

**ЭКОСИСТЕМЫ КАЙНОЗОЯ
ОХОТОМОРСКОГО РЕГИОНА**
Опорный разрез палеогена и неогена
Северного Сахалина
(п-ов Шмидта)



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Геологический институт



СахалинНИПИморнефть Российской Федерации

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

Geological Institute

Fuel and Energy Ministry of Russian Federation

SakhalinNIPImorneft

Н

Cenozoic ecosystems of the Okhotsk Sea region

**The Paleogene and Neogene Key section
of North Sakhalin (Shmidt Peninsula): stratigraphy,
paleogeography, and geological events**

Responsible editor
Yu.B.Gladenkov

**Moscow
GEOS
1999**

Экосистемы кайнозоя Охотоморского региона

**Опорный разрез палеогена и неогена
Северного Сахалина (п-ов Шмидта): стратиграфия,
палеогеография и геологические события**

Ответственный редактор
Ю.Б.Гладенков

**Москва
ГЕОС
1999**

УДК 56.5664

ББК 26.323

Э 40

Авторы: Ю.Б.Гладенков, Б.А.Сальников, К.Б.Баринов, Н.Я.Брутман, Д.И.Витухин, В.И.Гречин,
Л.П.Иваньшина, Л.С.Маргулис, Т.В.Орешкина, В.Г.Радченко, С.И.Ступин.

Экосистемы кайнозоя Охотоморского региона. Опорный разрез палеогена и неогена Северного Сахалина (п-ов Шмидта): стратиграфия, палеогеография и геологические события. М. ГЕОС, 1999. 132 с. + 2 вклейки.

ISBN 5-89118-085-5

Книга посвящена характеристике одного из лучших разрезов палеогена и неогена Дальнего Востока, который расположен на Северном Сахалине (п-ов Шмидт). Работа включает детальное стратиграфическое и литологическое описание разреза и анализ распространения палеонтологических остатков (моллюски, фораминиферы, диатомеи и пр.). Решаются проблемы корреляции выделенных слоев, зон и горизонтов. Также обсуждаются палеогеографические изменения и геологические события кайнозойского времени. Прилагаются палеонтологические таблицы.

Ответственный редактор
проф. Ю.Б.Гладенков

Authors: Yu.B.Gladenkov, B.A.Salnikov, K.B.Barinov, N.Ya.Brutman, D.I.Vitukhin, V.I.Grechin,
L.I.Ivanshina, L.S.Margulis, T.V.Oreshkina, V.G.Radchenko, S.I.Stupin

Cenozoic ecosystems of the Okhotsk Sea region. The Paleogene and Neogene Key section of North Sakhalin (Shmidt Peninsula): stratigraphy, paleogeography, and geological events. – Moscow: GEOS 1999, 132 p.

One of the best Paleogene and Neogene section of the Far East located in North Sakhalin (the Schmidt Peninsula) is described. The book presents the detailed stratigraphic and lithologic characteristics of the section as well as the analysis of the distribution of paleontological remains (mollusks, foraminifers, diatoms, and oth.). Problems of correlation of recognized beds, zones, and horizons are considered. Paleogeographic changes and geological events of the Cenozoic time are discussed. The book contains paleontological plates.

Responsible Editor
Prof. Yu.B.Gladenkov

На обложке: на 1-й странице – низы кайнозойского разреза в северной части п-ва Шмидта. На последней странице обложки – миоцен в устье р. Пильво (западный берег п-ва Шмидта).

ISBN 5-89118-085-5

© Ю.Б.Гладенков, Б.А.Сальников,
К.Б.Баринов и др., 1999
© Геологический институт РАН, 1999
© ГЕОС, 1999

Введение

В последнее время изучению морских палеоэкосистем Северной Пацифики уделяется особое внимание. Это относится, в частности, к кайнозойским экосистемам окраинных морей, которые находятся в зоне перехода от океана к континенту. К ним приурочен и Охотоморский регион, отличающийся длительной и непростой геологической историей.

Исследование этого региона ведется в нескольких направлениях. Во-первых, изучается осадочный чехол Охотского моря (бурение, сейсмика и пр.). Во-вторых, исследуются разрезы древних толщ на его обрамлении, прежде всего на Западной Камчатке и Сахалине. Здесь вскрыты хорошо доступные для изучения осадочные и вулканогенно-осадочные формации палеогена и неогена, многие из которых относятся к действительно ключевым, опорным разрезам Северной Пацифики.

Изучение серии опорных разрезов, которое реально началось в последние 25 лет (с подробной литологической и палеонтологической характеристикой, с монографическим описанием фауны и флоры и пр.), позволяет расшифровывать многие особенности развития как отдельных районов, так и региона в целом.

Наибольшее число опорных разрезов Охотоморской области изучено на Камчатке, чему уже посвящено более десяти монографий (книги по палеоцену, эоцену, миоцену и плиоцену Западной и Восточной Камчатки). Однако, по признанию специалистов, ряд таких разрезов в других районах, чрезвычайно важных для геологической науки и практики, еще не получил должного освещения в печати. И это относится, в частности, к кайнозойским разрезам Сахалина.

Сахалин принадлежит к уникальным геологическим объектам зоны перехода от Азиатского материка к Северной Пацифике. В его пределах широким развитием пользуются палеогеновые и неогеновые толщи, которые являются своеобразным протоколом различных событий геологического развития региона в кайнозое. Многие

из этих толщ представляют собой большой практический интерес, т. к. в них выявлены месторождения нефти, газа, угля и других полезных ископаемых.

Хотя палеогеновые и неогеновые отложения Сахалина изучаются давно, стратиграфических обобщений, которые сопровождались бы монографическими описаниями и изображениями различных палеонтологических остатков и, что тоже чрезвычайно важно, детальным (послойным) анализом их распространения в разрезах, к сожалению, очень мало. Между тем геологическая практика крайне заинтересована сейчас в таких сведениях, необходимых как для нужд региональной геологии (составление легенд к геокартам, геокартирование, интерпретация буровых и сейсмических данных и пр.), так и для расшифровки общих закономерностей геологического развития дальневосточного региона.

Особая роль здесь принадлежит изучению опорных разрезов. Оно предусматривает получение комплексной литологической и палеонтологической характеристики кайнозойских толщ, построение обоснованных и детальных стратиграфических схем и расшифровку сценариев изменения палеогеографических условий.

И хотя за последние 25–30 лет по многим разрезам разных районов Сахалина был собран большой фактический материал, к печати была подготовлена фактически только одна книга – "Опорный разрез палеоген-неогеновых отложений юго-восточного Сахалина (Макаровский разрез)" [1992].

Одна монография для такого большого региона, как Сахалин, это, конечно, очень мало. Поэтому авторы решили обратиться к обобщению накопленных данных по другим опорным разрезам и в первую очередь – по разрезу п-ва Шмидта Северного Сахалина.

В течение ряда последних лет (в 1969, 1979 и 1996 гг.) сотрудники Геологического института РАН под руководством Ю.Б.Гладенкова проводили здесь детальные стратиграфические иссле-

дования. Одновременно этот же разрез исследовался геологами ВНИГРИ (Л.С.Жидкова и др.) и СахалинНИПИморнефть (Б.А.Сальников и др.). В 1996 г. с разрезами п-ова Шмидта знакомились иностранные коллеги – К.Огасавара (Япония), Д.Блуфорд (США) и другие. Эти материалы достаточно подробно изучались разными специалистами (прежде всего палеонтологами и литологами), что дало возможность суммировать собранные данные с новых позиций и изложить их в специальном издании. Основная работа по координации написания отдельных глав и разделов, как и составление графических приложений, осуществлены Ю.Б.Гладенковым и Б.А.Сальниковым.

Описание разреза палеогена и неогена данного района дается по Ю.Б.Гладенкову, но Б.А.Сальников сопоставил используемые здесь стратиграфические подразделения с единицами, намеченными в прежние годы другими исследователями (Н.Б.Вассоевич, Л.С.Жидкова и др.).

В обработке и анализе палеонтологического материала принимали участие сотрудники ГИН – К.Б.Баринов, Ю.Б.Гладенков (моллюски), Д.И. Витухин (радиолярии), Т.В.Орешкина (диатомовые), С.И.Ступин (фораминиферы), а также СахалинНИПИморнефть – Н.Я.Брутман (палинология).

Литологическая характеристика изученных толщ приведена по В.И.Гречину (ГИН) и Л.П. Иваньшиной (СахалинНИПИморнефть). Отдельный раздел по секвеностратиграфии плиоценового квартера Шмидтовского участка Охотского моря написан Л. С. Маргулисом и В. Г. Радченко (ВНИГРИ).

Сводные разделы по палеогеографии, геологическим событиям, изменению биотических сообществ подготовлены Б. А. Сальниковым и Ю.Б.Гладенковым.

Определенные ограничения, которые диктует нынешнее время, не позволили привести в этом издании описаний палеонтологических остатков. Однако приводимые фототаблицы (30) должны дать достаточно полное представление о комплексах фауны и флоры Шмидтовского разреза.

Авторы приносят благодарность за фотосъемку палеонтологических остатков сотруднику ГИН РАН А.А.Окуневу. Они также благодарны Л.С.Жидковой за предоставленные палеонтологические материалы (моллюски), которые были использованы для сравнения ископаемых комплексов.

Работа выполнена при поддержке проекта 99-05-65494 РФФИ и СахалинНИПИморнефть.

Глава первая

Геологический очерк

Полуостров Шмидта является северным окончанием Хоккайдо-Сахалинской складчатой системы. Он состоит из двух субмеридиональных антиклинальных поднятий и грабен-синклинали между ними. Западное поднятие (Эспенбергская антиклинальная зона) погружается на юг в сторону Охинского перешейка. Его южным продолжением служит Охинско-Эхабинская антиклинальная зона. Восточное поднятие по геофизическим данным прослеживается на шельфе до широты Чайвинского залива. Центрально-Шмидтовская впадина на север и на юг открывается в море (рис. 1).

В геологическом строении полуострова участвуют мезозойские и кайнозойские осадочные и магматические образования. Наиболее древние отложения – орлинская свита [Мытарев, 1969] – распространены в Восточном хребте. Это диабазы, андезитовые порфиры, лавобрекчи, туфы, в меньшей степени кремнистые аргиллиты и алевролиты и редко песчаники. В породах содержатся линзы и глыбы яшм, радиоляритов, кремней и мраморизованных известняков. Видимая мощность – около 1000 м. Свита, по радиоляриям, относится к нижнему мелу, возможно, валанжину.

С неясным контактом выше залегает мощный комплекс чередующихся глинисто-алевролитовых и псамmitовых пород с тем или иным количеством вулканогенного материала – тойская и томинская свиты [Геология..., 1970]. В этом комплексе содержатся пачки как флишоидного чередования тонкозернистых пород, так и грубообломочных пород, до псефито-псамmitовых и агломератовых туфов.

Комплекс распространен только в Восточном хребте. Видимая мощность тойской свиты более 700 м, томинской – не менее 1500 м. Толща охарактеризована альб-сеноманскими иноцерамами, известными в айской и найбинской свитах Южного Сахалина [Опорный..., 1978].

Выше, также с неясным контактом, залегает славянская свита [Геология ..., 1970]. Ее нижняя часть (450 м) сложена дакитами и их туфами, туфогенными песчаниками и переслаиванием

туфогенных песчаников и органогенных известняков, в которых найдены остатки мшанок, устриц и морских лилий. Верхняя часть славянской свиты (50 м) в низах представлена песчаниками, переслаивающимися с алевролитами, а выше – угленосной толщей с угольными пластами мощностью до 1,3 м.

По-видимому, эта верхняя часть славянской свиты вскрыта глубоким бурением на Троптунской поисковой площади (скважина № 3). Здесь выделяются, снизу вверх: 1) песчаники с прослойями аргиллитов и алевролитов (300 м), 2) угленосная толща (200 м) и 3) аргиллиты и алевролиты с прослойями песчаников (100 м). В славянской свите собрана флора, указывающая на раннесенонский возраст.

Разрез Троптунской скважины частично перекрывается и наращивается разрезом Полянской параметрической скважины № 1, в которой вскрыта толща алевролитов и аргиллитов (полянская толща, Сальников и др., 1990) с обильными остатками сантон-кампанских иноцерамов и фораминифер. Видимая мощность полянской толщи 1000 м, из них 900 м наращивают разрез Троптунской скважины.

На Охинском перешейке (газонефтяное месторождение Колендо) и Охинско-Эхабинском поднятии бурением вскрыты самые молодые меловые отложения в районе. Внизу это туфогенные песчаники и алевролиты видимой мощностью около 1000 м, а вверху – пестроцветные андезитовые порфиры и туфы мощностью около 200 м. Взаимоотношения этих отложений с полянской толщей не изучены. В породах встречаются остатки фораминифер плохой сохранности и обломки призматического слоя иноцерамов. Радиологический возраст порфиритов 72 и 75 млн лет (кампан-маастрихт).

К меловым отложениям относится также майская свита, распространенная на северо-западной оконечности полуострова. Она сложена эфузивами разного состава (от спилитов до трахитовых порфиров) и их туфами, в которых обнаружены остатки позднемезозойских радио-

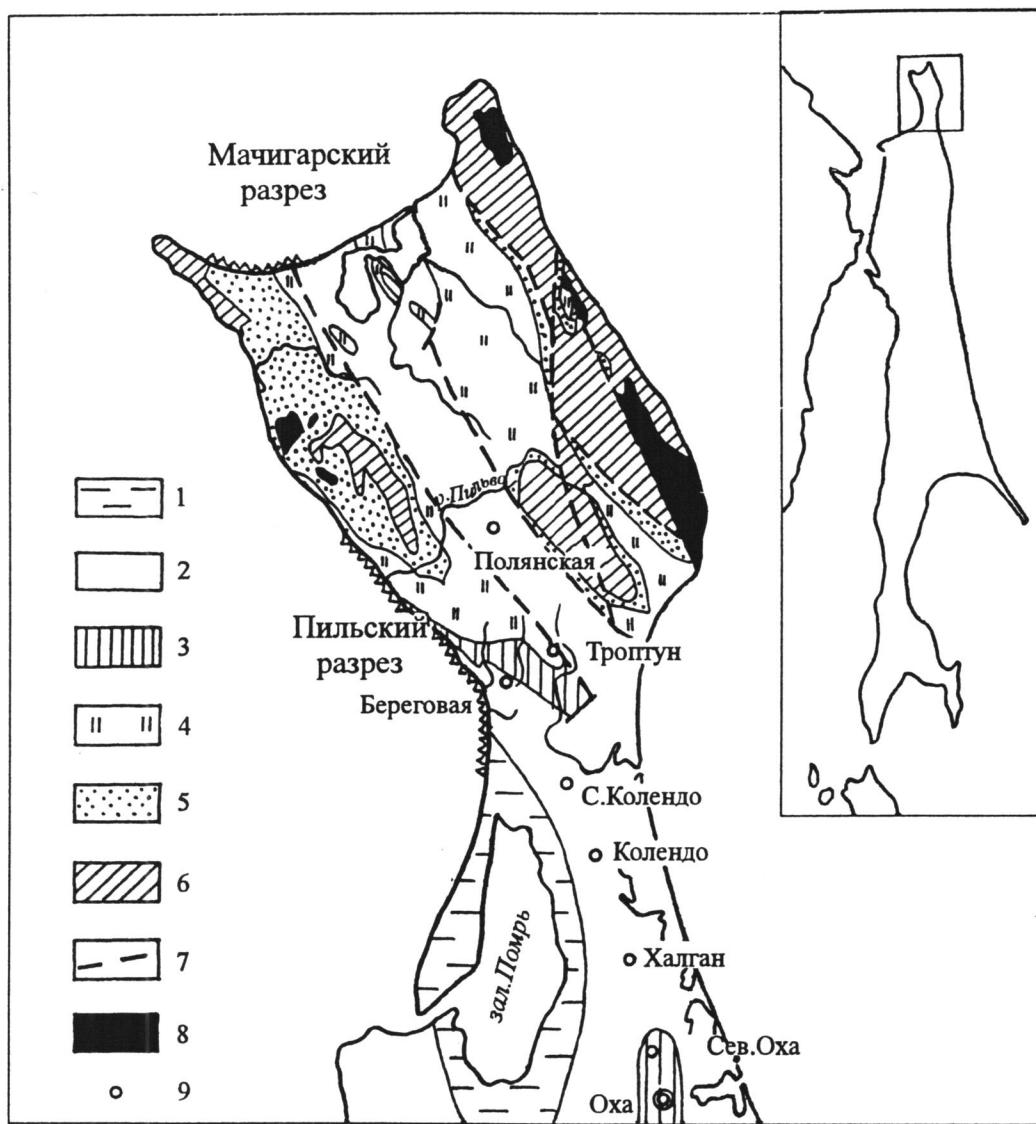


Рис. 1. Обзорная карта. Свиты: 1 – помырская, 2 – маямрафская и матитукская, 3 – каскадная и венгерийская, 4 – пильская, 5 – мачигарская и тумская; 6 – меловые образования, 7 – разрывы, 8 – магматические породы; 9 – поисковые площади и месторождения

лярий и меловых криноидей. Радиологический возраст мариийской свиты – 99 млн лет.

В разрезе палеоген-неогеновых отложений п-ова Шмидта выделяются следующие свиты: в палеогене – мачигарская и тумская, в неогене – пильская, каскадная, венгерийский, маямрафская, матитукская и помырская. Палеоген-неогеновые отложения несогласно залегают на разных горизонтах мела. Свиты наиболее полно обнажаются в двух разрезах: на морском побережье северной части п-ва Шмидта, в районе озера Мончигар (Мачигарский разрез), и на его западном побережье (Пильский разрез).

Во многих местах кайнозой начинается с уг-

леносной пачки мачигарской свиты с базальным конгломератом в подошве. Мощность пачки – до 80 м; она содержит несколько угольных пластов мощностью до 1 м. Мачигарская свита широко распространена в Западно-Шмидтовском хребте и на западном склоне Восточного хребта. Единственный полный разрез свиты расположен на берегу Северного залива (Мачигарский разрез). В других местах свита обнажена лишь частично. Она сложена в целом терригенной ассоциацией пород от конгломератов до аргиллитов. Мощность ее от 415 до 700–800 м. В Троптунской скважине свита вскрыта в интервале 600–1300 м, в Полянской – 1160–1400 м.

В отличие от мачигарской, в перекрывающей ее тумской свите содержится много вулканогенно-обломочного материала как в форме рассеянных в породе пепловых частиц, так и в виде пластов пепловых туфов, частично разложенных в кил. Н.Б.Вассоевич [1961] выделил 24 слоя кила; большая часть их приходится на верхнюю половину свиты. Для свиты характерны кремнистые алевролиты и аргиллиты, которые содержат рассеянный гравий и гальки экзотических пород. Мощность свиты в районе колеблется в широких пределах: от нескольких десятков метров до 1000 м. В Троптунской и Полянской скважинах ее мощность 150–200 м. Наилучший разрез свиты – Мачигарский (около 500 м). На западном побережье п-ова Шмидта (Пильский разрез) она присутствует не полно.

На границе мачигарской и тумской свит по р. Водопадной имеется пачка миндалекаменных андезито-базальтов с прослойми туфобрекций, мощностью до нескольких десятков метров. Эта же пачка (около 20 м) вскрыта бурением на Колендинском месторождении в скв. 300. Радиометрический возраст эффузивов около 40 млн лет [Мишаков, 1981]. Мачигарская и тумская свиты относились к мачигарскому и даехуриинскому горизонтам региональной стратиграфической схемы [Решения..., 1982].

Вышележащая пильская свита, по-видимому, согласно залегает на тумской. Она, как и тумская, сложена в основном кремнистыми алевролито-глинистыми тонкослоистыми породами. Свита широко распространена и в Западном, и в Восточном хребтах. Наиболее представительным является Пильский разрез свиты. В мачигарском разрезе свита представлена фрагментарно. Смятая в складки, пильская свита обнажена на восточном берегу, между устьем р. Б. Лонгри и оз. Хейтон.

В полном разрезе свиты обычно различаются четыре пачки: нижняя кремнисто-глинистая пачка (около 100 м), фосфорито-глауконитовая пачка ("колендинские слои") (от 20–30 до 500 м), верхняя кремнисто-глинистая пачка (200–300 м) и песчаная пачка (до 200 м). Верхняя пачка выделяется неповсеместно; ее изучение показало, что верхнепильские песчаники являются конусами выноса на склоне дельты палео-Амура. В Троптунской скважине ее видимая мощность 150 м, в Полянской скважине песчаники отсутствуют. Песчаники пильской свиты продуктивны на Вост-

очно-Эхабинском нефтяном месторождении. Общая мощность свиты варьирует в пределах 330–1000 м. Пильская свита относится к уйгинскому, дагинскому и окобыкайскому горизонтам региональной стратиграфической схемы.

Каскадная свита согласно залегает на пильской свите. Она сложена преимущественно глинистыми породами, хотя в ее нижней части на Охинском перешейке (площадь Береговая, месторождение Северное Колендо) имеются мощные пласти-линзы, генетически сходные с верхнепильскими (рис. 2). Мощность свиты в Пильском разрезе около 370–400 м. К востоку (Полянская скважина) она сокращается до 100 м. Каскадная свита, кроме Пильского разреза, обнажена на восточном берегу к северу от оз. Хейтон. Видимая мощность ее здесь около 300 м.

Венгерийская свита согласно залегает на каскадной. Она сложена также преимущественно глинистыми породами, но содержит много песчаного материала и несколько маломощных песчаных пластов в верхней части. Мощность ее в Пильском разрезе оценивается как 360–650 м. К востоку она сокращается до 100 м. Каскадная и венгерийская свиты относятся к нижненутовскому подгоризонту региональной схемы.

На Охинском перешейке в каскадной и венгерийской свитах появляется большое количество песчаных пластов продельты палео-Амура (рис. 2). Мощность толщи возрастает до 1500–2000 м. В Охинском районе они образуют основную нефтегазоносную толщу (до 15 пластов с заливками нефти, газа и газоконденсата). Эти же отложения продуктивны на крупных нефтегазоконденсатных месторождениях северосахалинского шельфа.

Маямрафская свита согласно залегает на венгерийской. Она распространена в Центрально-Шмидтовской грабен-синклинали и на погружении Западного поднятия, на Охинском перешейке. В стратиграфическом разрезе, у мыса Маям-Раф и в Полянской скважине свита сложена диатомитами мощностью около 150–300 м. К югу от Пильского разреза диатомиты постепенно замещаются песчаниками, и свита как литологическое тело выклинивается.

Вышележащая матитукская свита распространена только на юге полуострова и на Охинском перешейке. В составе свиты преобладают песчаники прибрежно-морских фаций, среди которых, возможно, имеются отложения речных

выносов в море. В средней части свиты, где много алеврито-глинистых пород, развиты лагунные фации. В Пильском разрезе мощность свиты оценивается до 350–700 м. По сейсморазведочным данным, на траверзе Колендинского месторождения мощность матитукской свиты 1500 м.

Помырская свита, существенно песчаная, за-легает на матитукской с размывом, хотя в песчаниках самой верхней части матитукской свиты содержатся окатанные гальки пильских опок, характерные для базального конгломерата помырской свиты. Мощность свиты 250–500 м. Максимальная мощность отложений моложе матитукских в Помырской синклинали по геофизическим данным достигает 2000 м.

Палеоген-неогеновые отложения смяты в складки, местами достаточно интенсивно, и ра-

зорваны разнообразными дизъюнктивами. Наиболее крупными являются субмеридиональные правосторонние сдвиги и взбросо-сдвиги. В.С.Рождественский [1988] в Восточном хребте выделяет серию чешуй, разделенных надвигами. Мелкие разрывы наблюдаются повсеместно.

На п-ове Шмидта развиты два интрузивных комплекса [Геология..., 1970]: позднемеловой габбро-гипербазитовый и неогеновый габбро долеритовый. Первый распространен в Восточном, второй преимущественно в Западном хребтах. Тела неогенового комплекса, верхний возрастной предел которого не установлен, прорывают меловые и палеогеновые отложения, включая тумскую свиту. Известны радиологические датировки кринанитов и эссеексит-порфиритов 43 и 35 млн лет.

Глава вторая

Стратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений

Описание палеогеновых и неогеновых отложений п-ова Шмидта проводится по двум опорным разрезам: 1 – Мачигарскому (морское побережье залива Северного, к северо-западу и северо-востоку от озера Мончигар) и 2 – Пильскому (морское побережье Сахалинского залива, от устьев рек Водопадной и Пильво к юго-востоку к пос.Музьяма). Первый разрез охватывает (стратиграфически снизу вверх) мачигарскую (толщи 1–6) и тумскую (7–10) свиты. Второй – пильскую (11–15), каскадную (15–18), венгерийскую (19–21), маямрафскую или диатомовую (22–23), матитукскую (24–27) и помырскую (28–30) свиты. Названные разрезы надстраивают друг друга, имея общие связывающие их части (в Пильском разрезе отмечаются мачигарские и тумские толщи, в Мачигарском – части пильской и диатомовой свит). Далее дается описание свит и толщ в стратиграфической последовательности по двум разрезам (в пределах толщ выделяются пачки со своей нумерацией).

2.1. Описание Мачигарского разреза

Мачигарская свита

Выделена в 1935 г. Н.С.Ерофеевым. Нижний контакт свиты неясный. Свита отделена от вулканических пород (пиллоулавы базальтов), относимых к мелу (возраст по K/Ar около 88 млн лет), тектоническим нарушением. Судя по геологической ситуации, залегает несогласно, с разрывом (рис. 3, 4).

Толща 1 (угленосно-песчанистая)

Мощность, м

1. Песчаники, пески и глины. Песчаники серые, зеленоватые, среднезернистые, плохосортированные, рыхловатые, с включением гравия, местами глинистые и мусорные, с несколькими конкрционными твердыми прослойками. Линзы и прослои бурого угля (до 2–2,5 м). В горизонтах сидеритовые конкреции (0,3–0,5 до 1x5 м).

В этой пачке собрана флора. Согласно А.И.Поярковой, среди остатков – *Osmunda sachalinensis* Krisht., *Taxodium dubium* (Sternb.), *Betula cf. elliptica* Uemb., *Fagus* sp., *Magnolia* sp. (Ратновский, 1960); отмечены

остатки моллюсков *Corbicula*, *Mytilus*, *Balanus* и др. до 15–20

2. Песчаники желтовато-серые, рыжие, крупно-среднезернистые, тонко- и косослоистые, мусорные, с углистыми галечками, растительным детритом, линзочками (0,2–0,3 м) угля, глинистыми разностями, с ярозитом. В нижней части – конкреции карбонатов (0,2–0,5x1–1,5 м). Остатки моллюсков *Mytilus littoralis*, *Corbicula sitakaraensis*, *Papyridea* sp. Куски древесины (вверху). 10

Толща 2 (песчанистая)

3. В нижней части – серые мелкогалечные конгломераты и гравелиты – голубовато-зеленые рыхлые и крепкие (от 1 до 4 м). Галька слабо окатана, в основном базальтовая. Остатки моллюсков *Mytilus miocenum*, *Corbicula sitakaraensis* и др. Их перекрывают алевролиты темносерые, сверху буровато-коричневые, неслоистые, со скролуповатой отдельностью, мелкощебенчатые, с песчанистыми разностями, довольно мягкие. Первые небольшие глендониты (геннайши). В основании характерный горизонт карбонатных конкреций (0,5x3 м), с плавающей галькой, с растительным детритом и остатками листвьев *Alnus hokkaidoensis* Tanai, *Metasequoia disticha* (Heer) Miki (определения А.И.Челебаевой). Остатки *Macoma sejugata*, *Portlandella watasei* и др.

Пачки обнажаются в трех частных разрезах на бортах небольшой антиклинали и в синклинальной складке. Далее пачки залегают в моноклинали с падением слоев на северо-восток. до 18-20

4. Песчаники в нижней части с прослойми алевролитовых конгломератов (0,7 м) и линзами угля. В верхней – зеленоватые, среднезернистые, алевритистые, ожелезненные, неяснослоистые, с большим количеством гальки, с отдельными конкрециями (1x1,5 м). В самом верху – геннайши (глендониты). Моллюски *Solemya*, *Nemocardium*, *Yoldia laudabilis* и др. 30

Толща 3

(конгломерато-песчанистая с 16 циклами)

5. В основании (2 м) конкреционный горизонт по серым конгломеративным песчаникам, с крупными карбонатными конкрециями (до 2x4 м), скоплением остатков моллюсков *Nemocardium iwakiense*, *Papyridea hartmanni*, *Thracia schmidti* и др. (первый маркирующий горизонт с значительным скоплением фауны). Выше (5,5 м) – конгломератовые песчаники синевато-зеленые (много гальки яшмоидов), с конкрециями (0,5–0,7x3 м), переходящие в песчаники с галькой и мусорные алевролиты с небольшими конкрециями (0,2 м) и геннайшами. Остатки моллюсков. Выше – подобное же чередование (циклы около 5 м)

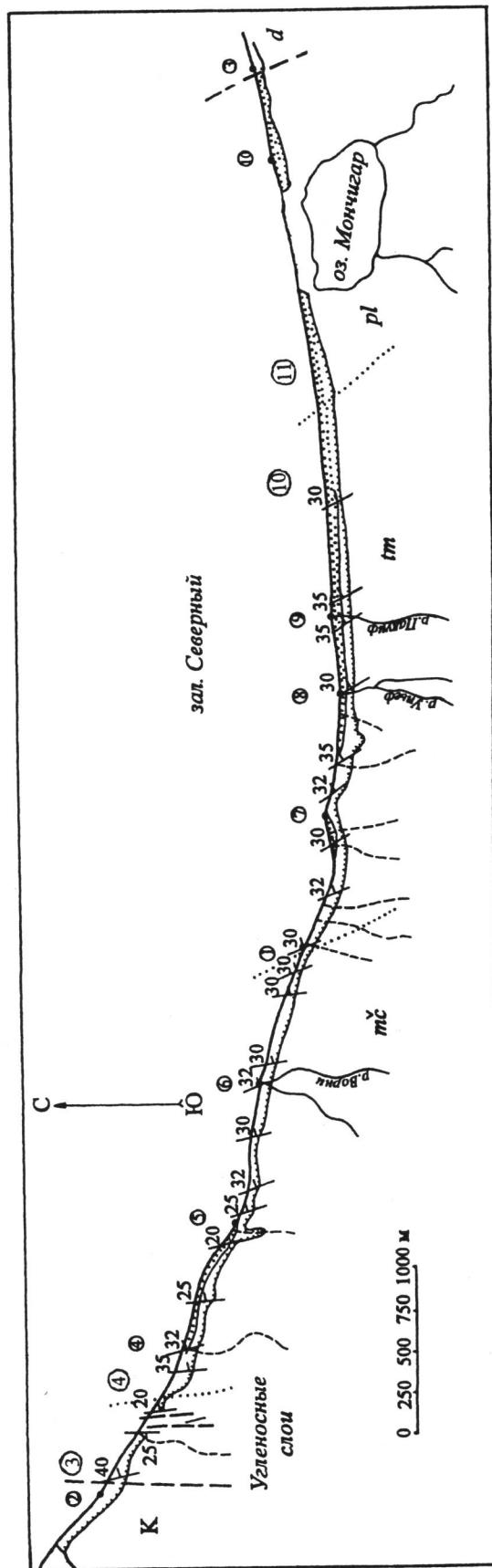
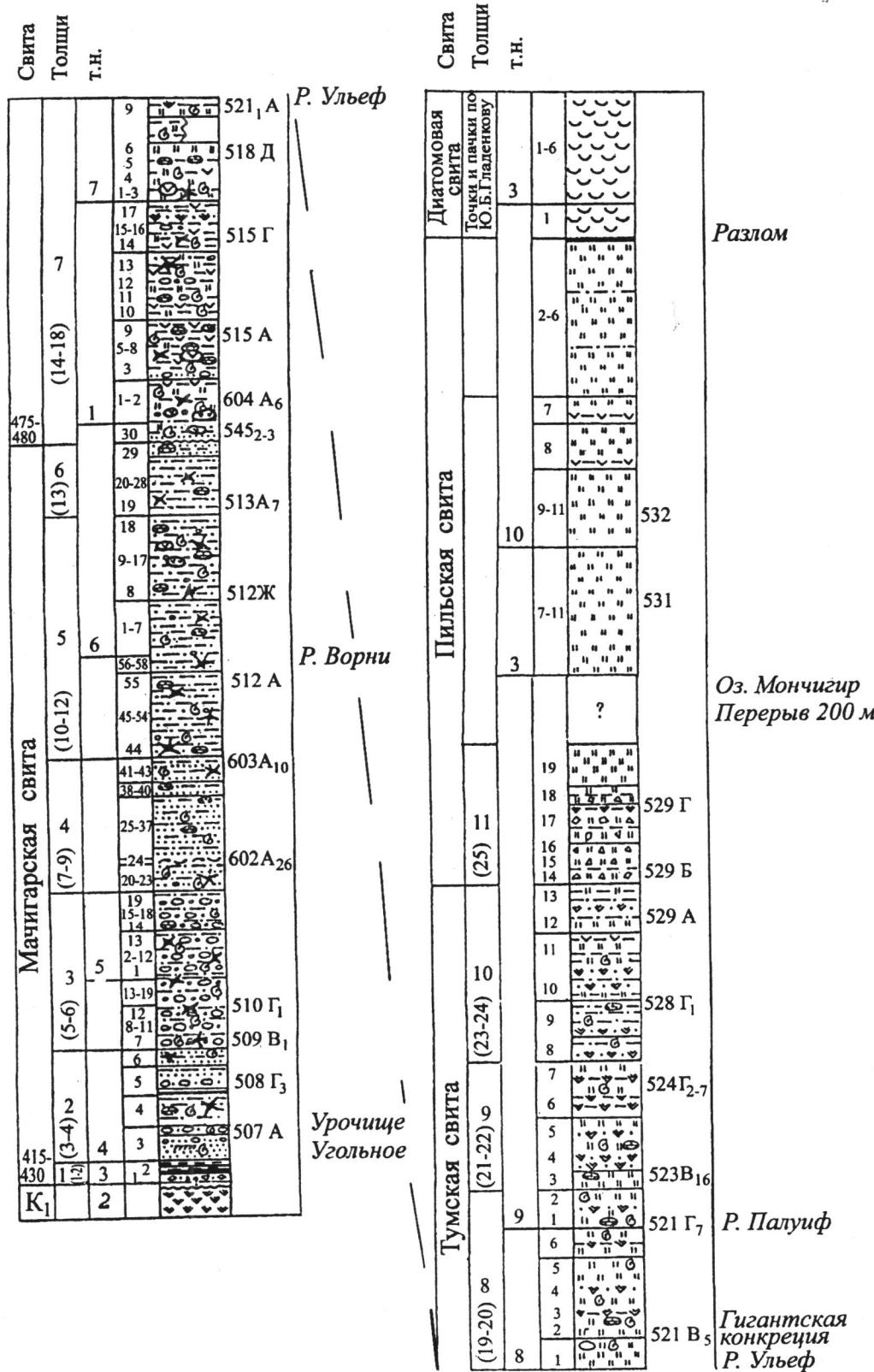


Рис. 3. Береговой разрез кайнозоя морского побережья в районе озера Мончигар п-ва Шмидта (залив Северный).
Свиты: d – длановская (диатомовая), pl – пильская, tm – тумская, mc – маичгарская, К – маичгарская, К – мачигарская



конгломератов (до 1 м), песчаников и алевролитов (до 3-3,5 м). Характерны конкреции разного размера (от 0,1 до 1 м) и генойши. Присутствуют галька и валунчики разного состава (в том числе гранитоидов). Нижние контакты конгломератов обычно неровные, с размывом, хотя некоторые из них постепенные. Многочисленные моллюски <i>Liocyma furtiva</i> , <i>Papyridaea matshigarcica</i> , <i>Periploma besshoense</i> , <i>Clinocardium matchgarensis</i> и др.	иногда с галькой внутри. Имеются отдельные крупные конкреции (2,5x3 м). Характерны генойши (часто внутри конкреций). Скопления остатков моллюсков <i>Macoma simizuensis</i> , <i>Periploma besshoense</i> , <i>Yoldia caudata</i> и др.	46-47		
Обычно в конгломератах отмечается скопление остатков крупносторчатых моллюсков. В отдельных слоях преобладают отдельные виды тех или иных родов (<i>Ciliatocardium</i> , <i>Papyridaea</i> , <i>Mya</i>). В алевролитах скоплений нет, для них характерны тонкостенные формы (палеотаксонты), которые захоронены в конкрециях.		до 55		
6. Сходное с вышеописанным чередование конгломератов (0,5-1,5 м), песчаников и алевролитов (3-5 м) (цикли около 5-6 м). Карбонатные караваебобразные конкреции (до 1,5x3,5 м), появляются шаровые и мелкие конкреции (до яйца). Много гальки. Многочисленные остатки моллюсков <i>Yoldia matschigarcica</i> , <i>Clinocardium matchgarensis</i> , <i>Papyridaea matshigarcica</i> и др.	11. Алевролиты (3-10 м) с горизонтами конкреций в виде линз (0,2-0,5 до 1x1-3 м). Есть отдельные мелкие и крупные (до 0,4-0,7 м) конкреции и генойши, отмечается галька. Внутри конкреций обломки гранитов. Отмечены остатки <i>Portlandella nitida</i> , <i>Periploma besshoense</i> и др.	39		
7. Конгломераты, песчаники и алевролиты с скоплением моллюсков. По неровной границе в основании залегает конгломерат (0,7-1 м) с крупными карбонатными конкрециями (до 1 x 5 м), среднегалечный, крепкий, с скоплением остатков раковин моллюсков <i>Modiolus matchgarensis</i> , <i>Chlamys matchgarensis</i> и др., много крупных баланусов, раковинного детрита (второй горизонт с скоплением фауны).	12. Алевролиты (4-9 м) с шаровыми и караваебобразными конкрециями (0,1-0,5 до 0,7 м), генойшами, линзами (0,1-0,4x0,4-2,5 м) и мелкими стяжениями карбонатов. Обломки гранитов. Многочисленные остатки <i>Macoma simizuensis</i> , <i>Conchoceles smekhovi</i> и др.	44-45		
8. Чередование песчаников (1,5-2 м) и алевролитов (3-4-7 м). Песчаники зеленовато-серые, среднезернистые, местами конгломератовидные с галькой, мусорные. Алевролиты ожелезненные, неслоистые. Крупные карбонатные конкреции (линзовидные до 1x4 м), а также более мелкие (0,1-0,3 м) шаровой и линзовидной формы. Остатки моллюсков <i>Ciliatocardium</i> , <i>Papyridaea</i> , <i>Mya cuneiformis</i> и др.	9. Чередование тех же песчаников иногда конгломератовидных (1-2 м) и алевролитов (3,5-7 м). Конкреции карбонатов (от "яблока" и 0,1-0,4 до 0,5x1 м) и генойши (0,15 м). Скопление <i>Periploma besshoense</i> , <i>Yoldia caudata</i> и др.	22	13. Алевролиты (3-5 м), в отличие от нижних – с слоистыми крепкими разностями (2 м), с белесой щебенкой. Конкреции от "яблока" до караваев (0,1 м до 0,5-0,7 м). Много генойши. Вверху пласт карбоната (0,2-0,3 м). В скоплениях остатки <i>Macoma simizuensis</i> , <i>Periploma besshoense</i> , <i>Conchoceles smekhovi</i> . Общая мощность мачигарской свиты 415 м.	39-40
Толща 4 (песчано-алевролитовая с 10-12 циклами)	Толща 6 (алевролитовая)			
7. Конгломераты, песчаники и алевролиты с скоплением моллюсков. По неровной границе в основании залегает конгломерат (0,7-1 м) с крупными карбонатными конкрециями (до 1 x 5 м), среднегалечный, крепкий, с скоплением остатков раковин моллюсков <i>Modiolus matchgarensis</i> , <i>Chlamys matchgarensis</i> и др., много крупных баланусов, раковинного детрита (второй горизонт с скоплением фауны).	Выделена (в данном разрезе) И.И.Ратновским в 1952 г. (название впервые предложено Е.М. Смеховым в 1936 г.). Нижняя граница согласная.			
8. Чередование песчаников (1,5-2 м) и алевролитов (3-4-7 м). Песчаники зеленовато-серые, среднезернистые, местами конгломератовидные с галькой, мусорные. Алевролиты ожелезненные, неслоистые. Крупные карбонатные конкреции (линзовидные до 1x4 м), а также более мелкие (0,1-0,3 м) шаровой и линзовидной формы. Остатки моллюсков <i>Ciliatocardium</i> , <i>Papyridaea</i> , <i>Mya cuneiformis</i> и др.	Толща 7 (опоко-алевролитовая, слоистая)			
9. Чередование тех же песчаников иногда конгломератовидных (1-2 м) и алевролитов (3,5-7 м). Конкреции карбонатов (от "яблока" и 0,1-0,4 до 0,5x1 м) и генойши (0,15 м). Скопление <i>Periploma besshoense</i> , <i>Yoldia caudata</i> и др.	14. Коричнево-бурая слоистая пачка. В основании – крупные карбонатные конкреции (1x2 м), крепкие, сливные, звенящие, иногда с галечкой. Выше чередование песчано-алевролитовых (1-5 см) и светло-серых плотных, звенящих опок и аргиллитов (0,1-0,3 м) с крупнокусковой отдельностью. Опоки отличаются фарфоровидным обликом при выветривании. Породы с растительным детритом, песчаными гнездами, редкими линзами (0,2 м) конгломератов (в нижней части), глыбами гранитов, эфузивов и конгломератов (0,7x1,5 м), глыбы часто в карбонатной рубашке с остатками раковин <i>Delectopecten watanabei</i> , <i>Nuculana tumiensis</i> и пр.; отмечается отдельные конкреции (0,2x0,7 м) и генойши (до 0,3-0,4 м). Встречаются зубы акул.	25-26	33-35	
10. Алевролиты (4,5-8 м) с горизонтами карбонатных конкреций (от "яблока" и 0,1-0,2 до 0,4-0,5-0,7 м) шаровой и караваевидной формы. Конкреции	15. В основании (0,7 м) карбонатный песчаник с галькой. Чередование твердых туфоалевролитов (0,1-0,2 м) и глин (1-5 см). Возможно, некоторые глины – измененные пеплы. Отмечается ярозит. Характерны три горизонта крупных карбонатных конкреций (0,52-1x1-3 м), очень крепких, через интервалы 3-5-10 м. Внутри конкреций – галька и растительный детрит, большие (0,3 м) генойши. Найдены <i>Delectopecten watanabei</i> , <i>Periploma</i> , <i>Macoma</i> и др. Отмечены ходы червей.	29-30	34-39	

Толща 5 (алевролитовая с 20 горизонтами конкреций)

10. Алевролиты (4,5-8 м) с горизонтами карбонатных конкреций (от "яблока" и 0,1-0,2 до 0,4-0,5-0,7 м) шаровой и караваевидной формы. Конкреции

47	16. То же чередование, но без гигантских конкреций. Мелкие конкреции (до 0,3–0,5 м), местами с гранитными валунчиками внутри. Породы тонкокристаллические, местами песчанистые, с галькой, туфогенные, отличаются фарфоровидностью при высыхании, звенящие, белесые, с ярозитом. Много гальки и тонкого растительного дегрита. Твердые пласти (до 0,3–0,52–1 м) массивных пород, линзы редких конкреций (0,4x2 м) сливного кремового карбоната. Остатки моллюсков (Macoma и др.) и морских ежей.	39	(1x5 м). Растительный дегрит, галька, песчанистость. Много ярозита. По выветрелым обломкам пород развиваются ржаво-желтые следы ожелезнения, кольца Лизеганга.	40
39	17. Те же породы, с голубоватыми плохо слойстыми плотными туфогенными разностями с крупноглыбовой отдельностью, а также витролитокластическими туфами, иногда с пемзой, – крепкими и рыхлыми (0,1 м). Конкреции (0,3–0,7–1x2 м) в горизонтах. Глыбы гранитов и базальтов. По отдельным слоям отмечается скопление сросшихся генномыш (0,2 м). Некоторая загипсованность. Много Macoma simizuensis, Nuculana tumiensis	42	Пачки с "зебристой" слойствостью – чередование светлых и желтовато-коричневых (обожженных) пород.	
45	18. Чередование голубоватых туфаалевролитов и опок с глинистыми тонкими прослойками. Горизонты карбонатных конкреций (0,3–0,6 до 1–1,5 м). Тонкий туфогенный материал в маломощных линзочках. Много ярозита. Прослои и линзы песчанистого материала. Генномыш, валуны гранитов и базальтов, часто в карбонатной рубашке, галька.	42	22. Опоки серые, плотные, хорошо слойстые, часто фарфоровидные, кремнистые, с прослойками (0,2–0,3 м) менее плотных глинистых разностей и глин (через 0,3–1 м). Внизу и вверху прослои рыхлого туфа (0,1–0,3 м) с замещением монтмориллонитовой глиной. Типичная ярозитизация. В значительной части пачка имеет "зебристый" облик – чередование (0,2–0,3 м) более темных микрослоистых и светлых, иногда ожелезненных, опок. Редкие находки моллюсков (Clinocardium).	33
40	Скопление образуют остатки Nuculana, Macoma, Conchoceles, Delectopecten и др. Отдельные Lima.	60–65		
им М. я.	Толща 8 (опоковая)		Толща 10 (алевролитовая)	
19	19. В устье р. Ульеф – опоки светлосерые, голубоватые, обычно массивные, реже слойстые, крепкие, тонкообломочные, однородные, с прослойками туфов (0,1 м) и глин (5 см через 0,5 м), вероятно, развитых по туфам. Глыбы гранитов (1,5 м) с карбонатным покрытием. Генномыш. Карбонатные конкреции (0,5 м, в средней части до 2 x 4 м). Одна гигантская конкреция 4x5 м (из девяти-десяти сфер). В ядре конкреций часто обломки вулканитов (до 0,5 м) или раковины моллюсков. Скопление тонкостенной фауны Nuculana tumiensis, Macoma simizuensis и пр.	66	23. Алевролиты (и песчано-алевритовые аргиллиты) – серые, голубоватые, мягкие, внешне неяснослойстые, но с тонкой слойстой текстурой. В нижней и средней частях с прослойками (0,1–0,2 м) туфов. Линзочки псаммитового и туфового материала, редкая галечка, много растительного дегрита, чешуя рыб, следы фукоидов. Вверху редкие крепкие желтые конкреции (до 0,5 м), возможно, окремнелые. Чешуя рыб. Найдены редкие Macoma simizuensis, Modiolus matchgarensis, Lucinoma acutilineata, Glycymeris wishkahensis и пр.	30–32
–35	20. Те же опоки, с туфами, рыхлыми псаммитовыми и обводненными прослойками глин (до 0,1 через 0,5–1,5 м), с генномышами, шаровыми конкрециями (0,2–0,5 м), с гнездами песка и отдельной галькой и обломками гранитов. Цвет пород меняется на желтоватый. Внизу – линза гипса (до 5–10 см) в туфах. Вверху – большое количество ярозита и линза карбонатов (1x2,5 м). Глыбы экзотических пород с карбонатной рубашкой (до 4 м) с остатками моллюсков (Pododesmus schmidti, Modiolus matchgarensis и др.). В породах много Nuculana, Macoma, Periploma, Conchoceles. Присутствует чешуя рыб	40	24. Алевролиты – серые, неяснослойстые, с крупной щебенкой, с прослойками (0,1–0,2 м) кремовых опок – более крепких в чередовании с тонкими глинами, конкремионными линзами и слоями (0,2–0,3 м) кремнистых разностей. В нижней и средней частях много прослоев туфа (по 0,1–0,2 м через 1,5 м). Опоки преобладают в верхней половине – хорошо слойстые (0,1 м), с чередованием темных и светлых разностей ("зеброидные"). Много мелкого мусковита. Характерна микрослоистость. Редкая галечка. Тонкий растительный дегрит. Редкие моллюски Conchoceles smekhovi, Chlamys kaneharai, Mytilus ochotensis	38
–39			Общая мощность тумской свиты около 475 м.	

Пильская свита

Толща 11 (опоко-алевролитовая)

25. Туфаалевролиты – хорошо слойстые, в светлых, темных и рыхких разностях, крепкие, иногда фарфоровидные, с отдельными конкрециями (0,4x0,7 м), прослойками (0,1 м) рыхлого пеплового туфа. Характерны крупнокусковая отдельность, кольца Лизеганга, местами "зебристый" облик пород, ярозит (в прослоях до 0,1 м). Породы имеют брекчированный облик при выветривании. Внизу – глинистые прослои. В верхней части преобладают алевролиты – серые, мягкие, неяснослойстые, туфогенные с тремя прослойками (0,3–0,5 м) массивных фарфоровидных яркожелтых опок. Редкие остатки моллюсков. . . более 25

Восточнее озера Мончигар вскрывается пильская свита. Она представлена неяснослоистыми глинистыми породами серого и кофейного цвета, с прослойями более твердых кремнистых алевролитов и опок с *Delectopesten*, *Macoma*, *Nuculana* и др. Породы имеют местами "зебристый" облик и вмещают обломки (3–10 см) алевролитов, приуроченных к отдельным слоям (0,2–0,3 м). Встречаются прослои серой глины. Возможно, глины частично развиваются по туфам. Восточнее отмеченные породы сменяются (видимо, по разлому) туфодиатомитами диатомовой свиты.

2.2. Описание Пильского разреза

По р.Водопадной вскрываются аналоги двух свит мачигарского (северного) разреза – мачигарской и тумской. Первая представлена, судя по отдельным обнажениям, песчано-конгломератовыми породами, с карбонатными конкрециями, валунами и галькой, линзочками угля, с моллюсками *Yoldia matschigarica*, *Papyridea matshigarica* и др. Ее мощность, видимо, до нескольких сотен метров. Стратиграфически выше залегает толща вулканических пород – темно-серые, зеленоватые, агломератовые лавобрекции андезито-трахибазальтов, с обломками миндалекаменных разностей и иногда светлых окремненных осадочных пород (мощность до нескольких десятков метров; возраст по K/Ar около 30 млн лет). В вулканитах отмечаются линзовидные тела (5x30 см) осадочных слоистых пород. Нижний контакт этой толщи неясен. Над ней залегают породы, относимые к тумской свите. В основании они представлены конгломератами (0,3–0,6 до 1 м) – серыми, среднегалечными, с преобладанием галек базальтов, местами с угловатыми обломками. В нижней части галька. В целом, конгломераты залегают, видимо, согласно, хотя и с размывом. Вверх по разрезу они сменяются песчаниками (2,5 м) зеленовато-серыми, мелкозернистыми, неслоистыми, с многочисленной галькой хорошей окатанности. Выше располагаются алевролиты (5 м) ожелезненные, с галькой, с тонколистовой (шестоватой) отдельностью, с тонкими (до 3 см) прослойями туфов. Далее залегают алевритовые песчаники (до 10 м) с галькой, которые сменяются чередованием (16 м) песчаников и алевролитов, иногда с конкрециями (до 0,2–0,4 м) и отдельными валунами, прослойями конгломера-

тов (0,3–0,5 м), с остатками *Modiolus matchgarensis*, *Balanus* sp.

Над ними залегают опоковидные кремнистые породы (10 м), серые, с поверхности коричневые, очень крепкие, звенящие при ударе, слоистые, с ярозитом. Они чередуются (0,1 м) с более светлыми желтыми разностями. Включают алевролиты и глину (2–3 см), иногда кремевые конкреционные прослои (0,5 м). Они перекрываются мусорными песчаниками (13 м) и слоистыми (0,2–0,5 м) кремнистыми алевролитами и аргиллитами с ярозитом (до 50–60 м).

Общая мощность тумской свиты здесь до 100–115 м.

Таким образом, в Пильском разрезе мачигарская и тумская свиты представлены в несколько иных фациях и имеют другую мощность по сравнению с Мачигарским разрезом. И самое главное – в этом разрезе на границе названных свит имеются вулканические породы, отсутствующие в северном разрезе. Стратиграфически выше кайнозойские толщи описываются вдоль берега моря на юго-восток. Начиная с пильской свиты, номера толщ и пачек даются в продолжение таковых Мачигарского разреза (в скобках отражена нумерация пачек Пильского разреза, описанных от устья р.Водопадной на юго-восток) (рис. 5, 6).

Пильская свита

Название дано И.П.Хоменко в 1934 г. Объем свиты установлен И.И.Ратновским в 1952 г. Нижний контакт свиты согласный.

Толща 11 (глауконито-тонкоаргиллитовая)

26 (1). Кремнистые аргиллиты, серые, белесоватые, кофейные, тонко-микрослоистые, с тонколистоватой до книжной (несколько миллиметров) отдельностью, с обильным ярозитом, отдельными конкрециями (0,3x0,5 м), рыбьей чешуей, редким растительным детритом. 15–20

27 (2). Три горизонта песчаника в тонкослоистых аргиллитах. В подошве залегает песчаник (1–1,5 м) – серый и яркозеленый, среднезернистый, слоистый, глауконитовый. Отделяется от второго песчаника аргиллитами (9 м) и фосфатными оолитами. Второй горизонт песчаника (4–4,5 м) – яркозеленый и серый, глауконитовый – включает много фосфатных стяжений (бобы, лепешки, желваки), местами конкреции (до 0,7 м), остатки рыб. Отделяется от третьего песчаника аргиллитами (10 м). Верхний – третий песчаник (1–1,5 м) – серый, тонкослоистый, рыхловатый, перекрывается аргиллитами (6 м) до 30–32

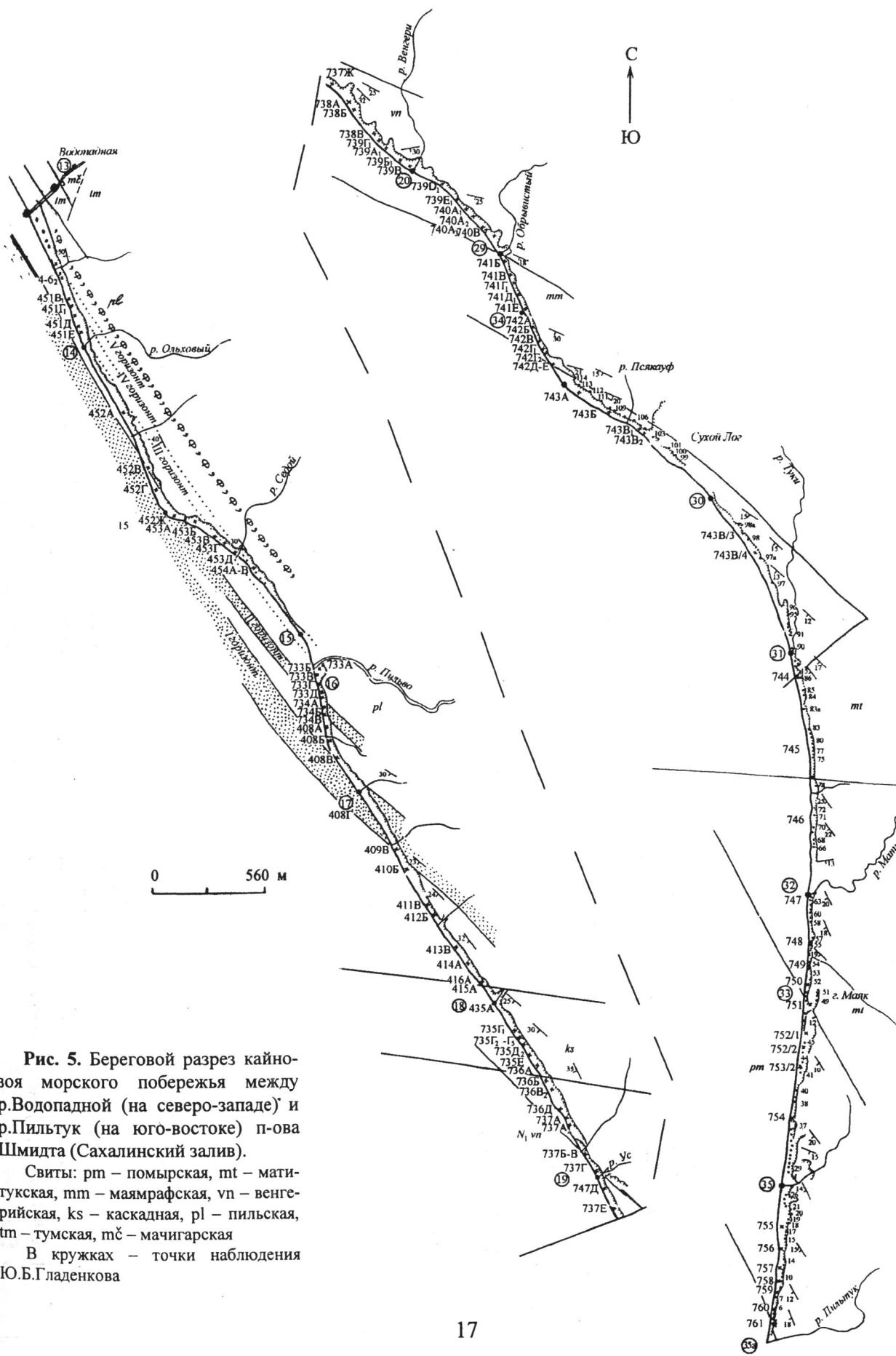


Рис. 5. Береговой разрез кайно-
зоя морского побережья между
р. Водопадной (на северо-западе) и
р. Пильтук (на юго-востоке) п-ова
Шмидта (Сахалинский залив).

Свity: pm — помырская, mt — матитукская, mm — маямрафская, vn — венгерийская, ks — каскадная, pl — пильская, tm — тумская, mč — мачигарская

В кружках — точки наблюдения
Ю.Б.Гладенкова

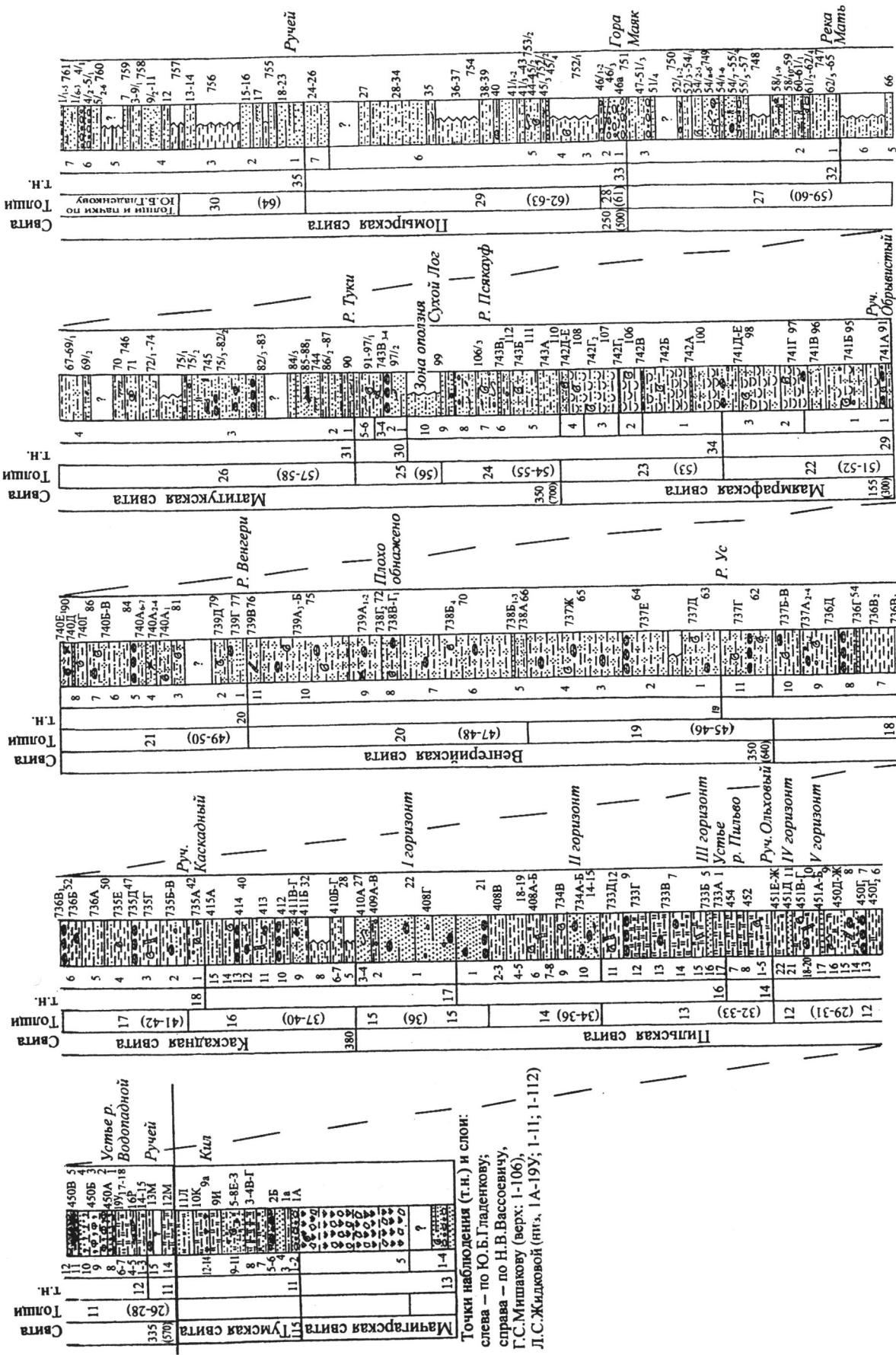


Рис. 6. Стратиграфическая колонка кайнозоя Пильского разреза

28 (3). Аргиллиты – мелколистоватощебенчатые, вверху с ярозитом. В основании и средней части горизонты карбонатных конкреций (1x2,5x5 м), жестких с поверхности. Тонкий растительный детрит. 19–20

Толща 12 (аргиллитовая)

29 (4). Те же аргиллиты. В подошве песчаник (4 м) зеленовато-серый, мелко-среднезернистый, с сильным сероводородным (керосинным) запахом, вверху с эллипсоидными карбонатными конкрециями (1x1,5x2 м), сверху желтыми. В средней части – горизонт крупных конкреций (2,5x4 м) 25–26

30 (5). Те же листоватые аргиллиты с ярозитом, прослойями песчаника (0,5 м). В основании (3–10 м) песчаник – серый, среднезернистый, массивный, грубообластистый, плотный, с конкрециями (0,3–0,4 м). Скопление *Delectopecten pedroanus*, отмечены *Acila*, *Lima* и др. Ходы червей. до 30–50

31 (6). Те же аргиллиты, с опоковидными разностями, с линзами песчаников. Отмечаются кольца Лизеганга. Редкие моллюски, сходные с остатками подстилающей пачки. до 30–50

Толща 13 (аргиллитово-песчанистая)

32 (7). Песчаники – серые, среднезернистые, массивные, грубообластистые (1–2 м). Внизу с прослойями аргиллитов, в средней части карбонатные тела (0,1–0,4x2–3 м), с скоплением растительного, часто обугленного, детрита, в верхней части характерные крупные (1–1,5 м) шаровые песчано-карбонатные конкреции. Отдельные куски и блоки аргиллитовых пород. 30–35

33 (8). Аргиллиты – серые, ожелезненные, внизу массивные, вверху слоистые, крепкие и мягкие – размокающие, крупно- и мелкощебенчатые, с карбонатными конкрециями в средней части (1,5x3 м). Среди моллюсков типичен *Delectopecten*. до 60–65

Толща 14 (песчанисто-аргиллитовая)

34 (9). Песчаники серые, голубоватые, среднезернистые, глыбовые (1,5–2 м), твердые, но рыхловатые с поверхности, в отдельных прослоях обломки аргиллитов и включения мелких (0,5–2 см) песчаных шариков (бобов), отдельные шаровые песчаные конкреции (0,1–0,4 м). В нижней части (7–8 м) скопление таких конкреций (обычно 0,1 м; от 2–3 до 0,2–0,4 м), часто с пупырчатой ("мозговой") поверхностью, иногда сросшихся. до 30

35 (10). Песчаники серые, массивные, глыбовые, плотные, местами гравийные, с обломками аргиллитов, прослойками глин и тонкого растительного детрита. Вверху (20 м) – крепкие и мягкие аргиллиты. На уровне 25, 30–35 и 40–45 м от подошвы – конкреции шаровой формы (0,2 м) около 54–50

Толща 15 (песчанистая)

36 (11). Аргиллиты (7–8 м) вверху с карбонатными конкрециями (до 1 м), сменяющиеся песчаниками (до 10 м), аналогичными сл. 10, и песчано-аргиллитовыми породами (в подводных оползнях). до 25–30

Общая мощность пильской свиты до 325–335 м.

Каскадная свита

Выделена И.И.Ратновским в 1952 г. Нижний контакт свиты согласный.

Толща 16

(аргиллито-алевролитовая с крупными конкрециями)

37 (12). Алевролиты и песчано-алевролитистые и кремнистые аргиллиты – серые, выбеливающиеся, ожелезненные, плотные и мягкие, с плитчатой и тонкой щебенкой, с ходами червей, с прослойями (2–3 см) желтых туфопесчаников. Моллюски *Portlandella*, *Solemya*, *Macoma* и др. до 40

38 (13). Аргиллиты и алевролиты – серые, выбеливающиеся, ожелезненные, неяснослоистые, с крупнокусковой отдельностью. Следы илоедов. Много карбонатных конкреций: в 3 см от подошвы (1x2 м), в 10 м и в 15–17 м караваеподобные (0,2–0,3x0,4–0,5 м). Венчает пачку горизонт крупных конкреций (1,5–2x3,5–6 м). Отмечены *Portlandella*, *Acilana* и др. 30

39 (14). Те же породы с разбросанными шаровыми и эллипсоидными конкрециями (0,3–0,5 м), с растительным детритом, чешуй рыб, следами червей. Алевролиты, голубеющие на поверхности, туфогенные. Редкая галька. В кровле горизонт гигантских конкреций (от 0,5x0,7 до 2x5–6 м). 40

40 (15). Те же аргиллиты, внизу с крупной конкрецией (2x5 м), в средней части – более мелкими конкрециями (0,2–0,5 м, одна 1,5 x 4 м), в нескольких горизонтах через 4–6 м, с прослойями (0,1 м) глин, редкой галькой. Вверху крупная конкреция (1,5x3 м). Остатки *Acilana tokunagai*, *Crassoleda crassatelloides*, *Delectopecten* и др. до 45

Толща 17 (аргиллитовая)

41 (16). Те же породы, но с редкими конкрециями, в верхней части крупная конкреция (1,5x3 м), в кровле конкреционный пласт из линз (0,3–0,4 м с раздувами до 0,7 м). Остатки *Acilana*, *Portlandella* и др. . . . около 40

42 (17). Те же аргиллиты с отдельными конкрециями (до 0,3 м), вверху четыре горизонта конкреций (0,1–0,3 м). Редкие моллюски. 60–70

Толща 18 (мелкощебенчатых аргиллитов)

43 (18). Аргиллиты – темно-серые с включением более глинистых, чем подстилающие, менее выбеливающихся, мелкощебенчатых; вверху с несколькими прослойями конкреций (0,2–0,3 м). Линзы (0,1–1,5 м) карбонатов. Остатки *Macoma tokyensis*, *Acila*, *Nuculana*, *Buccinum*. 48–53

44 (19). Те же породы с отдельными конкрециями, морскими ежами и моллюсками *Macoma*, *Mytilus* и др. 60–70

Общая мощность каскадной свиты до 380–390 м.

Венгерийская свита

Выделена Е.М.Смеховым в 1936 г. Нижний контакт свиты согласный.

Толща 19 (алевролитовая)

45 (20). Алевролиты — серые, сверху коричневатые, песчано-алевритистые, неяснослоистые, комковатые, мягкие, мелкощебеччатые, с ярозитом, с отдельными конкрециями (от яйца до 0,1—0,3 м), белыми с поверхности (в отличие от "желтых" из нижних толщ). Пачка резко отличается от выбеливающихся массивных аргиллитов. Крупные раковины *Panomya intermedia*, *Conchocele ochotica* и пр. 50

46 (21). Они же, но с более частыми конкрециями (от "огурцов" до 0,3—0,4 и 1×2 м). Кости позвоночных. Из моллюсков отмечены *Periploma*, *Panopea*, *Nuculana* . . 35

Толща 20 (алевролитовая с генойшами)

47 (22). Алевролиты — внизу песчанистые, с прослойками песчаников (0,1 м), вверху белесоватые, с карбонатными конкрециями (от огурца до 0,2–0,3 м) и генновшами. Крупные *Conchocele*, *Serripes groenlandicus* и др. 60–65

Толща 21 (алевролито-песчанистая)

49 (24). Алевролиты мусорные, внизу с прослойями песчаников (до 2-5 м) — серых, рыхлых, неслоистых, с растительным дегритом. Отмечаются валуны и галька. В нижней половине много конкреций (от 0,5 до 0,7-1x3,5-4 м), в верхней — песчанистые разности. Остатки *Conchocele*, *Macoma* и др. до 55

50 (25). Песчаники и песчанистые алевролиты — сверху голубоватые, кремовые, с крупнокусковой отдельностью, крепкие, с геннишами (внизу), карбонатными конкрециями (0,3 м), иногда крупными (до 1×2 м). Много *Macoma*, *Conchocele*, *Nuculana* *majangraensis*, *Serripes* и пр. до 80

Общая мощность венгерской свиты 345–350 м.

Маямрафская (диатомовая) свита

И.П.Хоменко выделил маямрафскую свиту в 1934 г. В 1952 г. И.И.Ратновский назвал ее диатомовой (ранее диатомовая свита считалась Н.С.Ерофеевым, Ф.Г.Лаутеншлегером и др. более молодой, чем маямрафская свита). Нижний контакт свиты согласный.

Толща 22 (диатомитовая)

51 (26). Диатомиты – светлосерые, в свежем сколе голубоватые, марки, выбеливающиеся, песчано-алевролито-глинистые, неяснослоистые, плотные, с толстокусковой отдельностью, с примесью гальки и песчанистого материала (присыпки, гнезда), в кусках – кольца Лизеганга, раскалываются с глухим звуком. Породы иногда биотурбированы. Часто – тонкий растительный детрит, иногда обугленные обломки. В

средней части карбонатные конкреции (0,7–2 м) и редкие прослои белых лито-витрокластических туфов (три обводненных горизонта). Вверху много ходов червей и глинистые прослои (0,1 м) обводненных туфов. Много моллюсков – *Nuculana psjakaupensis*, *Yoldia thraciaeformis*, *Nuculana*, *Macoma* и пр. . 55–6

Толща 23 (диатомитовая с песками)

53 (28). Диатомиты с четырьмя прослойями от 0,1–0,2 м до 0,7–1,5 м туфов, часто обводненных. Типичны ходы червей (до 10–15 см), растительный детрит. Вверху породы глинистые, песчанистые, мусорные. Скопление тех же *Macoma*, *Yoldia*, *Nuculana* и др. . . 60–70

Общая мощность свиты до 155 м.

Матитукская свита

Выделена Н.С.Ерофеевым в 1936 г. Нижний контакт свиты согласный.

Толща 24 (пески и глины)

54 (29). Глины слоистые (0,1–0,2 м), обогащенные в отдельных прослоях, обычно обводненных, песчанистым материалом. Пески местами косослоистые, с отдельными блоками и линзами глинистых пород. Большая слюдистость. Отмечаются микрослоистые текстуры ленточного типа. В основании пачки — маломощный гравелит. Отдельные *Corbicula* 20—2

55 (30). В основании (5 м) твердые песчанистые глины и средне-мелкозернистые песчаники желтоговатые, голубовато-серые, слюдистые. На поверхности напластования гиероглифы, "дырки" от ходов иледов. Иногда растительный детрит, остатки *Corbicula* sp. Прослои песчано-алевритистых аргиллитов с ленточной слоистостью.

Выше залегают аргиллиты и глины — плотные, мусорные, ожелезненные до ржавых, иногда с галечкой, оползневые текстурами, с линзами и клиньями песка (до 3—4 м), диапирами глин. Остатки *Nuculana* и *Macoma*. В верхней части слоистые аргиллиты и глины с песками (0,1—0,2 м), с отдельными лепешковидными конкрециями.

Толща 25 (пески)

56 (31). Песок белый и серый, рыхлый, мелкозернистый, неслоистый, с шоколадными прослойками и линзами (от нескольких см до 0,5–0,7 м) алевролитов и глин, обломками алевролитов, с карбонатными лепешковидными конкрециями (3×0,2 м), прослойми (0,1 м) ожелезненных песков. Местами (внизу 10 м, в средней части 5 м) пески относительно плотные, конослоистые. В верхней части они включают много глинистых прослоев, которые образуют сгущения (несколько миллиметров через 0,2–0,3 м). Часто прослои выклиниваются. до 7

5–60	Толща 26 (глины и пески)
	57 (32). Глины и аргиллиты (пачки около 10–15 и 16–18 м), разделенные прослойем песков (7–8 м). Глины – серые, мягкие, размокающие, местами песчанистые, с прослойями песков (2–5 см до 0,1–0,3 м). Много слюды, есть растительный детрит, кусок дресвесины, галечка, лепешковидные конкреции. Пески – белые, среднезернистые, рыхлые с прослойями глин (0,3–0,4 м) 40
25	58 (33). В основании пески (до 15 м), вверху – глины (20 м), сходные с сл.32. Пески белые, грубо-среднезернистые, слюдистые, часто косослоистые, ритмично построенные (0,2–0,5 м), с гравием и галькой в нижних частях ритмов, с глинами – в верхних 35
0–70	Толща 27 (пески)
	59 (34). Пески, аналогичные описанным, в верхней части с глинами. до 40–50
	60 (35). Пески косослоистые, в основании с прослойем (5 м) глин. Вверху (10–15 м) с тонкими прослойями (до 0,1 м) глин. до 100 Общая мощность матитукской свиты до 350 м.
ний	Помырская свита
	Название предложено И.П.Хоменко в 1934 г. Залегание близко к согласному, но с размывом в основании.
0–25	Толща 28 (конгломератовая)
	61 (36). Песчанистые конгломераты. Пески и песчаник
	62 (37). Глины или песчанисто-алевритистые аргиллиты – серые, пепельные, размокающие, слюдистые, местами песчанистые. Внизу глинистые породы с неровным контактом, с выклиниванием слоев (4 м). Остатки моллюсков Macoma и Nuculana 50
	63 (38). Чередование пачек глин-алевролитов (до 10–15 м) и песков (10–15 м) до 60
	Толща 29 (глины и пески)
	64 (39). Пески серые, внизу желтые, косослоистые, рыхлые, с 4–5 пластами лигнитов (до 2 м), в отдельных интервалах (20–25 м) обогащенные тонкими прослойями глин (отдельные прослои до 5 м) до 100 Общая мощность помырской свиты выше 250 м.
	Толща 30 (пески с лигнитами)
	65 (40). Пески серые, внизу желтые, косослоистые, рыхлые, с 4–5 пластами лигнитов (до 2 м), в отдельных интервалах (20–25 м) обогащенные тонкими прослойями глин (отдельные прослои до 5 м) до 100 Общая мощность помырской свиты выше 250 м.

Помырская свита

Название предложено И.П.Хоменко в 1934 г.
Залегание близко к согласному, но с размытом в основании.

Толща 28 (конгломератовая)

61 (36). Песчанистые конгломераты. Пески и песчаники. Породы зеленовато-серые, частью темноко-

Глава третья

Литологические особенности осадочных пород

Палеогеновые и неогеновые отложения п-ова Шмидта представлены мощным комплексом преимущественно морских отложений, в самом общем виде представляющим собой единый крупный трансгрессивно-регressiveй цикл, развивавшийся на фоне менее масштабных и менее четко выраженных трансгрессий и регрессий. Мощность всего комплекса около 3000 м. Приводимая иногда в литературе мощность до 6000 м и более [Вассоевич, 1961; Геология..., 1970; Ратновский, 1960], на наш взгляд, является завышенной. Кайнозойские отложения залегают на меловых вулканогенно-осадочных и интрузивных образованиях трансгрессивно и с большим перерывом. По литологическим и палеонтологическим признакам отложения подразделяются на восемь свит, большинство из которых в наших разрезах связано относительно постепенными переходами. В таких взаимоотношениях находятся мачигарская, тумская и пильская свиты Мачигарского разреза и все свиты Пильского. Только помырская свита залегает здесь на матитукской с размывом. В других местах территории устанавливается или предполагается залегание помырской свиты на пильской свите, а тумской или пильской – на меловых образованиях. Из анализа литологического состава кайнозойских толщ полуострова следует, что для них характерна фациальная изменчивость. С другой стороны, сходство состава некоторых толщ из различных частей разрезов затрудняет их идентификацию, например, при геологическом картировании или бурении, что при недостаточной палеонтологической изученности приводило к неоднозначности корреляционных построений.

Пильский разрез вместе с Мачигарским из-за своей полноты дают благоприятные возможности проследить историю осадконакопления, ход и направленность постседиментационных преобразований в интервале от эоцена до плиоцена. В этом разделе дается краткая характеристика основных литологических особенностей разрезов, основанная на детальном их изучении, прове-

денном В.И.Гречиным [1976]. Привлекались также данные И.И.Ратновского [1960], Н.Г.Бродской [1961] и сведения, имеющиеся в некоторых других работах. Особое внимание уделяется тем особенностям, которые могут быть полезны при палеогеографических реконструкциях и для восстановления первичного облика осадков.

Породообразующие компоненты и их роль в формировании основных типов пород

Главными породообразующими компонентами изученных разрезов служат: 1) обломочный терригенный материал – продукты разрушения суши; 2) аллотигенное и аутигенное глинистое вещество; 3) свободный кремнезем (в виде сохранившихся остатков кремневых организмов и скрытокристаллического или очень тонко раскристаллизованного вещества); 4) продукты синхронной осадконакоплению преимущественно эксплозивной вулканической деятельности – пирокластический материал. Кроме того, породообразующее значение иногда имеют обугленный растительный детрит и различные новообразования: глауконит, пирит, фосфаты, карбонаты. Биогенное карбонатонакопление и хемогенное осадконакопление не играют сколько-нибудь существенной роли (рис. 7).

Генетически разнородный материал во многих породах присутствует совместно в самых разных соотношениях, и наиболее обширную группу составляют различные многокомпонентные породы смешанного состава. Породы, в которых сильно преобладает один из компонентов, представлены преимущественно терригенными и кремнистыми разностями, а пирокластические и собственно глинистые разности встречаются значительно реже.

Терригенный обломочный материал и терригенные породы. Терригенный обломочный материал в общих чертах полимиктовый. Особенностью его является присутствие обломков с раз-

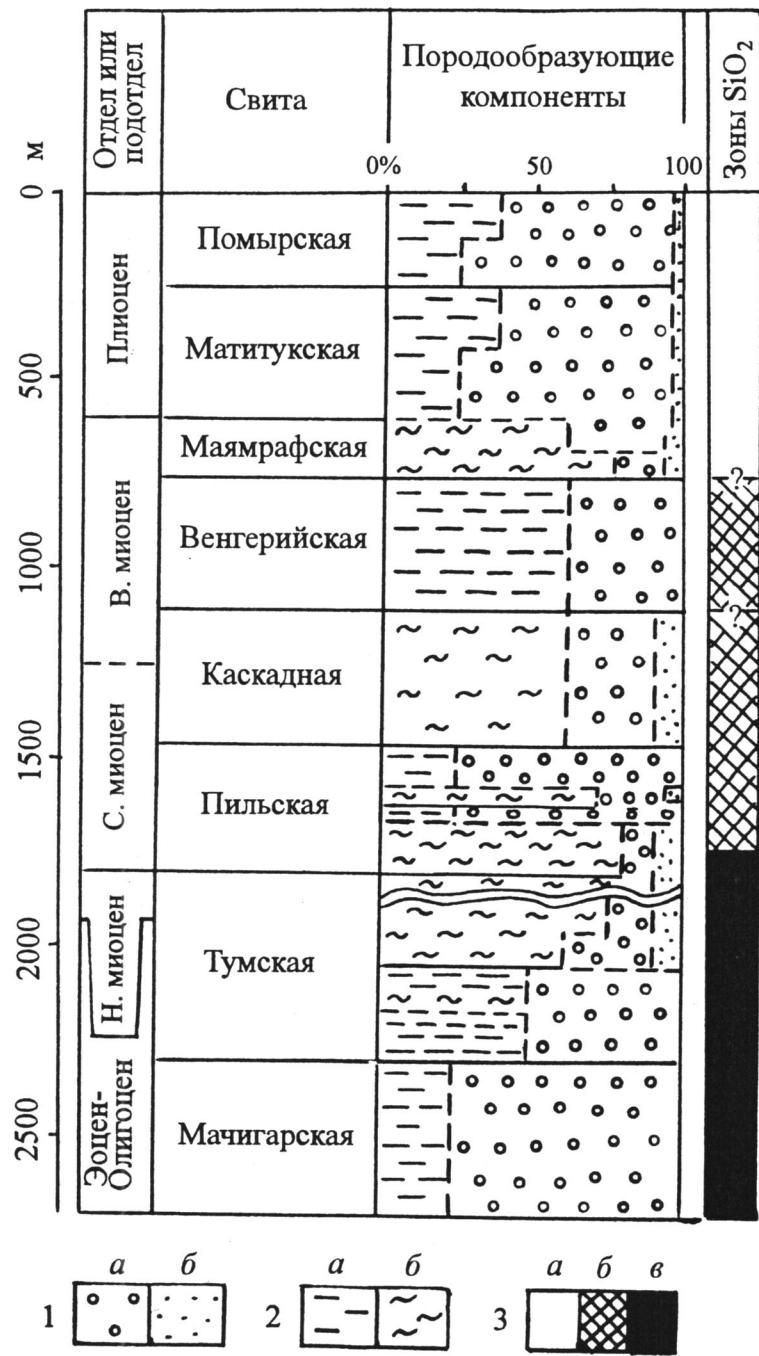


Рис. 7. Обобщенная литологическая характеристика кайнозойских толщ п-ва Шмидта

1 – обломочный материал: терригенный (а), пирокластический (б); 2 – пелитоморфный материал с преобладанием глинистого компонента (а) или свободного кремнезема (б); 3 – кремнистый материал – зоны преобладания: опала (а), опала-СТ или свободного кристобалита (б), кварца-халцедона (в)

личной степенью измененности, подчиненное значение эффузивов по сравнению с обломками разнообразных осадочных и метаморфических, а иногда и интрузивных пород. Характерно также преобладание среди плагиоклазов олигоклаз-андезинов, присутствие К-шпатов, обилие кварца, редкость цветных минералов. Соотношение слагающих обломочный материал компонентов меняется от фракции к фракции. Заметны также некоторые отличия в составе обломочного материала низов и верхов разреза от остальной его части.

В глыбах и крупных валунах мачигарской и тумской свит чаще всего отмечаются гранитоиды и, иногда, метаморфические породы. Состав

мелких валунов, гальки и гравия более разнообразен. Это различные осадочные, метаморфические, интрузивные (не только гранитоиды), иногда жильные породы, а также эфузивы разного состава и степени измененности. Обломки эфузивов обильны только в мачигарской и тумской (ее низах) свитах, в остальных они играют подчиненную роль. Для матитукской и особенно помырской свит характерно присутствие, а иногда и преобладание обломков осадочных пород из подстилающих кайнозойских отложений.

В песчаной фракции примерно в равных соотношениях присутствуют обломки разнообразных пород и кристаллокласты. Среди последних полевые шпаты (обычно это плагиоклазы, но отмечаются и К-шпаты, довольно многочисленные в мачигарской и тумской свитах) чаще преобладают над кварцем, чем наоборот. Цветные минералы редки: иногда отмечается лишь небольшая примесь биотита, роговой обманки, пироксена. Такие соотношения компонентов в песчаной фракции характерны для низов разреза. В других частях разреза отмечаются и другие соотношения: сумма кварца и полевых шпатов может значительно превышать сумму обломков пород, а кварца иногда содержится больше, чем полевых шпатов. В венгерийской, матитукской и помырской свитах довольно много слюды. Состав алевритовой фракции в целом сходен с составом песчаной, но в ней обломки полевых шпатов и кварца в сумме сильно преобладают над обломками неопределенных пород. Алевритовая тяжелая фракция, по данным П.И.Хомизури (Ратновский, 1960), представлена комплексом как устойчивых, так и неустойчивых минералов. Наиболее характерными минералами тяжелой фракции для всех частей разреза служат магнетит, гранат и лейкоксен. Кроме того, для верхов разреза (начиная с маямрафской свиты) характерно обилие эпидота, а в остальной части много циркона, иногда апатита. В варьирующих количествах отмечены турмалин, титанит, рутил, некоторые другие минералы, в верхах – присутствует роговая обманка.

Рассеянная мелкая галька и гравий в разных породах встречается по существу по всему разрезу, но многочисленные или даже обильные беспорядочно распределенные экзотические гальки, валуны и глыбы характерны для мачигарской и низов тумской свит и в некоторой степени для венгерийской свиты.

Наиболее грубообломочные породы, конгломераты и гравелиты, встречаются в помырской свите, но особенно широко распространены в мачигарской. Это буровато-серые, обычно слабо сцементированные породы, образующие пласти и крупные линзы мощностью от 0,5 до 1,5 м. Сложенены хорошо окатанным, плохо сортированным материалом с песчано-алевритовым, иногда с примесью глины матриксом. Слоистые текстуры в них выражены нечетко.

Песчаники распространены почти по всему разрезу. Больше всего их в мачигарской, верхней половине пильской и венгерийской свитах, а в матитукской и помырской свитах они служат главным литотипом. Песчаники зеленовато-серые и желтовато-серые, обычно слабо сцементированы, цемент в этом случае алеврито-глинистый от скучного до обильного. Породы со вторичным карбонатным цементом очень крепкие. В низах разреза породы плохо сортированы, от мелко- до крупнозернистых, с рассеянным гравием и галькой, в остальной части разреза сортированы лучше, мелко- или среднезернистые, но также иногда содержат рассеянные гравий и гальку. Мощность однородных пластов песчаников колеблется от 0,1 до 1,5-3 м. В более мощных, от 5 до 70 м, обычно имеются прослои и линзы более тонкообломочных алеврито-глинистых пород или конгломератов и гравелитов. Для нижних и верхних частей разреза характерны линзовиднослоистые и косослоистые текстуры песчаников, хотя встречаются и разности неслоистые, с массивными или нечетко выраженным текстурами, обычными для остальной части разреза. В песчаниках пильской свиты отмечены прослои песчано-алеврито-глинистых пород с подводнооползневыми деформациями, а также иногда небольшие блоки подстилающих пород.

Алевролиты распространены меньше, чем песчаники, и сходны с мелкозернистыми их разностями. Собственно алевролиты присутствуют, главным образом, в мачигарской свите. При описании других частей разреза так иногда называются по существу многокомпонентные породы, имеющие лишь внешний облик алевролитов.

Глинистое вещество и глинистые породы. Состав минералов глинистой фракции большинства пород кайнозойского разреза обычно многокомпонентный смешанный. Присутствуют смектиты, гидрослюдя, хлорит и смешаннослойные фазы (например, гидрослюдя-смектит,

хлорит-вермикулит и др.) в различных соотношениях, но чаще всего с преобладанием смектитов. Каолинит обычно редок, заметное его количество отмечено в низах мачигарской свиты. Для аллотигенного глинистого вещества (или продуктов его трансформации) характерно беспорядочное расположение частиц или ориентированные текстуры с агрегатным угасанием. Аутигенные глинистые минералы представлены исключительно смектитами. Для них характерны колломорфные выделения или петельчатые и сложные спутанно-струйчатые текстуры, подчеркивающие первичную витрокластическую структуру осадка. Лишенные других компонентов, "чистые" глинистые породы встречаются редко: обычно в виде тонких слойков в других породах. Глинами и аргиллитами при описании разрезов разными авторами называются многокомпонентные породы смешанного состава, в сложении которых глинистому веществу действительно принадлежит существенная роль (правда, не всегда).

Свободный кремнезем и кремнистые породы. Свободный кремнезем в кайнозойских отложениях имеет первичную биогенную природу [Гречин, 1976]. Он присутствует в виде опаловых или перекристаллизованных остатков преимущественно диатомовых водорослей и, в меньшей степени, спикул губок и радиолярий или в виде скрытокристаллического или тонкораскристаллизованного вещества, образовавшегося в результате растворения кремнистых скелетных остатков с последующим осаждением и кристаллизацией кремнезема. Биогенная структура пород хорошо сохраняется только в верхних частях разреза. Исчезновение ее вниз по разрезу сопровождается и изменением минеральной формы кремнезема в направлении опал – опал-СТ (кристобалит) – кварц (халцедон). Свободный кремнезем варьирующих количествах присутствует во многих многокомпонентных породах смешанного состава и служит основным компонентом в высококремнистых разностях пород, которые формально принадлежат все-таки к группе смешанных.

В соответствии с преобладанием той или иной минеральной формы кремнезема кремнистые породы можно свести к трем основным типам [Гречин, 1972]. 1) Породы, в которых кремнезем присутствует в виде опаловых панцирей диатомовых водорослей, лишь иногда частично перекристаллизованных – это диатомиты. 2) Породы,

сложенные скрытокристаллическим или слабо-раскристаллизованным кремнеземом, в основном, опалом-СТ (кристобалитом) – опоки. 3) Породы, в которых кремнезем присутствует также в виде скрытокристаллического или очень тонкораскристаллизованного вещества, но преимущественно в форме кварца (халцедона) – перекристаллизованные опоки. Такое название использовано В.И.Гречиным [1976] при характеристике наиболее высококремнистых разностей пород этого типа, чтобы подчеркнуть их генетическую связь с опоками. Обычно же при описании разрезов разными авторами они называются кремнистыми аргиллитами или сланцами.

Диатомиты распространены в маямрафской свите. Они легкие, желтовато-серые, голубоватые, при выветривании становятся белесыми, имеют землистый излом. Только в отдельных участках эти породы сложены почти исключительно остатками кремнистых организмов. В целом же породы состоят из смеси остатков кремнистых организмов, пелитовой опалово-глинистой массы и кластического материала. Органогенно-кремнистая составляющая диатомитов представлена в основном панцирями диатомовых, небольшим количеством спикул губок, единичными радиоляриями. Некоторые скорлупки диатомей несут следы растворения. По краям они как бы размыты, не имеют четких контуров и сливаются с пелитовой глинисто-кремнистой массой. Она сложена агрегатом аллотигенного глинистого вещества, мельчайшего диатомового детрита и опала, осевшего после частичного растворения диатомей уже в абиоморфном виде. В породах многочисленны выделения пирита, частично или полностью выполняющие внутреннюю полость диатомей. При растворении кремневой скорлупки они остаются в виде характерных шариков или их сростков, имеющих вид слепка с внутренней поверхности панциря. Обычно много обугленного растительного детрита. Слоистость в диатомитах выражена нечетливо, кластический материал либо равномерно рассеян, либо образует небольшие гнездовидные скопления или мелкие неправильной формы линзочки. Отмечаются следы взмучивания, ходы илоедов. В наиболее высококремнистых разностях содержание SiO_2 около 70% при Al_2O_3 около 8%, а содержание не связанного в алюмосиликатах свободного кремнезема – около 50%.

Опоки распространены в пильской свите. Это

тонкопористые хрупкие породы с характерным фарфоровидным обликом, обычно тонкополосчатые, с тонкой пластовой отдельностью, иногда листоватые. Они светлые, кремовых, лиловатых, голубоватых оттенков (иногда встречаются и темноокрашенные разности), при выветривании становятся белесыми. Состоят опоки из однородной кремнистой скрытокристалической массы, содержащей незначительное количество глинистого вещества, и примеси кластического материала, частично представленной мельчайшими фрагментами цеолитизированного вулканического стекла. Чередуются с разностями более глинистыми и с большим содержанием кластического материала. Первичная биогенная структура хорошо сохраняется только в отдельных участках пород или в раннедиагенетических фосфатных или карбонатных конкрециях. Обычно же о ней свидетельствуют лишь остатки перекристаллизованных диатомей или их нерастворившиеся части, а также многочисленные шаровидной формы выделения пирита, подобные таким же образованиям в диатомитах, где они выполняют внутренние полости панцирей диатомей. В некоторых случаях опоки имеют очень тонкую параллельную слоистость, но обычно слоистые текстуры в них неотчетливо выражены. Чаще всего это мелкая неправильно-линзовидная микрослоистость, обусловленная примесью кластического материала, который обычно беспорядочно рассеян в массе породы. Иногда такая линзовидная микрослоистость подчеркнута скоплением растительного детрита. В некоторых случаях видны микрооползневые текстуры. В наиболее высококремнистых разностях содержание SiO_2 достигает 85% при 4% Al_2O_3 и свободного кремнезема до 70%.

Перекристаллизованные опоки распространены в самых низах пильской свиты и в верхней части тумской. По многим особенностям (текстурным, структурным, химическому составу, характеру примеси и ее распределения) они близки опокам. Основное отличие заключается в резком преобладании кварцевой формы кремнезема (на порошковых рентгенограммах этих пород метастабильных модификаций кремнезема не фиксируется). Незначительно отличаются перекристаллизованные опоки от собственно опок также внешним обликом и физическими свойствами. Они более крепкие и плотные, чем опоки, не имеют такой, как они, тонкой пористости. В

них отчетливее выражена и пластовая отдельность: в разрезе чередуются плитчатые (0,1–0,3 м) и листоватые (0,01–0,02 м) разности.

Продукты вулканической деятельности и пирокластические породы. Продукты синхронной осадконакоплению вулканической деятельности в формировании осадочного комплекса в целом не играют существенной роли. В разных местах территории встречаются небольшие интрузивные тела, имеющие возраст не древнее среднего миоцена. Часть этих тел можно считать эруптивными центрами. Тело трахибазальтов, располагающееся между выходами мачигарской и тумской свит по р. Водопадной, некоторые исследователи [Бродская, 1961] считают эфузивами. В маямрафской свите встречаются тонкие (0,05–0,1 м) прослои белых рыхлых неизмененных вулканических пеплов андезито-дацитового состава, почти нацело сложенных прозрачным вулканическим стеклом с характерной оскольчатой формой и незначительной примесью плагиоклазов и биотита. В тумской и, частично, пильской свитах имеются тонкие (от 0,05 до 0,2 м) прослои пластичных глин, сложенных преимущественно смектитами. Они могут интерпретироваться как глинизированные пеплы андезито-дацитового состава, в которых сохраняются реликты вулканического стекла, а первичная вулканическая структура наследуется характером распределения аутигенных глинистых минералов. Кроме того, в многокомпонентных породах (в интервалах верхи тумской – низы пильской, каскадная, маямрафская свиты) иногда встречается незначительная примесь обломков, которые имеют характерную оскольчатую форму или "кристаллографические" очертания и которые могут считаться пепловыми частичками. Это обломки вулканического стекла, пемзы, некоторых плагиоклазов и в сочетании с ними биотит, роговая обманка или пироксен (возможно, некоторые эфузивы со стекловатой основной массой). Отнесение к пирокластическому материалу большинства обломков эфузивов проблематично.

Породы смешанного состава. Эти породы образуют наиболее многообразную группу. Их совместно слагают все принимающие участие в образовании отложений породообразующие компоненты: терригенный обломочный материал, пелитовая масса, сложенная глинистым веществом и первично биогенным кремнеземом, и, в меньшей степени, пирокластический материал. В

различных породах меняется в широких пределах лишь соотношение компонентов, состав каждого из них остается при этом более или менее постоянным. Между отдельными разновидностями пород существуют все взаимопереходы, и даже формальную границу между ними трудно провести. В породах смешан материал, разнородный не только генетически. Кластический материал нередко даже в пределах одного слоя или даже куска породы сильно неоднороден и по размеру частиц и по характеру распределения. В настоящее время нет единой общепринятой классификации таких многокомпонентных пород (одновременно и по генезису и по размеру слагающих компонентов). Нет единых представлений и о номенклатуре пород, в сложении которых принимают участие различные модификации кремнезема. Многие особенности пород выявляются только при лабораторных исследованиях (гранулометрический анализ, изучение в шлифах, рентгеновский анализ и т.д.), поэтому вполне оправдан упрощенный подход к номенклатуре пород при описании разрезов. Нам представляется важным обратить внимание на возможность совместного участия в формировании отложений генетически разнородного материала и оценить его относительную роль. Отдельные пурпурообразующие компоненты уже описаны при рассмотрении других типов пород, поэтому здесь можно дать лишь краткую характеристику главных разновидностей пород смешанного состава.

Содержание достоверно пирокластического материала в смешанных породах не превышает 10-20%. Они относятся к группе паратуффитов и могут быть названы туфоаргиллитами, туфоалевролитами, туфодиатомитами и т.д. Они ничем существенным не отличаются от пород, лишенных этой примеси. Наиболее распространены в интервале от тумской до каскадной свиты и в маямрафской свите.

Очень характерны для разреза породы, состоящие из неопределенной смеси пелитового, алевритового и песчаного материала¹, в пелитовой массе которых почти или вовсе отсутствует свободный кремнезем. В среднем содержание глинистого вещества 40–60%, но в отдельных

участках может доминировать или пелитовая масса, или песчано-алевритовый материал. Соотношение алевритовой и песчаной фракций варьирует в широких пределах. Такие породы, условно называемые песчано-алевритовыми аргиллитами, встречаются по всему разрезу, но наиболее характерны для нижней части тумской свиты и, особенно, для венгерийской свиты. Обычно это зеленовато-серые, темно-серые и серые некрепко сцепленные, плохо сортированные породы, в которых наряду с песчано-алевритовым материалом присутствуют рассеянные гравий и галька, а иногда валуны и глыбы. Характерно также обилие обугленного растительного детрита. Обломочный материал либо беспорядочно рассеян в массе породы, либо образует неправильной формы гнездовидные скопления и линзы разной формы и размеров. В зависимости от характера распределения обломочного материала текстуры пород могут быть неотчетливо выраженными, массивными, линзовидно- и микролинзовиднослоистыми. Характерны биотурбации. В верхах разреза (матитукская, по-мырская свиты) встречаются тонкогоризонтально-слоистые разности.

Еще одну обширную и важную группу составляют породы с общим условным названием песчано-алевритистые кремнистые аргиллиты, которые также состоят из неопределенной смеси пелитового и песчано-алевритового материала, но в их пелитовой массе свободный кремнезем преобладает над глинистой составляющей. Они переслаиваются и связаны постепенными взаимопереходами, с одной стороны, с высококремнистыми породами, а с другой – с охарактеризованными выше песчано-алевритовыми аргиллитами, почти лишенными свободного кремнезема. Распространены кремнистые аргиллиты в интервале тумская – каскадная свиты и в маямрафской свите, где они представляют собой песчано-алевритистые диатомиты. Кремнистые аргиллиты и песчано-алевритистые кремнистые аргиллиты – это светлосерые, зеленовато-, желтовато-, голубовато-серые, при выветривании становящиеся белесыми, чаще всего крепкие породы, имеющие землистый излом. Часто они имеют неправильную линзовидную слабоволнистую слоистую текстуру. Содержат много разноориентированных, изогнутых в виде слабовыпуклых гребней, линзочек и гнездовидных скоплений обломочного материала. Не менее часто – мик-

¹ В американской литературе для подобных пород используется термин mudstone. В отечественной литературе такого общепринятого термина нет и они чаще всего называются песчано-алевритовыми аргиллитами или глинами, в четвертичной геологии и почвоведении – супесью, суглинком.

ролинзовиднослоисты. В породах обычны беспорядочно рассеянная мелкая "плавающая" хорошо окатанная галька и гравий. Много и обугленного растительного детрита, представленного остатками как наземной растительности, так и водорослями. Пелитовая масса этих пород составляет от 40% до 70%. Под микроскопом она слабо действует на поляризованный свет, микрозернистая или скрытокристаллическая. Модификации кремнезема те же, что и в высококремнистых разностях пород соответствующих интервалов разреза. В пелитовой массе различимы чешуйки глинистых минералов, имеющие агрегатное угасание, фрагменты полурастворившихся и замещенных цеолитом вулканических стекол, полурастворившиеся остатки диатомовых водорослей. В тумской свите эти остатки лишь изредка сохраняют сетчатую скульптуру поверхности, а вверх по разрезу такие остатки с сохранившейся скульптурой поверхности встречаются все чаще. Обычно много аутигенного пирита, присутствует глауконит. Песчано-алевритовый материал плохо сортирован. По составу он аналогичен обломочному материалу в терригенных породах.

На рисунке 7 в схематичном и приближенном виде приведена оценка изменения относительной роли основных пордообразующих компонентов в разрезе кайнозоя п-ва Шмидта. Мачигарская и тумская свиты характеризуются Мачигарским разрезом, остальные – Пильским. За 100% принята сумма обломочного материала и пелитоморфной массы, в состав которой включены также остатки кремневых организмов. Среди обломочного материала выделены терригенный и пирокластический, а пелитовая масса, в составе которой преобладает глинистый или кремнистый материал, показана разными знаками. Отчетливо видна подавляющая роль терригенного обломочного и аллотигенного глинистого материала в сложении нижних и верхних частей разреза и преимущественная роль свободного кремнезема в его средней части.

Второстепенные пордообразующие компоненты и породы. Кроме главных, пордообразующее значение иногда имеют такие компоненты, как растительный детрит и различные аутигенные образования.

Рассеянный обугленный растительный детрит во многих породах присутствует по всему разрезу, но особенно обилен он в мачигарской, низах

тумской, матитукской и помырской свитах, где содержание его в некоторых породах может составлять 10% и более. Встречаются также линзы и линзовидные прослои лигнитов (помырская свита) и углей (низы мачигарской свиты).

Из аутигенных минералов в большинстве песчано-глинистых кремнистых пород в заметных количествах присутствует пирит, содержание которого может составлять несколько процентов. В тумской, венгерской свитах и в верхах разреза отмечены разности пород, в отдельных участках которых содержится до 10–15% аутигенного пирита.

Глауконит в виде отдельных зерен (в каскадной свите довольно частых) также встречается почти по всему разрезу, но значительные скопления образует только в нижней части пильской свиты. Они приурочены к отдельным пластам, в которых зерна глауконита размером от 0,1 до 1,0 мм заключены в пелитоморфный кремнистый матрикс, аналогичный основной массе вмещающих кремнистых пород. Количество зерен глауконита в таких породах может достигать 70%.

К тому же интервалу разреза, что и глауконитовые пласти, приурочены несколько горизонтов желваковых или плитчатых фосфоритов, детально описанных Н.Г.Бродской [1961]. Горизонты представляют собой скопление желваков размером от 1–2 до 10–15 см в диаметре. Фосфатное вещество, по составу близкое к франколиту, замещает и цементирует органогенно-кремнистый, иногда с примесью глауконита, осадок, и в желваках часто сохраняется первичная биогенная структура. Скопления желваков могут быть дополнительно сцементированы в плиты толщиной 0,2–0,5 м скрытокристаллическим или микрозернистым существенно кремнистым веществом, образовавшимся за счет трансформации органогенного кремнезема на более поздних стадиях. Содержание P_2O_5 колеблется от 21 до 36% (табл. 1). Н.Г.Бродская считает органический источник главным для образования фосфоритов, хотя и предполагает дополнительное его поступление в результате разложения вулканического стекла.

Широко развита вторичная карбонатизация, приведшая к образованию изометричных участков вторичной цементации в пределах отдельных пластов и многочисленных очень крепких карбонатных конкреций разнообразной формы и размера, которые служат весьма характерным элементом в строении разреза и в которых карбонат, замещая отдельные составные части первичного

Таблица 1. Химический состав фосфоритов пильской свиты [Бродская, 1961]

Характеристика образца	Неорганический остаток	MgO	CaO	CO ₂	F	P ₂ O ₅	CaO/P ₂ O ₅	F / P ₂ O ₅	CO ₂ /P ₂ O ₅
Фосфорит желваковый кремнисто-глауконитовый	4,25	0,39	37,26	0,80	1,44	21,67	1,61	0,56	0,03
То же	2,70	0,46	36,48	0,94	1,31	36,08	1,00	0,03	0,03
Фосфорит желваковый кремнистый	3,74	0,39	46,05	1,18	2,28	33,77	1,39	0,56	0,03
То же	6,40	—	44,98	1,67	2,27	32,99	1,36	0,56	0,05
Фосфорит плитчатый	2,39	—	47,09	0,99	3,18	35,15	1,33	0,08	0,02

осадка, становится главным "породообразующим" компонентом. Одни из конкреций приурочены к довольно выдержаным горизонтам в пределах тех или иных пластов и обычно имеют уплощенную эллипсоидальную форму, другие – беспорядочно распределены и, чаще всего, сферичны. В помырской и матитукской свитах конкреции редки, в остальных – многочисленны и неравномерно распределены по разрезу, но особенно обильны в мачигарской, тумской и в некоторых частях венгерийской свит. К этим же свитам (кроме самых верхов тумской) приурочены многочисленные специфические образования в виде кальцитовых псевдокристаллов или их сростков – геннойши (или глендониты). Основным конкрециеобразующим минералом в большей части разреза служит кальцит с небольшой изоморфной примесью магния и железа. В некоторых случаях отмечается примесь доломита или анкерита. В низах мачигарской свиты встречаются сидеритовые конкреции.

Обилие карбонатных конкреций в разрезе позволяет думать, что впечатление о полном отсутствии планктонного биогенного карбонатонакопления во время формирования отложений, возможно, кажущееся и связано, во-первых, с давленностью этого процесса интенсивным биогенным кремненакоплением и, во-вторых, с постседиментационным стягиванием карбонатов в конкреционные образования.

Зональность постседиментационных преобразований

Преобразование осадка, выражющееся, в частности, в постседиментационном минералообразовании и перераспределении вещества, начинается на ранних стадиях его существования.

Однако многие диагенетические минеральные новообразования в значительной степени видоизменяются или даже уничтожаются последующими преобразованиями. В изученных отложениях на разных этапах диагенеза сформировались широко распространенные пирит, глауконит, фосфориты, геннойши и многочисленные карбонатные конкреции иного вида, а также некоторые другие образования. Зональность в распределении этих сохранившихся от дальнейших изменений диагенетических новообразований не выявляется. Можно лишь выделить уровни, на которых они имеют большее или меньшее развитие. Наиболее сильно искажаются внешний облик, свойства и первичный состав осадков при эпигенетических (катагенетических) преобразованиях, связанных прежде всего с изменением РТ-условий, зависящих от глубины захоронения осадков и величины геотермического градиента. В осадочном чехле океана и в непрерывных разрезах морских отложений кайнозоя его обрамления отчетливее всего выражена зональность катагенетических преобразований первично биогенного кремнезема и вулканического стекла (пирокластического материала).

Изменение первично-органогенного кремнезема начинается, по-видимому, на ранних стадиях существования осадка, в диагенезе, когда происходит растворение наиболее неустойчивых частиц органического детрита и осаждение растворившегося кремнезема в виде "абиогенного" опала, а также, видимо, частичная дегидратация кремнезема, слагающего остатки кремневых организмов и превращение его также в опал. В приуроченных к верхам разреза диатомитах заметно лишь частичное растворение панцирей диатомей (основных породообразующих организмов); при этом остающийся в породе потен-

рвавший органогенную структуру кремнезем иногда имеет слабо выраженное глобулярное строение; возможно, начинается частичное перерождение его в кристобалит и кварц (халцедон). Катагенетические преобразования по мере захоронения осадков приводят, во-первых, к постепенному уничтожению органогенной структуры, которая при стечении благоприятных условий все же может сохраняться в отдельных участках породы, и, во-вторых, к изменению кристаллической структуры кремнезема в направлении преобразования менее устойчивых модификаций в более устойчивые, что приводит к исчезновению опала, а затем и кристобалита (опала-СТ) и к замене их более устойчивой кварцевой формой. В результате за счет первичного биогенного кремнезема образуются опоки, а затем перекристаллизованные опоки (и менее кремнистые разности этих пород с той же формой кремнезема).

По преобладанию той или иной минеральной формы кремнезема в разрезе выделяются три зоны, сменяющие друг друга сверху вниз и отвечающие стадиям катагенетического преобразования кремнезема: 1) опаловая, 2) кристобалитовая (зона опала-СТ) и 3) кварцевая (халцедоновая). В опаловой зоне возможно незначительное присутствие двух других модификаций, в кристобалитовой – присутствует кварцевая форма и, возможно, сохраняется опал, а в кварцевой – метастабильные модификации скорее всего отсутствуют (во всяком случае, их присутствие не устанавливается на рентгенограммах пород из этой зоны).

В наших разрезах положение границы между опаловой и кристобалитовой зонами точно не устанавливается главным образом из-за отсутствия высококремнистых разностей пород в значительном интервале разреза и из-за трудностей однозначной интерпретации определения форм кремнезема в породах смешанного состава. Маямрафская свита целиком принадлежит опаловой, а каскадная – кристобалитовой зонам. Граница между зонами располагается в интервале, перекрытом осадками мощностью от 750 до 1100 м (по некоторым косвенным данным ближе к подошве маямрафской свиты). При наиболее вероятном геотермическом градиенте $3^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ температура перехода опала в кристобалит (опала-СТ) может быть оценена близкой к $25\text{-}30^{\circ}\text{C}$. Граница между кристобалитовой и кварцевой зонами устанавливается более отчетливо и нахо-

дится в низах пильской свиты. Глубина возможного погружения осадков достигает 1800 м, что при том же геотермическом градиенте позволяет оценить температуру перехода кристобалита (опала-СТ) в кварц (халцедон) величиной около 55°C .

Зональность преобразования пирокластического материала (вулканического стекла) в наших разрезах из-за редкости гомогенных пепловых прослоев не может быть детально прослеженной. Можно лишь констатировать, что с опаловой зоной совпадает зона неизмененного вулканического стекла, а весь остальной разрез принадлежит к зоне цеолитовых и смектитовых минералов, развивающихся по нему.

Сходные с описанными на п-ове Шмидта катагенетические преобразования первично органогенного кремнезема и пирокластического материала типичны для кайнозойских отложений всего Тихоокеанского региона как в разрезах обрамления, так и в осадочном чехле океана. Границы между упомянутыми зонами в разных местах могут быть приурочены к толщам разного возраста.

Некоторые аспекты палеогеографии

Как показывает сравнительный анализ особенностей накопления кайнозойских осадочных толщ Сахалина и Камчатки с современным осадконакоплением в северной части Тихого океана, тип седиментации в морском бассейне, где накапливались эти толщи, в общих чертах был близок к типу седиментации современного Охотского моря [Гречин, 1976]. Литологическое изучение многих разрезов показывает в целом непрерывность влияния на седиментацию трех главных источников вещества (разрушение суши, вулканическая деятельность и жизнедеятельность организмов) и практическое отсутствие хемогенного осадконакопления. Органогенное кремненакопление при этом являлось как бы "фоновым" седиментационным процессом: большинство фациальных типов морских отложений, за исключением, пожалуй, только грубообломочных прибрежно-морских, может быть в той или иной степени обогащено кремнистым материалом. Биогенное карбонатонакопление, напротив, отсутствует или, по крайней мере, сильно подавлено.

Детальные палеогеографические реконструкции для морских бассейнов прошлого связаны со значительными трудностями. Все же литологические данные, полученные при детальном изучении таких разрезов, как Мачигарский и Пильский, могут помочь при палеогеографических построениях.

Более или менее близкий состав обломочного материала, включая тяжелую фракцию, и характер его изменений в вертикальном разрезе, позволяет предполагать и относительное постоянство источников сноса. Один из них – это континентальная окраина Азии. Другой – участки внутрибассейновой, скорее всего островной, суши. При формировании большей части разреза размыту подвергалась суши, сложенная преимущественно меловыми образованиями, такими, какие и ныне обнажаются в разных местах территории Сахалина. Возможно также участие в размыве вулканических островов, сложенных эфузивами, отвечающими трем фазам проявления синхронной осадконакоплению вулканической деятельности, установленным на Сахалине: раннемиоценовой, среднемиоценовой, позднемиоценовой-плиоценовой [Шилов, 1962]. Однако продукты такого размыва (а также пирокластика, первоначально выпавшая на сушу или на прибрежном мелководье), прошедшие стадию обработки в прибрежных условиях и переноса к месту отложения, становятся неотличимыми от продуктов размыва более древних вулканических образований. Импульсивный характер подачи пирокластического материала из достаточно удаленных вулканов предопределял возможность отложения гомогенных пепловых прослоев в участках бассейна со спокойным гидродинамическим режимом во время формирования верхов тумской, низов пильской и маямрафской свит. Другая часть пирокластического материала заносилась сюда течениями и попадала в осадки различного типа. Отметим, что незначительная роль пирокластического материала в формировании отложений могла быть связана не только с удаленностью очагов, но и с системой господствовавших в приконтинентальной части бассейна ветров. В целом же относительное обогащение осадков пирокластическим материалом совпадает с фазами усиления вулканической активности на Сахалине.

При палеоклиматических реконструкциях несомненно должен учитываться факт распростра-

нения во многих частях разреза первично биогенного (планктонного) кремнезема и отсутствие карбонатных биогенных накоплений. Одним из факторов, определявшим интенсивный расцвет диатомовой флоры (основного поставщика SiO_2 в осадок) и, значит, возможность накопления кремнистых осадков, видимо, служил относительно холодный и умеренный климат или влияние холодных течений. Агрессивность холодных вод по отношению к карбонатам одновременно препятствовала биогенному карбонатонакоплению.

Дополнительную информацию о климате можно получить при анализе распространения рассеянного грубообломочного материала. Рассеянная "плавающая" галька и гнезда обломочного материала, присутствие которых в тонкозернистых и пелитоморфных породах можно объяснить различными причинами, отмечаются в разных частях разреза. Но в мачигарской и тумской свитах, а также в средней части венгерийской свиты в пелитоморфных и тонкозернистых осадках, слоистые текстуры которых свидетельствуют об относительно спокойных гидродинамических условиях, имеется значительная примесь плохо сортированного хаотично распределенного обломочного материала, включающего не только песчаные зерна, гравий и гальку, но зачастую валуны и глыбы (в венгерской – единичные) разнообразных пород. Их присутствие в подобных осадках, скорее всего, объясняется ледовым разносом. К этим же свитам (кроме самых верхов тумской) приурочены многочисленные специфические образования в виде кальцитовых псевдокристаллов или их сростков. Генезис этих образований, которые в японской и, частично, русскоязычной литературе известны как геннойши, а в американской литературе как глендониты, не вполне ясен, но все-таки они, видимо, могут считаться индикаторами относительно холодноводных обстановок.

Размах климатических колебаний, устанавливаемых для кайнозоя, был недостаточным для того, чтобы привести к смене биогенного кремненакопления биогенным карбонатонакоплением. Глобальной причиной, так или иначе связанной с климатической зональностью [Лисицин, 1966] и вызывающей интенсивный расцвет кремневого планктона в приконтинентальной части Тихого океана, включая окраинные моря, и существование Северного пояса современного

биогенного кремненакопления, служит подъем в поверхностный слой холодных глубинных океанических вод, обогащенных "биогенными элементами". Накопление того или иного типа осадков в окраинных бассейнах при интенсивном расцвете здесь кремневого фитопланктона определяется целым рядом факторов. Существенную роль играют, например, гидродинамика (придонная и циркуляция поверхностных вод), характер и удаленность примыкающей суши, интенсивность поступления терригенного (собственно обломочного и глинистого) и вулканогенного материала, батиметрия и т.д. Возможность накопления высококремнистых осадков в разных частях крупных бассейнов седиментации реализуется не строго синхронно во времени. В сумме же интервалы времени накопления высококремнистых отложений, неодинаковые в отдельных частях северо-западной окраины Тихого океана, охватывают почти весь кайнозой.

Анализ текстурных и структурных особенностей пород вместе с привлечением данных о комплексах ископаемой фауны показывает, что отложения изученных на п-ве Шмидта разрезов, согласно схеме, принятой в институте океанологии АН СССР [Зенкевич, 1963], в целом формировались в пределах литорали – сублиторали – верхней батиали. Отложения разных интервалов разреза накапливались в различных батиметрических и гидродинамических условиях. Наиболее мелководными вплоть до мелководных прибрежно-морских, лагунных и пляжевых были отложения мачигарской, матитукской и помырской свит (в низах мачигарской и в верхней части помырской свит имеются и наземные пресноводные осадки), а наиболее глубоководными – отложения верхней части тумской и пильской свит. Это единый крупный цикл морского осадконакопления, начинающийся и заканчивающийся самыми мелководными образованиями. На его фоне намечаются и менее отчетливые чередования относительно мелководных и относительно глубоководных условий. Обычно эти изменения сопровождаются и изменениями гранулометрии и общей кремнистости осадка. Но иногда отложения, образовавшиеся в сходных батиметрических и гидродинамических условиях, могут быть представлены разными типами. Все же батиметрия и связанный с ней гидродинамический режим, как правило, служили важнейшими факторами, определявшими возможность накопления

осадков, в той или иной степени обогащенных первично органогенным кремнеземом. Наиболее высококремнистые и самые глубоководные отложения развиты в верхней части тумской и пильской свите. Нижний предел глубины накопления этих отложений, формировавшихся на глубинах, превышающих возможное влияние самых сильных волнений, т.е. глубже 200 м, трудноопределить. Судя по содержащейся в них достаточно многочисленной фауне тонкостворчатых пелеципод (см. далее), обычно характерной для нижней сублиторали – верхней батиали и способной опускаться до глубин 400-600 м (отдельные представители могут встречаться и на больших глубинах), глубина накопления осадков вряд ли превышала эти величины.

Отложения пильской свиты имеют некоторые особенности, указывающие на специфические черты их образования. Здесь в существенно кремнистых осадках рассеян обугленный растительный детрит, представленный остатками как наземной растительности, так и водорослей, обнаружены костный детрит и скопления скелетных остатков рыб, кости крупных позвоночных. Широко распространен глауконит, образующий пластовые скопления, много аутигенного пирита, встречаются аутигенные сидерит и доломит, присутствуют горизонты желваковых и "пластовых" фосфоритов. Отложения свиты битуминозны. Существенно пелитоморфные осадки содержат мощные пласти песчаников с подводно-оползневыми деформациями и с блоками вмещающих пород. Многочисленны нептунические дайки. Все эти особенности позволяют предполагать, что отложения свиты накапливались в относительно глубоководной впадине, расположенной в пределах шельфовой области моря, с высокой биологической продуктивностью. Фоновое осадконакопление осуществлялось в условиях спокойной гидродинамики придонных вод с небольшой скоростью. Большое количество разнородного вещества органического происхождения так или иначе способствовало образованию глауконита, пирита, битумов и фосфоритов. От постоянного поступления терригенного материала с относительно недалекой суши впадина, по-видимому, была отделена барьером. Большие массы песчаного материала поступали сюда в результате катастрофических выносов, вероятно, частично связанных с подводно-оползневыми явлениями. Возникновение трещин, заполняемых

песчаным материалом нептунических даек, могло быть вызвано высокой сейсмической активностью.

По составу кластические дайки бывают обычно песчанистые и глинисто-песчанистые (с карбонатным или песчанистым цементом). По данным В.С.Ковальчука [1961], преобладающее их простижение СВ 65–75°. Им подсчитано, что суммарная мощность даек в районе р.Водопадной (2,8 км по береговому разрезу) составляет почти 50 м. По его мнению, песчаный материал поступал в дайки, по-видимому, из песчаных пластов пильской свиты как вверх, так и вниз от них. Дайки встречены в поле развития пильской, каскадной и, реже, венгерской свит.

3.1. Петрографическая характеристика пород Пильского разреза

В данном разделе дается обобщенная петрографическая характеристика пород разных свит (кроме помырской) Пильского разреза по 350 шлифам из коллекции СахалинНИПИМорнефти и ГИН РАН (правда, не все типы пород получили эту характеристику, но, без сомнения, и изложенный материал окажется полезным приложением к вышеприведенному литологическому описанию).

Тумская свита. Петрографически изучены песчано-алевритистые аргиллиты, алевролиты и перекристаллизованные опоки.

Песчано-алевритистые аргиллиты и алевролиты. Основная масса пород сложена глинистым веществом с беспорядочной ориентировкой отдельных чешуек или с агрегатным угасанием. Обломочный материал в глинистой массе распределен крайне неравномерно, беспорядочно или в виде мелких линз. Количество его колеблется от 15 до 60% на отдельных участках шлифов. Размер обломков от 0,01 до 0,35 мм; преобладает алевритовая фракция. Обломочная часть представлена кварцем, плагиоклазами, калиевыми полевыми шпатами, обломками пород: кремнистыми, кварцитовидными породами, аргиллитами, редко эфузивами.

Перекристаллизованные опоки. Основная масса породы сложена тонкоракристаллизованным кремнистым веществом, имеющим показатель преломления, почти равный показателю преломления канадского бальзама, с небольшой (до 15%) примесью глинистого материала. Обломочные зерна (5–10%) алевритовой размерности

представлены кварцем, полевыми шпатами, кремнистыми, кварцитовидными породами; отмечаются микропегматиты, листочки слюды. Встречаются редкие агрегаты пирита, имеющие вид слепка с внутренней поверхности панциря диатомовых водорослей. В породах присутствует густая сеть трещин, выполненных пелитовым материалом и битуминозным веществом.

Пильская свита. В шлифах описаны опоки, кремнистые аргиллиты, алевролиты, песчаники.

Опоки и кремнистые аргиллиты. Основная масса пород сложена почти недвупреломляющим скрытокристаллическим кремнистым веществом и глинистым материалом (5–30%). Обломочный материал (5–15%) алевролитовой, реже мелкопесчаной размерности представлен кварцем, полевыми шпатами, кремнистыми и кварцитовидными породами. Отмечаются редкие зерна глауконита, округлые стяжения пирита, сгустки железистого карбоната. Присутствуют остатки панцирей диатомовых водорослей (от 1% до, иногда, 25% в отдельных участках). В нижней части свиты развиты перекристаллизованные опоки, аналогичные охарактеризованным в тумской свите.

Алевролиты. Породы сильно глинистые, содержат линзы и прослои глинистого и глинистокремнистого материала. Обломочные зерна (до 55%) имеют размерность от 0,01 до 0,05, редко – 0,2 мм, представлены кварцем, реже полевыми шпатами и кремнистыми породами. Присутствуют сгустки железистого карбоната и углефицированные растительные остатки. Цемент базальный, глинистый.

Песчаники. Представлены мелкозернистыми, алевритистыми разностями. В обломочном материале (80–85%) преобладает мелкопесчаная фракция, алевритовая, преимущественно крупнозернистая, фракция присутствует в количестве 20–25%. Форма зерен полуокатанная. Они представлены кварцем, полевыми шпатами и обломками кремнистых и кварцитовидных пород, эфузивов кислого состава, аргиллитов, слюдистокремнистых сланцев. Присутствуют слюда, аутигенный пирит. Отмечены единичные зерна граната, циркона, эпидота. Цемент поровый и контактный, глинистый.

Каскадная свита. Охарактеризованы разновидности многокомпонентных пород с различным соотношением кремнистого, глинистого и обломочного материала.

Алевритистые кремнистые аргиллиты (до опок). Основная масса пород сложена почти не-двуяропломляющим кремнистым веществом и глинистым материалом, интерферирующим в желтых тонах, иногда с субпараллельной ориентировкой частиц. Соотношение глинистого и кремнистого материала варьирует в широких пределах (кремнистое вещество в основной массе отдельных разностей присутствует в интервале 30–70%). Отмечаются также остатки панцирей диатомовых водорослей (от 1% до 25% в верхах свиты). Количество неравномерно распределенного обломочного материала изменяется от 10 до 30%. Преобладают алевритовые фракции, песчаных зерен обычно не более 5%. Отмечаются мелкие выделения сильно окисленного железистого карбоната, аутигенный пирит, углефицированные растительные остатки, единичные зерна глауконита.

Алевритистые аргиллиты. Основная масса этих пород сложена тонкочешуйчатым глинистым материалом, преломляющим в желтоватых тонах и обладающим субпараллельной ориентировкой. Обычно присутствует небольшая примесь пелитоморфного кремнистого вещества и остатки диатомовых водорослей. Количество обломочного материала колеблется от 20 до 35%. Преобладают алевритовые фракции, мелкозернистого песчанистого материала обычно не более 5%. Кластические зерна представлены кварцем, полевыми шпатами (преимущественно пластиоклазами, реже К-шпатами), кремнистыми и кварцитовидными породами. Наряду с преобладающими полуокатанными зернами, встречаются резко угловатые зерна кварца, таблитчатые кристаллы пластиоклазов, единичные неправильной формы обломки стекловатых эфузивов среднего-основного состава, осколки цеолитизированного вулканического стекла. По-видимому, перечисленные обломки представляют собой пирокластический материал. Его количество не превышает 10%. Много аутигенного пирита, линзочек железистого карбоната.

Алевролиты. Обломочный материал (60–65%) имеет размер 0,01–0,09 мм (единичные зерна до 0,18 мм) с преобладанием тонкоалевритовой фракции. Форма обломков полуокатанная. Они представлены кварцем, пластиоклазами, К-шпатами, кремнистыми породами, эфузивами кислого состава. Цемент базальный, глинистый. Цементирующий материал тонкочешуйчатый,

зеленоватого цвета, интерферирующий в желтоватых тонах. Отмечаются сгустки железистого карбоната, углефицированные и пиритизированные растительные остатки.

Венгерийская свита. Описаны разновидности многокомпонентных пород смешанного состава, алевролиты и песчаники.

Песчано-алевритистые аргиллиты. Характеризуются неравномерным распределением и значительными вариациями соотношений компонентов. Основная масса пород сложена высокодвуяропломляющим глинистым материалом, имеющим на отдельных участках одинаковую ориентировку частиц. Встречается много сгустков железистого карбоната, растительный детрит, обычно обилен аутигенный пирит. Содержание обломочного материала колеблется от 10 до 35% (в линзах до 60%). Преобладает алевритовая фракция; зерна песчаной размерности присутствуют в подчиненном количестве (до 10%). Форма зерен полуокатанная и угловатая. В обломках преобладают кварц и полевые шпаты, в небольшом количестве присутствуют обломки кремнистых и глинистых пород, изредка эфузивов. Отмечены единичные зерна эпидота, циркона. В некоторых породах присутствует обычно небольшая примесь кремнистого вещества и (или) остатки диатомовых водорослей. Из-за неравномерного распределения этой примеси такие породы в отдельных участках можно считать кремнистыми (вплоть до опок или диатомитов).

Песчано-алевритистые диатомиты. Сложены панцирями диатомовых водорослей (50–60%), обломками терригенного материала (15–20%, иногда до 35–40%) и глинисто-кремнистой массой. Обломочный материал имеет угловатую и полуокатанную форму, преимущественно алевритовую размерность и характеризуется неравномерным распределением в породе. В его составе преобладают кварц и полевые шпаты, в небольшом количестве присутствуют кремнистые и глинистые породы. Отмечены единичные зерна циркона и эпидота. Часто встречается аутигенный пирит, рассеянный в основной массе породы, а иногда замещающий панцири диатомей. Отмечаются удлиненные пиритизированные растительные остатки.

Алевролиты. Сложены на 60–70% (реже до 50%) обломочным материалом преимущественно алевритовой размерности; мелкопесчаная фракция составляет 10–15%. Преобладают зерна

кварца и полевых шпатов, меньше обломков пород (кремнистых, кварцитовидных, глинистых, иногда эфузивных). Отмечаются панцири диатомовых водорослей, присутствуют растительные остатки, нередко пиритизированные. Пирит встречается в виде точечных микроконкреций, рассеянных по всей породе, и в виде небольших скоплений. Цемент базальный и глинистый, иногда вторичный карбонатный.

Песчаники. Представлены преимущественно алевритистыми разностями; присутствуют линзы глинистого материала. Обломочный материал составляет 60–70%. Преобладает мелкопесчаная фракция; в подчиненном количестве присутствуют алевритовая и единичные зерна среднепесчаной размерности. В составе обломочного материала преобладают кварц и полевые шпаты, часто встречаются обломки кремнистых, кварцитовидных, глинистых, слюдисто-кремнистых пород, присутствуют обломки микропегматитов, эфузивов. Отмечены единичные зерна эпидота, сфена. В некоторых разностях присутствует слюда. Обычен аутигенный пирит. Цемент базальный, глинистый.

Маямрафская свита. В шлифах охарактеризованы диатомиты и их разновидности с варьирующей примесью обломочного и глинистого материала.

Диатомиты. Состоят из мельчайших панцирей диатомей, имеющих вид палочек, дисков, тончайших сеточек круглой, треугольной и четырехугольной формы. Количество их колеблется от 55 до 85%. Обломочный материал составляет 5–15%. Представлен зернами кварца, полевого шпата, реже обломками кремнистых и кварцитовидных пород. Пространство между панцирями диатомей и обломочными компонентами заполнено слабо двупреломляющим глинисто-кремнистым (опаловым) цементом. Встречаются микроконкреции пирита, мелкие растительные остатки. В песчано-алевритовых разностях содержится до 25–30% обломочного материала. В глинистых разностях целые створки диатомей составляют 15–20%, а в пелитовой массе, сложенной агрегатом "абиоморфного" опала, мельчайшего диатомового детрита и глинистого вещества, последнее преобладает.

Матимукская свита. Охарактеризованы песчаники, алевролиты и глинистые породы.

Песчаники – мелкозернистые, реже среднезернистые разности. Имеется примесь

алевритовой фракции, иногда линзы алевролита. Содержат от 50 до 80% обломочного материала, представленного зернами кварца (60–65%), полевого шпата (30–35%), чешуйками слюд (обычно меньше 1%, но в некоторых породах до 5%) и обломками пород (5–10%). Кварц обычно чистый, волнисто угасающий. Полевые шпаты представлены пелитизированными, реже карбонатизированными ортоклазами, микроклинами, средними и кислыми плагиоклазами. Обломки пород имеют преимущественно кремнистый состав (кремни, кварциты, кремнисто-слюдистые сланцы); встречаются единичные пегматиты, алевролиты, фельзиты. Слюды слабо гидратированы, иногда замещены карбонатом. Присутствуют обугленные растительные остатки, иногда пиритизированные. В отдельных прослоях отмечаются створки диатомей. Единичные зерна кварца имеют бухтообразные очертания и производят впечатление оплавленных. В тех же образцах встречаются редкие кристаллы кислого плагиоклаза с хорошей кристаллографической огранкой. Возможно, такие кварц и плагиоклазы имеют пирокластическое происхождение. Цемент базальный, контактный и типа заполнения пор, глинистый или вторичный карбонатный. Карбонат крупнозернистый или тонкозернистый, по составу от кальцита до иногда полностью замещенного гидроокислами железа сидерит-анкерита. Многие обломочные зерна карбонатным цементом корродируются. Хлорит образует довольно крупные чешуйки, нередко облекает зерна, оставляя между ними полые поры. Обычно же глинистый материал тонкочешуйчатый, иногда с субпараллельной ориентировкой частиц, двупреломляющий в желтых тонах.

Алевролиты. Обычно песчанистые, содержат около 85% обломков и 15% цементирующего материала. Состав обломков аналогичен описанному для песчаников. В отдельных разностях отмечаются многочисленные довольно крупные чешуйки слюды, замещенные сидеритом, и растительные остатки, инкрустированные пиритом. Растительные остатки и слюды ориентированы по слоистости. Цемент контактный, участками базальный, глинистый.

Глинистые породы. Представлены алевритистыми и песчанистыми разностями. Основная масса сложена двупреломляющим в желтоватых тонах тонкочешуйчатым пелитовым материалом, иногда с субпараллельной ориентировкой час-

тиц. Отмечается примесь тонкозернистого железистого карбоната, содержание которого достигает 5–10% (в отдельных прослоях до 35–40%). Обломочный материал распределен неравномерно, количество его колеблется от 5–10% до 25–30%.

Представлен он полуугловатыми, реже угловатыми зернами размером от 0,02 до 0,28 мм.

Среди обломков преобладают кварц и полевые шпаты, в подчиненном количестве отмечаются кремнистые и кварцитовидные породы. Многочисленны мелкие шаровидной формы зерна пирита, замещающие растительные остатки. В отдельных прослоях встречены иногда довольно многочисленные створки диатомей хорошей сохранности.

Глава четвертая

Биостратиграфия и палеонтологическая характеристика палеогена и неогена

Кайнозойские толщи в разрезах п-ова Шмидта Северного Сахалина весьма полно охарактеризованы палеонтологически. Особенно богато представлены морские моллюски, которые найдены во всех свитах и комплексы которых создают основу для достаточно дробного расчленения вмещающих толщ. Вместе с ними отмечены также остатки фораминифер, диатомей, радиолярий и флоры (прежде всего спорово-пыльцевые комплексы). Все они вносят определенный вклад в расчленение и корреляцию свит п-ова Шмидта, но особенно важная роль в этом отношении принадлежит диатомеям, которые позволили наметить в отдельных частях разреза зоны, четко коррелирующиеся с таковыми Северной Пацифики. Помимо этого, анализ найденных палеонтологических остатков позволяет осуществлять определенные палеогеографические реконструкции.

Ниже излагаются данные по разным палеонтологическим группам – их систематическому составу, стратиграфическому распространению, экологическим характеристикам и пр. Эти материалы приводятся с разной детальностью из-за различной представительности тех или иных групп в разрезе. Основные формы найденных морских ископаемых (как фауны, так и флоры) изображены на фототаблицах в конце книги. Они иллюстрируют относительное богатство органических остатков и их хорошую сохранность.

4.1. Моллюски

Комплексы моллюсков кайнозойских отложений являются относительно богатыми и достаточно хорошо изученными. Их монографическое описание началось в начале 30-х годов нынешнего столетия и было связано с разработкой стратиграфических схем кайнозоя нефтегазоносных районов Северного Сахалина.

В 30-х годах они изучались И.П.Хоменко [Хоменко, 1934; Хоменко, 1938], который опираясь на материалы собственных полевых исследований 1930–31 годов, дал описание около 100 форм двустворок и гастропод Пильского и Мачигарского разрезов. На основе этих данных им была предложена по сути дела первая схема корреляции кайнозойских толщ п-ова Шмидта с одновозрастными отложениями Северной Японии, Восточного и Западного Сахалина, Камчатки и Северной Америки.

Приблизительно в то же время вышла в свет публикация японского малоколога Д.Макиямы [Makiyama, 1934], в которой было дано описание моллюсков (22 вида) из нижней части Мачигарского разреза.

В 50–60-х годах моллюски кайнозоя полуострова Шмидта были частично описаны Л.В.Криштофович и другими. В сводке по третичным моллюскам Сахалина Л.В.Криштофович [1964] дала подробное монографическое описание ряда руководящих видов для палеогеновых и неогеновых свит полуострова.

В 60-х и 70-х годах моллюски Пильского и Мачигарского разрезов изучались Л.С.Жидковой, И.Н.Кузиной, И.Г.Прониной и Л.А.Поповой. По результатам этих работ была предложена схема расчленения кайнозойских отложений с выделением в разрезе слоев и зон с моллюсками, использованных для региональных и межрегиональных корреляций [Жидкова, Архипова и др., 1981].

В разные годы представители отдельных родов двустворчатых моллюсков данного района были изучены Ю.Б.Гладенковым [1973, 1978], В.Н.Синельниковой [1975] и С.В.Поповым [1983].

В 1969 и 1979 годах данный разрез подробно изучался Ю.Б.Гладенковым. Им была собрана представительная коллекция моллюсков, изучение которой позволило провести детальное расчленение олигоцен-нижнемиоценовых отложений

ний Мачигарского разреза и дать послойное описание комплексов моллюсков [Баринов, Гладенков, 1998]. Летом 1996 года, в ходе последующих работ на п-ове Шмидта, Ю.Б.Гладенковым и К.Б.Бариновым были проведены дополнительные сборы моллюсков из отдельных интервалов разреза, что дало возможность несколько расширить представления о систематическом составе комплексов Мачигарского и Пильского разрезов и дополнить их характеристику.

Материал и методика

В основу изучения моллюсков положена большая коллекция (более 2 тыс. экз.), собранная на п-ове Шмидта сотрудниками ГИН РАН (Москва) в 1969, 1979 и 1996 годах и хранящаяся в этом институте. Анализ данного материала позволил определить из разреза более 170 видов двусторон и гастропод.

Наблюдение за вертикальной сменой в разрезе разных видов дало возможность обосновать 17 отличных по систематическому составу и стратиграфическому расположению комплексов моллюсков. Эти комплексы послужили основой выделения биостратиграфических подразделений – слоев с моллюсками. Для характеристики последних были использованы данные о систематическом составе комплексов, появляющихся и исчезающих формах, доминантах и видах-индексах. Ниже, в стратиграфической последовательности, дается краткая характеристика этих слоев (рис. 8–11).

Мачигарская свита

Слои 1 с *Mytilus littoralis* – *Corbicula sitakaraensis*. Выделены в объеме пачки 2. Комплекс слоев беден, состоит из 4 форм: *M. littoralis*, *C. sitakaraensis*, *Cerithidea quadrimonilicosta*, *Corbicula* sp. В слоях образуют скопления представители родов *Mytilus*, *Corbicula*, *Cerithidea*. Все перечисленные виды характерны только для слоев 1.

Слои 2 с *Papyridia harrimani* – *Macoma sejugata*. Выделены в объеме пачек 3–4. Комплекс моллюсков заключает 9 форм (все появляются впервые). Среди них отмечены: *P. harrimani*, *M. sejugata*, *Portlandella watasei*, *Acantho-*

cardia cf. *snatolensis*, *Musculus* cf. *snatolensis*, *Turritella* cf. *importuna*, *Gari* sp., *Hiatella sakhalinensis*, *Natica* sp. Характерными для этих слоев являются: *M. cf. snatolensis* и *A. cf. snatolensis*, *Gari* sp., остальные формы переходят в вышележащие отложения. Отмеченные моллюски встречаются достаточно редко. Исключение составляет *P. harrimani*, образующая скопления в нижней части пачки 3.

Слои 3 с *Nemocardium iwakiense* – *Thracia schmidti*. Выделяются в нижней части пачки 5. В комплексе моллюсков насчитываются 19 видов, среди них: *N. iwakiense*, *T. schmidti*, *Papyridia harrimani*, *Mya grewingki*, *Chlamys matchgarensis*, *Megacardita? matschigarica*, *Clinocardium matchgarense*, *Modiolus matchgarensis*, *Periploma besshoensis*, *Liocyma furtiva*, *Yoldia caudata* и др. Характерными формами слоев 3 являются *N. iwakiense*, *T. schmidti*, *Clinocardium taracaicum*, в количественном отношении преобладают *N. iwakiense*, *Mya grewingki*, *T. schmidti*, *Cl. matchgarense*. С данного уровня в разрезе появляются 15 новых видов.

Слои 4 с *Trachycardium kinsimarae* – *Yoldia matschigarica* (верхняя часть пачки 5 – нижняя часть пачки 9). Комплекс состоит из 37 форм и заключает 6 характерных видов: *T. kinsimarae*, *Y. matschigarica*, *Nucula matschigarica*, *Arca sakamizuensis*, *Colus asagaiensis*, *Papyridia matschigarica*. Здесь впервые появляются около 25 видов, среди них: *Ancistrolepis modestoideus*, *Pododesmus schmidti*, *Yoldia laudabilis*, *Ciliatocardium asagaiense*, *Cil. yamasaki*, *Conchocele smekhovi*, *Portlandella nitida*, *Macoma asagaiensis*, *Neverita asagaiensis* и др. В количественном отношении преобладают представители родов *Ciliatocardium*, *Papyridia*, *Liocyma*, *Cyclocardia*, *Yoldia*, *Mya*. В верхней части данных слоев исчезают *P. watasei*, *L. furtiva*, *Chl. matchgarensis*, *Hiatella sakhalinensis*, *M. grewingki* и др.

Слои 5 с *Acila oyamadensis* (верхняя часть пачки 9 – пачка 10). Комплекс заключает 19 видов, 16 из которых являются проходящими и 3 формы появляются в разрезе впервые. Основу комплекса составляет относительно глубоководная ассоциация, представленная сочетанием родов *Periploma*, *Yoldia*, *Conchocele*, *Macoma*. Среди прочих форм преобладают: *P. besshoensis*, *Y. caudata*, *M. simizuensis*, *C. smekhovi*. Характерными для слоев 5 являются: *A. oyamadensis* и *Nuttalia cf. uchigoensis*.

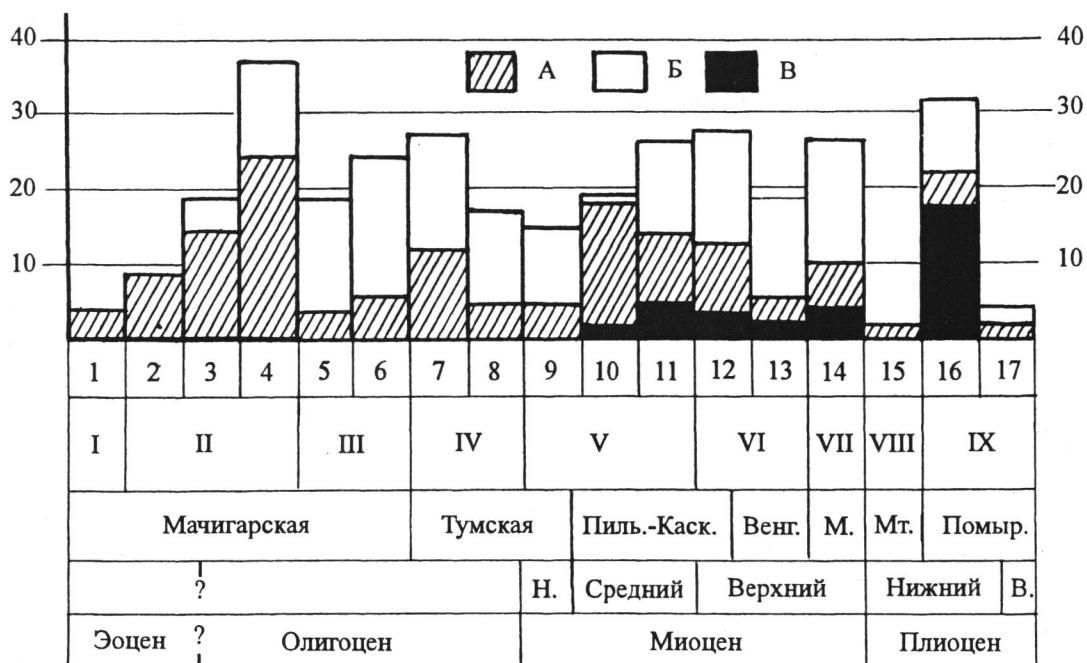


Рис. 10. Изменение числа видов моллюсков в слоях (1–17) и горизонтах (I–X) разреза п-ова Шмидта:
А – число впервые появившихся видов, Б – общее число видов в слоях, В – число впервые появившихся современных видов

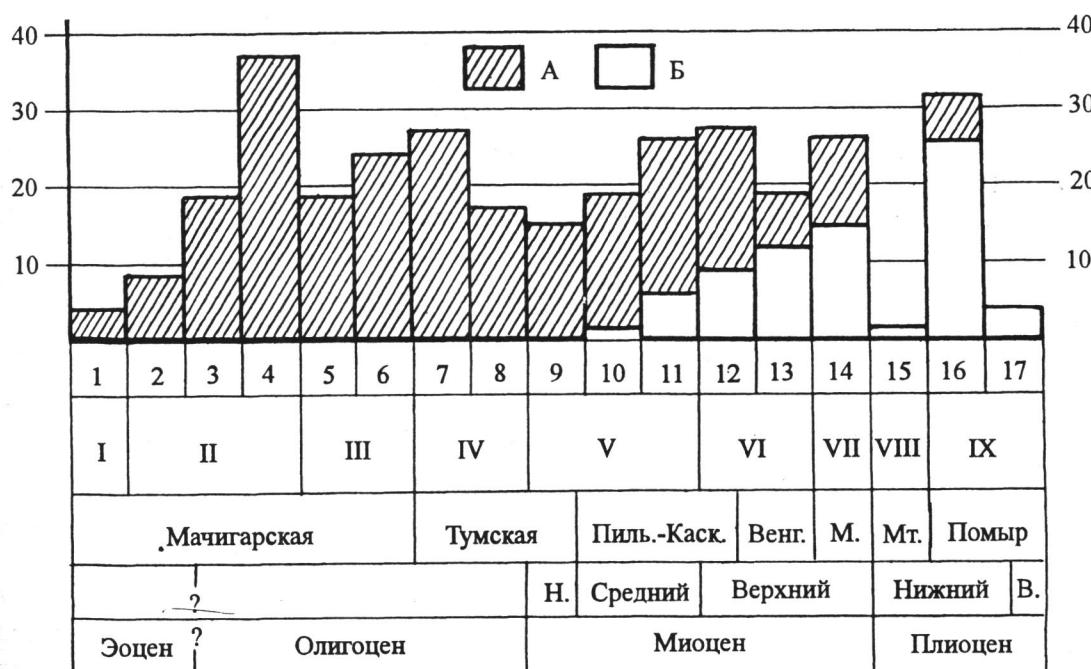


Рис. 11. Изменение числа вымерших и современных форм моллюсков в слоях (1–17) и горизонтах (I–X) разреза п-ова Шмидта:

А – вымершие виды, Б – современные виды

Слои 6 с *Glycymeris nakosoensis* (пачки 11–13). Комплекс заключает 24 вида (5 появляются впервые, 14 являются проходящими, 4 исчезают)

и содержит характерный вид *Gl. nakosoensis*. В слоях исчезают *Macoma sejugata*, *Ciliatocardium asagaiense*, *Mya cuneiformis*, *Ciliatocardium yama-*

saki. По-прежнему преобладают *P.besshoensis*, *M. simizuensis*, *Conchocele smekhovi*.

Тумская свита

Слои 7 с *Delectopecten watanabei* – *Nuculana tumiensis*. Выделяются в объеме пачек 14–18 разреза тумской свиты. Комплекс состоит из 27 видов, значительная часть которых переходит из подстилающих отложений. Впервые появляются 12 видов, среди них в массовом количестве отмечены: *D. watanabei*, *N. tumiensis*, *Nucula tumiensis*, *Nuculana praerobai*. В слоях исчезают 6 видов – *Yoldia caudata*, *Macoma asagaiensis*, *Neverita asagaiensis*, *Ancistrolepis modestoideus*, *Turritella importuna*, *Crepidula cf. matajiroi*. В большом количестве встречены *P.besshoensis*, *Conchocele smekhovi*, *D.watanabei*, *N. tumiensis*.

Слои 8 с *Cardiomya majanatschensis* (пачки 19 – средняя часть пачки 21). Комплекс состоит из 17 видов, 13 переходят из подстилающих отложений. Характерным видом является *C. majanatschensis*. Основу комплекса, как и в слоях 7, составляют относительно глубоководные формы, среди которых доминируют *N. tumiensis*, *Nuculana tumiensis*, *Macoma simizuensis*, *P. besshoensis*, *Conchocele smekhovi*. В слоях исчезают *Pododesmus schmidti*, *Yoldia laudabilis*, *Clinocardium matchgarense*.

Слои 9 с *Chlamys donmilleri* – *Mytilus ochotensis*. Выделяются в верхней части тумской свиты (средняя часть пачки 21 – пачка 25). Комплекс состоит из 15 форм и заключает характерные виды *Chl.donmilleri*, *Chl. rikinensis*, *M. ochotensis*. В слоях практически полностью исчезают виды, широко представленные в более низких горизонтах мачигарской и тумской свит (см. рис. 8). В количественном отношении преобладает *Macoma simizuensis*.

Пильская свита

Слои 10 с *Delectopecten pedroanus* – *Nuculana schmidti*. Выделены в объеме пильской свиты (толщи XIII–XV) и нижней части толщи XVI каскадной свиты. Комплекс состоит из 19 достаточно глубоководных форм. Все они, кроме *Lucinoma acutilineata*, появляются в разрезе впервые. Наиболее массово встречается *D. ped-*

roanus. Остальные формы: *N. schmidti*, *Solemya tokunagai*, *Cyclocardia pilvoensis*, *Nuculana penderoensis*, *N. pennula*, *Portlandella edita*, *Robaia robai*, *Acila eximia*, *Periploma pilensis*, *Acila cf. divaricata*, *Acilana tokunagai*, *Crassoleda crassatelloides*, *Limatula pilvoensis*, *Lima sachalinensis*, *Pitar cf. kavranensis*, *Conchocele cf. disjuncta* и др., распространены в разрезе спорадически и имеют довольно плохую сохранность. К характерным видам слоев относятся *N. shmidti*, *N. pennula*, *N. penderoides*, *A. eximia*. В слоях отмечено появление современных видов – *Robaia robai*.

Каскадная свита

Слои 11 с *Acilana tokunagai* – *Yoldia multidentata*. Выделяются в объеме нижней и средней части каскадной свиты (толщи XVI – нижняя часть толщи XVIII) и заключают комплекс (26 форм) относительно глубоководных моллюсков, тесно связанный с комплексом подстилающих слоев (11 видов переходят из подстилающих отложений). Впервые появляются 15 форм: *Macoma tokyoensis*, *M. calcarea*, *Nuculana pilvoenica*, *Limopsis yokoyamai*, *Spisula sakhalinensis*, *Pandora pulchella*, *Portlandella sp.*, *Acila divaricata*, *Malletia cf. kurasiensis*, *Mercenaria sp.*, *Clinocardium sp.*, *Musculus sp.*, *Mytilus sp.*, *Glycymeris sp.*, *Papyridea? sp.*, *Dentalium magnificum*. В количественном отношении преобладают: *Acilana tokunagai*, *Delectopecten pedroanus*, *Macoma calcarea*. Характерными для слоев являются: *N. pilvoenica*, *L. yokoyamae*. В комплексе встречено 20 вымерших и 6 современных видов.

Каскадная и венгерийская свиты

Слои 12 с *Crenomytilus expansus* – *Panomya intermedia*. Выделяются в верхней части каскадной – нижней части венгерийской свиты (верхняя толща XVIII – толща XIX). Комплекс слоев состоит из 27 видов. К характерным относятся 6 видов: *Cr. expansus*, *P. intermedia*, *Buccinum kurodai*, *Mizuhopecten mironovi*, *Cyclocardia yokoyamai*, *Fulgoraria tokunagai*. Впервые появляются 14 форм: *Serripes groenlandicus*, *Nuculana alferovi vengeriensis*, *Periploma sakhalinensis*, *Yoldia vengeriana*, *Portlandella scapha*, *Natica clausa*, *Conchocele disjuncta ochotica*, *Liocyma fluctuosa* и

др. В слоях (особенно в их нижней части – толща XVIII каскадной свиты – нижняя часть толщи XIX венгерской свиты) исчезает ряд видов характерных для подстилающих отложений – *Yoldia tokunagai*, *Delectopecten pedroanus*, *Yoldia multidentata*, *Crassoleda crassatelloides*, *Lima sakhalinensis* и др. В количественном отношении преобладают представители родов *Serripes*, *Panomya*, *Macoma*, *Periploma*. В общем составе комплекса встречено 18 ископаемых и 9 современных видов.

Венгерийская свита

Слои 13 с *Conchocele disjuncta ochotica* – *Conchocele disjuncta alta*. Установлены для верхней части венгерийской свиты (толщи XX–XXI). Данные слои выделяются главным образом по резкому преобладанию в разрезе представителей рода *Conchocele*, которые иногда слагают целые биогермы. Характерной формой данного подразделения является *Conchocele disjuncta alta*. Комплекс состоит из 19 видов, впервые появляются 5 – *Megayoldia thraciaeformis*, *Turritella cf. fortilarata*, *Acila marujamensis*, *Nuculana majamraphensis*, *Nucula psjakauphensis*. В слоях отмечено 7 современных и 6 вымерших видов.

Маямрафская свита

Слои 14 с *Nuculana majamraphensis* – *Nucula psjakauphensis*. Выделены в объеме всей свиты. Комплекс состоит из 26 форм. В слоях впервые появляются 10 видов: *Macoma orientalis*, *Mya truncata*, *Spisula voyi*, *Mytilus edulis*, *Macoma aff. baltica*, *Neptunea lyrata*, *Boreoscala* sp. и др.; исчезают – 7: *Nuculana majamraphensis*, *Nucula psjakauphensis*, *Yoldia vengeriana*, *Solemya tokunagai*, *Portlandella scapha*, *Lucinoma acutilineata*, *Periploma sachalinensis*. В количественном отношении доминируют представители родов *Nuculana*, *Nucula*, *Macoma*. В слоях отмечено 14 современных и 12 вымерших видов.

Матитукская свита

Слои 15 с *Potamocorbula aff. amurensis*. Выделяются в нижней части матитукской свиты

(толщи XXIV–XXV). Данные слои представлены исключительно монотаксонным комплексом моллюсков, остатки которых образуют скопления в отдельных прослоях глинистых пород.

Помырская свита

Слои 16 с *Chlamys tanassevitschi* – *Astarte alaskensis*. Выделены в объеме толщи XXVIII помырской свиты. Комплекс состоит из 31 вида, из которых 21 впервые появляется в разрезе. К характерным формам относятся: *Chl. tanassevitschi*, *Chlamys cosibensis*, *Cyclocardia matitukensis*, *Fortipecten* sp. (*F. takahashii* по Л.С.Жидкова и др. 1981). Впервые появляются в разрезе: *Swiftopecten swifti*, *Panomya arctica*, *Mizuhopecten yessoensis*, *Pododesmus macrochisma*, *Modiolus modiolus*, *Nuttallia olivacea*, *Panopaea japonica*, *Crenomytilus grayanus*, *Boreoscala groenlandica*, *Trichotropis bicarinatus*, *Diplodonta aleutica*, *Mercenaria stimpsoni*, *Cyclocardia ventricosa ovata*, *Margarites costalis*, *Penitella penita*, *Mya pseudoarenaria* и др. В количественном отношении незначительно преобладают представители родов *Chlamys*, *Serripes*, *Acila*. В слоях отмечено 27 современных и 4 ископаемых вида.

Слои 17 с *Macoma calcarea*. Выделяются в средней части помырской свиты (толща XXIX). Данные слои заключают однообразный комплекс, представленный *Macoma calcarea*, *M. cf. calcarea*, *M. aff. baltica* и *M. cf. middendorffii*.

Корреляция и возраст

Для сравнения установленных комплексов с таковыми из других регионов Северной Пацифики нами использовались публикации по моллюскам палеогена и неогена Сахалина [Криштофович, Ильина, 1954, Криштофович, 1964, Симонова, 1941, Жидкова и др., 1968, Архипова и др., 1992], Камчатки [Атлас..., 1984, Гладенков, 1972, Гладенков и др. 1987, 1992, Волобуева и др., 1994, Синельникова и др., 1967, 1969, Синельникова, 1975], Корякского нагорья [Волобуева, Красный, 1979, Атлас....., 1981], Японии [Takeda, 1953, Kamada, 1962, Honda, 1989, Noda, 1992, Oyama et al., 1960, Morita at al., 1996] и Аляски [Kanno, 1971, Marinovich, 1984] и др. Это позволило представить корреляцию слоев

Таблица 2. Корреляция слоев (1–17) и горизонтов (I–X) с моллюсками разреза п-ова Шмидта с кайнозойскими отложениями Западной Камчатки и Юго-восточного Сахалина.

Западная Камчатка (Атлас, 1984)		Северный Сахалин Полуостров Шмидта	Юго-Восточный Сахалин Макаровский р-н [Архипова и др., 1992]	
Свиты		Слои с моллюсками	Гори- зонты	Свиты
?	?	17 <i>Macoma calcarea</i> 16 <i>Chlamys tanassevitschi</i> - <i>Astarte alaskensis</i>	X	Верхн. ?
Энемтен- ская	?	15 <i>Potamocorbula aff. amurensis</i>	IX	Средн. ?
Эрмановская	?	14 <i>N.majamraphensis</i> - <i>N. psjakauphensis</i>	VIII	Нижн.
Этолонская		13 <i>C.disjuncta ochotica</i> - <i>C.disjuncta alta</i> 12 <i>Crenomytilus expansus</i> - <i>Panomya intermedia</i>	VII	
Какертская Ильинская		11 <i>Acilana tokunagai</i> - <i>Yoldia multidentata</i> 10 <i>Delectopecten pedroanus</i> - <i>Nuculana schmidti</i>	VI	Курасийская Аусинская Верхнедуйская
Кулувенская		9 <i>Chlamys donmilleri</i> - <i>Mytilus ochotensis</i>	V	Чеховская
Бивентекская Утхолюкская		8 <i>Cardiomya majanatschensis</i> 7 <i>Delectopecten watanabei</i> - <i>Nuculana tumiensis</i>	IV	Холмско- Невельская
Гакхинская		6 <i>Glycymeris nakosoensis</i> 5 <i>Acila oyamadensis</i>	III	Гастелловская
Аманинская	?	4 <i>Trachycardium kinsimarae</i> - <i>Yoldia matschigarica</i> 3 <i>Nemocardium iwakiense</i> - <i>Thracia schmidti</i> 2 <i>Papyridea harrimani</i> - <i>Macoma sejugata</i>	II	
Ковачинская		1 <i>Mytilus littoralis</i> - <i>Corbicula sitakaraensis</i>	I	?
Снатольская	?			

Мачигарского и Пильского разрезов в следующем виде (табл. 2, 3).

Слои 1 с *Mytilus littoralis* – *Corbicula sitakaraensis* по присутствию в них *C. sitakaraensis* могут быть сопоставлены с отложениями верхнего эоценаСеверной Японии – формации Иваки (р-н Джобан), формациями Шитакара, Чакубетсу (р-н Кусиро). По совместному нахождению *C. sitakaraensis* и *M. littoralis* они коррелируются с отложениями среднего? – верхнего эоцена западного Сахалина – краснопольевской свитой Чеховского р-на (по Жидкова и др., 1985), нижней частью такарадайской свиты п-ова Крильон (по Криштофович, 1961). Находки *M. littoralis* также известны из эоценовых отложений Камчатки – сна-

тольская свита. В связи со сказанным, возраст слоев 1 можно считать средне? – верхнезоценовым.

Слои 2 с *Papyridea harrimani* – *Macoma sejugata* по появлению в них ряда видов (*M. sejugata*, *P. harrimani*, *Portlandella watasei*) коррелируют с отложениями верхнего эоцена – олигоцена Японии – формации Поронай, Сакасагава, группы Урохоро, Омбетсу; Камчатки – ковачинская, аманинская, ратегинская свиты; Сахалина – такарадайская свита. Две формы этих слоев (*Acanthocardia cf. snatolensis* и *Musculus cf. snatolensis*) весьма близки к типичным представителям верхней части снатольской свиты (увучинский горизонт) и ратегинской свиты Западной Камчатки.

Возраст данных слоев по-видимому может

Таблица 3. Сопоставление слоев (1–17) и горизонтов (I–X) с моллюсками разреза п-ова Шмидта с региогоризонтами Сахалина.

Северный Сахалин Полуостров Шмидта		Региоярусы Сахалина по моллюскам (Кришто- фович, 1961)	Горизонты Сахалина 1998	Возраст	
Слои с моллюсками	Гори- zonты			B	H
17 Macoma calcarea	X	Средне- нутовский	Помырский	B	
16 Chlamys tanassevitschi- Astarte alaskensis					
15 Potamocorbula aff. amurensis	IX	Нижне- нутовский	Верхне- нутовский	H	
14 N.majamraphensis- N. psjakauphensis	VIII	Окобы- кайский	Нижне- нутовский		
13 C.disjuncta ochotica- C.disjuncta alta					
12 Crenomytilus expansus- Panomya intermedia	VII	Серту- найский			
11 Acilana tokunagai-Yoldia multidentata					
10 Delectopecten pedroanus-Nuculana schmidti	VI	Сахалин- ский	Окобы- кайский	C	
?	?				
9 Chlamys donmilleri-Mytilus ochotensis	V		Дагинский	H	
8 Cardiomya majanatschensis			Уйнин- ский		
7 Delectopecten watanabei-Nuculana tumiensis	IV				
6 Glycymeris nakosoensis			Холмский		
5 Acila oyamadensis	III				
4 Trachycardium kinsimarae-Yoldia matschigarica					
3 Nemocardium iwakiense-Thracia schmidti	II				
2 Macoma sejugata- Papyridae harrimani					
1 Mytilus littoralis-Corbicula sitakaraensis	I		Аракайский		
			Шебунинский		
			Краснополь- евский		
					Эо- цен

рассматриваться в пределах конца эоцена – начала олигоцена.

Слои 3 с *Nemocardium iwakiense-Thracia schmidti* и слои 4 с *Trachycardium kinsimarae* – *Yoldia matschigarica* по наличию здесь целого комплекса характерных форм – *N. iwakiense*, *T. schmidti*, *Tr. kinsimarae*, *Y. matschigarica*, *Mya grewingki*, *Arca sakamizuensis*, *Colus asagaiensis*, *Liocyma furtiva*, *Megacardita? matschigarica*, а также появляющихся – *Yoldia caudata*, *Y. laudabilis*, *Portlandella nitida*, *Ciliatocardium asagaiense*, *C. matchgarense*, *Macoma asagaiensis*, *Neverita asagaiensis*, *Ancistrolepis modestoideus*, и др. сопоставимы с отложениями нижнего? олигоцена Японии (формации Момидзияма, Асагай, Омагари, Чаро, Сакамизу?); олигоценовыми от-

ложениями Сахалина (аракайская, гастелловская свиты), Камчатки (аманинская, гакхинская, ильхатунская, алугинская и нижняя часть пахачинской свиты) и Корякского нагорья (ионайская – низы малленской свиты). С данными слоями, выделенными в Мачигарском разрезе, по-видимому можно сопоставить отложения мачигарской свиты Пильского разреза, из которой были определены *Yoldia matschigarica*, *Liocyma furtiva*, *Thracia schmidti*, *Mya grewingki*, *Chlamys matchgarense*, *Ancistrolepis modestoideus*, *Spisula sp.*, *Solen sp.*, *Clinocardium sp.*, *Macrocallista sp.*. Возраст слоев 3 является олигоценовым.

Слои 5 с *Acila oyamadensis* и слои 6 с *Glycymeris nakosoensis* заключают характерные виды, позволяющие их сопоставить с олигоцено-

вой формацией Асагай Северной Японии. Тесная преемственность комплексов моллюсков данных слоев с подстилающими (слои 3–4) и присутствие в них таких форм, как *Yoldia caudata*, *Y. laudabilis*, *Portlandella nitida*, *Conchocele smekhovi*, *Modiolus matchgarensis* и др., позволяет сопоставить эти отложения с указанными выше олигоценовыми образованиями Северной Японии, Сахалина и Камчатки.

Слои 7 с *Delectopecten watanabei* – *Nuculana tumiensis* и слои 8 с *Cardiomya majanatschensis* наряду с проходящими из подстилающих отложений *Modiolus matchgarensis*, *Turritella importuna*, *Yoldia laudabilis*, *Portlandella nitida*, *Periploma besshoensis*, *Conchocele smekhovi*, *Pododesmus shmidti*, *Neverita asagaiensis*, *Clinocardium matchgarense*, *Macoma simizuensis* заключают характерные формы *D.watanabei* и *C. majanatschensis*. Это позволяет сопоставлять их с отложениями холмской свиты – низов невельской свиты Макаровского района Юго-Восточного Сахалина, утхолокско-вивентекским горизонтом Западной Камчатки и на этом основании относить их к олигоцену. В то же время следует отметить отдельное присутствие в этих слоях таких форм, как *Buccinum tigilensis*, *Pseudoliomesus praenasula*, *Plicifusus cf. iljinensis*, появление которых в разрезах Западной Камчатки происходит в нижнем миоцене (кулувенская свита).

Слои 9 с *Chlamys donmilleri* – *Mytilus ochotensis* заключают характерные виды, позволяющие уверенно их сопоставлять с отложениями нижнего миоцена Сахалина – чеховская свита и верхнеборская подсвита Восточного Сахалина, верхняя часть невельской свиты и чеховская свита Западного Сахалина, кулувенская и ильинская свиты Западной Камчатки. На основе выше изложенного слой 9 отнесены к нижнему миоцену.

Отложения тумской свиты пильского разреза практически не содержат остатков моллюсков. Из редких имеющихся здесь находок ископаемых определены лишь *Modiolus matchgarensis* (отпечаток крупной раковины) и *Balanus sp.* К сожалению, этих данных недостаточно, чтобы сделать вывод о том, какой части Мачигарского разреза соответствует тумская свита западного побережья п-ова Шмидта.

Слои 10 с *Delectopecten pedroanus*-*Nuculana shmidti* и слои 11 с *Acilana tokunagai* – *Yoldia multidentata* в целом заключают довольно однобразный комплекс, представленный относи-

тельно глубоководными формами. Корреляция этого комплекса с одновозрастными толщами соседних районов сложна. Это связано с тем, что в других районах одновозрастные ассоциации представлены относительно мелководными формами. Наиболее близкими к этому комплексу являются комплексы курасийской свиты Западного Сахалина (Углегорский р-н) и Макаровского района Восточного Сахалина (средний миоцен), свиты Мыса Плоского (средний миоцен) и “юшковской” свиты (по Л.В.Криштофович [1969]) Восточной Камчатки, формации Каменоо (миоцен) каменноугольного месторождения Джобан Северной Японии. Возраст данных слоев принимается средним миоценом.

Слои 12 с *Crenomytilus expansus* – *Panomya intermedia* и слои 13 с *Conchocele disjuncta ochotica* – *C.disjuncta alta* заключают характерный комплекс моллюсков, позволяющий сопоставить их с этолонской свитой Западной Камчатки (средний-верхний миоцен), средней частью нижнemаруямской подсвиты Макаровского района Восточного Сахалина (средний-верхний миоцен), формацией Хония района Джобан Северной Японии. Исходя из проведенной корреляции, возраст данных слоев является средне-верхнемиоценовым.

Слои 14 с *Nuculana majamraphensis* – *Nucula psjakauphensis* по находкам в них *N. majamraphensis*, *N.psjakauphensis*, а также распространению в них значительного числа современных форм, могут быть сопоставлены с верхнемиоценовыми отложениями Сахалина (верхняя часть нижнemаруямской подсвиты Макаровского района [Архипова и др., 1992]) и Камчатки (юноньвяямская свита).

Слои 15 с *Potamocorbicula aff. amurensis*, выделяемые в матитукской свите, исходя из их положения в разрезе, условно отнесены к нижнему плиоцену.

Слои 16 с *Chlamys tanassevitschi*-*Astarte alaskensis* по наличию характерных форм, а также сочетанию родов *Fortipecten* и *Astarte* коррелируют с отложениями верхней части нижнего плиоцена – пачкой 4 [Савицкий и др., 1981] маруямской свиты Долинского и Анивского районов, отложениями формаций Ючи, Тацинокути, Такикава, Тогава Северной Японии, усть-лимит-тэвяямской свитой Восточной Камчатки.

Слои 17 с *Macoma calcarea* не содержат ископаемых видов и условно отнесены к верхнему плиоцену.

Сравнительный анализ описанных выше слоев с моллюсками показывает, что не все они равнозначны по объему и разнообразию видового состава, палеоэкологической приуроченности и пр. Как уже отмечалось, в ряде случаев наблюдается преемственность комплексов соседних слоев и они различаются лишь появлением отдельных новых видов. Это позволяет провести объединение слоев в группы, которые более уверенно, чем отдельные слои, узнаются в разрезах и достаточно четко прослеживаются в соседних районах. Такие группы слоев можно назвать горизонтами с моллюсками или зонами (лонами), имея в виду, что соответствующие им отложения сформировались в определенный этап развития малакофауны. Эти этапы отражают стадии изменения экосистем прошлого, связанные как с эволюционной сменой видов в разрезе, так и с изменением палеогеографических условий и седиментационных процессов в Северосахалинском палеобассейне. Всего нами выделено 10 таких горизонтов. Ниже мы дадим им краткую характеристику снизу вверх.

ГОРИЗОНТ I (средний? – верхний эоцен) соответствует слоям 1 Мачигарского разреза, характеризуется индекс-видами *Mytilus littoralis*, *Corbicula sitakaraensis*, *Cerithidea quadrimonilicosta* и отражает первый этап накопления третичных осадочных толщ на Северном Сахалине. Среди палеонтологических остатков – обитатели лагун и литорали – верхней сублиторали. Вполне возможно, что в Мачигарском разрезе он имеет неполный объем, на что указывает различная степень карбонатизации углей в этой части разреза [Ратновский, 1960].

ГОРИЗОНТ II (верхний эоцен-олигоцен) соответствует слоям 2–4. Комплекс состоит из 48 форм и характеризуется индекс-видами: *Papyrigaea harrimani*, *P. matschigarica*, *Chlamys matchgarensis*, *Yoldia matschigarica*, *Nemocardium iwakiense*, *Clinocardium taracaicum*, *Mya grawingki*, *Thracia schmidti*, *Trachycardium kinsimarae*, *Colus asagaiensis*. Этот горизонт отражает начало морской трансгрессии и представлен родами, типичными для верхнего отдела шельфа с глубинами до 55–60 м. Наличие в данном горизонте представителей родов *Nemocardium*, *Trachycardium*, *Arca* свидетельствует о том, что морской климат был значительно более теплым, чем современный для этих широт, и мог быть сравним с современным климатом районов северной части о.Хонсю.

ГОРИЗОНТ III (олигоцен) соответствует слоям 5–6. Комплекс состоит из 28 форм и характеризуется индекс-видами: *Acila oyamadensis* и *Glycymeris nakosoensis*. Этот горизонт отражает последующую стадию углубления палеобассейна. Анализ ассоциаций этого времени, в которых доминируют *Yoldia*, *Periploma*, *Macoma*, *Portlan-della*, *Conchocele*, свидетельствует, что они формировались в нижней части верхней сублиторали и нижней сублиторали, возможно до 100–200 м. Важной особенностью горизонта является присутствие в комплексе относительно глубоководных родов моллюсков отдельных, редких обитателей самых верхних участков шельфа и литорали – *Mytilus*, *Modiolus*, *Glycymeris*. Наличие в данных отложениях представителей рода *Glycymeris* позволяет предполагать достаточно теплые климатические условия этого времени, сравнимые с таковыми современных районов Приморья, Хоккайдо, Южного Сахалина.

ГОРИЗОНТ IV (олигоцен-нижний миоцен?) соответствует слоям 7–8. Комплекс моллюсков, состоящий из 27 форм, характеризуется индекс-видами: *Delectopecten pedroanus*, *Nuculana tumiensis*, *Nucula tumiensis*, *Cardiomya majanatschen-sis*, *Nuculana praerobai*, *Pseudoliomesus praenas-sula*, *Plicifusus cf. iljinensis*, *Buccinum tigilensis*. Горизонт отражает дальнейшее и весьма значительное углубление палеобассейна, что подчеркнуто более глубоководным составом комплексов моллюсков. Их анализ в Мачигарском разрезе показывает, что глубины палеобассейна в этом районе вполне могли достигать батиали. Так, близкий к тумскому виду *D.watanabei*, современный делектопектен *D. randolphi* [Dall, 1897] отмечается в Охотском море на глубинах 418–1076 м, а в Японском море на глубине 730–3080 м [Скарлато, 1981]. Характерной особенностью данного горизонта, также как и предыдущего, является присутствие в глубоководном комплексе отдельных раковин мелководных моллюсков (*Modiolus*, *Pododesmus*, *Crepidula*, *Colisella*, *Glycymeris*). Это позволяет говорить о транспортировке раковин с мелководных участков и литорали в более удаленные от берега районы. Среди возможных причин, по-видимому, можно предполагать наличие в это время сезонного климата (сравнимого с современным, в южной части Сахалина) и существование припайных льдов, которые осуществляли перенос раковин с литорали в более открытые участки моря. Пол-

добное предположение также объясняет присутствие в тонкослоистых алевролитовых отложениях тумской свиты значительных по размеру глыб гранитов, не характерных для известных в настоящее время пород п-ова Шмидта.

ГОРИЗОНТ V (нижний миоцен) соответствует слоям 9 (15 форм) и заключает индекс-виды *Mytilus ochotensis*, *Chlamys rikinensis*, *Chl. donmilleri*, *Chl. ex gr. kaneharai*. Его характерной чертой является сокращение количества относительно глубоководных форм и заметное возрастание числа относительно мелководных моллюсков – *Mytilus*, *Chlamys*, *Modiolus*, *Glycymeris*. По-видимому этот факт может отражать тенденцию постепенного обмеления палеобассейна, хотя его глубина оставалась значительной, о чем свидетельствуют находки *Conchocele*, *Nuculana*, *Portlandella*, *Lucinoma*. Сонахождение относительно мелководных и более глубоководных форм объяснимо переносом раковин обитателей верхней части сублиторали и литорали в более мористую часть палеобассейна. Обнаружение в данном горизонте представителей *Glycymeris* свидетельствует об относительно теплом климате, сравнимом с современным районов Приморья и Южного Сахалина.

ГОРИЗОНТ VI (средний миоцен) соответствует слоям 10–11 Пильского разреза и содержит 34 вида. Он характеризуется формами: *Delectopecten pedroanus*, *Crassoleda crassatelloides*, *Lima sakhalinensis*, *Yoldia multidentata*, *Acilana tokunagai*, *Periploma pilensis*, *Limatula pilvoensis*, *Cyclocardia pilvoensis*, *Acila eximia*, *Nuculana penderoides*, *Portlandella edita*. Важной особенностью горизонта является практически полное обновление комплекса моллюсков и отсутствие преемственности в развитии фаун по сравнению с более древними комплексами. Это обстоятельство может указывать либо на возможное отсутствие осадконакопления в пограничном интервале нижнего-среднего миоцена, либо на резкое изменение палеэкологических условий. Анализ комплексов моллюсков, в которых отмечаются представители родов *Delectopecten*, *Portlandella*, *Solemya*, *Lima*, *Acilana* и др., показывает, что глубины палеобассейна в это время были весьма значительны и находились в пределах батиали–нижней части сублиторали. Единичные находки в данных толщах родов *Saxidomys?*, *Macrocallista?* (по [Хоменко, 1934]), а также *Pitar cf. kavranensis*, *Glycymeris sp.*, *Acila divaricata* ука-

зывают на достаточно теплые климатические условия, существовавшие в районе в среднем миоцене. Эти обстановки, по-видимому, сравнимы с современными для районов Сев. Японии и Приморья. Важной особенностью горизонта является первое появление в нем *Robaia robai* – современного эндемика Японского моря [Скарлато, 1981].

ГОРИЗОНТ VII (средний-верхний миоцен) соответствует слоям 12 и 13 Пильского разреза. Комплекс заключает 34 формы и характеризуется видами-индексами *Mizuhopecten mironovi*, *Panomya intermedia*, *Crenomytilus expansus*, *Conchocele disjuncta ochotica*, *C. disjuncta alta*, *Fulgoraria tokunagai*, *Buccinum kurodai*. Этот горизонт отражает последовательную смену относительно глубоководных фаун более мелководными шельфовыми ассоциациями и заключает определенный набор родов – *Mizuhopecten*, *Nemocardium*, *Crenomytilus*, *Fulgoraria*, характерных для современных низкобореальных районов Сев. Пацифики. Весьма примечательно также и то, что в верхней части горизонта (слои с моллюсками 13) отмечены прослои и отдельные биогермы, сложенные раковинами *Conchocele*, характерными также для отложений окбытайской свиты Северо-восточного Сахалина. В современных морях такие постройки нередко отмечаются непосредственно вблизи выходов холодных источников, обогащенных метаном.

ГОРИЗОНТ VIII (верхний миоцен) соответствует слоям 14 Пильского разреза (26 форм) и характеризуется следующими видами-индексами *Nuculana majamraphensis* и *Nucula psjakauphensis*. Анализ комплексов моллюсков показывает, что глубины палеобассейна в это время могли достигать отметок нижней части верхней сублиторали и даже нижней сублиторали (отдельные находки в нижней части маямрафской свиты остатков *Delectopecten* sp., *Solemya tokunagai*, *Yoldia scapha*, *Conchocele disjuncta*). Характерной особенностью горизонта является появление и широкое распространение в нем значительного числа современных видов. Практически полное отсутствие теплолюбивых моллюсков в комплексах этого времени говорит о климатических условиях, вполне сравнимых с современными для данного района.

ГОРИЗОНТ IX (нижний плиоцен?) соответствует слоям 15 и характеризуется присутствием в нем монотаксонного комплекса с *Potamocorbula*, типичного в современных условиях для лагун-

ных и дельтовых биоценозов. По-видимому этому этапу соответствует значительное обмеление палеобассейна, в котором морские условия сменились лагунными и континентальными.

ГОРИЗОНТ X (вторая половина нижнего плиоцена) соответствует слоям 16 и 17. Комплекс состоит из 32 форм и заключает индекс-виды *Cyclocardia matitukensis*, *Chlamys tanassevitshi*, а также *Fortipecten* sp. Этот горизонт отражает наступление новой трансгрессии, о чем свидетельствует значительное обновление комплекса и появление большого числа новых форм. Характерной особенностью горизонта является присутствие в его нижней части (слои 16) относительно мелководных теплолюбивых форм, современные представители которых отмечены для районов Приморья и Южного Сахалина.

4.2. Фораминиферы

Фораминиферы из кайнозойских отложений п-ова Шмидта долгое время изучались сотрудниками микрофаунистической лаборатории Сахалинского отделения ВНИГРИ. Ими был опубликован целый ряд работ с описанием этой фауны [Волошинова, 1960; Волошинова, Будашева, 1961; Волошинова и др., 1970], а также произведено расчленение разреза по фораминиферам [Волошинова и др., 1968]. Позднее такое расчленение кайнозойского разреза п-ова Шмидта опубликовано также Л.С.Жидковой [Жидкова и др., 1981]. В настоящей работе использованы материалы изучения фораминифер, отобранных во время полевых работ 1996 года, а также учтены данные предшествующих исследователей. Всего на микрофауну было отобрано 40 образцов из Мачигарского разреза и 52 образца из Пильского. В Мачигарском разрезе фораминиферы были обнаружены в 11 образцах, в Пильском – в 15.

На рис. 12, 13 приведено распределение фораминифер по разрезам с использованием как оригинальных материалов, так и данных, полученных Н.А.Волошиновой [Вассоевич, 1961] и Л.С.Леоненко (неопубликованные данные). Помимо этого на табл. 4 показаны виды, отсутствующие в нашей коллекции, но указанные ранее другими авторами, правда без точной привязки к разрезу [Волошинова, 1960; Волошинова, Будашева, 1961; Волошинова и др., 1970; Волошинова и др. 1973; Жидкова и др., 1981].

В работе Л.С.Жидковой с соавторами [1981] (к сожалению, в ней нет данных о распределении фораминифер по разрезу) приведено расчленение кайнозойских отложений п-ва Шмидта по фораминиферам. Проведенный нами анализ позволил выделить, за редким исключением, те же местные зоны и слои с фауной, что и в упомянутой работе. Ниже стратиграфически снизу вверх дается описание этих зон (лон) и слоев.

Слои с *Trochammina matschigarica*, *Miliammina* sp. Выделяются в угленосных слоях низов мачигарской свиты и характеризуются исключительным присутствием видов-индексов.

Зона *Haplophragmoides laminatus*, *Pseudelphidiella subcarinata*. Характерна для остальной части мачигарской свиты. В самой нижней части зоны выделяются слои с *Criboeiphidium sumitomoi*, *Pseudoelphidiella aff. lautenschlageri*, *Perfectonion praecinctus*, в самой верхней – слои с *Reophax tappuensis*. Зона и слои характеризуются обильной встречаемостью видов-индексов.

Комплекс фораминифер этой зоны широко распространен в олигоценовых отложениях Сахалина и Камчатки. Многие виды, входящие в него, отмечены в мутновской, пиленгской и нижней части борской свитах Восточного Сахалина [Митрофанова, 1984, Митрофанова, Мелентьева, 1991], в гастелловской, холмской и нижней части невельской свитах Юго-Восточного Сахалина [Опорный разрез... (Макаровский разрез), 1992], в геннайшинской свите Западного Сахалина [Серова, 1985], в аманинской, гакхинской, утхолокской и вивентекской свитах Западной Камчатки [Серова, 1978; Атлас фауны..., 1984], в алугинской [Волобуева и др., 1994] и ионайской [Серова и др., 1977] свитах Корякского нагорья. Отметим, что Ш.Хасегава (S.Hasegawa, устное сообщение), изучив фораминиферы из разреза п-ва Шмидта, сопоставляет мачигарскую свиту с формацией Поронаи (эоцен) Хоккайдо. Нам кажется, что хотя часть отмеченных видов и встречается в этой формации, в целом комплекс фораминифер мачигарской свиты ближе к комплексам из олигоценовых свит Дальнего Востока.

Зона *Haplophragmoides carinatus*, *Porosorotalia tumiensis*, *Cyclammina pacifica*, *Islandiella curvicamerata*. Выделена в тумской свите Мачигарского разреза. Для этой зоны характерен вид *Porosorotalia tumiensis* V.Kuzn. и частая встреча-

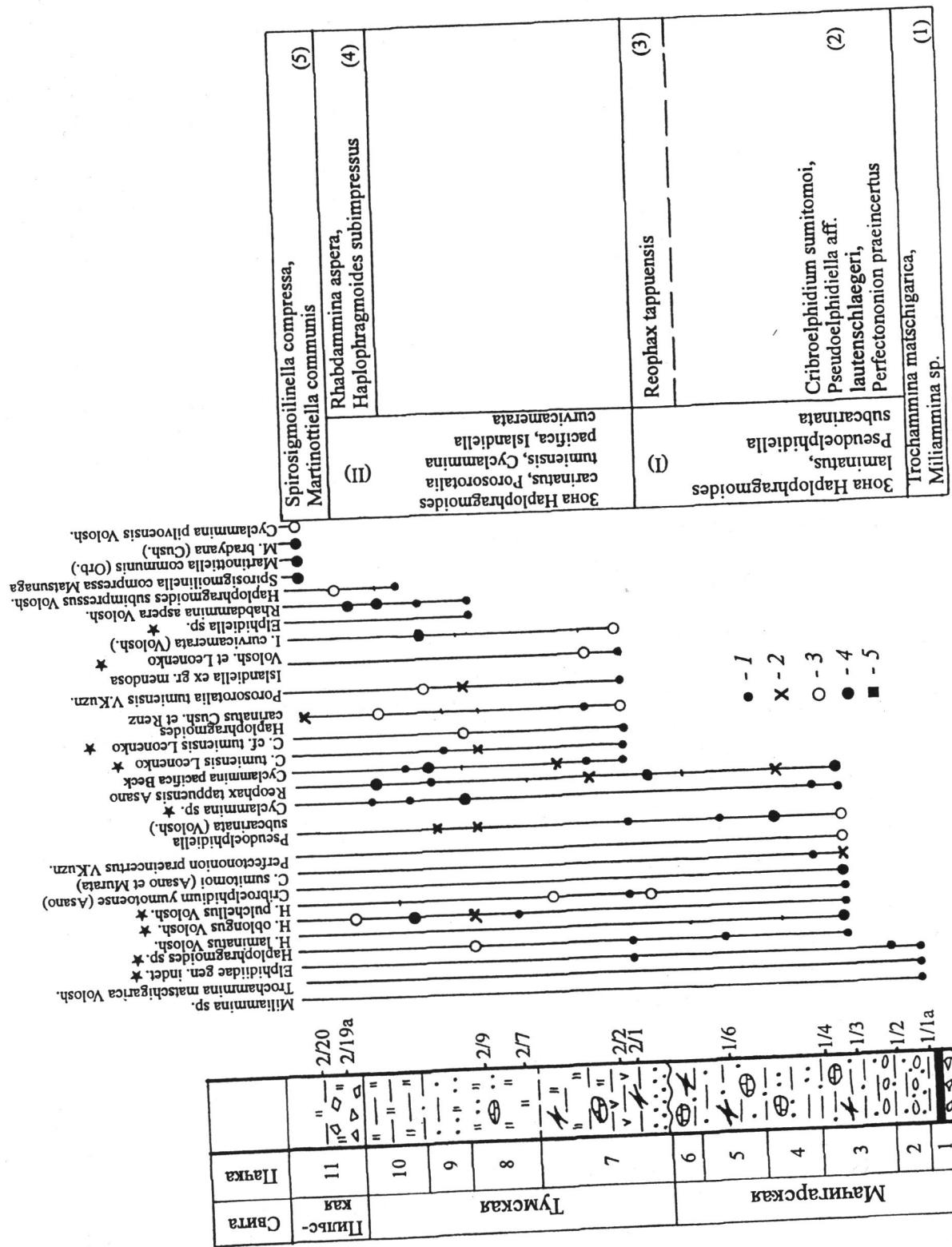


Рис. 12. Распределение фораминифер в кайнозойских отложений южной части Сибири

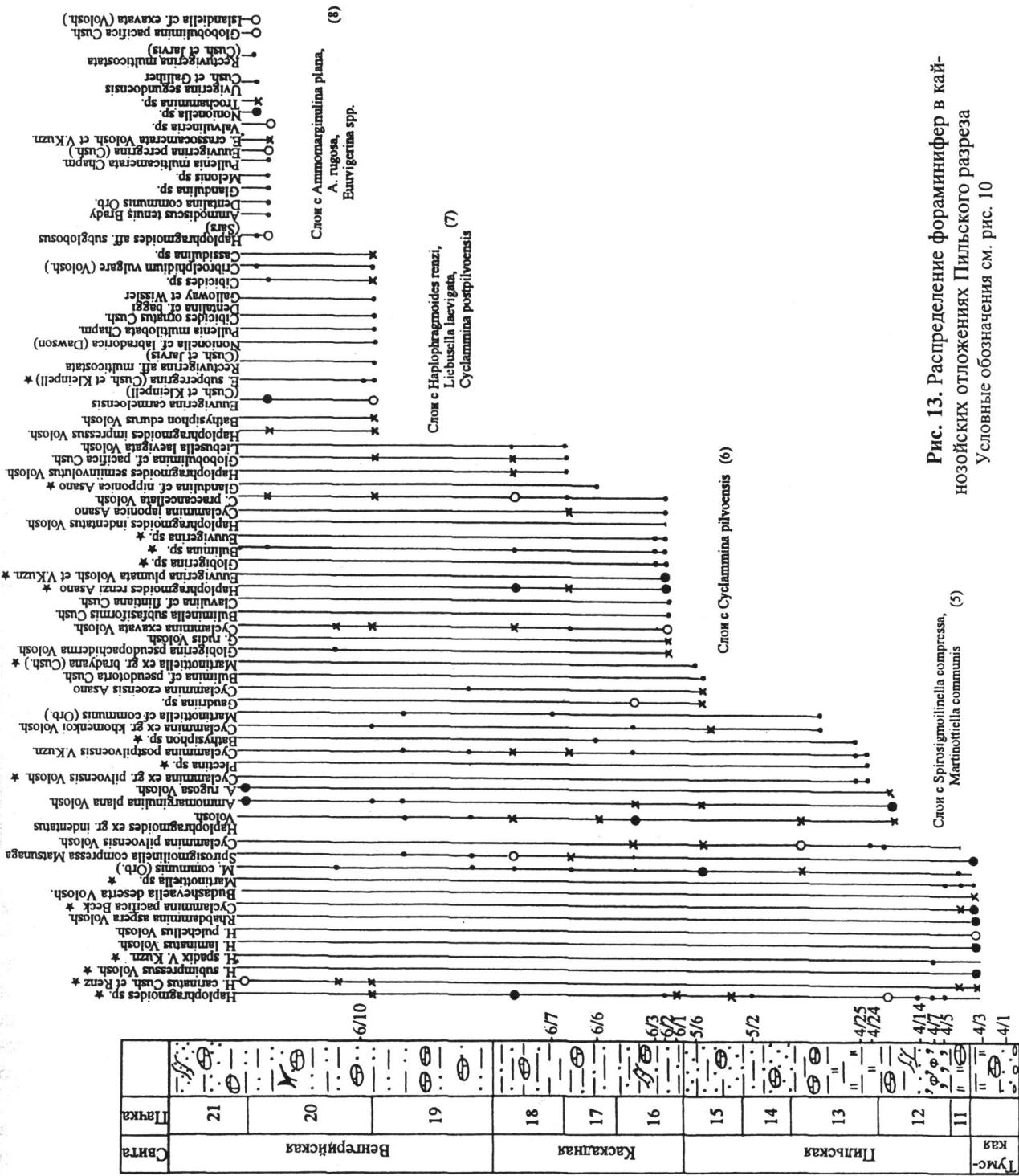


Рис. 13. Распределение фораминифер в кайнозойских отложениях Пильского разреза
Условные обозначения см. рис. 10

Таблица 4. Фораминиферы кайнозойских отложений п-ва Шмидта, отмеченные разными исследователями без точной привязки к разрезу

Мачигарский разрез
<i>Мачигарская свита</i> : часто – <i>Haplophragmoides carinatus</i> Cush. et Renz, <i>H. spadix</i> V.Kuzn., <i>H. khandasaensis</i> Laut., <i>Budashevaella multicamerata</i> (Volosh.), <i>Ammomarginulina matchigarica</i> Volosh., реже – <i>Eggerella tumiensis</i> Volosh., <i>Ammodiscus concinnus</i> V.Kuzn., <i>Quinqueloculina imperialis</i> Hanna et Hanna, <i>Pseudoelphidiella aff. lautenschlaegeri</i> Volosh., <i>Islandiella curvicamerata</i> (Volosh.).
<i>Тумская свита</i> : часто – <i>Ammodiscus concinnus</i> V.Kuzn., <i>Haplophragmoides spadix</i> V.Kuzn., <i>Ammomarginulina matchigarica</i> Volosh., реже – <i>Ammodiscus sakhalinicu</i> s V.Kuzn., <i>Budashevaella multicamerata</i> (Volosh.), <i>Melonis tumiensis</i> V.Kuzn., <i>Criboelphidium crassum</i> V.Kuzn., <i>Elphidiella tumiensis</i> V.Kuzn.
<i>Пильская свита</i> : часто – <i>Bathysiphon edurus</i> Volosh., <i>Haplophragmoides spadix</i> V.Kuzn., реже – <i>Haplophragmoides indentatus</i> Volosh., <i>H. tortuosus</i> V.Kuzn., <i>Cyclammina okuharai</i> Tai, <i>C. japonica</i> Asano, <i>Plectina nipponica</i> Asano, <i>Epistominella pacifica</i> (Cush.), <i>Buliminella subfasiformis</i> Cush., <i>Bulimina cf. pseudotorta</i> Cush., <i>Euuvigerina plumata</i> Volosh. et V.Kuzn., <i>Islandiella smechovi</i> (Volosh.).
Пильский разрез
<i>Тумская свита</i> : <i>Reophax tappuensis</i> Asano, <i>Ammodiscus sakhalinicu</i> s V.Kuzn., <i>Haplophragmoides pulchellus</i> Volosh., <i>H. oblongus</i> Volosh., <i>Budashevaella multicamerata</i> (Volosh.), <i>Ammomarginulina matchigarica</i> Volosh.
<i>Пильская свита</i> : в нижней части – <i>Spirosigmoilinella compressa</i> Matsunaga, <i>Haplophragmoides compressus</i> Le Roy, в остальной – <i>H. tortuosus</i> V.Kuzn., <i>Cyclammina japonica</i> Asano, <i>Plectina nipponica</i> Asano, <i>Euuvigerina plumata</i> Volosh. et V.Kuzn.
<i>Каскадная свита</i> : <i>Ammodiscus tenuis</i> Brady, <i>Spheroidina bulloides</i> Orb., <i>Valvularia araucana</i> (Orb.), <i>Buccella pseudofrigida</i> Leonenko, <i>Euuvigerina carmeloensis</i> (Cush. et Kleinpell).
<i>Венгерийская свита</i> : <i>Trochammina pacifica</i> Cush., <i>Nonionella miocenica</i> Cush., <i>Euuvigerina auberiana</i> (Orb.), <i>E. morimachiensis</i> (Matsunaga), <i>E. yabei</i> (Asano).
<i>Маямрафская свита</i> : <i>Ammodiscus tenuis</i> Brady, <i>Haplophragmoides impressus</i> Volosh., <i>H. carinatus</i> Cush. et Renz, <i>Criboelphidium vulgare</i> (Volosh.), единичные <i>Islandiella californica</i> (Cush. et Hughes), <i>I. miocenica</i> (Volosh.).
<i>Матитукская свита</i> : в самой нижней части единичные – <i>Polymorphina cf. charlottensis</i> Cush., <i>Islandiella laticamerata</i> (Volosh.), <i>Perfectononion obscurus</i> (Volosh.), <i>Criboelphidium paromaense</i> Grig., <i>Buccella niigataensis</i> (Husezima et Maruhasi).
<i>Помырская свита</i> : в самой нижней части много – <i>Quinqueloculina akneriana</i> Orb., <i>Trichohyalus bartletti</i> Cush., <i>Pseudopolymorphina suboblonga</i> Cush., <i>Polymorphina</i> sp., <i>P. charlottensis</i> Cush., <i>Sigmomorphina fenestrata</i> Kuzina, <i>S. lautenschlaegerae</i> Kuzina, <i>Islandiella teretis</i> (Tappan), <i>Buccella granulata</i> (Laut.), <i>Elphidium jensenii</i> Cush., <i>E. mironovi</i> Volosh., <i>Retroelphidium clavatum</i> (Cush.), <i>Criboelphidium subarcticum</i> (Cush.), <i>Pseudoelphidiella hawaii</i> (Cush. et Grant), <i>Saidovella nagaoi</i> (Asano). Кроме того здесь встречены многочисленные формы, переотложенные из более древних отложений, начиная с тумской свиты [Волошинова и др., 1970].

емость остальных видов-индексов. В самой верхней части зоны выделяются слои с *Rhabdammina aspera*, *Haplophragmoides subimpressus*. По Л.С.Жидковой и др. [1981], в Пильском разрезе им соответствуют слои с *Rhabdammina aspera*, *Haplophragmoides subimpressus*, *Budashevaella deserta*, выделяемые в тумской свите. Комплекс фораминифер этой зоны близок к комплексу мачигарской свиты и датируется нами также олигоценом.

Слои с *Spirosigmoilinella compressa*, *Martiniottiella communis*. Выделены в верхней части тумской свиты Пильского разреза и в отложениях пильской свиты Мачигарского разреза, разви-

тих западнее озера Мончигар. Характеризуются массовой встречаемостью видов-индексов. Комплекс фораминифер этих слоев носит переходный характер между комплексами тумской и пильской свит. Отметим, что в Японии вид *Spirosigmoilinella compressa* Matsunaga приурочен в основном к отложениям нижнего-среднего миоцена [Maiya, Murata, 1977].

Слои с *Cyclammina pilvoensis*. Выделены в пильской свите Пильского разреза по частоту и характерному присутствию вида-индекса. По Л.С.Жидковой с соавторами [1981], здесь снизу вверх выделяются слои с *Haplophragmoides compressus*, с *Cyclammina pilvoensis*, *Haplophrag-*

moides indentatus, *Martinottiella communis*, *Plectina nipponica* и с *Martinottiella communis*, *Haplophragmoides indentatus*. Нам такого дробного расчленения провести не удалось.

Многие виды, входящие в комплекс данных слоев, широко распространены в нижне-среднемиоценовых отложениях Дальнего Востока. Они отмечены в невельской, аусинской, кура-сийской и маруямской свитах Юго-Восточного Сахалина [Опорный разрез... (Макаровский разрез), 1992], какертской свите Западной Камчатки [Серова, 1978; Атлас фауны..., 1984], пестро-цветной свите о. Карагинского [Серова и др., 1975], формации Ваккауненбецу Хоккайдо [Tai, Kato, 1981]. Н.А. Волошинова с соавторами [1970] отмечают со ссылкой на Т.Матсунага [Matsunaga, 1963] сходство комплекса фораминифер пильской свиты с комплексом слоев с *Spirosigmoilinella compressa*, выделяемых Т.Матсунага в нижней части формации Каракава, в формациях Кузанаги и Оннагава Северного Хонсю. Последняя формация, по данным К.Азано и Т.Такаянаги [Asano и Takayanagi, 1965], относится к среднему миоцену.

Слои с *Haplophragmoides renzi*, *Liebusella laevigata*, *Cyclammina postpilvoensis*. Выделены в каскадной свите. Здесь часто присутствует *Haplophragmoides renzi* Asano, кроме того впервые появляются *Liebusella laevigata* Volosh., *Cyclammina postpilvoensis* V.Kuzn. и ряд других форм. В верхах каскадной свиты и в нижней половине венгерийской Л.С. Жидкова и др. [1981] выделяют слои с *Cyclammina excavata*, *Euvigerina carmeloensis*, не найденные нами.

В каскадной свите встречены фораминифера, имеющие широкий стратиграфический интервал распространения – в основном в пределах нижнего-верхнего миоцена. Л.С. Жидкова с соавторами [1981] отмечают, что в комплексе каскадной свиты присутствует много близких форм из нижней части окобайской свиты Охинско-Эхабинского района Северного Сахалина. По стратиграфическому положению свиты между нижне?-среднемиоценовыми отложениями пильской свиты и верхнемиоценовыми отложениями венгерийской свиты она может датироваться средним-верхним миоценом.

Слои с *Ammomarginulina plana*, *A. rugosa*, *Euvigerina* spp.. Выделены в венгерийской свите. В них массово присутствуют *Ammomarginulina plana* Volosh. и *A. rugosa* Volosh., харак-

терны *Euvigerina subperegrina* Cush. et Kleinpell, *E. auberiana* (Orb.), *E. morimachiensis* (Matsunaga), *E. yabei* (Asano). Эти слои соответствуют слоям с *Ammomarginulina rugosa*, *Euvigerina subperegrina*, *Nonionella* spp. Л.С. Жидковой и др. [1981]. В выделенных слоях также много форм с широким стратиграфическим интервалом распространения, однако наряду с ними встречены виды, известные в основном из верхнемиоценовых отложений Сахалина, Японии и Калифорнии: *Euvigerina yabei* (Asano), *E. subperegrina* Cush. et Kleinpell, *E. peregrina* (Cush.), *E. carmeloensis* (Cush. et Kleinpell), *Uvigerina segundoensis* Cush. et Galliher и некоторые другие.

Дальнейшее расчленение из-за недостатка собственных данных приводится по Л.С. Жидковой с соавторами [1981].

Слои с *Haplophragmoides impressus*, *Islandiella miocenica*, *Criboelphidium vulgare*. Выделены в маямрафской свите. Комплекс этих слоев беден; преобладают виды, известные из средне-верхнемиоценовых отложений Дальнего Востока.

Слои с *Buccella niigataensis*, *Islandiella laticamerata*. Выделяются в нижней части маттиукской свиты. В ее верхней части фораминифера обнаружены не были. Комплекс этих слоев также отличается бедностью видового состава. Л.С. Жидкова и др. [1981] отмечают преобладание здесь плиоценовых форм, встречающихся на о.Хоккайдо (ярус Сетана).

Слои с *Retroelphidium clavatum*, *Elphidium jensei*, *Polymorphina* spp. (P. charlottensis). Характеризуют низы помырской свиты. Данные слои содержат в основном виды, известные из плиоценовых отложений, а также современные.

Палеогеография

Анализ комплексов фораминифер позволяет сделать некоторые палеогеографические построения, касающиеся в основном глубины бассейна (рис. 14). При этом нами в основном использовались работы по распределению современной фауны бентосных фораминифер в Тихоокеанском регионе (Троицкая, 1973; А.В. Фурсенко, К.Б. Фурсенко, 1973; Саидова, 1975; А.В. Фурсенко и др., 1979).

В угленосных слоях мачигарской свиты обнаружены редкие представители мелководных эв-



Рис. 14. Изменение глубины палеобассейна в палеоген-неогеновое время (по фораминиферам)

ригалинных родов *Miliammina* и *Trochammina*, что свидетельствует об очень небольшой глубине бассейна и, скорее всего, некотором опреснении. Остальная часть мачигарской свиты содержит комплекс фораминифер, состоящий в основном из мелководных квинквелокулин, эльфидид и нонионид, обитавших на глубинах, не превышавших 100–150 м.

Во время отложения осадков тумской свиты произошло некоторое углубление бассейна; здесь наряду с относительно мелководными порозоратиями и исландиеллами встречены

сравнительно глубоководные представители агглютинирующих фораминифер. Эти формы обитали, видимо, в пределах внешней сублиторали — верхней батиали. Интересно присутствие в комплексе довольно теплолюбивых порозоратий.

Слои с *Spirosigmoilinella compressa*, *Martinottiella communis* и слои с *Cyclammina pilvoensis*, то есть верхняя часть тумской и пильская свиты Пильского разреза и нижняя часть пильской свиты Мачигарского разреза, отлагались в еще более глубоководных обстановках батиали. Здесь доминируют такие глубоководные роды, как *Bathysiphon*, *Spirosigmoilinella*, *Martinottiella*, *Cyclammina*, *Plectina*.

Осадки каскадной свиты отлагались также в глубоководных условиях. В комплексе преобладают глубоководные агглютинирующие формы, в частности *Haplophragmoides renzi* Asano и *H. indentatus* Volosh., значительная глубина обитания которых была показана Н.А.Волошиновой и Л.С.Леоненко [1973]. Кроме того здесь встречены планктонные фораминиферы. В этой же работе Н.А.Волошиновой и Л.С.Леоненко отмечено, что в мелководных фациях нижней части окобыкайской свиты Северного Сахалина, с которой они частично сопоставляют каскадную свиту, встречаются представители теплолюбивого рода *Ammonia*. Аммонии также известны в более глубоководных фациях; такие находки эти исследователи объясняют сносом их раковин вниз по склону супензионными потоками. Интересно, что и в нашем случае среди глубоководного комплекса фораминифер встречены мелководные букцеллы, что можно объяснить аналогичным образом.

В венгерской свите наряду с относительно глубоководными формами появляются достаточно мелководные *Haplophragmoides impressus* Volosh., *H. carinatus* Cush. et Renz [Волошина, Леоненко, 1973], *Isandiella*, *Cassidulina*. Отложение осадков происходило уже в шельфовой зоне. С венгерской свиты начинается прогрессивное обмеление бассейна, увеличивается роль мелководных эльфидид, исландиелл, букцелл, совсем исчезают глубоководные формы. Комплекс нижней части помырской свиты состоит уже исключительно из крайне мелководных видов, обитавших, видимо, в верхней части сублиторали. При этом происходил активный перемыв ранее образовавшихся пород и переотложение более древних фораминифер.

4.3. Диатомеи

Первые сведения о таксономическом составе диатомовых комплексов п-ова Шмидта были получены в 30-е годы Н.Н.Забелиной и В.Е.Шляпиной и приведены в публикации Е.М.Смехова [1934]. Дальнейшее изучение кремневого фитопланктона связано с именами В.С.Шешуковой-Порецкой [1967], А.П.Жузе [1959, 1961, 1962], З.И.Глазер [1966], которые установили несколько разновозрастных комплексов диатомей миоцена-плиоцена и дали их подробное описание. В работе Ю.Б. Гладенкова и Н.Г. Музылева [1972] была сделана первая попытка прямой корреляции комплексов моллюсков и диатомей и определения их возраста на основе корреляции с биостратиграфическими подразделениями Японских островов. Т.А.Куклина и А.И.Моисеева [Жидкова и др., 1981], используя зональную шкалу И.Коидзуми, установили в Пильском разрезе зону *Denticula lauta* среднего миоцена в каскадной свите, зону *Denticula hustedtii* среднего-верхнего миоцена в венгерской свите и зону *Denticula kamtschatica* (верхний миоцен–нижний плиоцен) в маямрафской свите.

По материалам, собранным Д.И.Витухиным во время экспедиции Геологического института РАН в 1979 г., была изучена послойная коллекция диатомовой флоры из Пильского и Мачигарского разрезов западного и северного побережья полуострова [Орешкина, Витухин, 1987; Орешкина 1990]. Приведенные ниже результаты базируются на переизучении этой коллекции с учетом новых данных по биостратиграфии и таксономии диатомей, полученных за прошедшее десятилетие. Для отдельных интервалов разреза использован дополнительный материал, собранный во время экспедиции Геологического института РАН в 1996 г.

Лабораторная обработка образцов проводилась по стандартной методике [Диатомовые..., 1974] с обогащением в тяжелой жидкости. В случае плохой сохранности створок в породах использовалась методика кислотного растворения карбонатных и фосфоритовых конкреций с последующим обогащением в тяжелой жидкости. Просмотр препаратов проводился при увеличении $\times 500$, видовые определения – при увеличении $\times 1250$. Количественное содержание видов оценивалось по 4-балльной шкале.

Предлагаемое зональное расчленение Мачи-

гарского и Пильского разрезов (рис. 15, 16, 17) проведено на основе последней модификации зональной диатомовой шкалы для северной части Тихого океана [Barron, Gladenvkov, 1995].

Мачигарский разрез.

В мачигарской свите комплекс диатомей плохой сохранности выделен из карбонатных конкреций, приуроченных к верхней части свиты (толща 6). Комплекс представлен немногочисленными створками *A. ingens* var. *planus* Whiting et Schrader, *Kisseleviella* sp. A sensu Akiba (pl. 4, fig. 8, 9, 10, in Morita et al., 1996), близкой к *Kisseleviella ezoensis* Akiba и иногда идентифицируемой как этот вид (pl.6, fig. 12, in Gladenvkov, Barron, 1995), *Rocella vigilans* Fenner, *Cosmiodiscus insignis* Jousé, *Cestodiscus kugleri* Lohman, *Pyxidicula* spp., *Ikebea tenuis* (Brun) Akiba, *Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg, *C. cf. apiculatus* Ehrenberg, *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve. По имеющимся данным [Gladenvkov, Barron, 1995] первые три вида из приведенного списка совместно встречаются только в нижней части зоны *Thalassiosira praefraga*, соответствующей верхам олигоцена. Таким образом, по данным изучения диатомей для верхней части мачигарской свиты не исключен позднеолигоценовый возраст.

Тумская свита, залегающая выше, также слабо охарактеризована диатомеями. Комплекс плохой сохранности выделен лишь из верхней части свиты. Четких индикаторов возраста среди встреченных диатомей не найдено, отмечаются *Pyxidicula* spp., *Xanthiophraxis* sp., *Proboscia* sp., силикофлягеллята *Naviculopsis constricta* (Schulz) Frenguelli. Хотя, по имеющимся данным [Perch-Nielsen, 1985], последний вид вымирает в основании миоцена, этого факта недостаточно для однозначного определения возраста. Возраст тумской свиты, таким образом, определен как позднеолигоценовый-раннемиоценовый.

В толще диатомитов, залегающих стратиграфически выше и традиционно картируемых как диатомовая свита, а в данной работе отнесенных к пильской свите (толща 12), установлена зона *Denticulopsis lauta* (средний миоцен). Зональный комплекс прекрасной сохранности с высоким индексом таксономического разнообразия включает *Denticulopsis lauta* (Bail.) Simonsen, все вариететы *Actinocyclus ingens* включая var. *nodus* Baldauf, *A.tzugariensis* Kanaya, *Rouxia naviculoides* Schrader, *Proboscia praearbaroi* (Schrader) Jordan et Priddle, *Cavatatus lanceolatus* Akiba et

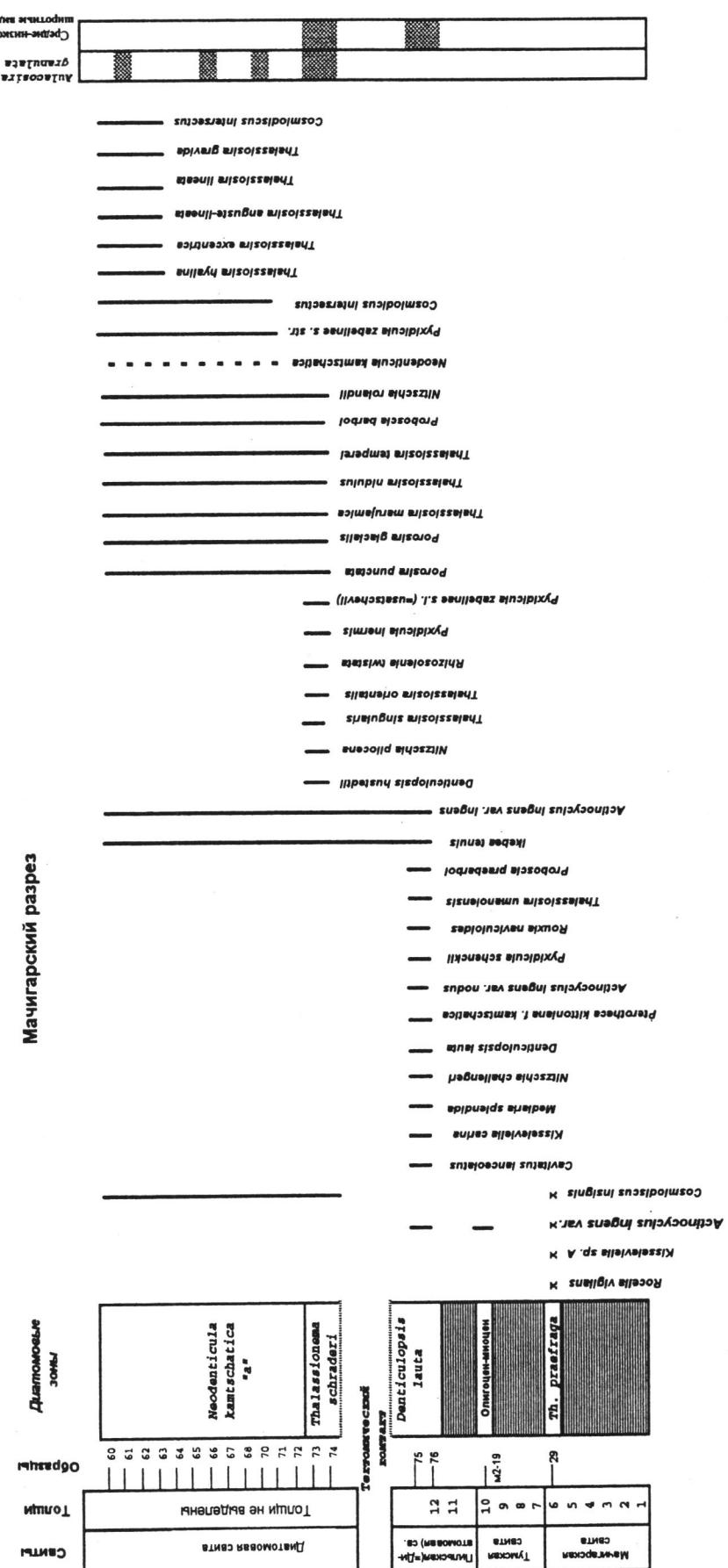


Рис. 15 Зональное расщепление и стратиграфическое распространение редких видов диатомей в Мачигарском разрезе. Горизонтальный штриховкой показаны интервалы разреза, где диатомии не найдены. Показаны уровни относительного увеличения количества экологически значимых видов



Рис. 16. Зональное расположение и стратиграфическое распространение редких видов диатомей, уровни увеличения количества экологически значимых видов в Пильском разрезе

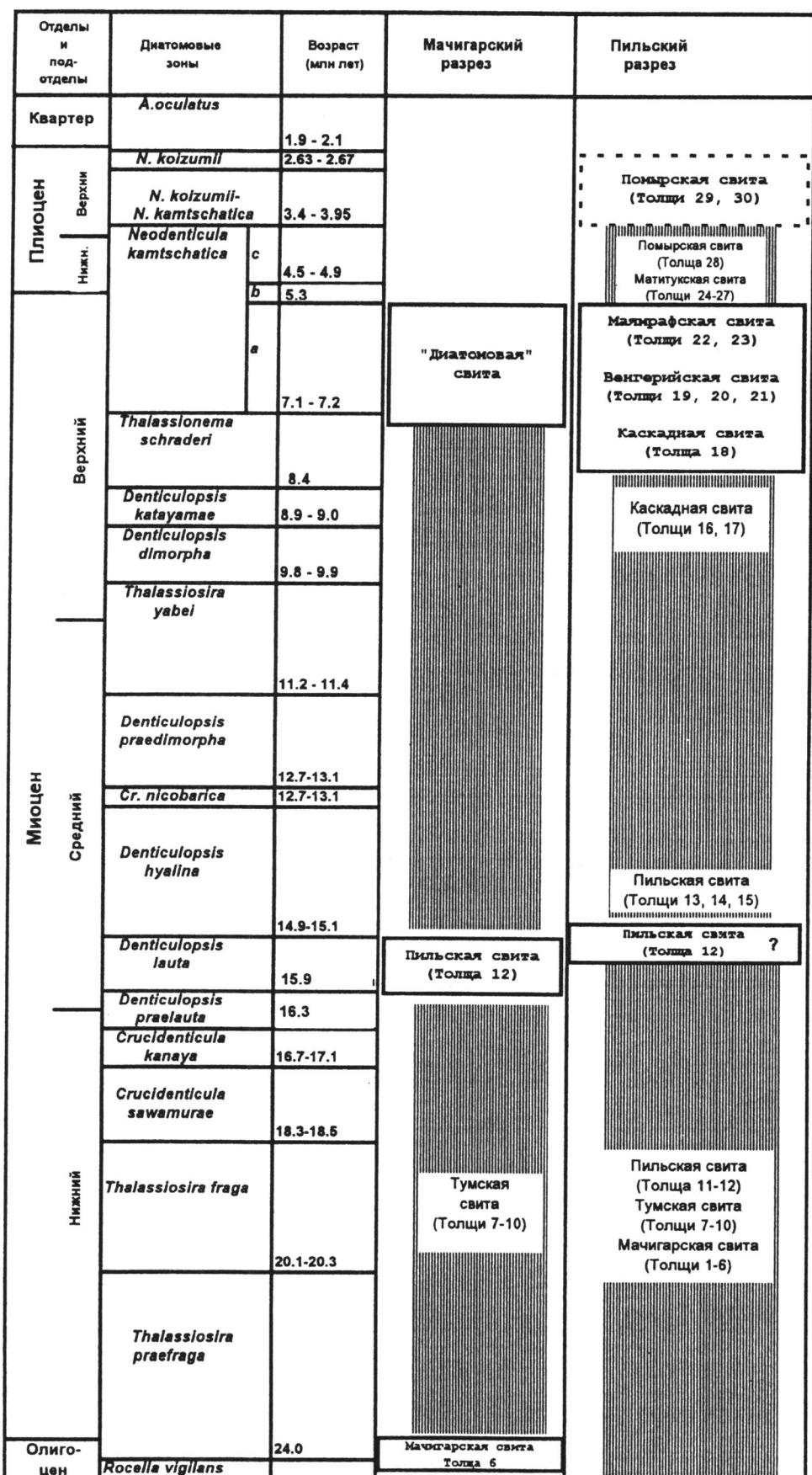


Рис. 17. Стратиграфическое расчленение и корреляция Мачигарского и Пильского разрезов. Использована последняя модификация [Barton, Gladenkov, 1995; Gladenkov, Barton, 1995] зональной диатомовой шкалы северотихоокеанской области. Вертикальной штриховкой показаны интервалы разреза, где диатомеи не найдены или присутствуют в виде неопределенных остатков, а также перерывы

Hiramatsu, C. jouseanus (Sheshukova-Poretskaya) Williams, C.miocenicus (Schrader) Akiba et Yanagisawa, Mediaria splendida Sheshuk., Rouxia naviculoides Schrader, Pyxidicula schenckii (Kanaya) Strel. et Nikolaev, Ikebea tenuis (Brun) Akiba, Pterotheca kittoniana var. kamtschatica Gaponov, Kisseleviella carina Sheshuk., Nitzschia challengerii Schrader, N. cf. clementia Gombos, Thalassiosira umanoensis Akiba. Отмечается высокая численность представителей спор Chaetoceros, Xanthio-pyxis, Pseudopyxis, Stephanogonia, присутствие тропических элементов *Actinocyclus ellipticus* Grun., *Triceratium condecorum* Bright. В целом, такой состав комплекса типичен для интервала зон *Denticulopsis lauta* – *Denticulopsis hyalina*, однако присутствие *Cavatatus lanceolatus*, приуроченного к узкому интервалу зоны *Denticulopsis lauta* [Akiba et al., 1993] и более точное определение редко встречающихся *Denticulopsis*, как *D. lauta*, позволяет уточнить его стратиграфическую позицию.

Верхнемиоценовая зона *Thalassionema schraderi*, а точнее ее интервал, заключенный между последним появлением зонального индекс-вида и первым появлением *Neodenticula kamtschatica* (Zabelina) Akiba et Yanagisawa (т.е. зона *Rouxia californica* в схеме Akiba [1986]), установлена в толще диатомитов ("диатомовая свита") выше по разрезу. Комплекс включает среднемиоценовые виды *Denticulopsis hustedtii* (единично), *Thalassiosira temperei* (Brun) Akiba et Yanagisawa, *Proboscia barboi* (Brun) Jordan et Priddle, *Actinocyclus ingens* Rattray и новые элементы позднемиоценовой диатомовой флоры *Cosmiodiscus insignis* Jousé, *Thalassiosira nidulus* Jousé, *Porosira punctata* (Jousé) Makarova, *Nitzschia pliocena* (Brun) Kanaya et Koizumi, *N. rolandii* Schrader em. Koizumi, *Thalassiosira singularis* Sheshuk., *T. orientalis* Sheshuk., *T. antiqua* (Grun.) Cl., *T. marujamica* Sheshuk., *Porosira glacialis* (Grun.) Jørgensen, *Pyxidicula inermis* (Jousé) Strel. et Nikolaev, *P. zabelinae* (Jousé) Strel. et Nikolaev s.l., *Rhizosolenia twistata* Whiting et Schrader. На отдельных уровнях разреза увеличивается численность *Aulacosira granulata* Simonsen (см. рис. 15).

Подзона а зоны *Neodenticula kamtschatica* (верхний миоцен) установлена в средней части толщи диатомитов. Зональная граница проводится по появлению зонального вида *Neodenticula kamtschatica* (Zabelina) Akiba et Yanagisawa, совпадающего с резкой сменой доминантов –

P.inermis и *P.zabelinae* s.l. (=*T.usatschevii* Jousé), замещаются близкой по морфологии *P.zabelinae* (Jousé) Strel. et Nikolaev s.str. (=*T.zabelinae* Jousé). Одновременно появляется форма, близкая к *Cosmodiscus intersectus* (Brun) Jousé.

В верхней части диатомовой свиты комплекс обогащается рядом видов, в основном характерных для современной аркто- boreальной области Пацифики. Это *Thalassiosira gravida* Cl., *T. hyalina* (Grun.) Gran, *T. anguste-lineata* (A.S.) Fryxell et Hasle, *T.excentrica* (Ehr.) Cl. Наряду с ними присутствует ряд представителей группы видов, вымирающих в основании плиоцена, например, *T.temperei* (Brun) Akiba et Yanagisawa, *T.nidulus* (Tempere et Brun) Jousé, *N. rolandii* Schrader. Таким образом, этот комплекс можно рассматривать как переходный между миоценом и плиоценом.

Пильский разрез. В мачигарской и тумской свитах диатомеи не обнаружены. В отложениях пильской свиты отмечаются следы присутствия диатомей в виде неидентифицируемых остатков. Непредставительный комплекс плохой сохранности удалось выделить лишь из фосфоритовых конкреций толщи 12. Он содержит два толстостенных вида – *Coscinodiscus marginatus* Ehr. и *Actinocyclus ingens* var. *nodus* Baldauf. Хотя последний вид имеет ограниченный интервал распространения в зонах *Denticulopsis hyalina* – *Denticulopsis lauta* среднего миоцена, делать уверенные определения возраста по одному виду не представляется возможным.

В нижней части каскадной свиты (толщи 16–17) диатомеи отсутствуют.

Зона *Thalassionema schraderi* верхнего миоцена установлена в толщах, соответствующих верхней части каскадной свиты (толща 18), всей венгерийской свите (толщи 19, 20, 21) и нижней части маямрафской свиты (толща 22). Так же как и в Мачигарском разрезе, рассматриваемый интервал Пильского разреза соответствует, по-видимому, лишь верхней части зоны *Thalassionema schraderi*. Однако, в отличие от Мачигарского разреза, здесь она представлена двумя ассоциациями. Первая, не установленная в Мачигарском разрезе, представлена массовой встречаемостью *Coscinodiscus marginatus* Ehr. Отмечены редкие *Thalassiosira temperei* (Brun) Akiba et Yanagisawa, *Actinocyclus ingens* Rattray, *Proboscia barboi* (Brun) Jordan et Priddle, *Porosira punctata/haynaldiella* (Jousé) Makarova, *Cosmiodiscus*

cus insignis Jousé. Вторая ассоциация близка по составу к комплексу зоны *Thalassiosira schraderi* в Мачигарском разрезе и отличается присутствием вида, описанного ранее [Орешкина, Витухин, 1987] как *Thalassiosira praekgryophila* Oreshkina, распространение которого ограничено рассматриваемым интервалом разреза (толща 21), а также *Coscinodiscus denarius* A.S., *Coscinodiscus cf. denarius*. Характерна высокая численность *Rouxia californica* Peragallo, *Cavatatus jouseanus* (Sheshuk.) Williams.

Подзона а зоны *Neodenticula kamtschatica* (верхний миоцен) установлена в верхней части маямрафской свиты (толща 23). Также как и в средней части диатомовой свиты, здесь прослеживается резкая смена *Pyxidicula zabelinae* (=T.usatschevii) на *P.zabelinae s. str.* (=T.zabelinae). Отмечено появление и таких новых элементов, как *Neodenticula kamtschatica*, *Porosira glacialis*, *Thalassiosira gravida*, *Cosmiodiscus intersectus*.

В залегающей выше матитукской свите (толщи 24–27) и в нижней части помырской свиты (толща 28) диатомеи не найдены.

Комплекс диатомей из верхней части помырской свиты (толщи 29–30) не содержит зональных видов. Кроме того, определение его стратиграфического положения осложняется высоким содержанием переотложенных форм из нижележащих толщ. По-видимому, можно предположить, что помырская свита соответствует интервалу зон второй половины плиоцена – *Neodenticula koizumii* – *Neodenticula kamtschatica*/*Neodenticula koizumii*. Комплекс толщи 29 характеризуется высоким содержанием сублиторальных и тихопелагических видов, переотложенных форм из нижележащих толщ, представителей плиоценового пресноводного планктона – *Cyclotella cf. temperei* Pant., *Melosira jouseana* Moiss., широко распространенных в озерных отложениях Дальнего Востока. Отмечены *Thalassiosira tertaria* Sheshuk., *T. jouseae* Akiba, *Proboscia barboi* (Brun) Jordan et Priddle, *Pyxidicula zabelinae* (Jousé) Makarova et Moisseeva s. str. Такой состав не противоречит плиоценовому возрасту этой толщи. Характерной особенностью ассоциации из толщи 30 является появление формы, описанной как *Pyxidicula schmidii* [Орешкина, Витухин, 1987], отличающейся от *P.zabelinae* тангенタルной складкой в центральной части створки и более резким уменьшением размеров ареол на загибе створки. При этом чис-

ленность *P. zabelinae* сокращается до единичных экземпляров, что характерно для последней зоны плиоцена *Neodenticula koizumii*. Кроме того существует *Thalassiosira tertaria* Sheshukova, которая обычно не переходит нижнюю границу зоны *Neodenticula koizumii*, а также *T. cf. gravida*, *Coscinodiscus pustulatus* Mann. Таким образом, специфический состав диатомовых ассоциаций помырской свиты не позволяет провести зональное расчленение.

Корреляция Мачигарского и Пильского разрезов. Полученные по диатомеям данные позволяют провести корреляцию разрезов западного и северо-западного побережья п-ова Шмидта (рис. 17). Наиболее древние уровни с остатками диатомей, установленные лишь в Мачигарском разрезе, приходятся на конец олигоцена (зона *Thalassiosira praefragata* в верхней части мачигарской свиты) и, возможно, начало миоцена (верхняя часть тумской свиты). Среднемиоценовый эпизод накопления диатомитов пильской свиты (зона *Denticulopsis lauta*) отчетливо выражен на северном побережье Сахалина в Мачигарском разрезе и, возможно, трассируется и на западное побережье. Однако вопрос об одновозрастности пильской свиты Пильского разреза и нижней части "диатомовой свиты" Мачигарского разреза нуждается в дальнейшем изучении.

Позднемиоценовый эпизод, охарактеризованный биогенным кремненакоплением, соответствует зонам *Thalassiosira schraderi*, *Neodenticula kamtschatica* (подзоны а). Он прослеживается в обоих разрезах, что позволяет синхронизировать среднюю и верхнюю части диатомитов Мачигарского разреза с верхней частью каскадной, всей венгерийской и нижней частью маямрафской свиты. Предположительно позднеплиоценовый эпизод установлен лишь в помырской свите Пильского разреза.

Палеоэкологические и палеогеографические аспекты изученных диатомовых ассоциаций. Наиболее древняя ассоциация мачигарской свиты, датированная поздним олигоценом, крайне бедна в таксономическом и количественном отношении, поэтому интерпретировать ее крайне затруднительно. Можно лишь отметить, что в общих чертах она соответствует ассоциациям из океанических осадков северной части Тихого океана [Gladenkov, Barron, 1995] и имеет такой же космополитический характер, как и все известные ассоциации конца олигоцена-начала миоцена [Орешкина, 1993].

Среднемиоценовые ассоциации пильской свиты практически идентичны хорошо известным ассоциациям из наземных и океанических разрезов Японского и Калифорнийского секторов Тихого океана [Akiba, 1986] и отражают условия первого климатического оптимума миоцена, во время которого водная масса со сходными гидрологическими параметрами охватывала пространство от средних до высоких широт, включая Северный Сахалин.

Неритические ассоциации конца миоцена – перехода к плиоцену в северо-западной части Тихого океана отличаются высоким таксономическим разнообразием, связанным с интенсивным появлением новых элементов диатомовой флоры на фоне сохранения отдельных среднемиоценовых видов. Комплексы зоны *Thalassionema schraderi* в Пильском и Мачигарском разрезах (см. рис. 15, 16) содержат ряд видов с узким диапазоном стратиграфического распространения (*Thalassiosira singularis*, *Nitzschia pliocena*, *N.rolandii*, *P. inermis*, *P.usatschevii*, *T. praekryophila*, *Coscinodiscus denarius*, *Cos. cf. denarius*). Отмечается появление представителей тропических родов (*Lithodesmium*, *Hemidiscus*, *Pseudotrikeratium*, *Azpeitia*), увеличение разнообразия рода *Nitzschia*, вспышка численности реликтовых среднемиоценовых видов (*Ikebea tenuis*, *Cavatatus jouseanus*, *Rouxia californica*). Интересным явлением, прослеживающимся в неритических ассоциациях Сахалина и Вост. Камчатки (о-в Карагинский) [Орешкина, 1993], является резкая смена породообразующих видов рода *Ruixidicula* на границе зон *Thalassionema schraderi* и *Neodenticula kamtschatica*. Комплексы последней зоны по сравнению с комплексами о-ва Карагинского [Гладенков и др., 1992] отличаются несколько меньшей численностью холодноводных элементов.

Ассоциации помырской свиты и ее одновозрастных аналогов на Сахалине отличаются большим количеством переотложенных створок из нижележащих толщ, заметной долей пресноводных диатомей и нечеткой экологической структурой комплексов, проявляющейся в отсутствии выраженной доминирующей группы видов, что, вероятно, отражает нестабильность бассейна осадконакопления, близость к берегу, активные эрозионные процессы.

В Мачигарском разрезе, начиная с позднемиоценового уровня, установлены периоды увеличения численности представителей пресноводного

планктона континентальных водоемов *Aulacosira granulata* Simonsen, что, возможно, отражает усиление влияния приконтинентальных дальневосточных опресненных водных масс. Для Пильского разреза характерно развитие эндемичных форм – *Thalassiosira praekryophila*, *Coscinodiscus cf. denarius* в позднем миоцене (зона *Thalassionema schraderi*) и *Ruixidicula schmidii* в позднем плиоцене.

Таксономическое приложение

- Actinocyclus ingens* f. *ingens* Whiting et Schrader, 1985, p. 74, pl. 1, fig. 112; pl. 2, fig. 9-10; pl. 3, fig. 13. (Табл. XVII, фиг. 1, 2)
- Actinocyclus ingens* f. *nodus* Baldauf in Baldauf and Barton, 1980, p. 104, pl. 1, figs. 5-9. (Табл. XVI, фиг. 15; табл. XVII, фиг. 4)
- Actinocyclus ingens* f. *planus* Whiting et Schrader, 1985, p. 74, pl. 3, fig. 12. (Табл. XVI, фиг. 2; табл. XVII, фиг. 3)
- Actinocyclus tzugariensis* Kanaya, 1959, p. 99, pl. 8, figs. 5-8.
- Asteromphalus robustus* Castracane (1825); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 29, фиг. 2. (Табл. XXIV, фиг. 2; табл. XXII, фиг. 12)
- Aulacosira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, 1979, p. 58; Akiba, 1986, pl. 29, figs. 6-9. (Табл. XXI, фиг. 3)
- Azpeitia cf. noduliger* (A.Schmidt) Fryxell et Sims, 1986, p. 19; Akiba, 1986, pl. 3, fig. 6 (Табл. XXI, фиг. 5)
- Cavatatus jouseanus* (Sheshukova) Williams, 1989 in in Akiba et al., 1993, figs. 6-19-20. (Табл. XX, фиг. 7)
- Cavatatus lanceolatus* Akiba et Hiramatsu, in Akiba et al., 1993, p. 22, figs. 1-6, 7. (Табл. XVII, фиг. 22, 23, 25)
- Cavatatus lineatus* (Sheshukova) Akiba et Hiramatsu, in Akiba et al., 1993, figs. 6-17-18, figs. 8-1-10.
- Cavatatus miocenicus* (Schrader) Akiba et Yanagisawa, in Akiba et al., 1993, p. 28, fig. 9. (Табл. XVII, фиг. 24)
- Cestodiscus kugleri* Lohman, 1974, p. 340, figs. 4, 5, 8; Morita et al., 1996, pl. 1, fig. 7. (Табл. XVI, фиг. 8)
- Chaetoceros cinctus* Gran (1897); Шешукова-Порецкая, 1967, с.206, табл. 33, фиг. 9. (Табл. XIX, фиг. 8)
- Chaetoceros incurvis* Bailey (1854); Шешукова-Порецкая, 1967, с.207, табл. 33, фиг. 10. (Табл. XXII, фиг. 6; табл. 9, фиг. 3)
- Cladogramma californicum* Ehrenberg (1854); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 19, фиг. 4. (Табл. XIX, фиг. 13)
- Coccconeis pinnata* Gregory (1857); Диатомовый анализ, т. 3, 1950, табл. 28, рис. 7. (Табл. XXIV, фиг. 9)
- Coccconeis pribilofensis* Hanna, 1970, p. 184, fig. 34. (Табл. XXIV, фиг. 9, 13)
- Coccconeis sparsipunctata* Brun (1891); Гладенков и др., 1992, табл. 53, фиг. 4-6. (Табл. XXIV, фиг. 10)
- Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg (1844); Andrews, 1976, pl. 2, fig. 3. (Табл. XVI, фиг. 9; табл. 7, фиг. 1)
- Coscinodiscus denarius* A.Schmidt (1875-1959); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 21, фиг. 4. (Табл. XXI, фиг. 14, 18)
- Coscinodiscus cf. denarius* A.Schmidt. (Табл. XXI, фиг. 17)
- Coscinodiscus marginatus* Ehrenberg (1841); Шешукова-Порецкая, 1967, с. 156, табл. 2, фиг. 8; табл. 17 фиг. 4; табл. 18, фиг. 1.

- Coscinodiscus obscurus* Schmidt (1875-1959); Шешукова-Порецкая, 1967, с. 164, табл. 23, фиг. 1. (Табл. XVIII, фиг. 1, 4)
- Coscinodiscus pustulatus* Mann (1907); Hanna, 1970, fig. 12, 19-24. (Табл. XXIV, фиг. 12)
- Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg (1839); Hanna, 1970, figs. 4, 8, 17. (Табл. XXIV, фиг. 11)
- Cosmiodiscus insignis* Jousé, Жузе, 1959, табл. 4, фиг. 3; Шешукова-Порецкая, 1967, стр. 175, табл. 25, фиг. 2. (Табл. XVI, фиг. 5, 6; табл. XXI, фиг. 1, 2, 12; табл. XXIII, фиг. 8)
- Cosmiodiscus intersectus* (Brun) Jousé, Жузе, 1959, табл. 2, фиг. 3, 4; Жузе, 1961, с. 68, табл. 2, фиг. 9, 10. (Табл. XXI, фиг. 6)
- Cyclotella temperei* Peragallo et Heribaud; Диатомовые водоросли СССР, 1974, табл. 77, фиг. 1. (Табл. XXIII, фиг. 12)
- Cymatosira debyi* Témperc et Brun (1889); Шешукова-Порецкая, 1967, с. 237, табл. 40, фиг. 7; табл. 41, фиг. 1. (Табл. XXII, фиг. 7)
- Denticulopsis hustedtii* (Simonsen and Kanaya) Simonsen, Akiba et Yanagisawa, 1986, p. 488., pl. 17, figs. 4, 5, 7-23; pl. 18, figs. 1-10; pl. 19, figs. 1-5.
- Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen, 1979, p. 64; Akiba, 1986, pl. 26, figs. 15-19. (Табл. XXVII, фиг. 9-12)
- Dicladia capreolus* Ehrenberg (1854); Шешукова-Порецкая, 1967, с. 208, табл. 34, фиг. 1. (Табл. XXII, фиг. 2)
- Eucampia balaustum* Castracane (1886); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 34, фиг. 2. (Табл. XIX, фиг. 6)
- Hemidiscus cuneiformis* Wallich (1860); Schrader, 1973, pl. 1, figs. 6, 7. (Табл. XXII, фиг. 9)
- Ikebea tenuis* (Brun) Akiba, 1986, p. 439, pl. 19, figs. 1-5. (Табл. XVII, фиг. 18, 21)
- Kisseleviella carina* Sheshukova, Шешукова-Порецкая, 1962, с. 207, рис. 1, табл., фиг. 2; Akiba, Yanagisawa, 1986, p. 494, pl. 36, figs. 1-13; pl. 37, figs. 1-9. (Табл. XVII, фиг. 15-17)
- Kisseleviella* sp. A sensu Akiba in Morita et al., 1996, pl. 4, figs. 9-10; - *Kisseleviella carina* Shshrukova? Gladenkov, Barron, 1995, pl. 6, fig. 12. (Табл. XVII, фиг. 14, 19)
- Lithodesmium minusculum* Grunow (1883); Schrader, 1973, pl. 12, figs. 15, 17. (Табл. XXII, фиг. 4)
- Mediaria splendida* Sheshukova, Шешукова-Порецкая, 1962, p. 210, fig. 2, рис. 5. (Табл. XVII, фиг. 20)
- Melosira jouseana* Moisseeva, 1971, с. 24, табл. 1, фиг. 1-10; табл. 12, фиг. 7-11. (Табл. XXIII, фиг. 9)
- Neodenticula kamtschatica* (Zabelina) Akiba, Yanagisawa, 1986, p. 490, pl. 21, figs. 7-21; pl. 22, figs. 1-12. (Табл. XX, фиг. 2)
- Nitzschia challengerii* Schrader, 1973, p. 707, pl. 5, figs. 10-14; Akiba, 1986, pl. 25, figs. 28-32. (Табл. XVII, фиг. 8; табл. XVII, фиг. 5, 6)
- Nitzschia cf. clementei* Gombos, 1976, p. 595, pl. 8, figs. 18-20. (Табл. XVII, фиг. 2)
- Nitzschia pliocena* (Brun) Mertz (1966); Akiba, Yanagisawa, 1986, pl. 40, figs. 1-7; (Табл. XX, фиг. 3)
- Nitzschia rolandii* Schrader, emend. Koizumi, 1980, p. 396, pl. 2, figs. 15-20; Schrader, 1973, p. 708, pl. 26, figs. 3-4, pl. 5, figs. 31
- Odontella aurita* (Lyngbye) Agarth (1830); Sancetta, 1982, p. 234, pl. 3, figs. 11-12; (Табл. XXII, фиг. 11)
- Porosira glacialis* (Grunow) Jørgensen (1905); Sancetta, 1982, pl. 3, figs. 16-18. - *Thalassiosira undulosa* (Mann) Sheshukova, Шешукова-Порецкая, 1967, с. 148, табл. 16, фиг. 1. (Табл. XXII, фиг. 3)
- Porosira punctata* (Jousé) Makarova, Макарова, 1988, p. 1184, pl. 1, figs. 1-16; - *Thalassiosira punctata* Jousé, Шешукова-Порецкая, 1967, с. 64, табл. 1, фиг. 3; табл. 3, fig. 3. (Табл. XX, фиг. 16)
- Proboscia barboi* (Brun) Jordan et Priddle, 1991, p. 56, figs. 1-2; - *Rhizosolenia barboi* (Brun) Témperc et Peragallo, (1908); Akiba, Yanagisawa, 1986, p. 497, pl. 42, figs. 3-5, 7, 10, 11; pl. 44, figs. 1-8; - *Simonseniella barboi* (Brun) Fenner, 1991, p. 108, 110, pl. 3, figs. 1-3. (Табл. XX, фиг. 19)
- Proboscia praabarboi* (Schrader) Jordan et Priddle, 1991, p. 57, figs. 8, 9; - *Rhizosolenia praabarboi* Schrader, 1973, p. 709, pl. 24, figs. 1, 3; - *Simonseniella praabarboi* (Schrader) Fenner, 1991, p. 108. (Табл. XVII, фиг. 26)
- Pseudopodosira elegans* Sheshukova, Шешукова-Порецкая, 1964, с. 75, рис. 1, фиг. 3; рис. 2, фиг. 4, 5; Шешукова-Порецкая, 1967, с. 178, табл. 25, фиг. 4. (Табл. XIX, фиг. 18)
- Pseudopodosira hyalina* Jousé emend. Vekshina, Векшина, 1961; Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 25, фиг. 3. (Табл. XXII, фиг. 8)
- Pseudopyxilla capreolus* Forti (1909); Диатомовый анализ, Т. 2, 1949, с. 209, табл. 98, фиг. 5. (Табл. 4, фиг. 17)
- Pseudopyxilla directa* (Pantocsek) Forti (1909); Schrader, Fenner, 1976, pl. 9, figs. 5, 9. (Табл. 4, фиг. 6)
- Pseudopyxilla rossica* (Pant.) Forti (1909); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 39, фиг. 1.
- Pseudotriceratium cinnomomeum* Grunow (1884); - *Triceratium cinnomomeum*, Schrader, Fenner, 1976, pl. 12, fig. 9. (Табл. XXII, фиг. 10)
- Pterotheca kittoniana* f. *kamtschatica* Gaponow (1927); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 39, фиг. 3; - *Stephanogonia hanzawae* Kanaya, 1959, p. 11, figs. 3-7. (Табл. XIX, фиг. 11, 12)
- Pterotheca subulata* Grunow in Forti (1909); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 39, фиг. 4; табл. 40, фиг. 3. (Табл. XIX, фиг. 7)
- Ruixidicula inermis* (Jousé) Strelnikova et Nikolaev, Стрельникова, Nikolaev, 1986, с. 952; - *Stephanopyxis inermis* Jousé, Жузе, 1959, табл. 2, фиг. 13, 14; 1961, с. 60, табл. 1, фиг. 2; табл. 3, фиг. 1, 2. (Табл. XX, фиг. 17)
- Ruixidicula* (=*Stephanopyxis*) *lineata* (Ehrenberg) Forti (1912); Andrews, 1976, pl. 1, figs. 13, 14. (Табл. XIX, фиг. 9)
- Ruixidicula schenckii* (Kanaya) Strelnikova et Nikolaev, Стрельникова, Nikolaev, 1986, с. 952; - *Stephanopyxis schenckii* Kanaya, 1959, p. 67, pl. 2, figs. 3, 4. (Табл. XVIII, фиг. 2)
- Ruixidicula* (=*Stephanopyxis*) *schmidtii* Oreshkina in Орешкина, Витухин, 1987, с. 97, табл. 1, фиг. 6, 8. (Табл. XXIII, фиг. 1-7)
- Ruixidicula turris* (Greville et Arnott) Strelnikova et Nikolaev, Стрельникова, Nikolaev, 1986, с. 953. (Табл. XIX, фиг. 16)
- Ruixidicula zabelinae* (Jousé) Makarova et Moisseeva, s. str., Макарова, Моисеева, 1986, с. 244, табл. 1, фиг. 2-25; - *Thalassiosira zabelinae* Jousé, Жузе, 1957, табл. 5, фиг. 2. (Табл. 5, фиг. 18)
- Ruixidicula zabelinae* (Jousé) Makarova et Moisseeva s. 1, Макарова, Моисеева, 1986, с. 244, табл. 1, фиг. 2-25; - *Thalassiosira usatschevii* Jousé, 1961, с. 64. (Табл. XX, фиг. 15)
- Raphoneis rhombus* Ehrenberg (1844); Hanna, 1970, fig. 83. (Табл. XXIV, фиг. 5, 6)
- Rhizosolenia twistata* Whiting et Schrader, 1985, p. 256, pl. 5, fig. 19. (Табл. XX, фиг. 4)
- Rocella vigilans* Fenner, 1985, pl. 7, figs. 14-15. (Табл. XVI, фиг. 1)
- Rouxia californica* Peragallo, in Témperc et Peragallo, (1910); Akiba, 1986, pl. 21, figs. 5, 6. (Табл. XX, фиг. 5, 6)
- Rouxia naviculoides* Schrader, 1973, p. 710, pl. 3, figs. 27-32. (Табл. XVII, фиг. 13)

Stellarima microtrias (Ehrenberg) Hasle et Sims, 1976, p. 111. (Табл. XVIII, фиг. 7)

Stephanogonia polyacantha Forti (1913); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 23, фиг. 5. (Табл. XIX, фиг. 10)

Stictodiscus hardmanianus Greville (1868); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 26, фиг. 9. (Табл. XX, фиг. 3)

Thalassionema nitzschiooides (Grunow) H. and M. Peragallo (1901); Akiba, Yanagisawa, 1986, pl. 48, figs. 15-16. (Табл. XIX, фиг. 1, 2)

Thalassiosira anguste-lineata (A. Schmidt) Fryxell et Hasle, 1977, p. 73-75, figs. 22-34; Макарова, 1988, табл. 26, фиг. 10-13; табл. 26, фиг. 1-14. (Табл. XXI, фиг. 11)

Thalassiosira antiqua (Grunow) Cleve-Euler, (1941) Akiba, 1986, pl. 12, figs. 1, 3-4. (Табл. XX, фиг. 11)

Thalassiosira excentrica (Ehrenberg) Cleve (1904); Akiba, 1986, pl. 14, fig. 13. (Табл. XXI, фиг. 13)

Thalassiosira gravida Cleve, (1896); Akiba, 1986, pl. 10, figs. 1-4. (Табл. XXI, фиг. 9, 10; табл. 8, фиг. 11)

Thalassiosira cf. gravida Cleve (1896); - *Thalassiosira antarctica* Comber spora, Sancetta, 1982, pl. 4, fig. 14. (Табл. XXIV, фиг. 1, 2, 4, 7)

Thalassiosira haynaldiella Jousé, Жузе, 1957, с. 191, рис. 5, фиг. 14; Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 14, фиг. 11. (Табл. XX, фиг. 10)

Thalassiosira hyalina (Grunow) Gran (1897); Akiba, 1986, pl. 5, fig. 9. (Табл. XXI, фиг. 7)

Thalassiosira jouseae Akiba, 1986, p. 440, pl. 6, figs. 8-10.

Thalassiosira lineata Jousé, Жузе, 1968, с. 13, табл. 1, фиг. 1, 2; Akiba, 1986, pl. 14, figs. 7, 9.

Thalassiosira manifesta Sheshukova, Шешукова-Порецкая, 1964, с. 72, фиг. 6-7; 1967, с. 147, табл. 11, фиг. 9. (Табл. XX, фиг. 8)

Thalassiosira marujamica Sheshukova, Шешукова-Порецкая, 1959, с. 41, табл. 1, фиг. 7; Akiba, 1986, pl. 13, figs. 1-7. (Табл. XX, фиг. 13)

Thalassiosira nidulus (Témpere et Brun) Jousé, 1961, с. 63. Akiba, 1986, pl. 6, figs. 5-7. (Табл. XX, фиг. 11; табл. XXI, фиг. 4)

Thalassiosira orientalis Sheshukova, Шешукова-Порецкая, 1959, табл. 1, фиг. 9; - *Thalassiosira aff. margaritae* Kozlova, Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 14, фиг. 5. (Табл. XX, фиг. 9)

Thalassiosira praekryophila Oreshkina, Орешкина, Витухин, 1987, с. 97, табл. 1, фиг. 7 - *Thalassiosira kryophila* (Grunow) Jorgensen, Шешукова-Порецкая, 1967, с. 146, табл. 14, фиг. 6. (Табл. XXI, фиг. 15, 16, 19)

Thalassiosira singularis Sheshukova, 1967, с. 145, табл. 14, фиг. 8; табл. 12, figs. 6-8. (Табл. XX, фиг. 14)

Thalassiosira temporei (Brun) Akiba, Yanagisawa, 1986, p. 493, pl. 31, figs. 1-7. (Табл. XX, фиг. 1)

Thalassiosira tertaria Sheshukova, Шешукова-Порецкая, 1967, с. 148, табл. 15, фиг. 2. (Табл. XXIII, фиг. 10)

Thalassiosira umanoensis Akiba, 1986, p. 144, pl. 13, fig. 8-11. (Табл. XVIII, фиг. 8-13)

Triceratium condecorum Brightwell, (1853); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 34, фиг. 3. (Табл. XXII, фиг. 7)

Xanthiopyxis diaphana Forti (1910); Шешукова-Порецкая, 1967, табл. 24, фиг. 4; табл. 26, фиг. 3. (Табл. XIX, фиг. 15)

Xanthiopyxis panduraeformis Pantocsek; Диатомовый анализ, 1949, Т. 2, табл. 84, фиг. 8. (Табл. XIX, фиг. 14, 19)

Naviculopsis constricta (Schulz) Frenguelli (1940); Perch-Nielsen, 1985, pl. 26, figs. 5, 6. (Табл. XVI, фиг. 19)

4.4. Радиолярии

Первые сведения о радиоляриях п-ва Шмидта приведены в статье Г.Э.Козловой (1960), в которой описан и изображен ряд новых видов из отложений пильской свиты района Троптуна и каскадной свиты Пильского разреза. Впоследствии радиолярии из неогеновых отложений Пильского разреза изучались Н.П.Руневой (Жидкова и др., 1981). Ею было отмечено, что остатки радиолярий присутствуют в пильской свите и выше по разрезу. Наиболее разнообразный комплекс с *Lychnocanum nipponicum* Nakaseko отмечен в каскадной свите и нижней части венгерийской свиты. Этот интервал разреза был отнесен Н.П.Руневой к зоне *Lychnocanum nipponicum* (средний-верхний миоцен) зональной шкалы Японии (Nakaseko, Sugano, 1973). В средней части помырской свиты ею же была установлена зона *Spongotrochus glacialis* (плиоцен).

Д.И.Витухиным (Орешкина, Витухин, 1987; Витухин, 1993) радиолярии изучались как из Пильского, так и из Мачигарского разрезов. Образцы на радиоляриевый анализ отбирались не только из пород, но и из карбонатных конкреций, где их скелеты часто имеют лучшую сохранность. Установлено, что в Мачигарском разрезе в мачигарской свите и нижней части пильской свиты их скелеты перекристаллизованы как в породах, так и в конкрециях. Остатки радиолярий обнаружены только в верхней (существенно диатомитовой) части пильской свиты (северо-восточнее оз.Мончигар), где отмечен весьма разнообразный комплекс с *Dendrospryris sachalinensis* Vituchin. Радиолярии обнаружены и в Пильском разрезе. Однако здесь их определимые остатки удалось выделить из фосфатных и карбонатных конкреций нижней части пильской свиты, обнажающейся южнее устья р.Водопадной (сборы В.И.Гречина 1969 г. и С.И.Ступина 1996 г.), а также из верхней части каскадной и нижней части венгерийской свит. В маямрафской свите они не встречены. В матитукской и помырской свитах встречены редкие скелеты радиолярий, которые несут явные следы окатанности и, на наш взгляд, являются переотложенными.

Комплексы радиолярий

В изученных разрезах выделяются четыре комплекса радиолярий (табл. 5).

Таблица 5. Зоны радиолярий в неогене Северного Сахалина

Свиты и толщи	Распространение стратиграфических важных видов радиолярий	Зоны по радиоляриям	Зональная диатомовая шкала	Возраст
1				
Венгерийская свита Толщи 19-20			Thalassionema schraderi	
Каскадная свита Толщи 17-18			Denticulopsis katayamae	
			Denticulopsis dimorpha	
			Thalassiosira yabei	
			Denticulopsis praedimorpha	
			Crucidenticula nicobarica	
			Denticulopsis hyalina	
			Denticulopsis lauta	
			Denticulopsis praelauta	
Пильская свита * Толща 12				
Пильская свита ** верхняя часть (180 м)				

Примечание. * – Пильский разрез, ** – Мачигарский разрез.

1. Комплекс с *Dendrospryris (?) sakaii Sugiyama et Furutani* (=*Dendrospryris sachalinensis Vituchin* = *Acrospryris lingii Shilov*). Установлен в верхней (180 м) существенно диатомитовой части пильской свиты Мачигарского разреза, вскрывающейся в береговых обрывах северо-восточнее оз. Мончигар. Комплекс весьма представителен, в нем доминируют вид-индекс, *Cycladophora ochotica* Vituchin, *Lipmanella pilva* Vituchin, *Spongodiscus osculosus* (Dreyer), *S. craticulatus* (Stohr), *Lithocarpium polyacantha* (Campbell et Clark) group., *Rhizosphaera variabilum* (Nakaseko). Кроме них встречены: *Anthocyrtella (?) kruegeri* (Popofsky), *Botryocella* sp. 1, B. sp. 2, *Botryopera* aff. *oceanica* (Ehrenberg), B. sp., *Cenellipsis* sp., *Ceratocyrtis* aff. *cucullaris* (Ehrenberg), C. (?) sp., *Ceratospryris* sp. 1, C. sp. 2, C. sp. 3, *Cornutella profunda* Ehrenberg, *Cyrtolagena cuspidata* (Bailey), *Excentrosphaerella sphaeroconcha* Dumitrica, *Hexacontium* aff. *okuari* Nakaseko, *Lipmanella (?)* sp., *Liriospryris (?)* sp., *Lithelius* sp., *Lithobotrys* sp. 1, L. sp. 2, *Lithomelissa matschigarica* Vituchin, *L. microptera* Ehrenberg group, *Lophophphaena* (?) sp., L. sp. 1, L. sp. 2, *Pentactinosphaera* aff. *hokurikuensis* (Nakaseko), *Peripyramis* aff. *circumtexta* Haeckel, *Porodiscus bergontianus* Carnevale, *Pseudodictyophimus* sp., *Schizodiscus disymmetricus* Dogiel, *Stylocyrtia stellata* Bailey, *Styptosphaera spumacea* Haeckel, *Tricolocapsa papillosa* (Ehrenberg), T. (?) sp.

Наибольшее сходство данный комплекс имеет с комплексом, установленным в формации Ойдавара (средний миоцен) группы Мицунами префектуры Гифу о.Хонсю [Sugiyama, Furutani, 1992], где присутствует ряд характерных видов нашего комплекса: *Dendrospryris (?) sakaii Sugiyama et Furutani*, *Cycladophora ochotica* Vituchin и *Lipmanella pilva* Vituchin. Основное отличие состоит в том, что в комплексе Мачигарского разреза полностью отсутствуют представители родов: *Eucyrtidium*, *Stylocorys*, *Cyrtocapsella*, *Lamprocyrts*, *Didymocyrts*, *Periphrena* и *Calocycletta*, т.е. относительно тепловодные элементы.

Близкий по систематическому составу комплекс встречен в разрезе, вскрытом скв. 183 DSDP [Витухин, 1993], которая расположена у северного края Алеутской абиссальной равнины вблизи Алеутского желоба. Здесь присутствуют все наиболее характерные виды нашего комплекса: *Dendrospryris (?) sakaii Sugiyama et Furutani*, *Cycladophora ochotica* Vituchin, *Lipmanella*

pilva Vituchin, и *Lithomelissa matschigarica* Vituchin. Однако в целом систематический состав комплекса скважины намного богаче вследствие формирования его в океанической обстановке.

2. Комплекс с *Eucyrtidium inflatum Kling - Lithopera renzae Sanfilippo et Riedel*. Встречен в нижней части пильской свиты (низы толщи 12) Пильского разреза. Радиолярии выделены из прослоя с обильными фосфатными конкрециями (мощностью 0,4 м), расположенного между рыбными сланцами и пачкой глауконитовых песчаников. Скелеты радиолярий выделены путем растворения конкреций в азотной кислоте. Следует отметить, что у ряда выделенных экземпляров и, особенно, у видов, обладающих относительно тонкими (не массивными) скелетами, наблюдалось утоньшение стенок раковин и "сглаживание" наружной скульптуры скелетов.

В комплексе доминируют: *Eucyrtidium inflatum Kling*, *Spongodiscus craticulatus* (Stohr) и *Lithelius* sp. Помимо них встречены: *Styptosphaera spumacea* Haeckel group., *Lithopera renzae Sanfilippo et Riedel*, *Stylocyrtia stellata* Bailey, *Tricolocapsa papillosa* (Ehrenberg), *Excentrosphaerella sphaeroconcha* Dumitrica, *Litchocarpium polyacantha* (Campbell et Clark) group., *Cornutella profunda* Ehrenberg, *Lophophphaena* sp., *Cycladophora bicornis* (Popofsky), *Saccospryris* aff. *robustus* Kruglikova, *Ceratocyrtis* sp., *Botryopera* sp., *Porodiscus bergontianus* Carnevale, единичные представители рода *Stichocorys* и подотряда *Spiridina*. Следует отметить, что в комплексе попадались и редкие скелеты вида *Pentactinosphaera hokurikuensis* (Nakaseko), которые мы считаем переотложенными. В пользу такого вывода говорит следующее: во-первых, в большинстве случаев их скелеты представлены только отдельными фрагментами, в той или иной степени замещенными глауконитом (хотя встречаются и цельные, незамещенные экземпляры); во-вторых, просмотр литологических шлифов показал, что обычно раковинки этого вида находятся внутри зерен глауконита и, частично или полностью, замещены этим минералом.

В настоящее время данный комплекс не имеет аналогов в пределах Дальнего Востока России. Совместное нахождение видов *Eucyrtidium inflatum Kling* и *Lithopera renzae Sanfilippo et Riedel* зафиксировано в формации Найими в северной части п-ова Ното, район Сусу (о-в Хонсю, Япония) [Funajama, 1988]. Присутствие в нашем комплексе вида *Lithopera renzae Sanfilippo et*

Riedel и представителей рода *Stichocorys*, характерных для тропических и субтропических районов Мирового океана, может свидетельствовать об относительном потеплении.

3. Комплекс с *Eucyrtidium inflatum Kling – Lipmanella redondoensa (Campbell et Clark)*. Выделен из прослоя карбонатных конкреций, расположенного стратиграфически выше слоев с комплексом 2 (примерно 25–30 м от пород, обогащенных фосфоритами) (средняя часть толщи 12). В нем доминируют представители видов-индексов. Кроме них встречены: *Stylodictya stellata* Bailey, *Siphocampe* sp., *Lithocarpium polyacantha* (Campbell et Clark) group., *Rhizosphaera aff. variabile* (Nakaseko), *Cornutella profunda* Ehrenberg, *Spongodiscus craticulatus* (Stohr), *S. osculosus* (Dreyer), *Hexacontium aff. okuari* Nakaseko, *Cyrtolagena cuspidata* (Bailey), *Collosphaera aff. glebulenta* Bjorklund et Goll, *Lithelius* sp., *Cycladophora* sp., *Cromiodruppa* sp., *Stylosphaera angelina* Campbell et Clark. Отмечено первое появление *Lychnocanium nipponicum* Nakaseko *magnacornutum* (Funajama).

В пределах Дальнего Востока России совместное нахождение видов *Eucyrtidium inflatum Kling*, *Lipmanella redondoensa (Campbell et Clark)* и *Lychnocanium nipponicum Nakaseko magnacornutum* (Funajama) отмечено еще только в двух разрезах. В нижней части маруямской (?) свиты в береговом разрезе между устьями рек Кура – Урюм Анивского побережья п-ва Крильон Южного Сахалина (Popova, 1993) и в третьей толще свиты мыса Плоского о. Карагинского Восточной Камчатки [Витухин, 1993].

4. Комплекс с *Lychnocanium nipponicum Nakaseko magnacornutum (Funajama) – Lipmanella redondoensa (Campbell et Clark)*. Встречен в верхней части каскадной свиты (толщи 17–18) и нижней части венгерийской (толщи 19–20) свиты. Комплекс весьма беден. Кроме видов-индексов встречены: *Tricolocapsa papillosa* (Ehrenberg), *Spongodiscus osculosus* (Dreyer), *S. craticulatus* (Stohr), *Stylodictya stellata* Bailey, *Lithocarpium polyacantha* (Campbell et Clark) group., *Lithelius* sp., *Tholospira* sp., *Cenosphaera* sp., *Thecosphaera* sp.

В пределах Дальнего Востока России комплексы с данными видами-индексами отмечены в отложениях нижней части маруямской свиты п-ва Крильон Южного Сахалина и верхней части свит мыса Плоского о. Карагинского Восточной Камчатки [Витухин, 1993; Popova, 1993].

Корреляция и возраст

Комплекс с *Dendrosprysis (?) sakaii Sugiyama et Furutani (=Dendrosprysis sachalinensis Vituchin = Acrosprysis lingii Shilov)*. Как уже говорилось, наибольшее сходство этот комплекс имеет с комплексом, установленным в формации Ойдавара (средний миоцен) группы Мицунами префектуры Гифу о.Хонсю, Япония [Sugiyama, Furutani, 1992], по диатомеям эта формация была отнесена к зоне *Denticulopsis lauta* [Fundamental data..., 1981]. Отмечено, что, данный комплекс радиолярий обнаружен непосредственно ниже первого появления вида *Eucyrtidium asaoi* Sakai. По нашим данным, отложения, содержащие близкий комплекс радиолярий, так же отвечают диатомовой зоне (или ее части) *Denticulopsis lauta*, как в разрезе пильской свиты Мачигарского разреза, так и в скв. 183 DSDP [Орешкина, 1990].

Позже В.В.Шиловым [Shilov, 1995] близкий по систематическому составу комплекс радиолярий был установлен в миоценовых отложениях, вскрытых бурением в северной части Тихого океана (145-й рейс ODP). В этом интервале разреза им была установлена зона *Acrosprysis lingii* (нижний миоцен). Нижняя граница этой зоны маркируется первым появлением вида-индекса, верхняя – первым появлением вида-индекса следующей зоны – *Eucyrtidium asanoi*. Следует отметить, что зона *Acrosprysis lingii* должна быть переименована, так как вид, выбранный и описанный В.В.Шиловым в качестве индекса, описан ранее японскими исследователями под названием *Dendrosprysis (?) sakaii* [Sugiyama, Furutani, 1992]. По данным В.В.Шилова, установленная им зона *Acrosprysis lingii* сопоставляется с диатомовой зоной *Denticulopsis praelauta* и нижней частью зоны *Denticulopsis lauta*.

Комплексы, установленные в нижней части пильской свиты Мачигарского разреза, позволяют отнести вмещающие их отложения к зоне *Eucyrtidium inflatum* (середина среднего миоцена) на основании присутствия в них вида-индекса в массовых количествах. Эта зона была впервые установлена Р.Рейнольдсом [Reynolds, 1980] при изучении кайнозойских осадков в 57-м рейсе бурового судна "Гломар Челленджер" на внешнем склоне Японского желоба. Ее нижняя и верхняя границы маркируются появлением и исчезновением вида-индекса. В последующем она была прослежена в Японии (северная часть п-ва

Ното, о-в Хонсю) в нижней части формации Надзими провинции Сусу [Funajama, 1988]; на восточном берегу п-ва Крильон (Южный Сахалин) в нижней части маруямской свиты [Попова, 1989; Popova, 1993] и в скважинах 145-го рейса ODP в северной части Тихого океана [Shilov, 1995].

Комплекс с *Lychnocanum nipponicum* Nakaseko magnacornutum (Funajama) – *Lipmanella redondoensis* (Campbell et Clark), установленный в верхней части каскадной и нижней части венгерийской свиты, позволяет отнести вмещающие отложения к зоне *Lychnocanum nipponicum magnacornutum* (верхи среднего-нижняя часть верхнего миоцена). Эта зона впервые установлена М.Фунаяма [Funayama, 1988] в Японии (северная часть п-ва Ното, о-в Хонсю) в верхней части формации Надзими провинции Сусу. Ее границы устанавливаются по первой и последней находке вида-индекса. В Японии она прослежена в формации Вакура провинции Нотодзима, в самых верхах формации Томесаки и большей части формации Ситадзаки провинции Саннохе [Funayama, 1988]. В пределах Дальнего Востока России к этой зоне отнесены: верхняя часть свиты мыса Плоского о-ва Карагинский Восточной Камчатки и нижняя часть маруямской свиты разреза р.Урюм (Южный Сахалин) [Витухин, 1993]. Она также прослежена в отложениях северной части Тихого океана в скв. 183 DSDP (Витухин, 1993) и в скважинах 145-го рейса ODP в северной части Тихого океана [Shilov, 1995].

Ниже приводится синонимика и данные о распространении ряда видов радиолярий, первоописания и изображения которых появились в литературе в последние годы и фигурируют там под разными названиями.

Dendrospryris (?) sakaii Sugiyama et Furutani

Табл. XXV, фиг. 2; Табл. XXVIII, фиг. 1-3

"Acanthodesmid" sp.: Ling, 1973, p. 780, pl. 2, fig. 1.

Dendrospryris (?) sakaii: Sugiyama, Furutani, 1992, p. 204–205, pl. 13, fig. 3, 6; pl. 20, fig. 3–4c.

Dendrospryris sachalinensis: Витухин, 1993, стр. 86, табл. 26, фиг. 6–8; табл. 29, фиг. 13.

Dorcadospryris sp.: Popova, 1993, pl. 6, fig. 1–4.

Acrospryris lingi: Schilov, 1995, p. 110, pl. 2, fig. 4a–4b.

Замечания и распространение. Впервые данный вид изображен Х.Лингом [Ling, 1973] из

среднемиоценовых отложений, вскрытых скв. 183 DSDP в северо-восточной части бореальной области Тихого океана. Приоритет его описания принадлежит японским исследователям К.Сугияма и Х.Фурутани [Sugiyama, Furutani; 1992], которыми он был обнаружен в формации Оидавара группы Мицунами префектуры Гифу о.Хонсю (нижняя часть среднего миоцена). Д.И.Витухиным [1993] отмечен в скв. 183 DSDP и верхней части пильской свиты Мачигарского разреза Северного Сахалина (низы среднего миоцена). И.М.Попова [Popova, 1993] зафиксировала его в отложениях нижней части маруямской ? свиты восточного побережья п-ва Крильон (Южный Сахалин). В.В.Шиловым [Schilov, 1995] обнаружен в нижне?-среднемиоценовых отложениях, вскрытых рядом скважин, пробуренных в 145-м рейсе ODP в бореальной области Тихого океана. Выбран В.В.Шиловым в качестве вида-индекса одноименной зоны.

Cycladophora ochotica Vituchin

Табл. XXV, фиг. 6; Табл. XXVII, фиг. 12; Табл. XXVIII, фиг. 11а, б

Cycladophora subhumerus: Sugiyama et Furutani, 1992, p. 207, pl. 13, fig. 11, 12; pl. 18, fig. 3.

Cycladophora ochotica: Витухин, 1993, стр. 81, табл. 26, фиг. 1-2; табл. 28, фиг. 13.

Распространение. Пильская свита Мачигарского разреза Северного Сахалина [Витухин, 1993]; формация Оидавара группы Мицунами префектуры Гифу о.Хонсю [Sugiyama, Furutani, 1992]. Средний миоцен.

Lipmanella pilva Vituchin

Табл. XXVI, фиг. 12а, б; 13а, б; Табл. XXVII, фиг. 6а, б

Lipmanella sp. A: Sugiyama et Furutani, 1992, p. 209, pl. 13, fig. 10.

Lipmanella sp.: Sugiyama et Furutani, 1992, p. 209, pl. 13, fig. 9.

Lipmanella pilva: Витухин, 1993, стр. 85, табл. 29, фиг. 6, 7, 15.

Распространение. Пильская свита Мачигарского разреза Северного Сахалина [Витухин, 1993]; формация Оидавара группы Мицунами префектуры Гифу о.Хонсю [Sugiyama, Furutani, 1992]. Средний миоцен.

4.5. Споры и пыльца

Попытка дать палинологическую характеристику Мачигарского и Пильского разрезов была предпринята Л.А.Табояковой в 1959 году по сборам Н.Б.Вассоевича (1957–1958 гг.). К сожалению, из 67 исследованных образцов только 15 содержали пыльцу и споры [Вассоевич, 1961]. Подсчитанные по ним спорово-пыльцевые спектры не могут быть использованы, так как дают искаженную характеристику разреза, по-видимому, из-за методического недовершенства исследований (подсчет спорово-пыльцевых спектров в малонасыщенных образцах, учет резкого преобладания отдельных компонентов и т.д.).

Нами изучение спорово-пыльцевого состава Мачигарского и Пильского разрезов проводилось поэтапно в течение многих лет по сборам Э.Г.Коблова [1968 г.], Л.С.Леоненко [1974 г.], В.Ш.Брутмана [1974 г.] и нашим [1972, 1976 гг.]. Извлечение пыльцы и спор из нижней части разреза (мачигарская – каскадная свиты) велось с применением фтористо-водородной кислоты по методике ВСЕГЕИ, верхней части – с помощью мацерации по модернизированной методике Э.И.Вальц. Спорово-пыльцевые спектры подсчитывались в образцах с количеством зерен микрофоссилий не менее 150. По Мачигарскому разрезу таких образцов оказалось 40 (22 из мачигарской, 13 из тумской и 5 из пильской свит). По западному побережью п-ова Шмидта спорово-пыльцевые спектры подсчитаны в 87 образцах (по 2 из мачигарской и тумской, 22 – пильской, 14 – каскадной, 9 – венгерийской, 12 – маямрафской, 16 – матитукской и 9 – помырской свит). Разрезы изучены довольно равномерно, в отдельных точках, особенно вблизи границ изменения состава спорово-пыльцевых комплексов, исследовалось по нескольку образцов и увеличивалась частота их отбора (рис. 18).

На севере полуострова отложения мачигарской (выше угленосных слоев) и тумской (до слоя 284 по Н.Б.Вассоевичу) свит характеризуются преимущественно господством пыльцы хвойных (в среднем 75,9 %). Пыльца покрытосеменных (11,7%) и споры (8,2%) значительно уступают ей не только по содержанию, но и по разнообразию состава. Постоянно присутствует микрофитопланктон, в основном цисты динофлагеллат (*Hystrichosphaeridium* и *Cordosphaeridium*), меньше *Leiosphaeridium*.

Гладкие бобовидные споры семейства Polypodiaceae и несколько видов *Osmunda* определяют облик споровой части комплекса. Изредка к ним присоединяются *Sphagnum* sp., *Lycopodium* sp., *Botrichium* sp., *Lygodium japoniceforme* E.Iv., *Leiotriletes* sp. Голосеменные представлены пыльцой сем. Pinaceae, среди которых доминирует *Tsuga* (22%). Наиболее распространен вид *T.diversifolia* (Maxim.) Mast., постоянно присутствует *T.parva* Brutm. (3,3%), *T.macroserrata* (Wolf) Anan., единично *T.toruposa* (Zakl.) Brutm., *T.aculeata* Anan., *T.canadensis* (L.) Carr. Субдоминантна пыльца различных елей, особенно *Picea* sp.1 (*gigantea*) очень крупных размеров. Часто встречается пыльца различных видов сосны, в том числе *Pinus* cf. *densiflora* Sieb. et Zuss., *P. strobiiformis* Zakl., а также мелкие *P. minutes* Zakl. В небольшом количестве (1,1–3,4%), но постоянно, встречается пыльца *Podocarpus* (в основном *P. cf. totara* D.Don. и *P.kasakhstanica* Zakl.) и *Abies* sp. Отдельные зерна последней достигают очень крупных размеров. Крайне редко в образцах встречена пыльца *Cedrus* sp., *Dacridium* sp., *Ginkgo* sp. Заметны таксодиевые, содержание которых вверх по разрезу снижается. Состав пыльцы покрытосеменных крайне беден и представлен в основном семействами Juglandaceae и Betulaceae, реже Myricaceae, *Ulmus*, *Tilia*, из травянистых – Ericaceae, Caprifoliaceae. Пыльца других умеренно теплолюбивых растений встречается спорадически в незначительных количествах.

Характеристика изученных спорово-пыльцевых спектров отвечает центрально-тамлевскому палинокомплексу Северного Сахалина и палинокомплексу *Podocarpus*, *Tsuga*, *Picea* sp.1 (*gigantea*), Taxodiaceae, выделенному в Макаровском опорном разрезе в толще пород гастелловской, холмской и нижней части невельской свит [Брутман, 1984; Опорный ..., 1992]. Отличительными чертами названных комплексов является подавляющее господство пыльцы хвойных, доминирующая роль *Tsuga* среди них, крайне бедная по составу и по участию теплолюбивых форм пыльца покрытосеменных.

Выше по разрезу (от слоя 285 до 361) в верхах тумской и нижней части пильской свиты наблюдается некоторое обогащение спорово-пыльцевых спектров пыльцой покрытосеменных сем. Juglandaceae, Betulaceae, Fagaceae, Ulmaceae. Голосеменные по-прежнему преобладают (64,7%), состав их остается неизменным. Основу состав-

ляет *Tsuga*. Пыльцу *T. parva* и *T. torulosa* сменяет *T. saueriae* Brutm., заметна *T. macroserrata* и *T. aculeata*. Исчезает крупноразмерная пыльца ели и пихты. Состав спор по сравнению с предыдущим не меняется. Несколько увеличивается содержание микрофитопланктона, представленного цистами динофлагеллат *Ovoidites ellipsoides Takachasi*, *Tytthodiscus sp.*

Приведенный состав отвечает березовскому палинокомплексу северных районов Сахалина и комплексу *Tsuga saueriae*, *T. macriserrata*, *Juglans*, *Alnus*, встреченному в верхней части невельской и чеховской свит Макаровского опорного разреза, характерной чертой которых является сближение содержания пыльцы голосеменных и покрытосеменных при сохранении доминирующего положения первых, постоянное присутствие пыльцы *Tsuga saueriae*, обогащение состава пыльцы покрытосеменных представителями умеренно- теплолюбивых широколиственных растений.

В отложениях пильской свиты (пачки 363–369) наблюдается существенное обогащение состава пыльцы покрытосеменных растений и резкое увеличение ее содержания в спорово-пыльцевых спектрах (43,0–60,7%). Споры остаются прежними и лишь сокращается содержание рода *Osmunda*. В небольшом количестве (1,5%) микрофитопланктон, представленный панцирями *Tytthodiscus sp.*

Снижение содержания пыльцы голосеменных по сравнению с предыдущим комплексом сопровождается обеднением ее состава. Наиболее часто встречаются сосновые, реже таксодиевые, изредка *Podocarpus sp.*, *Sciadopitis sp.* Среди сосновых доминируют мешковые, главным образом различные виды сосны, чуть меньше *Tsuga*, довольно часто *Picea*, редко *Abies*. Пыльца тсуги по-прежнему разнообразна, но видовой состав ее меняется – *Tsuga parva* вытесняется *T. saueriae* Brutm., которая вместе с *T. diversifolia*, *T. macroserrata*, *T. aculeata* представляют здесь этот род.

В составе пыльцы покрытосеменных наблюдается наибольшее разнообразие. Доминирует пыльца умеренно теплолюбивых растений (20,4%). Ведущее место здесь занимает пыльца представителей сем. *Juglandaceae* (*Juglans sp.*, *Juglans poliporata* Vojc, *Juglans gracilis* Pan., *Carya sp.*, *Carya spackmania* Trav., *Pterocarya sp.*, *Pterocarya granulata* Vojc), меньше *Fagaceae*, *Ulmus*, *Myricaceae*, единично *Liquidambar sp.*, *Elaeagnus sp.*, *Parthenocissus sp.* Субдоминантна пыльца сем. *Betula-*

ceae и *Salicaceae*, в небольшом количестве пыльца трав: сем. *Ericaceae*, *Chenopodiaceae*, *Compositae*.

Выявленный состав спорово-пыльцевого комплекса аналогичен спектрам, встреченным в разрезах параметрических скважин N1014 площади Оха и N1 площади Полянская в средней и нижней части пильской свиты и, несмотря на несколько обедненный состав, отвечает лангрийскому палинокомплексу северных разрезов Сахалина и комплексу *Taxodiaceae*, *Juglandaceae*, *Fagaceae*, *Trapa comitantiborealis* из верхнедуйских отложений Макаровского опорного разреза. Характерными чертами лангрийского палинокомплекса является преобладание и богатый состав пыльцы термофильных и субтропических растений, наличие характерных таксонов *Seratopterus thalictroideiformis* Brutm., *Tsuga saueriae* Brutm., *Trapa comitantiborealis* Brutm., сравнительно высокое содержание пыльцы рода *Fagus*.

Отсутствие спор *Cladopteris* и пыльцы *Trapa*, а также обедненный компонентный состав спорово-пыльцевых спектров можно объяснить тем, что отложения пильской свиты формировались в условиях открытого моря, тогда как названные формы встречаются, как правило, совместно, предпочитая континентальные и прибрежноморские фации.

Отложения мачигарской свиты западного побережья п-ва Шмидта охарактеризованы по немногочисленным образцам, отобранным в нижнем течении р. Водопадной. Спорово-пыльцевые спектры их аналогичны комплексу, выделенному из пород мачигарской свиты и низов тумской свиты северного побережья.

В верхах тумской свиты (сл. 3 по р. Водопадной) и низах пильской свиты (до кровли слоя 6 разреза р. Водопадная – мыс Песчаный и над глауконитовыми песчаниками к югу от р. Водопадной – слои 9–12) выделяются соответственно березовский и лангрийский палинокомплексы того же состава, что и на северном побережье. Малая мощность отложений, вмещающих названные комплексы, может быть свидетельством отсутствия в Пильском разрезе большей части тумской и низов пильской свит.

Вся вышележащая, то есть основная часть разреза пильской свиты (от сл. 14–15 разреза р. Водопадная – мыс Песчаный и сл. 7 берегового разреза), а также перекрывающая ее каскадная свита имеют довольно стабильный состав споро-

во-пыльцевых спектров, но отличаются плохой сохранностью пыльцевых зерен. Флористический состав комплекса заметно беднее предыдущего. Качественные изменения претерпевает пыльца голосеменных и покрытосеменных. Содержание спор возрастает (13,1–18,2%), примерно в равных количествах присутствуют споры сем. Polypodiaceae и Osmundaceae, в меньшем количестве, но постоянно, споры нескольких видов *Sphagnum*, *Lycopodium*, *Botrychium*, изредка *Equisetum* sp., *Leiotriletes*. Постоянно присутствует микрофитопланктон – цисты динофлагеллат, *Leiosphaeridium* sp., панцири диатомовых водорослей.

Доминантами в спорово-пыльцевых спектрах является пыльца сосновых и мелколиственных сем. Betulaceae. Основная роль среди сосновых принадлежит различным видам сосны (*Pinus* sec. *Cembra*, *P.microsibirica* Zasl., *P.subgen. Haploxylon*, *P.subgen. Diploxylon* и др.). Заметно содержание пыльцы *Picea* sp. и *Tsuga* sp., различных Taxodiaceae. Состав пыльцы покрытосеменных обедняется по сравнению с предыдущим палинокомплексом. Преобладает пыльца мелколиственных, в основном *Alnus* sp. (до 19,0%), меньше *Betula* sp. (до 6,1%), единично *Caprinus* sp., *Corylus* sp., *Salix* sp. Пыльца умеренно-теплолюбивых занимает подчиненное положение. В ней преобладает пыльца сем. Juglandaceae (*Juglans* sp., *J.gracilis* Anan., меньше *Carya* sp., изредка *Pterocarya* sp.), реже *Fagus* (в основном *F.japoniciformis* Anan., *F.miocenea* Anan.), *Ulmus* sp. и *Tilia* sp., спорадически пыльца субтропических (*Elaeagnus* sp., *Liquidambar* sp.). Содержание пыльцы трав и кустарников становится заметнее (до 5,3%), а компонентный состав богаче (*Polygonum* sp., *Persicaria* sp., *Persicarioipallis pliocenicus* W.Kr., *Diervilla* sp., *Lonicera* sp., Ericaceae gen. indet., Compositae gen. indet., Chenopodiaceae gen. indet., Leuminosae gen. indet.).

Такой состав спорово-пыльцевых спектров отвечает охинскому палинокомплексу. Необходимо отметить, что в Макаровском опорном разрезе соответствующие толщи вмещают два палинокомплекса: нижний – *Alnus*, *Fagus*, *Persicaria* – характеризует отложения аусинской свиты и верхний – *Pinus*, Taxodiaceae, – курасийской свиты, 1 и части 2 пачки нижнемаруя姆ской подсвиты. В Пильском опорном разрезе в нижней части толщи с охинским спорово-пыльцевым комплексом (слои 14–17 пильской свиты) в отдельных

образцах наблюдается некоторое увеличение содержания пыльцы *Fagus* и *Ulmus* и за счет этого в целом повышение роли пыльцы умеренно теплолюбивых. Это дает нам основание считать выявленный комплекс из верхов пильской и каскадной свит идентичным спорово-пыльцевым комплексам аусинской, курасийской и нижней части нижнемаруя姆ской подсвиты маруямской свиты Макаровского опорного разреза [Опорный..., 1992].

Характерными чертами комплекса являются: определяющая роль голосеменных и мелколиственных покрытосеменных, а в их составе соответственно сосновых и березовых, относительно повышенное участие пыльцы трав и кустарников и исчезновение пыльцы *Tsuga saueriae* Brum., *Fagus tenella* Vojc, *Juglans polyporata* Vojc и др.

От подошвы венгерской свиты наблюдается возрастание в спектрах роли пыльцы трав, кустарников, сосны (в том числе *Pinus pumila* (Pall.) Rgl.), спор *Sphagnum*, *Lycopodium*, обеднение состава теплолюбивых, резкое сокращение пыльцы таксодиевых и тсуги, исчезновение субтропических. Эти изменения маркируют появление в разрезе оссойского палинокомплекса, который прослеживается, таким образом, вверх от подошвы венгерских отложений, включая маярафскую, матитукскую и помырскую свиты.

Спорово-пыльцевые спектры венгерской и маярафской свит характеризуются господством (51,3%) пыльцы голосеменных, меньшим участием покрытосеменных (32,9%) и спор (16,4%), в отдельных образцах (особенно в маярафской свите) отмечается массовое скопление панцирей диатомей. Среди спор по-прежнему преобладают бобовидные гладкие представители сем. Polypodiaceae, несколько уступают им споры *Sphagnum*. Снижается содержание спор *Osmunda*, замечен *Lycopodium* sp. Единично встречены *Botrychium* sp., *Ophyoglossum* sp. Среди голосеменных доминирует пыльца сосновых, главным образом *Pinus* и *Picea*, меньше *Abies* и *Tsuga*, единична *Larix* sp. Впервые появляются *Pinus pumila* (Pall.) Rgl., *P.sibirica* (Rupr.) Mayer. *Tsuga* представлена в основном *T. canadensis* (L.) Carr., *T. patens* Dawne, *T.yunnanensis* (Franch.) Mast. Пыльца таксодиевых (в основном *Taxodium* sp.) встречается редко.

Доминанты среди покрытосеменных – представители мелколиственных семейств Betulaceae, в основном *Alnus* sp., появляется *Alnaster* sp.,

реже *Betula* (B. sec. *Nanae*, B. *ermani*, B. cf. *tortuosa* Lebel. и др.) и *Salicaceae* (*Salix* sp., *Populus* sp.). Пыльца термофильных покрытосеменных обедняется по сравнению с предыдущими палинокомплексами – встречаются *Juglans* sp., *Fagus* sp., *F. japoniciformis* Anan., *Ulmus* sp., *Tilia* sp., *T. cf. cordata* Mill. и *T. cf. amurensis* Rupr.

Обогащается компонентный состав пыльцы трав и кустарничков – *Ericaceae* gen. indet., *Polygonum* sp., *Persicaria* sp., *Chenopodiaceae* gen. indet., *Typhaceae* gen. indet., *Lequaminosae* gen. indet., *Gentianaceae* gen. indet., ряд из которых появляется впервые.

Данная характеристика отвечает I оссойскому палинокомплексу северных районов Сахалина и *Picea*, *Pinus*, *Ulmus*, *Ericaceae* верхней половины 2, 3 и 4 пачек Макаровского опорного разреза, отличительными чертами которых является преобладание пыльцы мелколиственных, разнообразие пыльцы трав и кустарников, первое появление ныне живущих *Larix* sp., *Pinus pumila* (Pall.) Rgl., *Betula* sec. *Nanae* и др.

Повышенное содержание пыльцы сосновых в спорово-пыльцевых спектрах Пильского разреза по сравнению с типовым составом комплекса можно объяснить различными условиями осадконакопления.

Особенностью спорово-пыльцевых спектров отложений матитукской и помырской свит является обилие и прекрасная сохранность спор и пыльцевых зерен. Их характеризует попеременное преобладание пыльцы голосеменных (75,1–26,3%) и покрытосеменных (51,2–15,6%), небольшое содержание спор (17,4%) и обилие микромифотпланктона. Состав спороносных растений не претерпевает существенных изменений по сравнению с предыдущим. Доминирует пыльца сосновых и березовых. Пыльца субтропических и таксодиевых представлена единичными зернами. До минимума сокращается состав и количество таксонов пыльцы умеренно теплолюбивых пород, основным компонентом палинофлоры становится пыльца различных видов ели и сосны, разнообразных трав и кустарников. Постоянно в ощутимых количествах присутствует пыльца представителей ныне живущих *Larix* sp., *Pinus pumila* (Pall.) Rgl., *Betula* sec. *Nanae*, *Alnaster* sp., *Umbeliferae* gen. indet и др. Состав выявленного комплекса аналогичен II оссойскому палинокомплексу разрезов северной и цен-

тральной частей Сахалина и комплексу *Picea*, *Pinus*, *Betula* sec. *Nanae*, *Compositae* Макаровского опорного разреза из отложений большей части средней и верхней подсвиты марумской свиты.

Прослеженная последовательность смены палинофлор в опорном разрезе п-ова Шмидта в целом соответствует зональной палиностратиграфической схеме сахалинского кайнозоя [Брутман, 1986; Брутман, Архипова, 1987], а характеристики выделенных спорово-пыльцевых комплексов и разделяющих их рубежей позволяют уверенно относить соответствующие части разреза к тем или иным подразделениям разработанной нами палиностратиграфической шкалы.

Выделенный центральнотамлевский комплекс из отложений мачигарской и части тумской свит относится к палинозоне *Podocarpus totara*, *Tsuga parva*, охватывающей отложения мачигарского и даехуринского горизонтов олигоценового возраста. Рубеж с нижележащей зоной совпадает с кровлей шебунинского горизонта. Устанавливается по резкому возрастанию пыльцы рода *Tsuga*, исчезновению реликтов меловой и палеоценовой флоры, общему обеднению состава пыльцы покрытосеменных и спор, переходу главенствующей роли сосновым.

Перечисленные изменения свидетельствуют о резком похолодании и трансгрессии и связаны, по-видимому, с глобальными событиями на рубеже эоцена-олигоцена, следы которых регистрируются в разных районах земного шара.

Региональный характер рубежа обосновывается прослеживанием его в ряде разрезов соседних регионов. Зона *Podocarpus totara*, *Tsuga parva* прослежена нами в Майначском и Хейслинском разрезах Тигильского района Западной Камчатки (аманинская, гакхинская, утхолокская и вивентекская свиты) и в разрезе о. Карагинского (ильхатунваемская свита) [Брутман, Архипова, 1985, 1987]. Аналогичный палинокомплекс (ТПК1) изучен Г.М.Братцевой из гакхинско-вивентекской толщи Точилинского разреза Западной Камчатки [Атлас..., 1984]. Качественный и количественный состав палинокомплекса не претерпевает заметных отличий по площади региона.

В верхней части тумской и нижней части пильской свит последовательно выделяются бересковый и лангрыйский палинокомплексы, присущие палинозоне *Ceratopteris*, *Tsuga sauerae*, *Trapa comitanteborealis*, охватывающей отложения уйнинского и средней и нижней части да-

гинского горизонтов нижнемиоценового возраста. Переход от центрально-тамлевского к березовскому комплексу отмечен существенным возрастанием и разнообразием пыльцы покрытосеменных, особенно термофильных. Смена березовского комплекса лангрейским фиксируется сменой доминант – голосеменные уступают эту роль покрытосеменным и одновременно становятся беднее по составу. Основой для объединения обоих палинокомплексов служит их флористическая общность, а присутствие значительно го содержания пыльцы теплолюбивых и субтропических пород резко отличают палинофлору зоны от подстилающих и перекрывающих толщ.

Названная палинозона прослежена нами в изученных разрезах Западной Камчатки в отложениях кулувенской, ильинской, низов какертской свит и о.Карагинского – песчаники с *Laternula* и самые низы пестроцветной свиты, а характеризующие их спорово-пыльцевые комплексы аналогичны выделенному ТПК2 из соответствующих толщ Точилинского опорного разреза Г.М.Братцевой.

По палинологическим данным на Хоккайдо начало потепления фиксируется на уровне кровли формации Момидзиями и Магарибучи, а завершение – в основании формации Томамае и Сояя. На этих уровнях, соответственно, "прохладно-умеренный" спорово-пыльцевой комплекс сменяется "тепло-умеренным" (комплекс Хаборо), а последующий – вновь "прохладно-умеренным" (комплекс Чикубетсу) [Sato, 1972]. В разрезе п-ва Ога начало климатического оптимума скрыто в перерыве между формациями Монцен и Дайдзима, а завершение приходится на кровлю формации Нисикурасава и датируется уровнем кровли планктонной зоны N 9 Блоу [Fundamental..., 1981]. Таким образом, рубежи, ограничивающие зону, фиксируют климатический оптимум раннего – самого начала среднего миоцена, причем максимум потепления приходится на верхнюю половину зоны – слои с лангрейским палинокомплексом. На Камчатке – это верхняя часть ильинской – нижняя часть какертской свиты.

По-видимому, с этой частью зоны связан климатический оптимум в трактовке палеоботаников, изучавших макроостатки флоры на Дальнем Востоке [Ахметьев, 1974; Ахметьев и др., 1984].

Палинозона *Pinus*, *Betulaceae*, *Persicarioipollis pliocenicus* отвечает толще с охинским палино-

комплексом, выделенным из верхней части пильской и каскадной свит, и охватывает отложения верхнедагинского, окобыкайского и частично нижненутовского горизонтов среднего – начала верхнего миоцена.

На рубеже лангрейского и охинского палинокомплексов вновь возрастает роль пыльцы голосеменных, а состав пыльцы покрытосеменных претерпевает существенную перестройку. В нем доминирующую роль приобретает пыльца мелколистенных. Характер изменения состава и структуры комплексов на рассматриваемом рубеже свидетельствует о резком похолодании. В разрезах Западной Камчатки названная палинозона включает отложения основной части какертской и низов этолонской свит, а в разрезе о.Карагинского – пестроцветную (без нижней части) и свиту мыса Тонс.

Палинозона *Pinus pumila*, *Betula Nanae*, *Aster* охватывает все вышележащие толщи вверх от подошвы венгерийской свиты, то есть верхнюю часть нижненутовского, верхненутовский и помырский горизонты верхнемиоцен-плиоценового возраста.

Наиболее подробно принцип выделения палинозон, обоснование возраста палиностратиграфических подразделений, а также монографическое описание некоторых стратиграфически значимых таксонов изложены при описании Макаровского опорного разреза и в других публикациях [Брутман, 1985; Опорный..., 1992].

Изучение Пильского опорного разреза, а именно характеристики выделенных комплексов в стратотипах, позволили уточнить положение ряда спорово-пыльцевых комплексов и дать палинологическое обоснование корреляции одних районов с другими. Примерами являются увязка разрезов скважин Охинского перешейка, корреляция дагинских отложений Охино-Эхабинского района с другими площадями. Кроме того, выявление охинского, а затем и лангрейского палинокомплекса в пильской свите п-ва Шмидта послужило сигналом неблагополучия в корреляции Пильского и Дагинского опорных разрезов – венгерийская и маямрафская свиты сопоставлялись тогда с окобыкайской, а каскадная и пильская с дагинской и уйнинской. Важным репером для этой части региона служит рубеж, разделяющий лангрейский и охинский палинокомплексы (кровля палинозоны *Seratopteris*, *Tsuga sauerae*, *Tara comitanteboREALIS*). Нижележащие

рубежи редко вскрываются скважинами, выше лежащие сохранились от размыва только в наиболее погруженных участках (восточная прибрежная полоса, шельф). Палинологическая граница, отражающая границу смены охинского палинокомплекса оссойским и фиксирующая стратиграфический уровень кровли окобыкайского горизонта, имеет большое значение для расчленения и корреляции разрезов прибрежных и морских скважин. При этом роль опорного для южной группы морских площадей играет разрез месторождения Монги, аналогичный дагинскому и хорошо изученный бурением. Для северных площадей в этой роли выступает разрез п-ва Шмидта.

Таким образом, на Сахалине имеется три палинологически увязанных опорных разреза: Марковский, Дагинский и Шмидтовский. Исследование ряда разрезов Западной и Восточной Камчатки, где была выявлена та же последовательность палинокомплексов и тот же характер изменения на рубежах, доказало надрегиональный характер палиостратиграфической шкалы, разработанной на сахалинских материалах. Это может означать, что в позднем кайнофите седиментационные бассейны Берингова моря – его за-

падной части, Охотского моря и северной части Японского моря (Татарский пролив) находились в сфере единого фитогеографического региона.

Природа палиостратиграфических рубежей и возможность устанавливать их в пределах достаточно обширного региона (о. Карагинский и юг Сахалина разделяет более 2000 км, более 10° по широте и 20° по долготе) позволяет рассчитывать, что, по крайней мере, часть из них может быть опознана в соседних регионах и использована для межрегиональной стратиграфической корреляции. Изучение характера изменений палинологических комплексов и рубежей палинокомплексов в впадинах Приохотья, Приамурья, Южного Приморья и Северо-Востока России, позволили отыскать аналоги некоторых из этих рубежей за пределами Сахалинско-Камчатского региона [Седова, 1957; Зива, Лукашова, 1977; Болотникова, 1979; Кистерова, Анкудинов, 1979; Брутман, 1981]. Прослеживание таких рубежей тем более важно, что именно Сахалин и Камчатка с их морскими палеоген-неогеновыми разрезами являются важнейшим связующим звеном в привязке к общей шкале через кайнозойские разрезы Японии, имеющие выход на зональные шкалы тепловодных бассейнов океана.

Глава пятая

Биостратиграфический анализ (слои, зоны и горизонты)

Выше достаточно подробно были разобраны результаты расчленения северосахалинских толщ по разным палеонтологическим группам. Анализ их показывает, что детальность этого расчленения различная (табл. 6). Так, по моллюскам было выделено 17 слоев (десять горизонтов), по фораминиферам – 12 подразделений, по споре и пыльце – 4 палинозоны (7 комплексов). Если перечисленные подразделения могут быть рассмотрены как последовательности в разрезе п-ва Шмидта, т.е. они в нем смыкаются, то зоны и слои, намеченные по кремнистому планктону, характеризуют только отдельные части разреза. Однако именно выделение зон по диатомеям позволяет осуществлять корреляцию определенных частей Шмидтовского разреза со стратиграфической шкалой кайнозоя Северной Пацифики с большой точностью. К этим корреляционным уровням относятся прежде всего зоны *D. lauta* и *D. hyalina* (начало среднего миоцена), *T. schraderi* и *N. kamtschatica* (верхи верхнего миоцена) и *N. kamtschatica* – *N. koizumi* (верхний плиоцен). Слои, выделенные по радиоляриям, в этом отношении играют меньшую роль (они маркируют в целом средний – верхний миоцен).

Палинозоны, которые намечены в данном разрезе, тоже позволяют осуществлять сопоставления с таковыми соседних районов Сахалина. Несмотря на то что они обычно достаточно крупные по временному диапазону (например, самая нижняя палинозона охватывает весь олигоцен, а верхняя – фактически весь интервал верхнего миоцена-плиоцена), такие палинозоны в определенной мере повышают общее обеспечение возрастного датирования разреза.

Заметную роль в корреляции изученных толщ играют также фораминиферы. Правда, комплексы фораминифер в данном разрезе относительно небогатые и не всегда могут обозначить точные возрастные уровни, но их значение в целом для стратиграфического расчленения нельзя преуменьшать.

Наибольшую дробность расчленения кайно-

зойского разреза п-ва Шмидта обеспечивают моллюски. С их помощью удается выделить ряд местных подразделений (слои с фауной и биогоризонты), многие из которых достаточно уверенно узнаются в соседних районах. Анализ комплексов показывает, что самая большая детальность достигается при расчленении мачигарской и тумской свит, в которых выделены соответственно шесть и три слоя с моллюсками, объединенные в пять биогоризонтов. Интересно, что по фораминиферам в этих свитах намечено тоже пять стратиграфических единиц (слоев). Другие свиты (от тумской до помырской) фактически соответствуют отдельному слою или двум слоям с фауной. При этом возрастные уровни по слоям и горизонты с моллюсками определяются достаточно надежно. Так, изучение моллюсков помогло впервые наметить эоценовую часть разреза (в нижней части мачигарской свиты). С другой стороны, достаточно четко определена граница олигоцена и нижнего миоцена (в верхней части тумской свиты). Определены также уровни начала среднего (основание пильской свиты) и верхнего (в верхах каскадной свиты) миоцена. Наконец, обозначены плиоценовые уровни разреза (помырская свита).

Вместе с тем, следует подчеркнуть, что наиболее объективные результаты по расчленению разреза п-ва Шмидта получаются при суммировании данных по разным палеонтологическим группам, т.е. при их комплексном использовании. Это позволяет, с одной стороны, более реально, чем по какой-либо одной группе, оценивать статус и объем тех или иных стратиграфических подразделений, а с другой – достаточно взвешенно определять их возраст, контролируя и сверяя выводы, представляемые по разным органическим остаткам. В целом, в данном разрезе имеется достаточно хорошая сходимость границ слоев, зон и биогоризонтов, выделенных по различным группам (может быть, за некоторым исключением). Поэтому можно говорить, что границы изученных свит получили достаточно пол-

Таблица 6. Стратиграфические подразделения (слои, зоны, горизонты) кайнозоя п-ова Шмидта

Возраст	Свиты	Моллюски слой горизонты	Форами- нифераы	Диатомеи	Радиолярии	Палеозоны и комплексы	Перио- зусы
Плиоцен	Помырская (16)	X	12	N.koizumi- i N. koizumi- i N. kamtscha- tica	-	IX	Помыр- ский
	Матитукская (15)	IX	11	-	-	-	Верхне- нутовс- кий
	Маямрафская (14)	VIII	10	N.kamtscha- tica	-	VII	Нижне- нутовский
Миоцен	Венгерий- ская (13)	VII	9	L.nipponicum	-	-	-
	Каскадная (12)			T.schraderi	-	VII	Окобы- кайский
Средний	Пильская (10)	VI	7	-	-	VI	Дагинский Уйинский
Нижний	Гумская (9)	V	6	D.hyalina	E.inflatum	V	Хотимский Аракай- ский
Олигоцен		IV	5	D.sakaii	D.sakaii	IV	
	Мачигарская (4)	III	4	-	-	III	
		II	3	T.praefraga	-		
		I	2	R. vigilans	-		
Эоцен			1		1		

ное комплексное обоснование. Именно потому что все свиты имеют не одностороннюю, а суммарную палеонтологическую характеристику, они хорошо узнаются и обосабливаются в разрезе. Эта же комплексная характеристика позволяет определить возраст выделенных стратонов достаточно объективно. Действительно, там, где, например, по фораминиферам возраст того или иного подразделения устанавливается нечетко, он корректируется данными по другим палеонтологическим группам.

Полученные по кайнозою п-ова Шмидта стратиграфические материалы позволяют осуществить сопоставление выделенных здесь подразделений с региоярусами (горизонтами) палеогена и неогена Сахалина, которые в 1994 г. были утвер-

ждены Межведомственным стратиграфическим комитетом России. Согласно этой корреляции мачигарская и тумская свиты соответствуют аракайско-холмскому и, видимо, частично уйнинскому горизонтам верхнего эоцена (?)–олигоцена–нижнего миоцена. Пильская свита среднего миоцена может быть сопоставлена с уйнинским, дагинским и окобыкайским региоярусами. Вышележащие каскадная и венгерийская свиты по возрасту соответствуют окобыкайскому и нижненутовскому горизонтам, относимым к верхнему миоцену. Две следующие свиты (маямрафская и матитукская) отвечают объему верхненутовского региояруса верхнего миоцена – начала плиоцена, а венчающая разрез помырская свита – объему помырского горизонта плиоцена.

Глава шестая

Секвеностратиграфия плиоцен-четвертичных отложений Шмидтовского участка акватории Охотского моря

Основой проведенных исследований послужили временные сейсмические разряды, полученные в 1991 г. трестом "Дальнморнефтегеофизика" (г.Южно-Сахалинск). Материалы сейсморазведки достаточно надежно отражают строение кайнозойского чехла, резко несогласно перекрывающего нижележащие образования (акустический фундамент). Эти отложения отсутствуют на крупных поднятиях, но уже в полукилометре западнее Пильского опорного берегового разреза их мощность оценивается в 5 км, а еще западнее, в одной из мульд Байкало-Помырской депрессии достигают 8–9 км.

В общем виде осадочный чехол района состоит из трех частей. По привязке к береговым разрезам и разрезам береговых скважин нижняя часть мощностью до 2500–3000 м соответствует мачигарской, тумской и пильской свитам, средняя (до 5500 м) – каскадной, венгерийской, маямрафской и матитукской свитам, верхняя (до 1500–2000 м) – помырской свите. Наиболее качественные сейсмические материалы получены по средней и верхней частям разреза. В этом разделе мы остановимся лишь на характеристике верхней части. Это прежде всего связано с характерной цикличностью отложений, что позволяет отнести рассматриваемый район к эталонным для проведения секвеностратиграфического анализа верхней части кайнозойского разреза.

Верхняя часть кайнозойского чехла рассматриваемой акватории представляет собой самостоятельный структурный комплекс. Стратиграфическое несогласие комплекса отчетливо устанавливается на поднятиях и краях прогибов, где комплекс перекрывает различные слои подстилающих отложений, и менее заметно в срединных частях прогибов. По привязке к береговым разрезам Северного Сахалина подошва рассматриваемых отложений вероятнее всего соответствует основанию помырского стратиграфического горизонта. Таким образом, возраст описываемо-

го структурного комплекса определяется как плиоцен-четвертичный.

Плиоцен-четвертичный комплекс на пришмидтовской акватории распространен практически повсеместно, отсутствуя лишь на крупных выступах фундамента, но наилучшую выраженность он имеет в 70 км севернее п-ва Шмидта. Нашиими исследованиями охвачен здесь участок протяженностью с севера на юг около 60 км и площадью около 1,5 км² (рис. 19).

В исследованном районе плиоцен-четвертичный комплекс имеет отчетливое проградационное строение. Он образован серией сигмоидальных осадочных комплексов, наращивающих шельфовую зону. Всего выделено и закартировано 12 таких комплексов (рис. 20). Они отчетливы, так как характеризуются несогласными взаимоотношениями слоев и выраженнойностью главных элементов морфоструктуры области седиментации: шельфовой и глубоководной зон и разделяющей их бровки палеошельфа.

Каждый из комплексов последовательно наращивает шельфовую зону, сдвигая бровку шельфа на север. Суммарная полоса бокового наращивания составляет около 50 км (рис. 21). Мощность комплексов изменяется от первых десятков метров в шельфовой и депрессионной зонах до 200–600 м в зоне нижней части склона.

Закартированные осадочные комплексы объединены в 5 секвенсов, а сами комплексы отнесены в ранг парасеквенсов. Секвенсы разделены наиболее значительными седиментационными несогласиями, обусловленными проявлениями полных циклов колебания относительного уровня моря. Секвенсы состоят из трех системных трактов (снизу вверх): низкого стояния уровня моря, трансгрессии и высокого стояния уровня моря. Выделение трактов основано на положении базисного уровня седиментации ниже или выше бровки палеошельфа и в соответствии с этим смещением депоцентров осадконакопления.

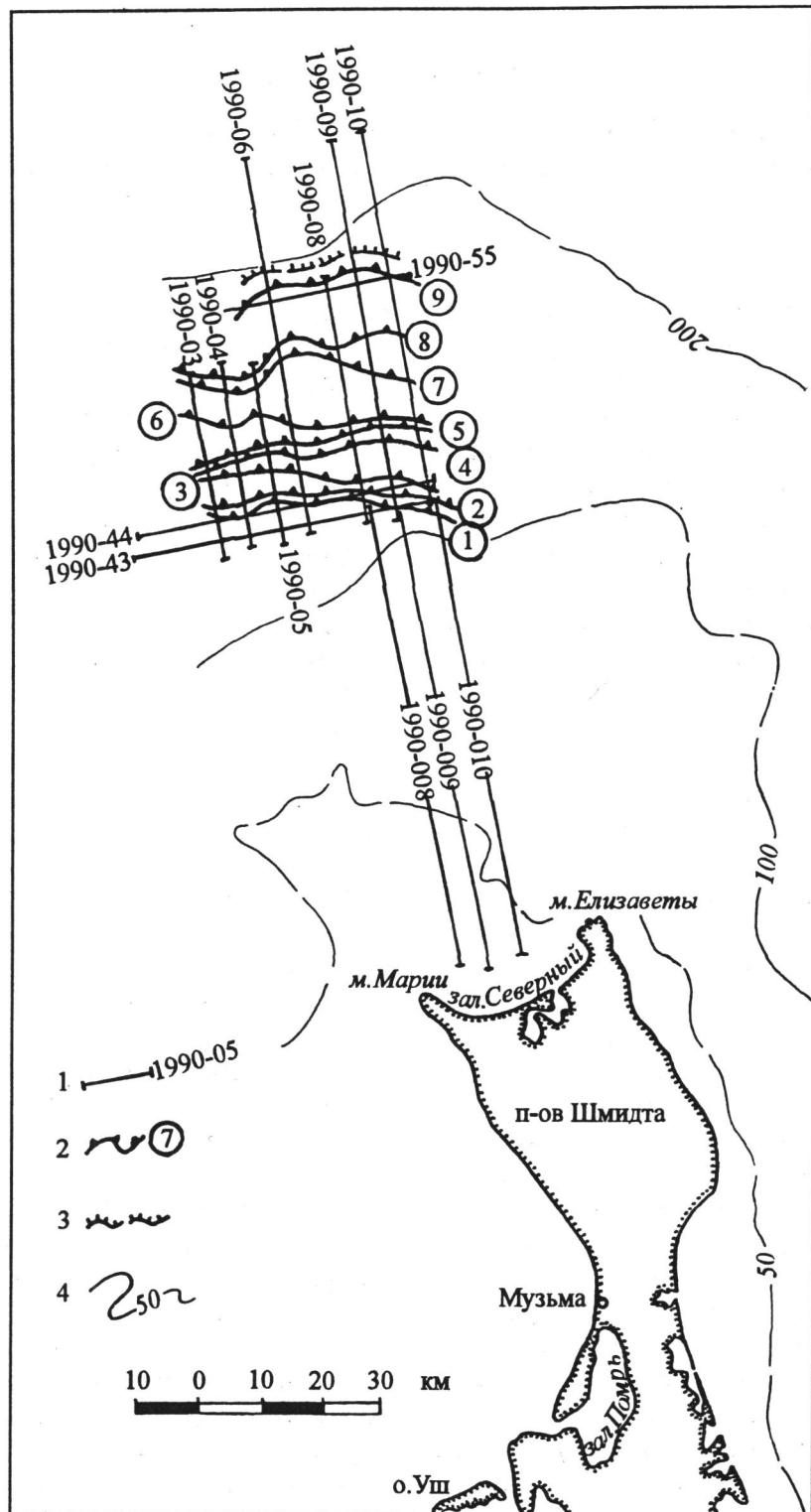


Рис. 19. Обзорная карта района сейсмических исследований

1 – положение сейсмических профилей; 2 – бровки палеошельфов (в кружках порядковые номера осадочных комплексов-парасеквенсов); 3 – бровка современного палеошельфа; 4 – изобаты

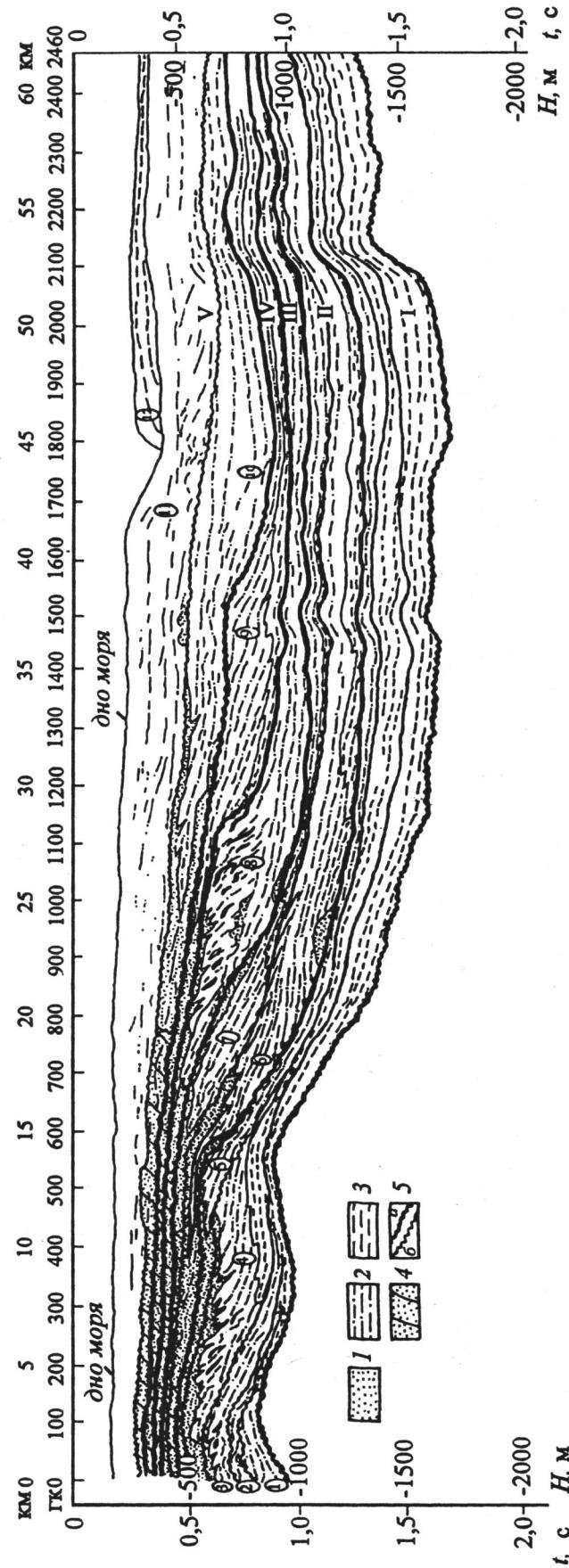


Рис. 20. Седиментационная модель плиоцен-четвертичного комплекса (профиль 1990-10)
 1-3 – преимущественно морские пески (1), алевриты (2) и глины (3); 4 – флювиальные пески, алевриты и глины; 5 – гравийные скважины (а) и парасеквенсы (б)

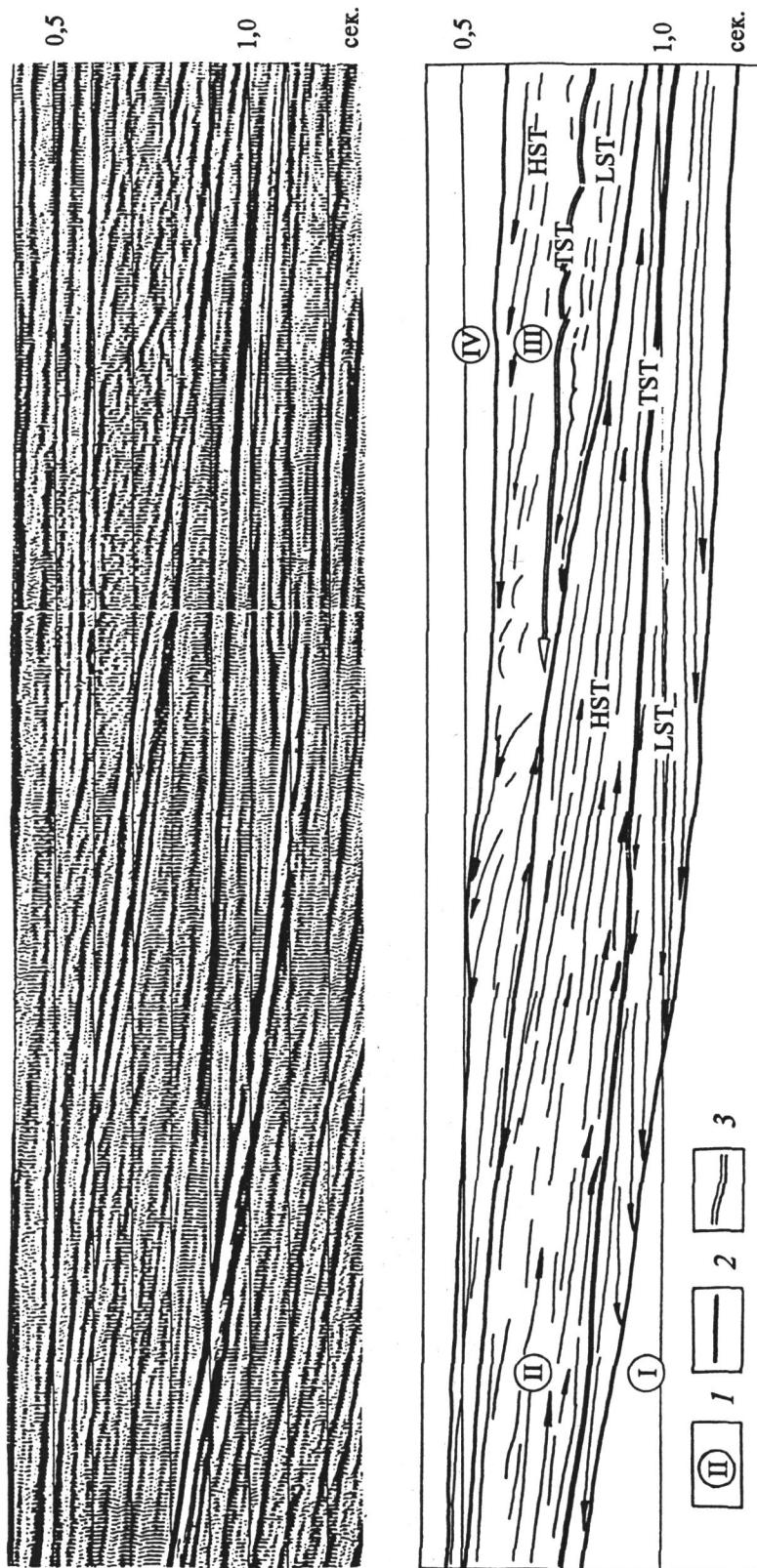


Рис. 21. Фрагмент временного сейсмического разреза 1990-10 и его интерпретация
 1 – номера секвенсов; 2 – границы секвенсов; 3 – гравитационные сейсмосигналы.
 В трансгрессии. В секвенсе 3 виден шельфовый клин уровня максимального затопления (левая часть) и стабилизации уровня моря (правая часть)

Системный тракт трансгрессии охватывает период быстрого, практически мгновенного затопления выровненного шельфа и приморской низменности. Этим отложениям придается реперное значение, так как они образуют характерную опознаваемую на временных разрезах секцию осадков [Posamentier et al., 1988].

Секвенсы ограничены несогласиями, наиболее отчетливыми на участках бровок палеошельфов и палеосклонах. В шельфовой и глубоководных зонах эти несогласия выражены различно. В шельфовой зоне границы секвенсов представлены яркими сейсмическими отражениями, в глубоководной – проводятся зачастую условно в маломощном конденсированном разрезе. Шельфовым несогласиям в области седimentации соответствуют осадочные приращения (пакеты): при низком стоянии уровня моря – линзы присклоновых осадков, при стабилизации уровня моря и шельфовом транзите – проградационная система наращивания шельфа. Очень характерно динамически выраженное отражение, соответствующее уровню максимального затопления и связанное с паузой седimentации в глубоководной зоне при разгрузке седimentационного потока на шельфе (шельфовый пакет).

Масштабы и геометрия указанных осадочных приращений (пакетов) в значительной мере определяют характер подошвенных и кровельных несогласий и являются главными критериями при установлении амплитуд изменения уровня моря.

Каждый секвенс по латерали образует целостный ряд – от образований приморской низменности до депрессионных маломощных глин. Глубины моря в депрессионных зонах по данным сейсморазведки достигали 300–400 м.

Отчетливая проградация шельфовой зоны обусловила регressive строение разреза плиоцен-квартера, что мы и наблюдаем в Пильском береговом разрезе, венчающемся лигнитоносными флювиальными осадками верхов помырской свиты. На закономерностях фациальных рядов системных трактов и наблюдениях отложений в береговых разрезах основана седimentационная модель плиоцен-четвертичного комплекса рассматриваемого района (см. рис. 20).

Системный тракт низкого стояния уровня моря выделяется по подошвенному налеганию слоев на склон палеодепрессии и по подошвенному прилеганию слоев к дну бассейна в сторону моря с формированием конденсированных разре-

зов. Подсклоновые глинисто-алевритовые (?) турбидиты мощностью до 200 м содержат песчаные (?) конусы выноса. Мощность конденсированных глинистых пакетов уменьшается иногда до разрешающей способности сейсморазведки.

Системный тракт трансгрессии, наиболее отчетливо выраженный во втором и третьем секвенсах, представлен в виде яркого сейсмического отражения, перекрывающего нижележащие подсклоновые осадки и протягивающегося на шельф. Эти маломощные глинистые осадки образованы резким подъемом уровня моря. В ряде мест такая трансгрессия (уровень максимального затопления) доказывается подошвенным прилеганием и боковым наращиванием осадков на шельфе.

Системный тракт высокого стояния уровня моря выражен осадочным приращением шельфа, обычно отодвигающим его бровку. Более мористые слои этого пакета подошвенно прилегают к сейсмическому отражению трансгрессивного тракта, образуя маломощный конденсированный разрез. К сожалению, имеющийся сейсмический материал не позволяет в полной мере наблюдать прибрежного налегания осадков в сторону суши, поэтому относительное повышение уровня моря оценивается по седimentационным наклонам шельфовых слоев и по косвенному признаку – мощности шельфового пакета на удаленных от бровки участках.

Верхняя часть тракта высокого стояния уровня моря представлена этапом замедления подъема и стабилизации положения уровня моря. Этот элемент разреза очень важен, так как определяет кровлю секвенса. Он представлен слоями, интенсивно наращивающими шельф. По кровельным несогласиям этих круто наклоненных слоев с горизонтально залегающими перекрывающими осадками проводятся верхние границы секвенсов.

Ундаформные части проградационных клиноформ высокого стояния уровня моря, особенно при транзитном шельфе этапа стабилизации базисного уровня, представлены, вероятно, преимущественно песками; фондоформные части клиноформ наращивают конденсированные глинистые разрезы.

Мощность секвенсов изменяется от 150–200 м в глубоководных конденсированных разрезах до 600 м в присклоновых участках. Суммарная мощность плиоцен-четвертичных отложений колеблется в исследуемом районе от 600 до 1500 м.

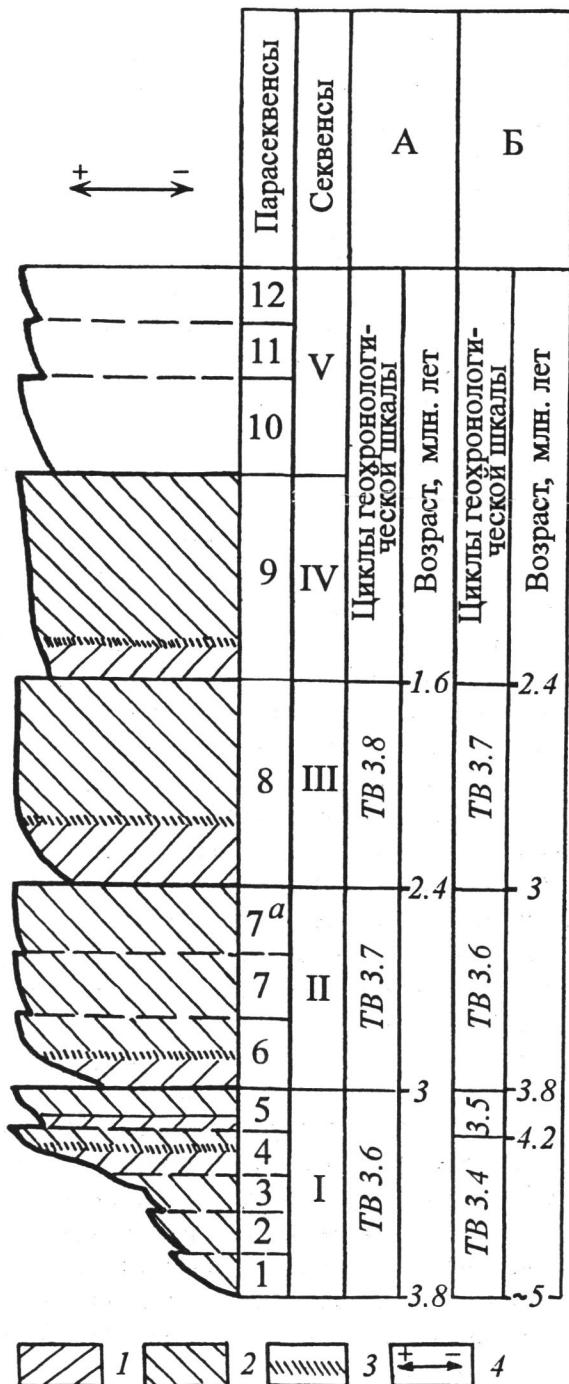


Рис. 22. Сопоставление секвеностратиграфического разреза Шмидтовского участка с секвенсной хроностратиграфической шкалой [Mesozoic ..., 1986]

1–3 – наиболее отчетливые системные тракты низкого (1), высокого (2) стояния уровня моря и трансгрессии (3); А и Б – соответственно первый и второй варианты сопоставления

Для построения кривой относительного колебания уровня моря в классическом варианте данных недостаточно, так как на временных разре-

зах не удается наблюдать полного подошвенного налегания [Vail, 1987; Сейсмическая..., 1982]. Поэтому для выявления колебаний уровня моря были использованы косвенные признаки. Относительное понижение уровня моря определялось по амплитуде заполнения подсклонового пространства, а величина подъема уровня моря – по мощности осадков на внешнем шельфе. При этом учитывалась выраженность характерных элементов системных трактов секвенсов. По этим данным можно говорить лишь о качественной сравнительной оценке масштабов относительного колебания уровня моря (рис. 22).

По выраженности и масштабам системного тракта высокого стояния уровня моря все выделенные секвенсы примерно одинаковы. Можно предполагать небольшой подъем уровня моря в первом секвенсе. С ним связаны наиболее отчетливые шельфовые проградационные осадки и широкая полоса последовательно наращивающегося шельфа. При значительной мощности шельфовых осадков (около 500 м), составляющих около половины всего шельфового разреза рассматриваемого структурного комплекса, мощность депрессионных отложений этого секвенса обычно не превышает 150–200 м.

Что же касается масштабов и выраженности тракта низкого стояния уровня моря, то здесь несомненный приоритет принадлежит второму и третьему секвенсам. На границе I и II секвенсов устанавливается наиболее значительное относительное падение уровня моря. Подсклоновые осадки обладают в этом секвенсе самой значительной мощностью (200 м), они отчетливо перекрываются конденсированным разрезом трансгрессивного тракта. Тракт низкого стояния уровня моря отчетлив и содержит хорошо выраженные конусы выноса.

Выделенные секвенсы характеризуют наиболее значительные циклы колебаний относительного уровня моря. Степень их соответствия циклам эвстатических колебаний можно установить, сравнивая секвеностратиграфические модели разных областей или рассмотренную модель глобальной шкалы изменения уровня моря [Vail..., 1987; Mesozoic..., 1986]. В целом представленная модель сходна со шкалой Вейла, что свидетельствует о сходном ранге выделенных секвенсов (секвенсы третьего порядка). Но это не говорит об идентичности таких изменений, так как группирование парасеквенсов в секвенсы на Шмидтовской акватории в некоторых случаях

носит условный характер. Это замечание особо касается самого молодого интервала разреза, где обычная сейсморазведка МОВ не обеспечивает должного качества материала.

Вместе с тем, можно предполагать, что секвенсы, обладающие отчетливо выраженными системными трактами, обусловлены эвстатическими колебаниями уровня моря. Прежде всего это касается второго и третьего секвенсов, характеризующихся значительными погружениями уровня моря. Эти выдающиеся геологические эпизоды являются главными реперами при сравнении Шмидтовской секвеностратиграфической модели с глобальной шкалой Вейла. Можно предложить два варианта сопоставления секвеностратиграфической модели с секвенсной хро-

ностратиграфической шкалой. По первому варианту, предусматривающему корреляцию наиболее яркого относительного понижения уровня моря во втором секвенсе с наиболее сильным эвстатическим снижением уровня моря в плиоцене (цикл ТВ3.7), подошвенные слои рассматриваемого структурного комплекса датируются примерно в 3,5–4 млн лет; по второму варианту – примерно в 5 млн лет. Первый вариант лучше согласуется с возрастом пород Пильского опорного разреза, определенным главным образом по сопоставлению шкал ископаемых диатомей.

Для более уверенного сопоставления местной и глобальной секвеностратиграфических шкал необходимы исследования на нескольких участках Охотского моря.

Глава седьмая

Палеогеографические обстановки и геологические события

В разделе раскрываются некоторые особенности палеогеографии и распространения биотических палеосообществ.

7.1. Условия седиментации и смена палеогеографических обстановок

После перерыва на границе мела и палеогена в западной части Северного Сахалина образовалась серия предгорных или межгорных впадин, которые в раннем–среднем палеогене были заполнены песчано-глинистыми и грубообломочными осадками континентальных фаций. Во впадину на крайнем северо-западе обломочный материал поступал с поднятий Сихотэ-Алинского вулканического пояса. Здесь сформировалась грубообломочная сладкинская толща мощностью в несколько сотен метров. На полуострове Шмидта к этому времени относятся угленосные слои в основании мачигарской свиты.

В конце эоцена или начале олигоцена в эти впадины проникло море. В начале трансгрессии накопилась прибрежно-морская толща с большим количеством линз и пластов конгломератов и песчаников (нижняя часть мачигарской свиты), а затем – толща алевролитов и глин с небольшим участием песчаного материала.

На границе мачигарского и тумского времени в западной части п-ова Шмидта и на Охинском перешейке произошло излияние (вероятно, трещинного типа) миндалекаменных андезито-базальтов.

В тумское (даехуриинское) время на всей площади северосахалинского бассейна существовал режим окраинного моря с накоплением кремнистых илов. В кремнистых песчано-алевритистых аргиллитах и перекристаллизованных опоках тумской свиты содержится много хорошо окатанных галек и гравия экзотических

пород, что может объясняться ледовым разносом. Основным источником обломочного материала служили возвышенности материка, второстепенным – небольшие острова в самом бассейне. Для тумского этапа седиментации характерен синхронный осадконакоплению наземный эruptивный вулканализм. Результатом его являются тонкие прослои туфов и рассеянные в разных породах пепловые частицы.

На границе тумского и уйнинского (ранне-пильского) времени на большей части площади бассейна, возможно после перерыва, произошла резкая смена условий седиментации: вместо кремнистых илов стали накапливаться сероцветные глины и алевриты уйнинской свиты. Причиной этого, возможно, служил начавшийся обильный вынос терригенного тонкозернистого материала с материка, что препятствовало накоплению кремнистых илов. Только на крайнем северо-востоке – п-ов Шмидта и Охинский район – продолжалось кремненакопление.

Уйнинское море, как и тумское, было относительно глубоким и открытым на восток. Береговая линия на западе не установлена, однако наблюдается переход в западном направлении морских глин в грубозернистые прибрежные пески (энгизпальская свита).

В конце уйнинского времени начала проявляться перекомпенсация погружения накоплением осадков, по-видимому, не столько за счет избытка кластики, сколько за счет падения уровня моря. Это привело к регрессии и смене морских условий лагунно-баровыми и обстановкой приморской низменности в начале дагинского времени.

В середине дагинского времени на большей части бассейна установился субконтинентальный режим. Приморская низменность протягивалась далеко на юг, за пределы бассейна. Там, в Тымь-Поронайской низменности и на западном побережье Сахалина в этих условиях накопились осадки верхнедуйской угленосной свиты.

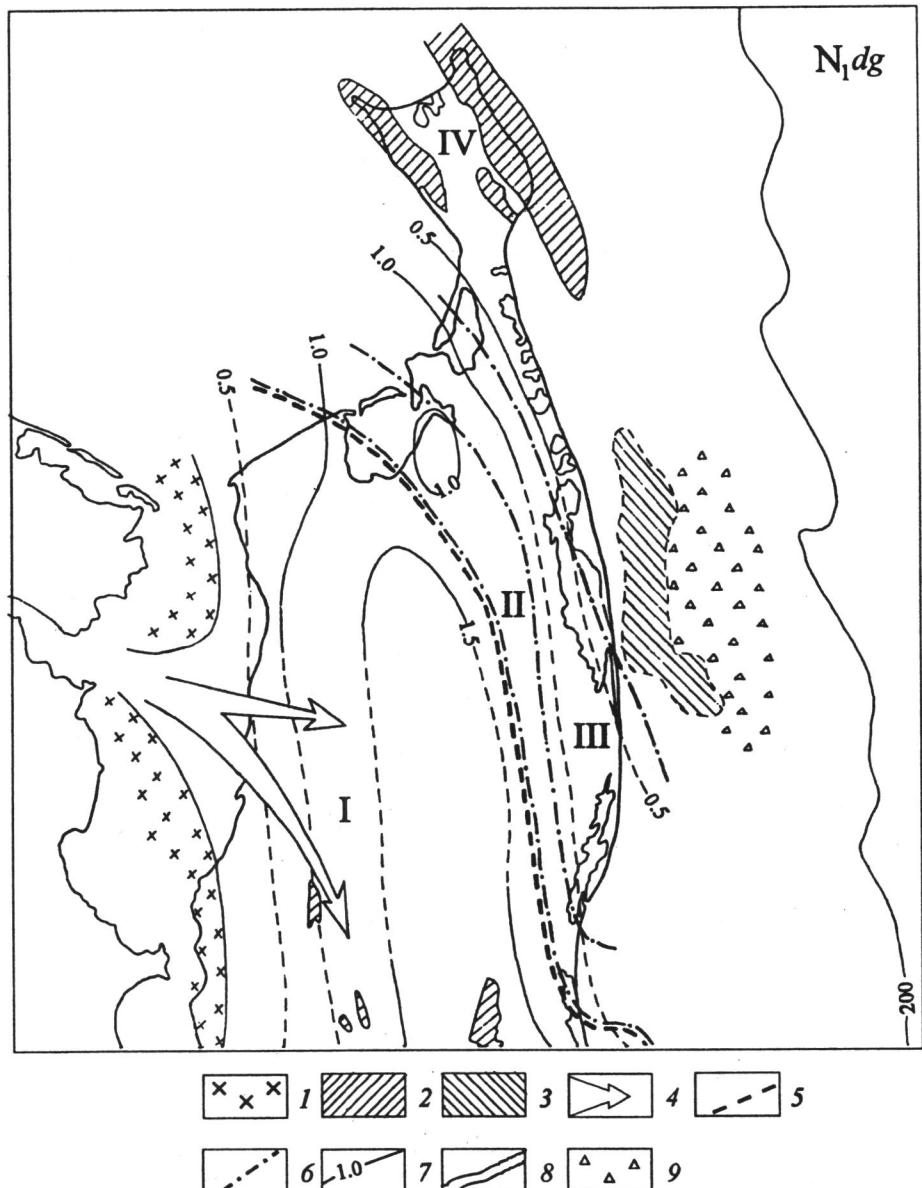


Рис. 23. Литофацальная карта для дагинского времени

1 – области сноса обломочного материала, перекрытые более молодыми отложениями; 2 – площади, на которых отложения накапливались, но были смыты; 3 – площади, на которых отложения не накапливались (в морских условиях); 4 – направления сноса обломочного материала; 5 – граница угленосности; 6 – границы литофацальных зон; 7 – изопахиты; 8 – конседиментационный разрыв; 9 – фаны и турбидиты. Литофацальные зоны: I – чередование песчаных, алеврито-глинистых пород и углей, фации приморской низменности, временами заливаемой морем, дельтовая платформа; II – чередование песчаных и алеврито-глинистых пород, при преобладании песчаников, от литорали до средней сублиторали, авандельта и верхняя часть продельты; III – чередование песчаных и алеврито-глинистых пород, при преобладании алевролитов и глин, от верхней до нижней сублиторали, продельта; IV – алеврито-глинистые и кремнисто-глинистые породы с локальным распространением песчаников, средняя и нижняя сублитораль, нижняя часть продельты и дно бассейна

На Северном Сахалине приморская низменность в северо-восточном направлении (рис. 23) сменилась лагунно-баровой областью, а затем открытым морем с накоплением осадков на различных уровнях сублиторали – до батиали. Здесь наблюдается переход существенно песчаных отложений в глинистые и глинисто-кремнистые с фосфорито-глауконитовыми конкрециями.

В конце дагинского времени в северосахалинский бассейн стало поступать большое количество песчаного материала. Начала развиваться дельта крупной реки, возможно, палео-Амгуни.

Песчаный материал мигрирующими рукавами дельты переносился в море и перерабатывался волнением и течениями, что обеспечило отличные коллекторские свойства верхнедагинских песчаников.

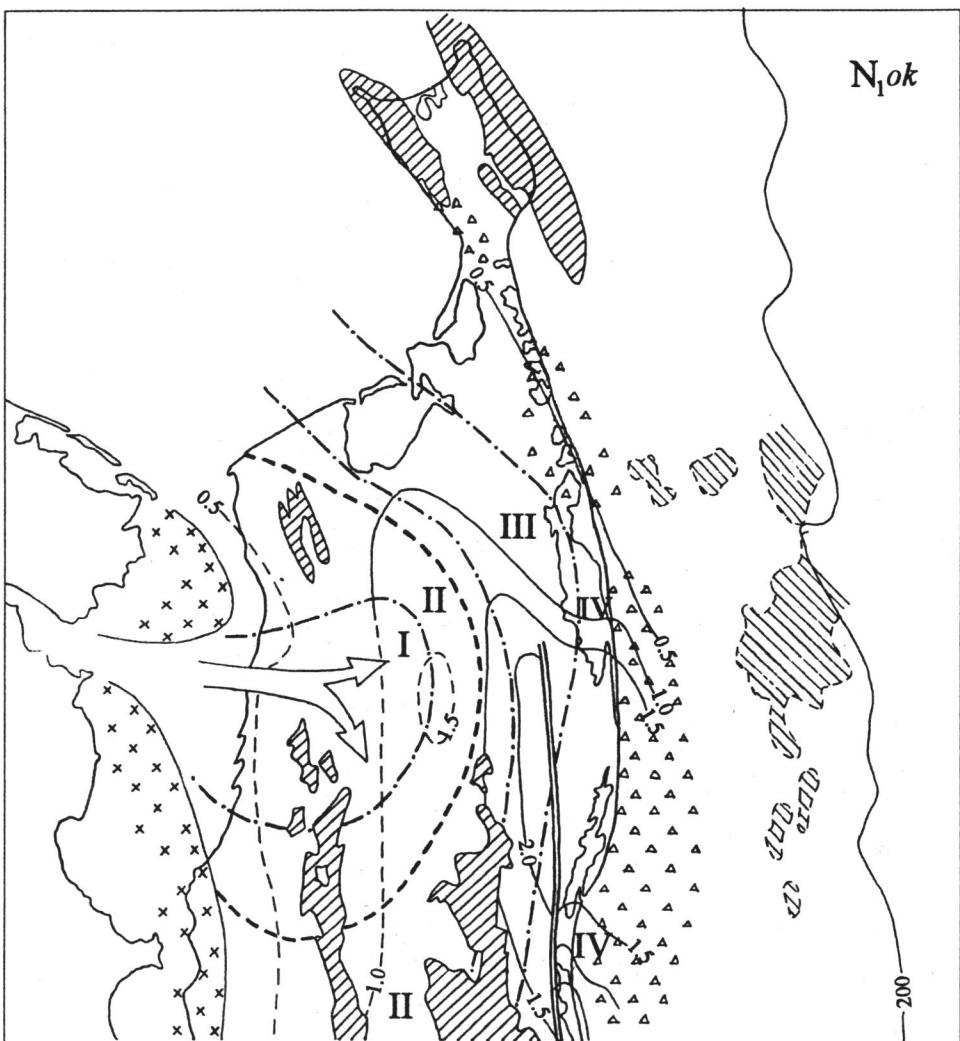


Рис. 24. Литофациальная карта для окобыкайского времени

Литофациальные зоны: I – чередование песчаных, алеврито-глинистых пород и углей, фации приморской низменности, дельтовая платформа; II – чередование песчаных и алеврито-глинистых пород, с преобладанием песчаников, фации: в начале средняя и верхняя сублитораль, в конце – литораль, продельта и авандельта; III – чередование песчаных и алевролито-глинистых пород, с преобладанием алевролитов и глин, фации: в начале средняя, в конце – средняя и верхняя сублитораль, продельта; IV – алеврито-глинистые и кремнистые породы, с локальным распространением песчаников, батиаль и нижняя средняя сублитораль, продельта и дно бассейна.

Прочие условные обозначения см. на рис. 17

На границе дагинского и окобыкайского времени в регионе произошли поднятия, после которых наступило погружение, сопровождавшееся эвстатическим подъемом уровня моря. В итоге лагунно-баровую область и приморскую низменность быстро захватило глубокое окобыкайское море.

Кроме общих поднятий и погружений, с серединой дагинского и до конца окобыкайского времени на восточном побережье Северного Сахалина проявились конседиментационные движения блоков, создавшие сложную картину взаимоотношений этих двух свит.

В окобыкайское время существовали все характерные для дельты седиментационные поля (рис. 24). Напротив современного устья Амура находилась дельтовая платформа, с накоплением песчано-глинистых угленосных отложений. По периферии располагалась зона авандельты, где субконтинентальные отложения дельтовой платформы сменялись лагунно-баровыми и прибрежно-морскими. В этой зоне окобыкайская свита сложена преимущественно песчаниками. Авандельта к востоку, северо-востоку и юго-востоку сменялась продельтой, где формировалась толща

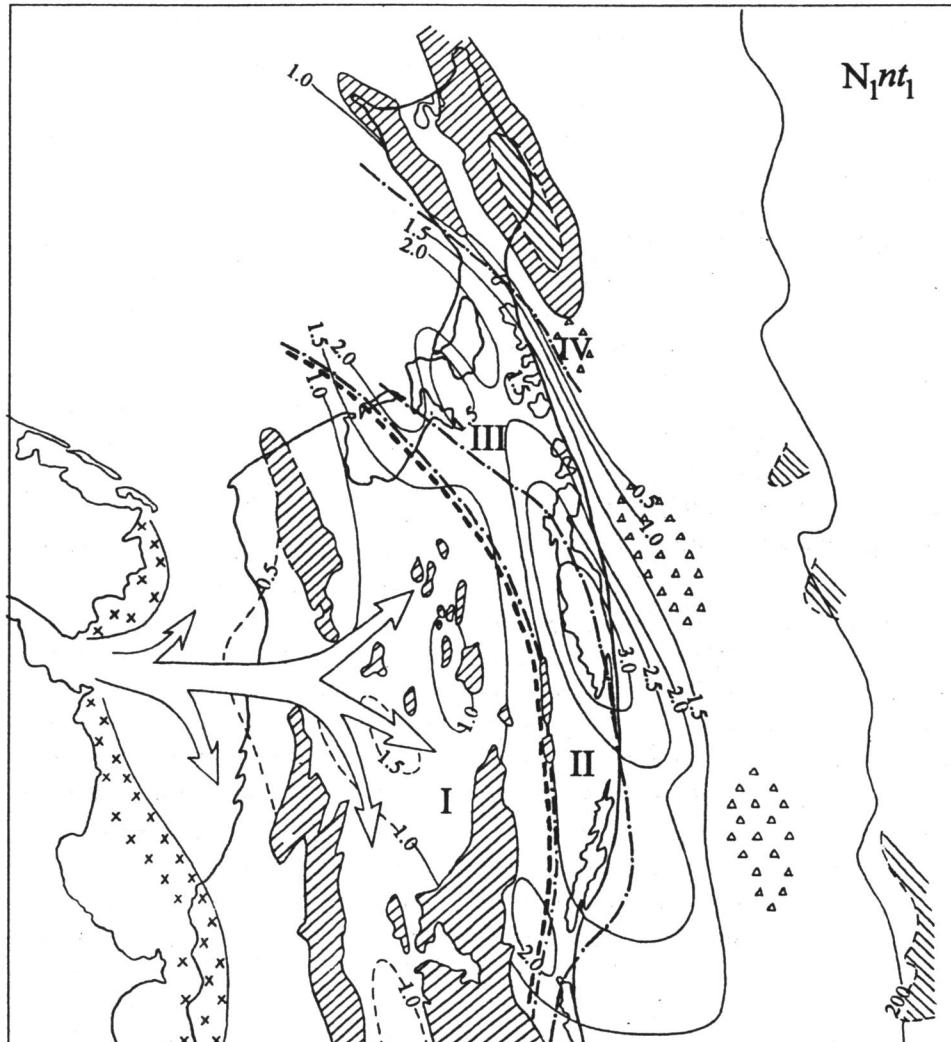


Рис. 25. Литофациальная карта для ранненутовского времени

Литофациальные зоны: I – чередование грубообломочных, песчаных и алеврито-глинистых пород, фации аллювиальной равнины и приморской низменности, дельтова платформа; II – чередование песчаных и алеврито-глинистых пород, с преобладанием песчаников, фации средней и верхней сублиторали и литорали, авандельта; III – чередование песчаных и алеврито-глинистых пород, с преобладанием алевролитов и глин, фации различных частей сублиторали, продельта; IV – алеврито-глинистые породы с небольшим участием песчаников, фации нижней сублиторали и верхней батиали, основание продельты и дно бассейна.

Прочие условные обозначения см. на рис. 17

чередующихся песчаных и глинистых пород. На внешнем крае продельты, у основания дельтового склона располагалось поле накопления глинистых и кремнистых осадков. В этом поле, по данным бурения и сейсморазведки, имеются песчаные тела типа фанов (склоновых и подошвенных). В Пильском разрезе к ним относятся песчаные пласти верхней части пильской свиты. Последующая история седиментации в северосахалинском бассейне характеризуется расширением дельты палео-Амгуни–палео-Амура. В ранненутовское время дельтовая платформа захватила большую часть северосахалинской суши

(рис. 25). Как и на предыдущем, окбыкайском этапе, переход от дельтовой платформы к склону и дну бассейна проходил через существенно песчаное поле авандельты. В продельте в условиях общей проградации накопилась мощная толща чередующихся песчаников, алевролитов и глин. С этой толщей связаны важнейшие месторождения углеводородов на северо-востоке Сахалина и его шельфе. По данным бурения и сейсморазведки, в нижней части продельты имеются песчаные тела типа подошвенных фанов. По геофизическим данным, на внешнем шельфе в нижненутовском подгоризонте выделяются поля турбидитов.

В поздненутовское время после трансгрессии, оставившей толщу диатомитов маямрафской свиты, дельта палео-Амура – палео-Амгуни еще дальше продвинулась на восток. Об этом говорят косослоистые песчаники матитукской свиты, являющиеся, по-видимому, речными выносами в море.

В начале помырского времени произошла новая трансгрессия, а затем дельтовая платформа захватила весь район. На это указывают пластирыхлых бурых углей с лигнитом в верхней части помырской свиты.

7.2. Распространение биотических сообществ во времени и пространстве

В главах 4 и 5 был дан анализ стратиграфического положения различных палеонтологических групп в палеогене и неогене п-ова Шмидта. Были выявлены некоторые особенности смены палеобиоты в разрезе, связанные, с одной стороны, с эволюцией моллюсков, фораминифер, диатомей, радиолярий и флоры во времени, а с другой – с процессами миграций биотических сообществ, например в связи с климатическими флюктуациями прошлого и с перемещениями биоценозов (прежде всего донных) под влиянием палеогеографических событий, когда, например, смешалась береговая линия или изменялась глубина того или иного участка морского бассейна в северосахалинском регионе.

В течение позднего(?) эоцена-плиоцена в пределах региона расселение биотических донных сообществ в определенной мере зависело от характера дна моря, типа морских осадков, температуры морской воды и других факторов.

Выше говорилось, что в смене комплексов фауны и флоры отразились экосистемные изменения, которые были свойственны относительно мелководным зонам бассейна (литорали-сублиторали и частично батиали). Особенно выпукло это отразилось в сменяемости 17 слоев и 10 горизонтов с моллюсками. Верхняя часть эоцена и олигоцен (горизонты I–IV) характеризовались последовательным замещением относительно мелководных сообществ литорали-верхней сублиторали (с *Mytilus*, *Papyridea*, *Mya* и др.) сообществами сублиторали-верхней батиали (с *Acila*,

Yoldia, *Nuculana*, *Delectopecten* и пр.). Палеобиоценозы с преобладающим развитием неподвижных сестонофагов со временем замещались биоценозами сначала малоподвижных и подвижных сестонофагов, а затем собирающих детритофагов. В раннем миоцене (горизонт VII) донные сообщества были, видимо, в целом похожими на олигоценовые. Но в среднем миоцене (горизонт VII) произошло дальнейшее углубление дна на данном участке морского бассейна и появились биоценозы, характерные для нижней сублиторали-батиали (с многочисленными детритофагами *Delectopecten*, *Crassoleda*, *Acilana* и пр.). В позднем миоцене (горизонт VIII) проходило замещение относительно глубоководных ассоциаций более мелководными, в основном нижне-сублиторальными (с *Nuculana*, *Nucula*). А в плиоцене (горизонты IX-X) преимущественное развитие получили сообщества сначала лагунные, а затем литорали и самой верхней сублиторали (в основном с неподвижными и малоподвижными сестонофагами *Fortipecten*, *Chlamys* и пр.).

Перечисленные биоценотические группировки кайнозоя, отражающие в своем родовом и видовом составе эволюционные преобразования биоты и экологические изменения, могут быть прослежены в других районах Сахалина. Смена палеоценозов в разрезе, таким образом, может рассматриваться как отражение общей тенденции изменения состава фауны и палеогеографических условий в кайнозое в пределах сахалинского бассейна. При этом сравнение северосахалинских биоценозов с таковыми Японии и Камчатки выявляет их значительное сходство. Это указывает на то, что мелководные зоны морских бассейнов этих регионов (япономорская и охотоморская провинции) имели достаточно тесные связи, что и обеспечило биотические миграции и обмен фаунистическими элементами разных участков этих бассейнов.

Биотические события, отразившиеся в смене сообществ в кайнозойском разрезе п-ова Шмидта, протекали параллельно с другими событиями (седиментационными, тектоническими, вулканическими, климатическими и пр.), в одних случаях одновременно, в других – не совсем одновременно. Более детальное их датирование может позволить в будущем составить реальный календарь этих событий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные выше данные позволяют сделать ряд выводов, касающиеся стратиграфии, палеогеографии и геологических событий палеогена и неогена северосахалинского региона, который может рассматриваться как часть крупной Охотоморской экосистемы Северной Пацифики. Многие особенности геологического развития этой области свойственны и другим экосистемам окраинных бассейнов.

1. Стратиграфия и палеонтология. Изучение опорного разреза палеогена и неогена Северного Сахалина (его шельфа и прилегающих участков акватории) позволило выделить в этом районе восемь свит в возрастном диапазоне от эоцена до плиоцена (палеоген – мачигарская и тумская свиты, миоцен – верхняя часть тумской свиты, пильская, каскадная, венгерийская и ма-ямрафская свиты, плиоцен – матитукская и помырская свиты). Каждая из свит получила палеонтологическую характеристику, в результате чего в разрезе удалось обособить 17 слоев с моллюсками, 12 лон и слоев с фораминиферами, 5 зон и слоев с диатомеями, 2 зоны и слоя с радиоляриями и 4 палинозоны. Одновременно проведена корреляция выделенных подразделений с семью региоярусами (горизонтами) кайнозоя Сахалина (от аракайского до помырского) и кайнозойскими формациями Японии и Северной Америки. В стратиграфическом анализе использовано около 150 видов разных групп биоты. 30 палеонтологических фототаблиц дают представление о характерных комплексах фауны и флоры палеогена и неогена региона. Отмеченная этапность развития палеобиоты (всего намечено около 10 этапов) обнаруживает большое сходство с таковой, выявленной в других регионах Пацифики, что позволяет подходить к расшифровке общего тренда эволюции тихоокеанских сообществ.

2. Седиментация. В целом осадконакопление в регионе привело к образованию крупной осадочной серии, включающей несколько трансгрессивных и регressiveных циклов разного порядка. Разрез кайнозоя представлен в основном

морскими отложениями. Главными породообразующими компонентами являлись обломочный терригенный материал, аллотигенное и аутогенное глинистое вещество, свободный кремнезем, продукты эксплозивной вулканической деятельности. Постседиментационные процессы привели к катагенетическим преобразованиям кремнезема в разрезе (опаловая, кристобалитовая и халцедоновая зоны). Многие особенности формирования осадочных толщ региона в кайнозое свойственны и другим районам Сахалина и Охотоморской области в целом, несмотря на специфику седиментации в каждом из этих районов.

3. Палеогеографические обстановки. В эоцене в данном регионе началась морская трансгрессия, которая проявилась во всей Охотоморской области. В начале олигоцена здесь отлагались мелководные осадки, которые в конце олигоцена – начале миоцена сменились относительно глубоководными. В олигоцене–раннем миоцене в морском бассейне началось накопление кремнистых отложений, которые в позднем миоцене уступили место сравнительно мелководным образованиям, а затем снова более глубоководным диатомитам. В конце миоцена и начале плиоцена значительное место среди осадков принадлежало лагунным и континентальным породам. И наконец, в плиоцене в результате трансгрессии с размывом в основании отложилась серия морских осадков, сменившаяся к концу плиоцена толщами прибрежного и континентального происхождения (с прослойками угля и пр.).

При формировании трансгрессивных и регressiveных осадочных серий северосахалинского кайнозоя решающую роль играли тектонические движения разного знака и эвстатические колебания уровня моря. На фоне миграций гипоцентра осадочного бассейна северосахалинского региона значительное влияние на накопление терригенных толщ неогена оказывала деятельность Пра-Амура, приведшая к образованию мощных толщ с клиноформами и проградационными структурами, в которых отмечаются богатые залежи нефти и газа.

Выявлено, что на распространение бентосных и планктонных палеосообществ биоты в кайнозойских бассейнах большое влияние оказывали палеогеографические и палеоклиматические факторы. В частности, они сказывались на миграциях морских комплексов, которые имели место в пределах Японского и Охотского морей, включая Северосахалинскую провинцию.

Материалы по кайнозою Северного Сахалина позволяют расшифровать не только особенности геологической истории данного региона, но и проливаются свет на развитие в кайнозойское время как Сахалина в целом, так и всей Охотоморской провинции. Чем больше будет появляться детальных сведений по опорным разрезам кайнозоя этой провинции, тем точнее станут местные и региональные корреляции древних толщ и реконструкции палеогеографических событий. В настоящее время все острее встает проблема

обобщения данных по кайнозою всего Сахалина – с учетом новейших материалов. Выход в свет в 1998 г. стратиграфических схем палеогена и неогена Сахалина (они были приняты МСК в 1994 г.) является солидной вехой на пути такого обобщения. Однако оно невозможно без дополнительной всесторонней проработки накопленного материала – в отношении как литологических и палеонтологических характеристик кайнозоя, так и проблем, связанных с нефтегазоносностью кайнозойских формаций. К этому добавим, что приведенные по кайнозою Северного Сахалина сведения являются определенным вкладом в дешифровку палеоэкосистем окраинных бассейнов и зоны перехода от океана к континенту. В частности, они могут представить интерес для изучения динамики формирования биотической компоненты древних экосистем.

Литература

- Архипова А.Д., Брутман Н.Я., Жидкова Л.С. и др. Опорный разрез палеоген-неогеновых отложений Юго-Восточного Сахалина (Макаровский разрез). С.-Петербург: ВНИГРИ, 1992. 357 с.
- Атлас фауны и флоры неогеновых отложений Дальнего Востока. Точилинский опорный разрез Западной Камчатки. М.: Наука, 1984. 335 с.
- Атлас фауны палеогена и неогена Северо-Востока СССР. М.: Недра, 1981. 218 с.
- Ахметьев М.А. Олигоценовые и миоценовые флоры юга Дальнего Востока СССР как показатели климатической обстановки // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1974, № 4. С. 134–143.
- Ахметьев М.А., Братцева Г.М., Синельникова В.Н. Климатический оптимум в неогене Камчатки // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1984, № 8. С. 70–78.
- Баринов К.Б., Гладенков Ю.Б. Расчленение олигоценовых и нижнемиоценовых отложений Северного Сахалина (по моллюскам) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1998. Т. 6. № 3. С. 74–86.
- Болотникова М.Д. Споро-пыльцевые комплексы третичных отложений западного побережья Японского моря. М.: Наука, 1979. 194 с.
- Бродская Н.Г. Фосфориты полуострова Шмидта (Сахалин). // Геология рудных месторождений, 1961, N 1. С. 19–32.
- Брутман Н.Я. Палинологические критерии расчленения и корреляции при массовом изучении керна поисково-разведочных скважин. // Палинологические исследования в стратиграфии. Тюмень, 1981. С. 37–41.
- Брутман Н.Я. Пыльца рода *Tsuga* в неогеновом разрезе Сахалина. // Проблемы современной палинологии. Новосибирск: Наука, 1984. С. 81–83.
- Брутман Н.Я., Архипова А.Д., Вылова И.Ю. Палинологическая и диатомовая характеристика палеоген-неогеновых отложений р.Хейсли (Западная Камчатка). // Стратиграфия кайнозоя Дальнего Востока СССР (Тр. ВНИГРИ). Л., 1985. С. 46–53.
- Брутман Н.Я. Палиностратиграфия палеоген-неогеновых отложений Сахалинской нефтегазоносной области. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геол.-мин. наук. Л., 1986. 18 с.
- Брутман Н.Я., Архипова А.Д. Палиностратиграфические рубежи, как основа корреляции кайнозойских отложений Северной Пацифики. // Палинология Востока СССР. Владивосток, 1987. С. 71–82.
- Вассоевич Н.Б. О сопоставлении неогеновых отложений Охино-Эхабинского нефтеносного района п-ва Шмидта. // Исслед. по геол. и нефтегазоносн. Сахалина (Тр. ВНИГРИ. Вып. 181). Л.: Гостоптехиздат, 1961. С. 25–62.
- Векшина Н.В. Новый род и новые виды диатомовых из меловых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской низменности. // Мат. по палеонт. и стратиграфии Западной Сибири. Тр. СНИИГТИМС. Вып. 15, 1961.
- Витухин Д.И. Расчленение кайнозоя Дальнего Востока России по радиоляриям // Тр. ГИН РАН. Вып. 485. М.: Наука, 1993. 105 с.
- Волобуева В.И., Гладенков Ю.Б., Беньяновский В.Н. и др. Опорный разрез морского палеогена Севера Дальнего Востока (п-ов Ильинский). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1994. Ч. 1 – 63 с. Ч. 2 – 144 с.
- Волобуева В.И., Красный Л.Л. Маастрихт-неогеновые отложения восточной части Корякского нагорья. М.: Наука, 1979. 82 с.
- Волошинова Н.А. Род *Buccella Andersen* и его виды из неогена Сахалина. Л.: Гостоптехиздат, 1960. // Микрофауна СССР. Сб. XI. Тр. ВНИГРИ. Вып. 153. С. 265–306.
- Волошинова Н.А., Брутман Н.Я. и др. Региональная стратиграфическая схема палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина // Кайнозой дальневосточных районов СССР (Тр. ВНИГРИ). Л.: Недра, 1978. С. 119–139.
- Волошинова Н.А., Будашева А.И. Литуолиды и трохаммииды из третичных отложений острова Сахалин и полуострова Камчатки // Микрофауна СССР. Сб. XII. Тр. ВНИГРИ. Вып. 170. Л.: Гостоптехиздат, 1961. С. 169–272.
- Волошинова Н.А., Кузнецова В.Н., Леоненко Л.С. Фораминиферы неогеновых отложений Сахалина. // Тр. ВНИГРИ. Вып. 284. Л.: Недра, 1970. 304 с.
- Волошинова Н.А., Леоненко Л.С. Палеэкология фораминифер и их значение для стратиграфии и выяснения условий образования осадков (на примере фораминифер окбыкайской свиты Северного Сахалина) // Вопросы биогеографии и экологии фораминифер (Тр. ИГИГ СО АН СССР. Вып. 62). Новосибирск: Наука, 1973. С. 7–44.
- Геология СССР. Т. XXXIII. Остров Сахалин. М.: Недра, 1970. 432 с.
- Гладенков Ю.Б. Неоген Камчатки. М.: Наука, 1972. 243 с.
- Гладенков Ю.Б. Иолдии неогена Северного Сахалина // Докл. АН СССР, 1973. Т. 208. № 6. С. 1321–1327.
- Гладенков Ю.Б. Морской верхний кайнозой северных районов. М.: Наука, 1978. 194 с.
- Гладенков Ю.Б., Баринов К.Б., Басилян А.Э. и др. Детальное расчленение неогена Камчатки. М.: Наука, 1992. 207 с.
- Гладенков Ю.Б., Братцева Г.М., Синельникова В.Н. Морской кайнозой залива Корфа Восточной Камчатки // Очерки по геологии Северо-Западного сектора Тихоокеанского тектонического пояса. М.: Наука, 1978. С. 5–73.
- Гладенков Ю.Б., Музилев Н.Г. Морские диатомовые водоросли неогена Восточной Камчатки и Северного Сахалина // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1972. № 8. С. 92–104.
- Глазер З.И. Кремневые жгутиковые водоросли (силикофлягелляты). Флора споровых растений. Л.–М.: Т. 7. 1966. 330 с.
- Гречин В.И. О методах изучения катагенетических преобразований кремнезема (на примере миоцена Камчатки и Сахалина) // Литол. и полезн. ископ., 1972. № 4. С. 147–152.

- Гречин В.И. Миоценовые отложения Западной Камчатки (седиментация и катагенез). // Тр. ГИН АН СССР, 1976. Вып. 282. 138 с.
- Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные. Т. 1. М.: Наука, Ленингр. отд., 1974. 403 с.
- Диатомовый анализ. Определитель современных и ископаемых диатомовых водорослей. Т. 1-3. Госгеолиздат. 1949-1950.
- Жидкова Л.С., Архипова А.Д. и др. Биостратиграфическое расчленение верхнепалеогеновых и неогеновых отложений Шмидтского разреза (о. Сахалин) // Тр. ВНИГРИ, 1981. С. 22-34.
- Жидкова Л.С., Кузина И.Н., Лаутенишегер Ф.Г. и др. Атлас моллюсков миоцена и плиоцена Сахалина. М.: Наука, 1968. 178 с.
- Жузе А.П. Диатомовые в поверхностном слое осадков Охотского моря // Тр. Ин-та океанологии. Т. 22, 1957. С. 164-220.
- Жузе А.П. Основные этапы развития флоры морских диатомовых водорослей (Diatomea) на Дальнем Востоке в третичном и четвертичном периодах // Бот. журн. Т. 44. № 1, 1959. С. 44-55.
- Жузе А.П. Морские диатомовые водоросли миоценового и плиоценового возраста Дальнего Востока // Бот. мат-лы отд. споровых растений. БИН АН СССР. № 14, 1961. С. 59-69.
- Жузе А.П. Stratigraphische und palaeogeographische исследования в северо-западной части Тихого океана. М., 1962. 253 с.
- Жузе А.П. Новые виды диатомовых водорослей в донных осадках Тихого океана и Охотского моря. Новости систематики низших растений. Л.: Наука, 1968. С. 12-21.
- Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 332 с.
- Зива М.В., Лукашова Л.И. Палинологическая характеристика палеогеновых и неогеновых отложений Среднеамурской впадины // Стратиграфия кайнозойских отложений Дальнего Востока. Владивосток, 1977. С. 42-47.
- Кистерова И.Б., Анкудинов Л.Д. Новые данные по стратиграфии кайнозойских отложений Кавинско-Тауйской впадины (Северное Приохотье) // Континентальные третичные толщи Северо-Восточной Азии. Новосибирск: Наука, 1979. С. 108-109.
- Ковальчук В.С. Кластические дайки п-ова Шмидта (Северный Сахалин) // Тр. ВНИГРИ. Вып. 181. 1961. С. 176-179.
- Козлова Г.Э. Радиолярии среднего и верхнего миоцена Северного Сахалина // Микрофауна СССР (Тр. ВНИГРИ. Вып. 153). Л.: Гостоптехиздат, 1960. Сб. 11. С. 307-325.
- Красилов В.А. и др. Экостратиграфия (теория и методы). Владивосток, 1985. 145 с.
- Криштофович Л.В. Моллюски третичных отложений Сахалина. Л.: Недра, 1981. 229 с.
- Криштофович Л.В. Разделение третичных отложений Дальневосточной провинции на ярусы (на примере Сахалина) // Мат-лы совещ. по разраб. унифиц. стратигр. схем Сахалина, Камчатки, Курильских и Командорских островов. Л.: Гостоптехиздат, 1961. С. 83-90.
- Криштофович Л.В., Ильина А.П. Моллюски третичных отложений Южного Сахалина. Л.: Гостоптехиздат, 1954.
- Лисицын А.П. Основные закономерности распределения современных кремнистых осадков и их связь с климатической зональностью // Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966. С. 90-191.
- Макарова И.В. Диатомовые водоросли морей СССР: род *Thalassiosira* Cleve. Л.: Наука, 1988. 117 с.
- Макарова И.В., Моисеева А.И. Новый вид рода *Ryxidicula* (Bacillariophyta) // Бот. журн. Т. 71. № 2. 1988. С. 244-245.
- Мамонтова И.Б. Палинологическое обоснование расчленения палеогеновых и неогеновых отложений и развитие флоры Амуро-Зейской депрессии. Автореферат докторской на соиск. уч. степени канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1978. 17 с.
- Митрофанова Л.И. Слои с фораминиферами в палеоген-неогеновых отложениях восточного побережья Сахалина // Новые данные по детальной биостратиграфии фанерозоя Дальнего Востока. Владивосток: Изд. ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 130-136.
- Митрофанова Л.И., Мелентьев О.Н. О возрасте кайнозойских отложений Лунской впадины (фораминиферы) // Геология и стратиграфия кайнозойских отложений северо-западной Пацифики. Владивосток: Изд. ДВНЦ АН СССР, 1991. С. 39-48.
- Мишаков Г.С. О скорости накопления осадков в Северо-Сахалинском седиментационном бассейне // Новые данные по нефтегазовой геологии Сахалина. Владивосток, Изд. ДВНЦ АН СССР, Геогр. об-во СССР. 1981. С. 16-21.
- Моисеева А.И. Атлас неогеновых диатомовых водорослей Приморского края. // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. серия. Т. 171. Л.: Недра, 1971. 152 с.
- Мытарев В.П. Новые данные по стратиграфии меловых отложений полуострова Шмидта // Сборник статей по геологии и гидрогеологии. Вып. 7. М.: Недра, 1969. С. 94-103.
- Опорный разрез меловых отложений Сахалина (Найбинский разрез). Л.: Наука, 1978. 197 с.
- Опорный разрез палеоген-неогеновых отложений Юго-Восточного Сахалина (Макаровский разрез). С.-Петербург: Издание ВНИГРИ, 1992. 358 с.
- Опорный разрез морского палеогена Севера Дальнего Востока (п-ов Ильинский). Ч. 1. Стратиграфия. Магадан, 1994. 64 с.
- Орешкина Т.В. Неогеновые диатомеи северо-западной части Тихого океана (стратиграфия и палеогеография). Автореф. канд. дисс.. М., 1990. 25 с.
- Орешкина Т.В. Диатомеи и неогеновые события в Субарктической Пацифике. // Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1993. Т. 68. Вып. 2. С. 84-90.
- Орешкина Т.В., Витухин Д.И. Стратиграфия верхнекайнозойских отложений северного Сахалина по диатомеям и радиоляриям // Бюлл. МОИП. Отд. геол., 1987. Т. 62. Вып. 3. С. 86-99.
- Попов С.В. Позднекайнозойские и современные двустворчатые моллюски семейства Carditidae СССР. М.: Наука, 1983. 118 с.
- Попова И.М. Радиолярии опорного разреза неогена юга Сахалина (междуречье Кура-Урюм) // Кайнозой Дальнего Востока. Владивосток, 1989. С. 209-217.
- Ратновский И.И. Геологическое строение полуострова Шмидта на Сахалине. Тр. ВНИГРИ. Вып. 146, 1960. 106 с.
- Ратновский И.И. Стратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений Сахалина // Тр. ВНИГРИ. Вып. 271. Л.: Недра, 1969. 326 с.
- Решения 2-го Межведомственного стратиграфического совещания по мелу, палеогену и неогену Корякского нагорья, Камчатки, Командорских островов и Сахалина. Петропавловск-Камчатский, 1982. 134 с.

- Рождественский В.С. Геологическое строение и тектоническое развитие полуострова Шмидта (о. Сахалин) // Тихоок. геология, 1988. № 3. С. 62–71.
- Савицкий В.О., Маргулис Л.С., Болдырева В.П. и др. Марумяская свита Южного Сахалина (Анивский район) // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1981. № 5. С. 65–77.
- Сайдова Х.М. Бентосные фораминиферы Тихого океана. М.: Наука, 1975. 875 с.
- Сальников Б.А., Сальникова Н.Б., Туренко Т.В. Корреляция угленосных толщ и морских отложений Северо-Западной Пацифики // Континентальный мел СССР. Сб. научных трудов. ДВО АН СССР, БГИ. Владивосток, 1990. С. 167–175.
- Седова М.А. Олигоценовая и миоценовая флора и растительность Приморского края по данным палинологического анализа // Вопросы палеобиогеографии и биостратиграфии. (Тр. 1 сессии ВПО, Л., 1955). М.-Л.: Гостоптехиздат, 1957. С. 203–209.
- Сейсмическая стратиграфия. Ч. 1. М.: Мир, 1982. 175 с.
- Серова М.Я. Стратиграфия и фораминиферы неогена Камчатки. // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 323. М.: Наука, 1978. 176 с.
- Серова М.Я. Морской олигоцен в опорном разрезе палеогена Западного Сахалина // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1985. № 11. С. 86–89.
- Серова М.Я., Борзунова Г.П., Шапиро М.Н. Палеоген южной части о-ва Карагинского (Восточная Камчатка) // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1975. № 11. С. 73–83.
- Серова М.Я., Воловуева В.И., Устинов Н.В. Палеоген Корякского нагорья (ионайская свита) // Ископаемая флора и фауна Дальнего Востока и вопросы стратиграфии фанерозоя. Владивосток: Изд. ДВНЦ АН СССР, 1977. С. 83–93.
- Симонова А.А. Фауна третичных отложений Юго-Восточной части Советского Сахалина. Л.-М.: Гостоптехиздат, 1941. 79 с.
- Синельникова В.Н. Пектениды миоплиоценена Камчатки. М.: Наука, 1975. 140 с.
- Синельникова В.Н., Скиба Л.А., Фотьянова Л.И. и др. Ранний плиоцен Западной Камчатки (энтименская свита). М.: Наука, 1979. 338 с.
- Синельникова В.Н., Фотьянова Л.И., Челебаева А.И. и др. Миоплиоцен Западной Камчатки (эрмановская свита и палеонтологическое обоснование ее возраста). М.: Наука, 1976. 280 с.
- Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. Л.: Наука, 1981. 479 с.
- Смехов Е.М. К проблеме нефтегазоносности нижнетретичных отложений Сахалина // Тр. ВНИГРИ. Сер. Б. Вып. 68, 1936. 46 с.
- Стрельникова Н.И., Николаев В.И. К ревизии родов *Stephanopyxis* и *Ryxidicula* (Bacillariophyta) // Бот. ж. Т. 71. № 7. С. 950–953.
- Троицкая Т.С. Фораминиферы западного шельфа Японского моря и условия их обитания // Вопросы биогеографии и экологии фораминифер. // Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 62) Новосибирск: Наука, 1973. С. 119–168.
- Фурсенко А.В., Троицкая Т.С. и др. Фораминиферы Дальневосточных морей СССР // Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 62. Новосибирск: Наука, 1979. 398 с.
- Фурсенко А.В., Фурсенко К.Б. Фораминиферы лагуны Буссе и их комплексы // Вопросы биогеографии и экологии фораминифер. // Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 62. Новосибирск: Наука, 1973. С. 49–118.
- Хоменко И.П. Новые данные по стратиграфии третичных пластов Восточного Сахалина. Стратиграфия третичных слоев юго-западного побережья полуострова Шмидта (Северный Сахалин). Л.-М.-Новосибирск: Гос. науч.-тех. горн.-геол.-нефт. изд-во, 1934. 86 с.
- Хоменко И.П. Стратиграфия третичных отложений полуострова Шмидта (Сев. Сахалин). Л.: Главн. ред. горнотопливн. и геолого-развед. литературы, 1938. 79 с.
- Шешукова-Порецкая В.С. К ископаемой диатомовой флоре Южного Сахалина (морской неоген). // Вестн. ЛГУ. № 15, 1959. С. 36–55.
- Шешукова-Порецкая В.С. Новые и редкие Bacillariophyta из диатомовой свиты Сахалина. // Уч. зап. ЛГУ. № 313. Вып. 49. Сер. биол., 1962. С. 203–211.
- Шешукова-Порецкая В.С. Новые и редкие диатомовые водоросли из неогена Сахалина и Камчатки. Новости систем. низш. раст. Л.: Изд. АН СССР, 1964. С. 69–78.
- Шешукова-Порецкая В.С. Неогеновые морские диатомовые водоросли Сахалина и Камчатки. Л., 1967. 432 с.
- Шилов В.Н. Кайнозойские вулканогенные формации западной части Южного Сахалина // Вопр. вулканоземства. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 293–294.
- Akiba F. Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai trough and Japan trench and modified lower Miocene through Quaternary diatoms zones for middle to high latitudes of North Pacific. Init // Repts of DSDP. Vol. 87. 1986. P. 393–480.
- Akiba F., Hiramatsu C. and Yanagisawa Y. A Cenozoic diatom genus *Cavatitus* Williams: an emended description and two new biostratigraphically useful species *C.lanceolatus* and *C.rectus* from Japan // Bull. Natl. Sci. Mus. Tokyo. Ser. C. Vol. 19 (1). 1993. P. 11–39.
- Akiba F., Yanagisawa Y. Taxonomy, morphology and phylogeny of the Neogene diatom zonal marker species in the middle- to high latitudes of the North Pacific // Init. Repts of DSDP. Vol. 87. 1986. P. 483–554.
- Andrews G.W. Miocene marine diatoms from the Choptank formation, Calvert county, Maryland. Geol. Survey prof. paper. Vol. 910. Wash. 1976. 26 p.
- Asano K., Takayanagi Y. Stratigraphic Significance of the Planctonic Foraminifera from Japan // Sci. Rep. Tohoku Univ., 1965. Ser. 2 (Geol.). Vol. 37. № 1. P. 1–14.
- Baldau J. and Barron J.A. *Actinocyclus ingens* var. *nodus*: a new stratigraphic useful diatom of the Circum-North Pacific // Micropaleontology. Vol. 30. 1980. P. 103–110.
- Barron J.A., Gladkov A.Y. Early Miocene to Pleistocene diatom stratigraphy of LEG 145 // Proceeding of ODP Sci. Res. Vol. 145. 1985. P. 3–19.
- Fenner J. Late Cretaceous to Oligocene planktic diatoms // Bolli H.M. et al. (Eds.) Plankton stratigraphy. Cambridge Univ. Press. 1985. P. 713–762.
- Fenner J. Late Pliocene-Quaternary quantitative diatom stratigraphy in the Atlantic sector of the Southern ocean // Proceeding of ODP Sci. Res. Vol. 114. 1991. P. 97–121.
- Fryxell G., Hasle G.R. The genus *Thalassiosira*: *T.trifulta* sp. nova and others species with tricolumnar supports on strutted processes // Beih. Nova Hedwigia. H. 64. 1979. S. 13–32.
- Fryxell G.A., Sims P.A. and Watkins T.P. Azpeitia (Bacillariophyceae): related genera and promorphology. Syst. Bot. Monogr. Vol. 13. 1986. 74 p.

- Funayama M.* Miocene radiolarian stratigraphy of the Suza Area, northeastern part of the Noto Peninsula, Japan // *Just. Geol., Paleontol., Contrib.* 1988. № 91. P. 15–41.
- Fundamental date on Japanese neogene bio- and chronostratigraphy (Nat. working group of Jap. IGCP-114). Tokyo, 1981. 125 p.
- Gladenkov A.Y., Barron J.A.* Oligocene and Early Middle Miocene diatom biostratigraphy of Hole 884B // *Proceeding of ODP Sci. Res. Vol. 145.* 1995. P. 21–41.
- Gombos A.M.* Paleocene and Neogene diatoms from the Falkland plateau and Malvinas outer basin: LEG 36, Deep Sea Drilling Project // *Init. Repts of DSDP. Vol. 37.* 1976. P. 575–687.
- Hanna G.D.* Fossil diatoms from the Pribilof Islands, Bering sea, Alaska // *Proc. of the California Academy of Sciences. Fourth ser. Vol. 37. № 5.* 1970. P. 167–234.
- Hasle G.R. et Sims P.A.* The diatom genera Stellarina and Symbolophora with comments on the genus Actinoptychus // *British Pliological journal. Vol. 31.* 1986. P. 195–206.
- Honda Y.* Paleogene Molluscan Faunas from Kushiro coal-field Hokkaido. // *Tohoku Univ. Sci. rep., 2-nd ser. (Geol.),* 1989. Vol. 60. № 1. 137 p.
- Kamada J.* Tertiary marine mollusca from the Joban coal-field, Japan. // *Paleontol. Soc. Jap. Spec. Par.* 1962. № 8. 187 p.
- Kanaya N.* Viocene diatom assemblages from the Onnagawa formation in North-East Japan // *Sci. Repts Tohoku Univ. Sendai. Ser. 2. № 30.* 1959. 130 p.
- Kanno S.* Tertiary molluscan fauna from the Yakataga district and adjacent areas of southern Alaska. // *Paleont. Soc. Japan, Spec. Papers. № 16.* 154 p.
- Koizumi I.* Neogene diatoms from the Emperor seamount chain, leg 55, Deep Sea Drilling Project // *Init. Repts of DSDP. Vol. 55.* 1980. P. 387–407.
- Ling H.Y.* Radiolaria: Leg 19 of the Deep Sea Drilling Project // *Init. Rep. DSDP 1973. Vol. 19.* P. 727–747.
- Lohman K.E.* Lower Miocene marine diatoms from Trinidad // *Verhandl. Naturforsch. Ges. Basel. Vol. 84.* 1974. P. 326–360.
- Maiya S., Murata Y.* The Stratigraphic Occurrence of Spirosigmoilinella compressa Matsunaga in Northeast Japan, and its Paleontological Meaning // *Prof. K. Huzioka Mem. Vol. 1977.* P. 425–440.
- Makiyama J.* The Asagaian Mollusks of Ytukura and Matchgar. Mem. of the Coll. of Sci., Kyoto Imper. Univ. Ser. B. Vol. X. № 2. Kyoto. 1934. 167 p.
- Marincovich L.Jr.* Molluscan paleontology, paleoecology, and North Pacific correlations of the Miocene Tachilini Formation, Alaska // *Ibid. Vol. 84. № 317.* P. 59–155.
- Matsunaga T.* Benthonic smaller Foraminifera from the oil Northern Japan // *Sci. Rep. Tohoku Univ., 1963. Ser. 2 (Geol.). Vol. 35. № 2.* P. 67–122.
- Mesozoic-Genozoic Cycle Chart. 1986.
- Morita R., Titova L.V., Akiba F.* Oligocene-Early Miocene molluscs and diatoms from the Kitami-Tsubetsu area, Eastern Hokkaido, Japan // *Sci. Repts of the Tohoku Univ. Sendai. 2-nd Ser. (Geol.). Vol. 63. № 2.* 1996. P. 53–213.
- Nakaseko K., Sugano K.* Neogene radiolarian zonation in Japan // *Osaka Univ. Sci. Rep. 1973. Vol. 8.* P. 23–33.
- Noda Y.* Neogene Molluscan Faunas the Haboro Coal-field, Hokkaido Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ. Sendai, Second Ser. (Geol.). Vol. 62. № 1–2.* 1992. 140 p.
- Oyama K., Mizuno A., Sakamoto T.* Illustrated Handbook of Japanese Paleogene Molluscs. *Geol. Surv. of Japan.* 1960. 244 p.
- Perch-Nielsen K.* Silicoflagellates. Plankton stratigraphy // *Bolli et al. (Eds.). Cambridge: Cambridge Univ. Press.* 1985. P. 811–846.
- Popova I.M.* Significance paleoecological interpretations of early-middle Miocene radiolarians from south Sakhalin, Russia // *Radiolaria of giant and subgiant in Asia.* New-York: 1993. P. 161–174.
- Posamentier H.W., Vail P.R.* Eustatic controls on clastic deposition 11 – sequence and system tract models – Sea level change – an integrated approach: *Society of Economic Paleontologists Special Publication No 42.* 1988. P. 125–154.
- Reynolds S.R.* Radiolarians from the Western North Pacific, Leg 57, Deer Sea Drilling Project // *Init. Rep. DSDP 1980. Vol. 56/57. Pt 2.* P. 735–769.
- Sancetta C.* Distribution of diatom species in surface sediments of the Bering and Okhotsk seas // *Micropaleontology. Vol. 28. № 3.* 1982. P. 221–257.
- Sato S.* Palynological consideration on Tertiary marine sediments of Hokkaido compared with animal faunas // *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ., 1972. Ser. IV. Geol. and Miner. Vol. XV. № 1–2.* P. 217–269.
- Schrader H.J.* Cenozoic diatoms from the Northeast Pacific, leg 18 // *Init. reprints of DSDP. Vol. 18.* 1973. P. 673–797.
- Schrader H.-J., Fenner J.* Norwegian Sea Cenozoic diatom biostratigraphy and taxonomy // *Init. Reps of DSDP, Vol. 38.* 1976. P. 921–1099.
- Shilov V.V.* Miocene-Pliocene radiolarians from Leg 145, North Pacific // *Proceedings of the ODP, Scientific results. 1995. Vol. 145.* P. 93–116.
- Simonsen R.* The diatom system: Ideas on phylogeny // *Bacillaria. № 2.* 1979. P. 9–71.
- Sugiyama K., Futurani H.* Middle Miocene radiolarians from the Oidawara Formation, Mizunami Group, Gifu Prefecture, central Japan // *Bull. Mizunami Fossil Museum.* 1992. № 19. P. 199–213.
- Tai Y., Kato M.* Miocene Foraminifera from the Wakkaibetsu Formation in Central Hokkaido, North Japan // *Mem. Fac. Integrated Arst and Sciences, Hiroshima Univ. 1981. Ser. IV. Vol. 6.* P. 45–59.
- Takeda H.* The Poronai Formation (Oligocene Tertiary) of Hokkaido and South Sakhalin and its fossil fauna. // *Geol. Sect. Hokkaido Assoc. Coal. Min. Techn. Studies Coal. Geol. 1953. № 3.* 103 p.
- Tokunaga S.* Tertiary plant records from Japan: The microfossils // *Ancient Pacific florals. Univ. of Hawaii Press.* 1964. P. 13–18.
- Tsuda K., Itoigawa J., Yamanoi T.* On the Middle Miocene palaeoenvironment of Japan with special reference to the ancient mangrove swamp // *R.O. White (ed.). The evolution of East Asian environment. Vol. 1. Univ. of Hong Kong.* 1984. P. 388–396.
- Vail P.R.* Seismic stratigraphy integration procedure // *Seismic Stratigraphy Atlas: American Association Petroleum Geology. № 27.* 1987. P. 1–10.
- Whiting M.C., Schrader H.J.* Late Miocene to Early Pliocene marine diatom and silicoflagellate floras the Oregon coast and continental shelf // *Micropaleontology. Vol. 31. № 3.* 1985. P. 249–270.
- Yamanoi T.* Pollen analyses of Neogene sediments – the Tainai River basin, Niigata Prefecture // *Bull. Yamagata Univ. 1976. № 4.* P. 198–206.
- Yamanoi T.* Neogene Pollen stratigraphy of the Oga Peninsula, Northeast Honshu Japan // *Bull. Yamagata Univ. 1978. № 2.* P. 69–89.

Объяснения к фототаблицам

Таблица I

Мачигарский разрез, мачигарская свита.

Фиг. 1. *Nuculana sp.* Экз. № 96119, толща III, пачка 5.

Фиг. 2. *Yoldia (Yoldia) laudabilis* Yokoyama. Экз. № 96222, толща V, пачка 12.

Фиг. 3, 6, 9. *Yoldia (Yoldia) caudata* Khomenko. 3 – экз. № 96259, толща IV, пачка 7; 6 – экз. № 96153, толща III, пачка 5; 9 – экз. № 96279, толща V, пачка 12.

Фиг. 4, 8. *Portlandella nitida* (Slodkewitsch). 4 – экз. № 96245, толща VI, пачка 13; 8 – экз. № 96248, толща V, пачка 12.

Фиг. 5. *Acila oyamadensis* Hirayama. Экз. № 96293, толща IV, пачка 9.

Фиг. 7. *Yoldia (Kalayoldia) matschigarica* L.Krishtofovich. Экз. № 96119, толща III, пачка 5.

Фиг. 10. *Modiolus yamasakii* (Makiyama). Экз. № 96338, толща V, пачка 12.

Фиг. 11, 12. *Musculus cf. snatolensis* Sinelnikova. 11 – экз. № 96146, толща II, пачка 3; 12 – экз. № 96146a, там же.

Фиг. 13. *Musculus sp. 1.* Экз. № 96248, толща V, пачка 12.

Фиг. 14, 17. *Modiolus matchgarensis* (Makiyama). 14 – экз. № 96232, толща III, пачка 5; 17 – экз. № 96239, толща IV, пачка 7.

Фиг. 15, 16. *Mytilus littoralis* Slodkewitsch. 15 – экз. № 96121, толща I, пачка 2; 16 – экз. № 96125, там же.

Фиг. 18. *Musculus sp. 2.* Экз. № 96242, толща V, пачка 12.

Фиг. 19. *Modiolus sp.* Экз. № 96251, толща V, пачка 11.

Фиг. 20. *Mytilus miocenum* L. Krishtofovich. Экз. № 96251, толща V, пачка 11.

Таблица II

Мачигарский разрез, мачигарская свита.

Фиг. 1, 9. *Glycymeris nakosoensis* Hatai & Nisiyama. 1 – экз. № 96298, толща V, пачка 11; 9 – экз. № 96299, там же.

Фиг. 2, 3, 4, 7. *Arca sakamizuensis* Hatai & Nisiyama. 2 – экз. № 96215, толща III, пачка 5; 3 – экз. № 96217, там же; 4 – экз. № 96219, там же; 7 – экз. № 96216, там же.

Фиг. 5. *Chlamys matchgarensis* Makiyama. Экз. № 96221, толща III, пачка 5.

Фиг. 6, 8. *Thracia schmidti* L.Krishtofovich. 6 – экз. № 96160, толща III, пачка 5; 8 – экз. № 96161, там же.

Фиг. 10. *Pododesmus schmidti* L.Krishtofovich. Экз. № 96231, толща III, пачка 5.

Фиг. 11. *Hiatella sakhalinensis* (Takeda). Экз. № 96174, толща II, пачка 5.

Фиг. 12, 13. *Periploma besshoense* (Yokoyama). 12 – экз. № 96282, толща IV, пачка 9; 13 – экз. № 96297, толща V, пачка 10.

Таблица III

Мачигарский разрез, мачигарская свита.

Фиг. 1–3, 5. *Conchocele smekhovi* (Kogan). 1 – экз. № 96256, толща V, пачка 11; 2 – экз. № 96273, толща V, пачка 12; 3 – экз. № 96298, толща VI, пачка 13; 5 – экз. № 9695, там же.

Фиг. 4. *Lucinoma acutilineata* (Conrad). Экз. № 96277, толща V, пачка 12.

Фиг. 6, 7. *Megacardita? matschigarica* (Khomenko). 6 – экз. № 9687, толща III, пачка 5; 7 – экз. № 96188, там же.

Фиг. 8. *Cyclocardia sp.* Экз. № 96179, толща IV, пачка 7.

Фиг. 9-11. *Nemocardium iwakiense* (Makiyama). 9 – экз. № 96169, толща III, пачка 5; 10 – экз. № 96168, там же; 11 – экз. № 96170, там же.

Фиг. 12. *Cerithidea quadrimonilicosta* (Khomenko). Голотип, (х 2). Репродукция (Хоменко, 1938, табл. XVII, фиг. 1 – *Cerithiopsis quadrimonilocosta* Khom.), толща I, пачка 2.

Таблица IV

Мачигарский разрез, мачигарская свита.

Фиг. 1, 2. *Trachycardium kinsimarae* (Makiyama). 1 – экз. № 96268, толща III, пачка 5; 2 – экз. № 96269, там же.

Фиг. 3, 4. *Acanthocardia cf. snatolensis* L.Krishtofovich. 3 – экз. № 96148, толща II, пачка 3; 4 – экз. № 96148a, там же.

Фиг. 5, 9. *Ciliatocardium asagaiense* (Makiyama). 5 – экз. № 96261, толща V, пачка 10; 9 – экз. № 96263, толща IV, пачка 7.

Фиг. 6, 7, 10-12, 16. *Clinocardium matchgarense* (Makiyama). 6 – экз. № 96270, толща III, пачка 6; 7 – экз. № 96273, толща IV, пачка 7; 10 – экз. № 96275, там же; 11 – экз. № 96272, толща III, пачка 6; 12 – экз. № 96287, там же; 16 – экз. № 96285, там же.

Фиг. 8, 13. *Ciliatocardium yamasakii* (Makiyama). 8 – экз. № 96281, толща III, пачка 5; 13 – экз. № 96284, толща V, пачка 12.

Фиг. 14, 15, 17. *Ciliatocardium asagaiense makiyamae* (Kamada). 14 – экз. № 96283, толща III, пачка 5; 15 – экз. № 96289, там же; 17 – экз. № 96286, толща V, пачка 10.

Фиг. 18. *Keenocardium sp.* Экз. № 96286, толща V, пачка 10.

Фиг. 19. *Clinocardium taracaicum* (Yokoyama). Экз. № 96165, толща III, пачка 5.

Таблица V

Мачигарский разрез, мачигарская свита.

Фиг. 1, 5. *Papyridea matshigarica* Khomenko. 1 – экз. № 96243, толща III, пачка 5; 5 – экз. № 96247, толща III, пачка 6.

Фиг. 2, 4, 6. *Papyridea harrimani* Dall. 2 – экз. № 96149, толща II, пачка 3; 4 – экз. № 96142, там же; 6 – экз. № 96140, толща III, пачка 5.

Фиг. 3, 14. *Macoma asagaiensis* Makiyama. 3 – экз. № 96210, толща III, пачка 5; 14 – экз. № 96265, там же.

Фиг. 7, 12. *Macoma simizuensis* L.Krishtofovich. 7 – экз. № 96262, толща V, пачка 10; 12 – экз. № 96267, там же.

Фиг. 8. *Peronidea* sp. Экз. № 96288, толща VI, пачка 13.

Фиг. 9, 13. *Macoma sejugata* (Yokoyama). 9 – экз. № 96153, толща II, пачка 3; 13 – экз. № 96167, толща III, пачка 5.

Фиг. 10. *Trachycardium kinsimarae* (Makiyama). Экз. № 96231, толща III, пачка 5.

Фиг. 11. *Gari* sp. Экз. № 96127, толща II, пачка 3.

Таблица VI

Мачигарский разрез, мачигарская свита.

Фиг. 1, 2, 3. *Liocyma furtiva* (Yokoyama). 1 – экз. № 96177, толща III, пачка 5; 2 – экз. № 96178, там же; 3 – экз. № 96179, там же.

Фиг. 4. *Macrocallista* sp. Экз. № 96116, толща II, пачка 3.

Фиг. 5, 9. *Mya grewingki* Makiyama. 5 – экз. № 96173, толща III, пачка 5; 9 – экз. № 96175, там же.

Фиг. 6. *Corbicula sitakaraensis* Suzuki. Экз. № 96135, толща I, пачка 2.

Фиг. 7. *Corbicula* sp. Экз. № 96136, толща I, пачка 2.

Фиг. 8. *Mya cuneiformis* (Bohm). 8 – экз. № 96224, толща IV, пачка 8.

Фиг. 10, 14. *Neverita asagaiensis* (Makiyama). 10 – экз. № 96011, толща IV, пачка 7; 14 – экз. № 96019, толща III, пачка 5.

Фиг. 11, 12. *Colus asagaiensis* Makiyama. 11 – экз. № 96022, толща III, пачка 5; 12 – экз. № 96014, толща IV, пачка 7.

Фиг. 13. *Ancistrolepis modestoideus* (Takeda). Экз. № 96015, толща V, пачка 11.

Фиг. 15. *Ancistrolepis* sp. Экз. № 96021, толща III, пачка 5.

Фиг. 16, 17. *Turritella importuna* Yokoyama. 16 – экз. № 96024, толща III, пачка 5; 17 – экз. № 96026, там же.

Таблица VII

Мачигарский разрез, тумская свита.

Фиг. 1, 2. *Nucula tumiensis* L. Krishtofovich. 1 – экз. № 96327, толща VIII, пачка 19, (x2); 2 – экз. № 96328, там же.

Фиг. 3–7. *Nuculana tumiensis* (Lautenschlager). 3 – экз. № 96337, толща VIII, пачка 19, (x1,5); 4 – экз. №

96338, там же; 5 – экз. № 96339, там же (x1,5); 6 – экз. № 96341, там же (x1,5); 7 – экз. № 96342, там же (x1,5).

Фиг. 8. *Yoldia cf. Yoldia* (*Yoldia*) *kovatschensis* Slodkewitsch. Экз. № 96372, толща XIII, пачка 19.

Фиг. 9. *Nuculana (Sacella) praefurlongi* L. Krishtofovich. Экз. № 96330, толща VIII, пачка 19.

Фиг. 10. *Yoldia* (*Yoldia*) ? sp. Экз. № 96378, толща XIII, пачка 19.

Фиг. 11. *Ciliatocardium asagaiense makiyamae* (Kamada). Экз. № 9663, толща IX, пачка 21.

Фиг. 12, 14, 15. *Clinocardium matchgarense* (Makiyama). 12 – экз. № 96357, толща VIII, пачка 19; 14 – экз. № 96361, толща VII, пачка 18; 15 – экз. № 9658, там же.

Фиг. 13. *Clinocardium* sp. Экз. № 96307, толща VII, пачка 14.

Фиг. 16. *Ancistrolepis cf. modestoideus* (Takeda). Экз. № 96014, толща VII, пачка 14.

Фиг. 17. *Crepidula cf. matajiroi* Makiyama. Экз. № 96311, толща VII, пачка 14.

Фиг. 18. *Neverita asagaiensis* (Makiyama). Экз. № 96039, толща VII, пачка 14.

Фиг. 19. *Macoma asagaiensis* Makiyama. Экз. № 96382, толща VIII, пачка 19.

Фиг. 20. *Buccinum tigilensis* Sinelnikova. Экз. № 96018, толща VII, пачка 14.

Фиг. 21. *Plicifusus cf. iljinensis* Sinelnicova. Экз. № 96018, толща VII, пачка 14.

Фиг. 22. *Opalia* sp. Экз. № 96034, толща VII, пачка 14.

Фиг. 23. *Collisella* sp. Экз. № 96035, толща VII, пачка 14.

Фиг. 24. *Pseudoliomesus praenassula* Titova. Экз. № 96031, толща VII, пачка 14.

Фиг. 25. *Macoma simizuensis* L.Krishtofovich. Экз. № 96333, толща VII, пачка 14.

Фиг. 26. *Periploma besshoense* (Yokoyama). Экз. № 96349, толща VIII, пачка 19.

Фиг. 27. *Cardiomya majanathensis* (Ilyina). Экз. № 96378, толща VIII, пачка 20.

Фиг. 28. *Pododesmus schmidti* L.Krishtofovich. Экз. № 96339, толща VII, пачка 18.

Таблица VIII

Мачигарский разрез, тумская свита.

Фиг. 1-4. *Delectopecten watanabei* (Yokoyama). 1 – экз. № 96313, толща VII, пачка 14; 2 – экз. № 9612, там же; 3 – экз. № 96314, там же; 4 – экз. № 96315, там же.

Фиг. 5-7, 9. *Chlamys rikinensis* Sinelnikova. 5 – экз. № 96382, толща IX, пачка 21; 6 – экз. № 96383, там же; 7 – экз. № 96385, толща X, пачка 23; 9 – экз. № 96387, там же.

Фиг. 8. *Chlamys donmilleri* MacNeil. Экз. № 96380, толща IX, пачка 21.

Фиг. 10. *Mytilus ochotensis* Slodkewitsch. Экз. № 96390, толща X, пачка 24.

Фиг. 11, 12. *Chlamys ex gr. cosibensis* Yokoyama. 11 – экз. № 96388, толща IX, пачка 21; 12 – экз. № 96389, там же.

Фиг. 13. *Glycymeris wishkahensis* Clark. Экз. № 96345, толща VII, пачка 18.

Таблица VII

Пильский разрез, мачигарская, пильская, каскадная свиты.

Фиг. 1. *Macrocallista?* sp. Экз. № 9615, мачигарская свита, р. Водопадная.

Фиг. 2. *Spisula* sp. Экз. № 9611, мачигарская свита, р. Водопадная.

Фиг. 3. *Chlamys matchgarensis* Makiyama. Экз. № 9612, мачигарская свита, р. Водопадная.

Фиг. 4. *Clinocardium* sp. Экз. № 9619, мачигарская свита, р. Водопадная.

Фиг. 5. *Mya* sp. Экз. № 9618, мачигарская свита, р. Водопадная.

Фиг. 6. *Ancistrolepis cf. modestoideus* (Takeda). Экз. № 9619, мачигарская свита, р. Водопадная.

Фиг. 7. *Thracia schmidti* L.Krishtofovich. Экз. № 9613, мачигарская свита, р. Водопадная.

Фиг. 8. *Solen* sp. Экз. № 9617, мачигарская свита, р. Водопадная.

Фиг. 9, 10, 12. *Acila (Acila) cf. divaricata* (Hinds). 9 – экз. № 96427, пильская свита, толща XШ; 10 – экз. № 96429, там же; 12 – экз. № 96428, там же.

Фиг. 11, 17. *Acila (Truncacilia) eximia* Yokoyama. 11 – экз. № 96425, пильская свита, толща XШ; 17 – экз. № 96424, там же.

Фиг. 13. *Nuculana schmidti* L.Krishtofovich. Экз. № 96409, пильская свита, толща XIII.

Фиг. 14, 18, 19, 20, 23, 24. *Delectopecten pedroanus* (Trask). 14 – экз. № 96411, пильская свита, толща XШ; 18 – экз. № 96412, там же; 19 – экз. № 96414, там же; 20 – экз. № 96415, там же; 23 – экз. № 96417, там же; 24 – экз. № 96419, там же.

Фиг. 15. *Portlandella* sp. Экз. № 96503, каскадная свита, толща XVI.

Фиг. 16, 21. *Acilana tokunagai* (Yokoyama). 16 – экз. № 96514, каскадная свита, толща XVI; 21 – экз. № 96522, там же, толща XVII.

Фиг. 25, 26. *Cyclocardia pilvoensis* (Khomenko). 25 – экз. № 96420, пильская свита, толща XIII; 26 – экз. № 96420а, там же.

Фиг. 27. *Pitar cf. kavranensis* Slodkewitsch. Экз. № 96511, каскадная свита, толща XVI.

Фиг. 28. *Solemya tokunagai* Yokoyama. Экз. № 96430, пильская свита, толща XIII.

Таблица X

Пильский разрез, венгерийская свита.

Фиг. 1, 6. *Conchocele disjuncta ochotica* (L. Krishtofovich). 1 – экз. № 96607, толща XX, 6 – экз. № 96623, толща XXI.

Фиг. 2. *Serripes groenlandicus* (Bruguiere). Экз. № 96618, толща XX.

Фиг. 3. *Periploma pillensis* (Slodkewitsch). Экз. № 96603, толща XIX.

Фиг. 4, 7. *Panomya intermedia* Khomenko. 4 – экз. № 96611, толща XIX, 7 – экз. № 96615, там же.

Фиг. 5. *Cyclocardia* sp. Экз. № 96621, толща XIX.

Фиг. 8. *Dentalium* sp. Экз. № 96627, толща XIX.

Фиг. 9. *Natica clausa* Broderip et Sowerby. Экз. № 96640, толща XIX.

Таблица XI

Пильский разрез, венгерийская, маямрафская, матитукская свиты.

Фиг. 1. *Fulgoraria tokunagai* (Kanehara). Экз. № 96634, венгерийская свита, толща XIX.

Фиг. 2. *Yoldia vengeriana* Lautenschlager. Экз. № 96713, маямрафская свита, толща XXIII.

Фиг. 3, 8, 9, 10. *Nuculana majamraphensis* (Khomenko). 3 – экз. № 96725, маямрафская свита, толща XXIII; 8 – экз. № 96640, венгерийская свита, толща XXI; 9 – экз. № 96645, там же; 10 – экз. № 96714, маямрафская свита, толща XXII.

Фиг. 4, 5. *Nuculana alferovi vengeriensis* Kogan. 4 – экз. № 96613, венгерийская свита, толща XX; 5 – экз. № 96709, маямрафская свита, толща XXII.

Фиг. 6. *Buccinum kurodai* Kanehara. Экз. № 96615, венгерийская свита, толща XIX.

Фиг. 7. *Crenomytilus expansus* (Arnold). Экз. № 96609, венгерийская свита, толща XIX.

Фиг. 11, 12, 26. *Nucula psjakauphensis* Khomenko. 11 – экз. № 96727, маямрафская свита, толща XXIII; 12 – экз. № 96729, там же; 26 – экз. № 96802, матитукская свита, толща XXIV.

Фиг. 13. *Malletia kurasiensis* L. Krishtofovich. Экз. № 96638, венгерийская свита, толща XXI;

Фиг. 14. *Mytilus cf. edulis* Linne. Экз. № 96718, маямрафская свита, толща XXII.

Фиг. 15. *Macoma cf. baltica* (Linne). Экз. № 96740, маямрафская свита, толща XXIII.

Фиг. 16, 18. *Macoma tokyoensis* Makiyama. 16 – экз. № 96705, маямрафская свита, толща XXII, 18 – экз. № 96707, там же.

Фиг. 17, 22. *Lucinoma acutilineata* (Conrad). 17 – экз. № 96717, маямрафская свита, толща XXII; 22 – экз. № 96644, венгерийская свита, толща XXI.

Фиг. 19, 20. *Macoma calcarea* (Gmelin). 19 – экз. № 96710, маямрафская свита, толща XXII; 20 – экз. № 96735, там же, толща XXIII.

Фиг. 21. *Macoma orientalis* Scarlato. Экз. № 96742, маямрафская свита, толща XXII.

Фиг. 23. *Lucinoma* sp. Экз. № 96733, маямрафская свита, толща XXII.

Фиг. 24. *Spisula voyi* (Gabb). Экз. № 96736, маямрафская свита, толща XXII.

Фиг. 25. *Potamocorbula aff. amurensis* (Schrenck). Экз. № 96801, матитукская свита, толща XXV.

Таблица XII

Пильский разрез, помырская свита.

Фиг. 1. *Swiftopecten swifti* (Bernardi). Экз. № 96905, толща XXVIII.

Фиг. 2. *Mya pseudoarenaria* Schlesch. Экз. № 96907, толща XXVIII.

Фиг. 3. *Modiolus modiolus* (Linne). Экз. № 96909, толща XXVIII.

Фиг. 4, 11, 12. *Acila marujamensis* Ilyina. 4 – экз. № 96914, толща XXVIII; 11 – экз. № 96915, там же; 12 – экз. № 9617, там же.

Фиг. 5. *Liocyma fluctuosa* (Gould). Экз. № 96911, толща XXVIII.

Фиг. 6, 8. *Mya truncata* Linne. 6 – экз. № 96920, хондрофор, толща XXVIII; 8 – экз. № 9621, там же.

Фиг. 7. *Chlamys tanassevitschi* (Khomenko). Экз. № 96904, толща XXVIII.

Фиг. 9, 10. *Mizuhopecten yessoensis* (Jay). 9 – экз. № 96923, толща XXVIII; 10 – экз. № 96924, там же.

Таблица XIII

Пильский разрез, помырская свита.

Фиг. 1, 2. *Astarte alaskensis* Dall. 1 – экз. № 96925, толща XXVIII; 2 – экз. № 96926, там же.

Фиг. 3, 10, 13. *Chlamys cosibensis* Yokoyama. 3 – экз. № 96928, толща XXVIII; 10 – экз. № 96929, там же; 13 – экз. № 96931, там же.

Фиг. 4. *Panomya arctica* (Lamarck). Экз. № 96935, толща XXVIII.

Фиг. 5. *Crenomytilus grayanus* (Dunker). Экз. № 96934, толща XXVIII.

Фиг. 6. *Chlamys tanassevitschi* (Khomenko). Экз. № 96903, толща XXVIII.

Фиг. 7. *Pododesmus macrochisma* (Deshayes). Экз. № 96937, толща XXVIII.

Фиг. 8. *Cyclocardia matitukensis* (Slodkewitsch). Экз. № 96938, толща XXVIII.

Фиг. 9. *Spisula sachalinensis*. (Schrenck). Экз. № 96939, толща XXVIII.

Фиг. 11. *Mizuhopecten yessoensis* (Jay). 9 – экз. № 96922, толща XXVIII

Фиг. 12. *Chlamys tanassevitschi* (Khomenko). ГМ, колл. № 5044, экз. № 24/ 5044, левая створка. Репродукция (И.П. Хоменко, 1934, табл. IV, фиг. 2 – *Pecten tanassevitschi* Khom.), толща XXVIII.

Таблица XIV

Фиг. 1. *Haplophragmoides oblongus* Volosh. Мачигарский разрез, мачигарская свита, обр. 1/3. x73.

Фиг. 2. *Haplophragmoides pulchellus* Volosh. Мачигарский разрез, тумская свита, обр. 2/2. x66.

Фиг. 3. *Cyclammina tumiensis* Leonenko. Мачигарский разрез, тумская свита, обр. 2/9. x43.

Фиг. 4. *Haplophragmoides subimpressus* Volosh. Пильский разрез, тумская свита, обр. 4/3. x62.

Фиг. 5. *Cyclammina pilvoensis* Volosh. Пильский разрез, пильская свита, обр. 4/24. x42.

Фиг. 6. *Martinottiella cf. bradyana* (Cush.). Пильский разрез, пильская свита, обр. 5/6. x56.

Фиг. 7. *Cyclammina cf. pacifica* Beck. Пильский разрез, каскадная свита, обр. 6/1. x28.

Фиг. 8. *Euvigerina plumata* Volosh. et V.Kuzn. Пильский разрез, каскадная свита, обр. 6/1. x150.

Фиг. 9. *Euvigerina subperegrina* (Cush. et Kleinpell). Пильский разрез, венгерийская свита, обр. 6/10. x76.

Таблица XV

Изображения на таблице XV взяты из работ Н.А. Волошиновой и А.И. Будашевой [1961] и Н.А. Волошиновой, В.Н. Кузнецовой и Л.С. Леоненко [1970]. Для всех фигур, кроме отмеченных особо: а – вид сбоку, б – вид с периферического края.

Фиг. 1а, б. *Criboelphidium sumitomoi* (Asano et Murata). Мачигарский разрез, мачигарская свита. x47.

Фиг. 2а, б. *Perfectonion praeincertus* V.Kuzn. Мачигарский разрез, мачигарская свита. x47.

Фиг. 3. *Rhabdammina aspera* Volosh. Мачигарский разрез, тумская свита. x94.

Фиг. 4а, б. *Reophax tappuensis* Asano, а – вид сбоку, б – вид со стороны устья. Мачигарский разрез, тумская свита. x 94.

Фиг. 5а, б. *Haplophragmoides laminatus* Volosh. Тумская свита. x94.

Фиг. 6а, б. *Haplophragmoides impressus* Volosh. Тумская свита. x94.

Фиг. 7а, б. *Cyclammina pacifica* Beck. Тумская свита. x38.

Фиг. 8а, б. *Islandiella miocenica* (Volosh. et Borovleva). Мачигарский разрез, тумская свита. x72.

Фиг. 9а-с. *Porosorotalia tumiensis* V.Kuzn, а – вид со спиральной стороны, б – с пупочной стороны, с – с периферического края. Мачигарский разрез, тумская свита. x47.

Фиг. 10а, б. *Pseudoelphidiella subcarinata* (Volosh.). Мачигарский разрез, тумская свита. x94.

Фиг. 11а, б. *Haplophragmoides carinatus* Cush. et Renz. Пильская свита. x94.

Фиг. 12а, б. *Cyclammina pilvoensis* Volosh. Пильская свита. x19.

Фиг. 13а-с. *Spirosigmoilinella compressa* Matsunaga, а, б – вид с боковых сторон, с – с устьевой стороны. Пильский разрез, пильская свита. x 47.

Фиг. 14а, б. *Cyclammina postpilvoensis* V.Kuzn. Пильский разрез, каскадная свита. x38.

Фиг. 15. *Liebusella laevigata* Volosh. Пильский разрез, каскадная свита. x94.

Фиг. 16а-с. *Polymorphina charlottensis* Cush., а, б – вид с боковых сторон, с – вид с начальной части. Пильский разрез, помырская свита. x66.

Таблица XVI

Диатомеи из отложений мачигарской и тумской свит Мачигарского разреза и пильской свиты Пильского разреза, x1000.

Фиг. 1. *Rocella vigilans* Fenner, обр. 29, Мачигарский разрез, мачигарская свита, толща 6, x1000.

Фиг. 2. *Actinocyclus ingens* f. *planus* Whiting et Schrader, обр. 29, Мачигарский разрез, мачигарская свита, толща 6, x1000.

Фиг. 3. *Pyxidicula* sp., обр. 29, Мачигарский разрез, мачигарская свита, толща 6, x1000.
 Фиг. 4. *Thalassiosira praefraga* A. Gladenkov et Barton, обр. 29, Мачигарский разрез, мачигарская свита, толща 6, x1000.
 Фиг. 5, 6. *Cosmiodiscus insignis* Jousé, обр. 29, Мачигарский разрез, мачигарская свита, толща 6, x1000.
 Фиг. 7. *Pyxidicula* sp., обр. 29, Мачигарский разрез, мачигарская свита, толща 6, x1000.
 Фиг. 8. *Cestodiscus kugleri* Lohman, обр. 29, Мачигарский разрез, мачигарская свита, толща 6, x1000.
 Фиг. 9. *Coscinodiscus cf. apiculatus* Ehrenberg, обр. 29, Мачигарский разрез, мачигарская свита, толща 6, x1000.
 Фиг. 10. *Cestodiscus* sp., обр. 29, Мачигарский разрез, мачигарская свита, толща 6, x1000.
 Фиг. 11-14. *Pyxidicula* sp., обр. M2-19, Мачигарский разрез, тумская свита, толща 10, x1000.
 Фиг. 15. *Actinocyclus ingens* var. *nodus* Baldauf, Пильский разрез, пильская свита, толща 12, x1000.
 Фиг. 16. *Pyxidicula* sp., обр. M2-19, Мачигарский разрез, тумская свита, толща 10, x1000.
 Фиг. 17. *Xanthiopyxis* sp., обр. M2-19, Мачигарский разрез, тумская свита, толща 10, x1000.
 Фиг. 18. *Proboscia* sp., обр. M2-19, Мачигарский разрез, тумская свита, толща 10, x1000.
 Фиг. 18. *Proboscia* sp. обр. M2-19, Мачигарский разрез, тумская свита, толща 10, x1000.
 Фиг. 19. *Naviculopsis constricta* (Schulz) Frenguelli, обр. M2-19, Мачигарский разрез, тумская свита, толща 10, x1000.

Таблица XVII

Комплекс диатомей зоны *Denticulopsis lauta* пильской свиты Мачигарского разреза.

Фиг. 1, 2. *Actinocyclus ingens* f. *ingens* Whiting et Schrader, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита толща 12, x1500.
 Фиг. 3. *Actinocyclus ingens* f. *planus* Whiting et Schrader, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита толща 12, x1500.
 Фиг. 4. *Actinocyclus ingens* f. *nodus* Baldauf, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита толща 12, x1500.
 Фиг. 5, 6. *Nitzschia* cf. *challengeri* Schrader, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1500.
 Фиг. 7. *Nitzschia* cf. *clementia* Gombos, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1500.
 Фиг. 8. *Nitzschia challengerii* Schrader, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1500.
 Фиг. 9-12. *Denticulopsis lauta* (Bailey) Simonsen; Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; 9 – обр. 75, x1500; 10, 11, 12 – обр. 76, x1500;
 Фиг. 13. *Rouxia naviculoides* Schrader, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1500.
 Фиг. 14, 19. *Kisseleviella* sp. A sensu Akiba, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; 14 – x1500; 19 – x2500.

Фиг. 15-17. *Kisseleviella carina* Sheshukova, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1500.
 Фиг. 18, 21. *Ikebea tenuis* (Brun) Akiba, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; 18 – x2500; 21 – x1500.
 Фиг. 20. *Mediaria splendida* Sheshukova, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1500.
 Фиг. 22, 23, 25. *Cavatatus lanceolatus* Akiba et Hiramatsu, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; 22 – x1500; 23 – x2500; 25 – x1500.
 Фиг. 24. *Cavatatus miocenicus* (Schrader) Akiba et Yanagisawa, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1000.
 Фиг. 26. *Proboscia praebarboi* (Schrader) Jordan et Priddle, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1000.

Таблица XVIII

Комплекс диатомей зоны *Denticulopsis lauta* пильской свиты Мачигарского разреза.

Фиг. 1, 4. *Coscinodiscus obscurus* Schmidt, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1000.
 Фиг. 2. *Pyxidicula schenckii* (Kanaya) Strelnikova et Nikolaev, обр. 76, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x2000.
 Фиг. 3. *Pyxidicula* sp., обр. 76, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1500.
 Фиг. 5. *Asteromphalus robustus* Castracane, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1500.
 Фиг. 6. *Eucampia balaustium* Castracane, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1200.
 Фиг. 7. *Stellarima microtrias* (Ehrenberg) Hasle et Sims, обр. 76, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1500.
 Фиг. 8-13. *Thalassiosira umanoensis* Akiba, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; 8-11 – x1500; 12, 13 – x2200.

Таблица XIX

Комплекс диатомей зоны *Denticulopsis lauta* пильской свиты Мачигарского разреза.

Фиг. 1, 2. *Thalassionema nitzschiooides* (Grunow) H. and M. Peragallo, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; 1 – x2500; 2 – x1000.
 Фиг. 3. *Stictodiscus hardmanianus* Greville, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; x1500.
 Фиг. 4. Общий вид комплекса диатомей (обр. 75, толща 12) с доминированием покоящихся спор и реперными видами *Actinocyclus ingens* var. *nodus*, *Ikebea tenuis*, *Pterotheca kittoniana* f. *kamtschatica*, x350.
 Фиг. 5. *Xantiopyxis* sp., обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; x2000.
 Фиг. 6. *Pseudopyxilla directa* (Pantocsek) Forti, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; x1000.
 Фиг. 7. *Pterotheca subulata* Grunow, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; x1000.

Фиг. 8. *Chaetoceros cinctus* Gran, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; x1500.

Фиг. 9. *Pyxidicula cf. Stephanopyxis lineata* (Ehrenberg) Forti, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1000.

Фиг. 10. *Stephanogonia polyacantha* Forti, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, x1500.

Фиг. 11, 12. *Pterotheca kittoniana f. kamtschatica* Gaponow, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; 11 – x1500; 12 – x2000.

Фиг. 13. *Cladogramma californicum* Lohman, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; x1500.

Фиг. 14, 19. *Xantiopyxis panduraeformis* Pantocsek, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12; 14 – x1500; 19 – x2000.

Фиг. 15. *Xanthiopyxis diaphana* Forti, обр. 76, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12 – x1500.

Фиг. 16. *Pyxidicula turris* (Greville et Arnott) Strelnikova et Nikolaev, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12, – x 1500.

Фиг. 17. *Pseudopyxilla capreolus* Forti, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12 – x1500.

Фиг. 18. *Pseudopodosira elegans* Sheshukova, обр. 75, Мачигарский разрез, пильская свита, толща 12 – x1500.

Таблица XX

Комплекс диатомей диатомей зон *Thalassionema schraderi* и *Neodenticula kamtschatica* из диатомовой свиты Мачигарского разреза и каскадной, венгерийской и маямрафской свит Пильского разреза.

Фиг. 1. *Thalassiosira temperei* (Brun) Akiba et Yanagisawa, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1500.

Фиг. 2. *Neodenticula kamtschatica* (Zabelina) Akiba et Yanagisawa, обр. 72, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1500.

Фиг. 3. *Nitzschia pliocena* (Brun) Mertz, обр. 92, Пильский разрез, толща 21, x1500.

Фиг. 4. *Rhizosolenia twistata* Whiting et Schrader, обр. 74, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1000.

Фиг. 5, 6. *Rouxia californica* Peragallo, обр. 92, Пильский разрез, толща 21, x1500.

Фиг. 7. *Cavatatus jouseanus* (Sheshukova) Williams, обр. 94, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 8. *Thalassiosira manifesta* Sheshukova, обр. 71, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1000.

Фиг. 9. *Thalassiosira orientalis* Sheshukova, обр. 92, Пильский разрез, толща 21, x1500.

Фиг. 10. *Thalassiosira haynaldiella* Jousé, обр. 92, Пильский разрез, толща 21, x1500.

Фиг. 11. *Thalassiosira nidulus* (Témperc et Brun) Jousé, обр. 72, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1000.

Фиг. 12. *Thalassiosira antiqua* (Grunow) Cleve-Euler, обр. 94, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 13. *Thalassiosira marujamica* Sheshukova, обр. 94, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1500.

Фиг. 14. *Thalassiosira singularis* Sheshukova, обр. 94, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 15. *Pyxidicula zabelinae* (Jousé) Makarova et Moisseeva s. l. (=*T. usatshevii*), обр. 94, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 16. *Porosira punctata* (Jousé) Makarova, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 17. *Pyxidicula inermis* (Jousé) Strelnikova et Nikolaev, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1500.

Фиг. 18. *Pyxidicula zabelinae* (Jousé) Strelnikova et Nikolaev s. str. (=*Thalassiosira zabelinae*), обр. 72, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1000.

Фиг. 19. *Proboscia barboi* (Brun) Jordan et Priddle, обр. 94, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Таблица XXI

Комплекс диатомей зон *Thalassionema schraderi* и *Neodenticula kamtschatica* из диатомовой свиты Мачигарского разреза и каскадной, венгерийской и маямрафской свит Пильского разреза.

Фиг. 1, 2, 12. *Cosmiodiscus insignis* Jousé; 1 – обр. 126, Пильский разрез, маямрафская свита, толща 23, x1000; 2, 12 – обр. 72, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1000.

Фиг. 3. *Aulacosira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, обр. 132, Пильский разрез, маямрафская свита, толща 23, x1000.

Фиг. 4. *Thalassiosira nidulus* (Témperc et Brun) Jousé, обр. 66, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1000.

Фиг. 5. *Azpeitia cf. nodulifer* (A.Schmidt) Fryxell et Sims, обр. 94, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1500.

Фиг. 6. *Cosmiodiscus intersectus* (Brun) Jousé, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 7. *Thalassiosira hyalina* (Grunow) Gran, обр. 61, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1000.

Фиг. 9, 10. *Thalassiosira gravida* Cleve, обр. 61, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1000.

Фиг. 11. *Thalassiosira anguste-lineata* (A.Schmidt) Fryxell et Hasle, обр. 61, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1000.

Фиг. 13. *Thalassiosira excentrica* (Ehrenberg) Cleve, обр. 61, Мачигарский разрез, диатомовая свита, x1000.

Фиг. 14, 18. *Coscinodiscus denarius* A.Schmidt, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 15, 16, 19. *Thalassiosira praekryophila* Oreshkina, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 17. *Coscinodiscus* cf. *denarius* A.Schmidt, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Таблица XXII

Комплекс диатомей зон *Thalassionema schraderi* и *Neodenticula kamtschatica* из диатомовой свиты Мачигарского разреза и каскадной, венгерийской и маямрафской свит Пильского разреза.

Фиг. 1. *Coscinodiscus apiculatus* Ehrenberg, обр. 94, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 2. *Dicladia capreolus* Ehrenberg, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1500.

Фиг. 3. *Porosira glacialis* (Grunow) Jørgensen, обр. 132, Пильский разрез, маямрафская свита, толща 23, x1000.

Фиг. 4. *Lithodesmium minusculum* Grunow, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1500.

Фиг. 5. *Triceratium condecorum* Brightwell, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 6. *Chaetoceros incurvis* Bailey, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1500.

Фиг. 7. *Cymatosira debyi* Témpere et Brun, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1500.

Фиг. 8. *Pseudopodosira hyalina* Jousé, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1500.

Фиг. 9. *Hemidiscus cuneiformis* Wallich, обр. 149, Пильский разрез, маямрафская свита, толща 22, x300.

Фиг. 10. *Pseudotriceratium cinnatomatum* (Greville) Grunow, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, x 1000.

Фиг. 11. *Odontella aurita* (Lyngbye) Agarth, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Фиг. 12. *Asteromphalus robustus* Castracane, обр. 92, Пильский разрез, венгерийская свита, толща 21, x1000.

Таблица XXIII

Комплекс диатомей плиоцена помырской свиты.

Фиг. 1–7. *Raphoneis rhombus* Ehrenberg, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 8. *Cosmiodiscus insignis* Jousé, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 9. *Melosira jousena* Moissseeva, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 10. *Thalassiosira tertaria* Sheshukova, обр. 201, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 11. *Thalassiosira gravida* Cleve, обр. 201, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 12. *Cyclotella* aff. *temporei* Peragallo et Heribaud, обр. 200, помырская свита, x1000.

Таблица XXIV

Комплекс диатомей плиоцена помырской свиты.

Фиг. 1, 2, 4, 7. *Thalassiosira* cf. *gravida* Cleve, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 3. *Chaetoceros incurvis* Bailey, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 5, 6. *Raphoneis rhombus* Ehrenberg, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 8, 13. *Coccconeis pribilofensis* Hanna, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 9. *Coccconeis pinnata* Gregori, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 10. *Coccconeis sparsipunctata* Brun, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 11. *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Фиг. 12. *Coscinodiscus pustulatus* Mann, обр. 200, помырская свита, толща 30, x1000.

Таблица XXV

Радиолярии пильской свиты Мачигарского разреза. Все экземпляры в таблицах XXV–XXIX выделены из одного образца, отобранного из диатомитов. Увел. x240.

Фиг. 1. *Anthocyrtella* (?) *kruegeri* (Popofsky).

Фиг. 2. *Dendrospyris* (?) *sakaii* Sugiyama et Furutani.

Фиг. 3. *Liriospyris* (?) sp.

Фиг. 4. *Ceratospyris* sp.3.

Фиг. 5a,b; 8. *Pentactinosphaera* aff. *hokurikuensis* (Nakaseko).

Фиг. 6. *Cycladophora ochotica* Vituchin.

Фиг. 7a,b. *Excentrosphaerella sphaeroconcha* Dumitrica.

Фиг. 9a,b. *Hexacontium* aff. *okuari* Nakaseko.

Таблица XXVI

Радиолярии пильской свиты Мачигарского разреза. Увел. x240.

Фиг. 1. *Botryopera* sp.

Фиг. 2. *Botryopera* aff. *oceanica* (Ehrenberg).

Фиг. 3a,b–8. *Botryocella* sp.2.

Фиг. 9. *Lithobotrys* sp.1.

Фиг. 10. *Lophophaeona* sp.2.

Фиг. 11. *Lophophaeona* (?) sp.

Фиг. 12a,b; 13a,b. *Lipmanella pilva* Vituchin.

Фиг. 14. *Anthocyrtella* (?) *kruegeri* (Popofsky).

Фиг. 15. *Lophophaeona* sp.1.

Фиг. 16a,b. *Botryocella* sp.1.

Фиг. 17a,b. *Lithobotrys* sp.2.

Таблица XXVII

Радиолярии пильской свиты Мачигарского разреза. Увел. x240.

Фиг. 1. *Ceratocyrtis* (?) sp.

Фиг. 2. *Lipmanella* (?) sp.

Фиг. 3. *Tricolocapsa* (?) sp.

Фиг. 4, 10a,b. *Lithomelissa matschigaria* Vituchin.

Фиг. 5. *Lithomelissa microptera* Ehrenberg group.

Фиг. 6a,b. *Lipmanella pilva* Vituchin.

Фиг. 7. *Tricolocapsa papillosa* (Ehrenberg).

Фиг. 8. *Peripyramis* aff. *circumtexta* Haeckel.

Фиг. 9. *Pseudodictyophimus* sp.

Фиг. 11a,b. *Cornutella profunda* Ehrenberg.

Фиг. 12. *Cycladophora ochotica* Vituchin.

Фиг. 13. *Ceratospyris* sp.2.

Фиг. 14. *Cenellipsis* sp.

Фиг. 15. *Ceratospyris* sp.1.

Фиг. 16. *Styłodictya stellata* Bailey.

Таблица XXVIII

Радиолярии пильской свиты Мачигарского разреза.

Увел. x240.

Фиг. 1–3. *Dendrospyris* (?) *sakaii* Sugiyama et Furutani.

Фиг. 4. *Ceratospyris* sp.1.

Фиг. 5, 9. *Lithocarpium polyacantha* (Campbell et Clark) group.

Фиг. 6а,б. *Rhizosphaera variabile* (Nakaseko).

Фиг. 7. *Lithelius* sp.

Фиг. 8. *Ceratocyrtis* aff. *cucullaris* (Ehrenberg).

Фиг. 10. *Lithomelissa microptera* Ehrenberg group.

Фиг. 11а,б. *Cycladophora ochotica* Vituchin.

Фиг. 12. *Cyrtolagena cuspidata* (Bailey).

Таблица XXIX

Радиолярии пильской свиты Мачигарского разреза.

Увел. x240.

Фиг. 1. *Spongodiscus craticulatus* (Stohr).

Фиг. 2. *Styptosphaera spongacea* Haeckel.

Фиг. 3. *Porodiscus bergontianus* Carnevale.

Фиг. 4. *Schizodiscus disymmetricus* Dogiel.

Фиг. 5. *Spongodiscus osculosus* (Dreyer).

Таблица XXX

Радиолярии пильской свиты Пильского разреза. x240.

Фиг. 1а,б–3. *Lithopera renzae* Sanfilippo et Riedel. Выделены из фосфатной конкреции.

Фиг. 4а,б. *Lychnocanum nipponicum* Nakaseko magnacornutum (Funajama). Выделен из карбонатной конкреции.

Фиг. 5а,б. *Lipmanella redondoensa* (Campbell et Clark). Выделен из карбонатной конкреции.

Фиг. 6а,б. *Eucyrtidium inflatum* Kling. Выделен из фосфатной конкреции.

Таблица I

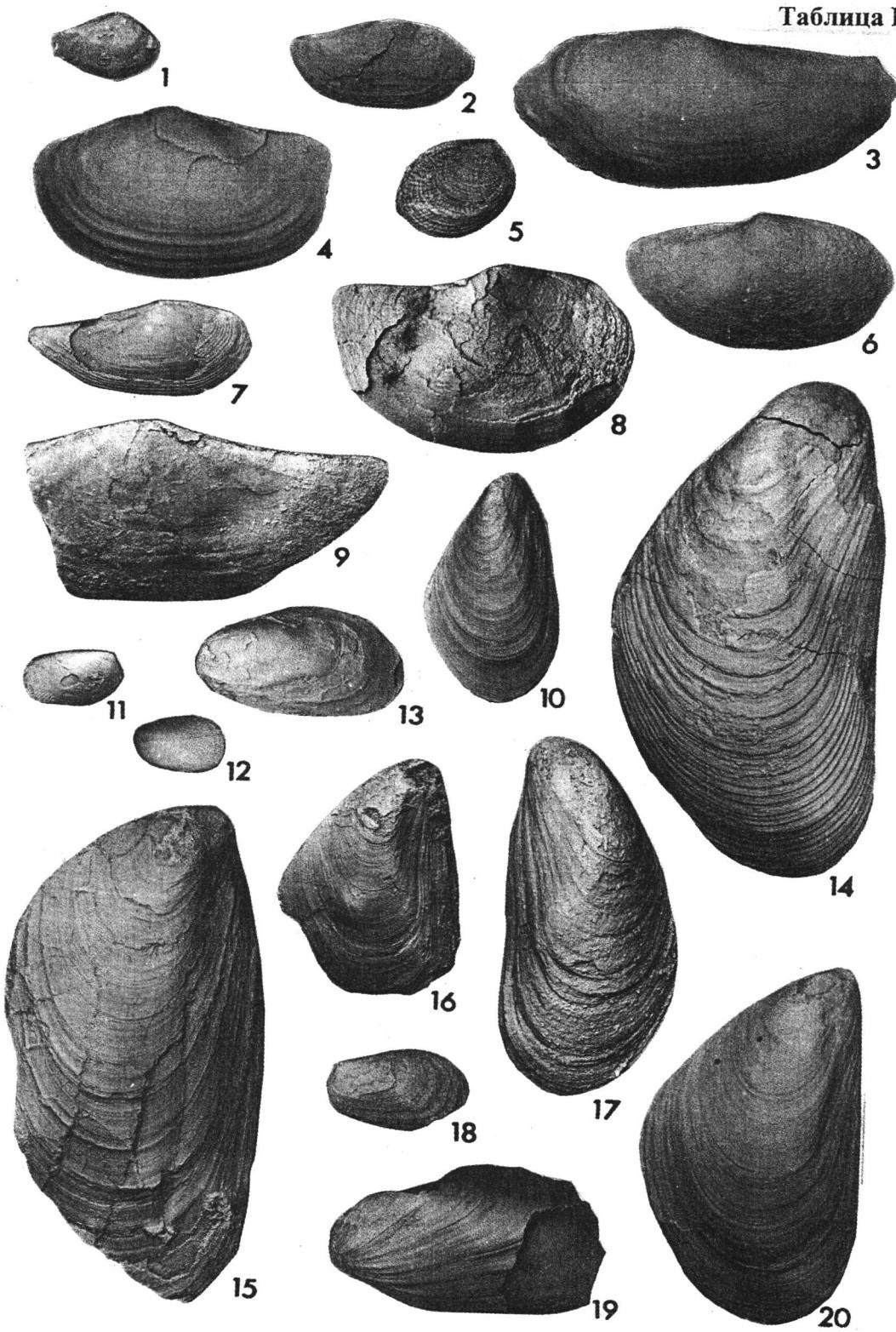


Таблица II

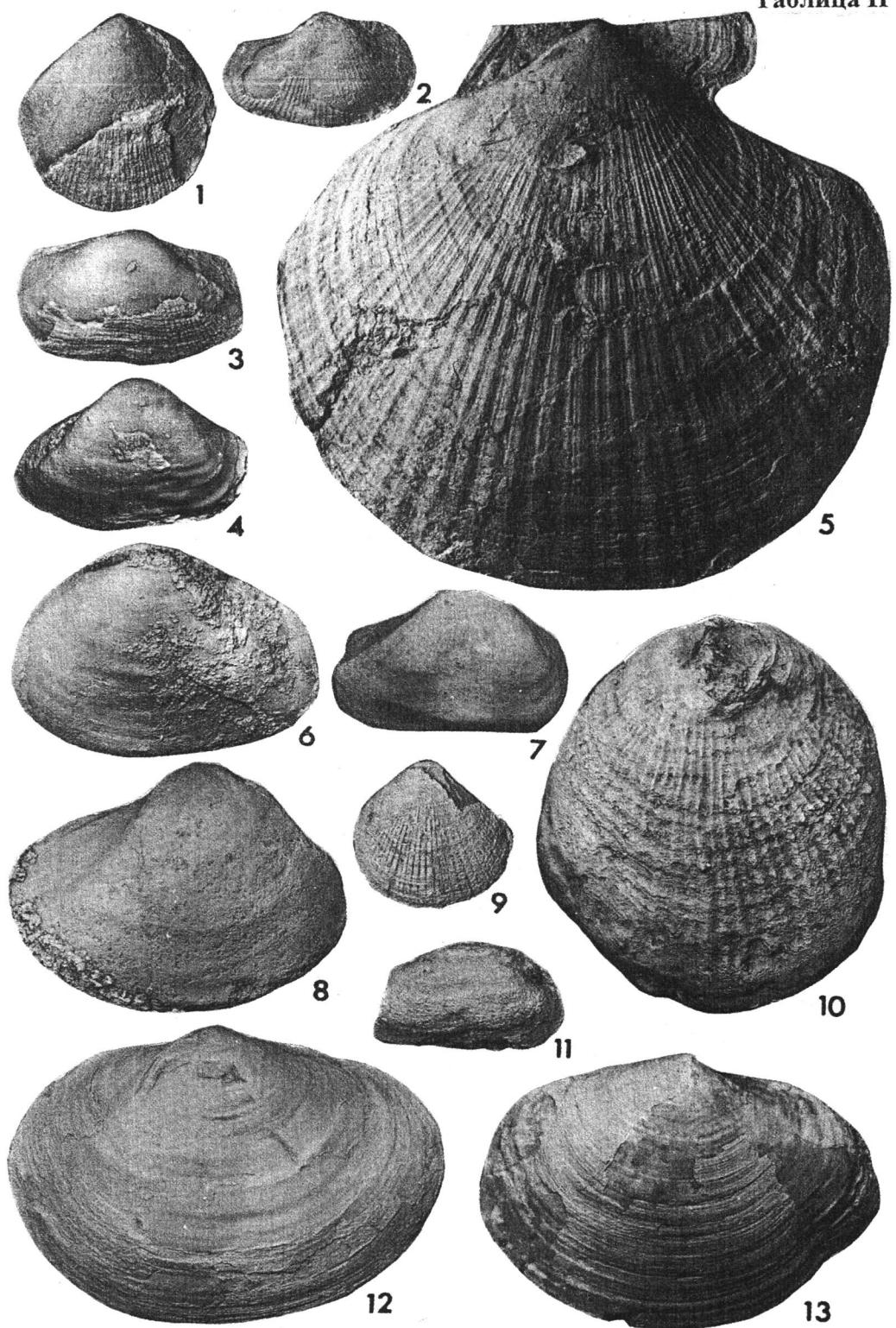


Таблица III

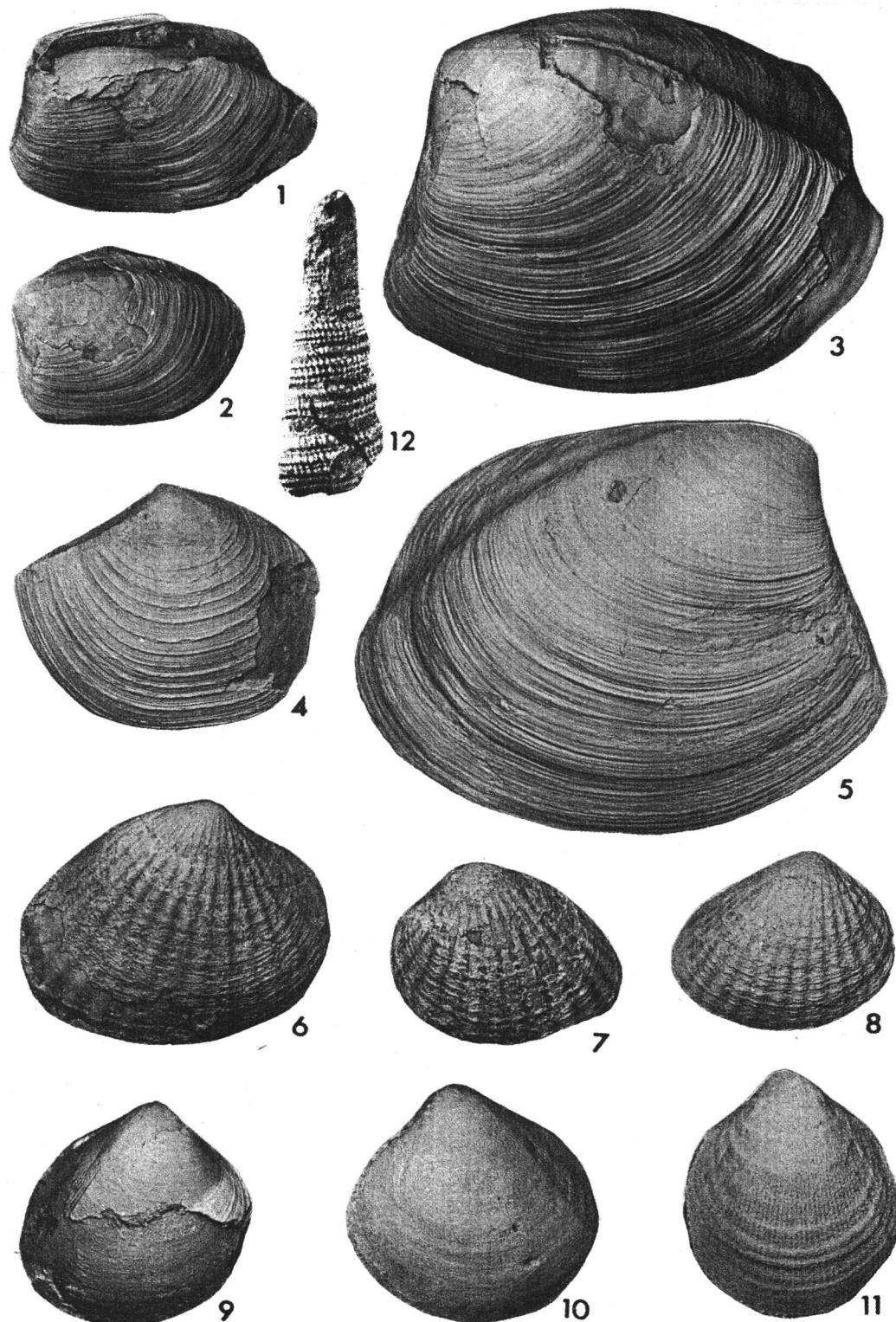


Таблица IV

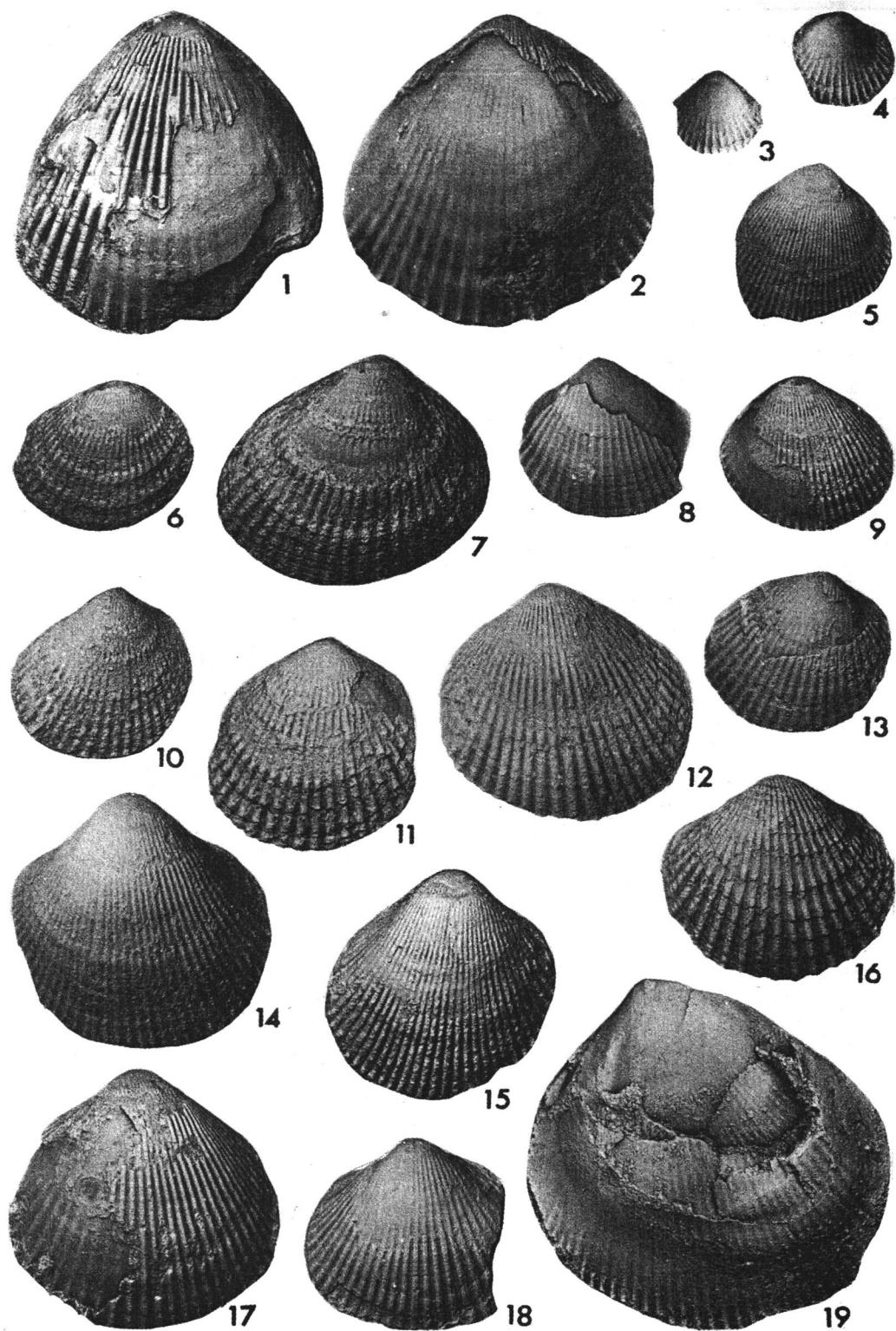


Таблица V

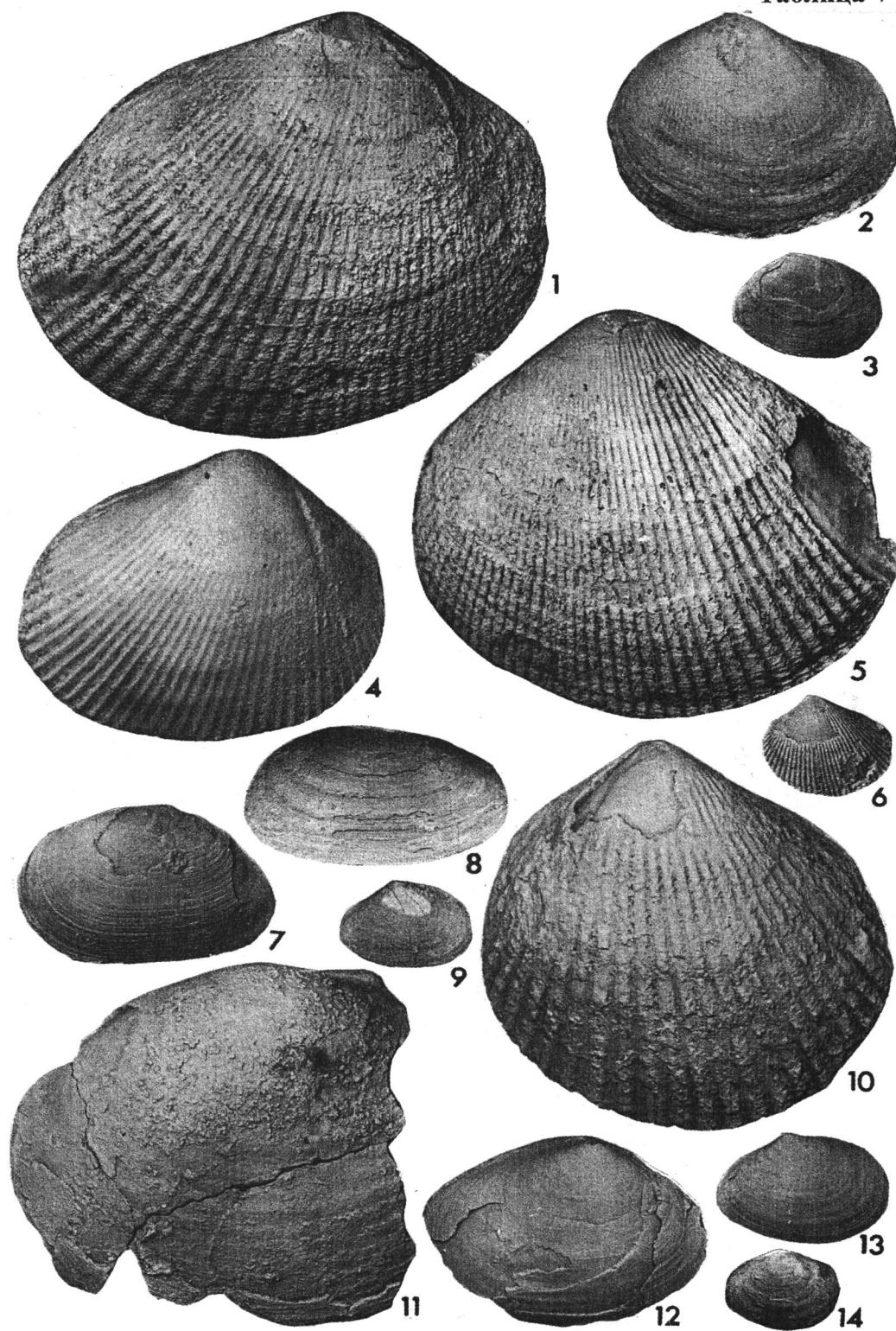


Таблица VI

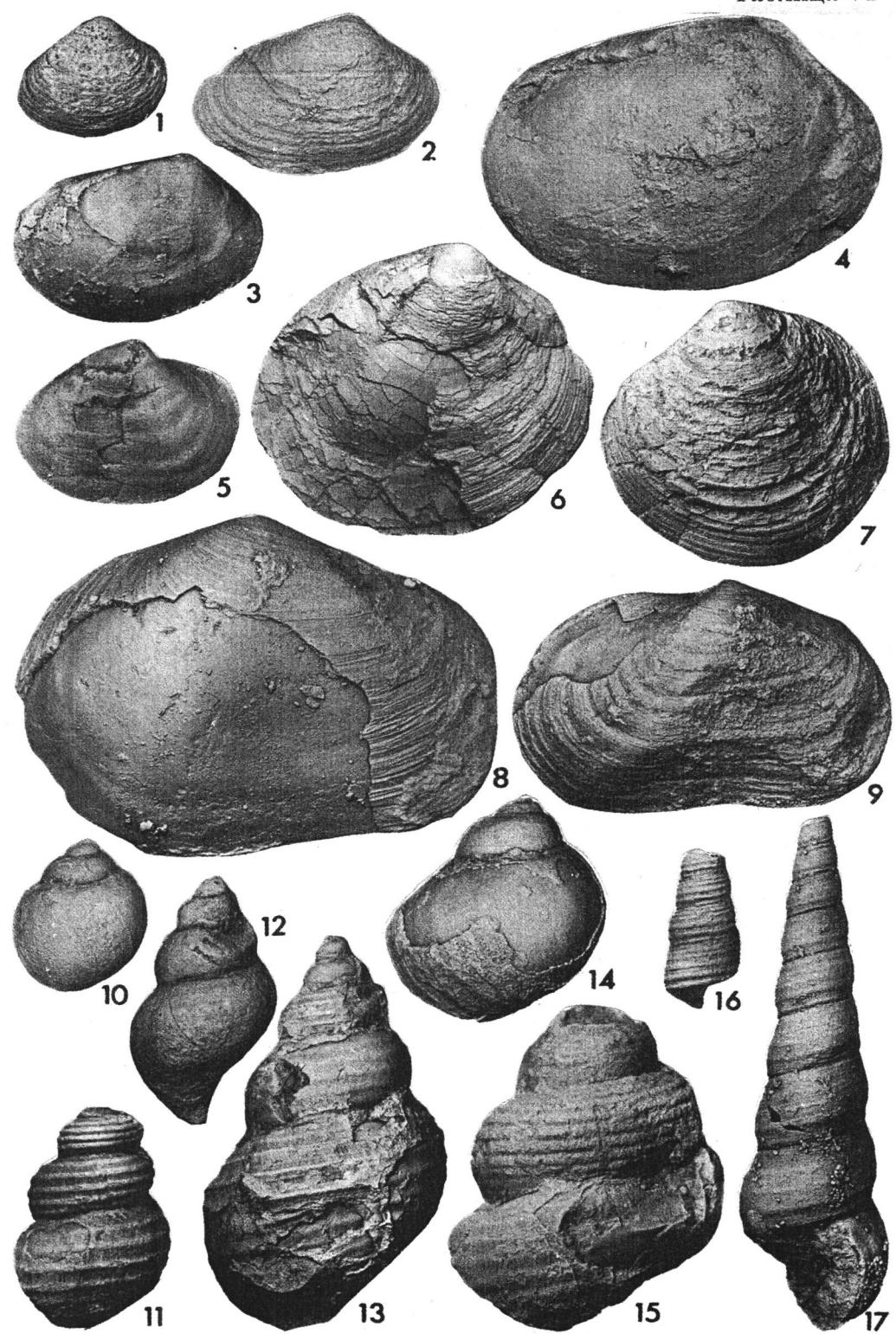


Таблица VII

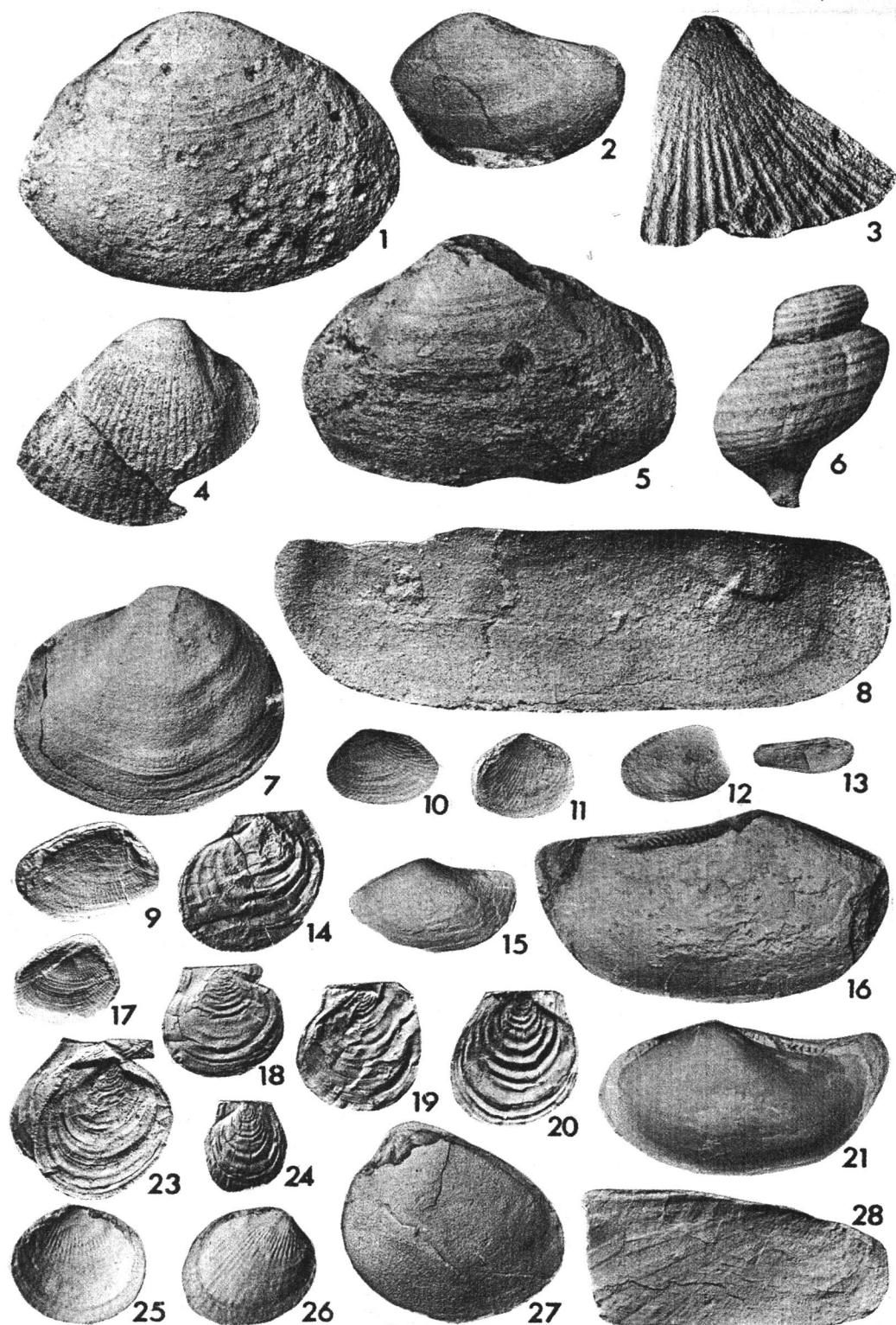


Таблица VIII

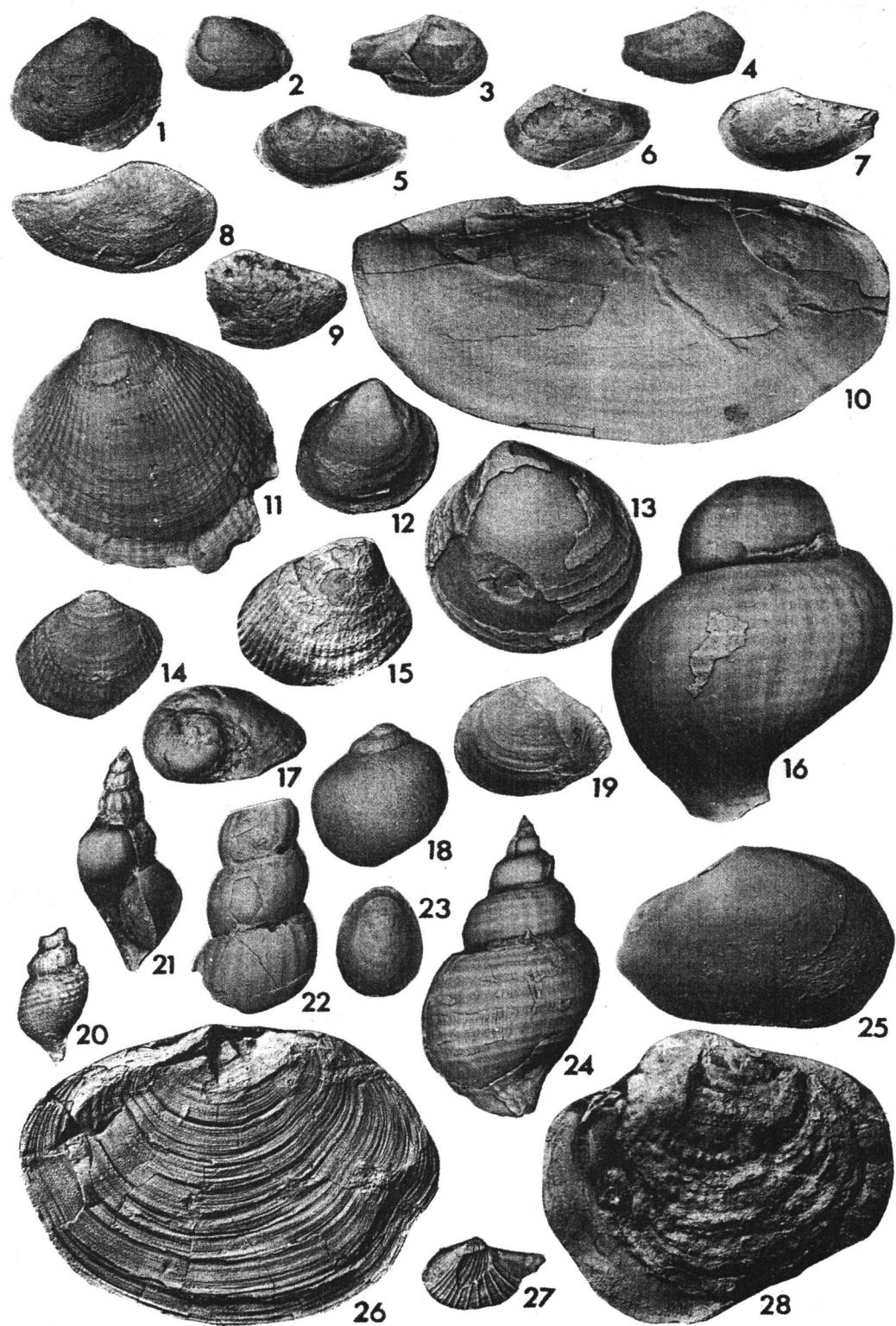


Таблица IX

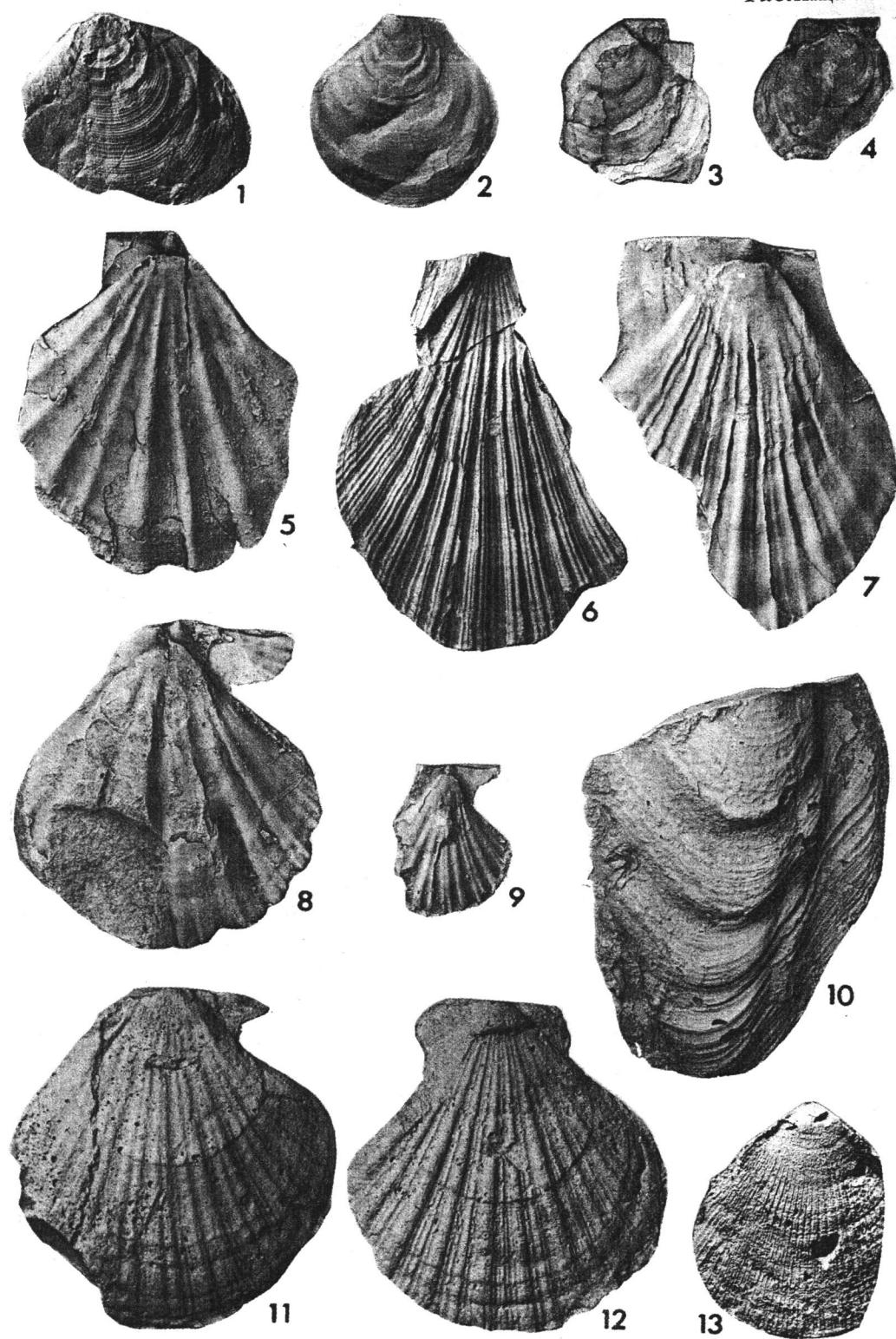


Таблица X

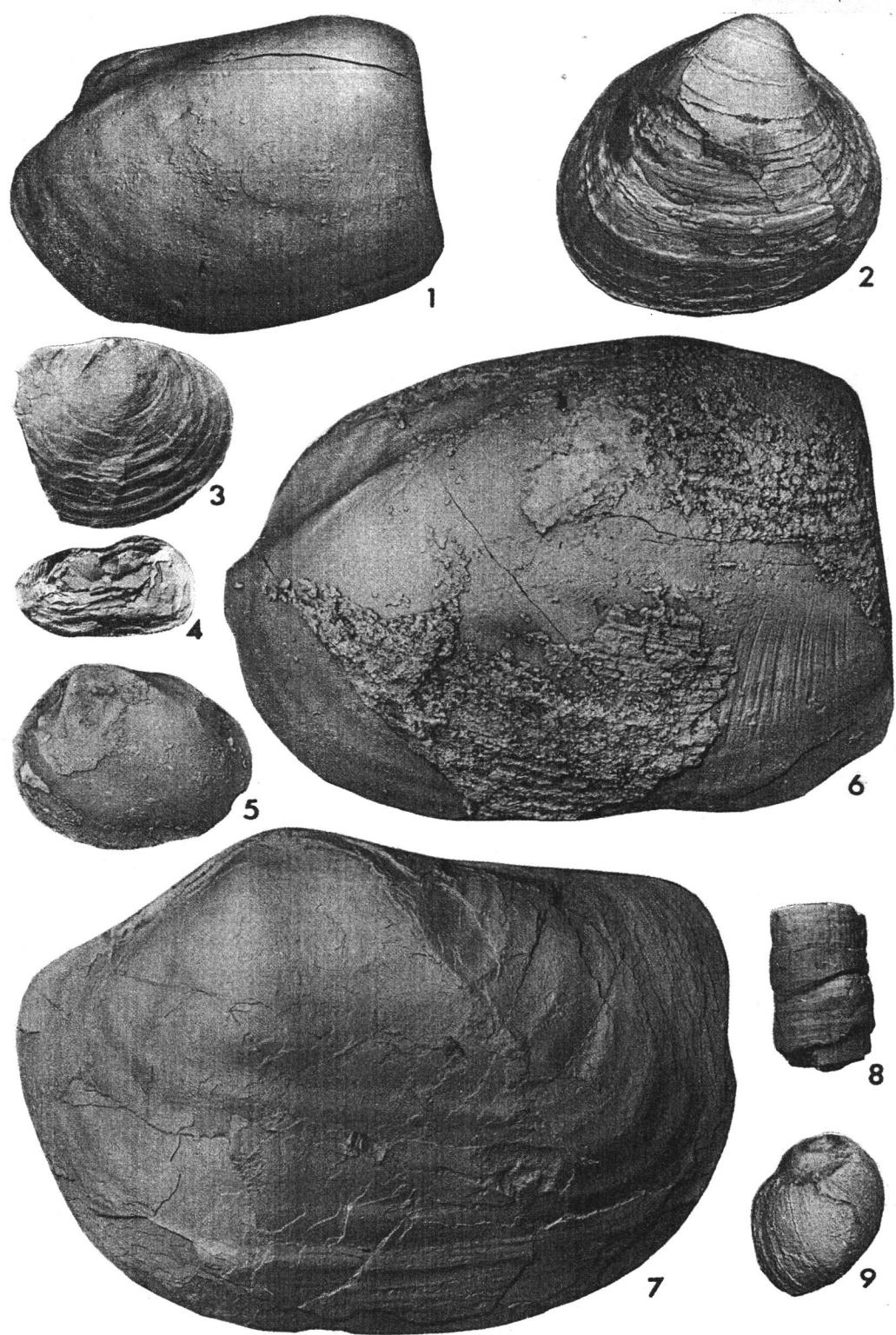


Таблица XI

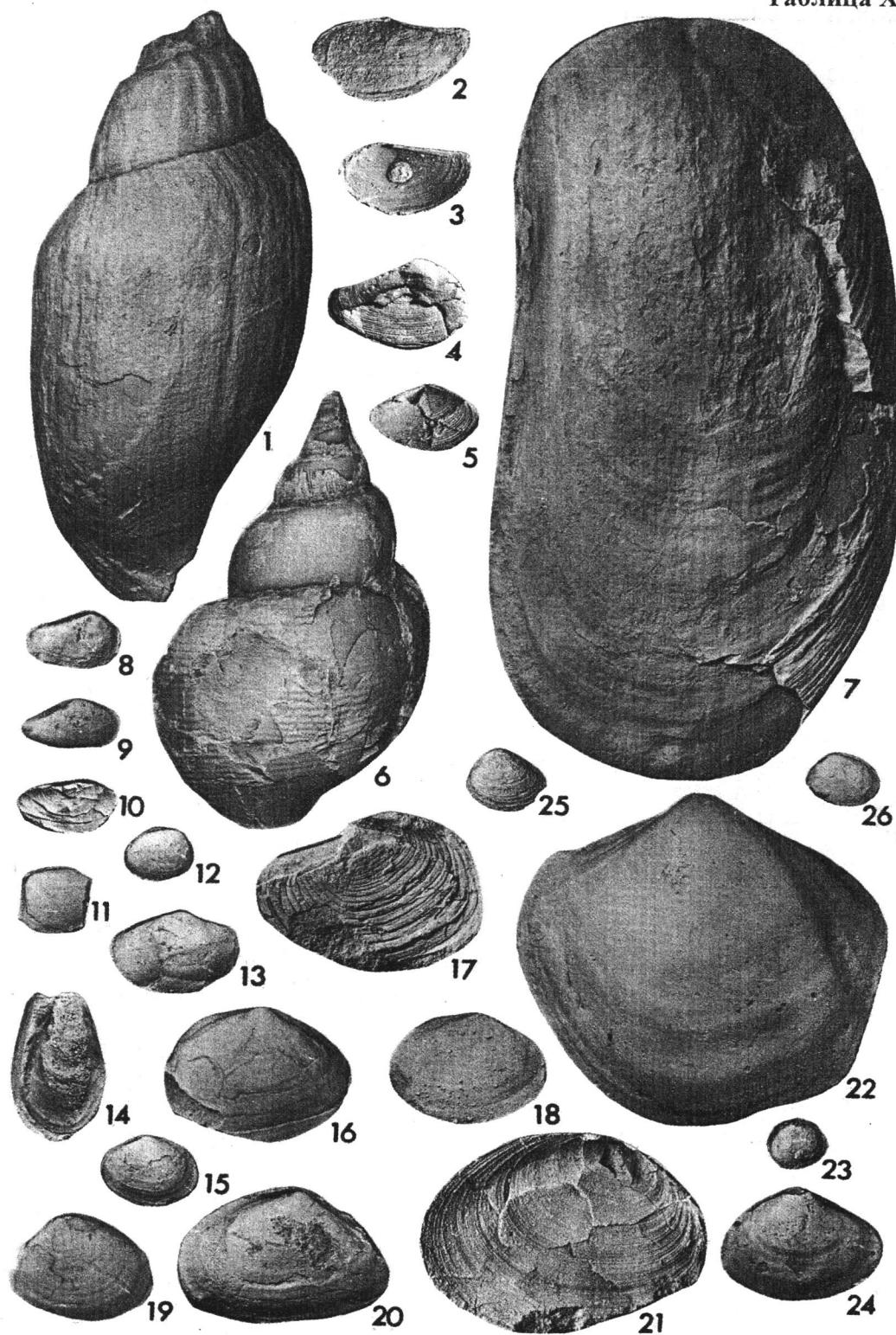


Таблица XII

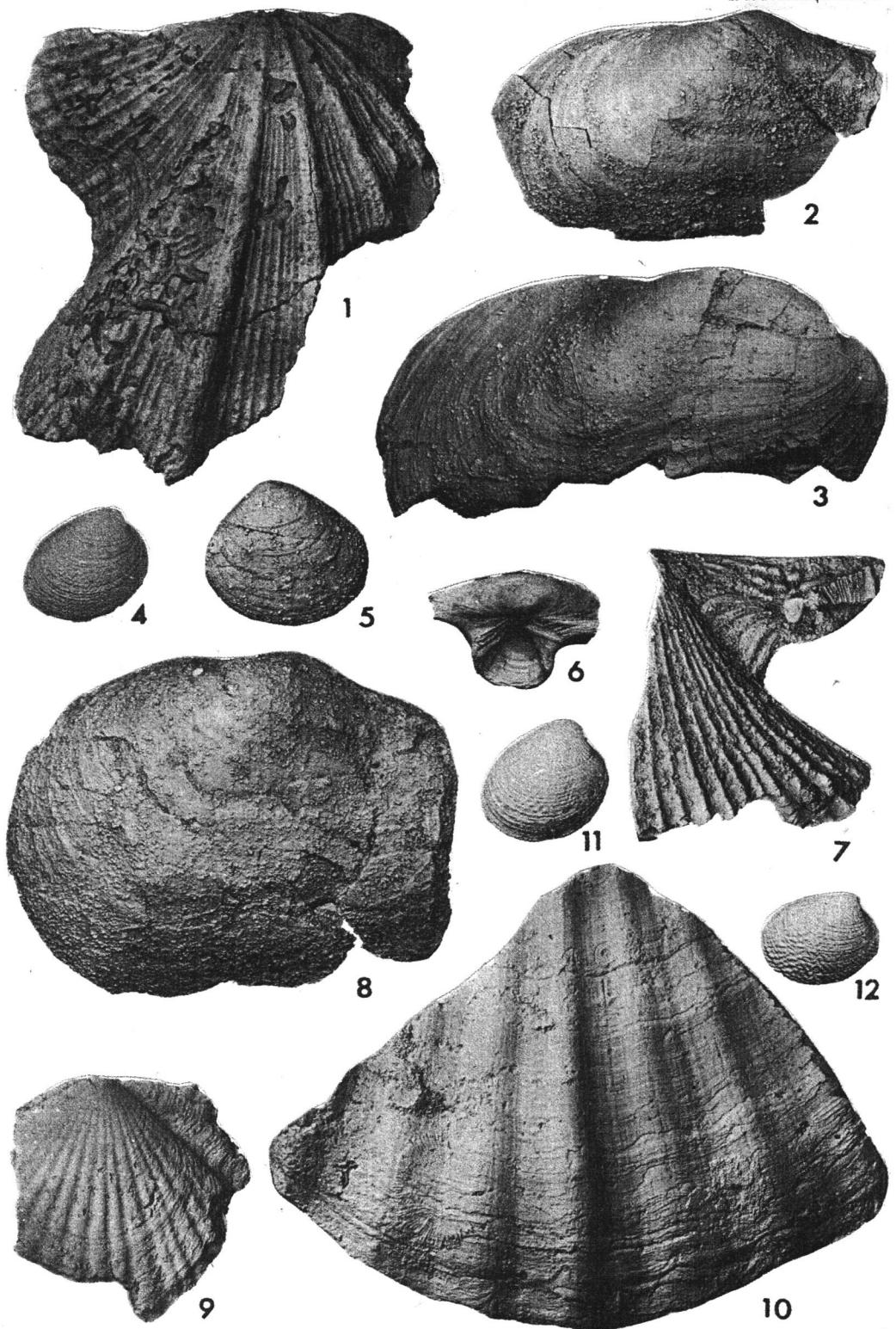


Таблица XIII

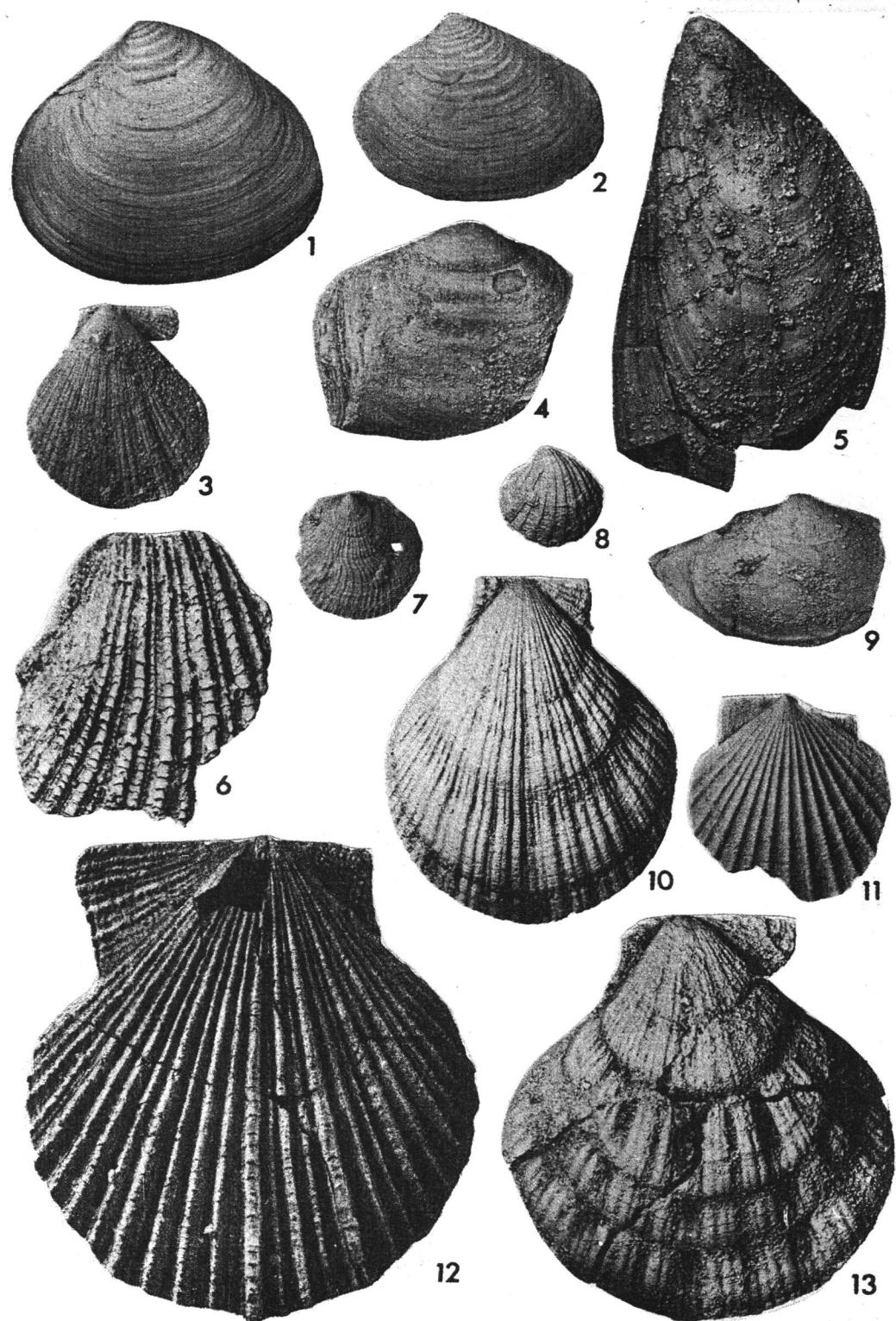


Таблица XIV

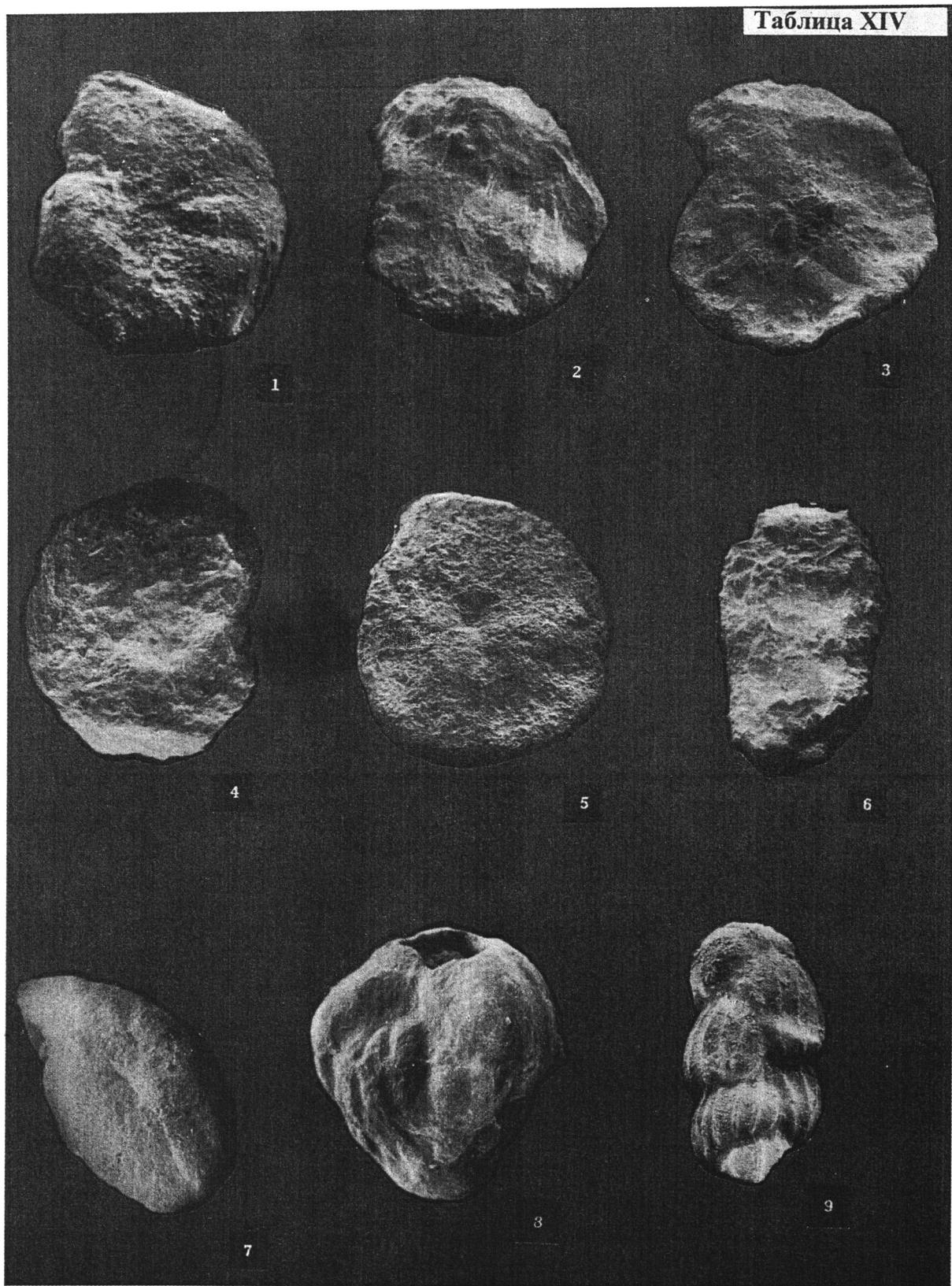


Таблица XV

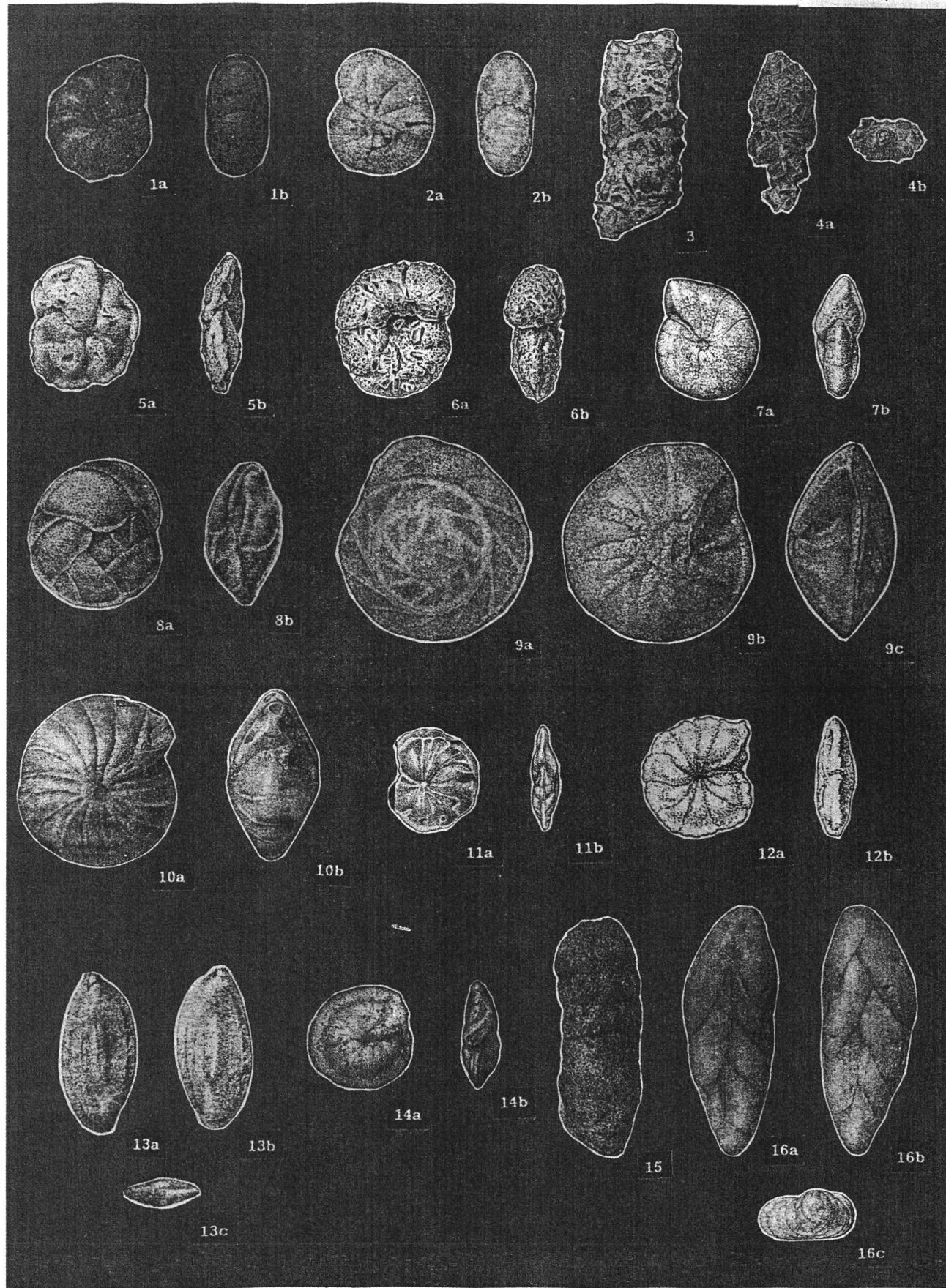


Таблица XVI

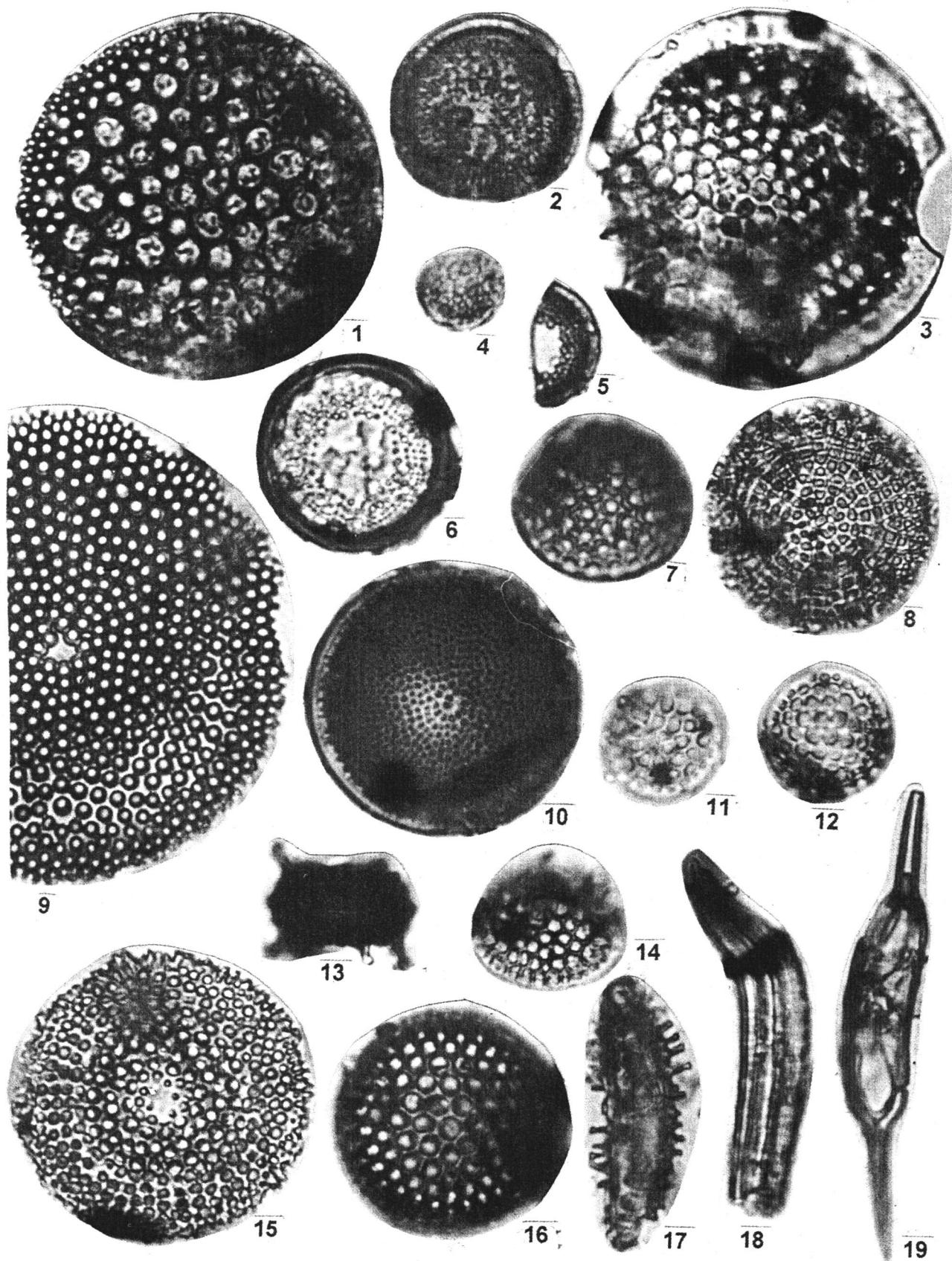


Таблица XVII

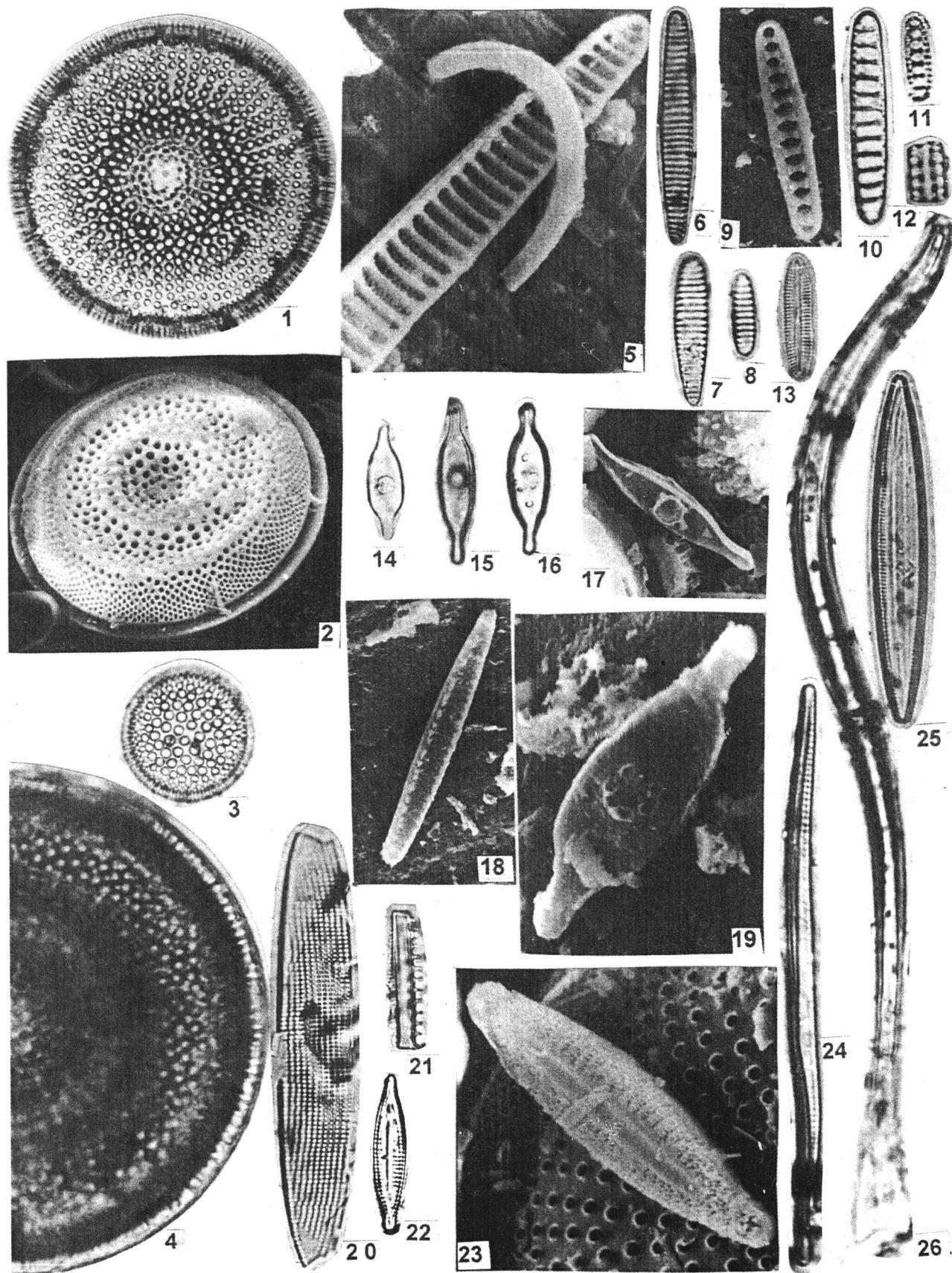


Таблица XXIII

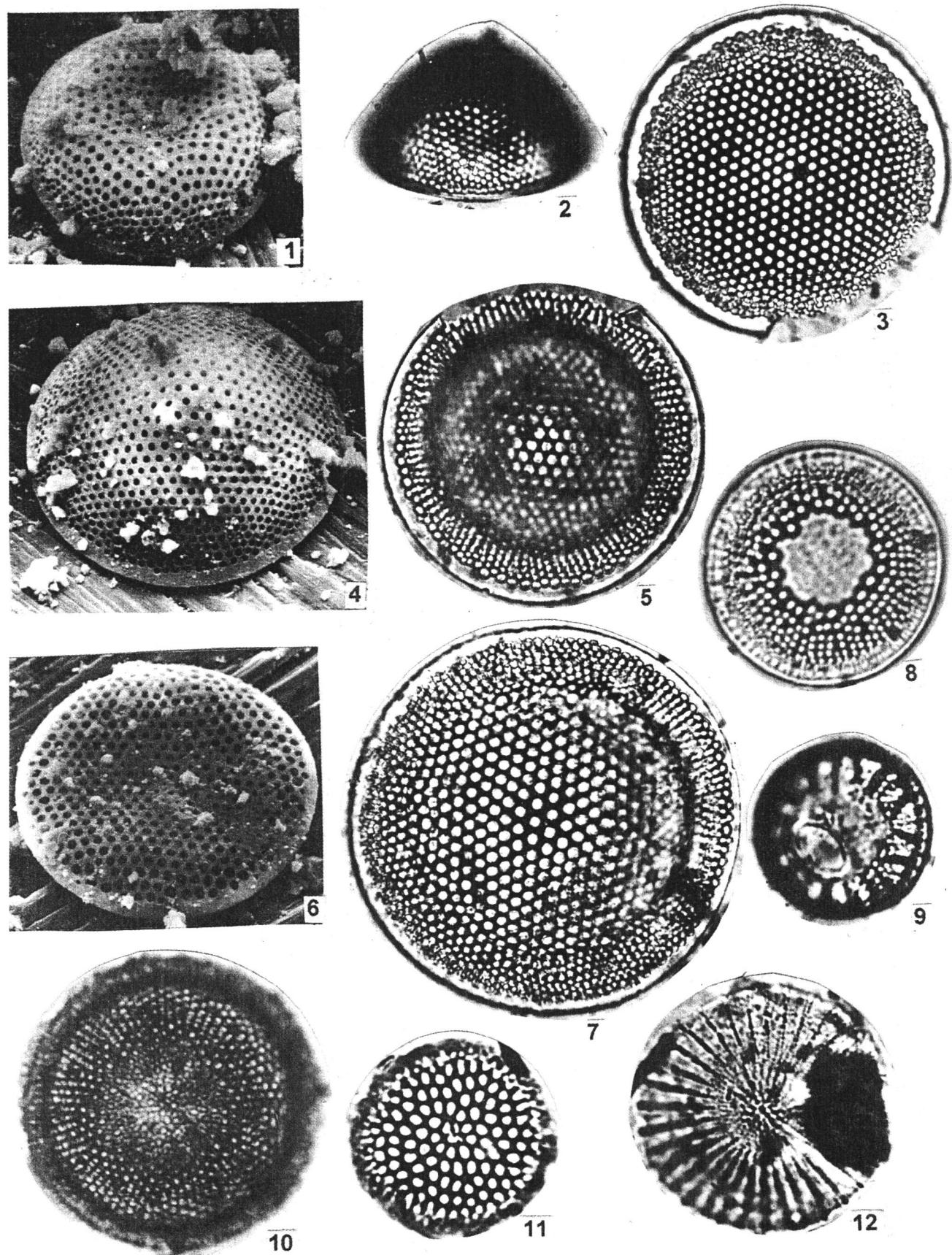


Таблица XIX

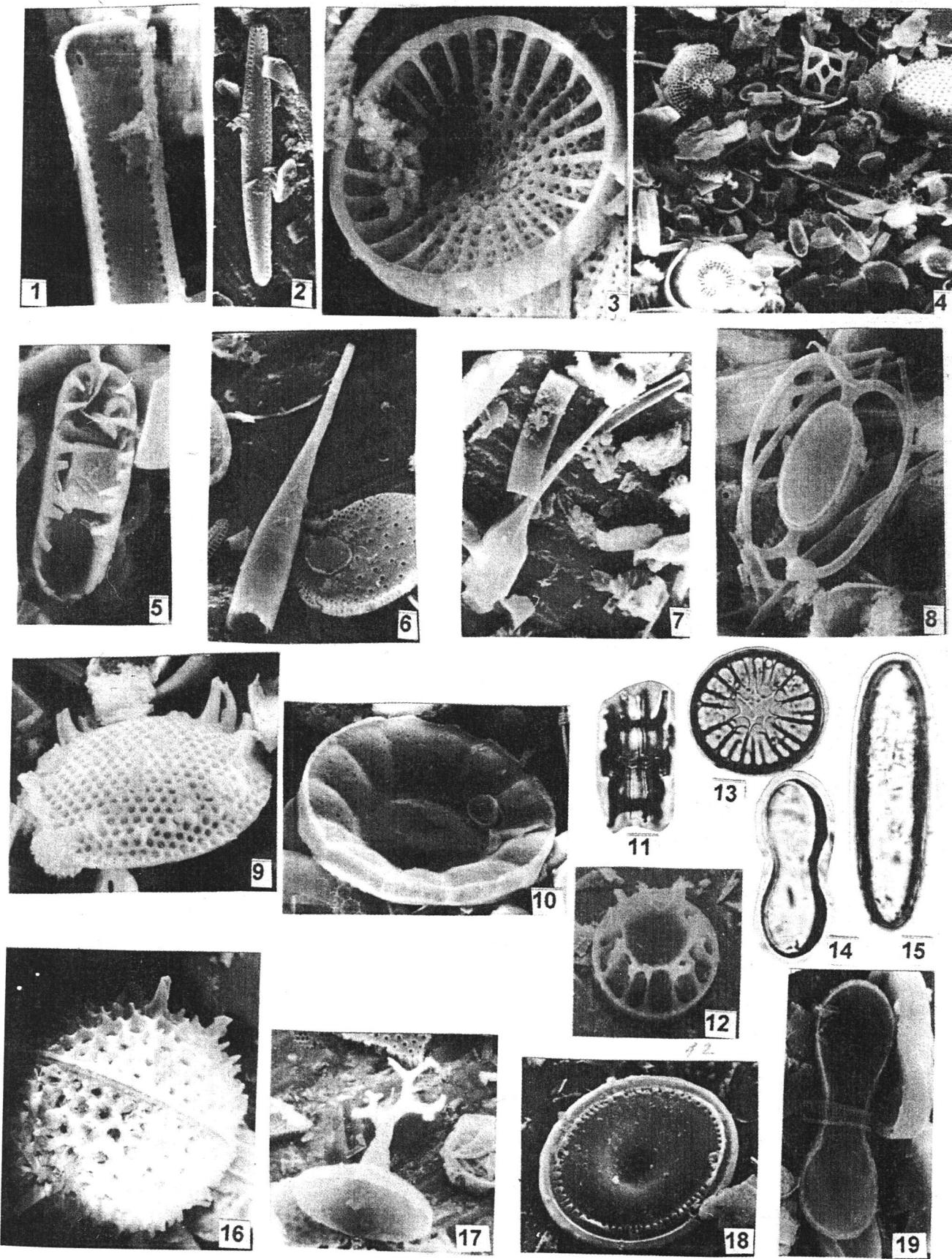


Таблица XX

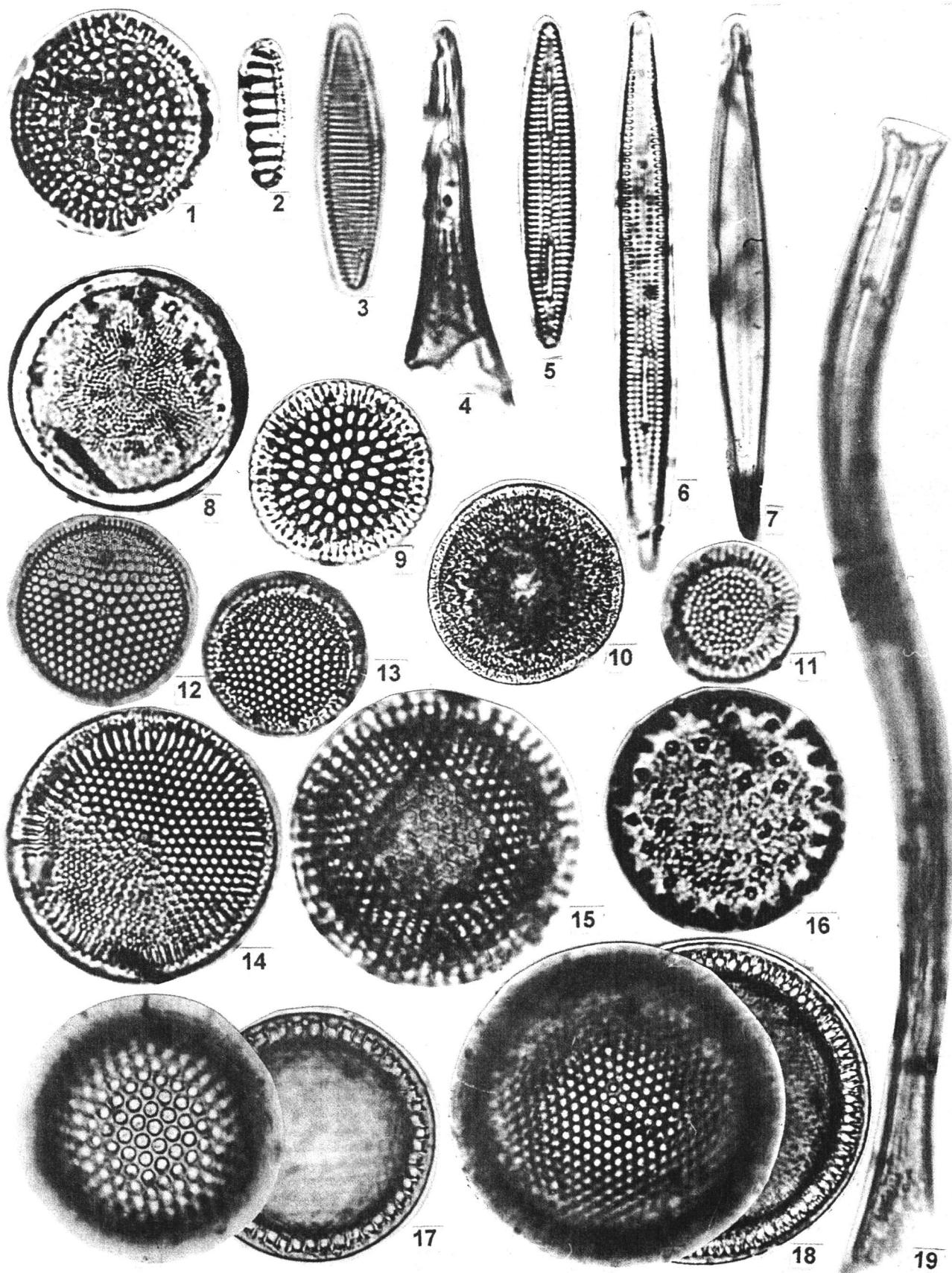


Таблица XXI

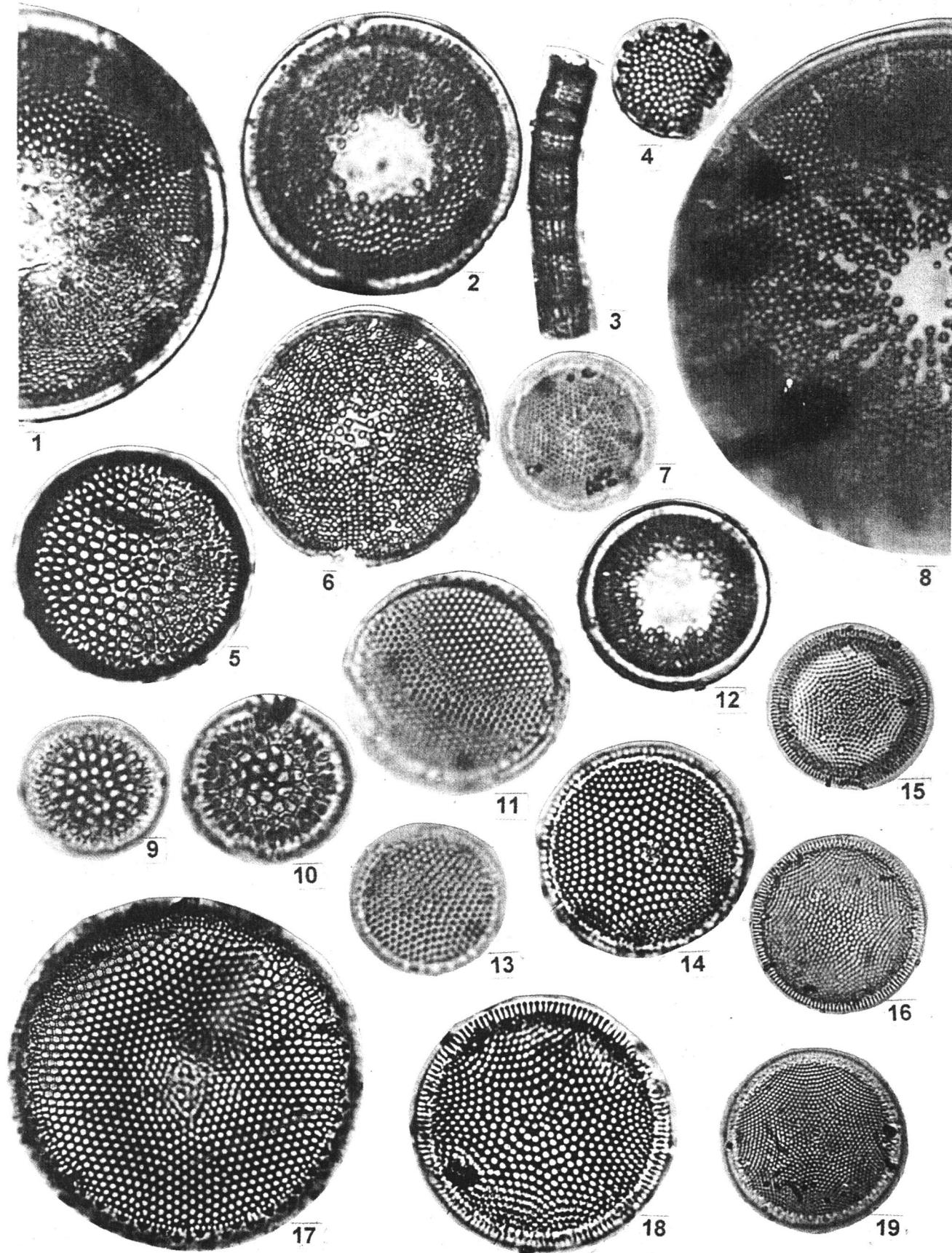


Таблица XXII

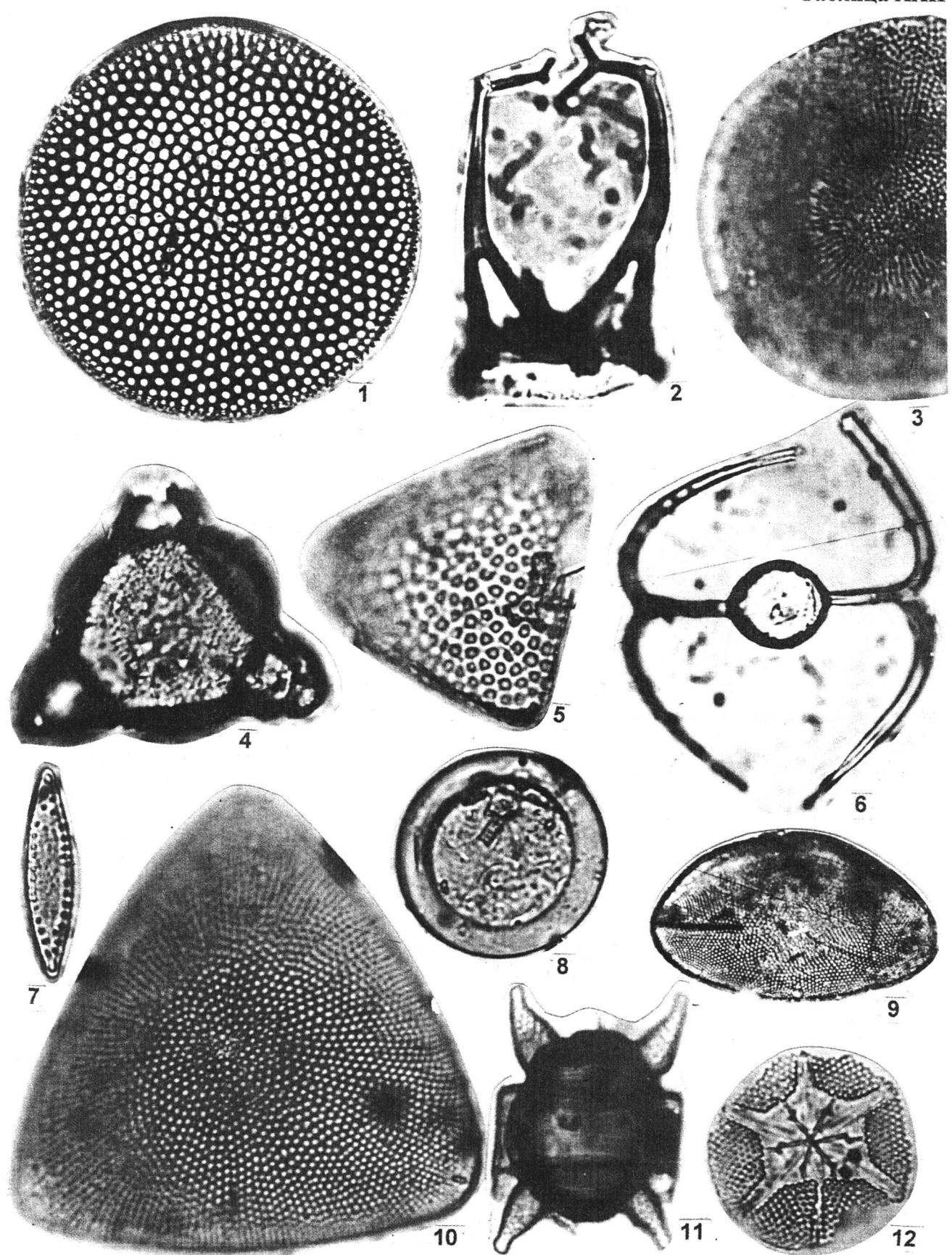


Таблица XVIII

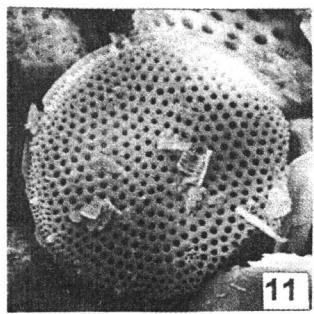
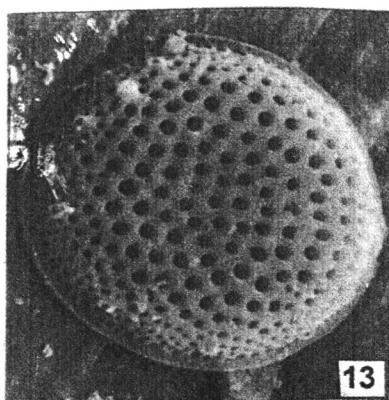
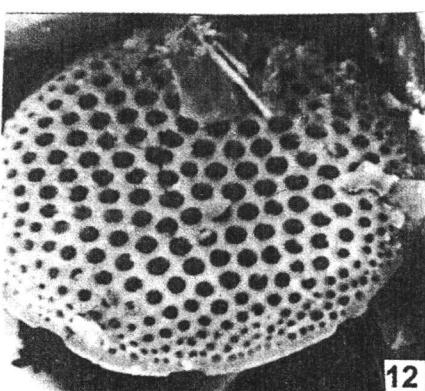
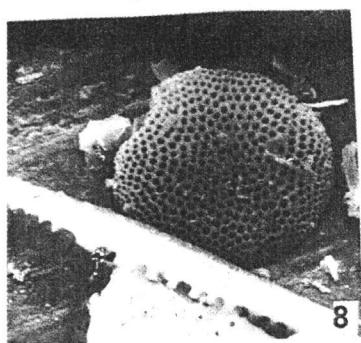
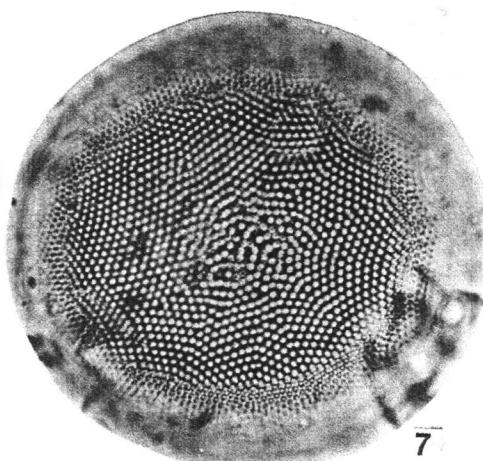
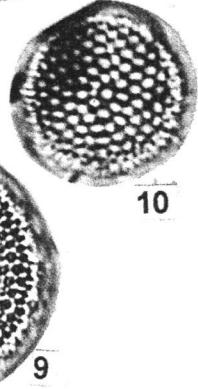
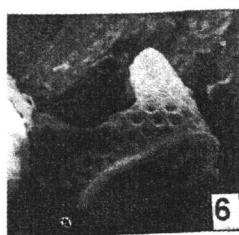
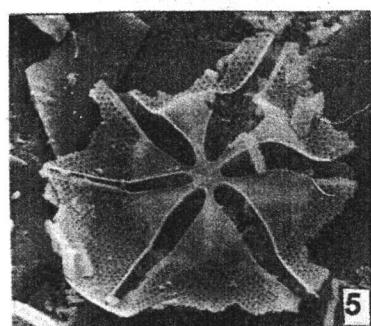
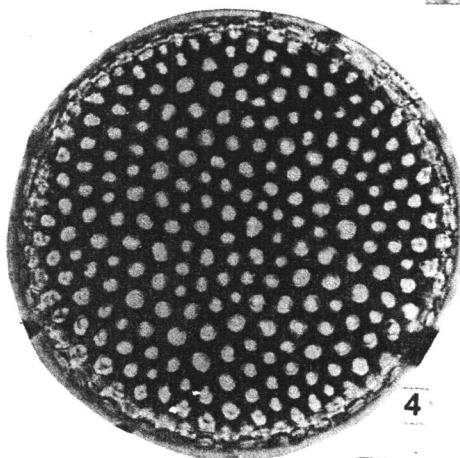
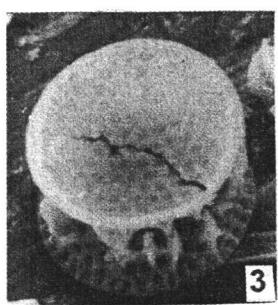
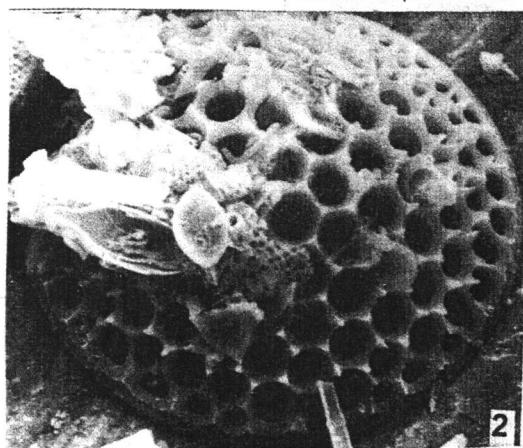
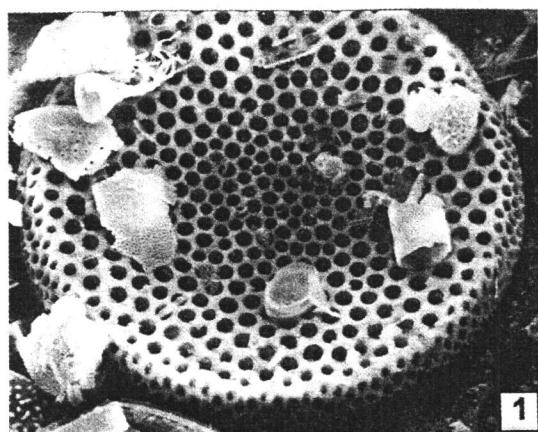


Таблица XXIV

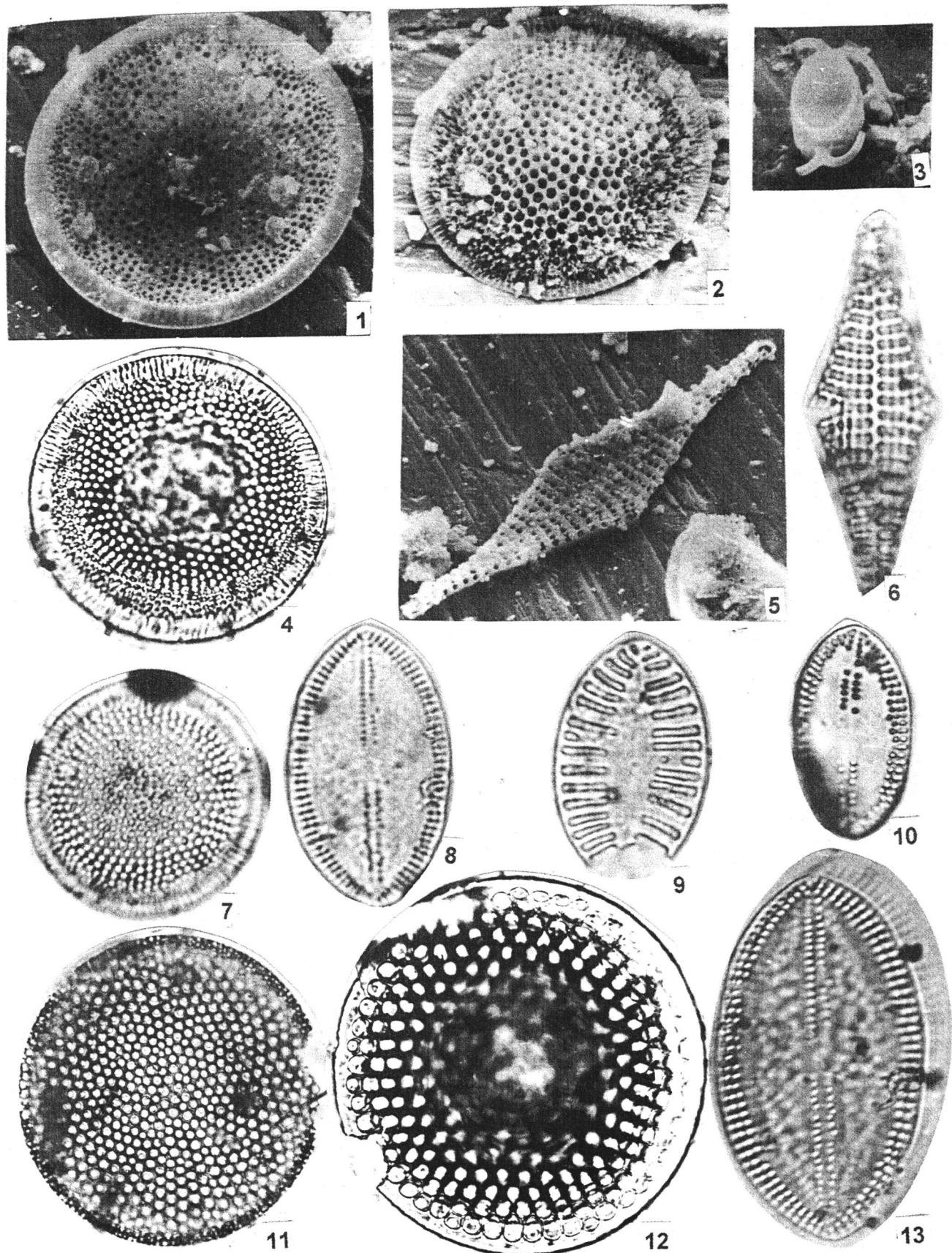


Таблица XXV

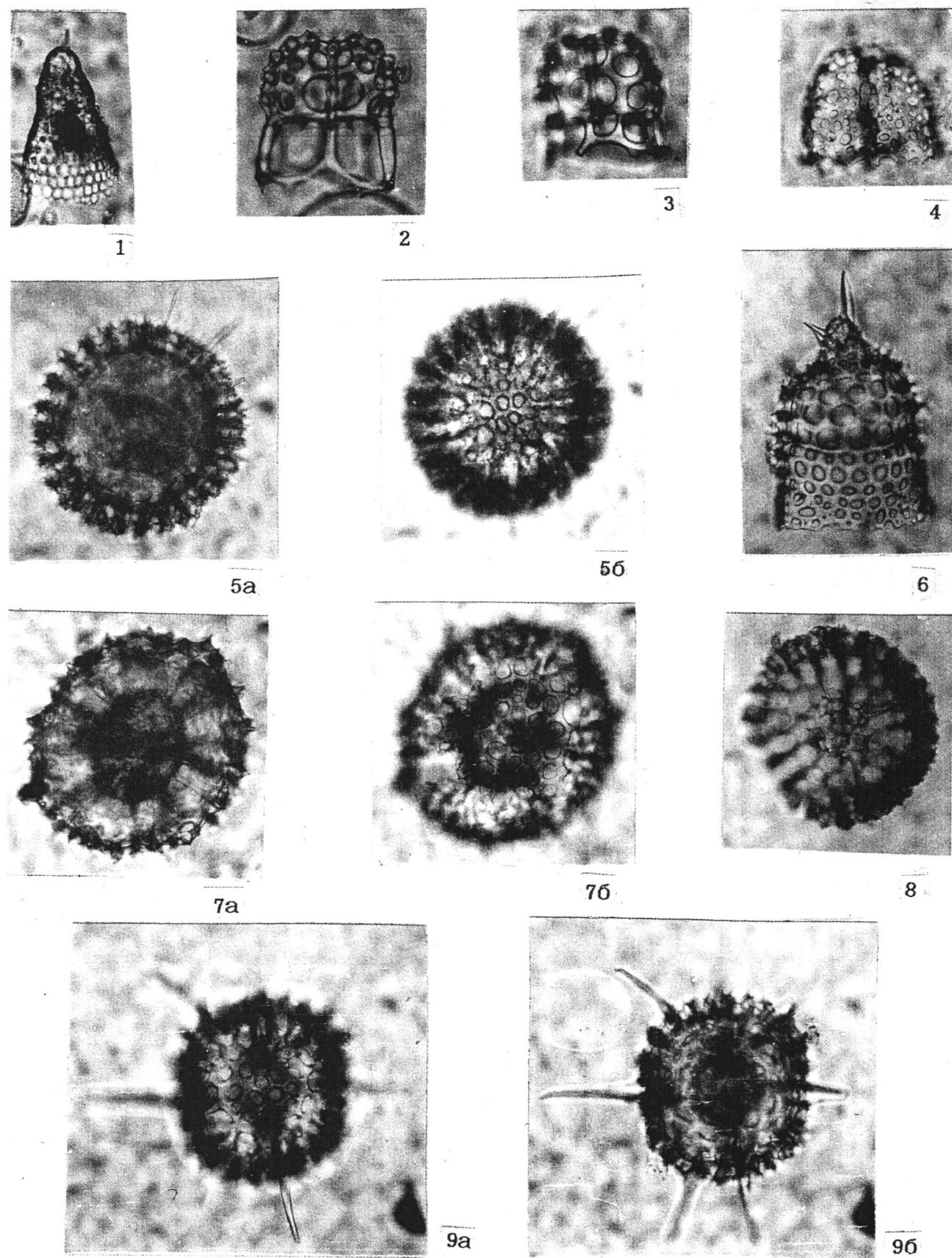


Таблица XXVI

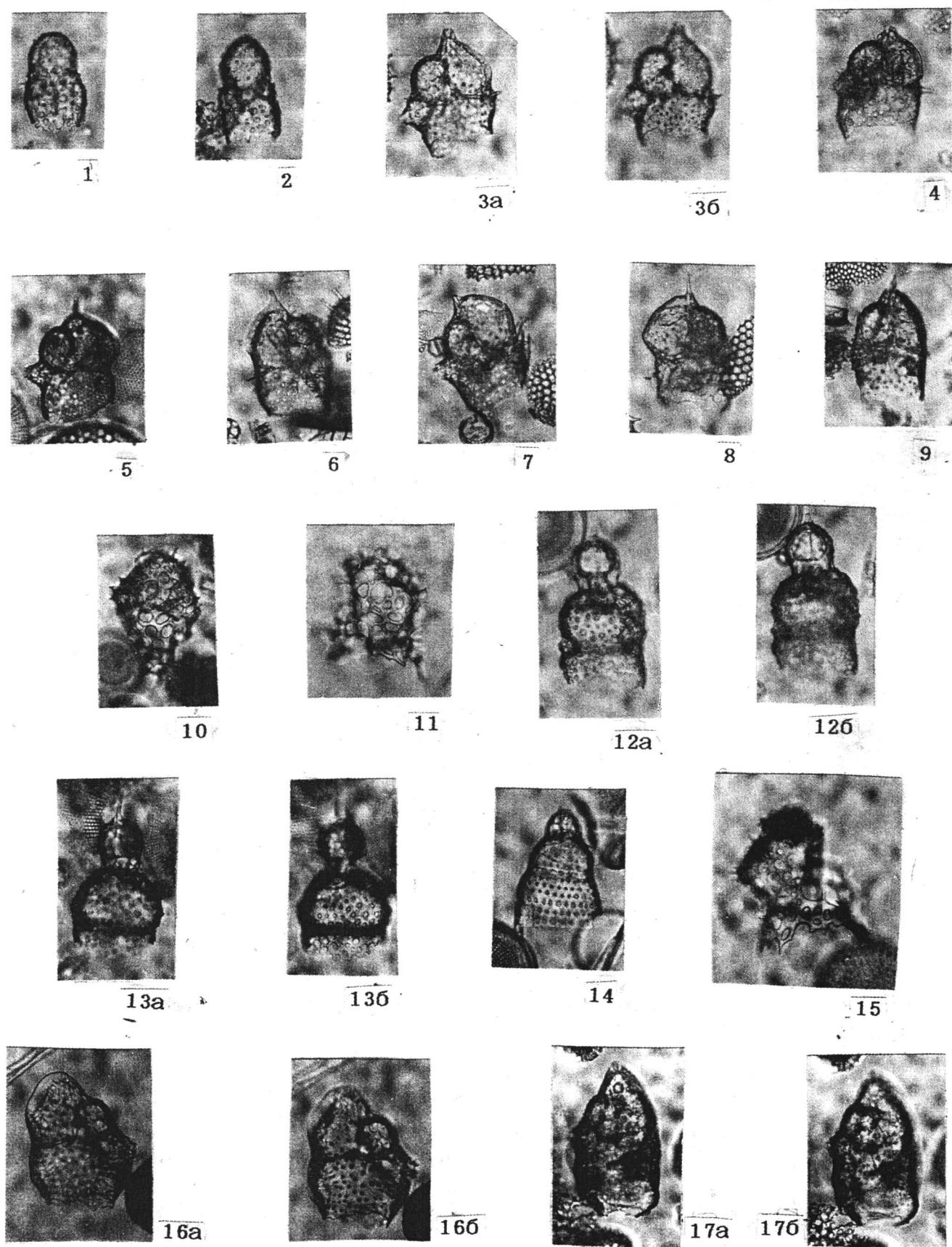


Таблица XXVII

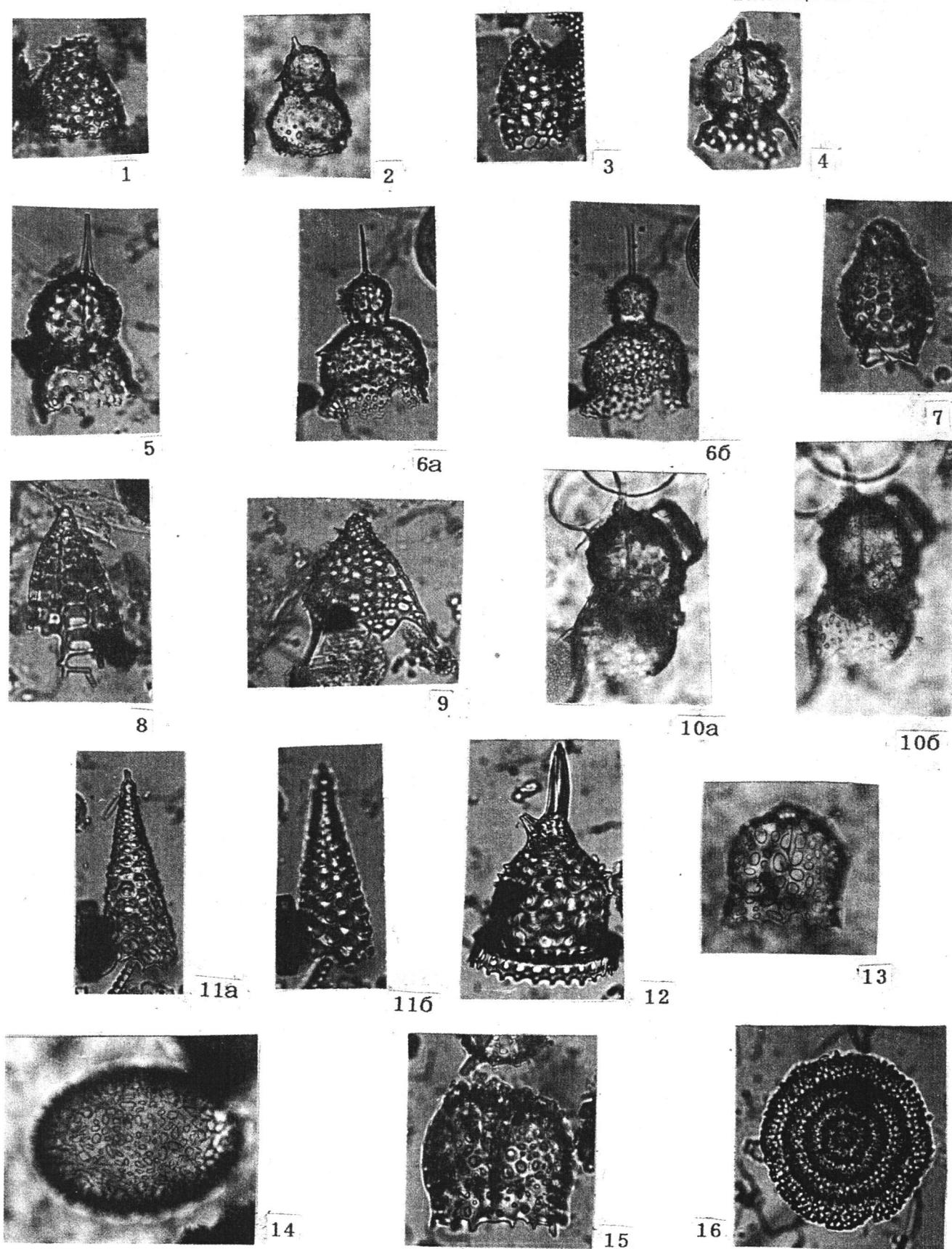


Таблица XXVIII

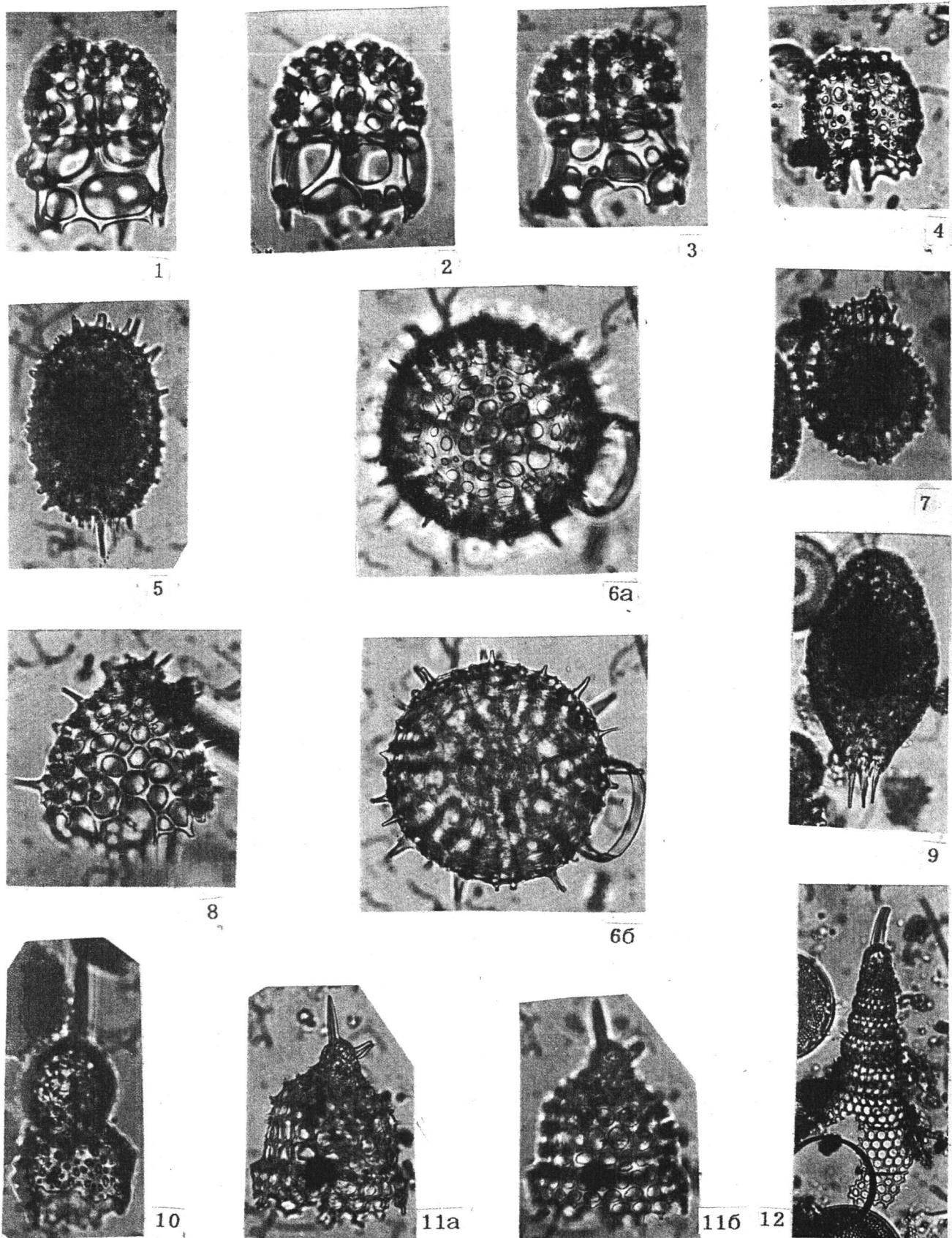


Таблица XXIX

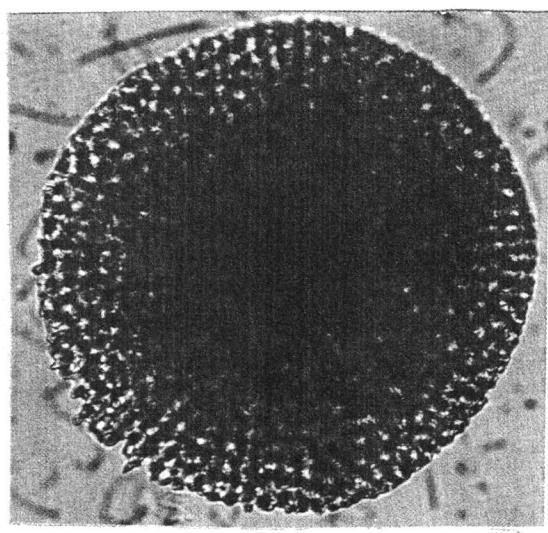
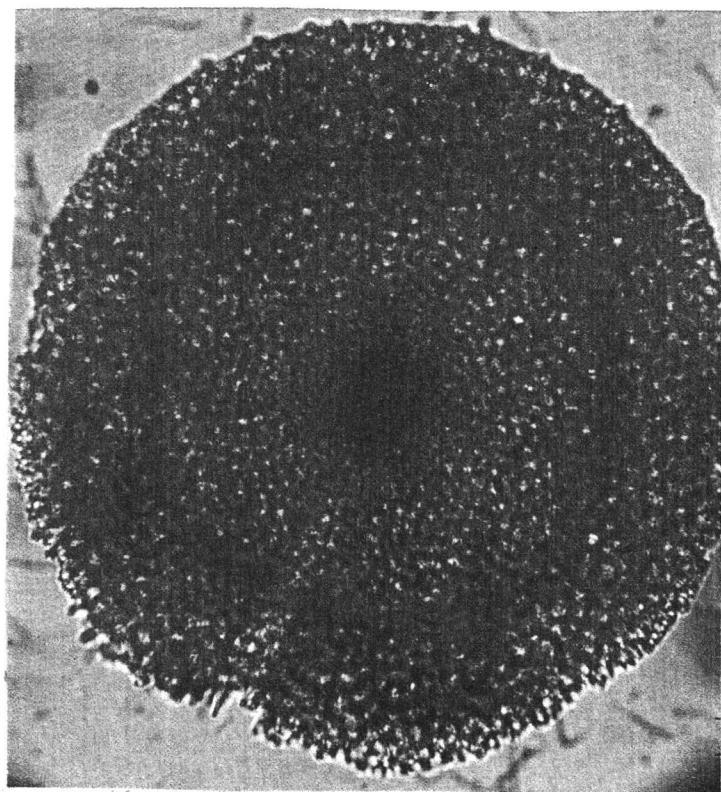
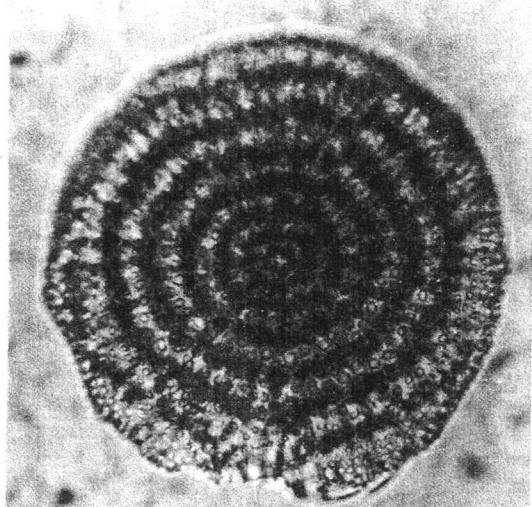
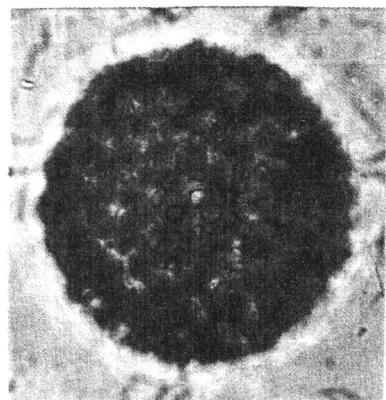
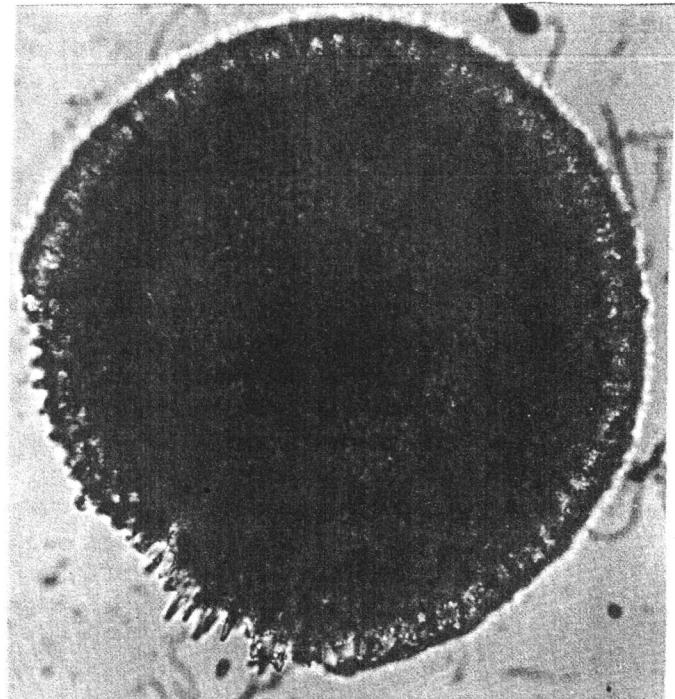
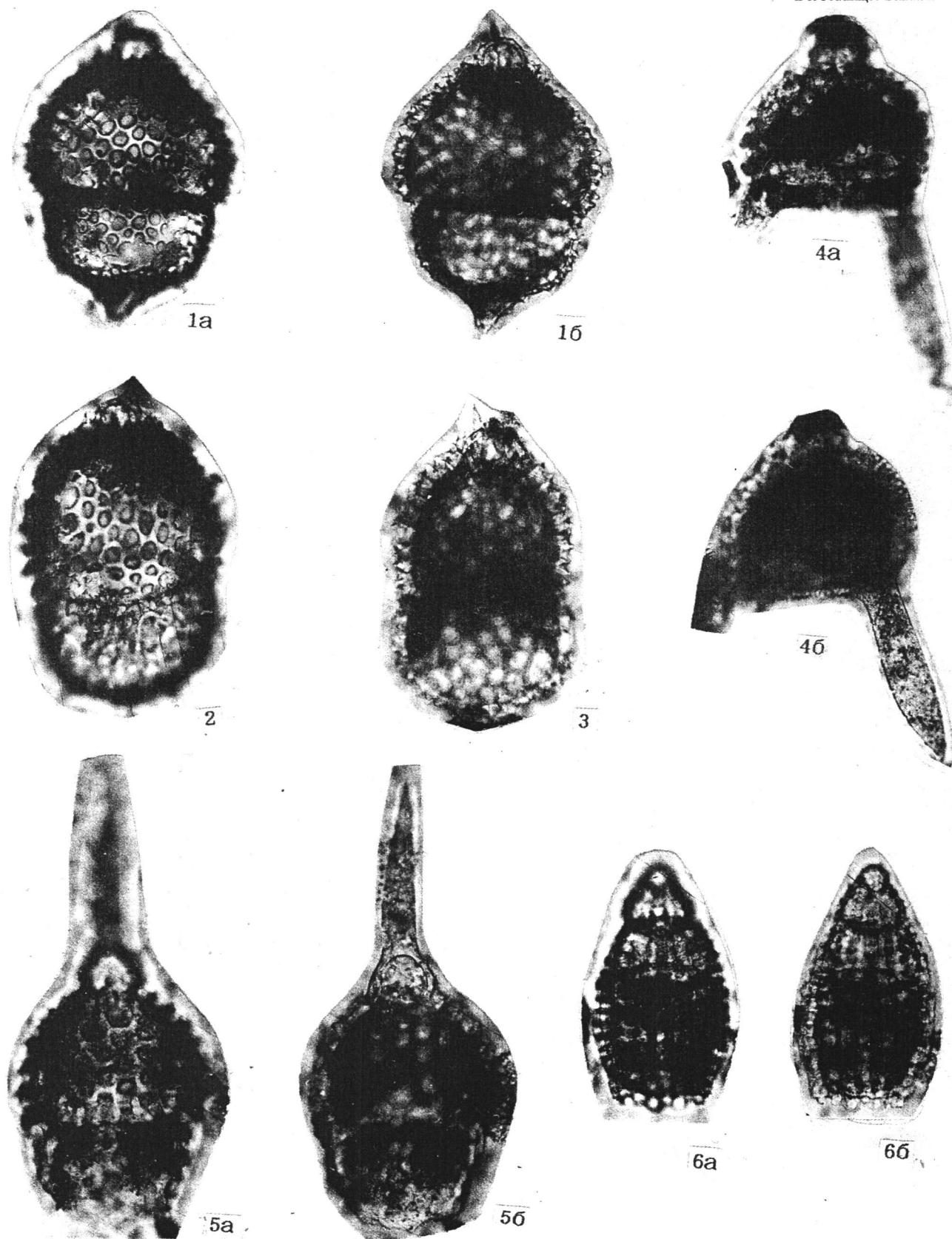


Таблица XXX



Оглавление

Введение (Ю.Б.Гладенков)	5
Глава первая. Геологический очерк (Б.А.Сальников)	7
Глава вторая. Стратиграфия палеогеновых и неогеновых отложений (Ю.Б.Гладенков)	11
2.1. Описание Мачигарского разреза (Ю.Б.Гладенков)	11
2.2. Описание Пильского разреза (Ю.Б.Гладенков)	16
Глава третья. Литологические особенности осадочных пород (В.И.Гречин)	22
3.1.Петрографическая характеристика пород Пильского разреза (Л.П.Иваньшина)	33
Глава четвертая. Биостратиграфическая и палеонтологическая характеристика палеогена и неогена (Ю.Б.Гладенков)	37
4.1. Моллюски (К.Б.Баринов, Ю.Б.Гладенков)	37
4.2. Фораминиферы (С.И.Ступин)	47
4.3. Диатомеи (Т.В.Орешкина)	53
4.4. Радиолярии (Д.И.Витухин)	61
4.5. Споры и пыльца (Н.Я.Брутман)	66
Глава пятая. Биостратиграфический анализ (слои, зоны и горизонты) (Ю.Б.Гладенков)	72
Глава шестая. Секвеностратиграфия плиоцен-четвертичных отложений Шмидтовского участка акватории Охотского моря (Л.С.Маргулиц, В.Г.Радченко)	75
Глава седьмая. Палеогеографические обстановки и геологические события	82
7.1. Условия седиментации и смена палеогеографических обстановок (Б.А.Сальников)	82
7.2. Распространение биотических сообществ во времени и пространстве (Ю.Б.Гладенков)	86
Заключение (Ю.Б.Гладенков)	87
Литература	89
Объяснения к фототаблицам I–XXX	93

Научное издание

**Экосистемы кайнозоя
Охотоморского региона
Опорный разрез палеогена и неогена
Северного Сахалина (п-ов Шмидта): стратиграфия,
палеогеография и геологические события**

Ответственный редактор
Юрий Борисович Гладенков

Художник О.В.Кураленко

Подписано к печати 15.04.1999 г.
Формат 62x94 1/8. Бумага офсетная № 1, 80 г/м².
Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 21,0.
Тираж 300 экз.
Тип. зак. № 311 С, Москва

Издательство ГЕОС
Изд. лицензия Л.Р. № 050112 от 09.03.1995.
109017, Москва, Пыжевский пер., 7.
Тел.: (095) 230-80-92
Факс: (095) 951-04-43

Халган
Скв. 3

Врхненутовский подгоризонт

Нижненутовский

Уйининский и окбыйгайский горизонты

Дасхуриинский горизонт

Скв. 20.22

Колендо
Скв. 100

Колендо
Скв. 1

С. Колендо
Скв. 1

С. Колендо
Скв. 18

С. Колендо
Скв. 22

Береговая
Скв. 12

Пильский разрез

Маттугская свита

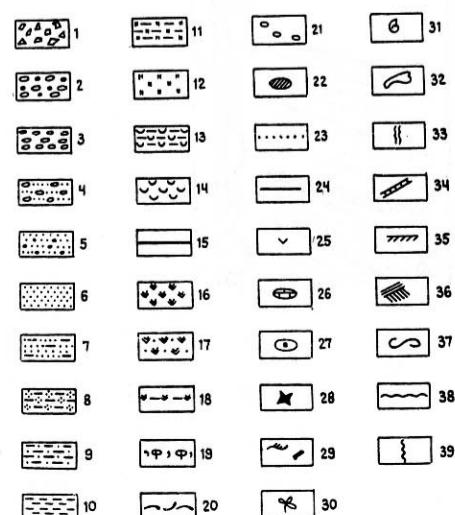
Венгерийская свита

Каскадная свита

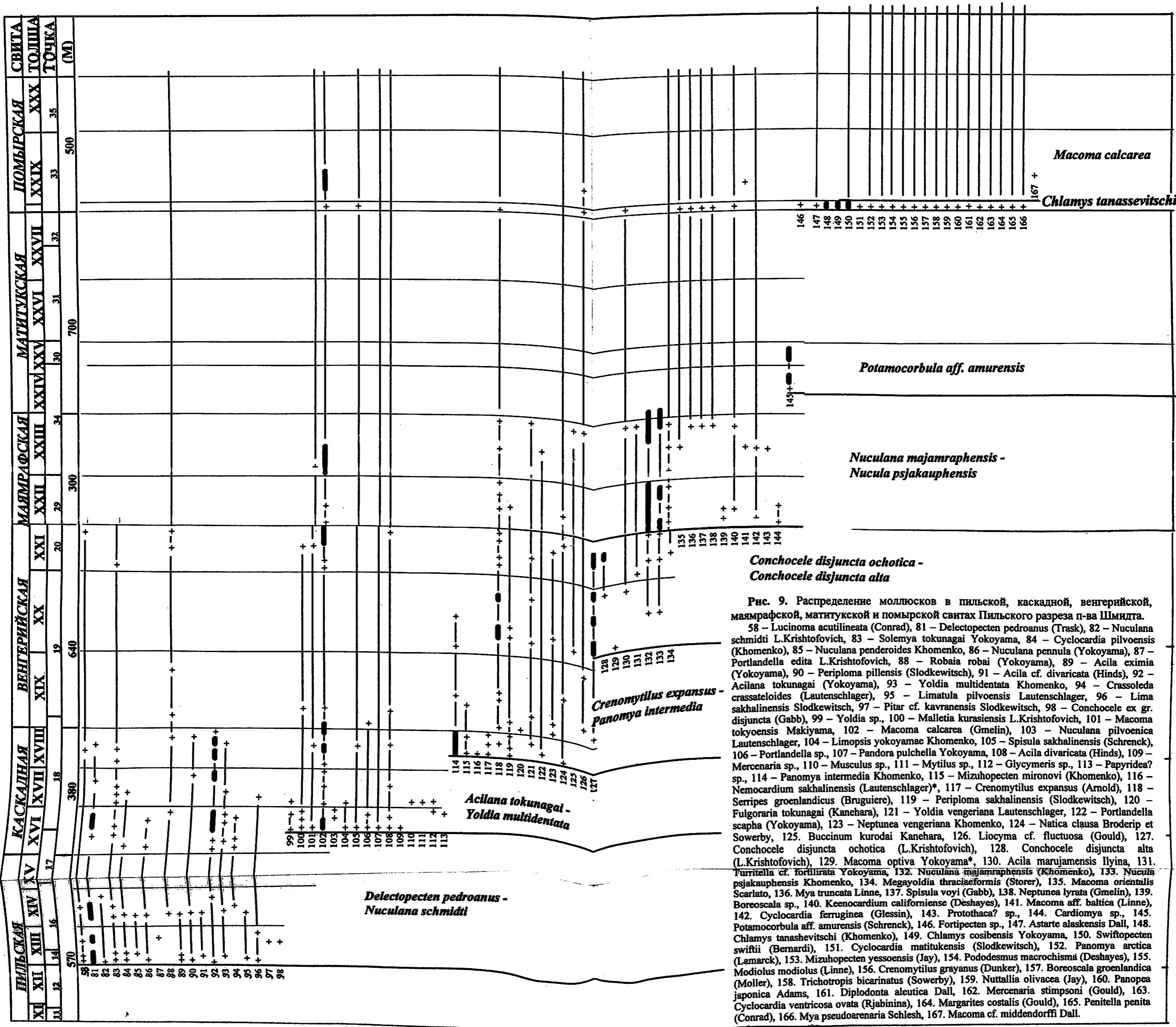
Пильская свита

Рис. 2. Корреляция кайнозоя Пильского разреза с разрезами газонефтяных месторождений Охинского района

Условные обозначения для рис. 2, 4, 6: 1 – брекчия, 2 – конгломерат, 3 – гравелит, 4 – гравелистый песчаник, 5 – разнозернистый песчаник, 6 – мелко- и среднезернистый песчаник, 7 – глинистый песчаник, 8 – песчанистый алевролит (аргиллит), 9 – алевролит, алевритистый аргиллит, 10 – аргиллит (глина), 11 – кремнистый аргиллит, 12 – опока, 13 – глинистый диатомит, 14 – диатомит, 15 – уголь, 16 – эфузив, 17 – туф, 18 – разложенный туф (кил), 19 – фосфоритоглауконитовые образования, 20 – ракушняк, 21 – гальки и гравий чужих пород, 22 – гальки подстилающих и боковых пород, 23 – отдельные прослои песчаника, 24 – отдельные прослои аргиллита, 25 – примесь вулканогенного материала, 26 – конкреция карбонатная, 27 – конкреция пиритная, 28 – геннойши, 29 – мелкий и грубый растительный дегрит, 30 – остатки листьев, 31 – моллюски, 32 – позвоночные, 33 – ходы илоедов, 34 – песчаные дайки, 35 – потоковая слоистость, 36 – клиновидная слоистость, 37 – подводные оползни, 38 – размыт, 39 – каротажные кривые.



● нефть
○ газ



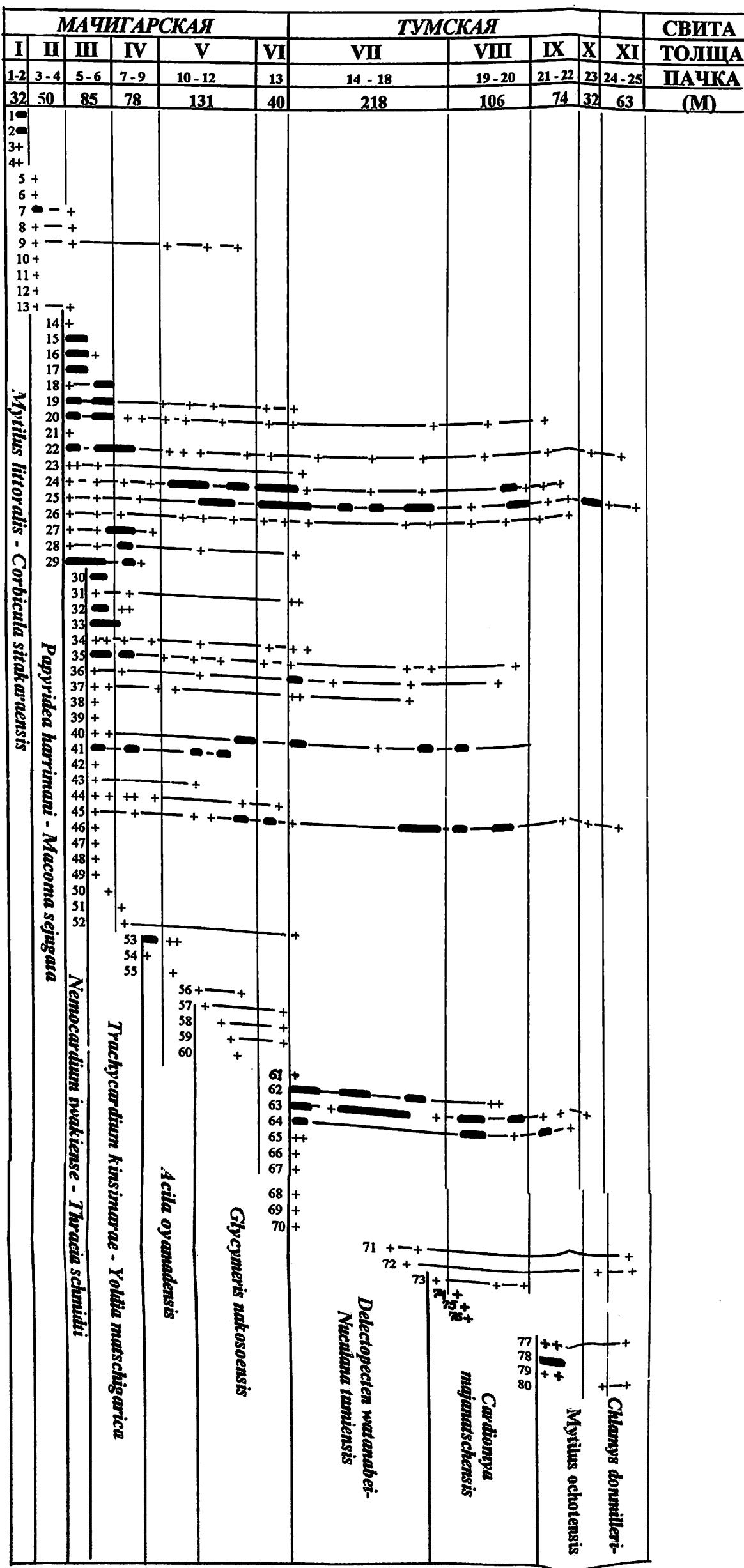


Рис. 8. Распределение моллюсков в мачигарской и тумской свитах Мачигарского разреза п-ва Шмидта

1 - *Mytilus littoralis* Slodkewisch, 2 - *Corbicula sitakaraensis* Suzuki, 3 - *Corbicula* sp., 4 - *Cerithidea quadrimonilicosta* (Khomenko), 5 - *Acanthocardia* cf. *snatolensis* L.Krishtofovich, 6 - *Musculus* cf. *snatolensis* Sinelnikova, 7 - *Papyridea harrimani* Dall, 8 - *Portlandella watasei* (Kanehara), 9 - *Macoma sejugata* (Yokoyama), 10 - *Turritella* cf. *importuna* Yokoyama, 11 - *Gari* sp., 12 - *Natica* sp., 13 - *Hiatella sakhalinensis* (Takeda), 14 - *Clinocardium taracaicum* (Yokoyama), 15 - *Nemocardium iwakiense* (Makiyama), 17 - *Thracia schmidti* L.Krishtofovich, 18 - *Liocyma furtiva* (Yokoyama), 19 - *Yoldia caudata* Khomenko, 20 - *Ciliatocardium matchgarense* (Makiyama), 21 - *Nuculana* sp., 22 - *Modiolus matchgarense* (Makiyama), 23 - *Macoma asagaiensis* Makiyama 24 - *Periploma besshoensis* (Yokoyama), 25 - *Macoma simizuensis* L.Krishtofovich, 26 - *Portlandella nitida* (Slodkewisch), 27 - *Chlamys matchgarense* Makiyama, 28 - *Megocardita? matschigarica* (Khomenko), 29 - *Papyridea matschigarica* Khomenko, 30 - *Arca sakamizuensis* Hatai & Nisiyama, 31 - *Ancistrolepis modestoideus* (Takeda), 32 - *Yoldia matschigarica* L.Krishtofovich, 33 - *Trachycardium kinsimarae* (Makiyama), 34 - *Turritella importuna* Yokoyama, 35 - *Pododesmus schmidti* L.Krishtofovich, 36 - *Clinocardium asagaiense makiyamae* (Kamada), 37 - *Neverita asagaiensis* Makiyama, 38 - *Colus asagaiensis* Makiyama, 39 - *Buccinum matchgarense* Makiyama, 40 - *Yoldia laudabilis* Yokoyama, 41 - *Ciliatocardium asagaiense* (Makiyama), 42 - *Nucula matschigarica* L.Krishtofovich, 43 - *Ciliatocardium yamasaki* (Makiyama), 44 - *Mya cuneiformis* (Bohm), 45 - *Conchoceles smekhovi* (Kogan), 46 - *Mytilus miočenum* L.Krishtofovich, 47 - *Lithophaga tumiensis* (Lautenschlager), 48 - *Malletia* sp., 49 - *Ancistrolepis* sp., 50 - *Ostrea* sp., 51 - *Cyclocardia* sp., 52 - *Crepidula* cf. *matajiroi* Makiyama, 53 - *Acila oyamadensis* Hirayama, 54 - *Nuttalia* cf. *uchigoensis* Kamada, 55 - *Keenocardium* sp., 56 - *Glycymeris nakosoensis* Hatai & Nisiyama, 57 - *Musculus* sp., 58 - *Lucinoma acutilineata* (Conrad), 59 - *Peronidia* sp., 60 - *Yoldia* sp., 61 - *Opalia* sp., 62 - *Delectopecten watanabei* (Yokoyama), 63 - *Nuculana tumiensis* (Lautenschlager), 64 - *Nucula tumiensis* L.Krishtofovich, 65 - *Nuculana praerobae* L.Krishtofovich, 66 - *Plicifusus* cf. *iljinensis* Sinelnikova, 67 - *Fulgoraria* sp., 68 - *Pseudoliomesus praenassula* Titova, 69 - *Cerithidea?* sp., 70 - *Buccinum tigilensis* Sinelnikova, 71 - *Macoma* cf. *optiva* Yokoyama, 72 - *Glycymeris wishkahensis* Clark, 73 - *Cardiomya majanathensis* (Ilyina), 74 - *Yoldia* (Yoldia)? sp., 75 - *Yoldia* cf. *kovatschensis* Slodkewisch, 76 - *Nuculana* (Sacella) *praefurlongi* L.Krishtofovich, 77 - *Chlamys rikinensis* Sinelnikova, 78 - *Chlamys donmilleri* MacNeil, 79 - *Chlamys* ex gr. *cosibensis* Yokoyama, 80 - *Mytilus ochotensis* Slodkewitsch

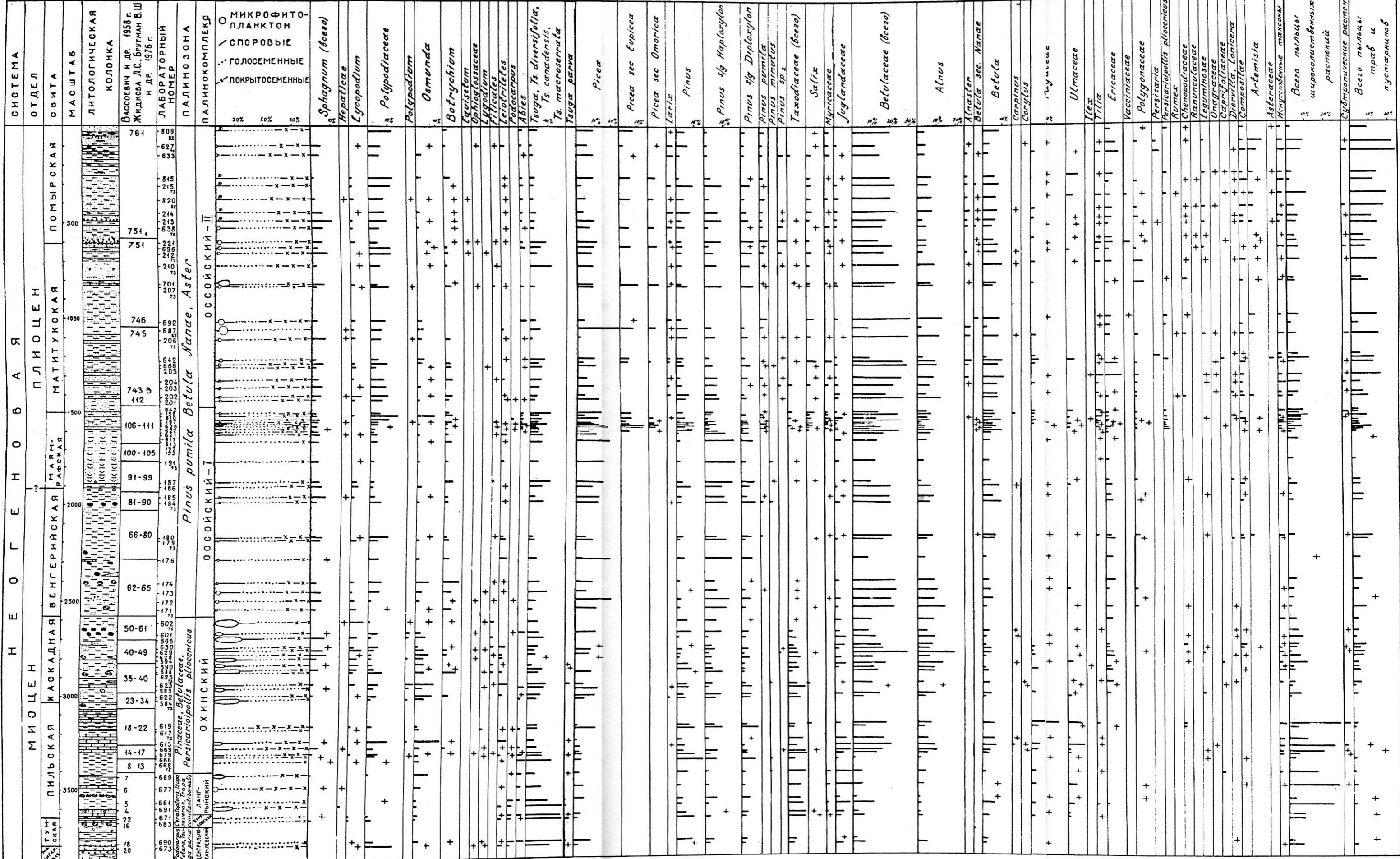


Рис. 18. Распределение микрофоссилий в кайнозое Пильского разреза

