагается на глубинах 1500—2000 м и полого погружается на северо-восток до глубин 3000—3500 м. Геологическое строение этого района изучалось во время рейсов 6, 7, 20, 30, 61 Проекта глубоководного бурения [Initial..., 1971, vol. 6, 7, 1975, 1981]. Разрезы скважин, пробуренных во время этих рейсов, представлены на рис. 5 (см. вкл.).

Возраст коры был установлен во впадине Науру: в скв. 462 был достигнут фундамент, абсолютный возраст которого 148 млн лет (магнитная аномалия M26). Выше расположен вулканоматматический комплекс раннемелового возраста.

ста, перекрывающийся алевролитами и известняками с рифовой фауной кампанна—маастрихта. Южнее верхнемеловые отложения представлены циклически построенной вулканогенно-биогенной формацией турбидитов. Наиболее отчетливо этот тип пород охарактеризован по скв. 288, на восточном склоне поднятия Онтонг-Джава [Packhem, Andrews, 1975]. В скв. 288 вулканогенно-осадочные турбидиты приурочены только к верхнемеловым отложениям. На западном склоне поднятия Онтонг-Джава (скв. 289), впадине Науру (скв. 402), Марианской абиссальной равнине (скв. 195) они отлагались с дания до верхов эоцена. Каролинское поднятие сложено вулканитами, которые относят к палеогену, турбидитами представлены верхи олигоцена (скв. 58).

Верхняя осадочная формация, залегающая на южных склонах Каролинского поднятия, на поднятиях Эурипик и Онтонг-Джава, сложена светло-коричневыми, серыми и белыми нанофораминиферовыми илами, содержащими радиолярии, в них изредка встречаются галечные прослои. Возраст формации меняется с юга на север. В скв. 288 этот тип отложений охватывает палеоген и неоген, в скв. 289 — характерен только для олигоцена—плейстоцена, в скв. 55—58 — для верхнего олигоцена—плиоцена, причем в верхнем миоцене—плейстоцене толща становится целиком карбонатной.

В олигоцене—плейстоцене впадины Науру и Марианской котловины сохраняются турбидиты. В скв. 462 они не содержат вулканического материала и представлены нанофоссилиевыми, радиоляриевыми илами и бурыми пелagическими глинами, включают значительное количество переотложенной мелководной фауны. Среди неогеновых илов скв. 462 отмечено присутствие обломков рифово-банковых известняков эоцена. К кровле среднего миоцена приурочены внутриформационные оползни. В скв. 199 состав осадков значительно более грубый, они включают кластические туфы, вулканическую гальку. Роль кремневого планктона в обеих скважинах значительна. Это понятно, если учесть, что современная глубина обеих впадин более 5 км, а Б. Хизен и др. [Initial..., 1973, vol. 20] показали, что в течение всего неогена осадконакопление в скв. 199 происходило на критических глубинах.

Палеогеновые отложения отделены от меловых перерывом. Палеоценовые и эоценовые отложения маломощны (50—100 м), представлены неполно и разделены несогласиями. Олигоценные отложения имеют полный объем и мощности от 200 м в депрессиях до 350 м на поднятиях, мощность и полнота неогеновых разрезов существенно меняется. Во впадине Науру (скв. 462) мощность неогена более 150 м, контакт с олигоценом согласный, перерывы приурочены к границам нижнего и среднего, среднего и верхнего миоцена и началу плиоцена. На поднятии Онтонг-Джава (скв. 288, 289) неогеновые отложения достигают мощности 600 м, а во всех скважинах, примыкающих к Каролинскому поднятию, не превышают 100—150 м и включают перерывы. В скв. 200, 201 отсутствуют нижне- и среднемиоценовые отложения.

ЦЕНТРАЛЬНОТИХООКЕАНСКАЯ КОТЛОВИНА

Депрессия занимает в тропической зоне океана срединное положение, простираясь от 20° с.ш. до 10° ю.ш., от 175° в.д. до 160° з.д. С севера горами Мидпацифик она отделена от Северо-Западной котловины, с запада — Маршалловыми островами, островами Гильберта и Тувалу — от Меланезийской впадины, с юга плато Манихики — от Южной котловины, с востока поднятием Лайн — от Северо-Восточной котловины.

Центральная котловина представляет собой абиссальную плиту с глубинами 4000—6000 м, рассеченную на юге системой желобов—разломов Нова-Кантон и Нова. В пределах плиты выделяется несколько подводных поднятий. Изометричное поднятие Магеллана, имеющее площадь 450×200 км и поднимаю-

щиеся над поверхностью дна на 2 км, сложено преимущественно карбонатными отложениями и, по-видимому, с мелового времени находится выше уровня карбонатной компенсации. Недавно [Orwig, Koenke, 1980] в северо-восточной части впадины было выделено поднятие Центральной котловины, возвышающееся над абиссальным дном на 200—1200 м.

Разрезы поднятий и абиссальных равнин Центральнотихоокеанской котловины различаются. Пробуренная на Магеллановом поднятии скв. 167 [Initial..., 1975] (см. рис. 5) вскрыла полный разрез от верхнего титона? до кайнозоя, который имеет нормальный контакт с базальтами основания. Возраст основания поднятия соответствует возрасту основания поднятия Шатского и дна Восточно-Каролинской котловины. Мезозойский разрез скв. 167 отличается большой полнотой и от титона до маастрихта характеризуется достаточно однотипным характером карбонатной седиментации. Большую часть палеоцена и низы эоцена охватывает перерыв, поверхность которого подчеркивается горизонтом черных кремней. Значительное количество кремней сохраняется в среднем эоцене. Среднеэоценовые—олигоценовые отложения представлены пестроокрашенными радиоляриево-наннофоссилиевыми мелями, чередующимися с фораминиферово-наннофоссилиевыми. С верхнего олигоцена до плейстоцена преобладают белые гомогенные карбонатные илы, содержащие радиолярии, но выше границы среднего—верхнего миоцена радиолярии редки.

Мощности палеогеновых отложений на Магеллановом поднятии вверх увеличиваются: палеоцен—эоцен — 100 м, нижний олигоцен — 80 м, верхний — 220 м. Для неогеновых отложений наблюдается обратная картина: нижний миоцен — 80 м, средний — 70 м, верхний — 50 м, плиоцен и четвертичные — 30 м. Так как на поднятии Магеллана непрерывно отлагались только биогенные осадки, можно с достаточной уверенностью говорить о том, что увеличение скорости осадконакопления коррелируется с увеличением продуктивности планктона, которая была максимальной в олигоцене—раннем миоцене. Подобное увеличение мощностей верхнего олигоцена—нижнего миоцена отмечается в экваториальных скважинах поднятия Онтонг-Джава (скв. 289, 288).

На абиссальной равнине Центральнотихоокеанской котловины было пробурено шесть скважин — 65, 66, 166, 168—169, 170 (см. рис. 5), они имеют близкий разрез, но различную полноту. В расположенной к юго-востоку от Магелланова поднятия скв. 166 на базальтах основания залегают нанномергели, пеплы и глины нижнего мела, имеющие признаки турбидитов. Отложения скв. 66, 169, 170 несут следы вулканизма альб-сеноманского возраста, что характерно для одновозрастных отложений соседней впадины Науру. В скв. 169, 170 [Initial..., 1975] кампан-маастрихтские отложения представлены преимущественно бурыми пелагическими глинами с редкими карбонатными прослоями и содержат значительное количество черных кремней. В остальных скважинах верхняя часть мелового разреза отсутствует.

Кайнозойский разрез повсеместно начинается со среднего эоцена горизонтом кремней или порцелланитов. В скв. 166 отложения эоцена включают радиоляриевые и диатомовые илы с прослоями коричневых порцелланитов и бурых глин. В нижнем олигоцене, нижнем и среднем миоцене в кремневых илах встречаются карбонатные прослои (нанноилы). Тот же характер разреза сохраняется в скв. 66, 65 [Initial..., 1971, vol. 7], но карбонатные прослои отсутствуют. По-видимому, накопление осадков в обеих скважинах происходило на больших глубинах, чем в скв. 166.

Мощности кайнозойских отложений во всех трех скважинах не превосходят 200 м, из них на неоген приходится менее 100 м. Увеличения мощности олигоцена, как это отмечалось для Магелланова поднятия, не наблюдается. Мощности верхнего миоцена — плиоцена заметно сокращаются, что отчетливо проявляется при движении вдоль экватора с востока на запад котловины.

В северном направлении выклиниваются неогеновые отложения. Так, в скв. 168, расположенной на 10-й параллели, на бурых пелагических глинах эоцена залегают радиоляриевые илы олигоцена—нижнего миоцена и четвертичные глины незначительной мощности. Общая мощность кайнозоя сокращается до 85 м. Севернее, в скв. 170, и четвертичные отложения отсутствуют, а верхним членом разреза являются верхнеолигоцен-нижнемиоценовые бурые цеолитовые глины мощностью всего около 10 м, которые с размывом залегают на меловых отложениях.

Исследовательским судном Японской океанологической службы "Хакурей-Мару" [Deep Sea..., 1981], проводившим съемку поверхностного слоя осадков Центральнотихоокеанской котловины от 5—7° с.ш. до 12—15° с.ш. с целью картирования площадей, занятых железомарганцевыми конкрециями, установлено, что по всей впадине севернее поднятия Магеллана (севернее 7° с.ш.) отложения палеогена, иногда мела, представленные бурыми глинами, перекрыты только маломощным (5—30 см) покровом плиоцен-плейстоценовых осадков, нередко обогащенных кремневыми организмами. Во всех колонках, пробуренных на той же площади, количество кремневых организмов уменьшается на глубинах 5—20 см, что, по-видимому, свидетельствует о перемыче поверхностного слоя. Об этом же говорит значительное содержание обломков рода диатомей *Ehtmodiscus*.

Таким образом, вырисовывается следующая картина распределения кайнозойских осадков в Центральнотихоокеанской впадине. Полный разрез от эоцена до плейстоцена как в карбонатных относительно мелководных, так и в кремневых глубоководных фациях приурочен к экваториальной зоне примерно до 5—6° с.ш. Мощности кайнозойских отложений достигают в карбонатных фациях 600, в кремневых — 200 м. Тенденция к возрастанию мощностей в олигоцене—нижнем миоцене характерна только для карбонатных фаций. Сокращение мощностей верхних горизонтов неогена отмечается в обоих типах разреза. При движении на север в глубоководных фациях наблюдается последовательное увеличение возраста верхнего слоя осадка. Между 5—10° с.ш. на поверхность выходит верхний олигоцен—нижний миоцен, севернее 10—12° с.ш. — эоцен, а мощности кайнозойских отложений сокращаются до 70—100 м. И. Ланселот и Р. Ларсон [Lancelot, Larson, 1975] связывали увеличение возраста верхнего слоя на север со смещением приуроченной к экватору продуктивной зоны в результате движения на север Тихоокеанской плиты.

Горы Мидпацифик ограничивают Центральную котловину с севера, они простираются с запада на восток с 170° в.д. до 170° з.д. между 17—25° с.ш. и представляют собой плато вулканического происхождения с типично океанической корой. Они покрыты мощным (500—800 м) осадочным чехлом. Горы состоят из трех сегментов: восточный и западный имеют восток-северо-восточное простирание, более или менее параллельное зонам разломов Восточно-Тихоокеанской впадины; центральный имеет северо-западное простирание и представляет собой двойную цепь гайотов, примерно параллельных поднятию Лайн.

Разрез западной зоны вскрыт скв. 463 (2532 м). Осадочная меловая толща имеет мощность около 700 м, кайнозойская — только 47 м. Кайнозойские отложения представлены относительно мелководными чисто карбонатными породами среднего—верхнего эоцена, олигоцена, разграниченными перерывами. Разрез завершается верхнемиоцен-плиоценовыми нанноилами, характеризующимися олиготрофным составом карбонатной микрофлоры.

Центральная зона гор Мидпацифик не разбуривалась. В восточной зоне поднятия (скв. 313 — 2492 м; скв. 171 — 2295 м) разрез начинается с отложений верхнего мела, залегающих на базальтах.

Кайнозойский разрез обеих скважин начинается с эоцена и представлен

карбонатными отложениями. Мощности эоцена и олигоцена в скв. 171 — 70 м, в скв. 313 около 200 м, мощность неогена в обеих скважинах менее 200 м. Керновый материал дает только фрагментарное представление об их строении. Можно отметить (по скв. 171) отсутствие перерыва при переходе от олигоцена к эоцену и размыв в среднем миоцене. Неогеновая толща в обеих скважинах не содержит радиолярий и диатомей, и только верхи среднего миоцена скв. 313 представлены радиоляриевыми илами.

Таким образом, возраст фундамента гор Мидпацифик различный: добарремский в западной, досеноманский в восточной зоне поднятия. Кайнозойские отложения залегают на меловых со значительным размывом, представлены преимущественно карбонатными пелагическими фациями, кремневые (радиоляриевые) прослои узко локализованы и обнаружены только в восточной зоне Мидпацифик. С востока на запад наблюдается сокращение мощности кайнозойской толщи. Характерно выпадение в западной зоне поднятия нижних и средних горизонтов миоцена.

Подводная цепь Лайн пересекает центральную часть Тихого океана от Центральнотихоокеанских гор к экватору, имеет протяженность около 3000 км, состоит из изолированных подводных гор и хребтов, включая ряд островов — атоллов, самым известным из которых является о-в Рождества. Происхождение этой цепи было связано Морганом [Initial..., 1972] с движением Тихоокеанской плиты над фиксированной горячей точкой. С севера на юг цепь разделяется на три провинции. Северная провинция тянется от Центральнотихоокеанских гор (гайот Хорайзон) до разлома Кларион, центральная — от разлома Кларион до эскарпа рифа Кергелен, островная — от рифа Кергелен до 2-й южной параллели.

Повсеместно цепь имеет по крайней мере две параллельные линии подводных гор или хребтов с расстоянием около 100 км. Западный ряд более прерывистый, чем восточный. Ширина цепи Лайн увеличивается от 300 км в южной островной части до 1000 км к северу. Строение хребта Лайн изучалось во время рейсов 17, 33 б/с "Гломар Челленджер" [Initial..., 1973, 1976; Schlenger et al., 1984].

Разрез островной части поднятия представлен в скв. 316, 315, центральной — в скв. 165. Во всех скважинах Г. Куком [Cook, 1976] намечена единая формационная последовательность. Меловые отложения в скв. 165, 315 начинаются красно-коричневыми железистыми глинами (сантон—кампан), залегающими на базальтах основания. Эта формация исследователями Восточно-Тихоокеанской впадины именуется формацией островов Лайн. Выше во всех трех скважинах выделяется толща вулканогенно-осадочных турбидитов. В скв. 165 формация приурочена только к кампану, а в скв. 315, 316 ее накопление происходило и в маастрихте.

В кайнозое друг друга сменяют три формации. Нижняя состоит из красно-бурых глинистых известняков, глин со значительным количеством красноватых, бурых, черных кремней. В скв. 316 она соответствует палеоцену — среднему эоцену, в скв. 315 — среднему эоцену, в скв. 165 — среднему и верхнему эоцену. Выше залегают тонкослоистая пестроцветная карбонатная толща, которую относят в скв. 315 к верхнему эоцену—миоцену, в скв. 316 — к нижнему олигоцену—миоцену, в скв. 165 — к олигоцену, и циклическая толща, которая выделяется только в приэкваториальном районе, в скв. 315, 316, и представлена чередованием слоев бурых радиоляритов и белых наннофораминиферовых илов. Обе формации сходны с пестроцветной и циклической фациями клипертоновской формации, характерными для олигоцена—плейстоцена более восточных районов тропической области Тихого океана [Initial..., 1971, vol. 8; Cook, 1972].

Полнота кайнозойских разрезов меняется в экваториальном районе к се-

веру и югу от него. Палеоценовые отложения в неполном объеме выделены только в приэкваториальных скв. 315, 316. Эоценовые отложения присутствуют во всех трех скважинах, несогласно залегают на нижележащих и начинаются со среднего подотдела. В скв. 165, 315 переход к верхнему олигоцену постепенный. В олигоценовой карбонатной толще во всех скважинах присутствуют радиолярии, диатомеи появляются только с верхов олигоцена в скв. 315 и со среднего миоцена в скв. 316, но только с верхнего миоцена роль кремневого планктона как породообразующего компонента становится существенной. В скв. 165, расположенной на 9-й параллели к северу от экватора, неогеновый разрез представлен только нижними горизонтами миоцена. В скв. 315, 316 мощность неогеновой толщи более 400 м, присутствуют все подотделы миоцена, плиоцен и плейстоцен, но судить о полноте разреза трудно из-за редкого отбора керна.

Таким образом, строение кайнозойской толщи на поднятии Лайн сохраняет особенности, отмеченные для Центральнотихоокеанской впадины. Кайнозойские отложения залегают на меловых несогласно. Максимально полный разрез приурочен к приэкваториальным районам и начинается с палеоцена. Севернее экваториальной зоны, уже на 9-й параллели, объем разреза уменьшается за счет нижних и верхних горизонтов кайнозоя. Неогеновые отложения повсеместно сменяют олигоценные согласно.

Однако сравнение разрезов Магелланова поднятия и южных скважин хребта Лайн обнаруживает, что мощности неогена с запада на восток увеличиваются, наиболее заметно для верхнемиоцен-четвертичных отложений, состав и окраска пород становятся более пестрыми, возрастает роль кремневого планктона, особенно в среднем миоцене—плейстоцене. Литологически кайнозой поднятия Лайн близок к разновозрастным отложениям Восточно-Тихоокеанской котловины.

Хребет Лайн отделяет западную и центральную части Тихого океана от восточной, главным отличием которой является молодой возраст фундамента. Меловые отложения обнаружены только в скв. 163, расположенной в 300 км к востоку от поднятия Лайн. Во всех более восточных скважинах на фундамент ложатся различные горизонты палеогена.

СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ КОТЛОВИНА

Мы будем рассматривать область, расположенную к северу от экватора примерно до разлома Малокаи (20—25° с.ш.). Западным ограничением этой части котловины является хребет Лайн, восточным — пологое Восточно-Тихоокеанское поднятие (ВТП), осевая зона которого находится на глубине около 2000 м. Его западное крыло полого погружается на протяжении 700 км до глубин 4000 м. Западнее вся приэкваториальная часть котловины сохраняет глубины 4000—4300 м и только близ поднятия Лайн опускается до 5000 м. Углубление котловины на северо-запад более резкое: севернее разлома Клиппертон к западу от 125° з.д. дно океана погружено более чем на 5000 м.

Трансформные разломы Клиппертон, Кларин и Малокаи пересекают с запада—юго-запада на восток—северо-восток всю поверхность Восточной котловины. Они рассматриваются в настоящее время как элементы структуры ВТП [Кеннетт, 1987]. Начинаясь близ осевой зоны этого поднятия, они тянутся более чем на 4000 км на запад к поднятию Лайн и Гавайской подводной цепи. Разломы представляют собой зоны трещиноватости шириной 50—300 км, выраженные системой сильно вытянутых трогов и узких горстов с амплитудой рельефа более 1500 м. В западной части Восточно-Тихоокеанской впадины северные крылья всех трех разломов опущены на 500 м по отношению к южным. При приближении к ВТП разница высот обоих крыльев сглаживается, системы поднятий и трогов расщепляются и дробятся, теряют восток—северо-восточное простирание.

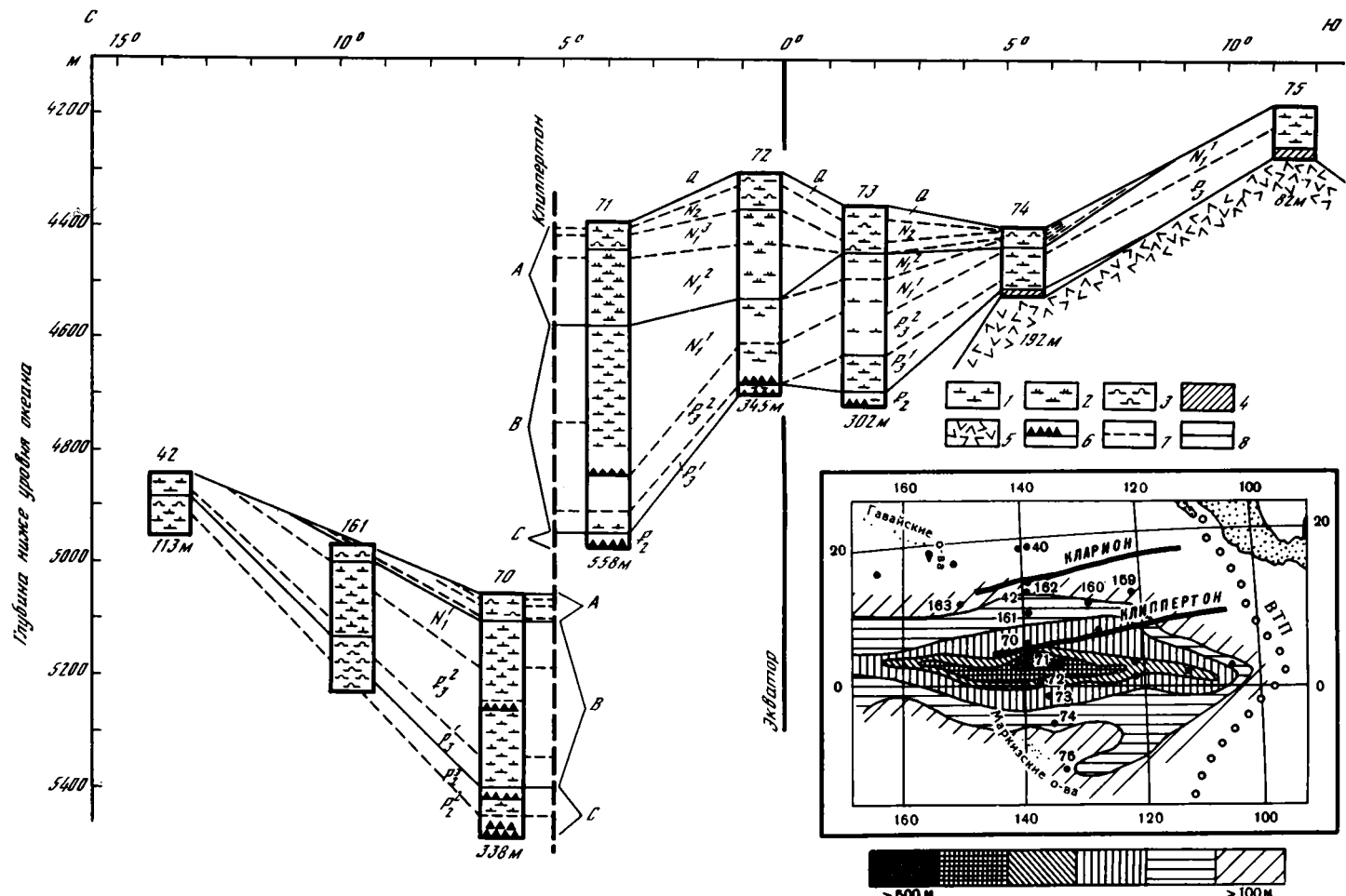


Рис. 6. Поперечный профиль через осадочную муьду Северо-Восточной котловины по скв. 8, 16 Проекта глубоководного бурения
 1 — карбонатные илы; 2 — пестроокрашенные карбонатные илы; 3 — кремневые илы; 4 — пелагические глины; 5 — базальты фундамента; 6 — горизонты кремней; 7, 8 — границы: 7 — подотделов, 8 — формаций. Формации: А — циклическая, В — Клиппертон, С — Маркизская

На основании данных сейсмопрофилирования Дж. Ивингом [Ewing et al., 1968] еще до начала работ по Проекту глубоководного бурения была составлена карта изопакит мощности осадочного слоя для тропической части Восточно-Тихоокеанской впадины от разлома Клариион на севере до Маркизских островов на юге (рис. 6). Всю приэкваториальную область занимает удлиненная мульда осадочных пород, ось максимальных мощностей которой, приуроченная ко 20-й северной параллели, составляет более 500 м и располагается между 115° и 140° з.д. Мутьда специально разбуривалась во время рейсов 8, 9, 16 [Initial..., 1971, vol. 8; 1972, vol. 9; 1973, vol. 16]. Детализация выявленной стратиграфической последовательности была проведена во время рейса 85 [Initial..., 1985, vol. 85]. Разрезы скважин этого региона, большинство из которых достигло фундамента, приведены на рис. 5.

Близ поднятия Лайн в скв. 163 возраст фундамента [Van Andel, Bukry, 1973; Dymond, 1973] датирован 48—51 млн лет. При движении на восток на базальты ВТП ложатся все более молодые осадки, от среднего эоцена на 140° з.д. (скв. 71, 72, 73) до верхнего миоцена на 100° з.д. (скв. 82).

На рис. 6 приведен поперечный профиль через наиболее прогнутую часть мульды. Наибольшим мощностям в осевой части мульды соответствует наиболее полный разрез. К северу и югу от осевой зоны мощности значительно уменьшаются, одновременно происходит выклинивание неогеновых горизонтов. Севернее 10° с.ш. и южнее 7° ю.ш. мощность осадочной толщи сокращается до 100 м. Так, в скв. 42 (12° с.ш.) на фундамент ложатся эоценовые отложения, на которых залегают маломощные нижнеолигоценовые, выходящие на поверхность.

Уменьшение мощностей и выклинивание молодых горизонтов к северу от экватора первоначально объяснялись осадконакоплением ниже уровня карбонатной компенсации [Initial..., 1971, vol. 8]. Это объяснение недостаточно, так как та же закономерность прослеживается и в скважинах, расположенных южнее экватора выше уровня карбонатной компенсации. Т. Ван Андел и др. [Initial..., 1973, vol. 16; Van Andel et al., 1975] считают, что максимальное биогенное кремненакопление происходило близ экватора, в зонах экваториальной дивергенции, положение которых было стабильным в течение кайнозоя. К югу и северу от этих зон продуктивность планктонов падала, что обуславливало сокращение мощности осадков. Приуроченность максимальных мощностей олигоцена к 5—10° с.ш., а эоцена к 10—15° с.ш. (см. рис. 6) они объясняли движением на северо-запад Тихоокеанской плиты.

Однако увеличение возраста толщ, выходящих на поверхность дна океана, происходит не только с юга на север, но и с востока на запад. Вдоль 12-й северной параллели (см. рис. 5) отложения плиоплейстоцена на склонах ВТП сменяются в скв. 159 верхнемиоценовыми, в скв. 163 нижнеолигоценовыми. Это связано с формированием ВТП, развитие которого должно было оказывать влияние на местонахождение апвеллинговых зон и интенсивность биогенных процессов, чего нельзя отбрасывать в океанологических построениях.

Формационный состав кайнозойских отложений Восточно-Тихоокеанской впадины сходен с формациями поднятия Лайн. На океанических базальтах залегает кремнисто-карбонатная толща оранжево-бурой окраски, состоящая из бурых радиоляриевых илов, желтовато-бурых значительно окрашенных нанноилов, зеленовато-серых слоистых окремненных известняков, черных, бурых, красных и серых кремней, содержащих фораминиферы и радиолярии. Эта формация имеет эоценовый возраст. Нередко в основании толщи залегают железомарганцевые аргиллиты, темно-бурые на нижнем контакте. Исследователи рейсов 8, 9, 16 эти отложения именуют "формацией островов Лайн". Следует отметить, что на хребте Лайн эта формация имеет меловой, сантонский, возраст, однако, помимо литологического сходства, обе формации имеют одинаковое положение в осадочной структуре, залегая непосредственно на фундаменте.

Вышележащая маркизская карбонатная формация повсеместно залегает несогласно. Она представлена белыми и сероватыми нанноилами, содержащими фораминиферы, радиолярии и диатомеи. В приэкваториальном районе формирование этой формации происходило с основания олигоцена до конца среднего миоцена. Возраст базальных слоев формации меняется с запада на восток и при приближении к ВТП становится все моложе (основание среднего миоцена в скв. 80). При движении к северу и югу от экватора верхние горизонты формации удревняются (см. рис. 6): в скв. 69, 70, 74 формирование карбонатной толщи заканчивается в раннем миоцене.

Клиппертонская океаническая формация является верхним членом осадочной толщи. В ней выделяются две литофации: нижняя пестроокрашенная и верхняя циклическая. Первая характеризуется переслаиванием кремневых и карбонатных илов пурпурной и зеленой окраски различной интенсивности. Пурпурная окраска, возможно, связана с формированием марганцевых оболочек вокруг радиолярий. Процент фораминифер и радиолярий в этой толще значительно выше, чем в нижележащей формации. Верхняя циклическая толща обладает очень четкими характеристиками. В ней чередуются прослои от светло- до темно-коричневых кремневых илов с оранжевыми карбонатными илами. Коричневые прослои содержат, по данным Дж. Кука [Cook, 1972], окислы аморфного железа.

В приэкваториальных районах (скв. 71—74, 574) выделяются обе литофации. Пестроокрашенная толща охватывает верхи среднего—верхний миоцен, а циклическая имеет плиоцен-четвертичный возраст и становится все более молодой к востоку, в сторону ВТП. К северу и к югу от экватора пестроцветная толща выклинивается, в скв. 69, 70, 74 формация имеет ранне-среднемиоценовый возраст и представлена только циклической толщей.

Замечательной особенностью большинства разрезов приэкваториального района Восточно-Тихоокеанской котловины является наличие во всех горизонтах олигоцена и неогена всех четырех групп планктонных организмов — фораминифер, наннопланктона, радиолярий, диатомей, что позволило провести уверенную корреляцию четырехзонных шкал во время рейса 85 б/с "Гломар Челленджер" [Bagton et al., 1985]. Содержание диатомей с запада на восток возрастает, и в скв. 572 диатомово-радиоляриевые илы присутствуют по всему разрезу, что связывается, по-видимому, с существованием зон устойчивого апвеллинга у склонов ВТП в течение неогена—плейстоцена.

При изучении скважин рейса 85 Дж. Барроном и др. [Bagton et al., 1984] было отмечено несколько несогласий. Наиболее крупные несогласия были приурочены к границам олигоцена и миоцена, среднего—верхнего миоцена. В скв. 574, 573, 575 вторая граница совпадает со сменой формаций.

Сравнение строения осадочного чехла области Микронезии, Центрально-тихоокеанской котловины, Восточно-Тихоокеанской котловины и обрамляющих ее поднятий показало, что влияние вулканизма в кайнозойских осадках Каролинского поднятия, впадины Науру, Восточно-Марианской впадины сохраняется до конца палеогена. Для остальной области время изменения осадочного режима приходится на рубеж мела и палеогена, к которому обычно приурочен перерыв или серия перерывов. Палеоценовые и нижнеэоценовые отложения во многих разрезах представлены фрагментарно или отсутствуют. Отложения среднего и верхнего эоцена во всем регионе имеют небольшую мощность, представлены биогенными кремнисто-карбонатными фациями. В экваториальной зоне Восточной котловины между эоценом и олигоценом фиксируется несогласие во всех разрезах, но западнее поднятия Лайн не отмечается.

Изучение строения верхнекайнозойской толщи во всех скважинах Проекта глубоководного бурения и поршневых трубках выявляет закономерности, об-

щие для всего региона. Начиная с олигоцена турбидиты сохраняются лишь во впадине Науру и на Марианской абиссальной равнине, а вулканические отложения приурочены к южным склонам Каролинского поднятия. В остальной части тропической области преобладает биогенное осадконакопление. Толщи, отлагавшиеся выше уровня карбонатной компенсации, представлены циклически построенными биогенными илами, слоистость которых определяется изменением содержания карбонатного или кремневого планктона. Толщи, отлагавшиеся ниже уровня карбонатной компенсации, представлены слоистыми кремневыми илами. Максимальные мощности приходится на олигоцен и нижний миоцен; мощности среднего миоцена—плейстоцена вверх последовательно сокращаются.

С востока на запад происходят значительные изменения в содержании кремневого планктона. Для большинства скважин Восточно-Тихоокеанской впадины характерны кремнево-карбонатные илы, причем кремневая составляющая увеличивается вверх по разрезу. В верхнем миоцене—плейстоцене преобладают диатомовые илы.

Доля кремневого планктона сокращается уже на поднятии Лайн. Западнее на поднятиях Центральнотихоокеанской котловины в разрезах олигоцена—плейстоцена преобладают карбонатные илы, в глубоководных фациях из двух групп кремневого планктона ведущая роль полностью переходит к радиоляриям (до 90% осадочного материала). В области Микронезии распространение кремневого планктона ограничено средним миоценом, а верхнемиоценовые—плейстоценовые толщи представлены только карбонатами.

Максимальное биогенное накопление, начиная с олигоцена, приурочено к экваториальным широтам. Севернее 5—6° с.ш. мощности верхнекайнозойских отложений резко падают. Эта тенденция прослеживается в разрезах и поднятий, и впадин. Если на поднятиях в приэкваториальных районах мощности олигоцен-четвертичных отложений достигают 600 м, то севернее 10° с.ш. они не превосходят 100 м. В глубоководных фациях эта закономерность выражена еще резче: севернее 5—6° происходит выпадение почти всей неогеновой толщи и на дне океана обнажаются отложения олигоцена—нижнего миоцена, а севернее 10—12° — отложения эоцена. Выклинивание молодых горизонтов к северу от экватора сопровождается увеличением количества и амплитуды перерывов, что хорошо прослеживается в разрезах поднятий (горы Мидпацифик, хребет Лайн).

Сравнение современного осадконакопления с кайнозойским в тропической области Тихого океана дает основание утверждать, что океанологические факторы, сохранявшие стабильность по крайней мере с олигоцена, определяли типы осадков и области их накопления. Приуроченность биогенных илов к экваториальной зоне обуславливалась, по-видимому, устойчивостью экваториальной дивергенции и связанной с ней зоны высокой продуктивности планктона, а сокращение площадей, занятых кремневыми осадками, от 10° с.ш. — 10° ю.ш. в начале неогена до 5° с.ш. — 2° ю.ш. в конце неогена свидетельствует об ослаблении этого процесса.

Вместе с тем характер осадконакопления в северо-западной части тропической области свидетельствует о том, что условия, близкие к современным, установились здесь только с конца миоцена, и восстановление истории кайнозойского осадконакопления здесь пока еще проблематично.

ОБЗОР СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ДИАТОМЕЯМ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЗОНАЛЬНЫХ ШКАЛ

Первые стратиграфические исследования по диатомеям в тропической области Тихого океана принадлежат Т. Рейнхольду [Reinhold, 1937], изучавшему состав диатомовых комплексов верхнемиоцен-плиоценовых формаций о-ва Ява. Он определил основные виды диатомей из каждой формации, описав значительное количество новых, но специальных стратиграфических задач перед собой не ставил. Описательный подход характерен для некоторых современных работ, посвященных формациям неогена Тихоокеанского побережья [Wornard, 1972; Abbott, 1978].

Использование диатомей для стратиграфических целей началось при океанологических исследованиях, пионерами этих работ были советские исследователи: А.П. Жузе [1957, 1959, 1961, 1962, 1968] — в бореальной части, В.В. Мухина [1963, 1969] — в тропической части Тихого океана. Ими было установлено, что ископаемые комплексы пелагических диатомей значительно отличаются от неритических и содержат много не известных ранее видов. Был изучен состав плиоцен-плейстоценовых тропических диатомей и намечена последовательная смена комплексов *Nitzschia praeamarina*—*Thalassiosira convexa*—*Rhizosolenia praebergonii* [Мухина, 1969].

Первые зональные шкалы появились в начале 70-х годов [Жузе, 1974; Burckle, 1972]. Они обобщили результаты стратиграфических исследований океана по диатомеям к началу глубоководного бурения. При выделении зональных подразделений советские и американские исследователи использовали различные подходы, основанные на различной стратиграфической практике, которая нашла определение в стратиграфических кодексах, советском и международном.

Согласно стратиграфическому кодексу СССР [1977], биостратиграфическая зона — это совокупность горных пород, содержащих определенный комплекс органических остатков, который отличается от комплексов подстилающих и покрывающих отложений, но имеет с ними эволюционную связь. Время существования отдельных видов (родов) зонального комплекса может превышать интервал геологического времени, в течение которого образовались отложения, включенные в зоны. Поскольку биостратиграфическая зональность в идеале должна соответствовать хроностратиграфической, создатели такой зональности при выделении комплексов стараются использовать быстро эволюционирующие виды широкого стратиграфического распространения.

Формально биостратиграфическая зона соответствует комплексной зоне (Assemblage zone) Международного стратиграфического справочника (МСС) [1978], однако представление о зоне как об определенном этапе развития фауны в МСС не оговаривается.

Поиски метода четкого определения границ привели к многообразию зональных биостратиграфических подразделений, в основе которых лежит выделение зон по определенному таксону. В МСС они объединены под названием "зоны распространения" (range-zone). Зоны определяются как предел стратиграфического распределения таксона (чаще всего вида), реже группы таксонов, либо по эволюционной последовательности какого-либо таксона или части его. При этом границы зон проводятся от первого появления до окончательного исчезновения таксона в данном месте и с той точностью, с которой это известно. Как указывает МСС, концепция зоны при таком подходе зависит только от концепции таксона и не зависит от конкретного разреза.

В кодексе СССР специально не обсуждается, как проводятся границы зон. Обычно они устанавливаются по уровням изменения комплекса. Каждый исследователь обычно перечисляет, по изменению каких видов проводится граница данной зоны. Ясно, что четкую фиксированную границу при таком подходе выделить трудно. В основе подхода, получившего развитие в работах А.П. Жузе [1974, 1980], лежит представление о том, что зона отражает определенный этап в эволюционном развитии диатомей. Зона получает название по доминирующему виду и характеризуется постоянным комплексом диатомей. Граница зоны фиксируется по изменению зонального комплекса. В основе подхода Л. Баркла [Burckle, 1972] лежит фиксирование зоны через определение возраста ее границ, а объем зоны определяется по частичному или полному распространению вида—индекса.

Анализируя материалы по океаническим колонкам и скважинам западной части тропической зоны Тихого океана и сопоставляя их с данными по океаническим отложениям о-ва Барбадос, А.П. Жузе предложила зональную шкалу для верхнего эоцена—миоцена (табл. 1), показала, что в течение олигоцена особо важную роль в развитии диатомей играл род *Cestodiscus*. Для отложений этого возраста ею были выделены зоны *Cestodiscus pulchellus* и *Cestodiscus muchinae*. Для позднего олигоцена характерны распространение *Coscinodiscus vigilans* (в настоящее время он переведен в род *Rocella*) и появление нового рода *Lisitzinia*. В олигоцене фиксируются первые представители пеннатных диатомей родов *Bogorovia*, *Synedra*, *Rouxia*, однако с основания миоцена их численность и видовое разнообразие значительно возрастают. Границу олигоцена и миоцена А.П. Жузе проводила в основании зоны *Bogorovia veniamini*, которую она распространяла на весь нижний миоцен. В более поздних работах [1980] в верхней части нижнего миоцена она выделяла зону *Raphidodiscus marylandicus*.

Отсутствие непрерывных разрезов не могло не сказаться на точности этой шкалы: из колонок Каролинской впадины А.П. Жузе был описан новый род *Kozloviella*, появление которого она относила к среднему миоцену, однако теперь Ю. Феннер [Fenner, 1978] показала, что он характерен для олигоцена. В среднем—верхнем миоцене ведущая роль принадлежит быстро эволюционирующим родам *Denticula*, *Nitzschia*, *Rhizosolenia*, *Thalassiosira*, которые А.П. Жузе противопоставляла консервативным родам *Coscinodiscus*, *Stephanopyxis*. Намеченная последовательность появления новых родов в олигоцене—раннем миоцене в основном оказалась верной не только для низких [Fenner, 1978], но и для высоких антарктических широт [Gombos, 1976; Schrader, 1976], а граница олигоцена—миоцена проводилась по границе зон *Coscinodiscus vigilans* и *Bogorovia veniamini*.

В последние годы исследования А.П. Жузе по изучению диатомей в тропических разрезах палеогена были продолжены Ю. Феннер [Fenner, 1984, 1985] (см. табл. 1). Она зафиксировала появление рода *Cestodiscus* еще в позднем эоцене, а широкое распространение его — в олигоцене во всей тропической области, где представители этого рода составляют до 50—80% комплекса. Появление родов *Rouxia*, *Synedra* отнесено к началу олигоцена. Ю. Феннер показала космополитизм *Melosira architecturalis*, *Pyxilla reticulata*, *Rouxia hannaе*, *Rocella vigilans*, *R. gelida*, *Lisitzinia ornata*, *Coscinodiscus rhombicus*, *Bogorovia veniamini* в позднем олигоцене.

При определении границ зональных подразделений в олигоцене и особенно границы олигоцена—миоцена выявились различия школ, о которых говорилось в начале главы. Ю. Феннер проводила границы зон по первому появлению вида-индекса. Поэтому, сохранив за зонами название *Coscinodiscus vigilans* и *Bogorovia veniamini*, она сдвинула их границы в соответствии с первым появлением зональных видов и обе зоны оказались в олигоцене. Репером гра-

Таблица 1

Сравнение зональных шкал

[Жузе, 1974, 1979]		[Fenner, 1984, 1985]	[Barron, 1985]
Миоцен	верхний		<i>Coscinodiscus yabei</i>
	средний		<i>Actinocyclus moronensis</i>
			<i>Crasp. coscinodiscus</i>
			<i>Cos. gigas v. diorama</i>
			<i>Cos. levisianus</i>
			<i>Cestodiscus peplum</i>
	нижний		<i>Denticulopsis nicobarica</i>
			<i>Triceratium pileus</i>
			<i>Craspedodiscus elegans</i>
			<i>Rossiella paleacea</i>
Оligоцен		<i>Raphidodiscus marylandicus</i>	
		<i>Bogorovia veniamini</i>	
		<i>Coscinodiscus vigilans</i>	<i>Rocella gelida</i>
		<i>Bogorovia veniamini</i>	<i>Bogorovia veniamini</i>
		<i>Craspedodiscus coscinodiscus</i>	
		<i>Rocella vigilans</i>	<i>Rocella vigilans</i>
		<i>Cestodiscus mukhinae</i>	
		<i>Cestodiscus pulchellus</i>	<i>Coscinodiscus excavatus</i>
36 млн лет		<i>Coscinodiscus excavatus</i>	

ницы олигоцена—миоцена стало появление *Rossiella paleacea*. А.П. Жузе отмечала, что появление *Coscinodiscus vigilans* и *Bogorovia veniamini* происходит ниже границ определяемых ими зон, но основание зоны *Bogorovia veniamini* она проводила по эпиболи вида-индекса с учетом изменений всего комплекса. Видами, характерными только для зоны *Coscinodiscus vigilans*, она считала *Asteromphalus minimus*, *Coscinodiscus levisianus* var. *similis*, *Cos. oligocenicus*

Таблица 2

Соотношение объемов зон по диатомеям с зонами по радиоляриям и наннопланктону

[Fenner, 1984]				[Barron, 1985]			
Наннопланктон		Радиолярии	Диатомеи	Диатомеи	Радиолярии	Наннопланктон	
Мiocen	CN1	<i>Dicocanoma elongata</i>	<i>Rocella gelida</i>	<i>Rocella gelida</i>	<i>Licnocanoma elongata</i>	CN1	Мiocen
Оligocen	верхний	CP 19	<i>Dorcadospyris ateuchus</i>		<i>Dorcadospyris ateuchus</i>	CP 19	верхний
			<i>Rocella vigilans</i>	<i>Rocella vigilans</i>		CP 18	нижний
			<i>Theocyrtis tuberosa</i>				
	нижний	CP 18	<i>Cestodiscus reticulatus</i>	<i>Coscinodiscus excavatus</i>	<i>Theocyrtis tuberosa</i>	CP 17	
		CP 17				CP 16	
		CP 16	<i>Theocyrtis bromia</i>			CP 15	
			<i>Coscinodiscus excavatus</i>				Оligocen

var. *nodosa*, *Cos. princeps*, а для зоны *Bogorovia, veniamini* — *Cussia* (= *Rossiella*) *paleacea*, *Synedra jouseana* f. *linearis*, *Asterolampra argenis*. Таким образом, разница критериев при определении границ зон привела к появлению схем с одинаковой последовательностью зональных подразделений, различающихся по возрасту чуть ли не на половину подотдела.

Новое положение этих зон в диатомовой зональной шкале фиксируется в шкале Дж. Баррона по тропической зоне Тихого океана [Barron, 1983, 1985] и в шкалах Антарктического региона [Gombos, Gieselski, 1983]. Однако первое появление *Rocella* (*Coscinodiscus*) *vigilans* и *Bogorovia veniamini* при настоящей степени изученности олигоценовых диатомей строго не фиксировано. По крайней мере сравнение уровней их появления (границ соответствующих зон) с положением границ по другим группам карбонатного и кремневого планктона (табл. 2) для Тихого и Атлантического океанов показывает, что эти границы плавают.

Точность границ в этом случае, так же как и в определении границы по комплексу, в конечном счете зависит только от полноты изученности диатомового комплекса и геологической изученности района, т.е. от количества имеющихся разрезов и деятельности отбора керна. Если уровень появления вида может быть калиброван тем или иным независимым методом, зоны, выделенные по одному таксону, могут быть определены достаточно надежно. Примером этого является зональность, предложенная Л. Барклом [Burckle, 1972, 1977]. Хорошо поставленные стратиграфические исследования Ламонтской обсерватории по поршневым трубкам в области распространения диатомовых илов в экваториальной части Восточно-Тихоокеанской котловины позволили Л. Барклу составить зональную шкалу для верхнего миоцена—плейстоцена [Burckle, 1972], а комплексность работ с палеомагнитными исследованиями Дж. Опдайка дала возможность связать уровни появления ряда ключевых видов с палеомагнитными событиями [Burckle, 1978]. Каждая зона определяется Л. Барклом по появлению или исчезновению зонального вида, приводится

Зональная шкала верхнего миоцена—плейстоцена по диатомеям [Burckle, 1972]

Граница нижней зоны *Coscinodiscus yabei* (табл. 3) не определяется, но она соответствует основанию 11-й палеомагнитной эпохи. Граница миоцена и плиоцена по палеомагнитным критериям проходит выше кровли 5-й эпохи, в начале эпохи Gilbert (ниже события "с"), и соответствует первому появлению фораминиферы *Globorotalia tumida*, приходится на границу подзон "а" и "в" зоны *Thalassiosira convexa* и проводится выше последнего появления *Thalassiosira*

miocenica. Граница плиоцена и плейстоцена совпадает с вершиной события Олдуей и коррелируется с основанием зоны *Pseudoeunotia doliolus*.

Оценке надежности использования единичного события (единичного уровня) для стратиграфических целей посвящена дальнейшая работа Л. Баркла. Он выделил датировочные уровни трех порядков. Уровень первого порядка соответствует первому появлению быстро эволюционирующего таксона либо таксона, дающего четкую эволюционную последовательность. Уровень второго порядка фиксирует появление постепенно эволюционирующего таксона. Уровень третьего порядка определяет таксоны, либо распространенные локально, либо сильно зависимые от географических условий, либо нечасто встречающиеся.

Используя эти критерии, Л. Баркл [Burckle, 1978] опубликовал таблицу датировочных уровней диатомей среднего миоцена—плейстоцена, насчитывающую 37 уровней, основывающихся на прямой корреляции с палеомагнитной шкалой. В своих дальнейших исследованиях он отказался от зонального принципа расчленения осадков, считая, что при корреляции зональных подразделений происходит нарушение синхронности границ из-за неодновременности первого появления вида-индекса в разных районах. Тем не менее стабильность зональных подразделений, выделенных Л. Барклом, была подтверждена уже тем, что со времени опубликования шкала используется всеми специалистами, работающими в тропической области Тихого океана [Burckle, Opduke, 1978; Koizumi, 1975], и, не претерпев значительных изменений, применяется для Атлантического [Baldauf, 1984] и Индийского [Казарина, 1975] океанов. Предложенная Г. Шрадером [Schraeder, 1974] верхнемиоцен-плейстоценовая зональность для тропических районов Индийского океана хорошо согласуется со шкалой Л. Баркла, но, хотя она насчитывает 18 зон, фактически не используется.

Основа стабильности шкалы Л. Баркла, по-видимому, состоит в том, что ее автор большое значение придает проверке надежности критериев, на основании которых он проводит корреляцию. В плиоцене—плейстоцене тропической и умеренной зон океана изохронным оказалось исчезновение целого ряда видов диатомей [Burckle, 1971; Burckle, Trainer, 1979; Haq et al., 1980; Koizumi, Burckle, 1984]: *Thalassiosira convexa* — 2,3 млн лет, *Rhizosolenia praebergonii* var. A. — 1,63 млн лет, *Mezocena elliptica* — 790 тыс. лет, *Nitzschia reinholdii* — 630 тыс. лет, пик численности *Roperia tassellata* var. *ovata* — 610—620 тыс. лет.

Специальные исследования, связанные с определением датировочных уровней, близких по времени к сдвигу изотопов углерода в позднем миоцене (6,25 млн лет), установили, что этот рубеж можно фиксировать по появлению *Thalassiosira praesconvexa*, *Nitzschia miocenica*, а также по появлению кокколита *Amaugolithus primus* как в тропических, так и в умеренных широтах Тихого океана [Keller et al., 1982].

Изотопный анализ в ряде скважин восточной части Тихого океана показал значительные сдвиги содержания изотопов кислорода, приходящиеся на начало 11-й и середину 10-й палеомагнитных эпох и вызванные климатическими изменениями. С первым сдвигом совпадает исчезновение *Azpeitia* (*Coscinodiscus*) *tuberculata* и *Coscinodiscus temperei* var. *delicata* (*Thalassiosira brunii*), со вторым — исчезновение *Denticulopsis hustedtii* в экваториальной зоне [Burckle et al., 1982].

Датировочные уровни, выделенные Л. Барклом в среднем миоцене, послужили для Дж. Баррона [Barron, 1981b] основой для дальнейшего расчленения среднего миоцена по диатомеям. По скв. 77 в экваториальной зоне Восточно-Тихоокеанской впадины было установлено несколько новых датировочных уровней, возраст которых был рассчитан по скорости осадконакопления. Затем на основе анализа диатомей из скв. 77, 71 в Восточно-Тихоокеанской котловине и 495 в Американском желобе [Barron, 1983] была составлена зональная шкала для раннего—начала среднего миоцена. В рейсе 85 Проекта глубоководного бурения, пере-

секавшем экваториальную зону почти по долготе, была дополнена зональность среднего миоцена [Barroon, 1983]. Шкала Дж. Баррона теперь охватывает весь интервал от нижнего миоцена до начала позднего миоцена, т.е. до смыкания с зонами Баркла (см. табл. 1).

В 85-м рейсе были поставлены специальные стратиграфические исследования с целью уточнения биостратиграфической зональности верхнего кайнозоя по разным группам планктона, сопровождавшиеся палеомагнитными исследованиями [Theyer et al., 1985]. Палеомагнитное датирование в скв. 575 было проведено в верхнемиоцен-плейстоценовом интервале (до 12-й палеомагнитной эпохи), а в скв. 575А была опробована верхняя часть нижнего миоцена. Это дало возможность Дж. Баррону уточнить уровни появления некоторых важных видов: *Denticulopsis nicobarica* — 17,8 млн лет, *Cestodiscus replum* — 16,4 млн лет, исчезновения *Thalassiosira bukryi* — 17,0 млн лет.

Характеризуя составленную зональность, Дж. Баррон указывает, какие типы зон МСС он использует. Наименее надежный, с нашей точки зрения, в нижнем миоцене является интервал-зона *Triceratium pileus*. По определению интервал-зоны, видов, характеризующих зону как таковую, нет, нижняя граница характеризуется исчезновением *Craspedodiscus elegans*, а верхняя — появлением *Denticulopsis nicobarica*. Однако оба вида не принадлежат к числу частых в раннем миоцене. Другой трудно прослеживаемой зоной является зона *Cestodiscus replum*, которая определяется по полному интервалу распространения *Cestodiscus replum*. При отсутствии вида-индекса, как это имеет место в скв. 575А, определение зоны становится невозможным.

По данным Дж. Баррона я попыталась построить таблицу распространения всех видов, используемых им для корреляции (табл. 4), и сравнить с границами зон, выделенных Дж. Барроном. Имеется несколько уровней, на которых происходят существенные изменения видового состава комплекса, по видимому соответствующие эволюционным изменениям. Это верхняя и нижняя границы зоны *Rossiella paleacea* (17,3—17,4 млн лет), уровень внутри зоны *Denticulopsis nicobarica* (13,9—14,0 млн лет), основание зоны *Actinocyclus moronensis*, уровень внутри зоны *Coscinodiscus levisianus*.

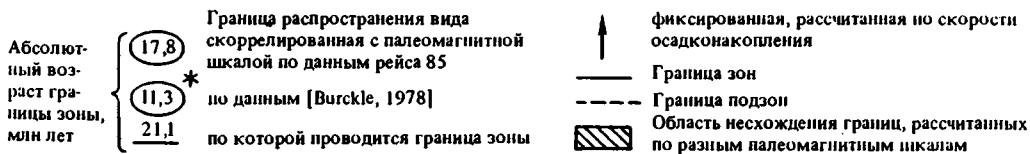
При рассмотрении стратиграфической последовательности диатомей субтропической области западной области Тихого океана до последнего времени использовались и тропическая и бореальная шкалы [Koizumi, 1975; Sansetta, 1981].

Социальные стратиграфические исследования для определения степени провинциализма шкал и более точного обоснования возраста были поставлены в рейсе 86, проходившем в Северо-Западной котловине восточнее Японских островов [Initial..., 1985, vol. 86]. Самая южная скв. 576 была пробурена на 32° с.ш., самая северная скв. 581 — на 43° с.ш. Скважины 576—579 расположены в области современного субтропического, 580, 581 — субарктического круговорота. Для расчленения этих скважин И. Концуми и Д. Танимура [Koizumi, Tanimura, 1985] была составлена новая зональная шкала из 6 зон, обоснование границ которых проводилось по датировочным уровням [Koizumi, Burckle, 1984; Koizumi, 1985, 1986]. Изучение плиоцен-плейстоценовых отложений сопровождалось палеомагнитными исследованиями, которые использовались для синхронизации датировочных уровней.

В средних и высоких широтах изохронными являются уровни исчезновения *Rhizosolenia curvirostris*, *Nitzschia reinholdii*, *Thalassiosira convexa*, *Denticulopsis kamtchatica*, в низких и средних — *Thalassiosira miocenica*, *Asterolampra acutiloba*, в низких, средних и высоких — появление и исчезновение *Nitzschia jouseae*. Не изохронно появление *Thalassiosira oestrupii*, *Denticulopsis seminae* var. *fossilis*, *Actinocyclus aculatus*, *Pseudoeunotia doliolus* в высоких и средних широтах.

Названия зон, выделенных И. Концуми, соответствуют зонам тропической шкалы И. Баркла либо бореальной шкалы И. Концуми, которые обычно чередуются.

**Распространение характерных видов диатомей
нижнего—среднего миоцена [Barron, 1985]**



Первоначальный объем зон в этой шкале сокращается. Так, тропическая зона *Nitzschia jouseae* в субтропиках сохраняет нижнюю половину своего объема, а верхняя часть заменяется бореальной зоной. Объем этой бореальной зоны также не сохраняется, так как в средних широтах появление *D. seminae* var. *fossilis* происходит раньше, чем в высоких. То же касается зон *Actinocyclus oculatus*, *Thalassiosira oestrupii*.

Несмотря на остроумное построение (по названию тропической зоны выделяются интервалы, содержащие более тепловодный комплекс, по названию бореальной — более холодноводной), эта шкала не выдерживает основного требования, предъявляемого к хроностратиграфическим шкалам, — зоны в ней не изохронны в тропической и умеренной областях. Поскольку среди датировочных уровней, используемых И. Коинцуми, многие обладают изохронностью, предпочтительнее пользоваться теми подразделениями, границы которых основаны на таких уровнях. Правда, количество зон при этом сокращается. Характерно, что изохронными являются все границы тропической шкалы. По-видимому, в средних широтах удобнее использовать тропическую шкалу.

При изучении скважин Проекта глубоководного бурения мною учитывался опыт всех предшественников. Частично я использовала зоны, выделенные ранее, но для ниже-среднемиоценового интервала представлена в значительной мере новая зональность. Исследовался весь состав ископаемой флоры. Изменения диатомовых комплексов определяются прежде всего изменениями в составе родов *Actinocyclus*, *Asteromphalus*, *Azpeitia*, *Cestodiscus*, *Nitzschia*, *Thalassiosira*, *Thalassionema*. Внутри каждого рода можно выделить морфологические группы видов, которые на том или ином этапе развития определяют "лицо" комплекса. Изменения в составе морфологических групп, их смена, появление и исчезновение отдельных родов, изменения их состава и численности учитывались при выделении зональных подразделений.

Очень интересным для стратиграфии представляется фиксирование уровней, на которых появляются новые структурные элементы в морфологии ранее существовавших родов. К сожалению, часто эти особенности ультраструктуры можно изучить только с помощью электронного микроскопа. Границы зональных подразделений проводились по комплексу данных: появлению и исчезновению нескольких характерных видов с учетом их изохронности, уровню изменения структурных элементов отдельных родов, изменению численности ведущих родов и видов. Большинство границ проводилось не по первому появлению, а по эпобию характерных видов.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

РЕГИОНАЛЬНАЯ СТРАТИГРАФИЯ ТРОПИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА ПО ДИАТОМЕЯМ

До начала исследований по Проекту глубоководного бурения последовательное стратиграфическое изучение диатомей проводилось только в Восточно-Тихоокеанской впадине [Burckle, 1972]. Затем они были продолжены в рейсах 8, 9, 16, 85 6/с "Гломар Челленджер" [Bukry, Foster, 1973; Barron, 1981b; Theyer et al., 1985].

Диатомей западной и центральной части тропической зоны Тихого океана исследованы гораздо хуже. Диатомей из скв. 315, 316 на поднятии Лайн изучались Г. Шрадером [Schrader, 1975]. Однако в обеих скважинах неогеновые отложения были пройдены с очень редким отбором керн, поэтому Г. Шрадер привязал изученные образцы к верхнемиоценовым-плейстоценовым зонам Л. Баркла без подробного анализа комплекса. Материалы скв. 66.1 были обработаны А. Гом-

босом [Gombos, 1975]. Он представил таблицу распространения доминирующих видов диатомей в интервале от среднего миоцена до плейстоцена и выделил в верхнемиоценовой—плейстоценовой частях разреза зоны по шкале Л. Баркла, но расчленение среднего миоцена не рассматривал. Силикофлагелляты и отчасти диатомей скв. 166 изучались Д. Бакри [Bakry, 1973]. Единственные сведения о диатомовой стратиграфии области Микронезии содержатся в работах А.П. Жузе [1974; Jouse, 1973].

Изучение диатомей тропической зоны Тихого океана было начато мною в Центральнотихоокеанской котловине по глубоководным кремнистым фациям. Были опробованы радиоляриевые илы верхнего олигоцена—плейстоцена по скв. 66.1, 66.0, 166, 65. Все они содержали диатомей по всему разрезу, однако только в скв. 66.1 отложения верхнего миоцена—плейстоцена оказались представленными достаточно полно. В двух других скважинах мощности верхнего миоцена—плейстоцена сокращены, толща содержит значительное количество перетолженных форм, комплекс молодых видов диатомей обеднен. Разрез нижнего и среднего миоцена во всех скважинах оказался почти полным, для этого интервала была разработана местная зональная шкала [Радионова, 1985]. Далее был изучен комплекс диатомей из карбонатных фаций области Микронезии по скв. 63.0, 64.1, 289, где диатомеями достаточно полно охарактеризован только средний миоцен. Сравнение данных по диатомеям с данными по наннопланктону из этих же скважин дало возможность уточнить возраст границ нескольких зональных подразделений по диатомеям [Музылев, Радионова, 1987].

Расчленение разрезов скв. 575А, 575, 574 позволило установить, что шкала, разработанная для западной части тропической зоны Тихого океана, вполне применима и для восточной. По этим же скважинам проведена корреляция зон, описываемых далее, с ниже-среднемиоценовой зональной шкалой Дж. Баррона, который изучал эти разрезы во время рейса 85. Для сравнения однородности диатомового комплекса в экваториальном и северотропическом районах тропической области Тихого океана были изучены диатомей из южной части Северо-Западной котловины по скв. 578, 47.2, 305.

Рассмотрим теперь стратиграфическое распространение диатомей тропической области Тихого океана по регионам, начиная с Центральнотихоокеанской котловины, которая в настоящем исследовании явилась центральной.

ЦЕНТРАЛЬНОТИХООКЕАНСКАЯ КОТЛОВИНА

Основные данные о зональном расчленении осадков дна этой котловины получены в результате стратиграфических исследований олигоцен-четвертичных радиоляриевых илов (скв. 65, 66.1, 66.0, 169), представляющих собой абиссальную фацию впадины.

Олигоцен

Зона *Rocella vigilans* выделена в скв. 65 (12-6 — 11-6), 166 (8-6 — 8-4), 66.0 (3-6 — 3-5).

Видовой состав диатомей в интервале скв. 1-8 — 66.1-2 представлен в табл. 5.

Нижняя граница зоны не определялась. Верхняя граница проведена по исчезновению *Rocella vigilans* и *R. gelida* и выпадению других элементов.

Комплекс диатомей представлен не более чем 20 видами, из которых наиболее многочисленными являются косцинодискусы: *Cos. argus*, *princeps*, *sellatus*, в том числе ромбический *Cos. levisianus* var. *similis*. Все они, за исключением *Cos. argus*, в вышележащую зону не переходят. Следующую по численности группу составляют цестодискусы: *Cest. parmula*, *coronatus*, *muchinae*. Каждый из родов *Azpeitia* и *Thalassiosira* представлен только одним видом *Az. oligocenica* и *Th. spinosa*. Часты пеннатные диатомей *Bogotovia veniamini* и *Synedra jouseana*, но в массе они встречаются с основания следующей зоны.

Таблица 5

Зональное расчленение и видовой состав диатомей
олигоцен-нижнемиоценовых отложений
(скв. 66.0)

Отдел	Зона по диатомеям	Скв. 66.0	
Нижний миоцен	Annelus californicus	2-1,50-52 2-2,50-52	<i>Rocella vigilans</i> (A. Schmidt) <i>Coscinodiscus levisianus</i> var. <i>similis</i> Rattrey <i>Coscinodiscus oligocenicus</i> Jouse <i>Azpeitia praenodulifer</i> (Barron) <i>Cestodiscus parvulus</i> Castracane <i>Cestodiscus coronatus</i> Castracane <i>Aulacodiscus archangeliskianus</i> (?) Witt <i>Aulacodiscus angulatus</i> Greville <i>Thalassionema nitzschioides</i> Grunow <i>Thalassionema nitzschioides</i> var. <i>parva</i> Heiden <i>Rocella gelida</i> (Hanna) Desikachary <i>Coscinodiscus princeps</i> Jouse <i>Bogorovia veniamini</i> Jouse <i>Craspedodiscus coscinodiscus</i> Ehrenberg <i>Coscinodiscus lanceolatus</i> Castracane <i>Coscinodiscus rhombicus</i> Castracane <i>Rossettiella symmetrica</i> Fenner <i>Cestodiscus reticulatus</i> Fenner <i>Cestodiscus</i> sp. 1. <i>Rossettiella paleacea</i> (Grun.) Desikachary and Mahesh. <i>Synedra jouseana</i> Scheshukova <i>Synedra miocenica</i> Schrader
	Cestodiscus rapax	2-3,50-52	
	Bogorovia veniamini	3-1,50-52	
		3-2,50-52	
		3-3,50-52	
		3-4,50-52	
Олигоцен	Rocella vigilans	3-5,50-52	
		3-6,50-52	

Выделяемая зона по составу диатомового комплекса соответствует зоне *Coscinodiscus vigilans* А.П. Жузе [1974], которая отнесена ею к верхнему олигоцену, и зоне *Rocella gelida* Ю. Феннер [Fenner, 1985]. Для обоснования верхней границы во всех зонах используются одни и те же критерии, но объем зон различен.

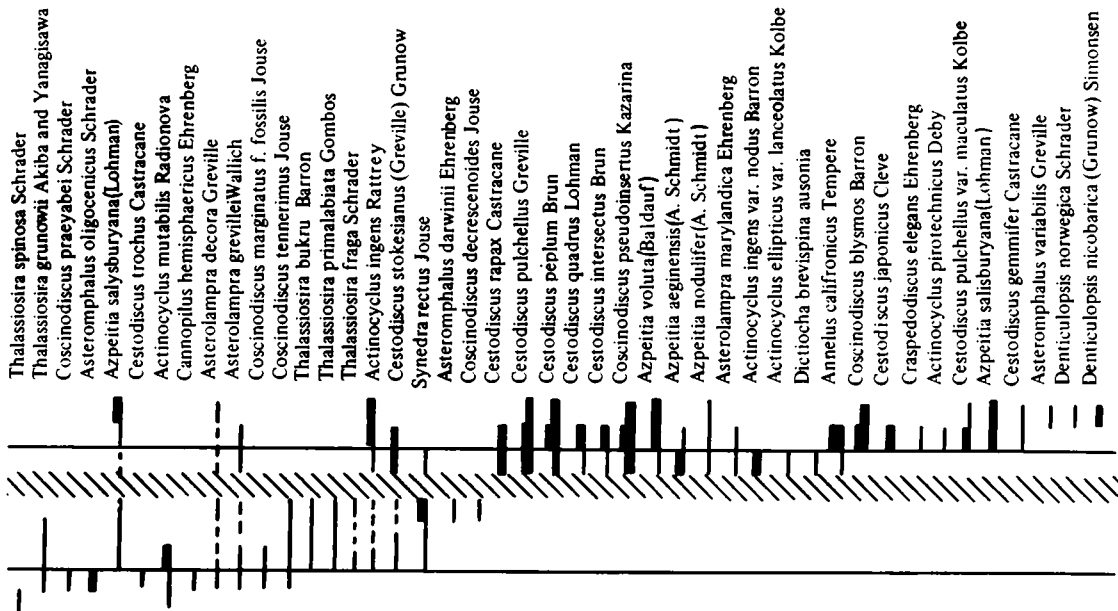
Нижний миоцен

Зона *Bogorovia veniamini* выделена скв. 65 (11-6 — 11-2), 166 (8-2 — 7-6), 66.0 (3-6 — 3-3). В основании зоны наблюдается вспышка численности зонального вида, а близ верхней границы зоны он исчезает. С основания зоны значительные изменения испытывает весь комплекс.

Смена видового состава происходит среди ромбических косцинодискусов: *Coscinodiscus levisianus* var. *similis* заменяется на *Cos. lanceolatus* и *Cos. rhombicus*. Среди цестодискусов в группе, относимой нами к *Cestodiscus coronatus*, отмечены новые виды *Cest. trochus* и *intersectus*. В родах *Azpeitia*, *Thalassiosira*, *Cestodiscus* появляются новые морфологические признаки, что фиксируется в появлении новых морфологических групп. Данные о морфологии групп приводятся в разделе "Палеонтологическое описание".

Род *Azpeitia* в олигоцене представлен только группой *Azpeitia oligocenica*, ее единственный представитель *Az. oligocenica* сохраняется в низах зоны *Bogorovia veniamini*, появляются два новых вида *Az. praenodulifer* и *Az. voluta*, которые на основании различий в строении пояса отнесены к двум новым группам *Azpeitia nodulifer* и *Azpeitia voluta*.

Почти все морфологическое разнообразие неогеновых *Thalassiosira* уже имеется в зоне *Bogorovia veniamini*, где наряду с *Thalassiosira spinosa* появляются три новые морфологические группы: *Th. bukry*, *Th. fraga*, *Th. yabei*. В раннем миоцене каждая из них представлена одним видом, за исключением *Thalassiosira yabei*, к которой относятся *Th. praeyabei* и *Th. grunowii*.



В роде *Cestodiscus* фиксируются новые виды — *trochus*, *intersectus*, принадлежащие группе *Cest. coronatus*. Кроме того, происходят изменения в морфологии рода: возникают формы с небольшим короткоцилиндрическим панцирем — *Cest. umbonatus*, *stokesianus* (группа *Cestodiscus umbonatus*) и глубоко концентрически-волнистый с длинными гиалиновыми тяжами — *Cest. praerapax* (группа *Cest. rapax*).

Имеется морфологическая близость между последней группой и наиболее древней группой рода *Actinocyclus*, первые представители которой *Act. hajosiae*, *radionovae*, *mutabilis*, появляются с основания зоны. *Rossiella paleacea* — единственный вид нового рода пеннатных диатомей, фиксируется с подошвы зоны.

Близ верхней границы зоны исчезают *Azpeitia praenodulifer*, *Cestodiscus umbonatus*, *Actinocyclus hajosiae*, *Bogorovia veniamini*, *Coscinodiscus rhombicus*.

А.П. Жузе [1974] предполагала, что зона *Bogorovia veniamini* охватывает весь нижний миоцен. В последние годы все исследователи, занимавшиеся нижним миоценом, отмечают, что распространение *Bogorovia veniamini* ограничено нижней частью нижнего миоцена.

Зона *Actinocyclus barroni* выделена в скв. 65 (10-4 — 10-2), 166 (7-5 — 7-3) и характеризуется доминированием представителей группы *Actinocyclus hajosiae*, к которой относится и зональный вид — *Act. barroni*, появившийся у нижней границы зоны. Становятся редкими *Thalassiosira* (за исключением *Th. bukry*), *Cestodiscus* (за исключением *Cest. trochus*, *praerapax*), *Rossiella paleacea*, но более многочисленными — *Coscinodiscus* (*C. argus*, *obscurus*) и *Craspedodiscus* (*Cr. coscinodiscus*, *umbonatus*). Единично отмечаются олигоценные виды *Cestodiscus coronatus*, *parmula*, а также *Pseudotriceratium chenevieri* (*Triceratium pileus* — sensu Barron, 1981). Близ верхней границы исчезают *Act. barroni*.

Зона *Cestodiscus rapax* выделена в скв. 65 (9-3 — 9-5), 166 (7-1 — 7-2). Основание зоны проводится по появлению зонального вида. Ведущую роль в комплексе вновь приобретают цестодискусы, среди которых чаще отмечаются представители древних групп *Cestodiscus coronatus* и *Cest. parmula*. Под *Craspedodiscus*

представлен видами *Cr. coscinodiscus*, *umbonatus*, *elegans*. С основания зоны отмечается *Th. lineata*. Из видов рода *Actinocyclus*, доминировавших в первой половине раннего миоцена, сохраняется *Act. mutabilis*, впервые появляется, по-видимому, родственный ему *Act. neogenicus*, расцвет которого приурочен к среднему миоцену [Reinhold, 1937]. В основании зоны единично встречаются *Rhaphidodiscus marylandicus*. В верхах зоны исчезают *Thalassiosira bukry*, *spinosa*, *Cestodiscus parmula*, *coronatus*.

Зоны *Actinocyclus barroni* и *Cestodiscus* гарах охватывают середину и, по-видимому, всю верхнюю часть нижнего миоцена. Переход к последующей зоне в изученном материале проследить не удалось. В скв. 166, 66 этот интервал пройден без взятия керна. В скв. 65 в интервале 9-1 — 8-1 наблюдается переотложение.

Зона *Annelus californicus* выделена в скв. 66.1 (8-6 — 8-5), 66.0 (2-3 — 2-2). Видовой состав диатомей представлен в табл. 6 (см. вкл.).

Одновременно с видом-индексом в основании зоны появляются *Cos. pseudoinser-tus*, *blysmos*, которые составляют вместе с *Cos. argus* более 50% всего комплекса. С основания зоны обновляется видовой состав цестодискусов: появляются *Cest. pulchellus*, *quadrus*, выше ромбический *Cest. replum*, редкими становятся представители группы *Cestodiscus umbonatus*. Верхняя граница зоны проводится по исчезновению *Annelus californicus*, появлению *Denticulopsis nicobarica* и массовому развитию *Actinocyclus ingens*.

Средний миоцен

Зона *Denticulopsis nicobarica* выделена в скв. 66.1 (8-4 — 8-1) и имеет комплекс, во многом близкий предыдущей зоне. Ведущими видами комплекса являются *Cestodiscus replum* и *Thalassiosira tapraanae*, которая появляется с основания зоны. Единично встречаются *Th. yabei*, *temperei*. В комплексе зоны сохраняются все виды рода *Cestodiscus*, отмеченные в предыдущей зоне, появляется *Cest. trinitatis*. Начиная с этой зоны происходит перестройка соотношений между группами рода *Azpeitia*: в верхах раннего миоцена доминировала группа *Azp. voluta*. В зоне *Denticulopsis nicobarica* появляются *Azp. nodulifer*, *salysberuanis*, принадлежащие группе *Azp. nodulifer*, но более широкое распространение этой группы приурочено к следующей зоне. Близ верхней границы зоны пропадают *Cestodiscus replum*, *trinitatis*, *Coscinodiscus rhombicus*, *obscurus*, *Asteromphalus hebtactis*, *Actinocyclus neogenicus*.

Зона *Actinocyclus ellipticus* в скв. 66 (77-6 — 7-1), 166 (5-5 — 5-4) представляет собой время нового расцвета рода *Actinocyclus*. В комплексе доминируют два вида — *Act. ellipticus* и *Act. ingens*. У каждого из них появляется значительное количество разновидностей или близких видов: *Act. ellipticus* var. *robustus*, var. *lanceolatus* (появляется в нижней половине зоны), var. *spiralis*, *Act. ingens* var. *nogus*, *Act. tzugaroensis* и *Act. sparsipunctata*. Появляются *Act. ehrenbergii* и *Act. cubitus*.

Как и в зоне *Act. barroni*, значительно увеличивается разнообразие и численность *Craspedodiscus*: к этой зоне приурочена последняя эпиболь *Craspedodiscus coscinodiscus*. В нижней части зоны встречены *Craspedodiscus elegans*, *Coscinodiscus asteroides*. Третье место по численности получает группа *Azpeitia nodulifer*. Доминируют *Az. neotuberculata*, *aeginensis*, *nodulifer*. Сохраняются все представители нижнемиоценовой группы *Azpeitia voluta*. В роде *Thalassiosira* появляется новая монотипная группа *Thalassiosira leptopus*. В верхней части зоны появляются последние представители рода *Cestodiscus*, имеющие овальные створки, — *Cest. moroniensis* и *Cest. ovalis*. Встречены два вида *Asteromphalus*, принадлежащие группе *Asteromphalus grevillei*: *Ast. variabilis* и *Ast. hebtactis*. В верхах зоны отмечены редкие *Denticulopsis lauta* и *Distephanus crux*.

Близ верхней границы зоны почти во всех родах происходят изменения. Исчезают многие древние виды, существовавшие с олигоцена: *Synedra jouseana*,

Craspedodiscus elegans, *Coscinodiscus asteroides*. Резко сокращается численность большинства видов *Cestodiscus*, за исключением овальных и *Cest. stokesianus*, исчезает *Cest. garax*. Вымирает *Coscinodiscus blysmos*, редким становится *Cos. pseudoinsertus*. В роде *Thalassiosira* исчезает группа *Th. fraga*, в роде *Asteromphalus* — группа *Ast. hebetactis*, в роде *Azpeitia* — *Azpeitia voluta*, в группе *Azpeitia nodulifer* близ кровли зоны доминирование от *Azpeitia tuberculata* переходит к *Asp. nodulifer*.

Зона *Thalassiosira hirosakaensis* выделена в скв. 66.1 (6-6 — 6-4), 166 (4-4), 65 (6-5 — 6-2), характеризуется резким преобладанием представителей паннатных диатомей родов *Thalassionema* и *Thalassiotrix*, составляющих до 70% численности комплекса. Колоссальное развитие получает *Th. nitzschoides*, вид, известный с олигоцена. Его доминирование связывается с усилением водной циркуляции и особенно с апвеллингом [Капая, Koizumi, 1966]. С основания зоны появляются два новых вида *Thalassionema hirosakiensis* и *Th. robusta*.

Близ нижней границы сразу становится массовым *Hemidiscus cuneiformis*. По данным Л. Баркла [Burckle, 1978; Koizumi, Burckle, 1984], его эволюционное появление изохронно как в тропических, так и в умеренных широтах и приурочено к середине 12-й палеомагнитной эпохи. Единично встречается *Pseudotriceratium cinnamomeum*. *Nitzschia praereinhildii*, *Rossiella praepaleacea*, *Mediaria splendida*, *Asterolampra coincinna* установлены только в зоне *Thalassionema hirosakaensis*. Верхнюю границу зоны не переходят *Cest. moroniensis* и *ovalis*. Резко возрастает численность пликатных талассиосир. Наряду с *Th. yabei* часты *Th. temperei* и *Th. brunii*. В роде *Azpeitia* единично встречаются *Azp. endoi*, *tabularis* и *vetustissima* var. *javanica*. Появляются *Denticulopsis hustedtii*.

В низах зоны вымирают *Rossiella paleacea*, *Coscinodiscus levisianus*, *Denticulopsis nicobarica*. Близ верхней границы окончательно исчезают все округлые цестодискусы, за исключением *Cest. stokesianus*.

Определение границ этой зоны осложняется наличием перерывов в скв. 65 и 166. Наиболее полный разрез зоны *Thalassionema hirosakaensis* имеется в скв. 66, однако и здесь нет твердой уверенности в сохранности ее верхних горизонтов и в наличии нижних горизонтов зоны *Coscinodiscus yabei*.

Верхний миоцен

Зона *Thalassiosira yabei* выделена в скв. 66.1 (5-2 — 5-6), 65 (7-2 — 6-1). Она является нижним членом шкалы Л. Баркла [Burckle, 1972], нижняя граница которой не была фиксирована. Для определения этой границы мною используются исчезновение *Thalassionema hirosakaensis*, *Th. robusta* и смена *Nitzschia praereinhildii* на *N. fossilis*. Все пликатные *Thalassiosira*, включая *Th. grunowii*, доминируют в комплексе зоны. В низах зоны появляется *Thalassiosira nativa* sensu Barron, в середине зоны — *Th. burckliana* — представитель самой молодой группы рода *Thalassiosira*. Широкое развитие вновь получает *Actinocyclus ellipticus*. Высокую численность имеют *Act. ellipticus* var. *javanica*, *Act. ingens*. В роде *Azpeitia* доминируют *Azp. nodulifer*, *vetustissima* и появляется *Azp. komurae*. Новая морфологическая группа, *Azp. crenulata*, представлена одним видом. Появляется *Asteromphalus darwinii*. Род *Rhizosolenia* представлен видом *Rh. styliformis*. Из видов, доминировавших в лежащей ниже зоне, многочисленным сохраняется *Hemidiscus cuneiformis*, возрастает численность *Pseudotriceratium cinnamomeum*.

С середины зоны происходит сокращение состава комплекса. Исчезают *Azp. tuberculata*, *Act. ingens*, *Thalassiosira temperei*, *grunowii*. Близ верхней границы зоны вымирает вид-индекс *Th. yabei*, значительно уменьшается численность всех *Azpeitia* и *Actinocyclus ellipticus*.

Зона *Nitzschia porteri* выделяется только в скв. 66.1 (4-4 — 4-3). Вслед за Л. Барклом границу зоны мы проводим по исчезновению *Cos. yabei*. *Nitzschia porteri* в скв. 66.1

встречается единично. Новые виды появляются только в роде *Thalassiosira* — это *Th. praesconvexa*, относимая к группе *Thalassiosira spinosa*, и *Th. excentrica*. Род *Azpeitia* представлен четырьмя видами, из которых *Az. vetustissima* и *aeginensis* исчезают близ верхней границы зоны, а *Az. nodulifer* и *Az. komurae* встречаются нечасто. Новые виды в роде *Actinocyclus* не появляются, а *Act. ingens*, *Act. ellipticus* var. *javanica* в верхней части зоны пропадают. Присутствуют *Asteromphalus variabilis*, *Ast. grevillei* и *acutiloba*. Зональный вид исчезает близ верхней границы зоны.

Зона *porterii* была выделена только в скв. 66.1. В двух других скважинах в верхнемииоцен-плиоценовом интервале разреза значительно переотложение главным образом олигоцен-нижнемииоценовых видов. В скв. 166 выше интервала 4-4 (выше зоны *Coscinodiscus yabei*) расчленение по диатомеям невозможно. В скв. 65 из-за переотложения установить зоны удастся только по появлению новых видов, но комплекс зоны *Nitzschia porterii* не выделяется.

Зона *Nitzschia miocenica* выделена в скв. 66.1 (4-2). Основание зоны определяется Л. Барклом по появлению зонального вида, изохронному в тропических и умеренных широтах и имеющему абсолютный возраст 6,25 млн лет. Кровля зоны проводится им по появлению *Thalassiosira convexa* [Burckle, 1972]. В верхней части зоны появляется *Thalassiosira praesconvexa*. Этот репер Дж. Баррон использует для разделения зоны *Nitzschia miocenica* на подзоны [Barron, 1985a, b].

К сожалению, не все эти критерии выдерживаются в нашем материале. Появление *Thalassiosira convexa* var. *aspinosa* происходит в зоне *Nitzschia miocenica*, а *Th. praesconvexa* отмечается еще в зоне *Nitzschia porterii* (интервал 4-4), однако в верхней части зоны *Nitzschia miocenica* численность этого вида возрастает.

В основании зоны *Nitzschia miocenica* появляются *Thalassiosira miocenica*, *Rhizosolenia bergonii*, *Nitzschia reinholdii*, а численность *Th. lineata* значительно увеличивается. К этому же уровню приурочены изменения состава рода *Asteromphalus*: появляются небольшие, имеющие прочную створку *Ast. hookeri*, и исчезают крупные *Ast. variabilis*, *Ast. darwinii*, появляется *Planctoniella sol.* Существенную роль начинают играть силикофлагелляты: *Mesocena hexagona*, *Dictiocha rhombica*, *D. medusa*.

Верхний миоцен — плиоцен

Зона *Thalassiosira convexa* выделена в скв. 66.1 (4-1 — 3-1). Основание зоны проводится вслед за Л. Барклом по появлению *Thalassiosira convexa*, кровля — по появлению *Nitzschia jouseae*. Л. Баркл выделяет три подзоны: нижнюю — по исчезновению *Th. praesconvexa*, среднюю — по исчезновению *Th. usatchevi*, верхнюю — по появлению *N. jouseae*.

Единично *Th. praesconvexa* сохраняется до кровли зоны, но зафиксированный Л. Барклом уровень связан с количественными изменениями и совпадает с сокращением численности других видов этого рода: *Th. miocenica*, *Th. leptopus* в нижней части зоны. Выше этого уровня *Thalassiosira convexa* var. *aspinosa* сменяется формой с шипами *Th. convexa* var. *spinosa*, появляются *Roperia praetasselata*, *Asteromphalus robustus*, *Ast. arachnae*, *Nitzschia cylindrica*, *Bogorovia tutsunoshukaensis*. Резко увеличивается количество *Azpeitia nodulifer*, *Actinocyclus ellipticus* var. *elongatus*, *Act. ehrenbergii*. По абсолютным датировкам этот уровень совпадает с границами миоцена—плиоцена. Выше этого рубежа наблюдается последнее увеличение количества древних *Asterolampra affinis*, *acutiloba*, совпадающее с уровнем исчезновения *Th. usatchevii*.

Плиоцен

Основание зоны *Nitzschia jouseae* в скв. 66.1 (2-6 — 2-4) выделяется, согласно Л. Барклу, по появлению вида-индекса, а кровля — по появлению *Rhizosolenia praebergonii*. Появление *Nitzschia jouseae*, по данным И. Коицуми [Koizumi, 38

1985a, b], изохронно в тропических и умеренных широтах и имеет возраст 4,5 млн лет.

В скв. 66.1 появление *Nitzschia jouseae* происходит одновременно с *Roperia tassellata*, *Azpeitia africana*, *Asteromphalus arachnae*, *Thalassiosira oestrupii*, *Th. plicata* и коррелируется с основанием зоны *Pterocanium prismatium* по радиоляриям в интервале 2-6 — 2-4. В тех же кернах фиксируется переотложение олигоцен-миоценовых видов диатомей. Это позволяет говорить о перерыве между границей зоны *Th. convexa* и *Nitzschia jouseae*. Амплитуда этого перерыва может быть рассчитана. Исходя из того, что появление *Pterocanium prismatium* в основании одноименной радиоляриевой зоны 3,1 млн лет, длительность перерыва не менее 1,5 млн лет.

В основании зоны отмечаются *Asteromphalus elegans*, *Ast. imbricatus*. С середины зоны встречаются *Thalassiosira simbolifera*. Увеличивается количество нитцший за счет появления *N. interrupta* и увеличения численности *N. reinholdii* и *N. cylindrica*.

Зона *Rhizosolenia praebergonii* выделяется в скв. 66.1 (2-3 — 2-2) также по появлению вида-индекса. Она разделена Л. Барклом на три подзоны. Кровля нижней проводится по исчезновению *N. jouseae* (2,58 млн лет), средней — по исчезновению *Thalassiosira convexa* (2,3 млн лет). Оба уровня изохронны в низких и средних широтах [Koizumi, Tanimura, 1985]. Эти уровни хорошо фиксируются в интервалах соответственно 2-4, 2-3.

Зона *Pseudoeunotia doliolus* в скв. 66.1 (2-1 — 1-4) выделяется по появлению вида-индекса. В нашем материале эта зона представлена только в скв. 66.1. В имеющемся материале вид-индекс не обнаружен. Однако по исчезновению *Rhizosolenia praebergonii* и появлению *Asteromphalus hiltoniatus* можно фиксировать границу плейстоценовых отложений.

Таким образом, в глубоководных фациях Центральнотихоокеанской впадины диатомы распространены по всему неогеновому разрезу, что дало возможность составить непрерывную последовательность диатомовых зон. Не полностью охарактеризованы только верхи нижнего миоцена, это связано с пропусками в отборе керна в скв. 66, 166 и наличием перерыва, приходящегося на этот интервал в скв. 65.

В карбонатных фациях на поднятиях Центральнотихоокеанской котловины и прилегающих хребтов диатомей изучены слабо. На Магеллановом поднятии в скв. 167 (5° с.ш.) диатомей не отмечаются. На восточном окончании Центральнотихоокеанского поднятия в карбонатных илах неогена в скв. 171 (15° с.ш.) диатомей встречены только на границе миоцена—плиоцена (интервал 3-1).

ОБЛАСТЬ МИКРОНЕЗИИ

В западной части Тихого океана нами изучены три скважины: 63.1, 64, 289. Первые две расположены в приэкваториальной части Восточно-Каролинской впадины, последняя — на поднятии Онтонг-Джава, отделяющем Восточно-Каролинскую впадину от Меланезийской. Во всех трех скважинах неогеновые осадки представлены наннофораминиферовыми илами. Кремневый планктон, преимущественно радиолярии, присутствует по всему разрезу в скв. 289 и в нижнем—среднем миоцене в скв. 63.1, 64. Диатомей появляются в скв. 289 спорадически, наиболее полно охарактеризован средний миоцен; в скв. 64 диатомей редки, в скв. 63.1 — приурочены только к среднему миоцену. Хотя комплексы диатомей довольно бедны, но основные компоненты, выявленные при зональном расчленении разрезов Центральнотихоокеанской котловины, сохраняются, выдерживается и последовательность их появления. Это позволило расчленить колонки скв. 63.1 и 289 на те же зоны, что и в Центральнотихоокеанской впадине, и скоррелировать их с зонами по наннопланктону и фораминиферам, что особенно важно для стратиграфической привязки диатомовых зон (см. рис. 7). Распределение видов, встреченных в скв. 63.1, представлено в табл. 7.

Таблица 7

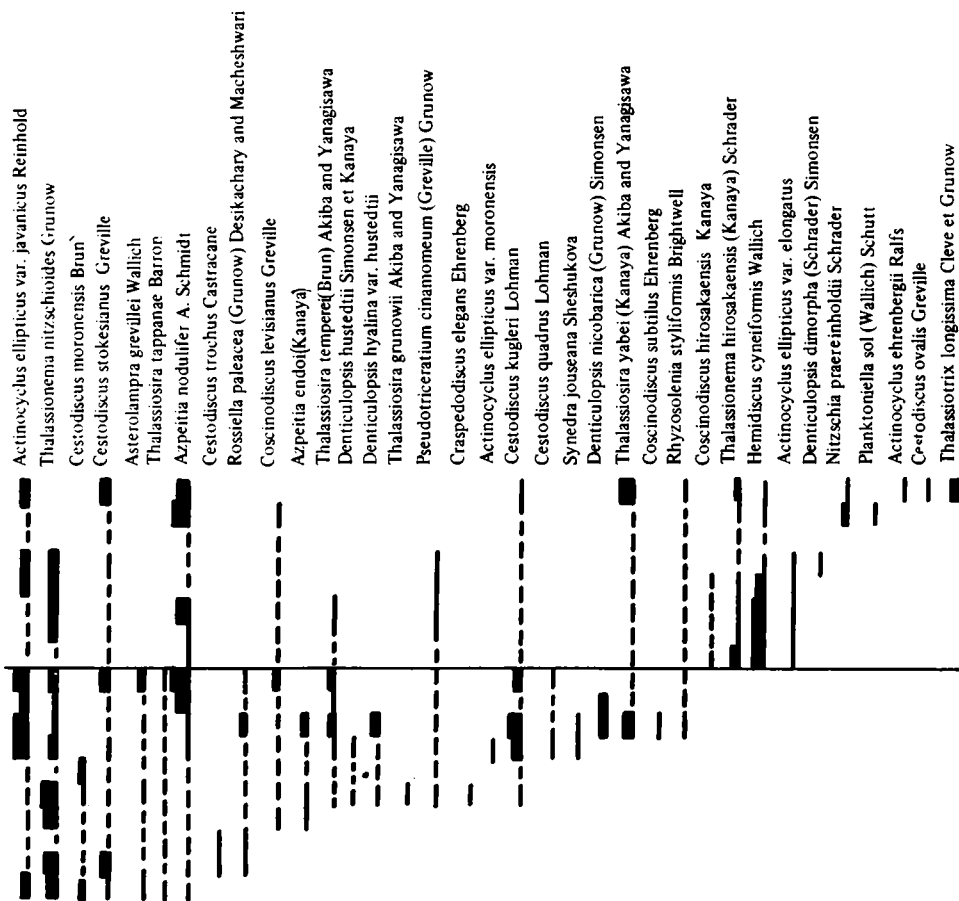
Зональное расчленение и видовой состав диатомей среднемиоценовых отложений (скв. 63.1)

Отдел	Зона по диатомеям	Скв. 63.1	
Средний миоцен	Thalassionema hiro-sakaensis	5-1, 48-50	
		5-4, 49-51	
		6-1, 50-52	
		6-2, 50-52	
		6-3, 50-52	
		6-4, 48-50	
		6-5, 50-52	
	Actinocyclus ellipticus	6-6, 49-51	
		7-2, 50-52	
		7-3, 48-50	
		7-4, 50-52	
		8-1, 50-52	
	Denticulopsis nicobarica	8-2, 50-52	
		8-3, 51-53	
		8-4, 50-52	
		8-5, 50-52	
		8-6, 48-50	
		9-2, 50-52	
		9-3, 47-49	
Нижний-средний миоцен	Annelus californicus	9-6, 48-50	
		10-1, 50-52	
		10-2, 50-52	
		10-4, 50-52	
		10-5, 50-52	
		11-1, 50-52	
		11-2, 50-52	
		11-4, 50-52	
		14-1, 50-52	

Cestodiscus rapax Castracane
Cestodiscus pulchellus Greville
Arpetta voluta (Baldau)
Annelus californicus Tempere
Asterolampra marylandica Ehrenberg
Cestodiscus japonicus Cleve
Craspedodiscus cestodiscus Ehrenberg
Coscinodiscus pseudoserius Kazurina
Cestodiscus pulchellus var. *maculatus* Kolbe
Thalassiosira leptopus var. *fossilis* Jouse
Cestodiscus pusillus Grove
Actinocyclus ingens Ralfs
Actinocyclus neogenicus Reinhold
Coscinodiscus lanceolatus Castracane
Cestodiscus interseclus Brun
Arpetta neotuberculata sp. nov.
Coscinodiscus diversus (Grunow) Hustedt
Arpetta tabularis (Grunow)
Arpetta vetustissima (Pantocsek)
Arpetta aegensis (A. Schmidt)
Arpetta salisburyana (Grunow)
Actinocyclus ellipticus Grunow

Однако не весь неоген охарактеризован диатомеями. Они содержатся в пограничных верхнеолигоцен-нижнемиоценовых отложениях, где удается выделить зоны *Rocella vigilans*, *Bogorovia veniamini* и, по-видимому, *Actinocyclus barroni*. Впервые диатомеи этого стратиграфического уровня были описаны А.П. Жузе [1974] именно из Каролинского бассейна по скв. 57 Проекта глубоководного бурения, расположенной на юго-восточном склоне Каролинского поднятия.

В среднем миоцене установлены последовательность четырех зон — *Annelus californicus*, *Denticulopsis nicobarica*, *Actinocyclus ellipticus*, *Thalassionema hiro-sakaensis* — и, по-видимому, низы зоны *Thalassiosira yabei*. В верхнем миоцене и



диатомей, и радиолярии отсутствуют во всех скважинах этого региона. В скв. 55—57 Каролинского поднятия выше зоны *Cannartia pettersoni* радиолярии не отмечаются. Диатомей вновь появляются только в верхнем плиоцене — в скв. 289 удастся выделить зоны *Nitzschia jouseae* и *Rhizosolenia praebergonii*.

ВОСТОЧНО-ТИХООКЕАНСКАЯ КОТЛОВИНА

Карбонатный характер осадконакопления на поднятиях Центральнотихоокеанской впадины представляет резкий контраст с осадками Восточно-Тихоокеанской впадины, отлагавшимися примерно на тех же глубинах и широтах и представленными ритмически построенными кремнисто-карбонатными илами, в которых диатомей составляют до 30% осадка. Разрезы поднятия Лайн могли бы дать очень важный материал об изменении характера диатомонакопления между Восточно-Тихоокеанской и Центральнотихоокеанской впадинами. К сожалению, неогеновые отложения скв. 315, 316 пройдены с очень редким отбором керна и выяснить общую картину осадконакопления в этом районе не представляется возможным. В верхнемииоцен-плиоценовых илах обеих скважин Г. Шрадер [Schrader, 1976, a] выделил комплексы зон *Coscinodiscus yabei*, *Nitzschia miocenica* и *Nitzschia jouseae*.

Изучение неогеновых диатомей было начато в Восточно-Тихоокеанской впадине [Burckle, 1972]. Диатомовые комплексы здесь исследованы лучше всего, и зональная шкала, которая начинает использоваться диатомистами для других регионов, составлена по скважинам и трубкам Восточно-Тихоокеанской впадины. Чтобы скоррелировать зональные шкалы западных и восточных районов, нами были изучены скв. 575, 575А, весь неоген которых охарактеризован диатомеями. В рейсе 85 Проекта глубоководного бурения в этой скважине проводились палеомагнитные исследования. Уровни появления и исчезновения некоторых реперных видов диатомей в верхах нижнего и среднем миоцене были определены Дж. Барроном [Barron, 1985] именно по этой скважине. Мною в обеих скважинах были выделены те же зоны, что в центральной и западной частях тропической области. Результаты расчленения и корреляции с зональными подразделениями, определенными Дж. Барроном, представлены в табл. 8 (см. вкл.).

Нижний миоцен

Отложения нижнего миоцена представлены в скв. 575А. Зона *Bogorovia veniamini* выделена в интервале 30-2 — 20-2. Состав комплекса в значительной мере коррелируется с выделенным в Центральнотихоокеанской котловине. Однако в нем более многочисленны талассиозире, которые были описаны первоначально из Южного океана [Schrader, 1976b]: *Thalassiosira spinosa*, *fraga*; появляется *Th. spumelaroïdes*, которая в западных скважинах отсутствует. Менее разнообразен состав цестодискусов, представленных *Cest. trochus* и *coronatus*. Второй вид, характерный для олигоцена, вновь появляется только в зоне *Actinocyclus barroni*. Границы зоны полностью совпадают с границами зоны *Rossiella paleacea* по шкале Дж. Баррона.

Зона *Actinocyclus barroni* определена в интервале 19-2 — 10-2. Она характеризуется доминированием группы *Actinocyclus mutabilis*. Зональный вид встречается от основания до кровли зоны. В комплексе, особенно на некоторых уровнях, велик процент косцинодискусов, главным образом *Cos. argus*. В верхах зоны отмечены первые представители рода *Nitzschia* (*N. malinterpretaria*). Присутствует *Rhaphidodiscus marylandicus*. Зона *Actinocyclus barroni* соответствует зоне *Craspedodiscus elegans* и частично *Triceratium pileus* по шкале Дж. Баррона.

Зона *Cestodiscus garax* выделена в интервале 9-2 — 5-2. Хотя зональный вид получает распространение с основания зоны, среди цестодискусов ведущая роль принадлежит олигоценным видам *Cest. coronatus*, *parmula*, *muchinae*, которые в разрезах Центральнотихоокеанской области достаточно редки. Более древний облик сохраняют и актиноциклюсы: в группе *Actinocyclus hajosiae* сохраняется *Act. mutabilis* форма А, который был встречен только в основании зоны *Bogorovia veniamini*. Характерным элементом зоны является *Pseudotriceratium chenevieri* — вид, характерный для олигоцена [Fenner, 1985] и существующий почти до конца нижнего миоцена. Дж. Баррон [Barron, 1983] вид определил как *Triceratium pileus*. Более частым элементом зоны является *Thalassiosira*, в том числе *Th. spumelaroïdes*, в более западных районах отсутствующий. В верхней части зоны появляются пеннатные диатомеи *Denticulopsis nicobarica*, *Nitzschia malinterpretaria*, *extincta*, *pusila*. Зона коррелируется с верхней частью зоны *Triceratium pileus* и нижней подзоной зоны *Denticulopsis nicobarica* по шкале Дж. Баррона.

Зона *Annelus californicus* выделена в скв. 575А (4-3 — 1-1), 575 (9-4 — 8-4). В обоих разрезах зональный вид не встречен, но появление и доминирование *Cos. pseudoinsertus* и *Cos. blysmos* позволило четко определить нижнюю границу зоны. Так же, как и в Центральнотихоокеанской области, в этой зоне появляются *Cestodiscus pulchellus*, *johnsonianus*. К числу холодноводных элементов зоны следует отнести *Denticulopsis kanaya* и *Act. ingens* var. *nodus*. Зона коррелируется с

верхней подзоной зоны *Denticulopsis nicobarica* и нижней подзоной зоны *Cestodiscus replum* по шкале Дж. Баррона.

Хотя все зоны нижнего миоцена, представленные в западных разрезах, выделяются и в Восточно-Тихоокеанской котловине, необходимо отметить отличия восточного комплекса. Прежде всего в нем значительно больше элементов флоры умеренной области: более широкое распространение имеют древние *Thalassiosira*, известные из Южного океана, *Denticulopsis*, *Nitzschia*. Осталось неясным, связано ли отсутствие двух последних родов в верхней части раннего миоцена с неполнотой западных разрезов или их появление в восточных разрезах экваториальной зоны обусловлено влиянием холодных течений. Другой особенностью комплекса является более длительное существование некоторых древних элементов в родах *Cestodiscus*, *Actinocyclus*, *Pseudotriceratium*. Различия комплексов сохраняются и в более молодых отложениях.

Средний миоцен

Средний миоцен изучен в скв. 575. Зона *Denticulopsis nicobarica* выделена в интервале 8-4 — 9-2. Нижнюю границу зоны можно провести по появлению *Thalassiosira tappanae*. *Denticulopsis nicobarica*, которая в Центральной котловине фиксирует основание зоны, присутствует в нижнем миоцене, а *Annelus californicus* в скв. 575, 575А не обнаружен. Верхняя граница зоны определяется по исчезновению *Cestodiscus replum*, широкому распространению *Actinocyclus ellipticus* и его варьетов и появлению *Craspedodiscus elegans*.

Дж. Баррон на этом уровне проводит верхнюю границу зоны *Cestodiscus replum*, исчезновение *Annelus californicus* в его шкале определяет границу нижней подзоны. Таким образом, зона *Denticulopsis nicobarica* соответствует в его шкале верхней подзоне зоны *Cestodiscus replum*. Неодновременностью появления *Denticulopsis nicobarica* в восточной и центральной частях тропической области обусловлено появление в двух региональных схемах зоны *Denticulopsis nicobarica* в нижнем и в среднем миоцене (см. табл. 8).

Распространение таких характерных видов, как *Thalassiosira fraga*, *Th. tappanae*, *Coscinodiscus blysmos*, в западной и восточной частях тропической зоны совпадает. Однако в Восточно-Тихоокеанской впадине в этом интервале вновь появляется род *Rouxia*, более широко представлен род *Denticulopsis* (*D. kanaya*, *D. lauta*, *D. hustedtii*), но род *Cestodiscus* беднее по составу (отсутствует *Cest. trinitatis*) и численности видов.

Зона *Actinocyclus ellipticus* установлена в интервале 8-2 — 4-5. Критерии, которые использовались при ее выделении в Центральной котловине, сохраняются. Однако многие виды, вымирание которых приурочено в Центральнотихоокеанской впадине к верхней границе описываемой или вышележащей зоны *Thalassionema hirosakaensis*, в скв. 575 исчезают раньше. Так, в нижней части зоны *Actinocyclus ellipticus* пропадают только все представители рода *Cestodiscus*, за исключением *Cest. intersectus* и *Cest. kugleri*, которые доходят до верхней границы зоны. *Cestodiscus pulchellus* и *Cest. pulchellus* var. *maculatus*, наиболее распространенные виды среднего миоцена, исчезают в основании зоны, в то время как западные они существуют до позднего миоцена. В середине зоны *Act. ellipticus* пропадают и олигоценовые виды *Rossiella paleacea*, *Craspedodiscus coscinodiscus*, *Coscinodiscus levisianus*, в верхах зоны — *Denticulopsis nicobarica*.

Неизменными сохраняются уровни распространения большинства видов рода *Azpeitia*: *Az. tuberculata*, *aeiginensis* доходят до верхней границы зоны *Actinocyclus ellipticus*, *Az. nodulifer* появляется в низах зоны *Actinocyclus ellipticus*.

Зона *Actinocyclus ellipticus* соответствует зонам *Coscinodiscus levisianus*, *Cos. gigas* var. *diorama*, *Craspedodiscus coscinodiscus* и частично зоне *Actinocyclus moronensis* по шкале Дж. Баррона (см. табл. 8). Такое дробное расчленение этого

интервала было сделано главным образом на основании вымирания зональных видов. Выделение зоны в более западных районах представляется сомнительным из-за более длительного их существования.

Вопрос о совпадении границ зон *Actinocyclus moroniensis* и *Thalassionema hirosakaensis* осложняется тем, что стратиграфический объем этих отложений не полон из-за перерыва, продолжительность которого в скв. 575 составила, по расчетам Дж. Баррона, 1,5 млрд лет.

Зона *Thalassionema hirosakaensis* выделена только в интервале 4-2. Ее комплекс во многом близок комплексу зоны *Thalassiosira yabei*. Их разделение в данном разрезе условно. Так как увеличение количества створок *Thalassiosira yabei* происходит уже в зоне *Thalassionema hirosakaensis*, ее верхняя граница проводится по появлению *Thalassiosira burckliana*. Основные критерии, по которым зона выделялась в более западном районе, сохраняются. К особенностям местного комплекса следует отнести появление *Rossiella praepaleacea* и *Ros. paleacea* var. *elongata*, а также широкое развитие рода *Denticulopsis*, представленного в этой зоне *Denticulopsis hyalina*, *hustedtii*, *praedimorpha*.

Верхний миоцен и плиоцен

Для зоны *Thalassiosira yabei* характерно появление нескольких *Thalassiosira*, которые удалось сопоставить только с плиоценовыми видами бореальной области: *Th. aff. maguamica*, *trifulta*, *aff. antiqua*.

Зоны верхнего миоцена—плиоцена выделены по шкале Л. Баркла, их границы совпадают с границами, приведенными Дж. Барроном. Разрез имеет малую мощность, зоны *Thalassiosira convexa* и *Nitzschia jouseae* не разделяются, что обусловлено перерывом, интервал которого оценивался Дж. Барроном в 1,5 млн лет.

Различия в составе комплексов диатомей среднего миоцена Центральнотихоокеанской и Восточно-Тихоокеанской впадин состоят в более широком распространении в восточных районах бореального рода *Denticulopsis* в пограничных отложениях нижнего и среднего, среднего и верхнего миоцена. Для второго интервала интересно и появление *Thalassiosira*, близких некоторым бореальным видам.

Однако в Восточно-Тихоокеанской впадине раньше исчезают роды *Cestodiscus*, *Craspedodiscus* и многие виды, в Центральнотихоокеанской области существующие до основания верхнего миоцена. Расцвет этих диатомей связан с тепловодным комплексом верхов нижнего—низов среднего миоцена. Все эти данные говорят о значительном влиянии холодных вод на комплекс диатомей Восточно-Тихоокеанской области в среднем миоцене. Верхнемиоценовый и плиоценовый комплексы специфичных холодноводных компонентов не содержат.

Таким образом, несмотря на значительную экологическую неоднородность комплексов диатомей западной, центральной и восточной частей тропической зоны Тихого океана, неогеновые отложения, содержащие диатомей, удалось расчленить по одной и той же зональной шкале и показать одновозрастность зональных границ.

Рассмотрим теперь, как работает принятая зональная шкала в северных районах тропической области.

СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ КОТЛОВИНА

В Северо-Западной котловине, так же как и в Центральнотихоокеанской впадине, нами были рассмотрены два типа разрезов: абиссальной впадины — скв. 578 (глубина 6010 м) и поднятия Шатского — скв. 47.2 (глубина 2689 м).

В скв. 578, пробуренной во время рейса 86 б/с "Гломар Челленджер"

[Initial..., 1985, vol. 86], разрез нижних горизонтов представлен темными пелагическими глинами, относимыми к мелу. Непосредственно на этих отложениях залегают диатомовые и радиоляриевые илы с пепловыми прослоями, имеющие мощность 125 м и отнесенные к плиоцену. В рейсе было проведено палеомагнитное изучение толщи.

Комплекс диатомей в скв. 578 разнообразен (табл. 9), насчитывает более 70 видов диатомей и силикофлагеллят, хотя содержание отдельных видов единично. Нами комплекс был расчленен на зоны тропической и бореальной шкал. Работа велась совместно с Т.В. Орешкиной.

Зоны тропической шкалы

Верхний миоцен

Зона *Nitzschia miocenica* выделена в интервале 13-3 — 12-5. Комплекс зоны определяется по присутствию вида-индекса *Nitzschia reinholdii*, а также *Thalassiosira miocenica*, *praeconvexa*, содержит *Azpeitia nodulifer*, *komurae*, *vetustissima* var. *javanica*, *Nitzschia prolongata*, *fossilis*, *reinholdii*, *cylindrica*, *Asteromphalus robustus*, *arachnae*, *Rouxia californica*.

В интервале 11-3 появляется *Nitzschia jouseae*, а многие виды, характерные для зоны *Thalassiosira convexa*, одновременно исчезают (*Th. praeconvexa*, *Th. miocenica*, *Asterolampra acutiloba*). По-видимому, большая часть зоны размыта и плиоцен ложится непосредственно на отложения зоны *Nitzschia miocenica*.

Плиоцен

Зона *Nitzschia jouseae* выделена в интервале 11-3 — 9-5, где повсеместно отмечается вид-индекс. Верхняя граница зоны проводится по появлению *Rhizosolenia praebergonii*. В комплексе встречены *Nitzschia grunowii*, *cylindrica*, *pliocena*, *marina*, *Thalassiosira oestrupii*, *usatchevii* (*zabelinae*), единично *Th. manifesta*, *pacifica*, *jacksonii*, *Azpeitia crenulata*, *salysberuana*, *Asteromphalus imbricatus*, *hookeri*, *robustus*. В верхней части зоны комплекс обогащается за счет новых видов: *Thalassiosira plicata*, *Actinocyclus curvatulus*, *oculatus*, *Azpeitia africana*.

Зона *Rhizosolenia praebergonii* выделена в интервале 9-4 — 8-2 по появлению вида-индекса. Верхняя граница зоны проводится по появлению *Pseudoeunotia doliolus*. Выдерживаются подзоны, выделенные Л. Барклом [Burckle, 1972] для экваториальной области. Верхняя граница нижней зоны проводится по исчезновению *Nitzschia jouseae* (интервал 9-6), средний — по исчезновению *Thalassiosira convexa* (интервал 9-5). На протяжении всего интервала зоны встречены *Nitzschia pliocena*, *Th. excentrica*, *lineata*, *leptopus*, *oestrupii*. Почти с основания подзоны появляются бореальные элементы — *Thalassiosira hyalina*, *kryophila*, *Porosira glacialis* и пропадают *Asteromphalus*. В верхней части интервала (7-2 — 7-1) количество диатомей значительно сокращается.

Зона *Nitzschia reinholdii* выделяется в интервале 6-1 — 4-6. Граница плейстоцена проводится по появлению *Pseudoeunotia doliolus* и значительному увеличению количества *Nitzschia reinholdii*.

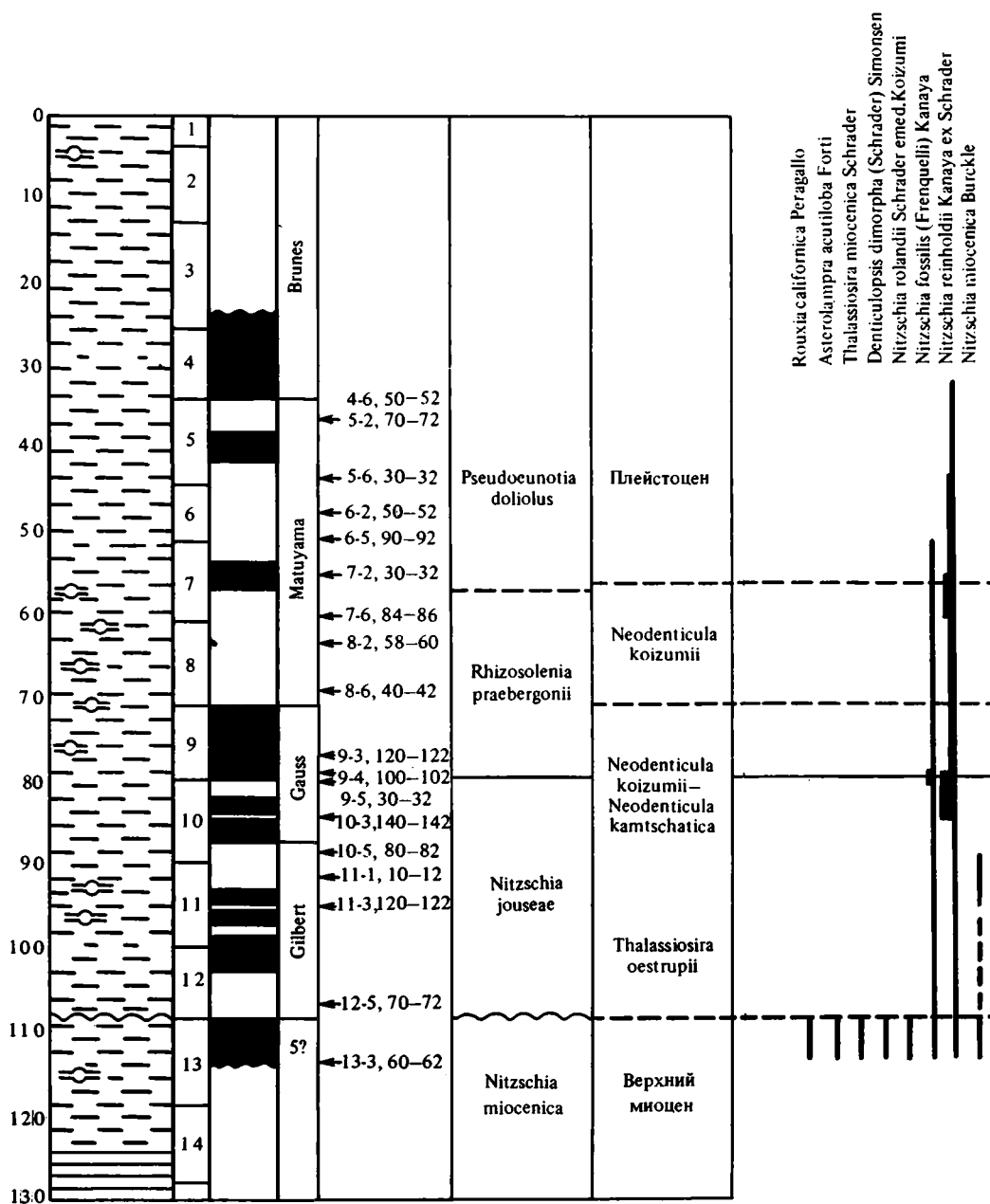
Зоны бореальной шкалы

Верхний миоцен

Зона *Rouxia californica* установлена в интервале 13-3 — 12-5 по присутствию видов-индексов *Neodenticula kamtschatica*, *Nitzschia pliocena*. Выше по разрезу имеется перерыв, так как в интервале 11-3 выделяется зона *Thalassiosira oestrupii* по наличию зонального вида и *Neodenticula kamtschatica*, а отложения зоны *Neodenticula kamtschatica* отсутствуют.

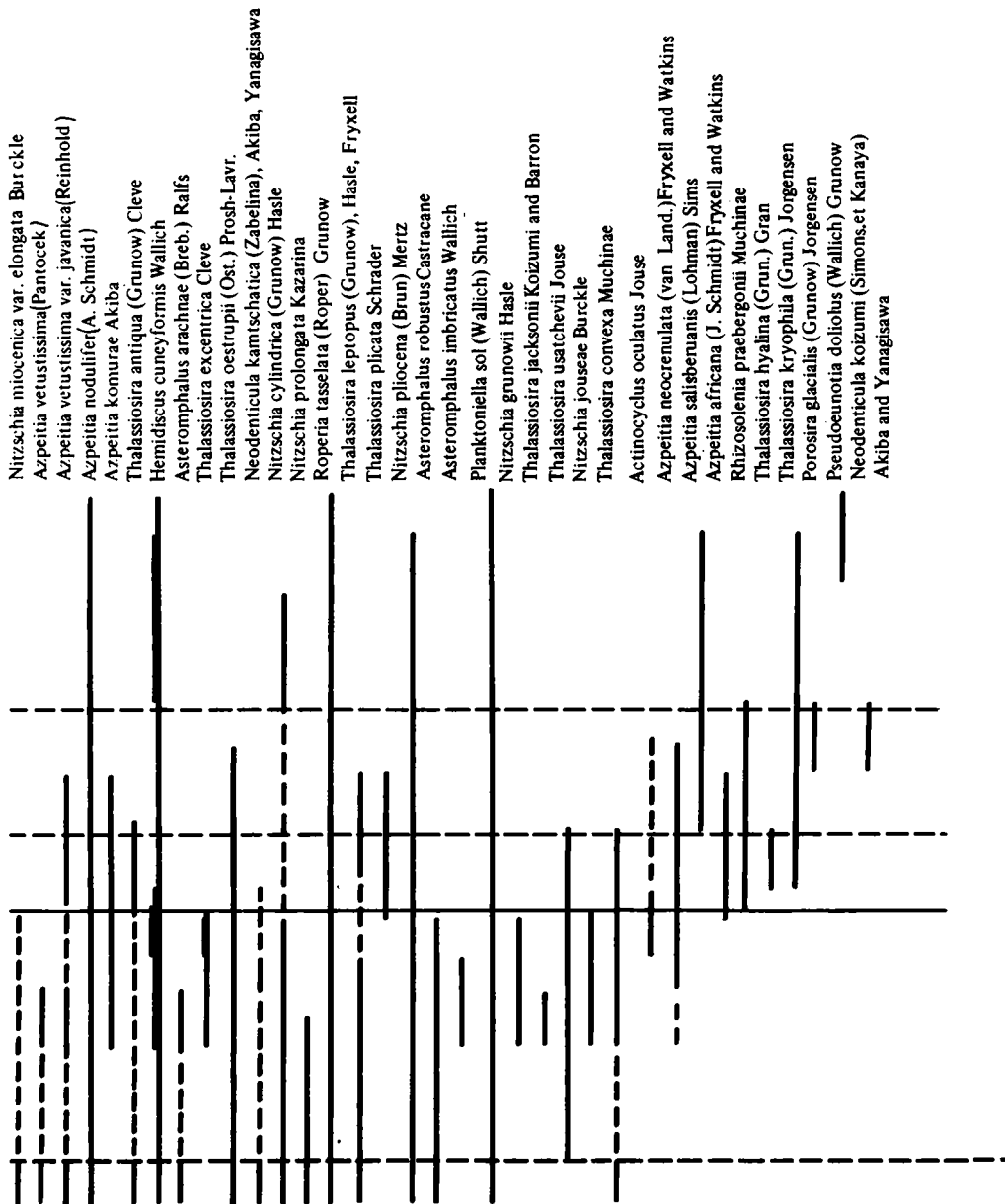
Таблица 9

Расчленение на зоны тропической и бореальной шкалы, корреляция с палеомагнитной шкалой и видовой состав диатомей (скв. 578)



Плиоцен

Зона *Neodenticula koizumi* — *Neodenticula kamtschatica* установлена в интервале 10-5 — 8-6 по присутствию *Puxidicula turris* var. *cylindricus* и *Neodenticula kamtschatica*.



Последняя зона плиоцена *Neodenticula koizumi* определена в интервале 8-2 — 7-2 по появлению *Ruxidicula horridus* и отсутствию *Neodenticula kamtschatica*.

Таким образом, в верхнем миоцене—плиоцене северной части тропической области четко выделяются все зоны тропической шкалы. Объем зон, как это показало сравнение с палеомагнитной шкалой, совпадает с объемом зон шкалы Л. Баркла в экваториальной области. Зоны бореальной шкалы удалось выделить по наличию зональных видов, но, поскольку эти виды присутствуют единично, границы между зонами проводятся достаточно условно.

По полноте комплекс северной части тропической зоны превосходит комплексы экваториальной зоны. В зоне *Nitzschia jouseae* это происходит за счет много-

численности космополитных видов родов *Coscinodiscus asteromphalus*, *radiatus*, *apiculatus*, *Actinocyclus curvatulus*, *ehrenbergii*, *Rhizosolenia barboi*, *styliformis*. К специфическим среднеширотным видам можно отнести *Nitzschia grunowii*, *pliocena*, *marina*, *cylindrica* (?) и некоторые *Thalassiosira*, встречающиеся единично. Кроме того, сохраняются виды, исчезнувшие в тропической области в позднем миоцене, в зоне *Nitzschia porteri*: *Azpeitia vetustissima* и *Az. vetustissima* var. *javanica*, или на границе миоцена—плиоцена: *Th. zabelinae* (*usatchevii*), *antiqua*, *Azpeitia komurae*. Нижняя часть зоны *Rhizosolenia praebergonii* представлена более богато за счет появления бореальных видов *Porosira glacilis*, *Thalassiosira kriophyla*, *hyalina*, выше количество диатомей резко сокращается. Кроме того, в обеих зонах присутствуют виды-индексы бореальной шкалы.

На поднятии Шатского скв. 47.1 и 305 расположены фактически на тех же широтах, что и скв. 578. Неогеновый разрез обеих скважин представлен карбонатными илами и начинается со среднего миоцена. Однако диатомей присутствуют только в плиоценовом интервале (керна 1—5 в обеих скважинах), радиолярии встречаются в верхней части миоцена. Диатомей в обеих скважинах полурастворены, в отдельных интервалах комплекс достаточно беден. Поэтому, хотя можно с полным основанием говорить о присутствии всех плиоценовых зон, однако границы между ними проводятся условно.

Комплекс зоны *Nitzschia miocenica* — *Thalassiosira convexa* с большой долей условности выделен в скв. 305 в интервале 5-3 и в скв. 47.1 в интервале 5-3 — 5-5. По составу он сходен с комплексом низов разреза скв. 578. Здесь найден важный стратиграфический вид *Bogorovia tutsunokuchiensis*, проявляющийся близ границы миоцена—плиоцена [Koizumi, 1985].

Выше этого комплекса в скв. 47.2 (3-4 — 5-2), 305 (4-1) диатомей редки и не содержат стратиграфических видов. Комплекс зоны *Nitzschia jouseae* выделен в скв. 305 (2-3 — 3-3), *Rhizosolenia praebergonii* — в скв. 47.2 (3-2), зона *Pseudoeunotia doliolus* — в скв. 305 (от 2-2), 47.2 (от 3-1). Зональные виды бореальной шкалы в обеих скважинах попадаются единично.

Строение и объем толщи, охарактеризованной диатомеями, в обеих скважинах поднятия Шатского такой же, как и в скв. 578. На маломощных отложениях самых верхов миоцена с размывом залегает плиоценовая толща, в которой наряду с преобладанием тепловодных диатомей встречаются зональные виды бореальной шкалы. Различия в составе комплекса определяются условиями захоронения, в карбонатных фациях комплекс обеднен в результате частичного растворения и карбонатного разбавления. В структуре комплекса наряду с тропическими видами имеются группа космополитных и нескольких бореальных, специфические среднеширотные (субтропические) виды могут быть найдены среди представителей родов *Nitzschia* и *Thalassiosira*, но они немногочисленны и недостаточно стратиграфичны.

Всю эту область следует рассматривать как северную окраину тропической, где происходило смыкание тропических и бореальных комплексов. С точки зрения корреляции зон бореальной и тропической шкал она представляет огромный интерес.

Таким образом, в пределах тропической области ложа Тихого океана неогеновые отложения расчленены по диатомеям на 18 зон. Хотя между западной, центральной и восточной областями экваториальной зоны существуют различия в составе комплекса, он сохраняет свою структуру, изучение изменений составных частей комплекса позволяет синхронизировать выделенные зоны. Единство комплекса сохраняется и при переходе от экваториальной к северо-тропической зоне. Поэтому одна и та же шкала может быть применена для всего региона. В восточной части региона ниже-среднемиоценовая зональность скоррелирована с зонами Дж. Баррона.

КОРРЕЛЯЦИЯ ЗОНАЛЬНЫХ ШКАЛ ПО ДИАТОМЕЯМ, РАДИОЛЯРИЯМ, НАННОПЛАНКТОНУ И ФОРАМИНИФЕРАМ И ВОПРОС О ПЕРЕРЫВАХ

Возрастной объем верхнемиоценовых—плейстоценовых подразделений был установлен путем привязки к палеомагнитной шкале [Bugckle, 1972]. Этот же метод Дж. Баррон [Barron, 1985b] использовал для уточнения возраста некоторых ниже-среднемиоценовых подразделений в скважинах рейса 85 б/с "Гломар Челленджер", где также велись палеомагнитные исследования.

Для скважин западной и центральной частей экваториальной области этот метод не может быть использован, так как отсутствует их палеомагнитная характеристика. Поэтому уточнение объема зон по диатомеям проводится путем корреляции с зональными шкалами по карбонатному планктону, которые для кайнозоя являются ортостратиграфическими, возрастной объем их подразделений известен лучше. Однако во многих случаях прямая корреляция осложняется из-за отсутствия диатомей в тех разрезах, где четко определен объем зон по карбонатному планктону, и сопоставление достигается только через зоны по радиоляриям.

Изучение диатомей в экваториальной зоне Тихого океана проводилось совместно с изучением радиолярий И.Е. Хохловой (Левыкиной), наннопланктона Н.Г. Музылевым, фораминифер В.А. Крашенинниковым. Материал рассматривался из одних и тех же скважин, отбирался из одних и тех же интервалов, а при выделении зональных подразделений использовались одни и те же критерии, поэтому точность корреляции зависела только от частоты отбора керна.

Глубоководные разрезы абиссальных равнин Центральнотихоокеанской впадины представлены более чем на 50% радиоляриевыми, реже диатомовыми илами (скв. 65, 166, 66, 575). В этих скважинах удалось провести корреляцию по радиоляриям и диатомеям для всего неогена, но корреляция с зонами по карбонатному планктону неполна. Вместе с тем в скважинах, где доминируют карбонатные фации (скв. 63.1, 64, 289), только радиолярии распространены по всему разрезу, диатомовый комплекс обеднен. Именно поэтому по диатомеям надежно удалось скоррелировать только среднемиоценовые подразделения, а для нижнего, верхнего миоцена и плиоцена установлено лишь несколько опорных уровней. Кроме того, вопрос об объеме некоторых зон осложнен из-за перерывов, признаки которых отмечаются нами почти во всех изученных скважинах.

Дж. Баррон и Г. Келлер [Barron, Keller, 1982, 1983] постулировали региональный характер перерывов в неогеновых отложениях Тихого океана и связь их с изменением палеоокеанологической обстановки. Уточнение региональной природы этих перерывов и их длительности еще впереди. Ниже при обсуждении корреляции отмечаются все интервалы, где имеются признаки перерывов: сокращение объемов зон, изменение соотношений между зональными подразделениями по различным группам планктона, переотложение из более древних толщ, плохая сохранность и растворение скелета карбонатных и кремневых организмов.

Рассмотрим возможности корреляции зональной шкалы по диатомеям с зональными шкалами по радиоляриям и наннопланктону, основываясь на анализе распределения зональных комплексов по всем группам в скв. 55, 63.1, 64, 289, 65, 66, 166, 575, частично уже опубликованном [Левыкина, 1986; Музылев, Радионова, 1987; Крашенинников и др., 1989].

Таблица 10

Корреляция зональных шкал неогена по фораминиферам, наннопланктону, радиоляриям и диатомеям
[Крашенинников и др., 1989]

	Фораминиферы	Наннопланктон		Радиолярии	Тропические диатомеи	Бореальные диатомеи
Плиоцен	<i>Globorotalia tosaensis</i>	<i>Discoaster brouweri</i>		<i>Pterocanium prismaticum</i>	<i>Rhizosolenia praebergonii</i>	<i>Neodenticula koizumi</i>
	<i>Globorotalia miocenica</i>				<i>Nitzschia jouseae</i>	<i>Neodenticula koizumi</i>
	<i>Globorotalia margaritae evoluta</i>	<i>Reticulofenestra pseudumbilica</i>		<i>Spongaster pentas</i>	<i>Thalassiosira convexa</i>	<i>Neodenticula kamtschatica</i>
Верхний миоцен	<i>Globorotalia tumida</i>	<i>Amaurolithus tricorniculatus</i>				<i>Thalassiosira oestrupii</i>
	<i>Globorotalia pseudotumida</i>			<i>Didymocyrtis penultima</i>	<i>Nitzschia miocenica</i>	<i>Neodenticula kamtschatica</i>
	<i>Globorotalia merotumida</i>	<i>Discoaster quinquenarius</i>				
		<i>Discoaster neohamatus</i>		<i>Didymocyrtis antipenultima</i>	<i>Nitzschia porteri</i> <i>Thalassiosira yabei</i> s.l.	<i>Rouxia californica</i> <i>Thalassionema schraderi</i> <i>Denticulopsis katayamae</i> <i>Denticulopsis dimorpha</i>
	<i>Globorotalia continuosa</i>	<i>Discoaster hamatus</i>				
Средний миоцен	<i>Globorotalia nepentes</i>	<i>Catinaster coalitus</i>		<i>Diartus pettersoni</i>	<i>Thalassionema</i>	
	<i>Sphaeroidinelopsis subdehiscens</i>	<i>Discoaster exilis</i>	<i>Discoaster kugleri</i>		<i>hirosakiensis</i>	<i>Thalassiosira yabei</i> s.s.
	<i>Globorotalia fohsi lobata</i>		<i>Coccolithus miopelagicus</i>			<i>Denticulopsis praedimorpha</i>
	<i>Globorotalia fohsi fohsi</i>			<i>Dorcadospir alata</i>	<i>Actinocyclus ellipticus</i>	<i>Denticulopsis nicobarica</i> s.s.
	<i>Globorotalia peripheroacuta</i>	<i>Sphaerolithus heteromorphus</i>			<i>Denticulopsis nicobarica</i> s.l.	<i>Denticulopsis hyalina</i>
	<i>Orbulina saturalis</i>					<i>Denticulopsis lauta</i>
Нижний миоцен	<i>Praeorbulina glomerosa</i>	<i>Helicosphaera ampliaperta</i>		<i>Calocyclus costata</i>	<i>Annelus californicus</i>	<i>Denticulopsis praelauta</i>
	<i>Globigerinatella insueta</i>					
	<i>Globigerinita stainforthi</i>	<i>Sphaerolithus belemnus</i>		<i>Stichocoris wolfii</i>	<i>Cestodiscus rapax</i>	<i>Crucidentacula kanayae</i>
	<i>Globigerinita dissimilis</i>					
	<i>Globigerinoides primordius</i> — <i>Globorotalia kugleri</i>	<i>Triquetrorhabdulus carinatus</i>	<i>Discoaster druggi</i>	<i>Stichocoris delmontensis</i>	<i>Actinocyclus barroni</i>	
				<i>Cyrtocapsella tetrapera</i>	<i>Bogorovia veniamini</i>	
	<i>Globorotalia kugleri</i>		<i>Discoaster dephlandrei</i>	<i>Licnocanoma elongata</i> <i>Calocyclus serrata</i> <i>Didymocyrtis prismaticus</i>	<i>Rocella vigilans</i>	

На рубеж олигоцена и миоцена в стратиграфической шкале по диатомеям приходится зона *Rocella vigilans*, а по радиоляриям — зона *Lychnocanoma elongata* (с подзонами А, В). В скв. 65, 289 верхние границы этих двух зон совпадают, а в скв. 66, 166 кровля зоны *Rocella vigilans* примерно совпадает с границей между подзонами А, В радиоляриевой зоны *Lychnocanoma elongata* (рис. 7). Эти сравнительно небольшие расхождения объясняются постепенностью смены диатомей и радиолярий на границе олигоцена и миоцена. В карбонатных фациях фораминиферовая зона *Globorotalia kugleri* соответствует подзоне В зоны *Lychnocanoma elongata* по радиоляриям, а подзона А этой зоны находится в пределах зоны *Globigerinoides primordius* — *Globorotalia kugleri* по фораминиферам (табл. 10). По наннопланктону граница подзон *Discoaster deflandrei* и *Discoaster druggi* зоны *Triquetrorhabdulus carinatus* в скв. 289 совпадает с кровлей зон *Lychnocanoma elongata* (радиолярии) и *Rocella vigilans* (диатомей) [Музылев, Радионова, 1987].

Объемы зон *Bogorovia veniamini* (диатомей) и *Cyrtocapsella tetrapera* в скв. 65, 166 и, очевидно, 289 идентичны и находятся в пределах зоны *Globigerinoides primordius* — *Globorotalia kugleri* (фораминиферы) и подзоны *Discoaster druggi* (наннопланктон).

Границы зон *Actinocyclus barroni* (диатомей) и *Stichocorys wolfii* (радиолярии) в скв. 65, 166 совпадают, а в скв. 289 зона *Actinocyclus barroni* отвечает и базальным слоям зоны *Stichocorys wolfii* (радиолярии). В карбонатных осадках скв. 289, 64, 55 лежащая выше радиоляриевая зона *Stichocorys delmontensis* коррелируется с верхней частью зоны *Globigerinoides primordius* — *Globorotalia kugleri* и низами зоны *Globigerinita dissimilis* (фораминиферы) и верхней частью подзоны *Discoaster druggi* (наннопланктон).

Границы зоны *Cestodiscus* гарах (по диатомеям) в скв. 65 практически занимают то же положение, что и границы зоны *Stichocorys wolfii* (по радиоляриям), а в скв. 166 можно говорить о соответствии подошвы этих зон (выше пропуск в отборе керна). В карбонатных осадках скв. 289, 55, 64 радиоляриевая зона *Stichocorys wolfii* коррелируется с верхней частью зоны *Globigerinita dissimilis* и зонами *Globigerinita stainforthi* и *Globigerinitella insueta* — *Globigerinoides trilobus* (фораминиферы); в ее пределах находится зона *Sphenolithus belemnus* (наннопланктон).

Нижняя граница диатомовой зоны *Annelus californicus* в скв. 65 близко совпадает с таковой радиоляриевой зоны *Calocycletta costata*. В карбонатных осадках скв. 55, 64, 289 объем зон *Calocycletta costata* (радиолярии) и *Præorbulina glomerata* (фораминиферы) точно совпадает; этому интервалу отвечает нижняя часть зоны *Sphenolithus heteromorphus* (наннопланктон).

Совпадение верхних границ зон *Annelus californicus* *Calocycletta costata* наблюдалось в скв. 63.1 (9-5) (см. рис. 7), а в остальных скважинах это соответствие устанавливается со значительной долей условности. К этому интервалу в скв. 166, 65, 289 приурочены размывы. В скв. 65 признаки размыва — переотложение, выпадание характерных видов — отмечаются на обеих границах зоны *Calocycletta costata*. По диатомеям в этой скважине не удалось провести границу между зонами *Annelus californicus* и *Denticulopsis nicobarica*. Обеднение комплексов обеих зон наблюдается и в скв. 289 (51—54), радиолярии в этом интервале частично растворены, а по наннопланктону вследствие растворения и, возможно, перемешивания (нулевая седиментация?) трудно разделить комплексы зон *Sphaenolithus heteromorphus* и *Helicosphaera ampliaperata*.

Ранее считалось [Burckle, 1978], что появление *Annelus californicus* (диатомей) синхронно с уровнем развития рода *Orbulina* (*O. suturalis*), на основании чего это событие рассматривалось среднемиоценовым. Затем было показано более

раннее появление этого вида [Barron, 1981a]. В нашем материале *Annelus californicus* известен с основания зоны *Pracorbulina glomerosa* (фораминиферы) и зоны *Calocycletta costata* (радиолярии), которыми обычно заканчивается нижний миоцен.

Средний миоцен

В скв. 65, 66, 166 Центральнотихоокеанской котловины наблюдается хорошее совпадение границ зональных подразделений по радиоляриям и диатомеям: зоны *Denticulopsis nicobarica* и *Actinocyclus ellipticus* по диатомеям соответствуют зоне *Dorcadospyris alata* по радиоляриям. В карбонатных осадках скв. 63, 289 кровля зоны *Dorcadospyris alata* расположена несколько ниже кровли зоны *Actinocyclus ellipticus*, но кремневый планктон здесь обеднен. В скв. 289, 64, 55 зона *Dorcadospyris alata* (радиолярии) коррелируется с зонами *Orbulina suturalis*, *Globorotalia peripheronda*, *Globorotalia peripheroacuta*, *Globorotalia fohsi fohsi*, *Globorotalia fohsi robusta* (планктонные фораминиферы), а также с верхней частью зоны *Sphenolithus heteromorphus*, зоной *Helicosphaera ampliaperita* и подзоной *Coccolithus miopelagicus* (наннопланктон).

В пелагических осадках Центральнотихоокеанской впадины (скв. 65, 66) границы зоны *Thalassionema hirosakiensis* (диатомей) и зоны *Diartus petterssoni* (радиолярии) совпадают. В карбонатных отложениях скв. 289, 63 эти соотношения менее очевидны. Во всяком случае, зона *Thalassionema hirosakiensis* находится внутри интервала зоны *Diartus petterssoni*. В скв. 289, 64 зона *Diartus petterssoni* (радиолярии) сопоставляется с зонами *Sphaeroidinellopsis subdehiscens* — *Globigerina druryi*, *Globigerina nepenthes* — *Globorotalia siakensis* и *Globorotalia continuosa* (возможно, только нижняя часть) по фораминиферам, подзоной *Discoaster kugleri*, зонами *Catinaster coalitus* и *Discoaster hamatus* (частично) по наннопланктону.

Верхние границы зон *Thalassionema hirosakiensis* и *Cannartus petterssonii* примерно совпадают в Центральнотихоокеанской и Восточно-Каролинской впадинах, однако в Восточно-Каролинской впадине верхняя граница зоны *Catinaster coalitus* по наннопланктону проходит ниже границы обеих зон по кремневому планктону. По-видимому, эти расхождения связаны с перерывом, приуроченным к верхней границе подразделений, рассмотренных выше.

Помимо нестабильного положения границ зон по разным группам планктона, эти перерывы проявляются в отсутствие характерных реперных видов (скв. 65) и переотложений (скв. 166). Наименее значителен перерыв близ верхней границы зоны *Thalassionema hirosakiensis* проявился в скв. 166.1, однако и здесь *Thalassiosira burckliana* появляется с основания зоны *Thalassiosira yabei*, хотя Л. Баркл [Burckle, 1972] связывал ее появление с верхней частью этой зоны.

Наличие двух перерывов в верхней части среднего миоцена было показано Дж. Барроном и Г. Келлер [Barron, Keller, 1983]. По материалам рейса 85 объем этих перерывов в Восточно-Тихоокеанской впадине был уточнен путем корреляции с палеомангнитной шкалой: в скв. 573, 574, 575 первый перерыв охватывает интервал 12,0—11,4, второй — 10,5—9,8 млн лет. По-видимому, с востока на запад экваториальной зоны объем этих перерывов меняется, что связано с уменьшением либо времени перерыва, либо глубины размыва, соответствующего этому перерыву.

Верхний миоцен

Соотношение радиоляриевых зон с зональными подразделениями по известковому планктону устанавливается в скв. 289, 64. Зоны *Didymocyrtis antepenultima* и *Didymocyrtis penultima* соответствуют верхней части зоны *Globorotalia continuosa* и зоне *Globorotalia merotumida* по фораминиферам, верхней части зоны *Discoaster hamatus*, зоне *Discoaster neohamatus* и низам зоны *Discoaster quinquaramus*

по наннопланктону. Зона *Stichocorys peregrina* сопоставляется с зоной *Globorotalia plesiotumida* и низами зоны *Globorotalia tumida* по фораминиферам.

В верхнем миоцене зоны по диатомеям выделяются только в глубоководных фациях, поэтому корреляция с зонами по карбонатному планктону осложнена. Совпадение границы зоны *Stichocorys peregrina* по радиоляриям и *Thalassiosira conveha* по диатомеям прослежено в Восточно-Тихоокеанской котловине в скв. 575 (2-4) и в Центральнотихоокеанской впадине в скв. 66.1 (4-1), 65 (3-2). В скв. 166 мощность верхнемиоценовых отложений сокращается, комплексы зон смешаны.

В карбонатных фациях Восточно-Каролинской впадины диатомеи в верхнем миоцене отсутствуют. Границы зон *Ommatartus penultimus* по радиоляриям и *Discoaster quinquegatus* по наннопланктону совпадают в скв. 289 (интервал 27).

Плиоцен

В плиоцене резко выделяются уровни совпадения нижних границ зон *Pterocanium prismaticum* — *Nitzschia jouseae* — *Discoaster brouweri*. Он прослежен в скв. 575 (2-3), 66.1 (2-4), 289 (6-4). Резкость совпадения этой границы, по-видимому, обусловлена размывом. В скв. 66.1 отмечено более позднее появление зонального вида и сокращение объема зоны *Nitzschia jouseae*.

В скв. 575, по данным Дж. Баррона, глубина размыва в основании зоны *Nitzschia jouseae* соответствует 1,3 млн лет. В скв. 289 размыв в основании зоны *Nitzschia jouseae* фиксируется по появлению переотложенного комплекса.

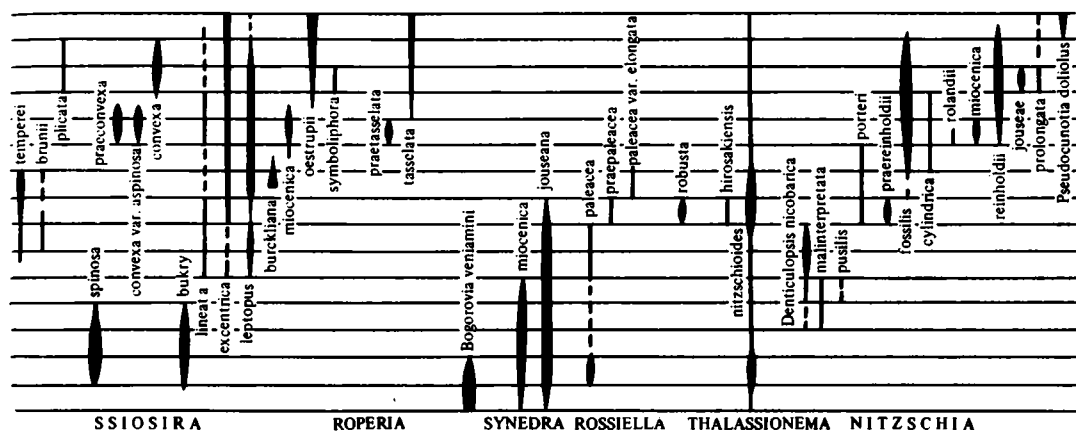
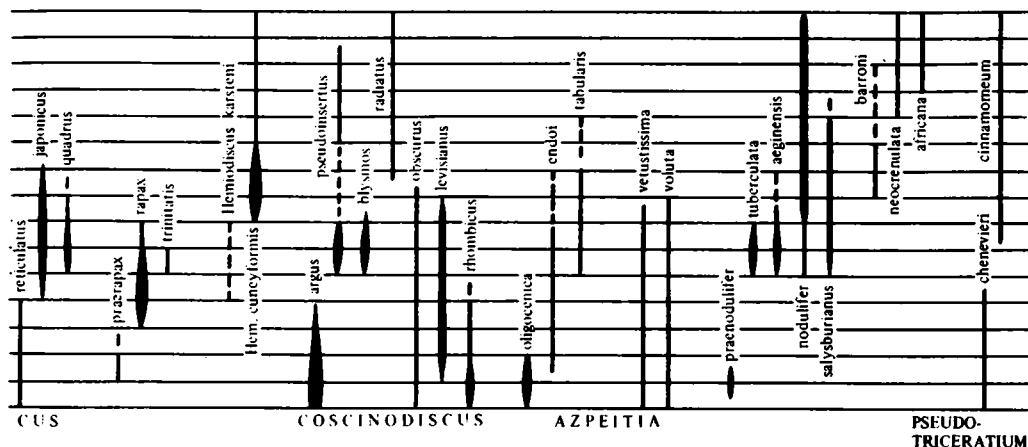
Результаты сопоставления зональных подразделений по четырем группам планктона представлены в табл. 10. Наблюдается хорошая синхронность большинства зональных подразделений нижнего—среднего миоцена по кремневому планктону, но точность совпадения границ обусловлена детальностью отбора керн. Соответствие зональных подразделений по диатомеям, наннопланктону и фораминиферам устанавливается для среднего миоцена. Материалы по верхнему миоцену и плиоцену позволяют наметить лишь некоторые уровни корреляции по разным группам планктона. Однако нередко уровни, где совпадают границы, связаны с перерывами. Часть из них установлена достаточно четко, имеет региональный характер и отмечалась ранее [Baggon, 1985].

Нами подтверждены зафиксированные ранее перерывы на границе среднего и верхнего миоцена и в середине плиоцена. Они осложняют: 1) верхние границы зон *Cannartus petterssonii* — *Thalassionema hirosakaensis* — *Catinaster coalitus* на границе среднего и верхнего миоцена; 2) основание зон *Pterocanium prismaticum* — *Nitzschia jouseae* — *Discoaster brouweri* в середине плиоцена. Существование перерывов на границе нижнего и среднего миоцена, в основании зоны *Annelus californicus*, и близ нижней границы зоны *Thalassionema hirosakiensis* требует дальнейшего изучения.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ДИАТОМОВОЙ ФЛОРЫ В НЕОГЕНЕ ТРОПИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучая ископаемые диатомеи, надо отдавать себе отчет, что мы имеем дело только с частью планктонной ассоциации, сохранившейся в осадке и представленной диатомеями с наиболее окремненными панцирями. Увеличение количества створок диатомей в осадке свидетельствует прежде всего о более благоприятных



структурных преобразований диатомовой ассоциации. Структура неогеновой ассоциации рассматриваемой на родовом уровне, представлена на рис. 8. Особенности изменения ассоциации в течение неогена сводятся к следующему.

Ранний миоцен

Начало миоцена знаменуется значительным обновлением комплекса. В основании зоны *Bogorovia veniamini* появляются представители родов *Rossiella*, *Actinocyclus* и *Thalassiosira*.

Хотя первые актиноциклы относят к олигоцену [Bukry, 1973], заметную роль этот род начинает играть с основания миоцена, когда появляется группа *Actinocyclus hajosiae*. Виды этой группы имеют черты строения как рода *Actinocyclus*, так и рода *Cestodiscus* и по морфологическим особенностям сходны с группой *Cestodiscus praerapax*, первый представитель которой *Cestodiscus praerapax* появляется одновременно с *Actinocyclus hajosiae*, *radionovae*, *mutabilis* в основании зоны *Bogorovia veniamini*. Вопрос об эволюционных связях

внутри рода *Thalassiosira* более сложен. В верхах олигоцена в зоне *Rocella vigilans* появляется *Thalassiosira primalabiata*, вид, по-видимому, не имеющий кольца выростов с опорами по краю створок. Его систематическое положение дискуссионно. С основания раннего миоцена фиксируется несколько настоящих таллассиозир, каждая из которых достаточно морфологически обособлена: *Th. fraga*, *spinosa*, *bukry*, *leptopus praeyabei*. Все эти виды, сохраняя морфологическую устойчивость, прослеживаются до конца раннего миоцена. В среднем и позднем миоцене появляются новые виды, наследующие морфологические черты каждого из них. Это дает основание выделить пять групп: *Thalassiosira fraga*, *spinosa*, *bukry*, *leptopus*, *yabei*. Фактически в нижнем миоцене сформированы уже все группы таллассиозир, присутствующие в неогене тропической зоны, за исключением группы *Thalassiosira burckliana*, но никаких морфологических связей между ними не обнаружено.

К переходным слоям между олигоценом и миоценом относится увеличение количества створок рода *Azpeitia*, который совсем недавно был выделен из рода *Coscinodiscus* [Fryxell et al., 1988]. Самые древние представители известны из эоцена. От этой группы в олигоцене—раннем миоцене сохраняется только *Az. oligocenica*. Представители двух более молодых групп *Azpeitia voluta* и *Azpeitia nodulifer* отличаются от более древней и друг от друга по строению пояска. Группа *Azpeitia voluta* известна с олигоцена (появление *Az. vetustissima*) и доминирует в течение раннего миоцена. Расцвет второй группы относится к среднему миоцену. Близ кровли зоны *Bogorovia veniamini* исчезает род *Bogorovia*.

В вышележащих отложениях нижнего миоцена резко доминируют представители родов *Actinocyclus* и *Cestodiscus*, причем преобладание первого больше свойственно зоне *Actinocyclus barroni*, где появляются последние виды группы *Actinocyclus hajosiae*, а второго — вышележащей зоне *Cestodiscus rapax*. Характерно, что наряду с представителями группы *Cestodiscus* рапах довольно большое распространение получают виды, составлявшие ядро комплекса цестодискусов в раннем олигоцене: *Cestodiscus parmula*, *coronatus*, *reticulatus*, *muchinae*. Их количество особенно возрастает в верхах раннего миоцена, затем они вымирают.

В конце раннего миоцена более широкое распространение получают представители палеогеновых родов *Craspedodiscus* (*Cr. coscinodiscus*, *elegans*) и *Pseudotriceratium* (*P. shenevieri*). В начале среднего миоцена в обоих родах фиксируются новые виды: *Craspedodiscus umbonatus*, *asteroides*, *Pseudotriceratium cinnamomeum*.

К верхней части раннего миоцена относится распространение двух новых родов пеннатных диатомей — *Nitzschia* и *Denticulopsis*, играющих важную роль в стратиграфии верхнего миоцена—плиоцена. *N. malinterpretaria*, *D. nicobarica* появляются в зоне *Cestodiscus rapax*, *N. pusilla*, *extincta* — в зоне *Annelus californicus*.

К зоне *Annelus californicus* приурочено широкое распространение группы *Cestodiscus coronatus*. Для всех пяти видов этой группы характерны большая специализация элементов ультраструктуры, чем у более ранних представителей этого рода, и появление ложного узелка. К этому же уровню относится возникновение ромбически-эллиптического *Cestodiscus replem*. Вместе с генетически связанным с ним *Cest. moroniensis* этот вид образует самостоятельную группу *Cestodiscus replem*, которая имеет общие черты с группой *Actinocyclus ellipticus*. Круг переходных форм приведен на табл. VI.

Доминантами переходного комплекса являются *Coscinodiscus blysmos* и *pseudoinsertus*, крупноареолированные виды с массивной створкой. Первоначально они были отнесены к *Cos. praeyi* и *decretenoides* [Fenner, 1978] — видам, характерным для палеогена. И хотя им даны теперь другие названия [Baron, 1983, Казарина, 1978], отличия их от массивных эоценовых *Coscinodiscus* не выяснены.

Видом-индексом этих отложений является *Annelus californicus* — представитель монотипного рода, интервал распространения которого ограничен переходными слоями между нижним и средним миоценом.

Таким образом, своеобразие верхов раннего и низов среднего миоцена, с одной стороны, в присутствии элементов, придающих комплексу "палеогеновый" облик, а с другой — в распространении молодых пеннатных родов *Nitzschia* и *Denticulopsis*.

Средний миоцен

В нижней части среднего миоцена основное видообразование происходит в родах *Actinocyclus*, *Thalassiosira*, *Azpeitia*. В роде *Actinocyclus* на смену группе *Act. hajosiae* приходит группа *Act. ellipticus*. В группе *Thalassiosira* *fraga* возникает *Th. tarpanae*, по-видимому, генетически связанная с *Th. fraga*. В группе *Thalassiosira* *yabei* появляются несколько видов с тангентальной волнистостью, наследующих признаки *Th. praeyabei*. К ним относятся *Th. yabei*, *temperi*, *brunii*. Среди *Azpeitia* доминирует группа *Azpeitia nodulifer* (*Azp. aeginensis*, *nodulifer*). Наибольшую численность имеет *Azp. neotuberculata* с характерными бугорками — выходами двугубых выростов на наружной стороне створки. К нижней части среднего миоцена относится и первое появление рода *Hemidiscus* (*H. karstenii*).

С середины среднего до начала позднего миоцена происходит значительное сокращение состава диатомей, появление видов с коротким интервалом распространения, также исчезающих в конце этого отрезка времени. Можно выделить три основных уровня, с которыми связано вымирание: нижняя и верхняя границы зоны *Thalassiosira hirosakiensis* и середина зоны *Thalassiosira yabei*. На этот интервал приходится исчезновение большинства видов, сохранившихся с олигоцена: *Synedra jouseana*, *Craspedodiscus coscinodiscus*, *Coscinodiscus levisianus*, а также *Rossiella paleacea* и *Denticulopsis nicobarica*, известных с раннего миоцена.

Вымирает большинство представителей рода *Cestodiscus* — *rapax*, *pulchellus* var. *maculatus*, *kugleri* — на границе зоны *Actinocyclus ellipticus* и *Thalassionema hirosakiensis*; а *Cestodiscus pulchellus*, *peplum*, *intersectus*, *quadrus* — близ границы зоны *Thalassionema hirosakiensis* и *Thalassiosira yabei*. Лишь только два вида — *Cest. stokesianus* и *moroniensis* — встречаются в верхнем миоцене.

В зоне *Thalassionema hirosakiensis* в исчезающих родах возникают последние, коротко живущие виды: *Cest. peplum* сменяется на *Cest. moroniensis*, *Rossiella paleacea* дает разновидность *Ros. paleacea* var. *elongata* и *Ros. praepaleacea*.

Резко увеличивается численность группы пликатных *Thalassiosira*: зоны *Thalassionema hirosakiensis* и *Thalassiosira yabei* — время их расцвета, фиксируются новые виды *Th. brunii*, *loeblichii*. К зоне *Thalassiosira yabei* относится появление новой и последней в тропической области группы *Thalassiosira burckliana*, развивающейся в позднем миоцене и плиоцене. В роде *Azpeitia* на смену доминировавшей группе *Azpeitia nodulifer* приходит группа *Azpeitia crenulata*.

В комплексе зоны *Thalassionema hirosakiensis* резко доминирует *Th. nitzschoides*, появляются *Th. hirosakiensis* и *th. robusta*. С основания позднего миоцена наблюдается увеличение темпов видообразования рода *Nitzschia*. Другой доминантной зоны *Thalassionema hirosakaensis* становится *Hemidiscus cuneiformis*.

Поздний миоцен

В конце среднего—начале позднего миоцена полностью исчезают четыре рода диатомей: *Craspedodiscus*, *Rossiella*, *Cestodiscus*, *Mediaria* и более 35 видов других родов. В середине позднего миоцена в зоне *Nitzschia porteri* в комплексе

сохраняется не более 20 видов. Доминантами становятся рода *Thalassiosira* и *Nitzschia*.

Значительное обновление комплекса совпадает с концом раннего миоцена. Новые виды *Thalassiosira* относятся к двум группам: *Th. spinosa* и *Th. burckliana*. Представители первой резко доминируют в комплексе (*Th. praeconveха*, *Th. conveха*). Представитель второй группы, *Th. miocenica*, в зоне *Nitzschia porteri*, по-видимому, непосредственно сменяет *Th. burckliana*. По численности видов второе место в комплексе занимает род *Nitzschia* (*miocenica*, *reinholdii*, *fossilis*, *marina*). Увеличивается число видов рода *Asteromphalus* за счет появления *Ast. imbricatus*, *robustus*.

Плиоцен

В низах плиоцена (в зоне *Thalassiosira conveха* и *Nitzschia jouseae*) вымирают последние представители древних родов *Asterolampra*, *Bogorovia* (*Ast. acutiloba*, *affinis*, *B. tutsunoshukaensis*). Последняя вспышка видообразования в позднем плиоцене (основание зоны *Nitzschia jouseae*) связана с родами *Nitzschia* (*N. jouseae*, *prolongata*) и *Asteromphalus*. На этом уровне появляется около 10 новых видов.

Основные рубежи, на которых происходят изменения структуры тропического диатомового комплекса, коррелируются с рубежами изменений родового состава других планктонных сообществ и примерно соответствуют границам подразделов неогена [Krasheninnikov et al., 1989].

При переходе от олигоцена к миоцену изменение ассоциации фораминифер происходит в основании зон *Globigerinoides premordius* — *Globorotalia kugleri* (появление рода *Globigerinoides* и группы новых видов). Для кремневого планктона такие изменения прослеживаются позднее — в начале радиоляриевой зоны *Cyrtocapsella tetrapera* (появление рода *Cyrtocapsella*) и в основании диатомовой зоны *Bogorovia veniamini* (значительное увеличение роли родов *Actinocyclus*, *Thalassiosira*, *Azpeitia*). В верхах раннего миоцена преобразования комплексов кремневого планктона обнаруживаются близ нижней границы радиоляриевой зоны *Calocyclus costata* (развитие родов *Linopera*, *Phormostichocartus*, *Eucyrtidium*) и диатомей зоны *Annelus californicus* (появление родов *Nitzschia* и *Denticulopsis*). Эта граница совпадает с основанием фораминиферовой зоны *Praeorbulina glomerata* (появление рода *Praeorbulina*). Однако главные изменения фораминиферовой ассоциации происходят позднее, в основании зоны *Orbulina saturalis* (широкое распространение представителей родов *Orbulina*, *Biorbulina*, *Sphaeroidinellopsis*).

Крупные структурные преобразования планктонной ассоциации на границе среднего—верхнего миоцена начинаются с кремневых организмов близ основания радиоляриевой зоны *Diartus petterssonii* (исчезновение рода *Darcadospiris*, появление рода *Diartus*) и диатомовой зоны *Thalassionema hiroakiensis* (исчезновение родов *Rosella*, *Craspedodiscus*). Преобразование состава комплекса в обеих группах продолжается и в низах позднего миоцена — зоны *Didymocyrtis antepenultima* (радиолярии), *Thalassiosira yabei* (тропические диатомей), *Denticulopsis dimorpha* (бореальные диатомей).

Таксономический состав тропических диатомей сокращается более чем в 3 раза по сравнению со среднемиоценовой ассоциацией, у бореальных диатомей формируется новая неритическая ассоциация.

При переходе от миоцена к плиоцену наиболее ранние изменения диатомей тропических и бореальных отмечены в зонах *Nitzschia miocenica* (появление родов *Roperia*, *Planktoniella*) и *Neodenticula kamtschatica*. Изменения радиоляриевой ассоциации наблюдаются от основания зоны *Stichocorys peregrina* (исчезновение рода *Calocyclus*), а фораминиферовой ассоциации — в основании зоны *Globorotalia marginatae evoluta*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Распространение диатомовых илов в тропической области Тихого океана в неогене соответствует их современной локализации: двумя прерывистыми полосами они тянутся вдоль экватора и в северной части тропической области. Северная полоса сливается с бореальной зоной кремненакопления. Расположение зон кремненакопления обусловлено характером распределения водных масс и приурочено к границам бореального и тропического циклонического круговоротов с субтропическим антициклоническим. При этом большая часть тропической области, расположенная внутри антициклонического круговорота, оставалась непродуктивной. Здесь кайнозойские осадки размывались придонными течениями тем интенсивнее, чем ближе они находились к оси круговорота (зоне конвергенции).

Вся рассматриваемая область в неогене соответствовала тропической водной массе, что обусловило близкий состав диатомовой флоры; при расчленении осадков это позволило использовать единую зональную шкалу по диатомеям.

В течение неогена, как и ныне, существовали региональные различия в составе диатомовых комплексов и характере кремненакопления восточных, центральных и западных районов экваториальной зоны. Комплексы восточных районов включают больше элементов умеренной флоры. Появление некоторых видов родов *Thalassiosira*, *Nitzschia*, *Denticulopsis* в восточных районах происходит раньше, чем в западных и центральных; для родов *Craspedodiscus*, *Cestodiscus* установлено обратное соотношение. С начала неогена диатомовые илы накапливались только в Восточно-Тихоокеанской котловине, далее к западу они менялись радиоляриевыми. Перелом в характере кремненакопления приурочен к границе среднего и позднего миоцена. В позднем миоцене—плейстоцене интенсивность кремненакопления возрастает в Восточно-Тихоокеанской котловине, уменьшается в Центральнотихоокеанской и прекращается в области Микронезии. К позднему миоцену относится и появление диатомей в осадках северной части тропической области. Эти изменения обусловлены как тектоническими, так и океанологическими перестройками и коррелируются с началом формирования Полярного фронта.

На родовом уровне рассмотрена структура тропического неогенового комплекса. В составе родов *Actinocyclus*, *Asteromphalus*, *Azpeitia*, *Cestodiscus*, *Coscinodiscus*, *Thalassiosira* выделены морфологические группы, смена которых в течение неогена определяла динамику комплекса.

Наиболее значительные изменения в составе диатомей приурочены к низам миоцена (зона *Bogorovia veniamini*), когда развитие получили роды *Actinocyclus*, *Azpeitia*, *Rossiella*, *Thalassiosira*; к верхам раннего—низам среднего миоцена (зоны *Annelus californicus* — *Denticulopsis nicobarica*), когда доминировали наиболее тепловодные элементы комплекса; к верхам среднего—началу позднего

миоцена (зоны *Thalassionema hirosakiensis* — *Thalassiosira yabei*), когда вымерли многие древние роды и развитие получили апвеллинговые элементы комплекса; к концу позднего миоцена (зона *Nitzschia miocenica*), когда сформировался современный облик комплекса, в котором главная роль принадлежит родам *Thalassiosira*, *Nitzschia*, *Asteromphalus*.

Этапы изменения диатомового планктона в неогене совпадают с этапами изменения комплексов фораминифер, наннопланктона и радиолярий и соответствуют моментам наиболее значительных океанологических изменений в неогене: усилению водной циркуляции в экваториальной зоне в начале раннего миоцена, общему потеплению в конце раннего—начале среднего миоцена, изменению характера циркуляции и формированию современной структуры субтропического круговорота на рубеже среднего и позднего миоцена, установлению Полярного фронта в конце позднего миоцена.

ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Система диатомовых водорослей в настоящее время находится в состоянии переработки. Классификация Ф. Шютта [Schütt, 1896], долгие годы использовавшаяся большинством диатомологов, не соответствует современному уровню знания. Благодаря изучению диатомей в электронном микроскопе возникли новые идеи их классификации [Ross, Sims, 1973; Simonsen, 1979], ставившие на первое место тонкое строение ареол и характер микровыростов. Сочетание ультраструктуры и структуры панциря положено в основу дальнейших классификаций [Николаев, 1984; Диатомовые..., 1988]. Поскольку переизучение диатомей современными оптическими и биологическими методами продолжается, все варианты классификаций существуют как предварительные. В этой книге иерархия таксонов ведется только от уровня семейств, для которых в основном используется классификация, принятая в монографии "Диатомовые водоросли СССР" [1988].

При составлении раздела перед автором стояли две задачи: дать палеонтологическое описание главных компонентов комплекса, обуславливающих изменение его структуры в течение неогена, и показать разнообразие тропической ассоциации, мало знакомой специалистам нашей страны.

Структура комплекса достаточно хорошо выявляется на родовом уровне. Поэтому для решения первой задачи были подробно изучены характерные виды родов *Actinocyclus*, *Cestodiscus*, *Azpeitia*, *Coscinodiscus*, *Thalassiosira*, *Asterolampra*, *Asteromphalus*, являющихся основой тропических неогеновых комплексов. В пределах каждого рода были выделены морфологические группы видов, объединенных общими признаками и имеющих общие особенности развития. Объединяющими признаками явились структура загиба, характер выпуклости панциря, особенности строения центра створки. Несколько морфологических групп одного рода могли существовать одновременно, но нередко сменяли друг друга во времени. Название группе давалось по наиболее древнему представителю. Все данные об особенностях морфологии групп и их стратиграфической приуроченности приводятся при описании каждого рода.

Часть видов родов *Coscinodiscus* и *Thalassiosira* в последние годы подверглась ревизии, были переизучены по типовому материалу в сканирующем микроскопе G. Hasle, P. Sims, Frixell, F. Akiba и др. В тех случаях, когда наши наблюдения ничего не добавляют к данным этих исследователей, для характеристики видов приводится фотография и дается ссылка на полное описание. Однако большинство видов ниже-среднемиоценового комплекса не переизучалось с середины прошлого века. Их описание не соответствует современному уровню, а систематическое положение нуждается в ревизии. Поэтому в описаниях представителей родов *Actinocyclus*, *Asteromphalus*, *Craspedodiscus*, *Thalassiosira* внесены дополнения, а все представители рода *Cestodiscus* переописаны. Пеннатные

диатомей родов *Synedra*, *Nitzschia*, *Thalassionema* играют существенную роль в структуре тропических комплексов. Однако использованная техника и ограниченность материала не позволили разобраться в тонкостях морфологии этих родов. Их изучение впереди. Для остальных видов тропического комплекса приводятся изображения на фототаблицах и даются ссылки на те описания, которые использовались при их определении.

Изучение морфологии диатомей проводилось с помощью светового микроскопа NU-2 Zeiss и электронных микроскопов Cambridge (оператор Н.Д. Серебренникова) и MSM-2 (оператор Д.М. Чижев). Подготовка фотоматериалов осуществлена И.В. Зенякиной.

В раздел включены описания 196 видов, 17 родов, отнесенных к 9 семействам, 2 новых видов и 2 новых варьететов.

СЕМЕЙСТВО HEMIDISCACEAE HENDEY, EMED. SIMONSEN

Общими признаками для представителей семейства является наличие ложного узелка (псевдонодуля) и круга прикраевых лабиатных (двугубых) выростов грибовидной формы. В океанических отложениях тропического неогена встречено 4 рода, принадлежащих этому семейству: *Actinocyclus*, *Cestodiscus*, *Hemidiscus*, *Roperia*. Вопрос о самостоятельности рода *Cestodiscus* и независимости его от рода *Actinocyclus* разбирался в отдельной статье [Радионова, 1985].

Род *Actinocyclus* Ehrenberg

Род *Actinocyclus* является типичным представителем семейства Hemidiscaceae. Характеристика рода дана в табл. 11.

С точки зрения эволюции рода интересно строение ложного узелка. У древних видов он крупнее и с внутренней стороны створки имеет широкое воронковидное отверстие. У молодых видов он уменьшается в размерах, приобретает утолщение (оперкуляцию) по краю и ареолированную мембрану с внутренней стороны створки. Возникновение рода *Actinocyclus* относят к основанию миоцена [Jouse, 1978], так как к этому времени появляются виды с ложными узелками, но не исключено, что возникновение узелка происходит неодновременно с появлением рода. Имеются указания на присутствие *Act. ehrenbergii* в олигоцене [Глезер, 1967; Bukry, 1973], на приводимых фотографиях ложный узелок не виден. Нами выделен новый вид *Act. praellipticus*, у которого также отсутствует ложный узелок.

В течение неогена значительную эволюцию испытывают морфология створки и характер ареолирования рода. Более древние *Actinocyclus* имеют концентрически-волнистую створку, часто с центральным гиалиновым полем, иногда овальную створку. Эти виды объединены нами в группу *Actinocyclus hajosiae*, которая появляется и развивается в течение раннего миоцена. У более молодых видов створка почти плоская, более простой делается и структура загиба, но усложняется характер ареолирования.

Переходными между древними и молодыми видами являются представители группы *Actinocyclus ellipticus*. Они имеют почти плоскую створку, но по морфологии загиба и характеру ареолирования близки древним. Первый представитель этой группы, *Act. praellipticus*, появляется в верхах олигоцена, но расцвет группы приурочен к среднему миоцену.

К группе *Actinocyclus ingens*, также характерной для среднего миоцена, принадлежат *Act. ingens*, его варьететы и близкие виды. Появление главного вида в средних широтах относят к верхам раннего миоцена, в то время как в низких широтах он известен с начала среднего миоцена. В низких широтах все представители группы исчезают на рубеже среднего и позднего миоцена, а в средних — основной вид сохраняется и в течение позднего миоцена.

Таблица 11

Морфологические особенности родов *Cestodiscus* и *Actinocyclus*

Элемент структуры и ультраструктуры	<i>Cestodiscus</i>	<i>Actinocyclus</i>
Панцирь Створки	Короткоцилиндрический Округлые, иногда ромбические, овальные, concentрически-волнистые, характер волнистости на разных створках нередко различен	Короткоцилиндрический Округлые, иногда овальные, плоские, иногда concentрически-волнистые
Поясок	Состоит из двух широких вставочных ободков, прикрепляемых к панцирю узкими соединительными ободками с лигулой	Такой же, как у <i>Cestodiscus</i>
Загиб	Высокий, крутой либо пологий край загиба нередко осложнен дополнительным перегибом, подчеркнут гялиновым безареольным кольцом, гранулами, шипиками	Низкий, реже высокий, крутой (90° к створке), реже пологий
Перфорация створки	Ареолы локулярные с наружным велумом типа крибрум, на котором нередко радиально-симметрично располагаются гранулы в центре створки либо по всей ее поверхности; крибрум сплошной	Ареолы локулярные с наружным велумом типа рика
Расположение ареол	В радиальных рядах или пучках; размеры ареол и плотность расположения различны в центральной и краевой частях створки; ареолы загиба мелкие в вертикальных вторично косопресекающихся рядах	В радиальных рядах или пучках; размеры и плотность расположения ареол от центра к краю створки обычно меняются незначительно, ареолы загиба мелкие в вертикальных вторично косопресекающихся рядах
Лабнатные выросты	Образуют краевое кольцо, расположенное в средней части загиба; на наружной стороне панциря они видны как округлые отверстия, иногда окруженные гялиновым кольцом (иногда два выроста имеют крупные полукруглые отверстия); на внутренней стороне панциря — как грибовидные выросты с короткой ножкой, сильно выпуклой щелью, образующей дугу 180—270°; от лабнатного выроста до края загиба протягиваются внутренние ребра, иногда они прослеживаются и на краевой части створки	Образуют краевое кольцо, расположенное в средней или верхней части загиба; на наружной стороне панциря они видны как округлые отверстия, иногда с гялиновым козырьком; на внутренней стороне панциря — как грибовидные выросты с длинной ножкой, выпуклой щелью, образующей дугу менее 180°
Ложный узелок	Присутствует непостоянно (только у некоторых миоценовых видов), небольшой, приурочен к краю загиба; на внутренней стороне панциря не выделяется	Присутствует постоянно, обычно близ края загиба, часто окружен дополнительными порами; на внутренней стороне панциря выделяется как отверстие или сложная пористая структура

К среднему миоцену приурочено появление *Act. subtilus* и *Act. divisus*, которые не имеют морфологически близких видов. В позднем миоцене и плиоцене в тропической зоне видовой состав рода значительно сокращается, новые виды не появляются.

ГРУППА *ACTINOCYCLUS HAJOSIAE*

Особенностью этой группы является сочетание тонкого ареолирования и резкой концентрической волнистости створки. Центральная, наиболее прогнутая часть створки часто имеет гиалиновую структуру. Нередки овальные формы, причем наблюдается корреляция между наличием гиалинового центра и овальной формой створки.

В группу включены пять видов: *Act. hajosiae* — наиболее древний, *Act. radionovae*, *Act. mutabilis*, *Act. barroni*, *Act. neogenicus* — наиболее молодой (см. рис. 8).

Actinocyclus hajosiae Barron

Barron, 1983, p. 504, pt 1, fig. 3, 4

Табл. V, 5

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/20, ПГБ¹ 65-10-4, 50—52 см.

Описание. Размеры створки варьируют от 20×38 до 50×70 мкм, створка эллиптически волнистая, с глубоко прогнутым округлым центром, более пологой прикраевой частью и высоким пологим загибом. Диаметр центральной депрессии составляет половину ширины створки, она сложена гиалиновым кремнеземом и окружена дополнительным перегибом. На периферии депрессии начинаются радиальные ряды ареол (10 в 10 мкм), на загибе они искривляются и оперяются дополнительными ареолами (15 в 10 мкм). На внешней стороне загиба — крупные отверстия лабиатных выростов. На границе загиба неоперкулированный псевдонодуль (ложный узелок).

Распространение. Ранний миоцен, зона *Bogorovia veniamini* тропической зоны Тихого океана.

Actinocyclus mutabilis Radionova

Радионова, 1985, с. 72, табл. I, фиг. 2—4

Табл. V, 3

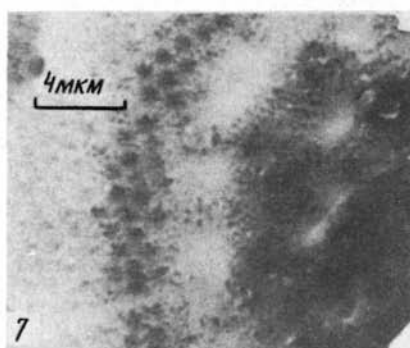
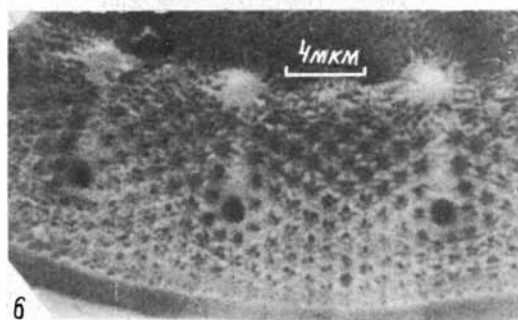
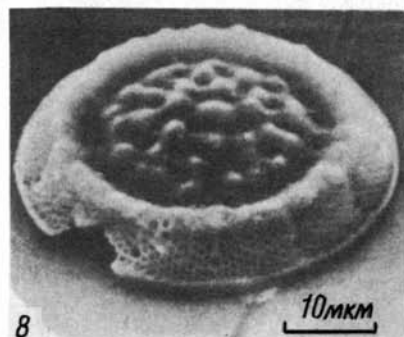
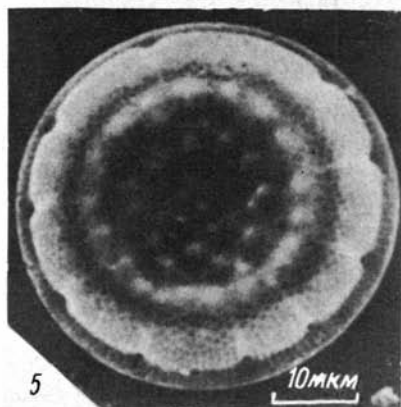
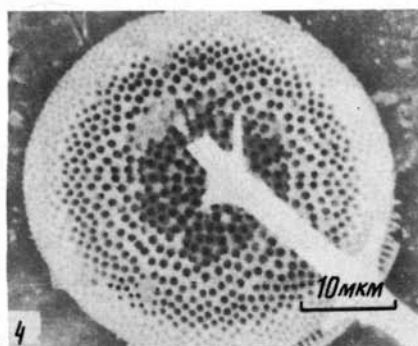
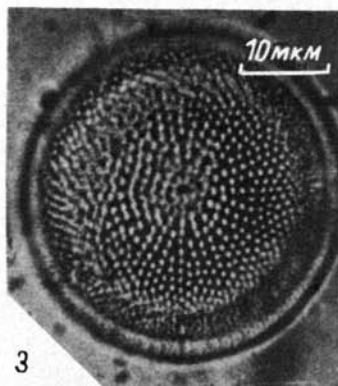
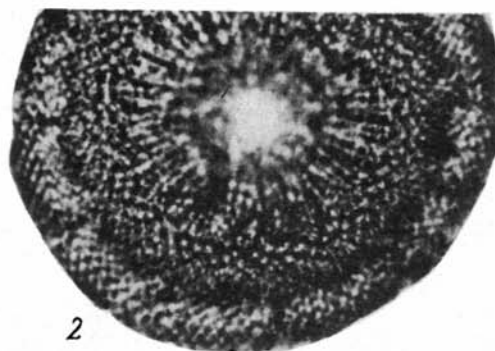
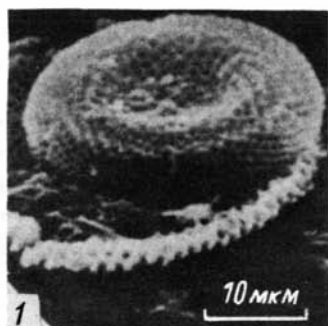
Голотип. ГИН АН СССР, кол. 4705/2, ПГБ 65-9-5, 48—50 см.

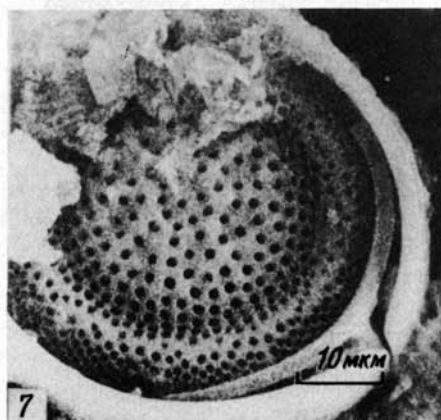
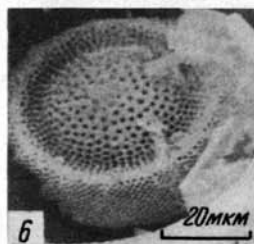
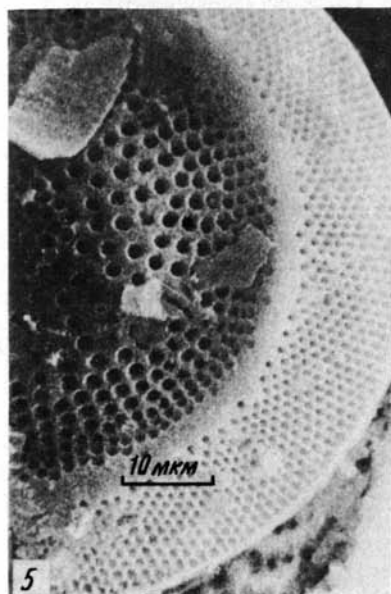
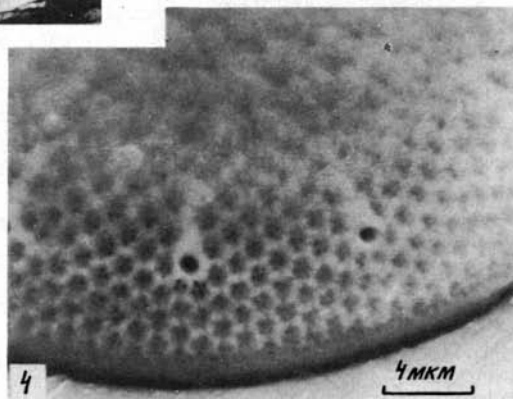
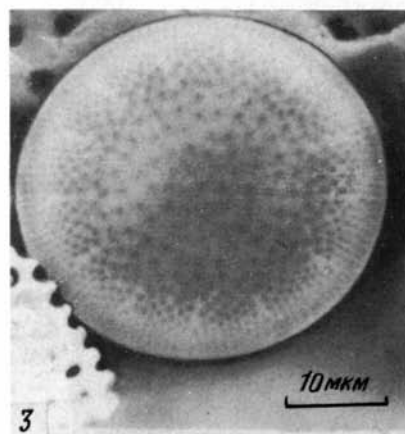
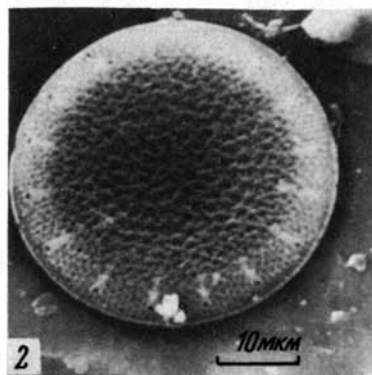
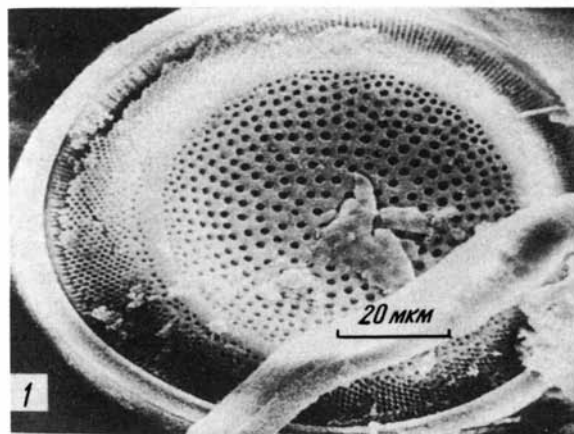
Описание. Створка круглая, 40—100 мкм, концентрически-волнистая, с глубоким вогнутым центром. Ареолы мелкие, плотные (7—10 в 10 мкм), выполняют центр и расходятся радиально. Укороченные ряды ареол во внешней части и на загибе створки прослеживаются нечетко. На загибе ареолы несколько уменьшаются (10—12 в 10 мкм), в соседних рядах они расположены в шахматном порядке. Край резкий, с отчетливыми тонкими штрихами (10—15 в 10 мкм). На границе загиба оперкулированный псевдонодуль, нередко с дополнительными бугорками. По загибу створки 12—17 двугубых выростов, на наружной стороне створки выступающих в виде трубок.

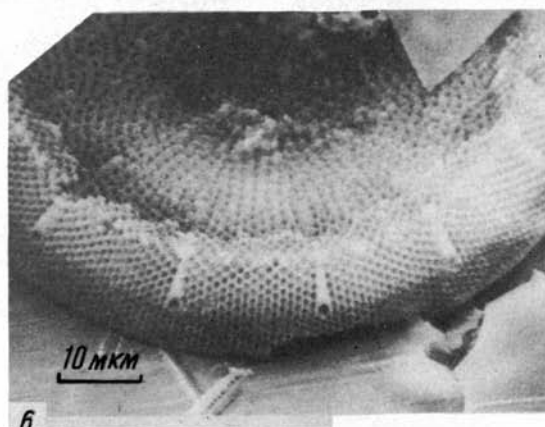
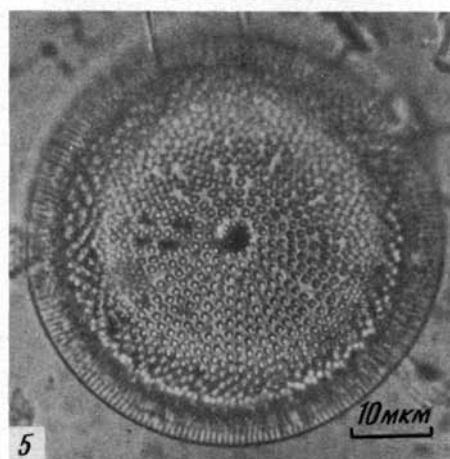
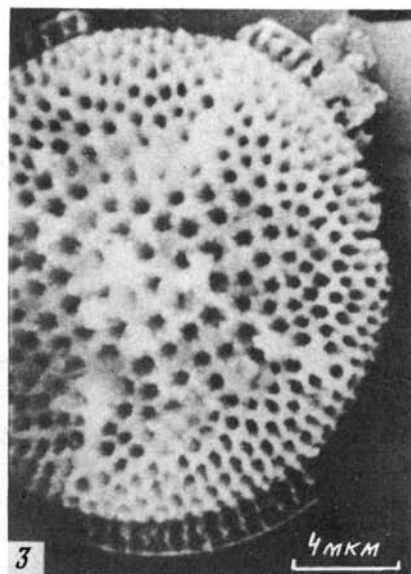
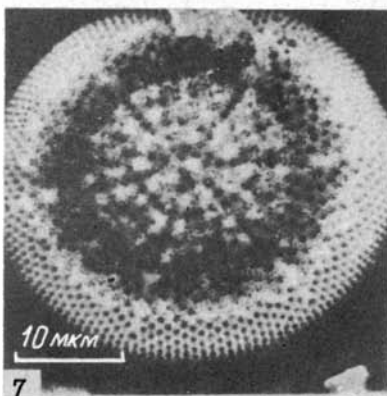
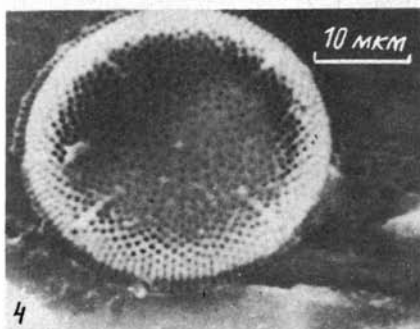
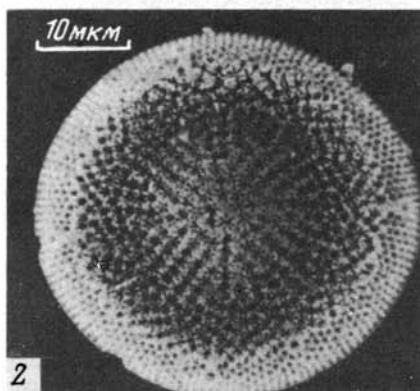
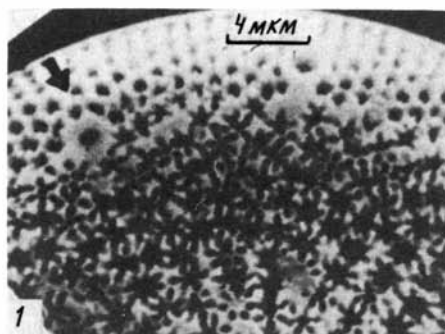
Разновидности. *Act. mutabilis* форма А. [Радионова, 1985, табл. I, фиг. 4]. Центральная часть створки имеет отчетливое пучкообразное расположение ареол, на внешней части створки — два или три перегиба. *Act. mutabilis* форма В. [Там же. Табл. V, фиг. 3]. Створка слабо овальная, имеет два перегиба по длинной оси и один по короткой.

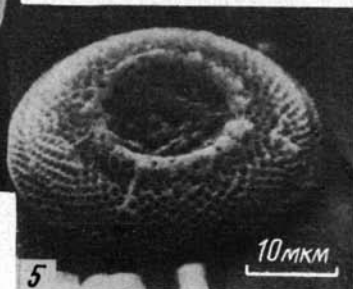
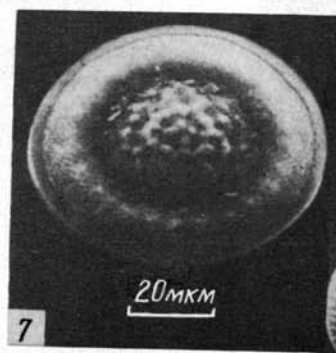
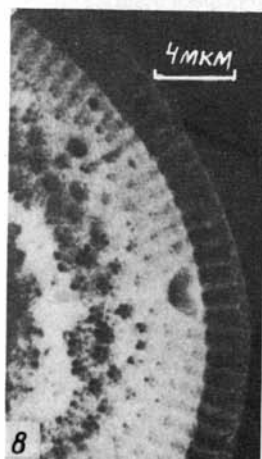
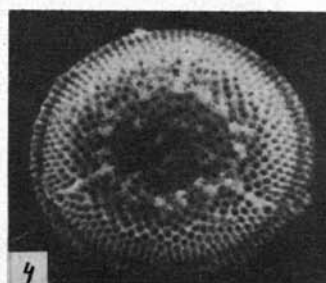
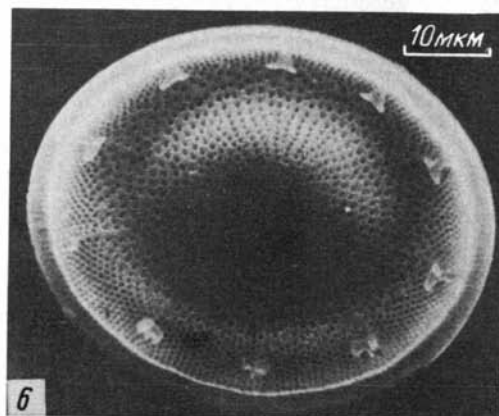
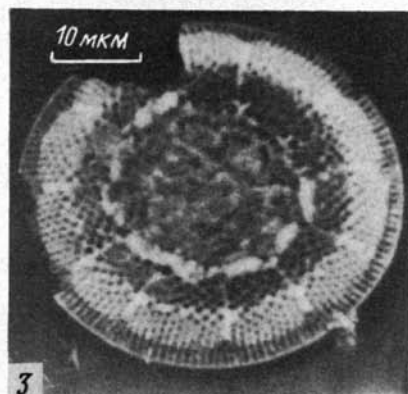
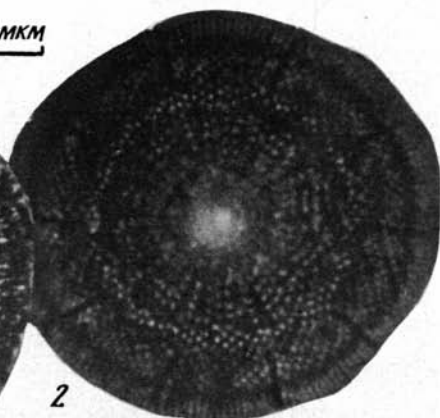
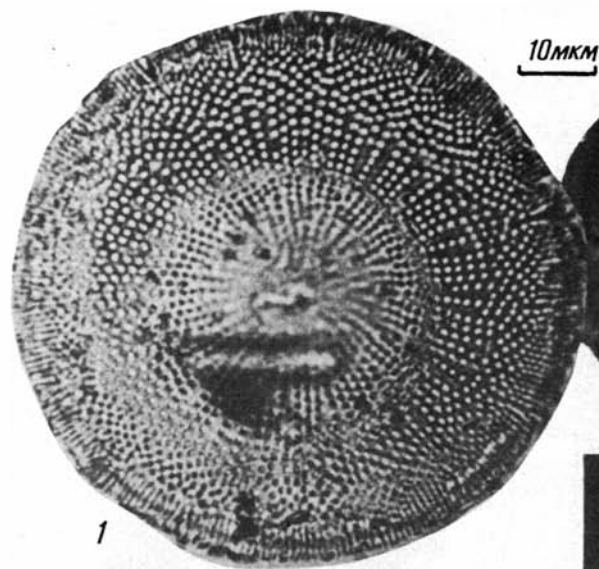
Сравнение. По размерам ареол и характеру их расположения *Act. mutabilis* форма В. близок *Act. hajosiae* [Barron, 1983], отличием является менее крутой

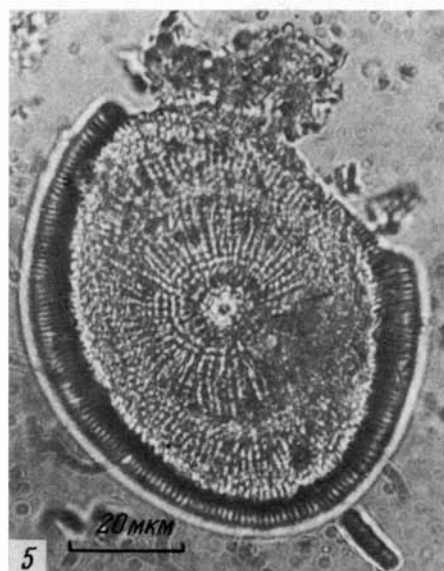
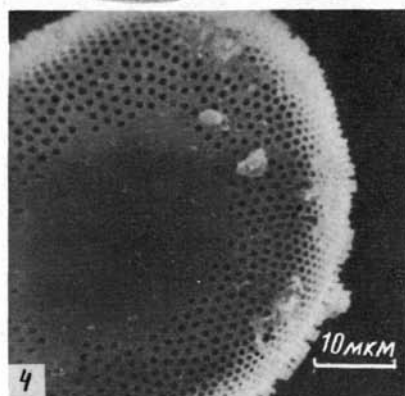
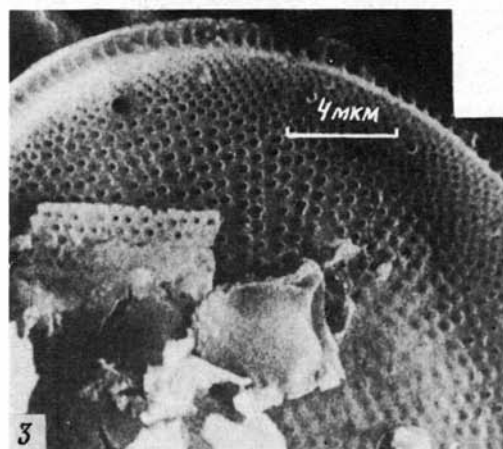
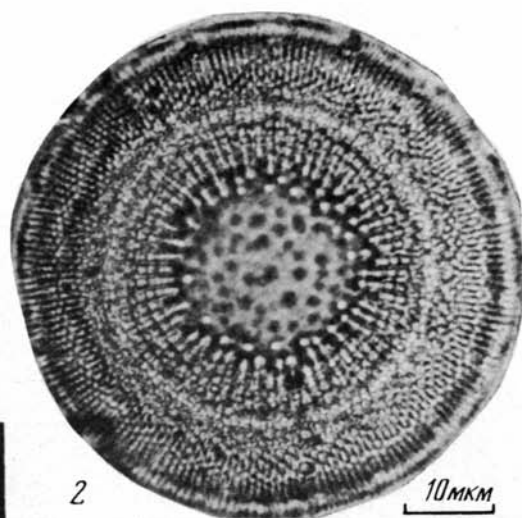
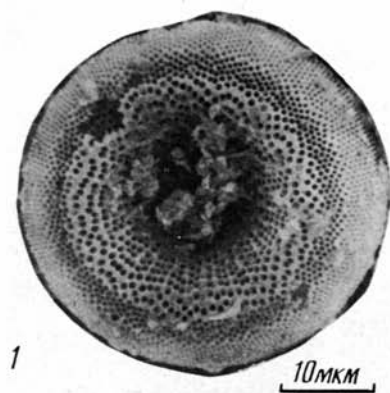
¹ ПГБ — Проект глубоководного бурения.

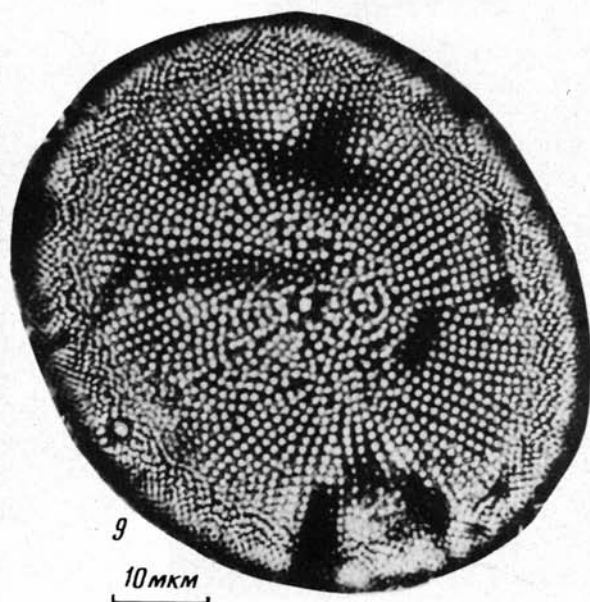
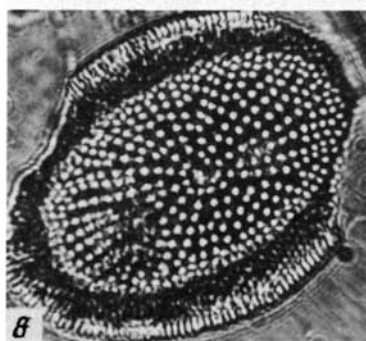
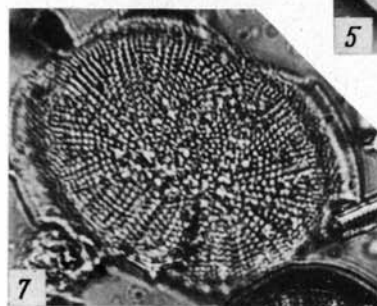
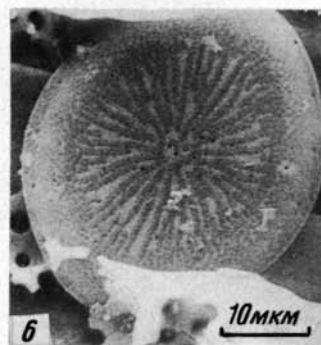
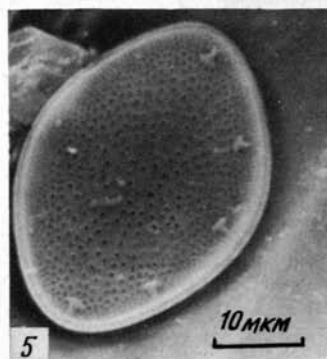
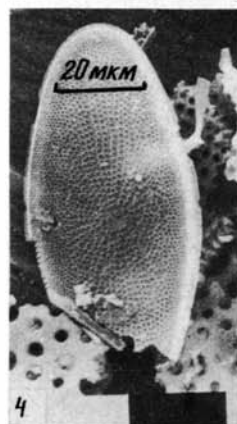
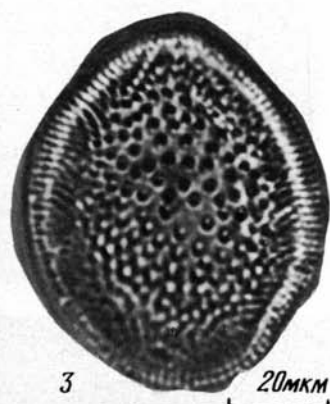
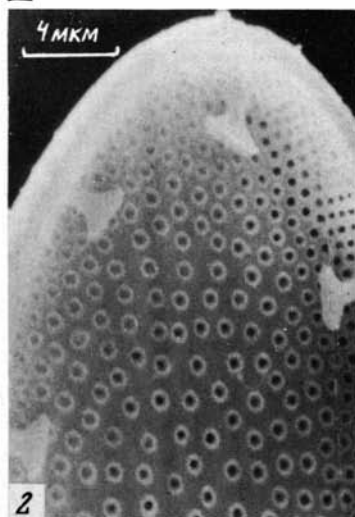
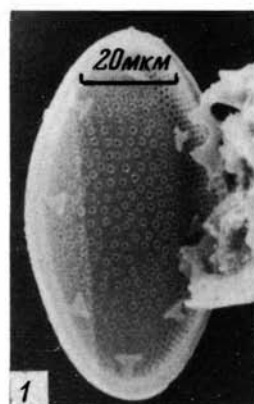


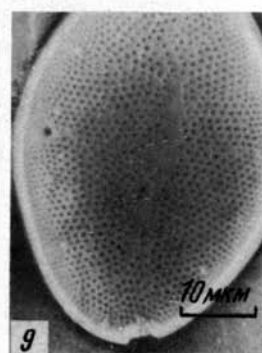
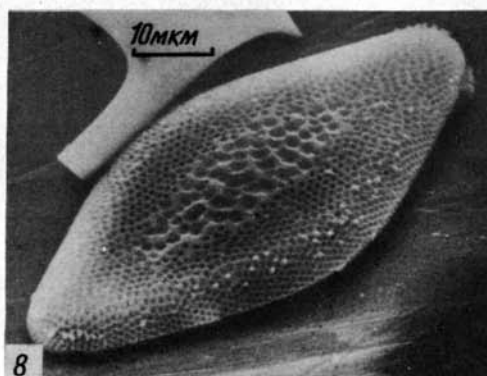
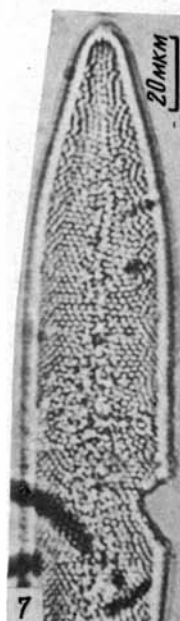
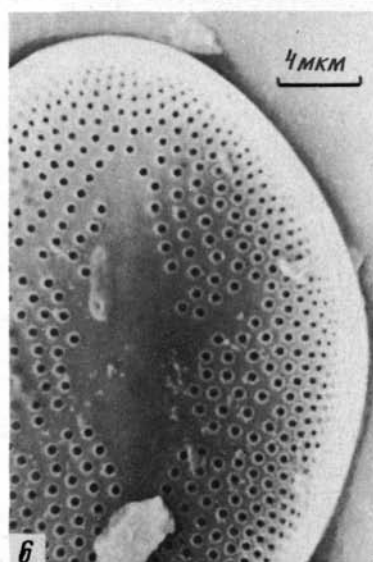
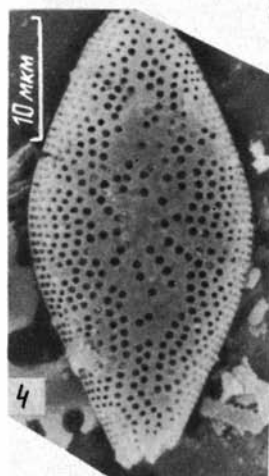
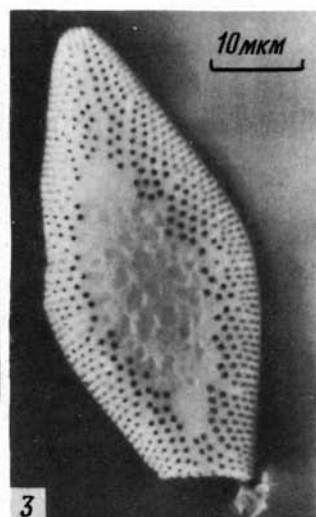
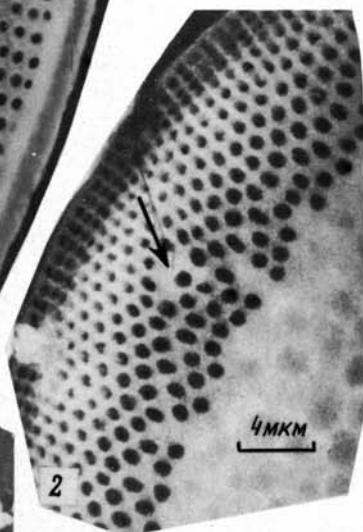
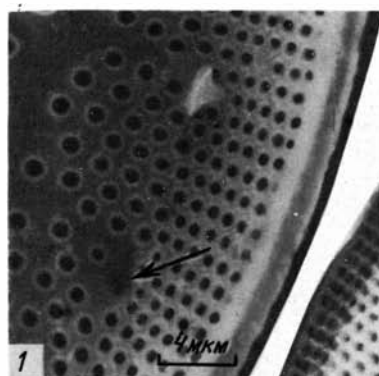


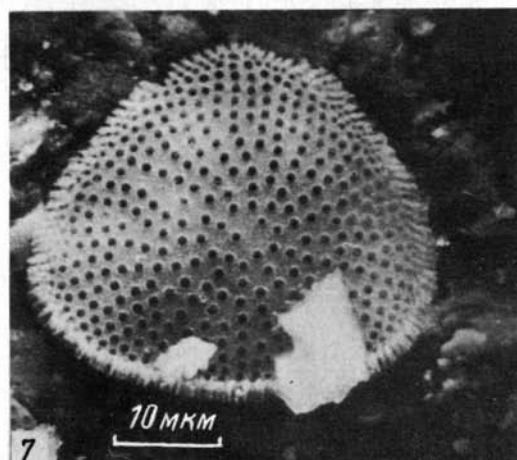
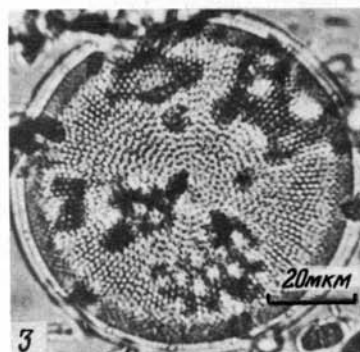
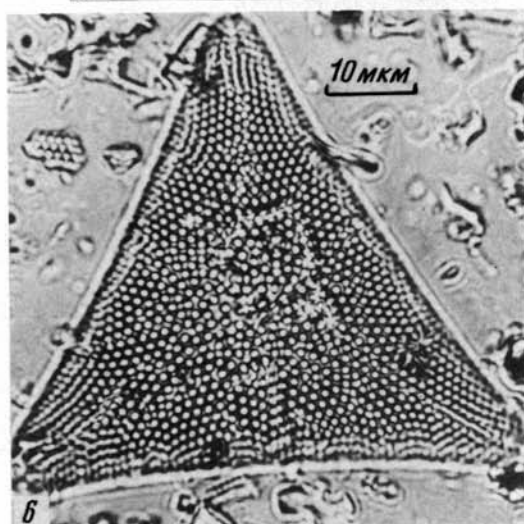
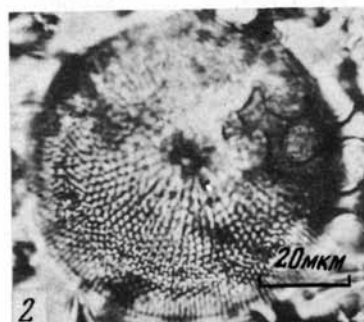
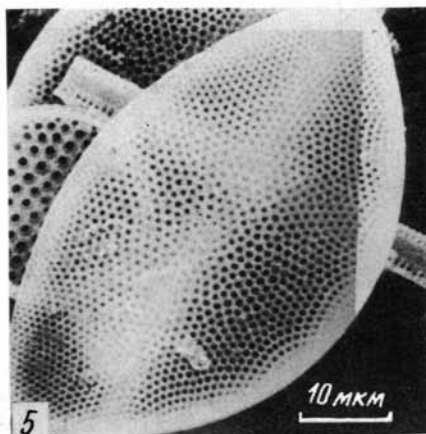
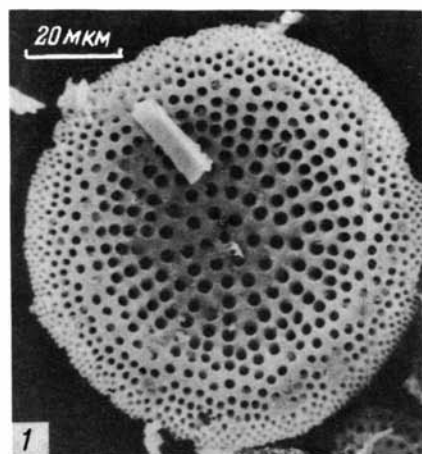


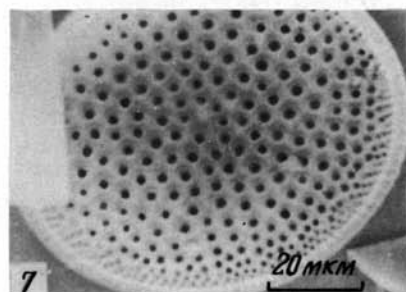
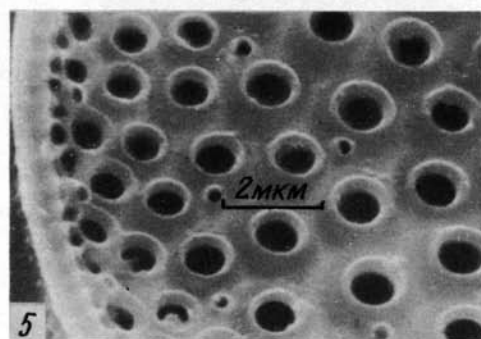
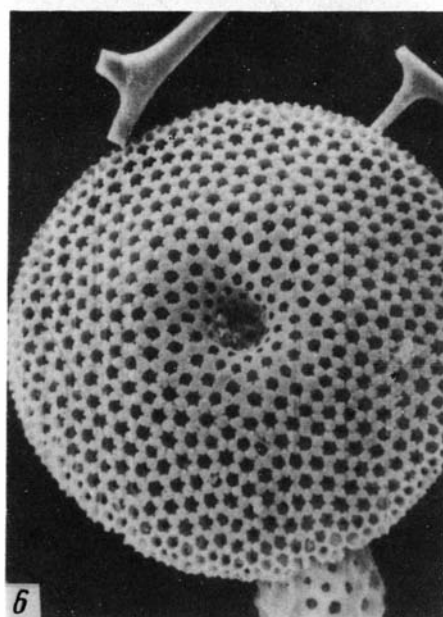
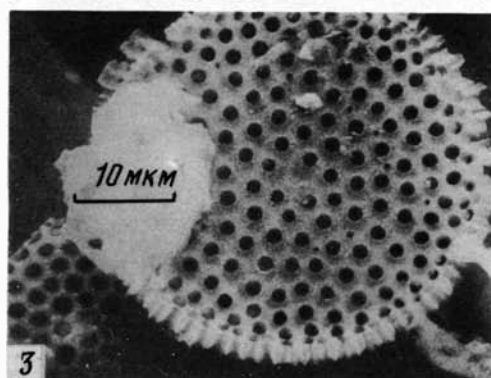
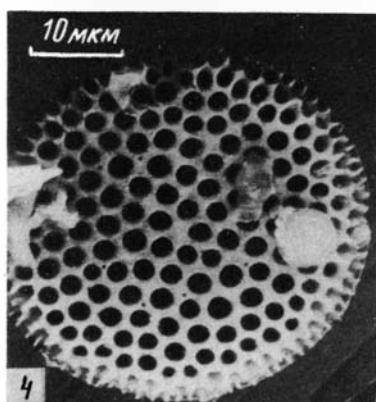
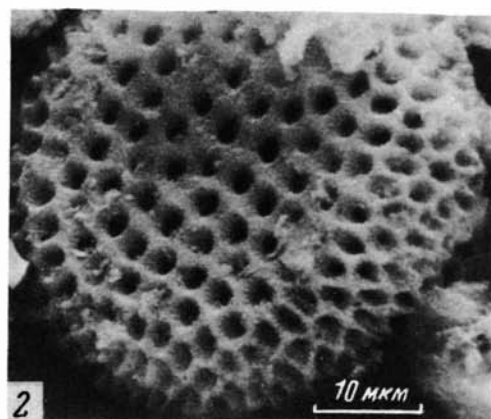
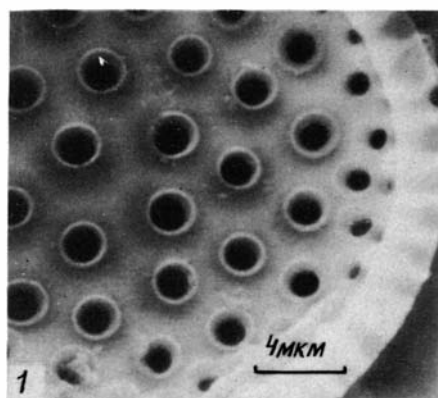


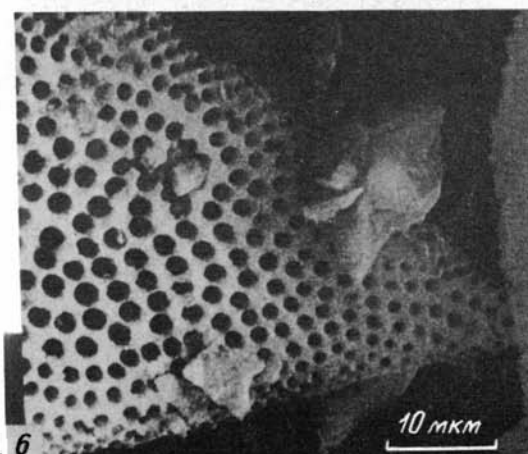
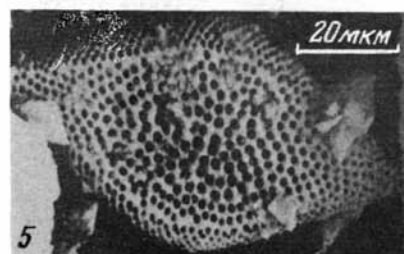
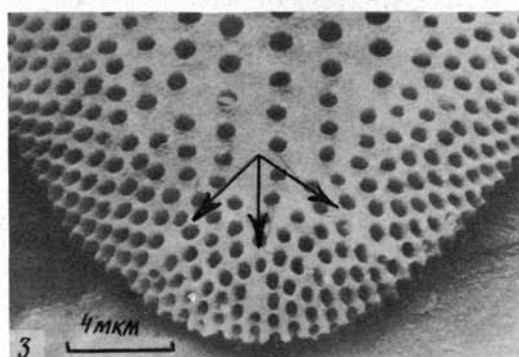
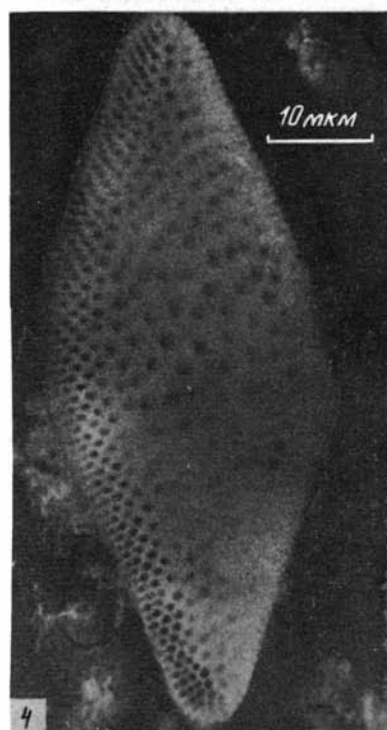
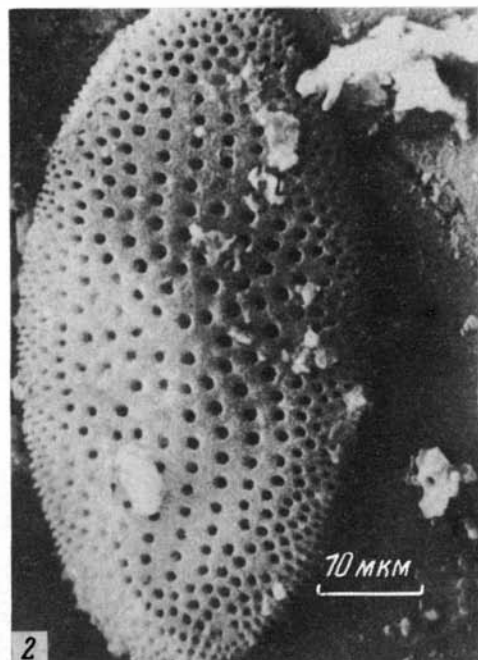
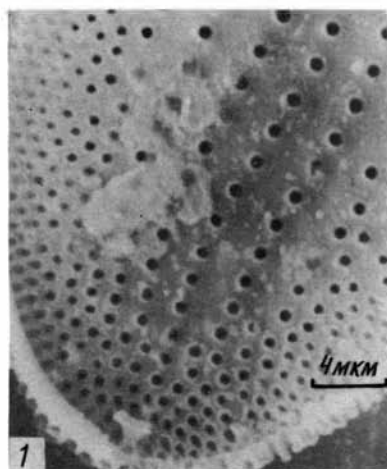


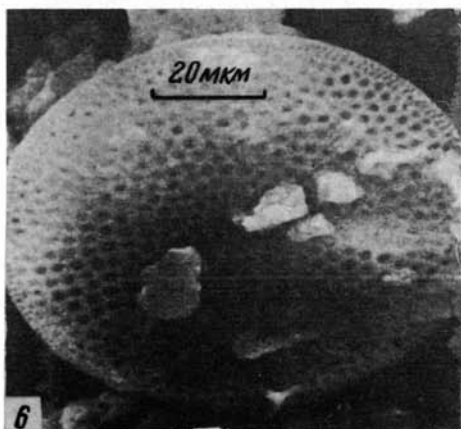
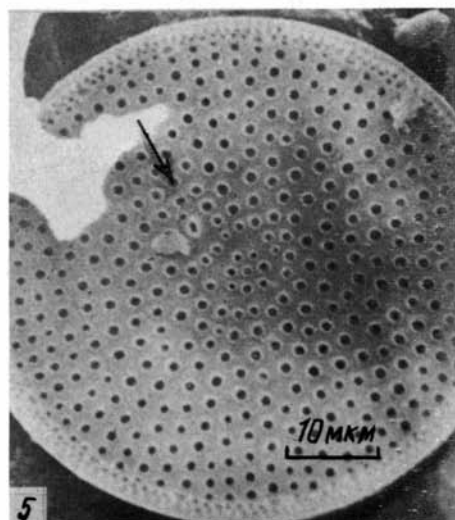
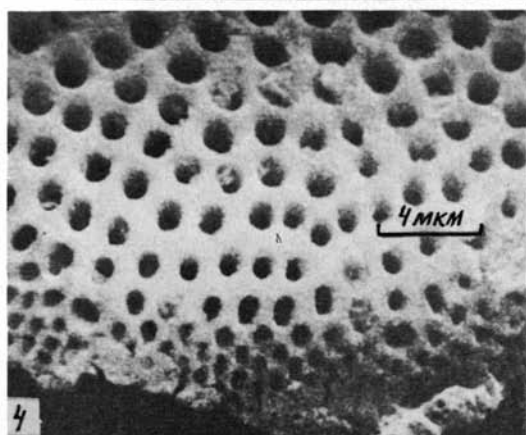
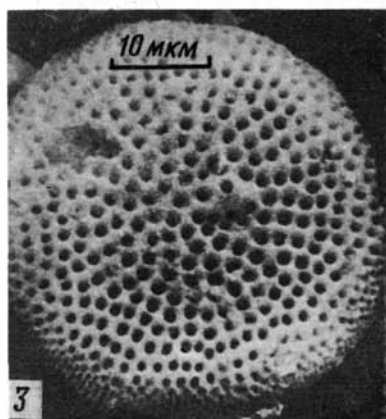
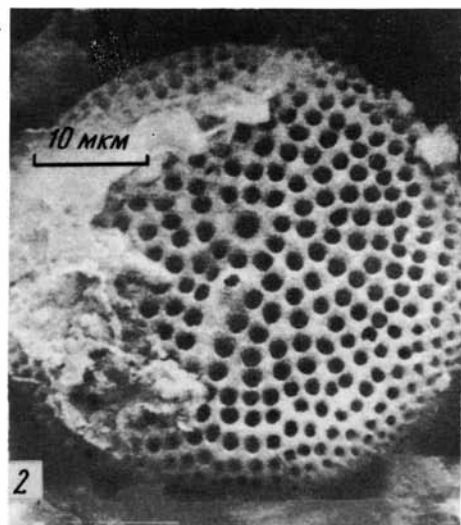
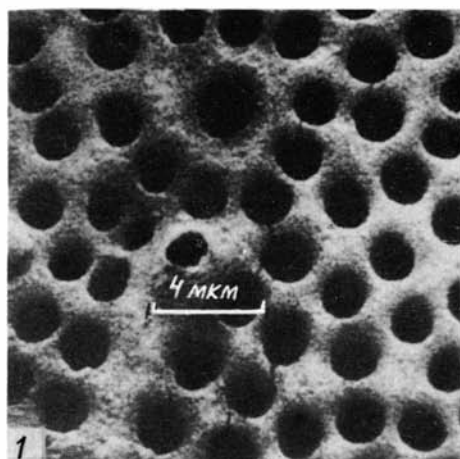


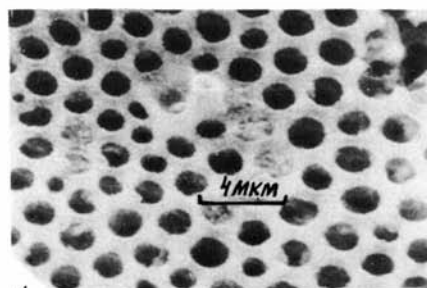




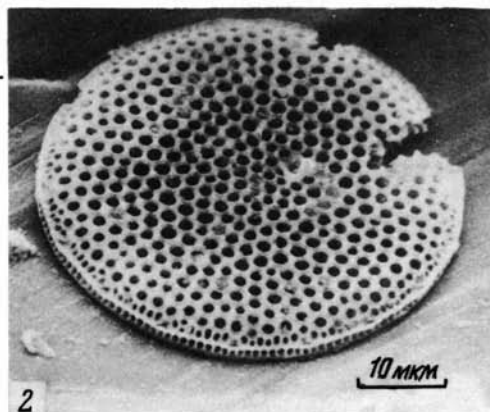




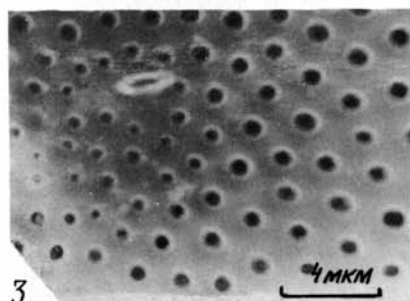




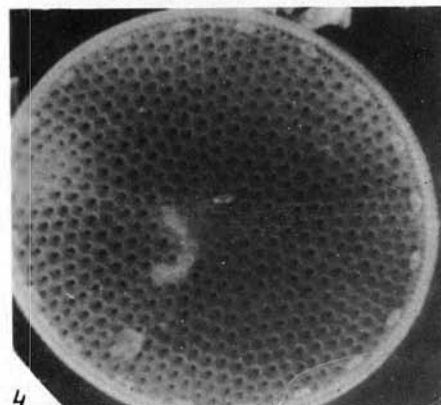
1



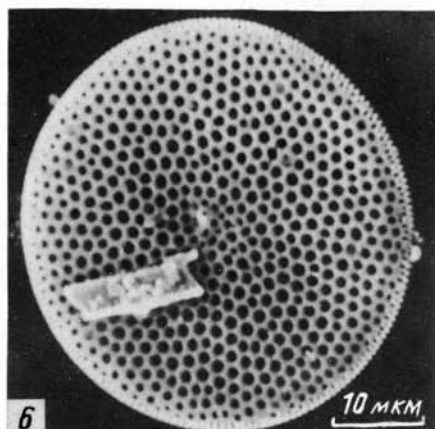
2



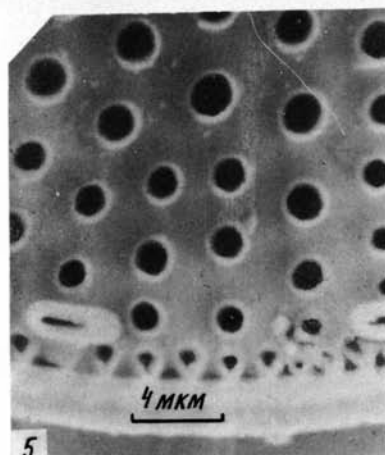
3



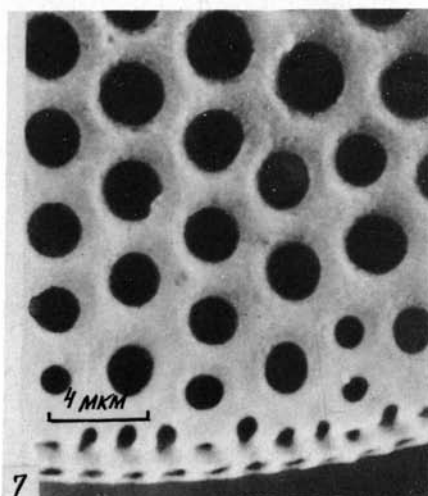
4



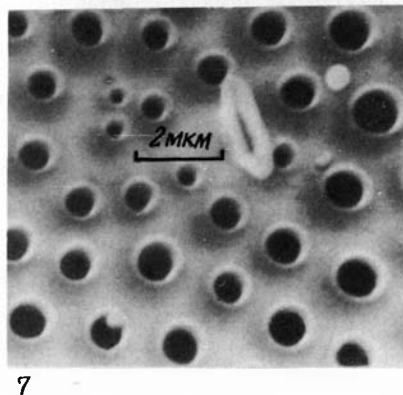
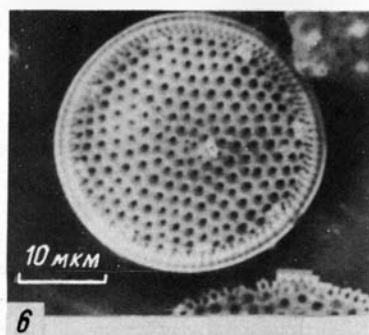
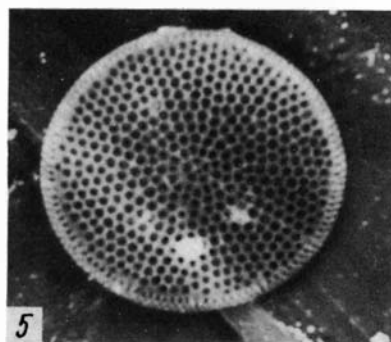
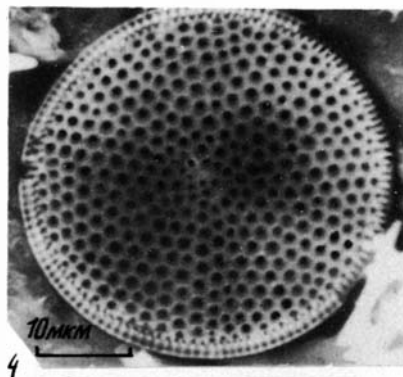
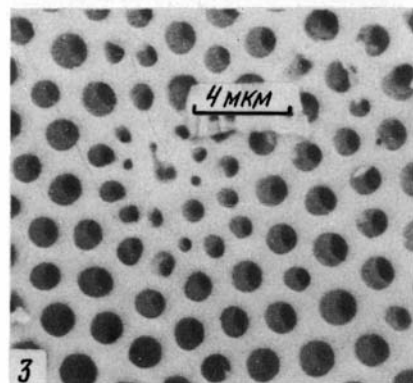
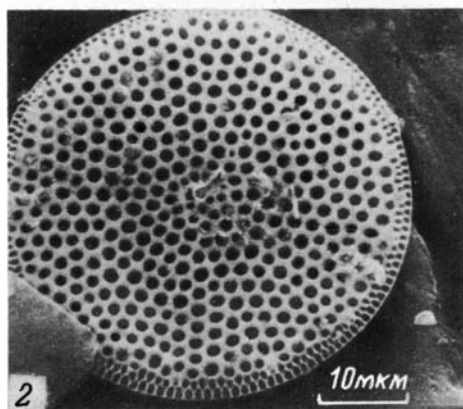
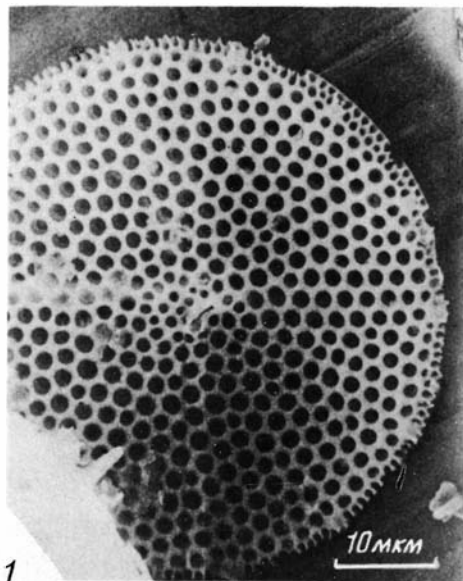
6

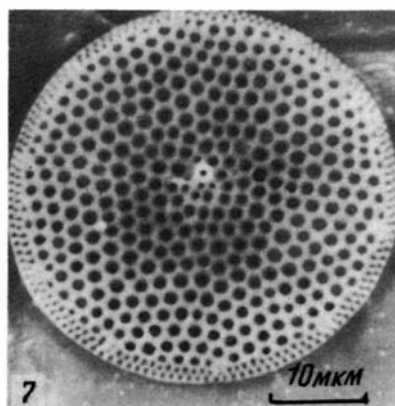
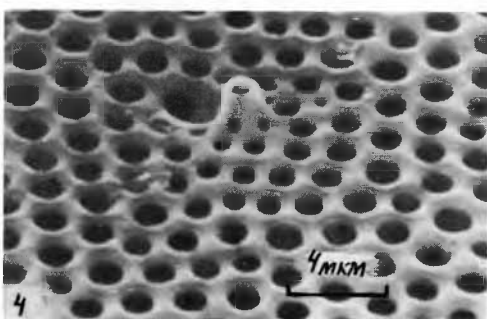
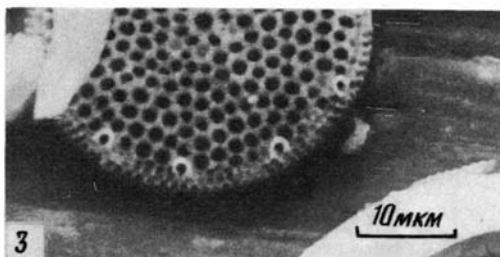
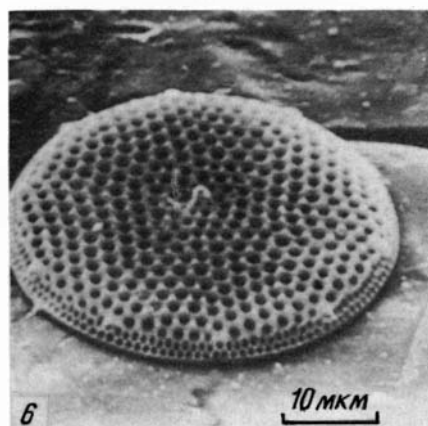
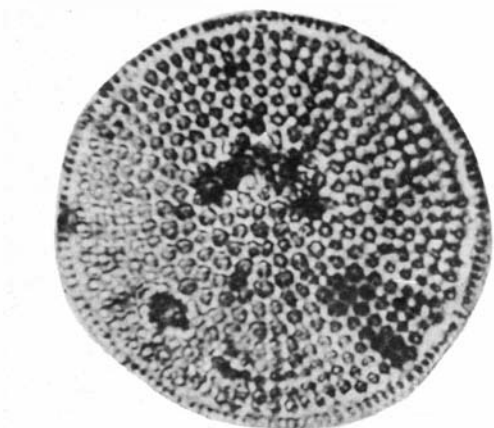
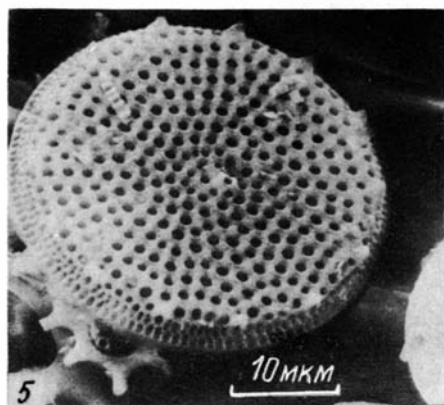
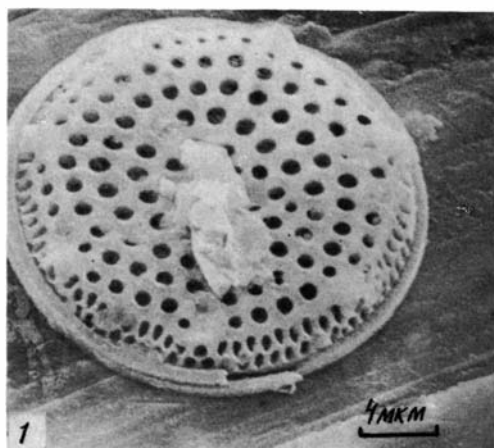


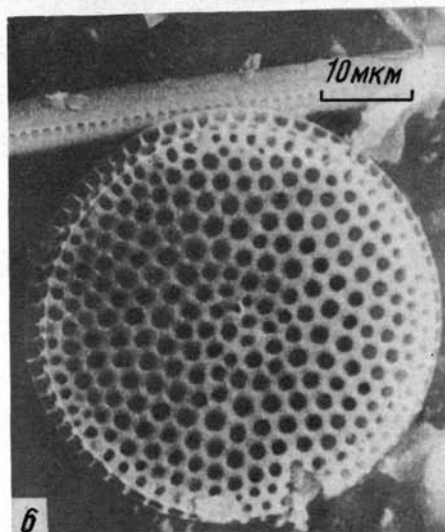
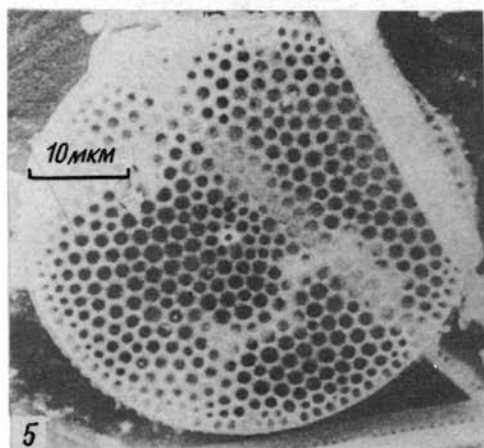
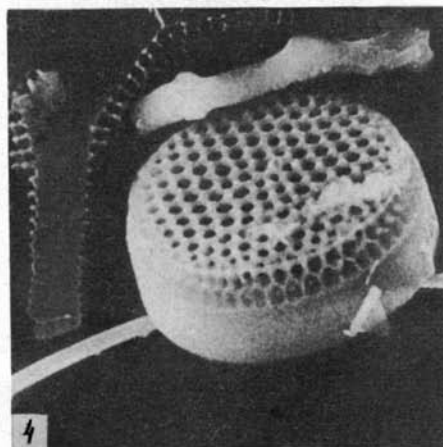
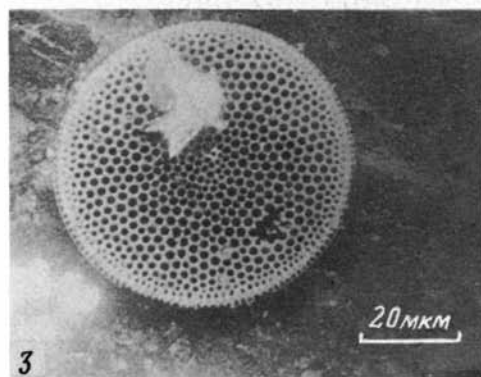
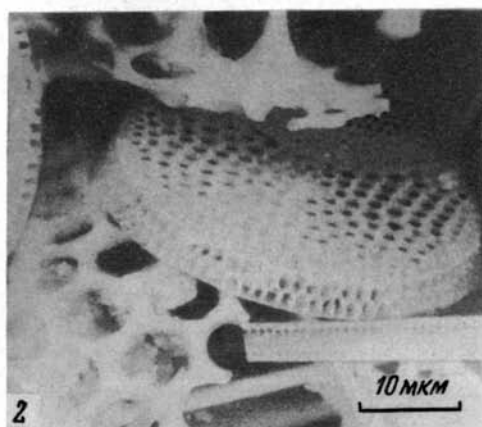
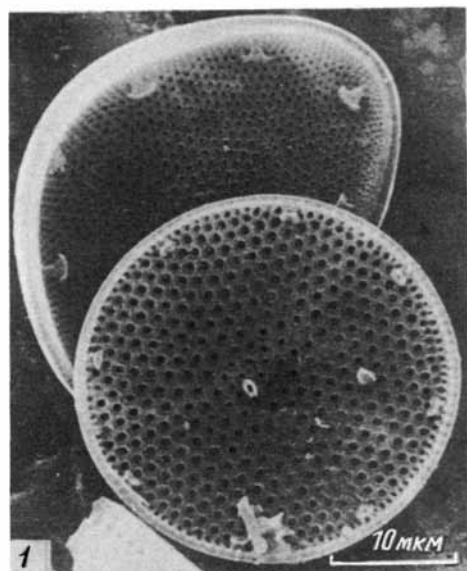
5

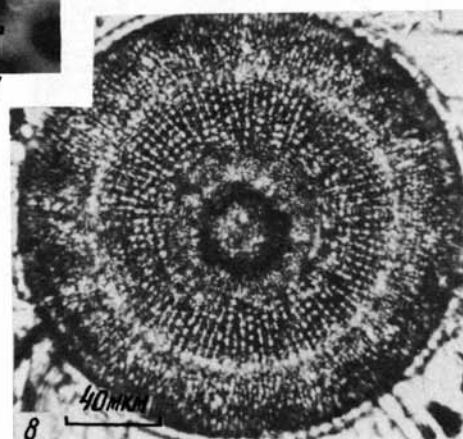
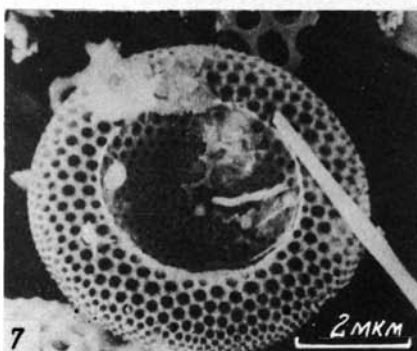
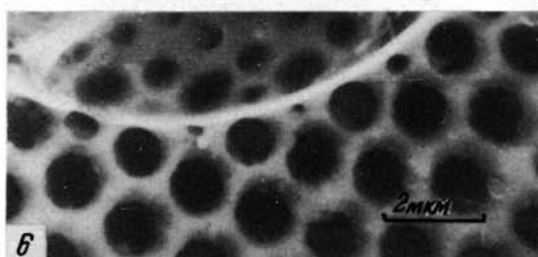
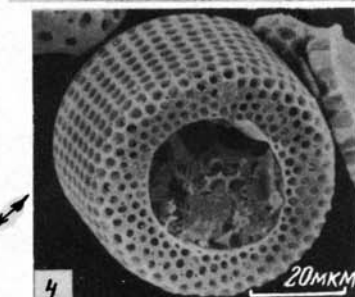
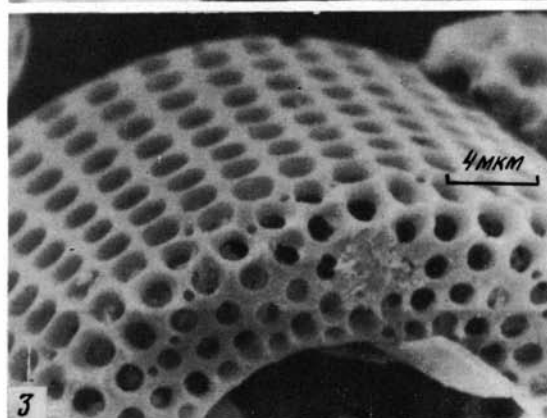
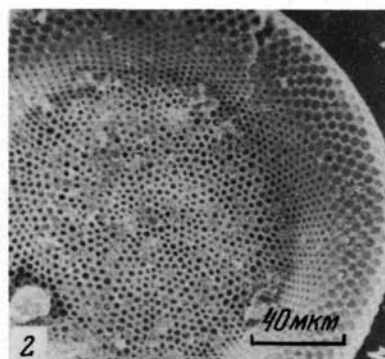
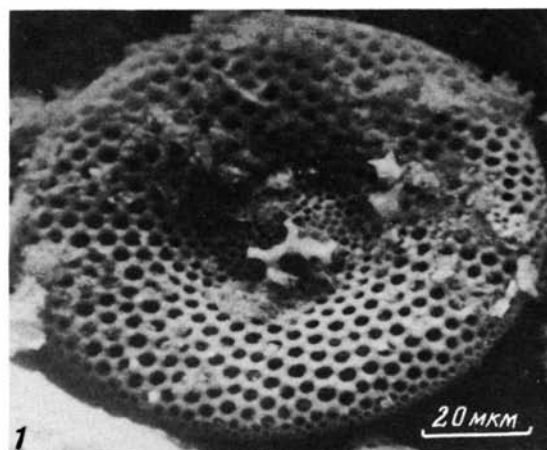


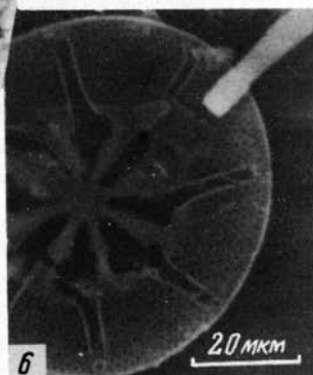
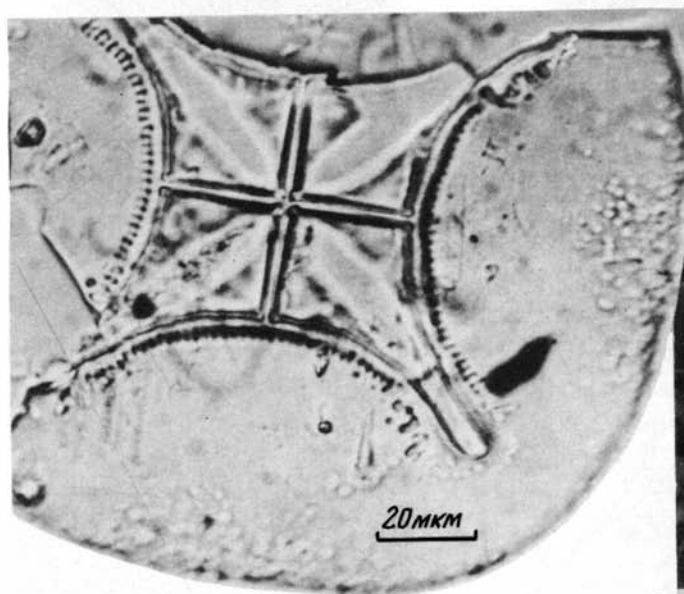
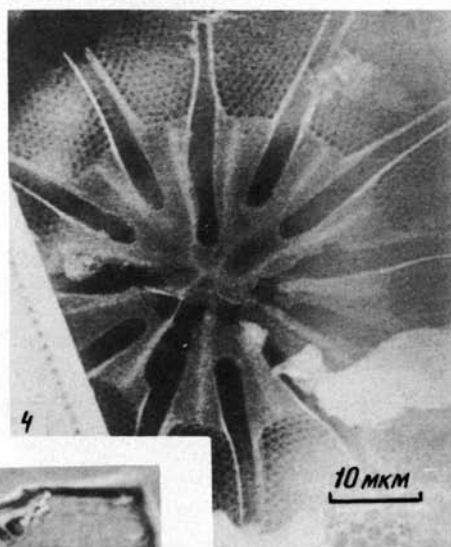
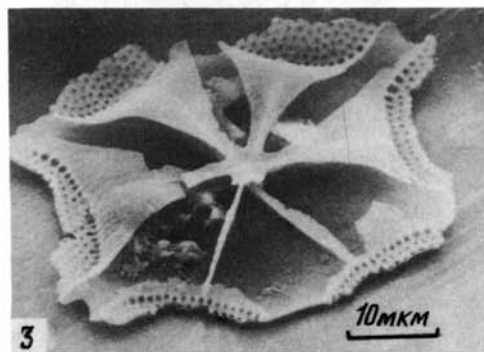
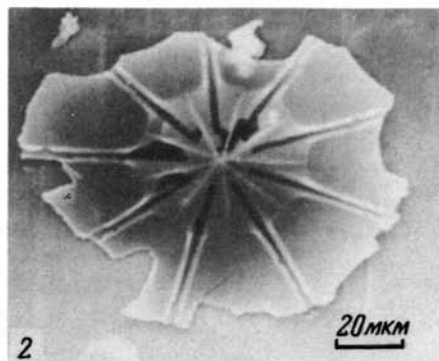
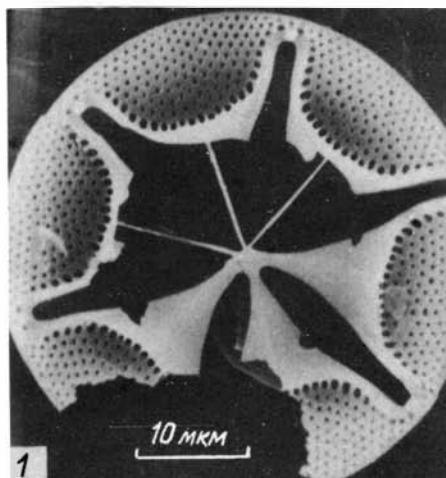
7

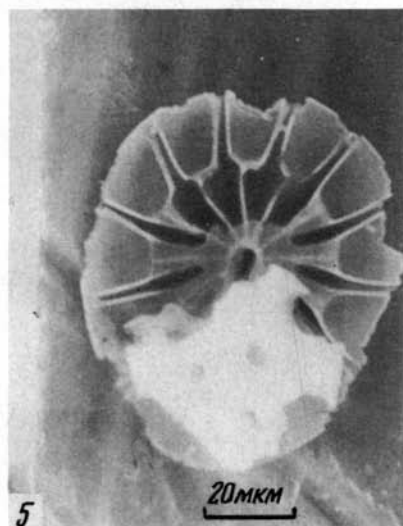
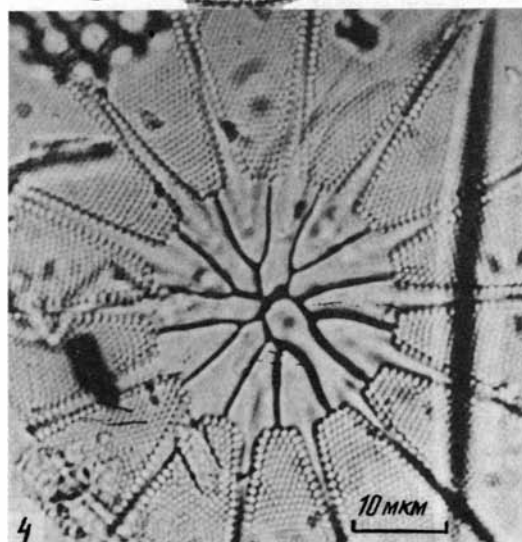
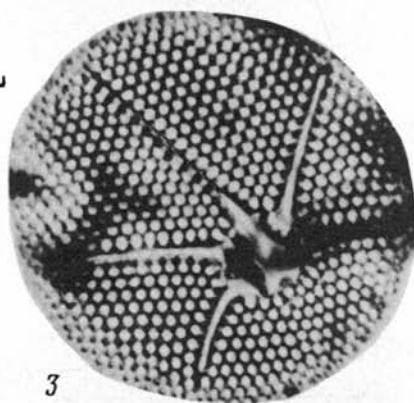
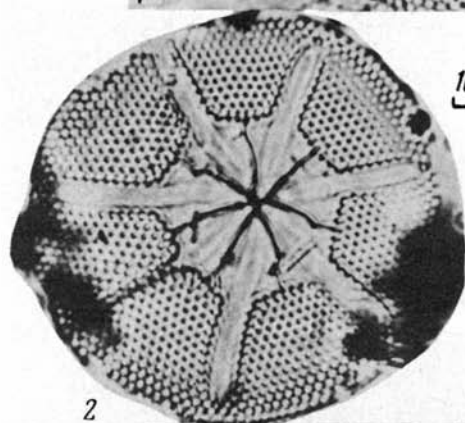
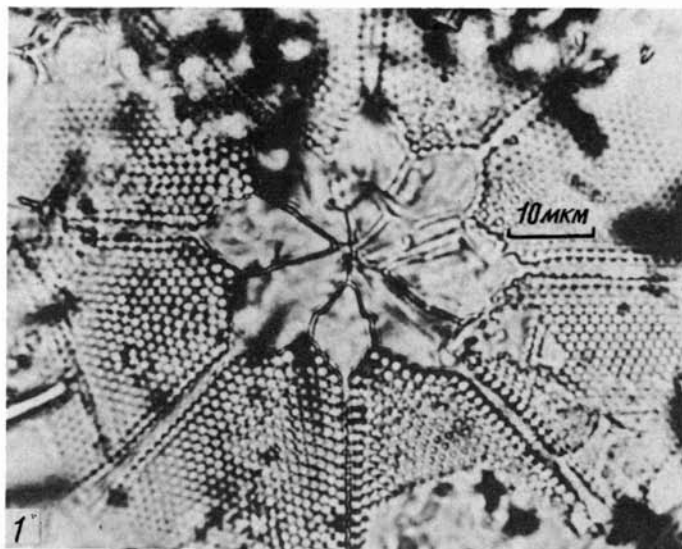


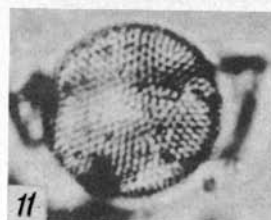
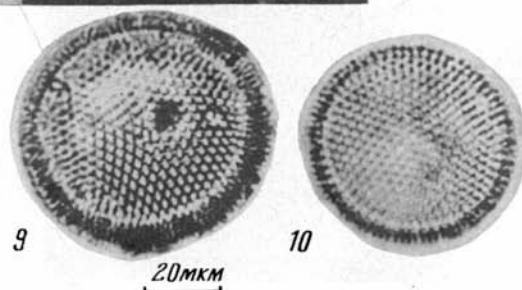
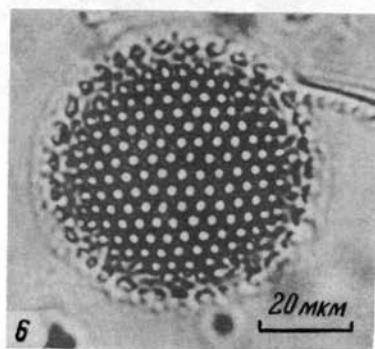
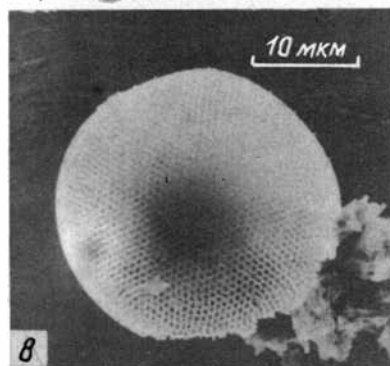
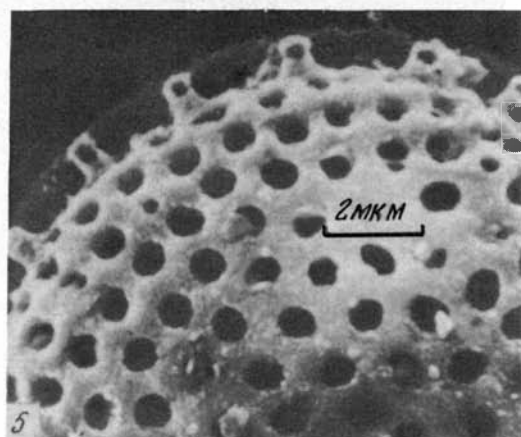
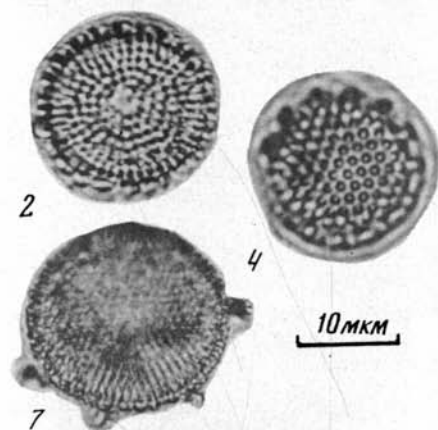
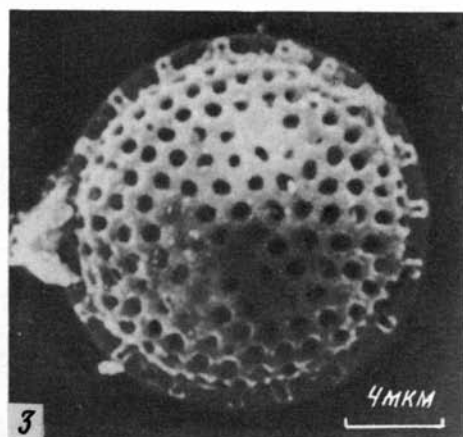
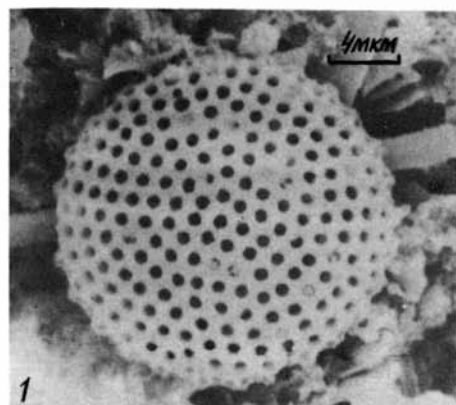


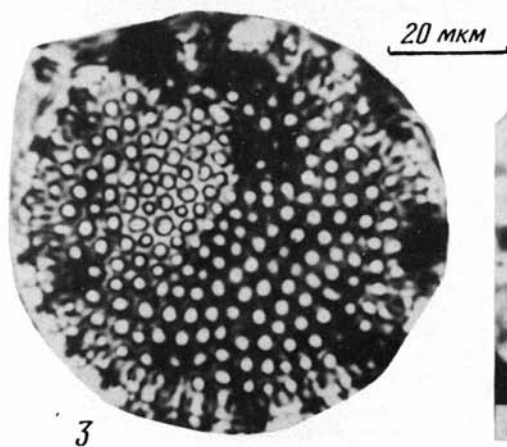
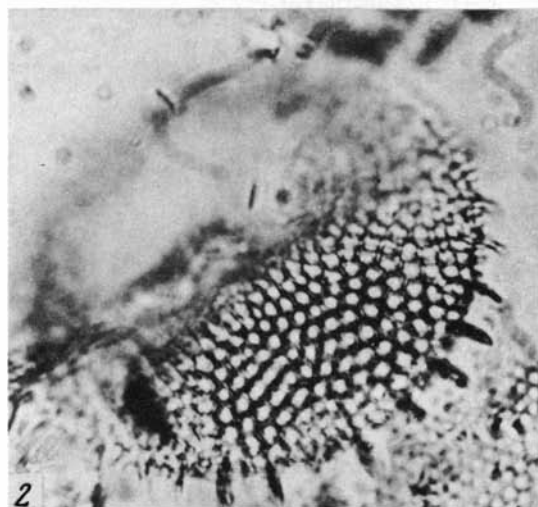
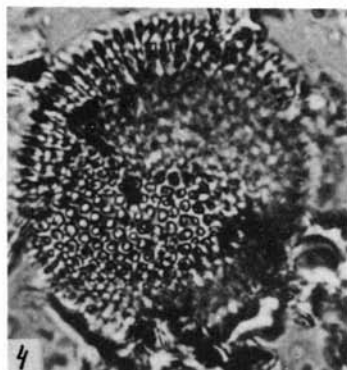
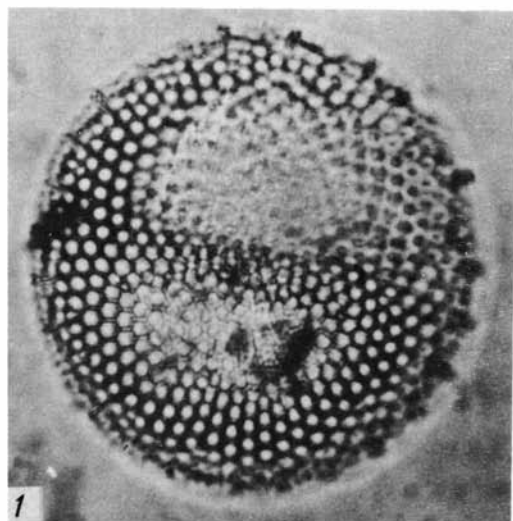


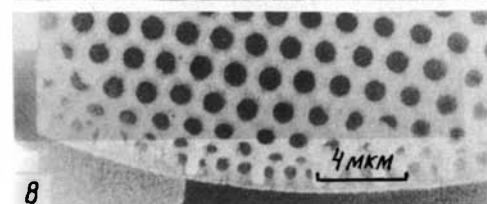
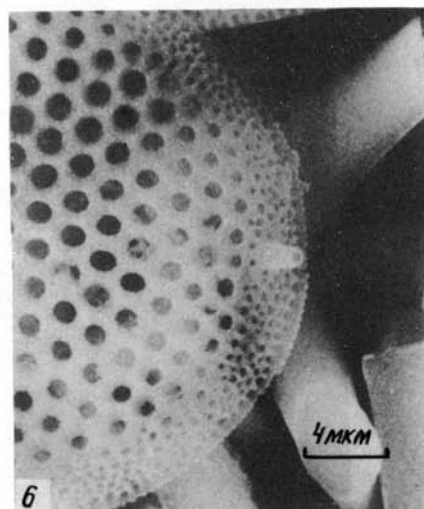
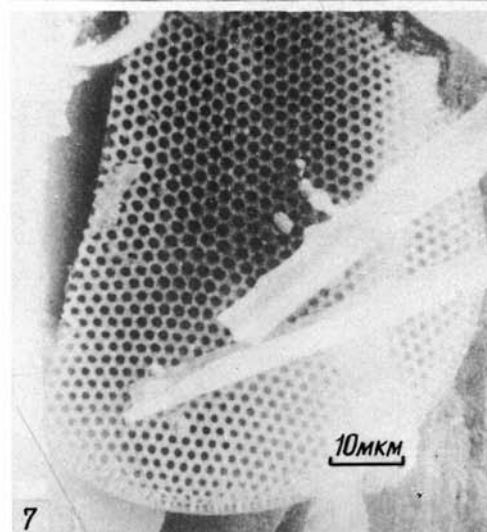
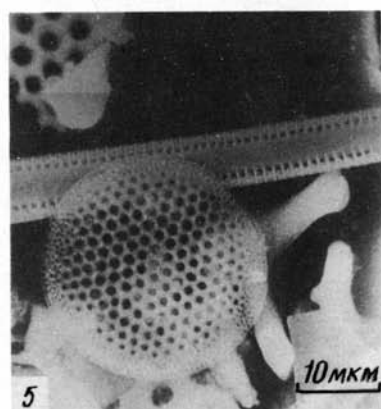
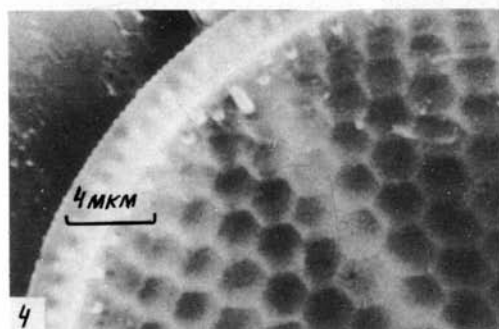
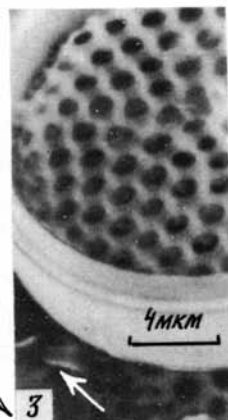
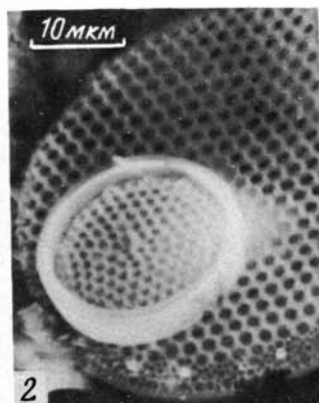
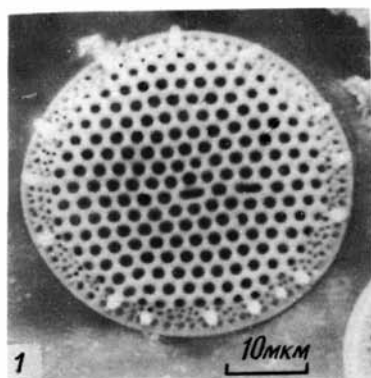


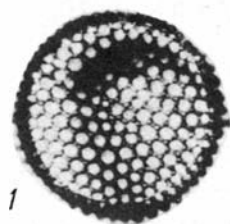




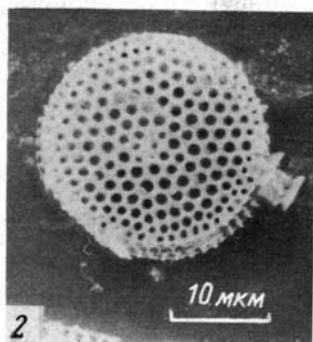




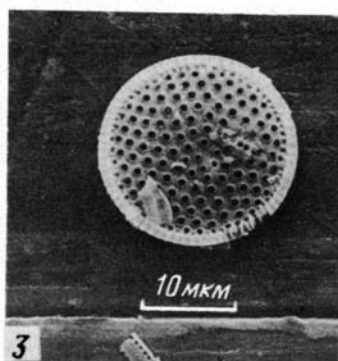




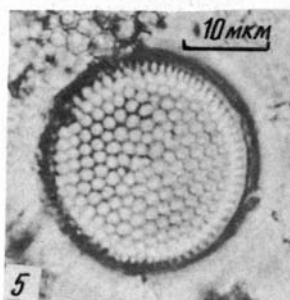
1



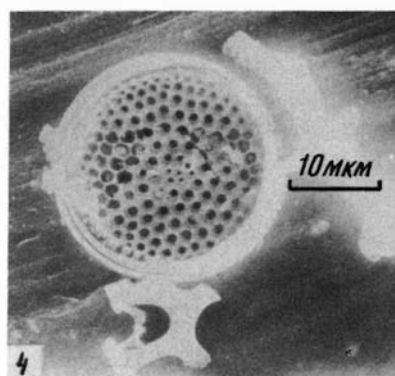
2



3



5

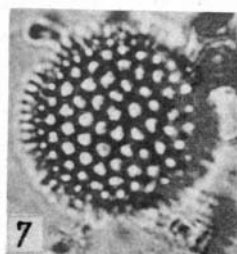


4

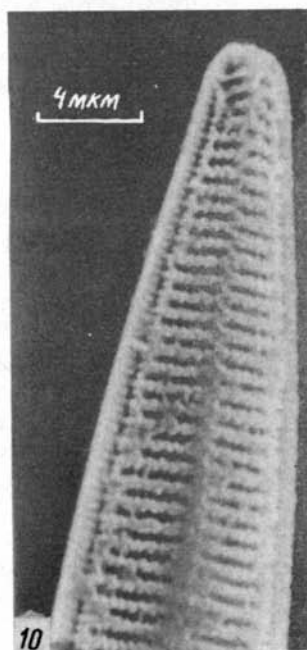
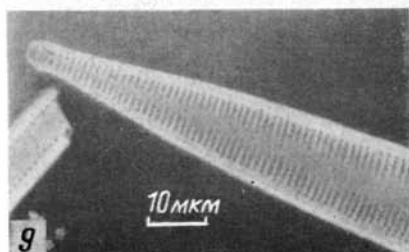
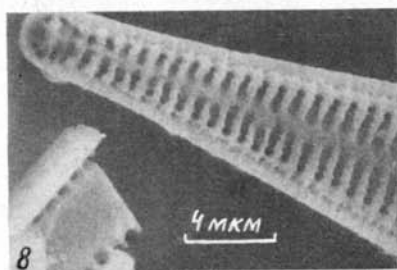
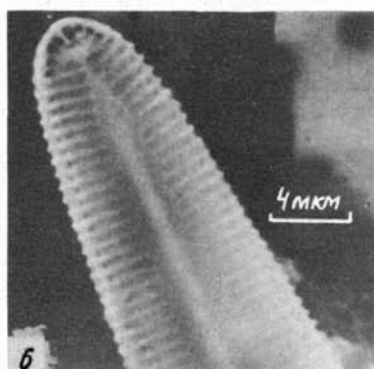
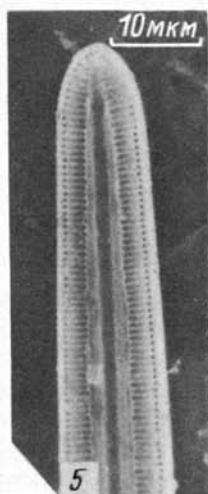
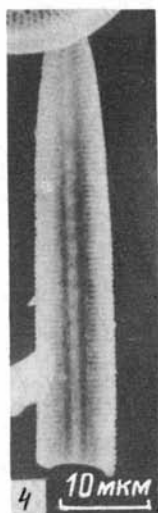
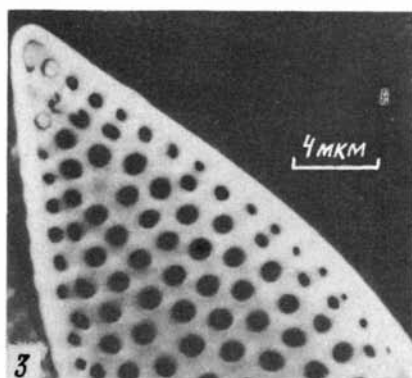
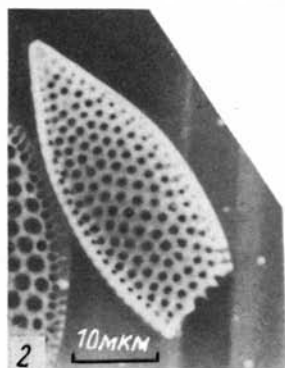
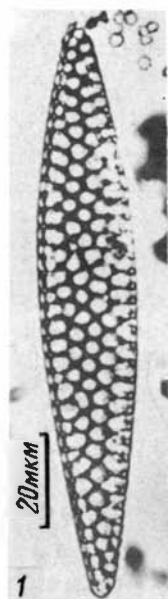


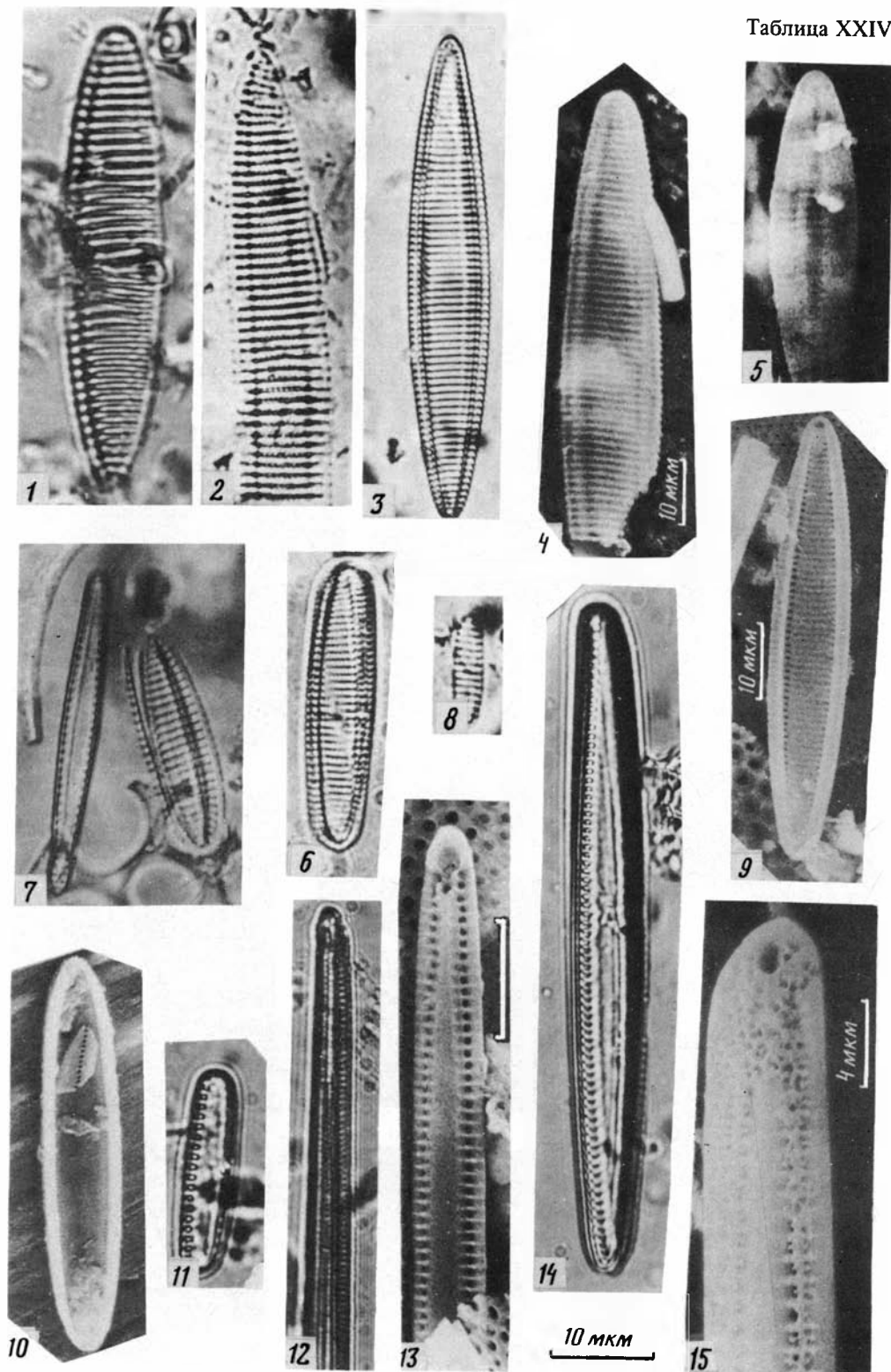
6

10 мкм



7





загиб, отсутствие центрального гиалинового поля и более округлая форма. По характеру ундуляции створки *Act. mutabilis* похож на *Act. neogenicus*, однако последний имеет меньшие размеры и выпуклый центр створки.

Распространение. Ранний миоцен тропической зоны Тихого океана.

Actinocyclus barroni Radionova

Радионова, 1985, с. 72, табл. I, фиг. 1

Табл. V, 2, 4

Голотип. ГИН АН СССР, кол. 4705/1, ПГБ 166-7-5, 48—50 см.

Описание. Створка круглая, иногда овальная, 60—100 мкм, слабо вогнутая. Центральную часть створки (1/3 ее диаметра) занимает плоское гиалиновое поле. Оно имеет многоугольную звездчатую форму и соединяется с остальной поверхностью гиалиновыми ребрами, переходящими в ряды ареол, доходя до края створки; между ними — гиалиновые просветы. Псевдонодуль крупный, неоперкулированный. На загибе створки 8—10 двугубых выростов, которые на наружной стороне заканчиваются широкими отверстиями, чуть меньшего размера, чем псевдонодуль. Загиб низкий. Край с грубыми штрихами.

Сравнение. Вид имеет сходство с *Act. radionovae* [Barron, 1983] по наличию гиалинового поля в центре створки, но отличается значительно меньшей ундуляцией створки, отсутствием укороченных рядов ареол, наличием гиалиновых ребер, окружающих гиалиновое поле.

Распространение. Ранний миоцен (зоны *Actinocyclus barroni* и *Cestodiscus* гарах) тропической зоны Тихого океана.

Actinocyclus radionovae Barron

Barron, 1983, p. 504, pl. 111, fig. 1—3

Табл. V, 1

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/21, ПГБ 65-9-5, 50—52 см.

Описание. Створка круглая, 40—100 мкм в диаметре, с глубокой депрессией. Загиб высокий, круто падающий, в вертикальной проекции составляет 1/3 радиуса створки. Круглые ареолы в радиальных рядах, образующих нечеткие пучки с одним длинным и несколькими укороченными рядами. На загибе многочисленные выходы лабиатных выростов без наружных трубок. Крупный оперкулированный ложный узелок на загибе створки.

Распространение. Начало раннего миоцена тропической зоны Тихого океана.

Actinocyclus neogenicus Reinhold

Reinhold, 1937, p. 30, pl. 1, fig. 5

Табл. VIII, 3

ГРУППА ACTINOCYCLUS ELLIPTICUS

Особенности морфологии всей группы — эллиптическое строение створки при почти плоском ее рельефе. В группу входят *Actinocyclus ellipticus* и три его варьета: *Act. ellipticus* var. *lanceolata* Kolbe, *Act. ell. var. spiralis* Barron, *Act. ell. var. javanica* Reinhold, а также *Act. elongatus* Grunow. В варьеты *Act. ellipticus* переведен *Coscinodiscus levisianus* var. *robustus* Barron. Единично в верхах олигоцена — миоцене встречается вид, похожий на *Act. ellipticus*; он отличается грубыми лабиатными выростами, отсутствием ложного узелка и выделен как новый вид *Act. praeellipticus*. Массовое распространение *Act. ellipticus* приурочено к основанию среднего миоцена. Почти одновременно развиваются и все его разновидности, причем *Act. ellipticus* var. *spiralis* более распространен в восточной части экваториальной зоны, а *Act. ellipticus* var. *javanica* — в западной.

Все разновидности в тропической зоне исчезают в конце среднего миоцена, одновременно с сокращением численности основного вида. Однако и *Act. ellipticus*, и *Act. elongatus* сохраняются в тропических водах до настоящего времени, а *Act. ellipticus* var. *javanica* известен до конца позднего миоцена в средних широтах.

Actinocyclus praellipticus sp. nov.

Табл. VI, 1—3

Голотип. ГИН АН СССР, кол. 4705/23, ПГБ 166-7-4, 48—50 см.

Описание. Панцирь эллиптический размером 30×50 мкм, створка слабо выпуклая, загиб высокий. Ареолы крупные (5 в 10 мкм), в центре створки разреженные. На загибе 8 крупных лабиатных выростов на длинных ножках. Ложный узелок отсутствует.

Материал. Скви. 166-7-4, 50—52 см, 15 экземпляров.

Распространение. Выделен в пограничных олигоцен-миоценовых отложениях Центральнотихоокеанской впадины.

Actinocyclus ellipticus Grunow

Grunow in Van Heurck, 1883, pl. 124, fig. 10

Табл. VI, 5

Замечание. Вид отличают овальная форма створки, низкий загиб, радиальное расположение ареол в простых рядах, наличие ложного узелка и небольших лабиатных выростов на короткой ножке.

Распространение. В тропической зоне океана появляется в начале среднего миоцена, существует поныне.

Actinocyclus ellipticus f. *lanceolata* Kolbe

Kolbe, 1954, p. 20, pl. 3, fig. 27

Табл. VI, 4

Actinocyclus ellipticus var. *spiralis* Barron

Barron, 1985, p. 442, pl. 7, fig. 9—10, pl. 9, fig. 5

Распространение. Средний миоцен тропической зоны Восточно-Тихоокеанской впадины.

Actinocyclus ellipticus var. *robustus* comb. nov.

Barron: *Coscinodiscus levisianus* var. *robustus*, 1985, p. 142, pl. 7

Табл. VI, 8

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/24, ПГБ 66.1-7-5, 50—52 см.

Замечание. Для варьетета характерны грубые ареолы, нечеткими пучками отходящие от центра, высокий пологий загиб. К *Coscinodiscus levisianus* он был отнесен, по-видимому, по недоразумению, так как имеет отчетливый ложный узелок и характер ареолирования, типичный для *Act. ellipticus*.

Actinocyclus ellipticus var. *javanica* Reinhold

Reinhold, 1937, p. 31, pl. 1, fig. 7, 8

Табл. VI, 7, 9

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/25, 4705/25а, ПГБ 66.1-5-2, 50—52 см, 575-4-1, 28—30 см.

Описание. Панцирь овально-округлый, диаметром 50×70 мкм, с высоким широким загибом, тонко ареолированный, размеры ареол одинаковы по всей

створке, 12 в 10 мкм, на загибе 15 в 10 мкм. Ареолы расположены пучками, состоящими из 5—7 рядов. Соединение пучков в центре в виде неправильной линии.

Замечание. Формы из Центральнотихоокеанской и Восточно-Тихоокеанской впадин отличаются по крутизне загиба.

Распространение. В тропической зоне Тихого океана появляется на рубеже среднего и позднего миоцена, исчезает в начале позднего миоцена. В умеренной зоне Тихого океана характерен для всего позднего миоцена.

ГРУППА ACTINOCYCLUS INGENS

Морфологически группа связана с группой *Actinocyclus hajosiae*. Особенности строения панциря, свойственные группе *Actinocyclus ingens*: широкая переменность формы от плоской до концентрически-волнистой, грубое неплотное ареолирование, высокий загиб. Одни исследователи дают всему разнообразию форм этого вида единое название [Whiting, Schrader, 1981; Akiba, Yanagasawa, 1985], другие считают, что некоторые формы, имеющие собственный ареал распространения, заслуживают самостоятельного названия [Kanaya, 1959; Baldauf, Barron, 1980]. Разделяя последнюю точку зрения, в составе группы я выделяю *Act. ingens Rattray var. ingens Baldauf*, *Act. ingens var. nodus Baldauf*, *Act. tsugaroensis Kanaya*.

В среднем миоцене тропической зоны Тихого океана группа имеет почти такое же широкое распространение, что и группа *Actinocyclus ellipticus*.

Actinocyclus ingens Rattray

Rattray, 1890, p. 149, pl. 11, fig. 7

Табл. VIII, 1

Actinocyclus ingens var. nodus Baldauf

Baldauf, Barron, 1980, p. 103, pl. 1, fig. 1—4

Actinocyclus tsugaruensis Kanaya

Kanaya, 1959, p. 99, pl. 8, fig. 5—8

Табл. VIII, 2

Р о д *Cestodiscus Greville*

Greville, 1865, p. 13

Coscinodiscus (Cestodiscus) Pantocsek, 1886; *Castracane*, 1886;

Coscinodiscus (Cestodiscus) Rattray, 1889; *De Toni*, 1894;

Van Heurck, 1896; *Reinhold*, 1937; *Lohman*, 1948

Типовой экз. *Cestodiscus pulchellus Greville*, 1865, отложения Нанкаури, о-в Никобар.

Характеристика рода дана в табл. 11. В составе рода выделяются четыре морфологические группы, различающиеся по форме створки: *Cestodiscus coronatus*, *Cestodiscus parmula*, *Cestodiscus stokesianus*, *Cestodiscus garax* (см. рис. 8).

Распространение. Олигоцен—миоцен тропических, субарктических, субантарктических районов океана.

Cestodiscus pulchellus Greville

Greville, 1866, p. 123, pl. 11, fig. 5

Табл. II, 2—4, рис. 9, 1

Coscinodiscus superbus: *Hardman* (ms) in *Rattray*, 1889, p. 458;

Coscinodiscus pulchellus: *Kanaya*, 1871, pl. 10, fig. 8;

Cestodiscus pulchellus: *Barron*, 1985a, p. 780, fig. 10 (15);

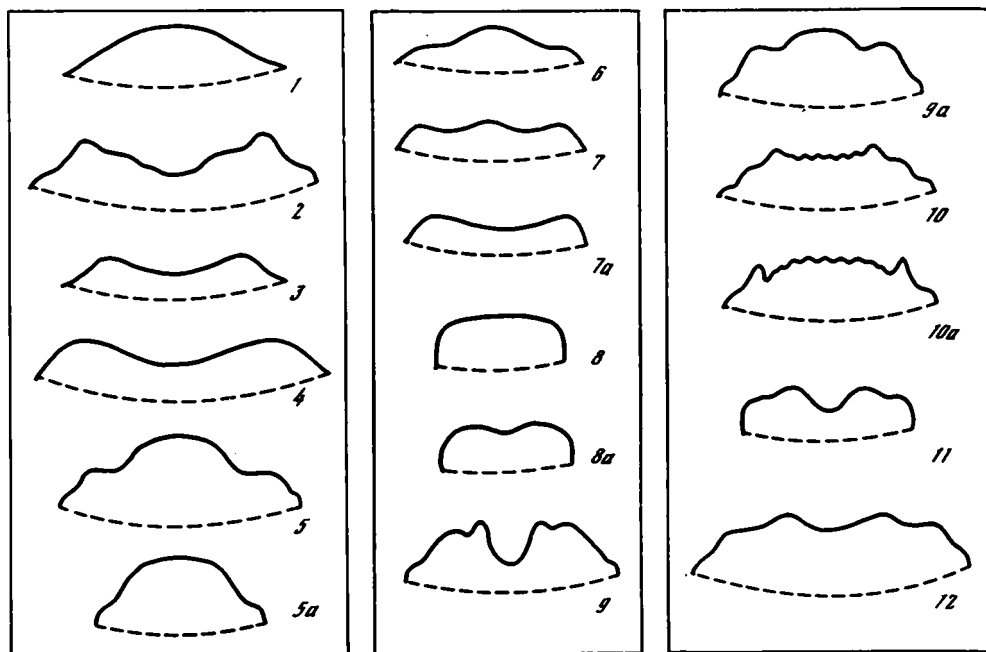


Рис. 9. Форма створки (профиль) диатомей рода *Cestodiscus* (пояснения в тексте)

Cestodiscus pulchellus: Lohman, 1974, p. 341, pl. 3, fig. 4;

Cestodiscus peplum: Schrader, Fenner, 1976, pl. 14, fig. 11;

Actinocyclus ingens: Akiba, Yanagasawa, 1985, pl. 35, fig. 9

Паратип. *Cestodiscus pulchellus*: Fenner, 1984, pl. 1, fig. 1, 2.

Типовой вид. ГИН АН СССР, кол. 4705/5, 4705/6, ПГБ 574С-31-СС.

Описание. Створка диаметром до 40—60 мкм, круглая, плоская или слабо выпуклая, с низким загибом и отогнутым краем. Ареолы центральной части створки разрежены, расположены неправильно спирально либо неправильно радиально. Расстояние между ареолами меняется, но их размеры одинаковы (7 в 10 мкм). Пологий загиб составляет 1/3 радиуса створки. Двугубые выросты многочисленны, на внешней поверхности створки — с широкими отверстиями, к каждому из которых от середины загиба протягиваются гналиновые ложбинки. Ложный узелок отсутствует.

Замечание. Относительно плоская створка без концентрической волнистости и разреженное расположение ареол в центральной части створки являются характерными для данного вида.

Соотнесение Дж. Ретреем [Ratray, 1890] *Cestodiscus pulchellus* с *Coscinodiscus superbus* Hardman, имеющим совершенно другую морфологию, вызвало дальнейшую путаницу с идентификацией вида. *Cest. pulchellus*, описанный А.П. Жузе [1974, табл. I, фиг. 9, 10, 12] из олигоценовых отложений, имеет изогнутую створку, высокий загиб, плотное расположение ареол и соответствует, по-видимому, диагнозу *Cestodiscus coronatus* Castracane.

Распространение. Ранний—средний миоцен тропической и субтропической зон океана.

Обе створки панциря одинаковой формы, вогнутые, реже плоские, загиб широкий. Группа включает четыре вида: *Cest. coronatus* Castracane, *Cest. trochus* Castracane, *Cest. intersectus* Brun, *Cest. pulchellus* Greville. Первый представитель группы, *Cest. coronatus*, появляется в начале олигоцена, последний, *Cest. pulchellus*, в начале среднего миоцена.

Cestodiscus coronatus Castracane

Castracane, 1886, p. 125, pl. VII, fig. 9

Табл. II, 1, рис. 9, 2

Cestodiscus pulchellus: Jouse, 1974, p. 345, pl. 1, fig. 9—13;

Coscinodiscus superbus: Fenner, 1978, p. 574, pl. 13, fig. 3

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/7, ПГБ 166-7-3, 50—52 см.

Описание. Створка диаметром до 80 мкм, круглая, с вогнутым центром, относительно плоской периферической частью, высоким широким загибом и отогнутым краем. В центре створки небольшое гиалиновое поле, на котором расположено симметрично 5—6 ареол. От гиалинового центра радиально отходят ряды ареол, плотность расположения которых постоянна: в ряду 7—8 ареол в 10 мкм, на загибе 12 ареол в 10 мкм. Переход к загибу осложнен валиком (см. рис. 9, 2), на котором располагаются наиболее крупные ареолы и гиалиновые гранулы, "продолговатые клетки" по А. Кастракане. На загибе — многочисленные (более 20) отверстия лабиатных выростов, к ним от вершины загиба идут гиалиновые ложбинки. Край шириной до 4—5 мкм в тонких штрихах. У миоценовых форм на загибе неоперкулированный ложный узелок.

Распространение. Олигоцен—низы раннего миоцена тропических районов Тихого океана.

Cestodiscus trochus Castracane

Castracane, 1886, p. 125, tabl. VII, fig. 1.

Табл. III, 5, рис. 9, 3

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/8, ПГБ 65-9-5, 50—52 см.

Описание. Створка круглая, вогнутая, с невысоким широким загибом и отогнутым краем, на краю загиба — валикообразное повышение. Гиалиновый центр, на котором располагаются часто 2-3 ареолы, окаймлен кольцом из 8—10 ареол, которые начинают радиальные ряды. Различаются длинные ряды, идущие от центра, и короткие, не достигающие до центра. Расположение рядов свободное, неправильное. Все ареолы не крупные, почти равного размера (6 в 10 мкм), на загибе мельче (8—10 в 10 мкм). По кольцу загиба равномерно расположены 7—9 широких отверстий двугубых выростов, от которых вверх по загибу отходят короткие гиалиновые ложбинки. В верхней части загиба крупный псевдонодуль.

Распространение. Ранний миоцен тропической зоны Тихого океана.

Cestodiscus intersectus Brun

Brun, 1891, p. 22, pl. XX, fig. 5

Табл. II, 3, рис. 9, 4

Cestodiscus pulchellus: Gombos, 1975, p. 315, pl. 5, fig. 3, 6;

Actinocyclus ehrenbergii: Schrader, 1976b, pl. 18, fig. 18, 19

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/9, ПГБ 66.1-7-2, 50—52 см.

Описание. Створка круглая, крупная (до 60 мкм), с вогнутым центром, невысоким пологим загибом, узким отогнутым краем. Центр гиалиновый, окружен кольцом редких ареол. Расположение ареол на створке секторное. Секторы

разделяются отчетливыми рядами ареол, сходящимися к центральному кольцу. Эти ряды укорочены: близ загиба ареолы исчезают, продолжение радиуса (1/4) составляет гялиновая линия, доходящая до отверстия двугубого выроста. В пределах каждого сектора расположение рядов ареол плотное, одинаковое по всей створке (10 в 10 мкм). Край с мелкими штрихами. Редкие гялиновые бугорки рассеяны по всей створке.

Замечание. По характеру концентрической волнистости створки, радиальному расположению ареол вид сходен с *Cestodiscus trochus*, но отличается от него меньшими размерами ареол и их секторным расположением. По типу ареолирования может быть спутан с *Actinocyclus ehrenbergii* var. *intermedia*, для которого характерны плоская форма створки, несплошное развитие велума и отсутствие гялиновых полосок на загибе.

Распространение. Тропический вид верхов нижнего— среднего миоцена.

ГРУППА *CESTODISCUS PARMULA*

Створки двояковыпуклые, концентрически-волнистые, у одного вида могут быть две разные створки. В группу входят *Cest. parmula* Castracane, *Cest. japonicus* Cleve, *Cest. quadrus* Lohman, *Cest. gemmifer* Castracane, *Cest. marylandicus* Lohman, *Cest. antarcticus* Fenner. Первые представители группы появляются в позднем эоцене, последние — в начале среднего миоцена.

Cestodiscus parmula Castracane

Castracane: 1886, p. 125, pl. VII, fig. 5

Табл. II, 5—7, рис. 9, 5, 5a

Coscinodiscus superbus: Hardmann in Rattray, 1889, p. 458;

Cestodiscus robustus: Jouse, 1974, p. 345, pl. 1, fig. 14, 15;

Cestodiscus robustus: Schrader, 1976b, p. 660, pl. 10, fig. 2;

Coscinodiscus superbus: Fenner, 1978, p. 519, pl. 13, fig. 14, 15, pl. 14, fig. 1—4;

Coscinodiscus superbus: Gombos, Ciesielski, 1983, p. 601, pl. 4, fig. 1—8;

Cestodiscus robustus: Barron, 1985a, pl. 1, fig. 1

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/10, ПГБ 574-31-СС.

Описание. Створки диаметром 50—90 мкм, круглые, двояковыпуклые, несимметричные. Одна створка (см. рис. 9, 5) с сильно выпуклым центром, отделенным ложбинкой от широкого выпуклого загиба. Ареолы грубые (2—5 в 10 мкм), расположены радиально, плотно, к середине створки несколько увеличиваются в размерах. На загибе ареолы мелкие (10 в 10 мкм), в соседних рядах — в шахматном порядке. Отверстия лабиатных выростов (12 и более) на внешней стороне створки имеют диаметр до 2 мкм и расположены равномерно в средней части загиба. Вторая створка полусферическая (см. рис. 9, 5a), с подогнутым краем. Центр створки гялиновый, с разреженными крупными ареолами, которые вдоль загиба делаются мельче и располагаются плотнее.

Замечание. Вследствие путаницы с *Cestodiscus pulchellus* и *Coscinodiscus superbus* Hardmann [Rattray, 1889] Ф.П. Жузе [1974] выделила новый вид *Cestodiscus robustus*. Вид, описанный А. Кастракане, был забыт. По правилам приоритета за видом должно быть сохранено наиболее раннее название.

Распространение. Олигоцен — нижний миоцен тропической зоны океанов.

Cestodiscus japonicus Cleve

Cleve, Moller, 1877—1882, collection

Табл. III, 7, рис. 9, 6

Cestodiscus sp.: Schrader, Fenner, 1976, pl. 19, fig. 4

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/13, ПГБ 66.1-7-2, 50—52 см.

Описание. Створка круглая, концентрически-волнистая, с выпуклым центром,

вогнутой периферической частью, выпуклым загибом и узким краем. Имеются вставочные ободки. Расположение ареол на створке секторное. Различаются формы, имеющие от 4 до 8 секторов. Секторы разделяются радиусами ареол, заканчивающимися близ отверстий лабиатных выростов, расположенных в верхней части загиба. Гиалиновые полосы короткие. В пределах сектора ареолы располагаются параллельно центральному ряду. По окружности загиба и в центральной части створки — правильно расположенные гранулы. В верхней части загиба — крупный оперкулированный псевдонодуль.

Замечание. В отличие от *Cestodiscus intersextus* размеры ареол по всей створке одинаковы. От *Actinocyclus ehrenbergii* var. *tenella* отличается выпуклой створкой и наличием гиалиновых полосок, идущих к лабиатным выростам.

Распространение. Средний миоцен тропической и умеренной зон Тихого океана.

Cestodiscus quadrus Lohman

Lohman, 1974, p. 342, pl. 3, fig. 6

Табл. III, 1—3, рис. 9, 7, 7a

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/14, 15, ПГБ 66.0-2-2, 50—52 см, 66.1-8-6, 50—52 см.

Описание. Створка круглая, слабо выпуклая, почти плоская, диаметром 25—30 мкм, с низким загибом и широким отогнутым краем (до 7 мкм). Четырьмя радиальными рядами ареол, сходящимися под прямым углом, створка разделена на четыре сектора. Каждый из разделяющих рядов переходит в гиалиновую линию, доходящую до отверстия лабиатного выроста. Иногда гиалиновые линии протягиваются до центра створки. На загибе ареолы мелкие, на створке они более крупные и расположены разреженно (2—8 в 10 мкм). Лабиатные выросты на наружной поверхности створки — в виде отчетливо выступающих трубочек. Близ загиба — оперкулированный ложный узелок. Центральная часть створки нередко покрыта отдельными гиалиновыми гранулами.

Замечание. От четырехлучевой формы *Cest. japonicus* отличается почти плоской створкой и иным характером расположения гранул.

Распространение. Средний миоцен тропической зоны Тихого океана.

ГРУППА *CESTODISCUS STOKESIANUS*

Панцирь небольшой (менее 40 мкм), короткоцилиндрический, с высоким крутым загибом. Центральная часть створки прогнутая. В группе два вида — *Cest. stokesianus*, *Cest. umbonatus*; первый появляется в позднем эоцене, оба известны до среднего миоцена.

Cestodiscus stokesianus Greville

Greville, 1866, p. 123, pl. 11, fig. 4

Табл. V, 3, 4, рис. 9, 8

Паратип. *Cestodiscus stokesianus*; Fenner, 1984, pl. 1, fig. 6—8.

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/16, 17, ПГБ 66.0-2-2, 50—52 см, 166-7-4, 48—50 см.

Описание. Створка маленькая (30 мкм), круглая, короткоцилиндрическая, с высоким загибом и подогнутым краем, плотно ареолированная. Ареолы мелкие, в радиальных рядах, от центра к загибу размеры ареол уменьшаются от 5 в 10 мкм до 10 в 10 мкм. Лабиатные выросты немногочисленные (4—6), к ним от вершины загиба тянутся гиалиновые полосы.

Замечание. В диагнозе, приводимом Ю. Феннер, при описании паратипа *Cest. stokesianus* [Fenner, 1984, p. 1261] подчеркивается секторное расположение ареол. Как видно из приводимых ею фотографий [pl. 1, fig. 7, 8], сектор-

ное расположение является только частным случаем ареолирования этого, по-видимому, достаточно изменчивого вида.

Распространение. Поздний олигоцен—средний миоцен тропической и субтропической зон океана.

Cestodiscus imbonatus Radionova

Радионова, 1987, с. 152, табл. V, фиг. 1, 2

Табл. V, 1, 2, рис. 9, 11

Голотип. ГИН АН СССР, кол. 4705/3, ПГБ 166-7-6, 48—50 см.

Диагноз. Панцирь диаметром 30—80 мкм, короткоцилиндрический, с воронковидно-прогнутым центром, радиус которого от 1/5 до 1/2 от радиуса створки. Периферическая часть створки и загиб выпуклые, переход между ними осложнен небольшим перегибом. Ареолы мелкие, плотные, 10 в 10 мкм, на загибе уменьшаются до 12 в 10 мкм. В центре створки небольшое гиалиновое пятно. Двугубые выросты (обычно меньше 10) расположены на загибе, к ним идут короткие гиалиновые полосы.

Сравнение. Выпуклостью панциря, плотностью расположения ареол вид напоминает *Cest. stokesianus*, отличается более глубоко прогнутым центром.

Материал. ПГБ 166-7-6, 65-9-1 — нередко.

Распространение. Ранний миоцен, Центральнотихоокеанская котловина.

ГРУППА *CESTODISCUS RAPAX*

Для всех представителей группы характерны сложно концентрически-волнистые створки, одна — с выпуклым центром, другая — с вогнутым. Группа включает *Cestodiscus rapax* Castracane, *Cest. praerapax* Radionova, *Cest. trinitatis* Lohman, *Cest. marylandicus* Lohman, которые имеют распространение в раннем—среднем миоцене.

Cestodiscus rapax Castracane

Castracane, 1886, p. 125, pl. XVIII, fig. 2

Табл. VI, 2—8, рис. 9, 9a

Cestodiscus annulatus: Lohman, 1974, p. 340, pl. 3, fig. 9;

Cestodiscus pulchellus: Reinhold, 1937, pl. VII, fig. 6

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/18, 4705/19, ПГБ 66.1-8-8, 50—52 см, 66.1-7-2, 50—52 см.

Описание. Створки круглые, диаметром до 40—50 мкм, глубоко концентрически-волнистые, несимметричные. Одна створка с сильно вогнутым центром, широким выпуклым загибом, отогнутым краем. Переход от центральной части к загибу осложнен дополнительными перегибами, лишенными ареол, сложенными гиалиновым кремнеземом с гранулами (табл. VI, 3). Другая створка с сильно выпуклым центром (табл. VI, 7, см. рис. 9, 9a), отделенным от загиба резкой ложбинкой. Гиалиновые гранулы украшают центр створки и располагаются кольцом по загибу, который составляет половину радиуса створки. Ареолы центра не крупные (6—7 в 10 мкм), расположены в радиальных рядах. Длинные ряды разграничивают секторы (пучки), в которых ареолы располагаются параллельно центральному ряду, постепенно укорачиваясь по обе стороны от него к радиусам, разделяющим секторы. Часты неполные ряды, разграничение на сектора иногда нечеткое. Расположение ареол в ряду плотное (10 в 10 мкм), в соседних рядах — в шахматном порядке. Начинаясь от перегиба на продолжении длинных рядов ареол отчетливо выделяются длинные гиалиновые ребра. Двугубые выросты открываются наружу круглыми воронковидно-расширяющимися отверстиями. (табл. VI, 8). Количество выростов различно. Обычно у более древних экземпляров они более многочисленны, более

10, у более молодых 3—5. На загибе часто имеется один оперкулированный ложный узелок (табл. VI, 8). На внутренней поверхности створки он не выделяется.

Распространение. Конец раннего—средний миоцен тропических районов Тихого океана.

Cestodiscus trinitatis Grunov

Grunov in Van. Heurck, 1889, pl. 126, fig. 4

Табл. I, 4—8, рис. 9, 10

Cestodiscus trinitatis: Lohman, 1974, pl. 3, fig. 10

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/20, 4705/21, ПГБ 66.1-8-6, 50—52 см, 66.1-7-2, 50—52 см.

Описание. Створки круглые, диаметром 60—70 мкм, несимметричные. Одна имеет вогнутый центр (табл. I, 5), выпуклую периферическую часть створки, осложненную гребнем, и пологовыпуклый загиб, фестончато-изогнутый по окружности. Вторая имеет выпуклый центр, узкую прогнутую периферическую часть створки и выпуклый загиб (табл. I, 8). Характерно многосекторное расположение ареол. Сектора разделяются радиусами, каждому из которых на загибе соответствует лабиатный вырост. Ареолы мелкие (10 в 10 мкм), на загибе уменьшаются до 12 в 10 мкм. Лабиатные выросты (до 12) располагаются в углублениях загиба, окружены гялиновым ободком, от которого вверх по загибу отходит гялиновая полоска, доходящая до макушки загиба. Одно из отверстий выростов значительно крупнее других, имеет полукруглую форму. На внутренней поверхности створки выросты имеют грибовидную форму. Все перегибы створки, а также ее центральная часть покрыты правильно расположенными гладкими гялиновыми бугорками диаметром до 3—4 мкм, примыкающими друг к другу и создающими дополнительную оболочку створки.

Замечание. По типу строения створки вид близок к *Cest. гарах*, по характеру расположения ареол — к *Cest. japonicus*, *Cest. intersectus*, отличия — в фестончатом ограничении загиба и характере строения гялинового слоя.

Распространение. Начало среднего миоцена, тропические районы океана.

Cestodiscus praerapax Radionova

Радионова, 1987, с. 152, табл. VI, фиг. 1

Табл. VI, 1, 12

Голотип. ГИН АН СССР, кол. 4507/4, ПГБ 166-7-1, 50—52 см.

Диагноз. Створка круглая, диаметром до 90 мкм, концентрически-волнистая, с резко прогнутым центром, отделенным гребнем от слабо вогнутой периферической части створки, загиб невысокий. Переход к загибу слабо подчеркнут перегибом. Ареолы мелкие (8 в 10 мкм), в центре расположены плотно, на периферической части створки становятся немного крупнее (7 в 10 мкм), располагаются неправильно, свободно, нечеткими пучками, на загибе мелкие (10 в 10 мкм), плотные. Лабиатные выросты многочисленны (более 15).

Сравнение. По характеру размещения и размерам ареол вид близок *Cest. гарах*, отличается от него характером размещения ареол, наличием дополнительного гялинового слоя только на перегибе, отделяющем центр от периферической части створки, а также более грубым рисунком створки.

Материал. ПГБ 166-7-1, 7-2, 65-9-5, 575А-12-2 — 8-2 — нередко.

Распространение. Встречен только в нижнем миоцене.

Род Hemidiscus Wallich
Hemidiscus cuneiformis Wallich

Wallich, 1860, p. 42, pl. 2, fig. 3, 4

Табл. VIII, 3

Распространение. Появление в тропических и умеренных районах океана в середине 12-й палеомагнитной эпохи.

Hemidiscus (?) sp.

Табл. VIII, 5

С Е М Е Й С Т В О COSCINODISCACEAE KUTZING

Главными особенностями диатомей этого семейства являются короткоцилиндрический или линзовидный панцирь, округлая или овальная створка, ареолы с наружным велумом и внутренним фораменом, круг лабиатных выростов по краю створки и рассеянные выросты на створке. До последнего времени характерными родами этого семейства считались *Coscinodiscus* Ehr., *Craspedodiscus* Ehr. На основании различий в расположении выростов Р. Симонсен [Simonsen, 1975] к собственно роду *Coscinodiscus* отнес виды с прикраевым кольцом лабиатных выростов, два из которых более крупные. Виды, у которых, помимо прикраевых выростов, имеется один центральный, были отнесены к роду *Azpeitia*, а виды с группой лабиатных выростов в центре, но без краевого кольца — к роду *Stellarima*. В классификации, принятой в монографии [Диатомовые..., 1988], род *Azpeitia* и род *Stellarima* выделены в монотипные семейства. Поскольку не завершено переизучение рода *Coscinodiscus*, которое до последнего времени ограничивалось рассмотрением современных видов, расчленение сем. *Coscinodiscaceae* представляется преждевременным.

Род Coscinodiscus Ehrenberg

Типовой вид и объем рода *Coscinodiscus* первоначально не были указаны Л. Эренбергом [Ehrenberg, 1839], что дает возможность самого произвольного толкования рода. В настоящее время переизучены лишь современные виды [Hasle, Sims, 1986]. Помимо прикраевого круга лабиатных выростов, многие из этих видов имеют мелкие выросты на створке. Остается неясным, соответствуют ли многочисленные древние представители рода предлагаемому диагнозу. Это относится прежде всего к видам с ромбической или овальной створкой — *Cos. levisianus* с варьетами, *Cos. rhombicus*, *Cos. lanceolatus*, а также к видам, имеющим концентрически- или тангентально-волнистую створку, таким, как *Cos. blysmos*, *Cos. asteroides* или *Cos. excavatus*. В настоящей работе ромбические формы оставлены в объеме рода *Coscinodiscus*. Эти виды, помимо ромбической створки, имеют более крупные лабиатные выросты, чем у остальных *Coscinodiscus*. Выросты, расположенные на заостренных концах створки, отличаются от остальных по форме и образуют группу из 2—3 шт.

Coscinodiscus argus Ehrenberg

Ehrenberg, 1839, p. 73

Табл. IX, 1, 2

Hasle, Sims, 1986, p. 316, fig. 1—7

Замечание. Вид переописан Г. Хасле и П. Симс по препаратам К. Эренберга. Особенности морфологии вида — панцирь с выпуклой створкой, иногда с вмятым центром, лабиатные выросты только по краю створки.

Распространение. Массовый вид в олигоцене—раннем миоцене тропической зоны океана начиная со среднего миоцена — редок.

Coscinodiscus pseudoinsertus Kazarina

Казарина, 1978, с. 45, табл. 9, фиг. 1—4

Табл. IX, 2, 4

Sancetta, 1987: *Coscinodiscus radiatus*, tabl. I, fig. 1—10

Замечание. Характерны выпуклая створка, пологий загиб, простое строение пояса; лабиатные выросты на створке находятся примерно на середине ее радиуса в виде неправильного круга. По расположению лабиатных выростов на створке он близок *C. radiatus*, однако последнего отличает плоская створка и трехчленное строение пояса [Hasle, Sims, 1986].

Распространение. Появляется в конце раннего миоцена, в среднем миоцене тропической области доминирует, в позднем миоцене—плейстоцене редок.

Coscinodiscus radiatus Ehrenberg

Hasle, Sims, 1986, p. 312, fig. 15—22

Табл. IX, 7

Замечание. Вид был переописан Г. Хасле и П. Симс по препаратам К. Эренберга. Для него характерны плоская створка с невысоким округлым загибом, наличие пояса с тремя гиалиновыми ободками, правильное расположение ареол, значительно уменьшающихся близ загиба. Нередко в центре имеется небольшое гиалиновое поле. Лабиатные выросты на створке образуют 1—3 концентрических круга.

По расположению лабиатных выростов на створке вид сходен с *Cos. pseudoinsertus*, но отличается от него плоской створкой, значительным уменьшением размеров ареол на загибе и строением пояса. К. Сансеттой [Sancetta, 1987, pl. 2, fig. 3—9] в качестве типичного *Cos. radiatus* приведен *Cos. pseudoinsertus*.

Распространение. Поздний миоцен—плейстоцен средних широт океана.

Coscinodiscus obscurus A. Schmidt

Schmidt, 1974—1959, Atl. tabl. 6, fig. 16

Табл. IX, 6

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/26, ПГБ 575-5-4, 50—52 см.

Описание. Створки круглые, плоские или выпуклые до 70 мкм в диаметре. В центре диска нередко небольшое поле. Ареолы крупные, гексагональные, в радиальных рядах слабо уменьшающиеся к краю створки. Перед каждым укороченным рядом ареол — лабиатный вырост.

Замечание. От *Cos. pseudoinsertus* отличается более закономерным расположением лабиатных выростов на створке: они заканчивают каждый укороченный ряд ареол и располагаются, таким образом, по всей створке. От *Cos. radiatus* отличается более свободным расположением ареол, наличием гиалиновых промежутков между ними, низким пологим загибом.

Распространение. Характерен для раннего—среднего миоцена тропических районов Тихого океана.

Coscinodiscus blysmos Barron

Barron, 1981a, p. 504, pl. II, fig. 6, 7; pl. VI, fig. 7

Табл. IX, 5

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/27, ПГБ 66.0-2-3, 50—52 см.

Описание. Створки округлые, выпуклые, с сильно вмятым центром, образующим глубокую депрессию. Ареолы крупные, гексагональные (3—4 в 10 мкм), располагаются радиально, в соседних рядах — в шахматном порядке, что обуславливает очень четкий геометрический рисунок створки. Близ края ареолы

несколько уменьшаются. В депрессии располагаются 5—6 небольших округлых ареол. Край подогнутый, штрихованный (5—6 штрихов в 10 мкм).

Замечание. Наличие центральной депрессии и структура ареолов сближают этот вид с родом *Craspedodiscus*. Будущее изучение строения краевых лабиатных выростов поможет уточнению его родовой принадлежности.

Распространение. *Coscinodiscus blysmos* является характерным видом зоны *Annelus californicus*, в основании которой в экваториальной области Тихого океана он появляется и доминирует, исчезает в верхах зоны *Denticulopsis nicobarica*. Приуроченность к пограничным слоям нижнего и среднего миоцена определяет стратиграфическую важность вида.

Coscinodiscus levisianus Greville

Greville, 1866, p. 78, pl. 8, fig. 8—10

Табл. X, 1—3

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/28, ПГБ 575А-17-1, 48—50 см.

Описание. Створка эллиптическая, плоская, размером 30—80 мкм по длинной, 20—40 мкм по короткой оси. Ареолы, крупные, округлые, имеют "крабовидное" расположение, в центре беспорядочное; от центра они расходятся многочисленными слабо изогнутыми рядами, "клешнями", направленными вдоль длинной оси эллипса. В ряду 3—4 ареолы в 10 мкм, между рядами — гиалиновые промежутки 2—3 мкм. Загиб пологий, на загибе ареолы мелкие в плотных вторично косо пересекающихся рядах. Лабиатные выросты небольшие, без ножки, 1—2 в 10 мкм, их форма типична для представителей рода *Coscinodiscus*. К трем лабиатным выростам, расположенным на заостренных концах створки, протягиваются три отчетливые гиалиновые полосы (табл. X, 3). Центральный из этих трех выростов — более крупный, макровыrost (табл. X, 1).

Распространение. Поздний олигоцен—средний миоцен тропической зоны Тихого океана.

Coscinodiscus levisianus var. *similis* Rattraу

Табл. X, 5, 6

Coscinodiscus rhombicus Castracane

Табл. X, 4

Замечание. Вслед за Ю. Феннер [Fenner, 1985], мы относим к данному виду экземпляры с заостренными концами, более плотным, чем у *Cos. levisianus*, расположением ареол и рассматриваем *Cos. lanceolatus* как синоним *Cos. rhombicus*.

Распространение. Оligocen—средний миоцен тропической зоны Тихого океана.

Род *Azpeitia* M. Peragallo

К этому роду в настоящее время относят всех представителей рода *Coscinodiscus*, имеющих краевое кольцо лабиатных выростов и один центральный [Fryxell et al., 1988]. Такое выделение встретило поддержку со стороны практиков и активно используется при выделении видов, однако название рода дано исследователями на основании отнесения *Coscinodiscus* с центральным лабиатным выростом к роду, типовой вид которого, *Azpeitia antiqua* Pantocsek, имеет треугольную форму. Треугольная форма створки, ареолированная структура которой не доходит до загиба, — основные элементы, указываемые в диагнозе рода *Azpeitia* [Temperе, Peragallo, 1912, 326]. Разреженные ареолы в свободных рядах, имеющие структуру типа вола, характерны для типового вида *Azpeitia antiqua* [Fryxell, 1988, табл. 1]. Представляется, что распространение названия

Azpeitia на *Coscinodiscus*, большинство видов которого имеет плотно ареолированную структуру и круглую створку с центральным лабиатным выростом, не правомочно. Однако, поскольку работа над изучением ультраструктуры этой группы диатомей продолжается Г. Фриксель и П. Симс, можно надеяться, что номенклатурные вопросы будут решены ими самими. Поэтому здесь к роду *Azpeitia* отнесены те виды, которые Г. Фриксель и П. Симс были перенесены из рода *Coscinodiscus*: *Az. voluta*, *Az. nodulifer*, *Az. tabularis*, *Az. tuberculatus*, *Az. vetustissima*, *Az. salysbergiana*, *Az. oligocenica*, *Az. praenodulifer*.

Внутри рода можно выделить несколько морфологических групп, отличающихся в основном по строению и характеру ареолирования загиба. Наиболее древняя группа — *Az. oligocenica*, представители которой известны из позднего эоцена; группы *Az. voluta*, *Az. nodulifer* характерны для миоцена, наиболее молодая группа — *Az. barronii*, первый представитель которой появляется в позднем миоцене.

ГРУППА AZPEITIA OLIGOCENICA

Загиб пологий, невысокий, на загибе ареолы в коротких вторично косо пересекающихся рядах. Строение и ареолирование загиба сходны с таковыми у родов *Actinocyclus* и *Cestodiscus*. Между ареолами створки и загиба — гладкое пространство. В эту группу входят виды, существовавшие в палеогене: *Az. tuberculata*, *Az. verriculosa* [Fryxell et al., 1988, табл. XII], *Az. oligocenica*, описываемая ниже, а из современных видов *Az. tabularis* [Fryxell et al., 1988, табл. XIV].

Azpeitia oligocenica (Jouse) P.A. Sims

Табл. XI, 1—4

Jouse: *Coscinodiscus oligocenicus*, Beih. Nova Hedwigia 45, 348, pl. 1, fig. 6—8, 16, 1973

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/29, ПГБ 575А-25, 25—27 см.

Описание. Створка округлая, слабо выпуклая, сильно окремненная, загиб невысокий, переход створки в загиб нерезкий. Ареолы круглые, в неправильных радиальных рядах (5—7 в 10 мкм), часто не достигающих до середины створки. Нередко центральная ареола крупнее всех остальных. Близ загиба ареолы уменьшаются. На загибе ряды мелких ареол, вторично косо пересекающихся, по 4—5 ареол в вертикальном ряду, 15 рядов ареол в 10 мкм. Лабиатные выросты — на продолжении длинных рядов, не имеющих внешних трубок (табл. XI, 4). Лабиатный вырост на створке эксцентричен, располагается на небольшой гиалиновой площадке (табл. XI, 1, 3).

Распространение. Вид описан А.П. Жузе как типичный представитель олигоценовых отложений тропических районов океана. Ю. Феннер [Fenner, 1985] указывает на его присутствие в позднем эоцене. В наших материалах он не встречается выше раннего миоцена (зона *Bogorovia veniamini*).

ГРУППА AZPEITIA VOLUTA

Группа включает два вида: *Az. voluta*, *Az. vetustissima*, они отличаются низким загибом и имеют на загибе единственный ряд ареол.

Azpeitia voluta (Baldauf) P.A. Sims

Табл. XII, 1-7

Baldauf, Barron: *Coscinodiscus volutus*, 1982, p. 66, pl. 22, fig. 1, pl. 3, fig. 2;

Fryxell et al., 1988, p. 38, fig. VIII

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/30, 4705/31, ПГБ 66.1-7-2, 50—52 см, 166-7-6, 50—52 см.

Описание. Створка округлая, плоская, с низким пологим загибом, переход

в загиб нерезкий. Ареолы в частных пучках, 6-7 в 10 мкм. Неполные ряды заканчиваются недоразвитой ареолой. Соседняя с ней ареола в ближайшем ряду обычно более крупная (табл. XII, 2, 6). Центр иногда углублен, иногда эксцентричен, к нему приурочены мелкие ареолы, расположенные беспорядочно, иногда имеется небольшая гиалиновая площадка, на которой располагается лабиатный вырост (табл. XII, 3), иногда он находится среди ареол (табл. XII, 1). На загибе — один ряд мелких ареол, разделенных маленькими гиалиновыми площадками, к которым приурочены отверстия лабиатных выростов (табл. XII, 5, 7), узкой гиалиновой каймой загиб отделен от края, сложенного еще одним рядом мелких ареол.

Распространение. Ранний—средний миоцен тропической зоны океана.

Azpeitia vetustissima (Pantocsek) P.A. Sims

Табл. XIII, 4—7

Pantocsek: *Coscinodiscus vetustissimus*, 1886, p. 71, pl. 20, fig. 186

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/32, ПГБ 575-8-2, 28—30 см.

Описание. Створка круглая — 30—40 мкм. Строение загиба сходно с *Az. voluta*. Ареолы в отчетливых пучках, 4—5 в 10 мкм. Центр гиалиновый, на нем находятся 2—5 ареол (табл. XIII, 7), которые всегда отделены гиалиновым кольцом от остальной створки (табл. XIII, 4, 5). Центральный лабиатный вырост располагается на границе гиалинового кольца, краевые лабиатные выросты — на протяжении длинных рядов ареол.

Замечание. Отличием от *Az. nodulifer* и *Az. salysberuanus* является строение загиба с одним рядом ареол, гиалиновой каймой отделенных от ряда краевых ареол, тот же признак объединяет *Az. vetustissimus* в одну группу с *Az. voluta*. Они отличаются друг от друга по характеру пучков ареол, более грубому у *Az. vetustissima*, и различной структуре центра створки.

Распространение. Олигоцен (?)—средний миоцен тепловодных морских и океанических отложений.

ГРУППА *AZPEITIA NODULIFER*

Группа объединяет виды, у которых вертикальный загиб отчетливо ограничен от створки. Вся его поверхность целиком занята двумя рядами относительно крупных косо сопряженных ареол, сочленяющихся зубчатой линией. Их форму Г. Фриксель [Fryxell et al., 1988] сравнивает с формой готического окна. Входящие в эту группу виды *Az. neotuberculata*, *zalysberuanis*, *aeginensis*, *praenodulifer*, *nodulifer*, *komurae* характерны для среднего и позднего миоцена.

Azpeitia nodulifer (A. Schmidt) P.A. Sims

Табл. XV, 1, 2, 4, 8

Schmidt, 1874—1959: *Coscinodiscus nodulifer*, pl. 5, fig. 20, 22

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/33, ПГБ 575-3-2, 43—45 см.

Описание. Створка плоская, круглая, размером 20—80 мкм, загиб отделяется от створки невысоким гиалиновым ребром, имеются вставочные ободки (табл. XV, 4). Характер ареолирования меняется от неправильно радиального к тангенциальному. Размер ареол незакономерно меняется, иногда сохраняется одинаковым по всей створке. Ареолы на загибе в двух зубчато-сочленяющихся рядах, их размеры близки к размерам ареол створки. Краевые лабиатные выросты (обычно 7) плотно примыкают к гиалиновому ребру. Центральный вырост обычно одиночный, но иногда в центре створки 2—3 выроста.

Распространение. Широко распространенный тропический океанический вид, известный со среднего миоцена.

Azpeitia neotuberculata sp. nov.

Табл. XIV, 4—7

Barron, 1985b, p. 796, fig. 10 (12): *Coscinodiscus tuberculatus* Greville

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/34, ПГБ 575-5-4, 50—52 см.

Описание. Створка плоская, круглая, 20—40 мкм, плотно ареолированная. Ареолы почти одинаковые по всей створке, 5—6 в 10 мкм, в четких широких пучках, доходящих до загиба, 5—6 рядов в пучке, вдоль загиба дугообразно изогнуты в пределах пучка, на загибе — двойные ряды мелких перекрещивающихся ареол (табл. XIV, 4—6). Краевые лабиатные выросты расположены на границе створки и загиба на расстоянии 8—10 мкм друг от друга, имеют короткую наружную трубку с круглым отверстием. Такую же трубку имеет центральный лабиатный вырост (табл. XIV, 7).

Замечание. *Coscinodiscus tuberculatus* Greville был переописан по типовому материалу Р. Гревилля из палеогена о-ва Барбадос Г. Фриксель и др. [Fryxell et al., 1988, p. 10, pl. VII, VIII] как *Azpeitia tuberculata*. Новый вид, характерный для среднего миоцена тропической области, ранее определялся как *Coscinodiscus tuberculatus*, однако от типового вида он отличается более грубыми ареолами, одинаковым по всей створке пучкованием рядов ареол, иным строением загиба и наружных выходов лабиатных выростов. Для *Az. tuberculata* характерны загиб с вертикальными рядами ареол (по 4 в ряду) [Fryxell et al., 1988, fig. VII, 1B] и щелевидные отверстия лабиатных выростов [Там же. Fig. VII, 4].

Материал. Множество экземпляров из среднего миоцена скв. 66, 166, 575.

Распространение. Средний миоцен тропической зоны Тихого океана.

Azpeitia salysberuana (Lohman) P.A. Sims

Табл. XV, 3, 5

Lohman: *Coscinodiscus salysberuanis*, 1948, p. 164, pl. 4, fig. 5

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/35, ПГБ 575-3-2, 50—52 см.

Замечание. Самостоятельность вида может быть оспорена, так как основным отличием от *Azpeitia nodulifer* является мелкопучковатое строение.

Распространение. Средний—поздний миоцен тропической и субтропической зоны Тихого океана.

Azpeitia aeginensis (Schmidt) P.A. Sims

Табл. XIII, 1—3

Schmidt, 1874—1959: *Coscinodiscus aeginensis*, 1988, pl. 113, fig. 13, 14

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/36, ПГБ 575-8-2, 50—52 см.

Замечание. Главная особенность вида — наружная структура лабиатного выроста (табл. XIII, 3) в виде запятой и гиалиновые ободки вокруг краевых лабиатных выростов (табл. XIII, 1, 2).

Распространение. Средний—поздний (?) миоцен тропической области Тихого океана.

Azpeitia praenodulifer (Barron) P.A. Sims, Fryxell

Табл. XI, 5, 6

Barron: *Coscinodiscus praenodulifer*, 1983, p. 511, pl., fig. 9, 10, pl. VI, fig. 8;

Jouse: *Coscinodiscus oligocenicus* var. *nodosus*, 1973, p. 348, pl. 3, fig. 13—15

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/36, ПГБ 65-9-5, 50—52 см.

Замечание. Главные особенности вида — двойной ряд ареол на загибе, центральное гиалиновое поле с несколькими мелкими ареолами на нем, центральный лабиатный вырост расположен вне этого поля, краевые лабиатные выросты окружены нечетким гиалиновым кольцом. А.П. Жузе описала этот вид как

варьетет *Coscinodiscus oligocenicus*, позднее независимо он был выделен Д. Барроном как *Coscinodiscus praenodulifer*. Второе название сохраняется как более логичное, так как определение *podosus* можно применить ко второй группе.

Распространение. Поздний олигоцен—ранний миоцен тропической зоны Тихого океана.

Azpeitia endoi (Kanaya) P.A. Sims

Fryxell et al., 1988, p. 16

Табл. XIV, 1, 2

ГРУППА *AZPEITIA NEOCRENULATA*

Створка асимметричная, положение центрального лабиатного выроста эксцентричное, загиб тонкоареолированный с велумом типа рика. Включает *Az. africana*, *Az. neocrenulata*, *Az. barroni*.

Azpeitia neocrenulata (Van Landingham) G. Fryxell, T.P. Watkins

Fryxell et al., 1988, p. 18, fig. XVI

Azpeitia barroni G. Fryxell, T. P. Wathins

Fryxell et al., 1988, p. 20, fig. XIX—XXI

Azpeitia africana (Janisch et Schmidt) G. Fryxell, T.P. Watkins

Fryxell et al., 1988, p. 22, fig. XXII, XXIII

Род *Pseudotriceratium* Grunow

Pseudotriceratium cinnamomeum (Greville) Grunow

Табл. VIII, 4

Williams, 1988: *Triceratium cinnamomeum* Greville, pl. 59, fig. 10, 11

Распространение. Оligocen (?)—плиоцен тропической области океана.

Pseudotriceratium chenevieri (Meiat.) Grunow

Barron: *Triceratium pileus* Ehrenberg, 1983, pl. V, fig. 15, 16

Распространение. Оligocen—ранний миоцен тропической зоны океана.

Pseudotriceratium cinnamomeum (Greville) Grunov var.
minor Grunow

Grunow in Van Heurck, 1880, pl. 126, fig. 1

Табл. VIII, 7

Род *Craspedodiscus* Ehrenberg

Дисковидный панцирь, грубо ареолированный, с концентрически-волнистыми створками, имеющими более крупные ареолы на выпуклых и более мелкие на вогнутых участках. До настоящего времени ультраструктура рода практически не изучена. Наши фотографии в сканирующем микроскопе свидетельствуют о наличии редуцированных лабиатных выростов по краю створки. При переходе от выпуклой части створки у некоторых видов имеются особые поры (табл. XVI, б), которые, по-видимому, также являются отверстиями лабиатных выростов. Подобная структура характеризует и перегиб створки у рода *Annelus*, что сближает оба рода.

Представители рода *Craspedodiscus*, известные с мела, широко распространены в палеогене тропической зоны Тихого океана и заканчивают свое развитие

в среднем миоцене. Наиболее частный вид — *Craspedodiscus coscinodiscus*. В верхах раннего—начале среднего миоцена в комплексах появляется *Cr. umbonatus*, а в основании среднего — *Cr. elegans*. Последний вид, описанный из эоцена [Greville, 1865], в олигоцене—раннем миоцене отсутствовал. Увеличение количества видов *Craspedodiscus* в среднем миоцене — характерная особенность тропического комплекса. К этому же времени относится появление *Coscinodiscus asteroides* (*Cos. gigas* var. *diorama*). По строению створки и характеру краевых лабиатных выростов этот вид близок к роду *Craspedodiscus* и описывается нами вместе с остальными представителями этого рода.

Craspedodiscus coscinodiscus Ehrenberg

Диатомовый анализ, 1949, т. 2, табл. 30, фиг. 7, табл. 36, фиг. 1

Табл. XVI, 2

Распространение. Эоцен—плиоцен тропической области океанов.

Craspedodiscus elegans Ehrenberg

Ehrenberg, 1844, p. 266, fig. 12

Табл. XVI, 8

Распространение. Эоцен—средний миоцен тропических и умеренных зон океана.

Craspedodiscus umbonatus Greville

Williams, 1988: *Craspedodiscus umbonatus* Greville, pl. 32, fig. 7

Табл. XVI, 6, 7

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол 4705/2, ПГБ 166-7-2, 48—50 см.

Описание. Панцирь дисковидный, диаметром до 60 мкм, со створками, сильно прогнутыми в центре. Вогнутая и выпуклая части створки соотносятся как 1:1 и разделены гиалиновым ребром. Размеры ареол вогнутой части увеличиваются от центра до гиалинового ребра, выпуклой части — уменьшаются от гиалинового ребра к загибу. По окружности гиалинового ребра расположены поры, 1 в 10 мкм (табл. XVI, 6).

Замечание. От *Cr. coscinodiscus* отличается меньшими размерами, наличием гиалинового ребра, разделяющего выпуклую и вогнутую части створки, вокруг которого располагается зона наиболее крупных ареол и к которому приурочены поры.

Распространение. Верхи раннего—средний миоцен тропической зоны Тихого океана.

Coscinodiscus asteroides Truan et Witt (*Craspedodiscus*?)

Truan, Witt, 1888, tabl. III, fig. 2

Табл. XVI, 1

Barron, 1985: *Coscinodiscus gigas* var. *diorama*, pl. 9, fig. 6

Распространение. Оligocen (?)—средний миоцен океанов.

Р о д *Annelus* Tempere

Annelus californicus Tempere

Tempere, Peragallo, 1908, p. 60

Табл. XVII, 3—5

Распространение. Верхняя часть раннего миоцена, зона *Annelus californicus*.

До последнего времени род был монотипным, его единственный вид был первоначально описан как *Coscinodiscus paleaceus* Grunow. В настоящее время род включает два вида и один варьетет, однако систематическое изучение всех трех и установление их принадлежности к высшим таксонам впереди. С известной условностью мы относим этот род к сем. *Coscinodiscaceae*.

Rossiella praepaleacea (Schrader) Gersonde and Schrader

Schrader, 1973: *Coscinodiscus praepaleaceus*, p. 703, pl. 3, fig. 1—8

Распространение. Средний—поздний миоцен тропической и умеренной области океана, зоны *Thalassionema hirosakiensis* и *Thalassiosira yabei*.

Rossiella paleacea (Grunow) Desikachary and Mageshwari

Cussia paleacea Grunow in Van Heurk, 1883, pl. 128, fig. 6

Табл. XXIII, 2, 3

Распространение. Спорадически встречается в отложениях раннего—среднего миоцена тропической области Тихого океана.

Rossiella paleacea var. *elongata* (Barron) Barron

Barron, 1985a, pl. 8, fig. 3

Табл. XXIII, 1

С Е М Е Й С Т В О *ASTEROLAMPRACEAE* SMITH EMED. GOMBOS.

В середине створки линзовидного панциря развиваются особые стекловидные камеры, открывающиеся на внешней стороне створки отверстием, на внутренней — щелью. Остальная часть створки имеет локулярные ареолы. Расцвет семейства относится к палеогену. В неогене сохраняются только два рода — *Asterolampra* и *Asteromphalus*.

Р о д а *Asterolampra* Ehrenberg и *Asteromphalus* Ehrenberg

Для обоих родов характерна структура радиальных гиалиновых камер. Схематическое изображение гиалинового клина (луча) приведено на рис. 10. Каждый клин состоит из центрального расширения и краевого продолжения. Створка может содержать до 20 и более лучей. Смыкаясь вдоль разделяющих линий (тяжей), центральные расширения лучей образуют в центре створки обширное радиально-волнистое гладкое поле (рис. 10). Краевые продолжения лучей доходят до загиба створки, а между ними располагаются ареолированные сегменты. П. Гомбос [Gombos, 1980] показал, что на внешней стороне створки клиновидные лучи имеют сплошную структуру, а вовнутрь створки открываются длинной лучевой щелью, заканчивающейся лабиатным выростом (табл. XIII, 1, 2).

Различие между родами определяется главным образом характером симметрии, определяемой формой клиновидных сегментов. Род *Asterolampra* имеет одинаковые лучи и четкую радиальную симметрию. У рода *Asteromphalus* радиальная симметрия нарушена за счет того, что один из лучей по форме и размерам отличается от остальных.

П. Гомбос [Gombos, 1980] разделил виды рода *Asterolampra* на две группы в зависимости от структуры центра створки. К первой группе относятся *A. affinis*, *A. insignis*, *A. marginata* и другие — виды, у которых гиалиновые клинья начинаются от границы центрального поля, имеющего мозаичное псевдоареолированное строение ("ареолы" лишены перфораций). Ко второй — виды,

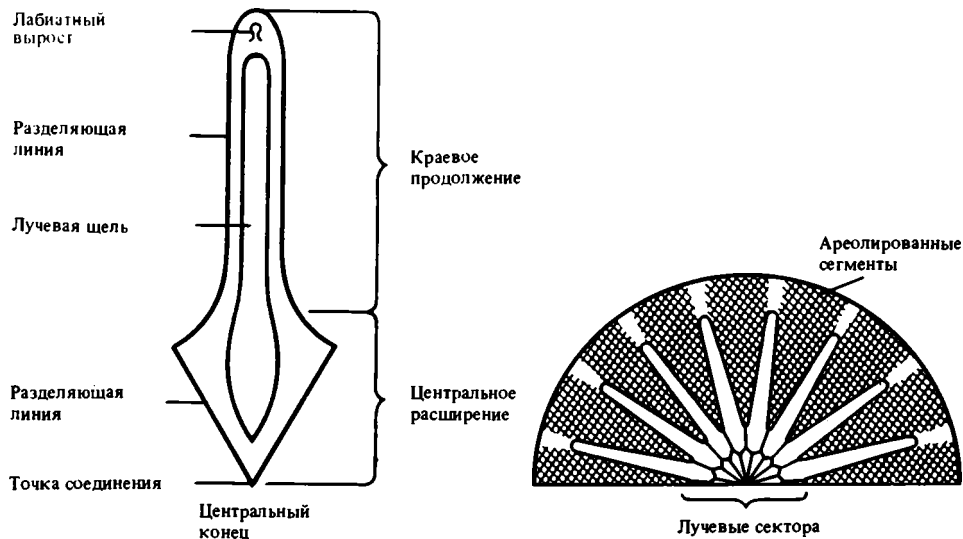


Рис. 10. Элементы структуры рода *Asteromphalus*

имеющие соединение гиалиновых клиньев в одной точке, в центре створки. Характерный вид — *A. marylandica*.

Первая группа — более древняя. Ее представители появляются в верхнем эоцене тропической области и описаны из океанической формации о-ва Барбадос [Greville, 1860, 1862]. В неогеновых отложениях тропической области сохраняется только один представитель этой группы — *A. affinis*, вымирающий на границе миоцена—плиоцена. Вторая группа появляется, по данным П. Гомбоса, в начале олигоцена.

Предпринимаемая нами ревизия рода *Asteromphalus* позволила установить, что многие виды существуют под несколькими названиями. Выделение известных видов под новыми названиями связано только с отсутствием ревизии. Удалось выявить, что эволюция рода идет за счет изменения несимметричного гиалинового луча. У более древних видов несимметричный луч незначительно отличается от остальных (группа *Asteromphalus elegans*). У более молодых он является как бы стержнем всей гиалиновой структуры, к которой прикрепляются остальные лучи. Поэтому со второй группой видов связано увеличение количества лучей и размеров створки (группа *Asteromphalus hookeri*). Первая группа появляется в позднем олигоцене, вторая существует с конца раннего миоцена.

Особую группу (*Asteromphalus arachnae*) образуют виды со стреловидным строением лучевого клина, появившиеся в позднем миоцене.

ГРУППА *ASTEROLAMPRA AFFINIS*

Гиалиновые клинья начинаются от центрального поля, имеющего мозаичное псевдоареолированное ("ареолы" лишены перфорации) строение. Развитие группы приходится на палеоген, в неогеновых отложениях сохраняются только *Ast. affinis*, *Ast. insignis*, которые вымирают на границе с плиоценом.

Asterolampra affinis Greville

D. Williams, 1988, pl. 8, fig. 3—6

З а м е ч а н и е. У видов из тропических отложений неогена мозаичная структура центра представлена довольно крупными ячейками. От *Asterolampra insignis*

вид отличается однородной структурой ареол сегментов периферической части створки.

Распространение. Эоцен—поздний миоцен тропической зоны океана, вымирает на границе миоцена—плиоцена.

ГРУППА *ASTEROLAMPRA MARYLANDICA*

Гиалиновые клинья соединяются в центре створки. Развитие группы начинается в верхах эоцена с появления *Ast. marylandica*. В составе группы выделяются: *Ast. marylandica*, *Ast. dallasiana*, *Ast. acutiloba*, *Ast. greville*.

Asterolampra marylandica Ehrenberg

Ehrenberg, 1844, p. 76, fig. 10

Табл. XVII, 1, 2

Schmidt, 1874—1959, tabl. 137, fig. 20, 21

Замечание. Типовой вид рода *Asterolampra* на табл. XXII, 1, 2 представлен внутренней стороной створки. Видно, что разделяющие нити являются самостоятельной структурой, а лабиатные выросты находятся на окончании щели луча. Гиалиновая структура занимает более половины радиуса створки. Встречаются 5- и 6-лучевые формы.

Распространение. Оligocene (?) — ныне в тропических и умеренных океанических отложениях.

Asterolampra dallasiana Greville

Greville, 1860, p. 115, fig. 10

Табл. XVII, 3

Замечание. Видимее более 8 лучей, относительно небольшое гиалиновое поле, занимающее 1/3 радиуса.

Распространение. Ранний миоцен тропических районов.

Asterolampra acutiloba Frengelli

Schmidt, 1874—1959, tabl. 137, fig. 19

Замечание. Так же, как и *Ast. marylandica*, имеет 5 или 6 лучей. Ареолированные сегменты, подходя к разделяющим линиям, заканчиваются углом. Ареолы, примыкающие к лучевым клиньям, более крупные, таблитчатой формы.

Распространение. Появляется в олигоцене (?) и вымирает на границе миоцена—плиоцена, на рубеже 5-й эпохи и эпохи Гаусс, изохронно в тропической и умеренной зонах океана [Burckle, Koizumi, 1982].

Asterolampra greville (Wall.) Greville

Hustedt, 1930, p. 485—490, fig. 274

Табл. XVII, 4, 6

Замечание. Этот вид наиболее близок роду *Asteromphalus*. Он не имеет единственной точки соединения всех клиновидных лучей, они как бы примыкают к общему стержню.

Распространение. Оligocene—плиоцен тропической зоны океана.

Asterolampra sp.

Табл. XXII, 3

Распространение. Встречен в отложениях среднего миоцена в восточной части тропической зоны Тихого океана.

Несимметричный луч обычно меньше остальных. Число лучей меняется от 5 до 10. В группу входят *Ast. elegans* (синоним *Ast. oligocenicus*), *Ast. senectus* (синоним *Ast. parvulus*, *Ast. symmetricus*), *Ast. variabilis* (синоним *Ast. moronensis*, *Ast. brookei*). Группа существовала с олигоцена до конца миоцена.

Asteromphalus elegans Greville

Williams, 1988, pl. 14, fig. 4

Табл. XVII, 6

Schrader, Fenner: *Asteromphalus oligocenicus*, p. 965, pl. 21, fig. 8, 13, 14

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/38, ПГБ 166-9-2, 48—50 см.

Описание. Створка округлая, диаметром до 40 мкм. Гиалиновое поле составляет $1/3$ — $1/2$ радиуса створки. Прямыми разделяющими линиями оно разграничено на 6 секторов равных размеров. Лучи прямые, немного суживающиеся к краю створки. Непарный луч отличается только по более тонкому краевому продолжению. Все лучи доходят до края створки.

Распространение. Верхний олигоцен тропических и бореальных районов океана.

Замечание. Сравнение голотипа Р. Гревилля [Williams, 1988, pl. 14, fig. 4] с изображениями *Asteromphalus oligocenicus* [Schrader, Fenner, 1975] и собственными материалами позволило идентифицировать эти виды. Р. Гревиль описал свой вид из калифорнийского гуано, т.е. из переотложенного материала. По-видимому, этот вид является наиболее древним из всех *Asteromphalus*.

Asteromphalus senectus Tempere et Peragallo

Schmidt, 1874—1959, pl. 202, fig. 17

Табл. XVIII, 2

Karsten, 1905: *Asteromphalus parvulus*, p. 90, pl. 8, fig. 14;

Schrader, Fenner, 1976: *Asteromphalus symmetricus*, p. 966, pl. 21, fig. 7, 10—12

Типовой экз. ГИН АН СССР, 4705/39, ПГБ 575-2-5, 28—30 см.

Описание. Створка округлая, диаметром 30—40 мкм, 5—6 клиновидных секторов образуют правильное гиалиновое поле, составляющее половину диаметра створки, разделительные линии простые, со штрихом в средней части. Центральное расширение несимметричного луча такое же, как у остальных лучей.

Замечание. Одинаковое строение центрального расширения всех лучей придает гиалиновой части створки структуру правильного пентагона или гексагона, что отличает вид.

Распространение. Поздний олигоцен—ранний миоцен тропической и умеренной зон океана.

Asteromphalus variabilis Greville

Табл. XVIII, 4

Williams, 1988: *Asterolampra variabilis* Greville, pl. 9, fig. 3, pl. 12, fig. 9—12, pl. 13, fig. 1, 2;

Greville, 1863: *Asteromphalus moronensis*, p. 230, fig. 8

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/40, ПГБ 575-4-1, 48—50 см.

Описание. Створка округлая, крупная, до 70 мкм в диаметре. Гиалиновая структура центра составляет не более $1/3$ диаметра створки. Лучи имеют центральное расширение ланцетовидной формы и узкое тонкое краевое продолжение, слабо расширяющееся к внешнему краю створки. Количество лучей варьирует от 7 до 11.

Распространение. Конец среднего—поздний миоцен тропической и умеренной зон Тихого океана.

Несимметричный луч имеет центральное расширение в виде головки широкого клина, остальные лучи примыкают к нему, как к стержню. Количество лучей может достигать 10—20. Группа включает *Ast. hookeri*, *Ast. roperianus*, *Ast. darwinii* (синоним *Ast. shadboltianus*, *Ast. ovatus*), *Ast. flabellatus*, *Ast. robustus*, *Ast. imbricatus*, *Ast. hiltoniatus*, существует с раннего миоцена, расцвет начинается с позднего миоцена.

Asteromphalus hookeri Ehrenberg

Hustedt, 1958, p. 127, pl. 8, fig. 88—90

Табл. XXIII, 5

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/41, ПГБ 66.0-2-2, 48—50 см.

Описание. Створка округло-овальная, диаметром до 50 мкм. Гиалиновое поле составляет 1/2 створки. Количество лучей от 6 до 12. Разделяющие линии прямые. Непарный луч с длинной расширенной частью.

Распространение. Средний—поздний миоцен тропической области океана.

Asteromphalus roperianus Greville

Williams, 1988: *Asterolampra roperiana*, pl. 12, fig. 2

Замечание. По структуре гиалинового центра сходен с *Ast. hookeri*, но отличается от него меньшим количеством лучей (5—6), округлой створкой, меньшей площадью гиалинового поля (1/3 радиуса створки). Ареолы, примыкающие к разделяющим линиям, крупные, цилиндрической формы.

Распространение. Конец миоцена—плиоцен умеренных широт океана.

Asteromphalus darwinii Ehrenberg

Ehrenberg, 1844, p. 312

Williams, 1988: *Asterolampra shadboltiana* Greville, pl. 12, fig. 5;

Castracane, 1886: *Asteromphalus ovatus*, p. 132, pl. V, fig. 7

Описание. Форма створки варьирует от круглой до овальной. Диаметр створки менее 30—40 мкм. Гладкое поле составляет от 1/2 до 2/3 створки, сложено из 5—6 клиновидных лучей, имеющих центральное расширение и короткое краевое продолжение. Лучи не доходят до края створки и имеют округлое замыкание. Несимметричный луч имеет короткое клиновидное расширение в виде "головки", к которой примыкает короткий нитевидный отросток ("хвостик"). По направлению несимметричного луча гиалиновое поле уже, чем поперек.

Замечание. Короткие, не достигающие края створки лучи создают впечатление, что гиалиновая структура как бы "плавает" посреди ареолированного круга. По-видимому, именно характер гиалиновой структуры определяет изменчивость формы створки.

Распространение. Ранний (?)—средний миоцен тропической зоны океана, ныне распространен в умеренных водах Индийского океана, где фиксируется под названием *Asteromphalus shadboltianus*.

Asteromphalus hiltoniatus (Greville) Ralfs

Williams, 1988: *Asterolampra hiltoniata* Greville, pl. 12, fig. 1, 2

Замечание. Как и два описанных выше вида, имеет гиалиновое поле, разделенное прямыми линиями. Отличается крупными размерами створки (до 90 мкм), большим количеством лучей (до 20—22), небольшим гиалиновым пространством (1/3 радиуса створки). Ареолы, примыкающие к разделяющим линиям, более крупные, конически-цилиндрической формы.

Распространение. Характерный вид плейстоцена. Его появление приурочено к событию Haramillo эпохи Matuyama.

Asteromphalus robustus Castracane

Hustedt, 1930, p. 496—498, fig. 278

Распространение. Поздний миоцен — ныне в отложениях тропических и умеренных широт океана.

Asteromphalus flabellatus (Breb) Grev.

Hustedt, 1929, p. 498, fig. 379

Табл. XVIII, 4

Распространение. Плиоцен тропической зоны океана.

ГРУППА *ASTEROMPHALUS ARACHNAE*

Группу образуют *Ast. arachnae* и *Ast. hebtactis* (*Spatangidium ralfstanum* Greville). Клинья их узких лучей построены в форме стрелы (табл. XVIII, 3), поэтому образуемое ими срединное гиалиновое поле имеет не округлое, а многоугольное очертание, а разделяющие линии выражены нечетко. Оба представителя этой группы характерны для позднего миоцена.

Asteromphalus hebtactis Breb. (Ralfs)

Williams, 1988: *Spatangidium ralfstanum* Greville, pl. 55, fig. 1—3;

Диатомовый анализ, 1949, т. 2, табл. 36, фиг. 1

Распространение. Верхний среднего—верхний миоцен тропической и умеренной зоны океана.

Asteromphalus arachnae (Breb.) Ralfs

Schmidt, 1874—1959, pl. 137, fig. 27

Табл. XVIII, 3

Распространение. Верхний верхнего миоцена—низы плиоцена тропических и умеренных отложений океана.

СЕМЕЙСТВО *THALASSIOSIRACEAE* LEBOUR EMED. HASLE

Клетки обычно в колониях, соединяющихся с помощью нитей — тяжей, центральных и боковых. Выходы тяжей фиксируются специализированными кремневыми трубками — выростами с опорами (подпертыми выростами). Присутствие таких выростов на краю и в центре створки — характерная черта семейства. Панцирь цилиндрический, со вставочными ободками, ареолы в линейных тангентальных или радиальных рядах, локулярные с внутренним велумом. Подпертые выросты образуют одно или несколько колец по краю створки или скопление выростов в центре.

В изученном материале семейство представлено родами *Thalassiosira* и *Planktoniella*.

Род *Thalassiosira* Cleve, 1873 emend. Hasle, 1973

Морфология рода *Thalassiosira* в последние годы пристально изучается. После того, как было установлено существование выростов с опорами [Hasle, 1972; Ross, Sims, 1972] и показана особая роль этого элемента для всего семейства *Thalassiosiraceae*, большое внимание уделяется изучению соотношения выростов и других элементов створки [Fryxell, Hasle, 1973; Макарова, 1981]. За последние годы многие преимущественно современные виды рода *Thalassiosira* изучены в электронном микроскопе [Fryxell, 1975, 1977, 1978; Fryxell, Hasle, 1972, 1973, 1977, 1979, 1980; Hasle, 1972, 1973, 1976; Макарова, 1988]. Появились и очень

интересные работы, посвященные ультраструктуре миоценовых *Thalassiosira* [Akiba, Yanagisawa, 1985; Barron, 1985b), однако в целом древние *Thalassiosira* изучены в электронном микроскопе значительно хуже современных. Исчерпывающее определение рода приводится в монографии [Диатомовые..., 1988], но разделение рода *Thalassiosira* на секции, к сожалению, включает преимущественно ныне живущие виды и не учитывает древние связи, существовавшие внутри рода.

Первые представители этого рода (за исключением *Th. leptopus*) известны с основания миоцена. Всех неогеновых тропических *Thalassiosira* можно разбить на несколько морфологически самостоятельных групп, каждая из которых включает виды разного стратиграфического распространения. Группы различаются между собой по характеру ареолирования (радиальное, тангентальное, линейное), форме кремневой створки (выпуклая, плоская, изогнутая), структуре загиба и края, расположению и количеству выростов с опорами и их строению. Для части видов прослеживается возрастная преемственность. В неогеновых отложениях тропической области Тихого океана удалось проследить 6 таких групп: *Th. fraga*, *Th. praeyabei*, *Th. bukry*, *Th. spinosa*, *Th. leptopus*, *Th. burckliana*. Появление первых четырех относится к пограничным отложениям между олигоценом и миоценом, появление группы *Th. leptopus* не ясно, группа *Th. burckliana* возникает в верхах среднего миоцена.

Несколько видов по своему строению отличаются от остальных *Thalassiosira*. Это — *Th. primalabiata*, *Th. spumellaroides*, *Th. simbolaphora*. Первый вид мы относим к роду *Thalassioropsis*, морфология второго требует дополнительного изучения для определения отличий от рода *Puxidicula*. Для установления морфологических связей третьего, по-видимому, потребуется привлечение материала по современным видам рода *Thalassiosira*.

ГРУППА THALASSIOSIRA FRAGA

Группа включает только два вида: *Th. fraga* Schrader и *Th. tappanae* Barron. Оба являются изолированными клетками, характеризуются крепкой створкой с небольшими округлыми ареолами, разделенными широкими гиалиновыми промежутками, имеют узкий загиб и широкий край, отогнутый наподобие полей шляпы, правильное двухъярусное расположение кругов подпертых выростов. Значительное окремнение и массивность структуры при небольших размерах створки вызывают предположение, что оба вида являются покоящимися спорами. *Th. fraga* заканчивает свое существование в верхах раннего миоцена, *Th. tappanae* появляется в основании среднего.

Thalassiosira fraga Schrader

Schrader, Fenner, 1976, p. 1001, pl. 15, fig. 9—12

Табл. XIX, 1,2

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/44, ПГБ 166-8-2, 50—52 см, 166-7-6, 50—52 см.

Описание. Створка сильно выпуклая, до полусферической, 12—25 мкм в диаметре. Ареолы круглые, одинаковые по всей поверхности створки, формируют тангентальные ряды, начинающиеся близ загиба и изгибающиеся, не доходя середины створки. Загиб невысокий, 1—1,5 мкм, со сложной порондной структурой. Край широкий (1,5 мкм), отогнутый, микропористый.

Клетка имеет два круга подпертых выростов. Внешний расположен на загибе, имеет 4—5 выростов в 10 мкм. Каждый вырост имеет внешнюю трубку длиной до 2 мкм, нередко заканчивающуюся "горлышком" типа бутылочного. Внутреннее кольцо — подпертые выросты с шестью опорами (6—8 шт.) не имеют трубок на внешней поверхности створки и выглядят как поры. Единичный двугубый вырост тяготеет к внешнему кольцу выростов.

Замечание. Исчерпывающее изображение вида в сканирующем микроскопе приведено Ф. Акиба и И. Янагисава [Akiba, Yanagisawa, 1985].

Распространение. Ранний миоцен тропической, бореальной, натальной областей океана.

Thalassiosira tappanae Barron

Barron, 1985, p. 445, tabl. VI, fig. 1—5

Табл. XIX, 3—6

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/45, ПГБ 495-21-3, 36—38 см, 66-0-2-2, 50—52 см.

Описание. Створка круглая, 20—30 мкм в диаметре, выпуклая. Ареолы круглые, собраны в линейные эксцентричные ряды: 9 ареол в 10 мкм в центре створки, 11 в 10 мкм близ края. Вдоль края кольцо отчетливых широких (до 0,5 мкм в диаметре, 1 мкм в длину) многочисленных (более 15) подпертых "ногоподобных" выростов. Край гиалиновый 1—2 мкм шириной. На некотором расстоянии от края второе кольцо — 6—8 выростов, они имеют отверстия без наружных трубок.

Сравнение. По размерам створки, величине выростов, ширине гиалинового края *Th. tappanae* сходна с *Th. fraga* Schrader. Однако сравнение этих видов в электронном микроскопе (табл. XIV, 1, 3) обнаруживает значительное расхождение как в строении выростов, так и в расположении ареол.

Замечание. Дж. Баррон при описании вида указывает на "двойные" выросты по краю створки [Barron, 1985, табл. 6, фиг. 4], однако в нашем материале удалось увидеть, что подпертые выросты только кажутся двойными, обе половинки скорлупки имеют собственное кольцо выростов (табл. XIX, 4), при изучении целой скорлупки в проходящем свете выросты как бы накладываются друг на друга, создавая впечатление двойного [Barron, 1985, pl. 6, fig. 4].

Распространение. Средний миоцен тропической области Тихого океана.

ГРУППА *THALASSIOSIRA PRAEYABEI*

Основной особенностью группы является тангентальная волнистость створки: одна половина створки вогнутая, другая — выпуклая. Симметрия створки сохраняется в направлении, перпендикулярном изгибу, и подчеркивается положением единичного двугубого выроста, который расположен точно посередине загиба вогнутой створки. Кольцо правильно расположенных выростов с опорами приурочено к загибу, а еще несколько — к середине створки. Для всей группы характерен радиальный тип ареолирования. До недавнего времени большинство видов, описываемых далее, относили к роду *Coscinodiscus*,

Ф. Акиба и И. Янагисава [Akiba, Yanagisawa, 1985], вслед за Г. Хасли и Г. Фриксель [Hasle, Fryxell, 1977], считали, что современный вид *Coscinodiscus lacustris*, обладающий изогнутой створкой, имеет морфологию, характерную для рода *Thalassiosira*. Они подробно изучили строение четырех видов *Cos. yabei*, *Cos. temperei*, *Cos. temperei* var. *delicata*, *Cos. plicatus*, убедительно продемонстрировали принадлежность всех четырех видов к роду *Thalassiosira* и предположили, что еще четыре пликатных *Coscinodiscus*, в том числе *Cos. praeyabei*, принадлежат к роду *Thalassiosira*.

Мы рассматриваем в составе группы *Th. praeyabei*, *Th. yabei*, *Th. temperei*, *Th. brunii*, *Th. grunowii*, характерные для миоценовых отложений тропической зоны Тихого океана. Самым молодым представителем группы является *Th. plicatus*, изначально отнесенная к роду *Thalassiosira* [Schrader, 1974]. Этот плиоценовый вид отличается от остальных дополнительным рядом подпертых

выростов, располагающихся на середине радиуса створки. Его морфологическое сходство с миоценовыми видами нуждается в подтверждении исследованиями в электронном микроскопе.

Thalassiosira praeyabei Schrader

Schrader, 1973, p. 703, pl. 6, fig. 16, pl. 7, fig. 17—20, 22, 23

Табл. XX, 3

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/46, ПГБ 66.0-3-1, 50—52 см.

Описание. Створка округлая, 18—35 мкм в диаметре, тангентально изогнутая. Загиб узкий, гялиновый, 1,5 мкм в ширину, край с овальными отверстиями. Ареолы в радиальных рядах. Размеры и расположение ареол в рядах меняются: ареолы постепенно увеличиваются от центра до середины радиуса створки, затем уменьшаются и близ загиба в каждом ряду — уже две ареолы значительно меньшего размера, располагающиеся попарно. В прикраевой части между рядами ареол гялиновые промежутки, доходящие до загиба, где к ним приурочены подпертые выросты. С внутренней поверхности створки этим промежуткам соответствуют углубления.

Распространение. Ранний—начало среднего миоцена тропической и южной части бореальной области Тихого океана.

Thalassiosira grunowii Akiba, Yanagisawa

Табл. XX, 4

Coscinodiscus plicatus Grunow: in Schmidt et al., 1878, pl. 59, fig. 1

Akiba, Yanagisawa, 1985, p. 493, pl. 27, fig. 5, pl. 29, fig. 1—8, pl. 30, fig. 1—10

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/47, ПГБ 66.1-7-4, 50—52 см.

Описание. Створка круглая, диаметром 25—35 мкм. Степень волнистости створки меняется от небольшой до умеренной. Загиб низкий, заканчивающийся узким краем, обрамленным овальными отверстиями. Ареолы в радиальных рядах (7—9 в 10 мкм) в центральной части более мелкие. По краю — вторичные спиральные ряды. Подпертые выросты образуют единое кольцо с краевыми отверстиями по одному выросту через 4—5 отверстий, 4 выроста в 10 мкм. Они имеют 4 опоры, на внешней стороне створки трубка каждого выроста заканчивается коротким шипиком, располагающимся выше отверстия выроста. В центральной части выпуклой половины створки неправильно разбросаны подпертые выросты без наружных трубок.

Распространение. Ранний—начало позднего миоцена в тропической зоне Тихого океана, конец среднего—начало позднего в бореальной зоне.

Thalassiosira yabei (Kanaya) Akiba, Yanagisawa

Табл. XX, 1, 2

Akiba, Yanagisawa, 1985, p. 493, pl. 27, fig. 1, 2, pl. 28, fig. 1—9

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/48, ПГБ 575-4-2, 50—52 см, 575-4-1, 50—52 см.

Описание. Створка округлая с резкой тангентальной изогнутостью. Загиб довольно крутой. Край узкий с чередующимися крупными овальными и более мелкими круглыми отверстиями. Кольцо подпертых выростов располагается на загибе, выше краевых отверстий, не имеет наружных трубок. Неправильное кольцо длинных замкнутых выростов приурочено к верхней части загиба. Выросты с опорами без наружных трубок разбросаны в наиболее крутой части выпуклой половины створки. Ареолы довольно грубые (4—7 в 10 мкм) в четких радиальных рядах, близ загиба — укороченные ряды более мелких ареол.

Распространение. Средний—начало позднего миоцена в тропической и умеренной зонах Тихого океана. Увеличение численности—в верхах среднего — низах позднего миоцена (зоны *Thalassionema hiroasakiensis*, *Thalassiosira yabei*).

Thalassiosira temperei (Brun) Akiba and Yanagisawa

Табл. XX, 5

Akiba, Yanagisawa, 1985, p. 493, pl. 31, fig. 1-7

Распространение. Средний—начало позднего миоцена в тропической зоне Тихого океана, поздний миоцен—начало плиоцена в южных районах бореальной зоны (по данным [Akiba, Yanagisawa, 1985]).

Thalassiosira brunii Akiba, Yanagisawa

Табл. XX, 6

Akiba, Yanagisawa, 1985, p. 492, pl. 31, fig. 8, pl. 32, fig. 1—10, pl. 33, fig. 1—6

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/36, ПГБ 575-6-1, 50—52 см.

Описание. Створка эллиптическая с диаметрами 25—30 и 22—30 мкм с тангентальной волнистостью по длинной оси эллипса. Загиб неотчетливый, край узкий, ареолы в радиальных рядах 10—11 в 10 мкм. Край и расположение подпертых выростов такое же, как и у *Th. grunowii*. Выросты с опорами на вогнутой стороне створки отграничены от рядов ареол небольшой гиалиновой полосой, имеют наружные трубки, которые по мере приближения к выпуклой стороне становятся все короче и на выпуклой стороне практически отсутствуют. На вогнутой стороне 4—5 выростов в 10 мкм, на выпуклой — 3—4. Выходы подпертых выростов приурочены к углублениям на внутренней стороне створки.

Замечание. От *Th. temperei* отличается тонким ареолированием.

Распространение. Конец среднего миоцена в тропической области Тихого океана, конец среднего—начало позднего миоцена в южной части бореальной области.

Thalassiosira plicata Schrader

Schrader, 1974, p. 915, tabl. 3, fig. 1, 2

Описание. Клетки одиночные, 20—35 мкм в диаметре, с тангентальной волнистостью, делающей створку выпукло-вогнутой. В центре бывает единичный подпертый вырост. По краю кольцо многочисленных подпертых выростов, среди которых находится один лабиатный. Дополнительное кольцо подпертых выростов без наружных трубок (8—10) расположено на середине радиуса створки. Ареолы гексагональные в радиальных пучках, примерно 10 в 10 мкм близ центра, на загибе уменьшаются до 15 в 10 мкм, располагаются тангентальными полудугами, сливающимися с ареолами центральных пучков.

Распространение. Поздний плиоцен тропической области Тихого и Индийского океана, зона *Rhizosolenia praebergonii*.

ГРУППА *THALASSIOSIRA* BUKRY

В эту морфологическую группу объединены виды с крупной плоской створкой и низким просто устроенным загибом. К загибу приурочено правильное кольцо подпертых выростов с короткими наружными трубками. По всей створке разбросаны мелкие "поры" — выходы подпертых выростов. В группу включены *Th. bukry*, *Th. eccentrica*, *Th. lineata*.

Thalassiosira bukry Barron

Barron, 1983, p. 511, tabl. IV, fig. 1

Табл. XVII, 1

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/51, ПГБ 166-7-5, 50—52 см.

Описание. Створка плоская, круглая, диаметром до 60 мкм. Ареолы в эксцентрических рядах. В центре 7—10 в 10 мкм, в прикраевой части створки уменьшаются до 9—12 в 10 мкм. Загиб, узкий край характеризуются мелкими радиальными ребрышками. Вдоль загиба правильное кольцо подпертых выростов без наружных трубок. Небольшие подпертые выросты на внешней поверхности створки имеют вид мелких пор. В центре створки на небольшом гялиновом поле единичный подпертый (?) вырост с широким отчетливым входом.

Распространение. Поздний олигоцен—ранний миоцен тропической зоны Тихого океана.

Thalassiosira excentrica (Ehrenberg) Cleve

Cleve, 1903—1904, p. 216

Табл. XXI, 7,8

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/30, ПГБ 575-3-2, 30—32 см.

Описание. Клетки диаметром 20—80 мкм, дисковидные, створки плоские, иногда в центре слабовогнутые. Ареолы в тангенциальных рядах, а в центре — правильная розетка с крупной порой посередине. Размеры ареол в центре 6 в 10 мкм, близ края 8 в 10 мкм. Подпертые выросты на загибе с короткой внешней трубкой, расположенные часто, с равными промежутками. По всей створке между ареолами мелкие подпертые выросты без наружных трубок.

Сравнение. Тангенциальным трехсекторным расположением ареол вид сходен с *Th. antiqua*, но не имеет центральных подпертых выростов.

Распространение. В неогеновых отложениях тропической зоны Тихого океана появляется с начала среднего миоцена.

ГРУППА *THALASSIOSIRA SPINOSA*

Все представители этой группы имеют сильно выпуклую створку, мелкие ареолы, одинаковые по всей створке, часто в радиальных пучках; многочисленные, расположенные в несколько колец подпертые выросты по загибу, а иногда и на всей створке. Самым древним видом является *Th. spinosa*, существовавшая в раннем миоцене. Другие виды появляются только в позднем миоцене: сначала *Th. graecconvexa*, потом *Th. convexa* с варьететами. Последний вид доживает почти до конца плиоцена.

Thalassiosira spinosa Schrader

Schrader, 1976b, p. 636, pl. 6, fig. 5—7

Табл. XIV, 7,2

Типовой вид. ГИН АН СССР, кол. 4705/51, ПГБ 166-7-6, 50—52 см.

Описание. Створка сильно выпуклая, 18—20 мкм в диаметре. Ряды мелких гексагональных ареол (9—10 в 10 мкм) имеют радиально-тангентальное расположение. Край радиально исчерчен — 10 штрихов в 10 мкм. По краю несколько крупных подпертых (?) выростов с длинными наружными трубками, ближе к краю кольцо более мелких правильно расположенных подпертых выростов (3 в 10 мкм) с очень короткими наружными трубками и правильное кольцо полых выростов (4 в 10 мкм).

Замечание. Вид близок к *Th. convexa* по форме, размеру створки и отчасти по типу ареолирования, но отличается радиально-тангентальным расположением рядов ареол.

Распространение. Начало раннего миоцена нательной и тропической областей Тихого океана.

Thalassiosira convexa Muchinae

Мухина, 1965, с. 23, табл. II, фиг. 1, 2

Табл. XIX, 9

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/5а, ПГБ 575-3-2, 43—45 см.

Описание. Створки круглые, сильно выпуклые, 14—34 мкм в диаметре. Размеры ареол одинаковы по всей створке — 8 в 10 мкм. Близ края ареолы располагаются пучками по 5—8 рядов в каждом. Близ центра пучки выклиниваются, ареолы более разрежены. Край ребристый изнутри. Близ края кольцо подпертых выростов, имеющих небольшие наружные трубки. Иногда выросты имеют правильное расположение, в один ряд, 5—7 выростов в 10 мкм, но чаще разбросаны довольно беспорядочно в краевой части створки. По всей створке более мелкие подпертые выросты без наружных трубок.

Замечание. В отличие от *Th. spinosa* имеет подпертые выросты на створке, крупные подпертые выросты по краю отсутствуют.

Распространение. Верхи позднего миоцена — плиоцен тропических районов Тихого и Индийского океанов.

Thalassiosira convexa var. *aspinosa* Schrader

Schrader, 1974, p. 916, pl. 2, fig. 8, 9

Табл. XIII, 10

Замечание. Подпертые выросты прикраевого кольца без наружных трубок.

Распространение. Конец позднего миоцена тропической зоны Тихого и Индийского океанов.

Thalassiosira praeconvexa Burckle

Burckle, 1972, p. 241, pl. 2, fig. 7—9

Табл. XIX, 11

Сравнение. *Th. praeconvexa* похожа на *Th. convexa* var. *aspinosa*, но значительно меньше в диаметре (10—17 мкм), менее выпуклая, с радиально-тангентальным расположением ареол.

Распространение. Верхи позднего миоцена тропической зоны Тихого

ГРУППА *THALASSIOSIRA LEPTOPUS*

По-видимому, это наиболее древняя морфологическая группа рода *Thalassiosira*, поскольку не имеет никаких выростов на лицевой стороне створки, характеризуется высоким сложно построенным загибом с многочисленными и разнообразными выростами. В группу включены *Th. leptopus* и новый варьетет *Th. leptopus* var. *minor*, появившийся в верхах миоцена.

Thalassiosira leptopus (Grun.) Hasle et Fryxell

Coscinodiscus leptopus: Grunow in van Heurck, 1883

Табл. XXI, 1—4

Hasle, Fryxell, 1978, p. 20, fig. 1—14, 94—96

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/53, 66.1-7-5, 50—52 см, 66.1-2-1, 50—52 см.

Описание. Створка одиночная, почти плоская, диаметром 30—100 мкм, с широким пологим загибом, пронизанным мелкими беспорядочными порами. Гексагональные ареолы в линейных рядах, центральная ареола несколько крупнее остальных. Выросты с опорами образуют на загибе несколько неправильных колец (табл. XXI, 4), не имеют наружных трубок, единственный лабиатный вырост имеет значительную наружную трубку (табл. XXI, 2,3). Кольцо замкнутых выростов, расположенных через неравные промежутки, также размещается на загибе (табл. XXI, 1).

Распространение. Имеются указания на то, что *Th. leptopus* соответствует *Coscinodiscus lineatus* [Стрельникова, 1974] и встречается еще в меловых отложениях. В тропической зоне Тихого океана этот вид присутствует с начала среднего миоцена.

Thalassiosira leptopus var. *minor* forma nova

Табл. XXI, 5

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/54, ПГБ 575-3-2, 43—45 см.

Описание. Створка небольшая, 25—30 мкм, выпуклая, с высоким загибом, составляющим 1/5 радиуса створки в горизонтальной проекции. Структура загиба такая же, как и у основной формы. Выросты с опорами на загибе формируют однорядное правильное кольцо, замкнутые выросты не характерны, одиночный лабиатный вырост с длинной наружной трубкой. Расположение ареол такое же, как у основной формы (4 в 10 мкм). Центральная пора отсутствует.

Сравнение. От основной формы отличается выпуклой створкой, высоким загибом, правильным расположением подпертых выростов, отсутствием замкнутых выростов.

Распространение. В тропической зоне Тихого океана появляется с позднего миоцена.

ГРУППА *THALASSIOSIRA BURCKLIANA*

Для этой молодой группы характерно упрощение структуры загиба и усложнение строения центра створки. Все виды представлены маленькими выпуклыми клетками с тангентальным расположением ареол, на загибе — кольцо круглых отверстий. Многочисленные подпертые выросты в центральной части створки расположены неплотно. Наиболее древним видом является *Th. burckliana*, у которой может быть до 25 выростов, у более молодых видов *Th. miocenica*, *Th. trifulta* их гораздо меньше, *Th. oestrupii* имеет только 2 выроста. К этой же группе примыкает *Th. antiqua*, также имеющая многочисленные выросты.

Thalassiosira burckliana Schrader

Табл. XXII, 4,6

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/55, ПГБ 575-4-2, 30—32 см.

Описание. Округлая довольно выпуклая клетка. Загиб незначительный, край подогнутый. Ареолы округлой формы в тангентальных нечетких рядах, в центре 7—8 в 10 мкм, к краю значительно уменьшаются. По краю правильное кольцо подпертых выростов с короткими трубками. В центральной части створки несколько асимметрично и компактно (на пространстве до 4 мкм) располагается группа подпертых выростов (5—25 штук).

Сравнение. По характеру ареолирования имеет сходство с *Th. convexa*. По форме створки, наличию группы центральных подпертых выростов похожа на *Th. miocenica*, но отличается более компактным их расположением, чем

сближается с *Th. antiqua*. От последней отличается значительно менее правильными рядами ареол, а также отсутствием четко выраженного центрального поля.

Распространение. Поздний миоцен тропической и умеренной областей Тихого океана.

Thalassiosira miocenica Schrader

Schrader, 1974, p. 916, tabl. 82, fig. 1—3, 5, 11, 13

Табл. XVI, 1—3

Типовой экз. ГИН АН СССР, кол. 4705/56, ПГБ 575-3-3, 55—57 см.

Описание. Клетки мелкие, 15—25 мкм в диаметре, имеют вставочные ободки, створка сильно выпуклая, загиб нечеткий. По краю овальные отверстия, в нижней части которых находятся трубочки выростов с опорами. Ареолы в тангентальных рядах относительно крупные (8—10 в 10 мкм), близ края ареолы вдвое меньше, чем на остальной части створки. Красные выросты с четырьмя опорами имеют короткие наружные трубки и расположены в один ряд (6—7 выростов в 10 мкм). Единственный лабиатный вырост находится в том же ряду. В центре рассеяны 2—5 выростов с опорами.

Замечание. Вид имеет сходство с *Th. burckliana* по размерам клетки, расположению рядов ареол и наличию центральной группы подпертых выростов, однако у *Th. burckliana* количество выростов значительно больше (5—35), сгруппированы они плотно в центре, в то время как у *Th. miocenica* их обычно не более 5 и они отстают друг от друга. *Th. miocenica* имеет более выпуклую створку и более правильное расположение ареол.

Распространение. Поздний миоцен (единично в зоне *Nitzschia porteri*, часто в зоне *Nitzschia miocenica*) тропической зоны Тихого океана.

Thalassiosira oestrupii (Ostenfeld) Proshkina—Lavrenko

Coscinodiscus oestrupii: Ostenfeld, 1900, p. 52

Табл. XXII, 7

Thalassiosira trifulta Fryxell

Fryxell, 1973

Табл. XXII, 5

Thalassiosira primalabiata Gombos

Gombos, Gieselski, 1983, p. 606, tabl. 9, fig. 1—8

Thalassiosira symboliphora Schrader

Schrader, 1974, p. 917, tabl. 4, fig. 1, 2

С Е М Е Й С Т В О RHIZOSOLENIACEAE PETIT

Панцирь удлинённый по перпендикулярной оси за счет многочисленных ободков; соединение клеток в колонии при помощи отростка, наружной части двугубого выроста, отросток одной клетки входит в углубление другой; локальные ареолы с наружным велумом. В неогеновых отложениях океана семейство представлено родом *Rhizosolenia* (Ehr.) Brightwell.

Род Rhizosolenia (Ehr.) Brightwell

Rhizosolenia bergonii Peragallo

Hustedt, 1929, kies 1, p. 575, fig. 327

Rhizosolenia hebetata (Balleig) Grunow

Hustedt, 1929, kies 1, p. 590, fig. 337

Rhizosolenia miocenica Schrader

Schrader, 1973, p. 709, pl. 10, fig. 2—6

Rhizosolenia praebergonii Muchina

Мухина, 1965, с. 24, табл. 2, фиг. 3, 4

СЕМЕЙСТВО FRAGILLARIACEAE (KUTZING.) DE TONI

Семейство принадлежит к порядку Agaphales, пеннатым диатомеям, не имеющим шва на осевом поле. Для представителей семейства характерно отсутствие грубых ребер на внутренней поверхности створки и септ на соединительных ободках.

В тропических отложениях неогена Тихого океана представителями семейства являются рода *Synedra* Ehrenberg, *Thalassionema* Grunow.

Род Synedra Ehrenberg

В океанических отложениях неогена встречено только два вида, отнесенных к этому роду, — *S. jouseana* и *S. miocenica*. В настоящее время *S. jouseana* рассматривается Д. Вильямсом [Williams, 1989] в составе нового рода *Cavitatus*, поскольку она имеет осевое ребро (шов ?), не характерное для других видов рода *Synedra*. Оба вида встречаются только в миоценовых отложениях.

Synedra jouseana Sheshukova-Poretzkaya

Шешукова-Порецкая, 1962, с. 208, табл. 23, фиг. 4

Табл. XXIII, 4—6

Распространение. Появляясь в середине олигоцена, этот вид в тропических отложениях исчезает в конце среднего миоцена, а в умеренных широтах доживает до плиоцена.

Synedra miocenica Schrader

Schrader, 1976b, p. 636, pl. 1, fig. 1

Табл. XX, 8, 9

Распространение. Ранний—средний миоцен тропической и умеренной зон Тихого океана.

Род Thalassionema Grunow

Появление рода относят к олигоцену. До середины среднего миоцена он представлен одним видом. Близ границы среднего—позднего миоцена появляются новые виды: *Th. hirosakiensis*, *Th. robusta*, *Th. schraderi*, их существование ограничено поздним миоценом. В плиоцене сохраняется только самый древний вид рода — *Th. nitzschioides*.

***Thalassionema nitzschioides* Grunow**

Van Heurk, 1981, pl. 23, fig. 16, 8

Табл. XXIV, 12, 13

Распространение. Олигоцен — ныне в океанических и солоноватоводных тропических, умеренных и бореальных отложениях и водах.

***Thalassionema hirosakiensis* (Kanaya) Schrader**

Schrader, 1973, p. 711

Табл. XXIV, 11

Распространение. В тропических отложениях Тихого океана вид приурочен к среднему миоцену. Выше зоны *Th. hirosakiensis* не встречен.

***Thalassionema schraderi* Akiba**

Akiba, 1982, p. 50, pl. 1, fig. 6—11

Табл. XXIV, 10

***Thalassionema robusta* Schrader**

Schrader, 1973, p. 712, pl. 23, fig. 24, 35—37

Табл. XXIV, 14

Распространение. В тропических отложениях Тихого океана вид встречен в зонах *Thalassionema hirosakiensis* и *Thalassiosira yabei*.

СЕМЕЙСТВО NITZSCHIACEAE GRUN

Это одно из четырех семейств, объединяющих пеннатные диатомеи, не имеющие шва на осевом поле. Для семейства характерно отсутствие грубых ребер на внутренней поверхности створки и септ на соединительных ободках. В изученном материале семейство представлено родом *Nitzschia*.

Род *Nitzschia* Hass

Первые представители рода в экваториальной области Тихого океана единично появляются в верхах раннего миоцена. Стратиграфическое значение род приобретает с середины среднего миоцена. Эволюционная смена видов рода *Nitzschia* в позднем миоцене—плиоцене отражена в зональной схеме неогена тропической области океана.

***Nitzschia heteropolica* Schrader**

Schrader, 1973, p. 707, pl. 26, fig. 1, 2

Табл. XXIV, 1

Распространение. В тропических отложениях Тихого океана вид встречен только в зоне *Thalassionema hirosakiensis*.

***Nitzschia praereinholdii* Schrader**

Schrader, 1973, p. 708, pl. 5, fig. 20, 23—26

Табл. XXIV, 2

Распространение. В тропических отложениях Тихого океана вид характерен только для зоны *Thalassionema hirosakiensis*.

Nitzschia fossilis (Frenquelli) Kanaya

Kanaya, Koizumi, 1970, p. 59

Распространение. В тропических отложениях Тихого океана вид появляется в позднем миоцене с основания зоны *Thalassiosira yabei* и встречается донныне.

Nitzschia porteri Franquelli

Franquelli, 1949, p. 116, pl. 1, fig. 33, 34

Табл. XXIV, 8

Распространение. Появляется в начале среднего миоцена, исчезает в позднем миоцене близ кровли зоны *Nitzschia porteri*.

Nitzschia miocenica Burckle

Burckle, 1972, p. 240, pl. 2, fig. 110—115

Табл. XXIV, 5

Распространение. Встречается только в позднем миоцене в пределах одноименной зоны.

Nitzschia reinholdii Kanaya ex. Schrader

Schrader, 1973, p. 708, pl. 4, fig. 12—16, pl. 5, fig. 1—9

Табл. XXIV, 3, 9

Распространение. Появляется в основании зоны *Nitzschia miocenica*, исчезает в позднем плейстоцене тропической и умеренной областей Тихого океана.

Nitzschia pliocena (Brun) Mertz

Табл. XXIV, 4

Fragellaria pliocena: Brun, 1891, p. 28, pl. 14

Распространение. Характерен для верхов позднего миоцена—низов плиоцена тропической и умеренной зон океана.

Nitzschia jouseae Burckle

Burckle, 1972, p. 240, pl. 2, fig. 17—21

Табл. XXIV, 6

Распространение. Встречена в плиоцене только в пределах одноименной зоны в тропической и умеренной областях океана.

Nitzschia cylindrica Burckle

Burckle, 1972, p. 239—240, pl. 2, fig. 1—6

Табл. XXIV, 7

Распространение. Характерный вид для верхов миоцена—низов плиоцена тропической и умеренной зон Тихого океана.

Род *Bogorovia* Jouse

***Bogorovia veniamini* Jouse**

Jouse, 1973, p. 351, pl. 4, fig. 1—3

Табл. XXIII, 7

Распространение. В олигоцене—начале раннего миоцена (до кровли одноименной зоны) в тропических отложениях океана.

ОБЪЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ

Т а б л и ц а I

1. 2. *Cestodiscus umbonatus* Radionova. 1 — 166-7-6, 50—52 см; 2 — 65-9-1, 50—52 см.
3. 4. *Cestodiscus stokesianus* Greville. 3 — 66.0-2-2, 50—52 см; 4 — 166-7-4, 48—50 см.
5—8. *Cestodiscus trinitatis* Grunow, 66.1-8-6, 50—52 см. 5, 6 — вид створки сверху и деталь;
7 — вид сбоку, структура загиба, видны отверстия лабиатных выростов, гялиновые полосы,
идущие от загиба к отверстиям лабиатных выростов, и гялиновые ободки вокруг них; 8 — створка
с выпуклым центром.

Т а б л и ц а II

1. *Cestodiscus coronatus* Castracane, 574C-31-CC.
2—4. *Cestodiscus pulchellus* Greville, внешняя сторона створки. 2 — 66.1-8-6, 50—52 см; 3, 4 — 66.0-2-2,
50—52 см, вид сверху и сбоку, видно значительное окремнение.
5—7. *Cestodiscus parmula* Castracane, 574C-31-CC.

Т а б л и ц а III

- 1—4. *Cestodiscus quadrus* Lohman, 66.0-2-2, 50—52 см. 1, 2 — внешняя сторона створки с опер-
кулированным ложным узелком; 3 — створка с гялиновыми полосками, доходящими до
центра.
5. *Cestodiscus trochus* Castracane, 65-9-5, 50—52 см.
6. *Cestodiscus intersectus* Brun, 66.1-7-2, 50—52 см.
7. *Cestodiscus japonicus* Cleve, наружная сторона створки, 66.1-7-2, 50—52 см.

Т а б л и ц а IV

1. *Cestodiscus praerapax* Radionova, 166-7-1, 48—50 см.
2—8. *Cestodiscus rapax* Castracane. 2 — 65—9-5, 50—52 см; 3 — наружная сторона створки
с вогнутым краем, многолучевая форма, 66.1-8-6, 50—52 см; 4, 5 — то же, трехлучевая форма,
вид сверху и сбоку, 66.1-7-2, 50—52 см; 6 — внутренняя сторона створки с прикраевым кругом
двугубых выростов; 7 — наружная сторона створки с выпуклым центром, 66.1-7-2, 50—52 см;
8 — строение макровыроста, 66.1-7-2, 50—52 см.

Т а б л и ц а V

1. *Actinocyclus radionovae* Barron, 166-7-4, 48—50 см.
2, 4. *Actinocyclus barroni* Radionova. 2 — 166-7-3, 48—50 см; 4 — овальная створка, 166-7-4,
40—50 см.
3, 6. *Actinocyclus mutabilis* Radionova. 3 — внутренняя сторона створки, выход ложного узелка,
66.0-2-1, 50—52 см; 6 — 165-9-5, 48—50 см.
5. *Actinocyclus hajosiae* Barron, 65-10-4, 50—52 см.

Т а б л и ц а VI

- 1—3. *Actinocyclus praelipticus* sp. nov. 1, 2 — внутренняя сторона створки с крупными лабиат-
ными выростами, 166-7-4, 48—50 см; 3 — 166-8-2, 48—50 см.
4. *Actinocyclus ellipticus* Grunow var. *lanceolata* Kolbe, наружная сторона створки, 575-5-4, 48—50 см.
5. *Actinocyclus ellipticus* Grunow, внутренняя сторона створки с небольшими лабиатными вырост-
тами, 66.1-7-5, 50—52 см.

6. *Actinocyclus ellipticus* var. *spiralis* Barron, 575-5-4, 48—50 см.
7. 9. *Actinocyclus ellipticus* var. *javanica* Reinhold. 7 — 66.1-5-2, 50—52 см; 9 — 575-4-1, 28—30 см.
8. *Actinocyclus ellipticus* var. *robustus* comb. nov., 66.1-7-5, 50—52 см.

Т а б л и ц а VII

1—4. 8. *Cestodiscus peplum* Brun. 1, 2 — выход ложного узелка на внутренней и внешней стороне створки, 66.0-2-3, 50—52 см; 3 — наружная сторона створки, 66.0-2-3, 50—52 см; 4 — зарастание глянцевитого поля 66.1-8-6, 50—52 см; 8 — вид створки сбоку.

5, 6, 9. *Cestodiscus moronensis* (Greville) Brun (*Actinocyclus*)? 5 — 66.1-6-4, 50—52 см; 6 — 66.0-2-2, 50—52 см; 9 — 66.1-7-5, 48—50 см.

7. *Actinocyclus elongatus* Greville, 66.1-6-4, 50—52 см.

Т а б л и ц а VIII

1. *Actinocyclus ingens* Rattrey, 66.0-2-1, 50—52 см.

2. *Actinocyclus tshugaroensis* Kanaya, 66.1-6-4, 50—52 см.

3. *Actinocyclus neogenicus* Reinhold, 66.1-6-4, 50—52 см.

4. *Hemidiscus* (?) sp., вид створки изнутри.

5. *Hemidiscus cyneiformis* Wallich, 575-3-2, 28—30 см.

6. *Pseudotriceratium cinamomeum* (Greville) Grunow, 66.1-5-2, 48—50 см.

7. *Pseudotriceratium cinamomeum* var. *minor* (?), 575A-25-1, 28—30 см.

Т а б л и ц а IX

1, 2. *Coscinodiscus argus* Ehrenberg. 1 — внутренняя сторона створки, недоразвитые лабиатные выросты на створке отсутствуют, 66.1-8-6, 50—52 см; 2 — наружная сторона створки, 575A-17-1, 28—30 см.

3, 4. *Coscinodiscus pseudoinsertus* Kazarina, 575-8-2, 50—52 см. 3 — внутренняя сторона створки; 4 — наружная сторона створки, недоразвитые лабиатные выросты на середине радиуса формируют круг.

5. *Coscinodiscus obscurus*, внутренняя сторона створки, редуцированные лабиатные выросты заканчивают каждый короткий ряд ареол, 575-5-4, 30—32 см.

6. *Coscinodiscus blysmos* Barron, 66.0-2-1, 50—52 см.

7. *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg, внутренняя сторона створки, недоразвитые лабиатные выросты перед укороченными рядами ареол, 66.1-7-2, 50—52 см.

Т а б л и ц а X

1—3. *Coscinodiscus levisianus* Greville. 1 — внутренняя сторона створки, 66.0-2-2, 50—50 см; 2, 3 — внешняя сторона створки и деталь, где видно расположение трех крупных лабиатных выростов, 575A-17-1, 30—32 см.

4. *Coscinodiscus rhombicus* Castracane, внешняя сторона створки, 575A-25-1, 30—32 см.

5, 6. *Coscinodiscus levisianus* var. *similis* Rattrey, внешняя сторона створки и деталь, 575A-25-1, 30—32 см.

Т а б л и ц а XI

1—4. *Azpeitia oligocenica* (Jouse) Sims, 575A-25-1, 30—32 см. 1 — строение центрального лабиатного выроста; 2, 3 — вид внешней стороны створки; 4 — загиб и внешние выходы лабиатных выростов.

5, 6. *Azpeitia praenodulifer* (Barron) Sims. 5 — внутреннее строение створки, стрелкой показан центральный лабиатный вырост, 575-25-1, 28—30 см; 6 — внешнее строение створки, 166-9-2, 50—52 см.

Т а б л и ц а XII

1—7. *Azpeitia voluta* (Baldauf) Sims. 1, 2 — строение центрального лабиатного выроста и общий вид створки, 66.1-7-2, 50—52 см; 3—5 — вид створки изнутри и деталь строения центрального и краевых лабиатных выростов; 6, 7 — внешняя сторона створки и деталь, строение края, 166-7-6, 50—52 см.

Т а б л и ц а XIII

1—3. *Azpeitia aeginensis* (Schmidt) Sims. 1, 2 — 575-6-2, 50—52 см; 3 — строение центрального выроста, 575-3-2, 28—30 см.

4—7. *Azpeitia vetustissima* Pantoscek (Sims). 4 — внутренняя сторона створки, 575-8-2, 28—30 см; 5 — наружная сторона створки, 166-7-6, 50—52 см, 2000; 6, 7 — внутренняя сторона створки и деталь, строение центрального выроста, 66.1-7-2, 50—52 см.

Т а б л и ц а XIV

- 1, 2. *Azpeitia endoi* (Kanaya) Sims. 1 — 575-3-2, 50—52 см; 2 — 166-8-1, 50—52 см.
3. *Azpeitia apiculata* (Ehrenberg) Sims, Fryxell 575-5-4, 30—32 см.
- 4-7. *Azpeitia neotuberculata* sp. nov., 575-5-4, 30-32 см. 4 — строение центрального лабиатного выроста; 5-7 — вид створки в разных ракурсах.

Т а б л и ц а XV

- 1, 2, 4, 6. *Azpeitia nodulifer* (A. Schmidt) Sims., 575-3-2, 50—52 см. 1 — внутренний вид створки и расположение лабиатных выростов; 2 — вид створки с пояска; 4 — панцирь со вставочным ободком; 5 — наружная сторона створки.
- 3, 5. *Azpeitia salysberuana* (Lohman) Sims., 575-3-2, 50—52 см.

Т а б л и ц а XVI

1. *Coscinodiscus asteroides* Truan, Witt. (*Craspedodiscus*?), 575-17-1, 28—30 см.
2. *Craspedodiscus coscinodiscus* Ehrenberg, 166-7-5, 50—52 см.
- 3-5. *Annelus californicus* Tempere, 66.0-2-3, 50—52 см. 3, 4 — вид створки сбоку и деталь перегиба; 5 — внутренняя сторона створки.
- 6, 7. *Craspedodiscus umbonatus* Greville, наружная сторона створки и деталь.
8. *Craspedodiscus elegans* Ehrenberg, 66.1-7-6, 50—52 см.

Т а б л и ц а XVII

- 1, 3. *Asterolampra marylandica* Ehrenberg. 1 — внутренняя сторона створки, 66.0-2-3, 50—52 см; 3 — 66.1-7-2, 50—52 см.
2. *Asterolampra dallasiana* Greville, внутренняя сторона створки, 66.1-8-6, 50—52 см.
4. *Asterolampra greville* (Wall.) Greville, внутренняя сторона створки, 575-5-4, 30—32 см.
5. *Asterolampra* sp., 575-5-4, 30—32 см.
6. *Asteromphalus elegans* Greville, 166-9-2, 48—50 см.

Т а б л и ц а XVIII

1. *Asteromphalus variabilis* Greville, 575-4-1, 30—32 см.
2. *Asteromphalus senectus* Tempere et Peragallo, 575-2-5, 50—52 см.
3. *Asteromphalus arachnae* (Breb.) Ralfs, 575-2-5, 50—52 см.
4. *Asteromphalus flabellatus*, 575-2-5, 50—52 см.
5. *Asteromphalus hookeri* Ehrenberg, 66.0-2-2, 50—52 см.

Т а б л и ц а XIX

- 1, 2. *Thalassiosira fraga* Schrader. 1 — 166-7-6, 48—50 см; 2 — 166-8-2, 48—50 см.
- 3-6. *Thalassiosira tappanae* Barron. 3 — 5 — 66.0-2-2, 50—52 см; 6 — 495-21-2, 36—38 см.
- 7, 8. *Thalassiosira spinosa* Schrader, 166-7-6, 48—50 см.
9. *Thalassiosira convexa* Muchina, 575-3-2, 30—32 см.
10. *Thalassiosira convexa* var. *spinosa* Schrader, 575-3-2, 30—32 см.
11. *Thalassiosira praeconvexa* Burckle, 575-3-2, 30—32 см.

Т а б л и ц а XX

- 1, 2. *Thalassiosira yabei* (Kanaya) Akiba, Yanagisawa, 575-4-1, 30—32 см. 2 — видно асимметричное развитие подпертых выростов.
3. *Thalassiosira prae-yabei* (Schrader) Akiba, Yanagisawa, 66.1-7-1, 50—52 см.
4. *Thalassiosira grunowii* Akiba, Yanagisawa, 66.1-6-4, 50—52 см.
5. *Thalassiosira temperei* (Brun) Akiba, Yanagisawa, 66.1-6-4, 50—52 см.
6. *Thalassiosira brunii* Akiba, Yanagisawa, 66.1-6-4, 50—52 см.

Т а б л и ц а XXI

- 1-4. *Thalassiosira leptopus* (Grun) Hasle, Fryxell. 1 — 66.1-7-5, 50—52 см; 2 — строение загиба с подпертыми и полыми выростами, 66.1-7-2, 50—52 см; 3 — то же, деталь загиба, стрелкой указан лабиатный вырост; 4 — 66.1-2-2, 50—52 см, стрелкой указан выход лабиатного выроста на внутренней стороне створки.
- 5, 6. *Thalassiosira leptopus* (Grun.) Hasle, Fryxell, var. *minor*, 575-3-2, 30—32 см. 5 — наружная сторона створки; 6 — структура загиба, виден макровырост.
- 7, 8. *Thalassiosira excentrica* (Ehr.) Cleve, 575-3-2, 30—32 см. 7 — наружная сторона створки; 8 — край с подпертыми выростами.

Т а б л и ц а XXII

- 1—3. *Thalassiosira miocenica* Schrader, 575-3-2, 50—52 см.
- 4—6. *Thalassiosira burckliana* Schrader, 4 — 575-4-2, 30—32 см; 6 — 66.1-5-2, 50—52 см.
5. *Thalassiosira trifulta* Fryxell, 575-4-2, 50—52 см.
7. *Thalassiosira oestrupii* Ostenfeld (Prochkina-Lavrenko), 66.1-2-6, 50—52 см.

Т а б л и ц а XXIII

- 1—3. *Rossiella paleacea* Desikashari, Mageshnari. 1 — 575-6-4, 50—52 см; 2, 3 — 66.1-7-2, 48—50 см.
- 4—6. *Synedra jouseana* Sheshukova-Poretzkaya. 4 — 66.1-7-2, 50—52 см, внешняя сторона створки, видно осевое ребро; 5 — 166-7-2, 48—50 см, внутренняя сторона створки, видна осевая ложбина; 6 — 66.1-7-2, 50—52 см, ланатный вырост на конце створки.
7. *Bogorovia veniamini* Jouse, 575-4-1, 30—32 см.
- 8, 9. *Synedra miocenica* Schrader, 66.1-7-2, 50—52 см. 8 — общий вид; 9 — строение окончания створки.
10. *Synedra miocenica* (?) Schrader, 66.0-2-3, 50—52 см.

Т а б л и ц а XXIV

1. *Nitzschia heteropolica* Schrader, 66.1-6-4, 50—52 см.
2. *Nitzschia praereinholdii* Schrader, 575-4-1, 28—30 см.
- 3, 9. *Nitzschia reinholdii* Kanaya, Schrader, 575-2-5, 28—30 см.
4. *Nitzschia pliocena* (Brun) Mertz, 575-3-2, 28—30 см.
5. *Nitzschia miocenica* Burckle, 575-3-2, 50—52 см.
6. *Nitzschia porteri* Fragellini, 575-4-1, 30—32 см.
7. *Nitzschia jouseae* Burckle, *Thalassionema nitzschioides* (Grunow), 575-2-4, 50—52 см.
8. *Nitzschia cylindrica* (Grunow) Hasle, 575-2-5, 50—52 см.
- 10, 11. *Thalassionema schraderi* Akiba. 10 — 66.1-7-2, 50—52 см; 11 — 66.1-5-2, 50—52 см.
- 12, 13. *Thalassionema nitzschioides* (Grunow). 12 — 66.1-7-6, 50—52 см; 13 — 575-3-2, 28—30 см.
14. *Thalassionema robusta* Schrader, 66.1-6-4, 50—52 см.
15. *Thalassionema* sp., 575-5-4, 28—30 см.

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас океанов: Тихий океан. Л., 1974.
- Беляева Т.В. Состав и распределение водорослей в поверхностном слое осадков Тихого океана // *Океанология*. 1963. Т. 3, вып. 4. С. 684—695.
- Беляева Т.В. Состав и некоторые закономерности распределения диатомей в планктоне экваториального района Тихого океана // Там же. 1970. Т. 10, вып. 1. С. 132—139.
- Беляева Т.В. Количественное распределение планктонных диатомей в западной тропической части Тихого океана // Там же, 1971. Т. 11, вып. 4. С. 687—694.
- Беляева Т.В. Распределение крупных форм диатомовых водорослей в юго-восточной части Тихого океана // Там же. 1972. Т. 12, вып. 3. С. 487—495.
- Беклемишев К.В., Парин Н.В., Семин Г.И. Биогеография океана. Пелагическая // Биология океана. М.: Наука, 1977. Т. 1: Биологическая структура океана. С. 219—261.
- Богданов Ю.А., Емельянов Е.М., Живело В.Н. и др. Взвешенное вещество в восточной тропической части Тихого океана: Геолого-геодезическое исследование в юго-восточной части Тихого океана // *Океанологические исследования*. М.: Наука, 1976. № 29. С. 81—90.
- Волковинский В.В., Зернова В.В., Семин Г.И. и др. Распределение диатомопланктона в мировом океане // *Экспресс-информ*. Сер. 9. Промысловая океанологическая и подводная тектоника / ЦНИИТЭИ М-ва рыб. хоз-ва СССР. 1972. Вып. 3. С. 1—13.
- Глэзер З.И. О находке диатомовых, силикофлагеллят и эбриидей на западном склоне Мугоджар // *Новости систематики низших растений*. Л., 1967. Т. 4. С. 21—23.
- Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Л.: Наука, 1988. Т. 2, вып. 1. 116 с.
- Диатомовый анализ. Л.: Госгеолгиздат, 1949. Т. 2. 239 с.
- Жузе А.П. Диатомовые в поверхностном слое осадков Охотского моря // *Тр. ИО АН СССР*. 1957. Т. 22. С. 164—220.
- Жузе А.П. Диатомовые в поверхностном слое осадков западной части Берингова моря // *Тр. ИО АН СССР*. 1959. Т. 32. С. 171—205.
- Жузе А.П. Морские диатомовые миоценового и плиоценового возраста Дальнего Востока // *Ботан. материалы отд. споровых растений Ботан. ин-та АН СССР*. 1961. Вып. 14. С. 59—70.
- Жузе А.П. Стратиграфические и палеогеографические исследования в северо-западной части Тихого океана. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 258 с.
- Жузе А.П. Новые и недостаточно изученные антарктические виды диатомовых водорослей // *Новости систематики низших растений*. Л., 1965. Т. 2. С. 3—9.
- Жузе А.П. Древние диатомы и диатомовые породы Тихоокеанского бассейна // *Литология и полез. ископаемые*. 1968. № 1. С. 10—32.
- Жузе А.П. Олигоцен-миоценовые биостратиграфические зоны диатомей тропической области Тихого океана // *Микропалеонтология океанов и морей*. М.: Наука, 1974. С. 34—48.
- Жузе А.П. Новые олигоценовые виды диатомей тропической части Тихого океана // *Ботан. журн.* 1975. Т. 60, № 6. С. 813—818.
- Жузе А.П. Стратиграфия позднемиоценовых и кайнозойских отложений океанов по планктонным диатомеям и силикофлагеллятам // *Геологическая история океанов*. М.: Наука, 1980. С. 142—171.
- Жузе А.П., Мухина В.В., Козлова О.Г. Диатомы и силикофлагелляты в поверхностном слое осадков Тихого океана // *Тихий океан: Микрофауна и микрофлора в современных осадках Тихого океана*. М.: Наука, 1969. С. 7—47.
- Казарина Г.Х. Зоны диатомей в осадках восточной части тропической области Индийского океана // *Океанология*. 1975. Т. 15, вып. 6. С. 1073—1078.
- Казарина Г.Х. Новые виды диатомей из донных отложений Индийского океана // *Морская микропалеонтология*. М.: Наука, 1978. С. 45.
- Кеннетт Дж. Морская геология. М.: Мир, 1987. Т. 1. 397 с.; Т. 2. 381 с.
- Козлова О.Г. Биогенные компоненты взвеси: диатомы, силикофлагелляты, кокколиторы, перидинии // *Тихий океан*. М.: Наука. 1970. Т. 6, кн. 1. С. 127—144.
- Козлова О.Г., Мухина В.В. Диатомовые и силикофлагелляты во взвешенных и донных осадках Тихого океана // *Геохимия кремнезема*. М.: Наука, 1966. С. 192—218.

- Крашенинников В.А. Стратиграфия палеогена северо-западной части Тихого океана. М.: Наука, 1982. 142 с.
- Крашенинников В.А., Орешкина Т.В., Радионова Э.П., Хохлова И.Е. Корреляция зональных шкал (по известковому и кремневому планктону) неогеновых отложений Тихоокеанской области // Вопросы микропалеонтологии. М.: Наука, 1989. N 30. С. 101—123.
- Левыкина И.Е. Стратиграфия неогеновых отложений северо-западной части Тихого океана по радиоляриям. М.: Наука, 1986. 117 с.
- Макарова И.В. Дiatомовые водоросли морей СССР: Род *Thalassiosira*. Л.: Наука, 1988. 119 с.
- Международный стратиграфический справочник / Под ред. Х.Х. Хедберга. М.: Мир, 1978. 200 с.
- Менард Г.У. Геология дна Тихого океана. М.: Мир, 1966. 272 с.
- Музыкаев Н.Г., Радионова Э.П. Диатомы и нанопланктон неогеновых отложений центральной части Тихого океана // Вопросы микропалеонтологии. М.: Наука, 1987. N 29. С. 155—164.
- Мухина В.В. Биостратиграфический анализ донных отложений ст. 3802 из экваториальной зоны Тихого океана // Океанология. 1963. Т. 3, вып. 6. С. 861—869.
- Мухина В.В. Новые виды диатомей из донных отложений экваториальной области Тихого океана // Новости систематики низших растений. Л., 1965. Т. 2. С. 22—25.
- Мухина В.В. Биостратиграфия осадков и некоторые вопросы палеогеографии тропической области Тихого и Индийского океанов // Основные проблемы микропалеонтологии и органического осадконакопления в океанах и морях. М.: Наука, 1969. С. 52—84.
- Николаев В.А. О значении строения ареол для таксономии диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*) // Ботан. журн. 1984. Т. 69, N 8. С. 1040—1047.
- Радионова Э.П. Нижнемиоценовые диатомы тропической зоны западной части Тихого океана // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1985. N 1. С. 62—73.
- Радионова Э.П. Морфология диатомей рода *Sesatodiscus* из нижнесреднемиоценовых отложений тропической зоны Тихого океана // Вопросы микропалеонтологии. М.: Наука, 1987. N 29. С. 141—154.
- Рамадж К. Эль Ниньо // В мире науки. 1986. N 8. С. 21—37.
- Семина Г.И. Фитопланктон зоны смешения вод Океано и Курошио весной 1955 г. // Тр. ИО АН СССР. 1961. Т. 51. С. 3—15.
- Семина Г.И. Фитопланктон центральной части Тихого океана на разрезе по 174° з.д. // Там же. 1962. Т. 58, т. 1. С. 3—26.
- Семина Г.И. Фитопланктон Тихого океана. М.: Наука, 1974. 237 с.
- Степанов В.Н. Мировой океан. М.: Знание, 1974. 257 с.
- Степанов В.Н. Океаносфера. М.: Мысль, 1983. 270 с.
- Стратиграфический кодекс СССР. Л.: ВСЕГЕИ, 1977. 80 с.
- Страхов М.Н. К вопросу о типах литогенеза в океаническом секторе Земли // Литология и полез. ископаемые. 1976. N 6. С. 3—30.
- Страхов Н.М. Гидродинамический механизм распределения CaCO_3 в океаническом осадконакоплении // Там же. 1978. N 1. С. 3—32.
- Стрельникова Н.И. Диатомы позднего мела. М.: Наука, 1974. 203 с.
- Строение дна Северо-Запада Тихого океана. М.: Наука, 1984. 227 с.
- Томазин Д.М. Океан в движении. Л.: Гостехиздат, 1976. 175 с.
- Тихий океан. Л.: Наука, 1981. 388 с.
- Удинцев Г.Б. Геоморфология и тектоника дна Тихого океана. М.: Наука, 1972. 399 с.
- Шешукова-Порецкая В.С. Новые и редкие *Bacillariophyta* из диатомовой ситы Сахалина // Учен. зап. ЛГУ. Сер. биол. 1962. Вып. 49, N 313. С. 207—210.
- Aalen W.E. Review of five years of studies on phytoplankton at Southern California piers 1920—1924 // Bull. Scripps. Inst. Oceanogr. Univ. Calif. Techn. 1928. Vol. 1. P. 357—401.
- Aalen W.E. Marine plankton diatoms of the Lower California in 1931 // Bot. Gaz. 1934. Vol. 95. P. 485—492.
- Aalen W.E. Seasonal occurrence of marine plankton diatoms off Southern California in 1938 // Bull. Scripps. Inst. Oceanogr. Techn. 1939. Vol. 5. P. 293—334.
- Abbott W. Correlation and zonation of Miocene strata along the Atlantic margin of the North America using diatoms and silicoflagellates // Mar. Micropaleontol. 1978. Vol. 3. P. 15—34.
- Akiba F. Taxonomy and biostratigraphic significans of a new diatom, *Thalassionema schraderi* // Bacillaria. 1982. Vol. 5. P. 43—61.
- Akiba F., Yanagisawa J. Taxonomy, morphology and phylogeny of the neogene diatom zonal marker species in the middle-to-high latitudes of the North Pacific // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1985. Vol. 87. P. 483—554.
- Baldauf J.G. Cenozoic diatom biostratigraphy and paleoceanology of the Rockall Plateau region, North Atlantic, DSDP, 81 // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1984. Vol. 81. P. 439—478.
- Baldauf F.G., Barron J.A. *Actinocyclus ingens* var. *nodus*: A new stratigraphically useful diatom of the circum — North Pacific // Micropaleontology. 1980. Vol. 26, N 1. P. 103—110.
- Barron J.A. Late cenozoic diatom biostratigraphy and paleoceanography of the middle latitude Eastern North Pacific, DSDP Leg 63 // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1981a. Vol. 63. P. 507—538.
- Barron J.A. Middle miocene diatom biostratigraphy of DSDP site 77B in the Eastern Equatorial Pacific // Geosci. J. 1981b. Vol. 11, N 2. P. 137—144.
- Barron J.A. Latest Oligocene through early middle Miocene diatom biostratigraphy of the Eastern Tropical Pacific // Mar. Micropaleontol. 1983. Vol. 7. P. 487—515.

- Barron J.A.* Neogene planctic diatom biostratigraphy // *Biostratigraphy by marine plankton* / Ed. J.B. Saunders, H.M. Bolli. Cambridge: Univ. press, 1985a. P. 768—810.
- Barron J.A.* Late Eocene to Holocene diatoms biostratigraphy of the Equatorial Pacific ocean, DSDP. Leg 85 // *Initial reports of the Deep Sea Drilling Project*. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1985b. Vol. 85. P. 413—456.
- Barron J.A., Keller G.* Widespread Miocene deep-sea hiatuses: coincidence with global cooling // *Geology*. 1982. Vol. 10, N 11. P. 577—581.
- Barron J.A., Keller G.* Paleotemperatures oscillations in the Middle and Late Miocene of the Northeastern Pacific // *Micropaleontology*. 1983. Vol. 29, N 2. P. 150—181.
- Barron J.A., Nigrini C., Pujo A.* et al. Synthesis of biostratigraphy, Central Equatorial Pacific, DSDP Leg 85 // *Initial reports of the Deep Sea Drilling Project*. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1985. Vol. 85. P. 905—934.
- Brun T.* Diatomées espèces nouvelles marines, fossiles ou pélagiques // *Mem. Soc. phys. et hist. natur. Geneve*. 1891. Vol. 31, N 1, pt 2. P. 1—47.
- Brun T., Tempère J.* Diatomées fossiles du Japon // *Ibid.* 1889. Vol. 30, N 9. P. 1—75.
- Bukry D.* Phytoplankton stratigraphy, Central Pacific ocean, DSDP Leg 17 // *Initial reports of the Deep Sea Drilling Project*. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1973. Vol. 17. P. 871—890.
- Burckle L.H.* Correlation of the late cenozoic marine sections in Japan and the Equatorial Pacific // *Trans. and Proc. Palaeontol. Soc. Jap.* 1971. N 82. P. 117—128.
- Burckle L.H.* Late cenozoic planctonic diatom zones from the Eastern Equatorial Pacific // *Nova Hedwigia*. 1972. Vol. 39. P. 217—246.
- Burckle L.H.* Pliocene and Pleistocene diatom datum levels from the Equatorial Pacific // *Quater. Res.* 1977. N 7. P. 330—340.
- Burckle L.H.* Early Miocene to Pliocene diatom datum levels for the Equatorial Pacific // *Proc. Second Working Group Meet. "Biostratigr. Datum Planes of the Pacific Neogene"*, IGCP Project 111. Indonesia, 1977. Bandung, 1978. P. 25—44.
- Burckle L.H., Kelgin L.D., Opdyke N.D.* Middle and late Pliocene stable isotope stratigraphy, correlation to the paleomagnetic reversal record // *Micropaleontology*. 1982. Vol. 28 (4). P. 329—334.
- Burckle L.H., Opdyke N.D.* Late Neogene diatom correlations in the circum Pacific // *Proc. I Intern. Congr. Pacific Neogene Stratigr.*, Tokyo, 1976. Tokyo, 1977. P. 255—284.
- Burckle L.H., Trainer J.K.* Middle and late Pliocene diatom datum levels from the Central Pacific // *Micropaleontology*. 1979. Vol. 25, N 3. P. 281—293.
- Castracane A.* Report of the diatomaceae collected by H.M.S. "Challenger" during the years 1873—1876 // *Challenger Rep. Bot.* 1886. Vol. 2. P. 1—178.
- Chase T.E., Menard H.W., Mammerickx J.* Bathymetry of the North Pacific. La Jolla: Scripp. Inst. Oceanogr. Univ. Calif., 1970.
- Cleve P.T., Möller J.* Diatoms (Exsiccata): Collection of 324 slides. Uppsala, 1877—1882.
- Cleve P.T.* Plankton table for the North Sea // *Bull. Conser. Explor. Mer.* 1903—1904. P. 1—216.
- Cook H.E.* North American stratigraphic principles as applied to deep sea sediments // *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 1972. Vol. 59. P. 817—837.
- Cook H.E.* Sedimentary stratigraphic framework along the Line Island, Equatorial Pacific // *Initial reports of the Deep Sea Drilling Project*. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1976. Vol. 33. P. 383—412.
- Deep Sea mineral resources investigation in the northern part of Central Pacific Basin: Cruise rep. N 15, N 17 *Geol. Surv. Jap.* 1981.
- Desikachary T.V., Maheshwari J.* Fossil diatoms from Colebrook Island // *Ind. Bot. Soc. J.* 1958. Vol. 38. P. 27—41.
- Dumont M.P., Baldauf J.G., Barron J.A.* *Thalassiosira praecoestrupii*: a new diatom species for recognizing the Miocene — Pliocene boundary in coastal California // *Micropaleontology*. 1986. Vol. 32, N 4. P. 382—387.
- Dymond J.* K-Ar dating of basalt from DSDP. Leg 16 // *Initial reports of the Deep Sea Drilling Project*. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1973. Vol. 16. P. 651—652.
- Ehrenberg C.G.* Über nach jetzt zahlreich lebende Thierarten der Kreidebildung und sein Organismus der Polythalamien // *Abh. Kgl. Akad. Wiss. Berlin*. 1839. Bd. 81. S. 81—174.
- Ehrenberg C.G.* Untersuchungen über die kleinsten Lebensformen in Quellenlande des Euphrats und Araxes sowie über eine an neuen Formen sehr reine marine Tripelbildung von den Bermuda // *Inseln Verh. Kgl. Akad. Berlin*. 1844. S. 53—275.
- Ewing J., Ewing M., Aitken T., Ludwig M.J.* North Pacific sediment layers measured by seismic profiling. The crust and upper mantle of the Pacific area // *Trans. Amer. Geophys. Union. Geophys. Monogr.* 1968. N 121. P. 147—173.
- Fenner J.* Cenozoic diatom biostratigraphy, of the Equatorial and Southern Atlantic ocean // *Initial reports of the Deep Sea Drilling Project*. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1978. Vol. 38—41, suppl. P. 491—623.
- Fenner J.* Diatoms in the Eocene and Oligocene sediments off NW Africa. Their stratigraphic and paleogeographic occurrences: Univ. Diss. Kiel, 1982. 230 p.
- Fenner J.* Eocene-oligocene planktic diatom stratigraphy in the low latitude and high southern latitudes // *Micropaleontology*. 1984. Vol. 30, N 4. P. 319—342.
- Fenner J.* Paleogene and Late Cretaceous planktic diatom stratigraphy // *Biostratigraphy by marine plankton* / Ed. H.M. Bolli, J.B. Saunders. Cambridge: Univ. press, 1985. P. 713—762.
- Frenguelli J.* Diatomas fósiles de los yacimientos chilenos de Tiltill y Mejillones. Darwiniana. 1949. Vol. 9(2). P. 97—156.
- Fryxell G.A.* Proposal for the conservation of the diatom *Coscinodiscus argus* Ehrenberg as the type of the genus // *Taxon*. 1978. Vol. 27. P. 122—125.
- Fryxell G.A., Hasle G.R.* *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenb.) Cleve, T. *symmetrica* sp. nov. and some related centric diatoms // *J. Phycol.* 1972. Vol. 8, N 4. P. 287—317.

- Fryxell G.A., Hasle G.R. Coscinodiscineae: some consistent patterns in diatom morphology // *Nova Hedwigia*. Beih. 1973. Vol. 45. P. 69—96.
- Fryxell G.A., Hasle G.R. The genus *Thalassiosira*; some species with a modified ring of central strutted processes // *Ibid.* 1977. Vol. 54. P. 64—98.
- Fryxell G.A., Hasle G.R. The genus *Thalassiosira*: *T. trifurcata* sp. nova and other species with tri-columnar supports on strutted processes // *Ibid.* 1979. Vol. 64. P. 13—32.
- Fryxell G.A., Hasle G.R. The marine diatom *Thalassiosira oestrupii*: Structure, taxonomy and distribution // *Amer. J. Bot.* 1980. Vol. 67, N 5. P. 804—814.
- Fryxell G.A., Sims P.A., Watkins T.P. *Aspeitia* (Bacillariophyceae). Related genera and promorphology // *Syst. Bot. Monogr. Amer. Soc. Plant Taxon.* 1988. Vol. 13. P. 1—74.
- Gombos A.M. Fossil diatoms from Leg 7, DSDP // *Micropaleontology*. 1975. Vol. 21, N 3. P. 306—333.
- Gombos A.M. Paleogene and neogene diatoms from the Falkland Plateau and Malvinas outer Basin, Leg 36, DSDP // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1976. Vol. 36. P. 575—687.
- Gombos A.M. The early history of the diatom family Asterolampraceae // *Bacillaria*. 1980. Vol. 13. P. 227—272.
- Gombos A.M., Ciesielski P. Late Eocene to Early Miocene diatoms from the Southwest Atlantic // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1983. Vol. 71. P. 583—634.
- Greville R.K. A monograph of the genus *Asterolampra* including *Asteromphalus* and *Spatangidium* // *Trans. Microsc. Soc. London*. N.S. 1860. Vol. 8. P. 102—124.
- Greville R.K. On the *Asterolampra* of the Barbados deposit // *Ibid.* 1862. Vol. 10. P. 41—55.
- Greville R.K. Description of new and rare diatoms // *Trans. Microsc. Soc. London*. Ser. XI—XVII. 1865. Vol. 13. P. 1—105.
- Greville R.K. Description of new and rare diatoms // *Trans. Microscop. Soc. London*. N.S. 1866. Vol. 14. P. 77—86, 121—130.
- Haq B.U., Worsley J.R., Burckle L.H. et al. Late Miocene marine carbonate-isotope shift and synchronicity of some phytoplanktonic biostratigraphic events // *Geology*. 1980. Vol. 8. P. 427—431.
- Hasle G.R. Two types of valve processes in centric diatoms // *Beih. Nova Hedwigia*. Beih. 1972. Vol. 39. P. 55—78.
- Hasle G.R. *Thalassiosiraceae*, a new diatom family // *Norw. J. Bot.* 1973. Vol. 20, N 1. P. 67—70.
- Hasle G.R., Fryxell G.A. The genus *Thalassiosira*: some species a lineae areolae array // *Nova Hedwigia*. Beih. 1978. Vol. 39. P. 111—119.
- Hasle G.R., Sims P.A. The diatom genus *Coscinodiscus* Ehrenb. *C. argus* Ehrenb. and *C. radiatus* Ehrenb. // *Bot. Mar.* 1988. Vol. 29. P. 305—318.
- Hasle G.R., Syvertsen E.E. *Thalassiosiropsis*, a new diatom genus from the fossil record // *Micropaleontology*. 1985. Vol. 31, N 1. P. 82—91.
- Hendey N.J. The plankton diatoms of the Southern Seas // *Discov. Rep.* 1937. Vol. 16. P. 151—364.
- Hustedt F. Die kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. // *Rabenhost kryptogamen Flora von Deutschland*. Leipzig, 1929. Bd. 7. S. 1—608.
- Hustedt F. *Bacillariophyta* (Diatomeae) // *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas* / Ed. A. Pascher. 1930. H. 10. S. 3—18.
- Hustedt F. Marine littoral diatoms of Beaufort, North Carolina // *Duke Univ. Mar. Stat. Bull.* 1955. N 6. S. 32—47.
- Hustedt F. Diatomeen aus der Antarktik und dem Südatlantik // *Deutsche Antarktische Expedition, 1938/1939*. Hamburg, 1958. Bd. 2. S. 103—191.
- Jouse A.P. Diatom in the Oligocene-Miocene biostratigraphic zones of the tropical areas of the Pacific ocean // *Nova Hedwigia*. Beih. 1973. Vol. 45. P. 333—357.
- Jouse A.P. Diatoms biostratigraphy on the generic level // *Micropaleontology*. 1978. Vol. 24, N 3. P. 316—326.
- Jouse A.P., Kozlova O.G., Mukina V.V. Distribution of diatoms in the surface layer of sediment from the Pacific ocean // *Micropaleontology of the oceans* / Ed. B.M. Funnel, W.R. Riedel. Cambridge: Univ. press, 1971. P. 263—269.
- Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off. Vol. 5. 1970; Vol. 6. 1971; Vol. 7. 1971; Vol. 8. 1971; Vol. 9. 1972; Vol. 20. 1973; Vol. 16. 1973; Vol. 17. 1973; Vol. 32. 1975; Vol. 33. 1976; Vol. 61. 1981; Vol. 62. 1981; Vol. 85. 1985; Vol. 86. 1985.
- Kanaya T. Miocene diatom assemblages from the Onnagawa formation and their distribution in the correlation formation in North-East Japan // *Sci. Rep. Inst. Tohoku Univ.* 1959. Vol. 30. P. 1—130.
- Kanaya T., Koizumi I. Interpretation of datum thanatocoenoses from the North Pacific applied to a study of core V 20—130 // *Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. 2 (Geol.)*. 1966. Vol. 37. P. 89—130.
- Kanaya T., Koizumi I. The progress in younger Cenozoic diatom stratigraphy in the northern Circumpacific region // *J. Mar. Geol.* 1970. Vol. 6. P. 38—49.
- Keller G., Barron J.A., Burckle L.H. North Pacific late Miocene correlation using microfossils, stable isotopes, percent CaCO₃ and magnetostratigraphy // *Mar. Micropaleontol.* 1982. Vol. 7. P. 327—357.
- Koizumi I. Late cenozoic diatom biostratigraphy in the Circum North Pacific region // *J. Geol. Soc. Jap.* 1975. Vol. 81, N 10. P. 611—628.
- Koizumi I. Diatom biochronology for late Cenozoic Northwest Pacific // *J. Geol. Soc. Jap.* 1985b. Vol. 91, N 3. P. 195—211.
- Koizumi I. Pliocene and Pleistocene diatom datum levels related with paleoceanography in Northwest Pacific // *Mar. Micropaleont.* 1986. Vol. 10. P. 309—325.
- Koizumi I., Burckle L.H. Evolution of diatom datum planes of the Pacific neogene // *Pacific Neogene datum planes. Contribution to biostratigraphy and chronology*. Tokyo: Univ. press, 1984. P. 41—46.
- Koizumi I., Tanimura J. Neogene diatom biostratigraphy of the Middle latitude Western North Pacific, DSDP, Leg 86 // Initial reports of the

- Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1985. Vol. 86. P. 269—300.
- Kolbe R.W. Diatoms from Equatorial Pacific cores // Swedish Deep Sea Exped., 1947—1948 Rep. 1954. Vol. 6, N 1. P. 1—49.
- Krashennikov V.A., Oreshkina T.V., Radionova E.P., Khokhlova I.E. Correlation of the Neogene zonal scales on calcareous and Siliceous Plankton of the Pacific // Abstr. XXVIII Intern. Geol. Congr., July 9—18, 1989. Wash. (D.C.), 1989. Vol. 2/3. P. 2—223.
- Lancelot Y., Larson R.L. Sedimentary and tectonic evolution of the Northwestern Pacific // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1975. Vol. 32. P. 925—939.
- Lohman K.E. Middle Miocene diatoms from the Hammond Wall, Maryland // Dep. Geol. Mines and Water Resour. Bull. 1948. Vol. 2. P. 151—333.
- Lohman K.E. Lower Middle Miocene marine diatoms from Trinidad // Naturforsch. Ges. Basel. 1974. Vol. 84. P. 336—360.
- Moore T.C., Andel T.N., Sanceletta C., Pisias N. Cenozoic hiatuses in pelagic sediments // Micropaleontology. 1978. Vol. 24, N 2. P. 327—357.
- Orwig T.L. Channeled turbidites in the Eastern Central Pacific basin // Mar. Geol. 1981. Vol. 39, N 1/2. P. 33—57.
- Orwig T., Kroenke L. Tectonics of the Eastern Central Pacific basin // Hawaii. Inst. Geophys. Contrib. 1980. N 795. P. 319—342.
- Packhem G., Andrews J. Results of leg 30 and the geologic history of the South—West Pacific are and Margin Sea Complex // Initial Rep. of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1975. Vol. 30. P. 691—708.
- Pantocsek J. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Bacillarien Ungarns // Mar. Bacillarien. 1886. Pt. 1. P. 3—131.
- Rattray J. Revision of the genus *Coscinodiscus* and some allied genera // Proc. Roy. Soc. Edinburgh. 1890—1889. Vol. 16. P. 449—693.
- Rattray J. A revision of the genus *Actinocyclus* Ehrh. // J. Quekett Microsc. Club. 1890. P. 137.
- Reinhold T. Fossil diatoms of the Neogene of Jawa and their zonal distribution // Verh. Geol.-Mijnb. Gen. Ned. en Kolonien Geol. ser. 1937. Deel XII. P. 43—133.
- Ross R., Sims P.A. The fine structure of the frustule in centric diatoms: a suggested terminology // Brit. Phycol. 1972. Vol. 7. P. 139—163.
- Ross R., Sims P.A. Observations on family and genera limits in the Centrales // Nova Hedwigia. 1973. Vol. 45. P. 97—132.
- Sanceletta C. Neogens diatoms from DSDP, Leg 62 // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1981. Vol. 62. P. 355—370.
- Sanceletta C. Three species of *Coscinodiscus* Ehrh. from North Pacific sediments examined in the light and scanning electron microscopes // Micropaleontology. 1987. Vol. 33, N 2. P. 230—241.
- Schlenger S., Garsia M., Keating B. et al. Geology and geochronology of Line islands // J. Geophys. Res. 1984. Vol. 89, N 1313. P. 11261—11272.
- Schmidt A. Atlas der diatomaceenkunde / Hrsg. O.R. Resiland. Leipzig, 1874—1959. Pls. 1—480.
- Schrader H.J. Cenozoic diatoms from the Northeast Pacific. Leg 18 // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1973. Vol. 18. P. 673—797.
- Schrader H.J. Cenozoic marine planktonic diatom biostratigraphy of the Tropical Indian Ocean // Ibid. 1974. Vol. 24. P. 887—967.
- Schrader H.J. Marine diatom biostratigraphy of selected samples from the Equatorial Pacific, Leg 33 // Ibid. 1976a. Vol. 33. P. 491—492.
- Schrader H.J. Cenozoic planktonic diatom biostratigraphy of the Southern Pacific // Ibid. 1976b. Vol. 35. P. 605—672.
- Schrader H.J., Fenner J. Norwegian Sea Cenozoic diatoms biostratigraphy and taxonomy // Ibid. 1976. Vol. 38. P. 921—1099.
- Schütt F. Bacillariae (Diatomae) // Engler A., Prantl K. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig, 1896. Bd. 1, Abt. 1b. S. 31—150.
- Simonsen R. The diatom system, ideas on phylogeny // Bacillaria. 1979. Vol. 2. P. 9—71.
- Tempère J., Peragallo H. Diatomées du Monde Entier. 2^e ed. Arcachon: Grez-sur-Loing (S.-et-M.), 1908. Fasc. 2—7, 17—112; 1912. Fasc. 20—23, 305—352.
- Theyer F., Mayer F., Barron T., Thomas F. The Equatorial Pacific high-productivity belt: elements for a synthesis of DSDP Leg 85 results // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1985. Vol. 85.
- Truan A., Witt P. Die Diatomeen der Polycustinenkunde von Jeremie in Hayti, Westindien, Berlin, 1888. 24 S.
- Van Andel T., Bukry D. Basement ages and basement depth in the Eastern Equatorial Pacific from Deep Sea Drilling Project Legs 5, 8, 9, 16 // Bull. Geol. Soc. Amer. 1973. Vol. 84. P. 2361.
- Van Andel T.H., Heath G.R., Moore T.O. Cenozoic history and paleogeography of the Central Equatorial Pacific ocean // Geol. Soc. Antarct. Mem. 1975. Vol. 193. P. 1—134.
- Van Heurck H. (1880—1885) Synopsis de diatomées die Belgique: Atlas. Anvers: Ducaju Cie. Pls 1—30. 1880; Pls 31—77. 1881; Pls 78—103. 1882; Pls 104—132. 1883; Pls A, B, C. 1885.
- Van Heurck H. Treatise on the diatomaceae. L.: Westley, 1896. 556 p.
- Wallich G.C. On the siliceous organisms found in the digestive cavities of the Salpae and their relation to the Flint nodules of the Chalk formation // Trans. Microsc. Soc. London. 1860. Vol. 8. P. 36—55.
- Whiting M., Schrader H. *Actinocyclus* ingens Rattray, Reinvestigation of a polymorphic species // Micropaleontology. 1985. Vol. 31, N 1. P. 68—75.
- Williams D. An illustrated catalogue of the type specimens in the Greville diatom herbarium // Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. (Bot.). 1988. Vol. 18 (1). P. 1—148.
- Winterer E. Regional problems // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US Gov. print. off., 1973. Vol. 17.
- Wornards W.W. Stratigraphic distribution of diatom genera in marine sediments in Western North America // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1972. Vol. 12. P. 49—74.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава первая	
Особенности современного распределения диатомей в тропической области Тихого океана.....	4
Циркуляция водных масс в тропической области Тихого океана	5
Закономерности распространения фитопланктона в тропической области.....	8
Закономерности распределения диатомей в поверхностном слое осадков тропической области	9
Глава вторая	
Рельеф и строение осадочного слоя дна тропических районов северной части Тихого океана	11
Северо-Западная котловина	13
Область Микронезии	14
Центральнотихоокеанская котловина	15
Северо-Восточная котловина	19
Глава третья	
Обзор стратиграфических исследований по диатомеям и принципы построения зональных шкал .	24
Глава четвертая	
Региональная стратиграфия тропической области Тихого океана по диатомеям	32
Центральнотихоокеанская котловина	33
Область Микронезии	39
Восточно-Тихоокеанская котловина	41
Северо-Западная котловина	44
Глава пятая	
Корреляция зональных шкал по диатомеям, радиоляриям, нанопланктону и фораминиферам и вопрос о перерывах	49
Глава шестая	
Тенденции развития диатомовой флоры в неогене тропической области	53
Заключение.....	59
Палеонтологическое описание	61
Объяснения к таблицам	99
Литература	103

CONTENTS

Introduction	3
Chapter one	
Peculiarities of recent diatoms distribution in the Pacific tropical area	4
Water circulation in the Pacific tropical area	5
Regularities of phytoplankton distribution in the Pacific tropical area	8
Regularities of diatoms distribution in the superface layer of tropical sediments	9
Chapter two	
Reffer and structure of sedimentary layer in tropical areas of Nothern Pacific	11
North-West basin	13
Micronesian area	14
Central-Pacific basin	15
North-East basin	19
Chapter three	
A Review of stratigraphic studies of diatoms and methods of zonal scales construction	24
Chapter four	
Regional stratigraphy of the Pacific tropical area based on diatoms	32
Central-Pacific basin	33
Micronesian area	39
North-East basin	41
North-West basin	44
Chapter five	
Zonal scale correlation based on diatoms, radiolaria, nannoplankton and foraminifera	49
Chapter six	
Evolutionary trend of the Neogen tropical diatoms and question about hiatus	53
Conclusion	59
Paleontological description	61
Explanations to plates	99
References	103

Научное издание

Радионова Элеонора Петровна

**СТРАТИГРАФИЯ НЕОГЕНА
ТРОПИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ
ТИХОГО ОКЕАНА
ПО ДИАТОМЕЯМ**

Труды, вып. 456

*Утверждено к печати
Геологическим институтом АН СССР*

**Редактор А.В. Кошп
Художественный редактор В.Ю. Яковлев
Технический редактор Л.В. Русская
Корректор Р.Г. Ухина**

**Набор выполнен в издательстве на
электронной фотонаборной системе
ИБ N 48155**

**Подписано к печати 29.01.91
Формат 70×100¹/₁₆. Бумага офсетная N 1
Гарнитура Таймс. Печать офсетная
Усл.печ.л. 9,1+4,5 вкл. Усл.кр.-отт. 13,9. Уч.-изд.л. 13,5
Тираж 600 экз. Тип. зак. 1099
Цена 2р. 70к.**

**Ордена Трудового Красного Знамени
издательство "Наука"
117864 ГСП-7, Москва В-485,
Профсоюзная ул., д. 90
Ордена Трудового Красного Знамени
1-я типография издательства "Наука"
199034, Ленинград В-34, 9-я линия, 12**

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ "НАУКА"

готовятся к печати книги:

**Граница нижнего-среднего карбона
и ее палеонтологическая характеристика на Южном Урале
и Среднем Тянь-Шане**
15 л.

В монографии предложена зональная схема расчленения верхне-серпуховского и нижнебашкирского подъярусов. Приведена литологическая и палеонтологическая характеристика непрерывных разрезов разнофациальных морских осадков Южного Урала и Среднего Тянь-Шаня, содержащих различные группы ископаемых организмов. Дано палеонтологическое описание новых, а также наиболее характерных и важных для корреляции видов фораминифер, остракод, конодонтов. Для палеонтологов, стратиграфов.

В.Н. Сергеев
Окремненные микрофоссилии докембрия и кембрия
Урала и Средней Азии.
14 л.

В книге описаны 9 последовательных ассоциаций окремненных микрофоссилий из стратотипа рифейских отложений Южного Урала и венд-кембрийских толщ Средней Азии. Рассмотрены принципы классификации и биологической интерпретации докембрийских окремненных микрофоссилий. Анализируется зависимость состава микробиот от их фациального положения и на новом материале подтверждена гипотеза о наибольшей перспективности для целей биостратиграфии остатков сообществ микроорганизмов, обитавших в открытоморских частях древних бассейнов. Выделено несколько крупных этапов развития микроорганизмов в докембрии и нижнем кембрии. Описан 51 вид, отнесенный к 47 родам.

Для палеонтологов, микробиологов, геологов.

