

М.Е. Былинская, Л.А. Головина, В.А. Крашенинников

**ЗОНАЛЬНАЯ СТРАТИГРАФИЯ
ПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
СЕВЕРНОЙ ПОЛОВИНЫ АТЛАНТИЧЕСКОГО
ОКЕАНА ПО ИЗВЕСТКОВОМУ ПЛАНКТОНУ**

Труды Геологического института РАН, вып. 544
Основаны в 1932 году

ВВЕДЕНИЕ

За три последних десятилетия исследование стратиграфии глубоководных отложений Атлантического океана по планктонным фораминиферам и наннопланктону завершилось разработкой целого ряда зональных биостратиграфических шкал для тропического (Blow, 1969; Bolli, Premoli Silva, 1973; Okada, Bukry, 1980) и субтропического (Berggren, 1977; Martini, 1971; Gartner, 1977) поясов, средних (Berggren, 1972; Weaver, Clement, 1986) и высоких (Spiegler, Jansen, 1989) широт, а также Средиземноморья (Cita, 1973, 1975; Iaccarino, 1985). Эти схемы основаны на одинаковых или различных зональных формах планктонных фораминифер и наннопланктона и довольно хорошо отражают изменения микробиоты в каждом климатическом поясе. Однако корреляция этих шкал, а следовательно, высоко- и низкоширотных отложений, необходимость в которой назрела, существенно затруднена. В то же время большое количество накопившегося фактического материала показало присутствие тропических зональных форм в субтропических и умеренных широтах, а также существование разрезов с переходным составом планктона. Все это указывает на возможность использования детальной кайнозойской зональной шкалы низких широт в субтропическом и умеренном поясах, но требует проследить на большом количестве разрезов широтные границы такого применения.

Хрестоматийная смена микрофаунистических комплексов в зависимости от климатических поясов в северной половине Атлантического океана сильно осложняется наличием теплых и холодных течений и проявлениями апвеллинга, который усиливался в отдельные периоды геологического времени. Подобная биономическая обстановка приводила к значительным вариаци-

ям систематического состава планктонных фораминифер и наннофлоры в рамках зоны. Интервалы распространения ряда видов могут быть прерывистыми, а уровни эволюционного появления или исчезновения видов фораминифер и наннопланктона могут замещаться местными уровнями их появления или исчезновения. Поэтому при зональном расчленении отложений необходимо учитывать все эти факторы и тщательно анализировать систематический состав комплексов планктона.

Основная цель исследований заключалась в установлении границ применения низкоширотной стратиграфической шкалы по планктонным фораминиферам и наннопланктону на акватории северной половины Атлантического океана и определении степени ее детальности в разных климатических поясах.

В настоящей работе предполагалось решение следующих задач:

1. Детально изучить комплексы планктонных фораминифер и наннопланктона из плиоцен-четвертичных глубоководных отложений Северной Атлантики от экватора до субполярных широт и проследить изменение структуры зональных комплексов в различных климатических областях, в том числе учитывая местные биономические условия.

2. Установить возможности и особенности применения субглобальных низкоширотных зональных шкал по планктонным фораминиферам и наннопланктону в каждом климатическом поясе и широтные границы такого применения.

3. Выявить уровни появления и исчезновения зональных и стратиграфически важных видов планктонных фораминифер и наннопланктона и сравнить их возраст в разных климати-

ческих областях для установления более и менее надежных уровней.

4. Провести детальную корреляцию зональных шкал по планктонным фораминиферам и наннопланктону в ряде конкретных разрезов.

5. Проследить пространственно-временное распространение одной из наиболее характерных для плиоцен-четвертичных отложений группы видов *Globorotalia crassaformis* и изучить их стратиграфическое значение.

Исходным материалом для исследования послужили более 2000 образцов из 36 скважин Проекта глубоководного бурения (25, 336-350, 366А, 367-370, 395-397, 403-410, 412, 608, 609, 611) и из 18 колонок донных осадков (1, 3 и 4 рейсы НИС "Академик Николай Страх").

Авторы выражают благодарность руководству Проекта глубоководного бурения (США) за предоставление кернового материала. Пробы из глубоководных осадков, полученные в 1, 3 и 4

рейсах НИС "Академик Николай Страх", были отобраны Л.А. Головиной и предоставлены Э.П. Радионовой, которой авторы выражают благодарность. Используемые данные по палеомагнитной стратиграфии получены А.Н. Диденко и К.С. Бураковым, коллекция планктонных фораминифер сфотографирована в Геолого-Палеонтологическом Институте (г. Киль, Германия) д-ром Уве Пфляуманном, которым авторы выражают искреннюю признательность. Авторы выражают глубокую благодарность за постоянную помощь и консультации при выполнении данной работы Е.В. Девяткину, Э.А. Вангенгейм и М.А. Певзнеру, а также Н.В. Горьковой за большую помощь в фотографировании микроорганизмов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 93-05-9839, 96-05-64552, 99-05-64150) и, частично, программы JOI/NERC Russian Scientist Support Program (в 1995–96 гг.)

КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

По геологическим, геоморфологическим и геофизическим признакам на дне Атлантического океана выделяются следующие структурные элементы: подводные окраины материков (включающие шельф, материковый склон и материковое подножие), переходные зоны от океана к материкам, срединно-океанический хребет и ложе океана (рис. 1).

Около 30% площади подводных окраин материков в Атлантическом океане занимает шельф. Глубина бровки шельфа составляет примерно 100–200 м, но местами она погружена на 400–500 м. На северо-западной окраине океана от побережья Гренландии до залива Мэн шельф имеет значительную ширину, на нем распространены реликтовые ледниковые формы рельефа и терригенные отложения. В тропической зоне широкие участки шельфа расположены в районе Багамских банок, Мексиканского залива и устья Амазонки, где его ширина достигает 300 км. Багамские банки сложены коралловыми и оолитовыми известняками, шельф около устья Амазонки – мощной толщей терригенных осадков. К северо-восточной окраине Атлантического океана относятся Балтийское и Северное моря. Шельф здесь достигает максимальной ширины и также сложен терригенными осадками.

Материковый склон почти всюду изрезан глубокими подводными каньонами. В северо-западной части океана самый большой каньон – Гудзон – расположен на продолжении одноименной подводной долины. Вдоль побережья Северной Америки для материкового склона и подножия характерен холмистый рельеф, связанный с солянокупольной тектоникой и оползневыми телами.

Самый крупный подводный каньон – Миссисипи. Материковый склон над Гвианской котловиной представляет собой широкую наклонную равнину, расчлененную подводными каньонами и ложбинами стока мутьевых потоков. Материковый склон к западу от Британских островов также расчленен многочисленными каньонами и осложнен окраинными плато (например Гебридским). Важным элементом рельефа подводной материковой окраины в этом регионе является плато Роколл, представляющее собой часть континента, испытывавшую погружение (см. рис. 1). Склон и материковое подножие, окаймляющее эту возвышенность, представлены отложениями мутьевых потоков и осложнены абиссальной аккумулятивной формой – “хребтом” Фени (Атлантический океан, 1984). На плато Роколл пробурена часть изученных авторами скважин.

Важное геологическое значение материкового подножия заключается в том, что здесь отлагается основная масса терригенного материала и накапливаются максимальные мощности осадков в океане. Характерная черта Западной Африки – большая ширина материкового подножия при слабом развитии шельфа и умеренной расчлененности материкового склона.

Переходная зона в Атлантическом океане представлена Карибской и Средиземноморской областями. В Карибской переходной области выделяются несколько островных дуг, входящих в состав Больших и Малых Антильских островов, и два глубоководных желоба – Пуэрто-Рико и Кайман. Часть структурных элементов Карибского моря характеризуется континентальным

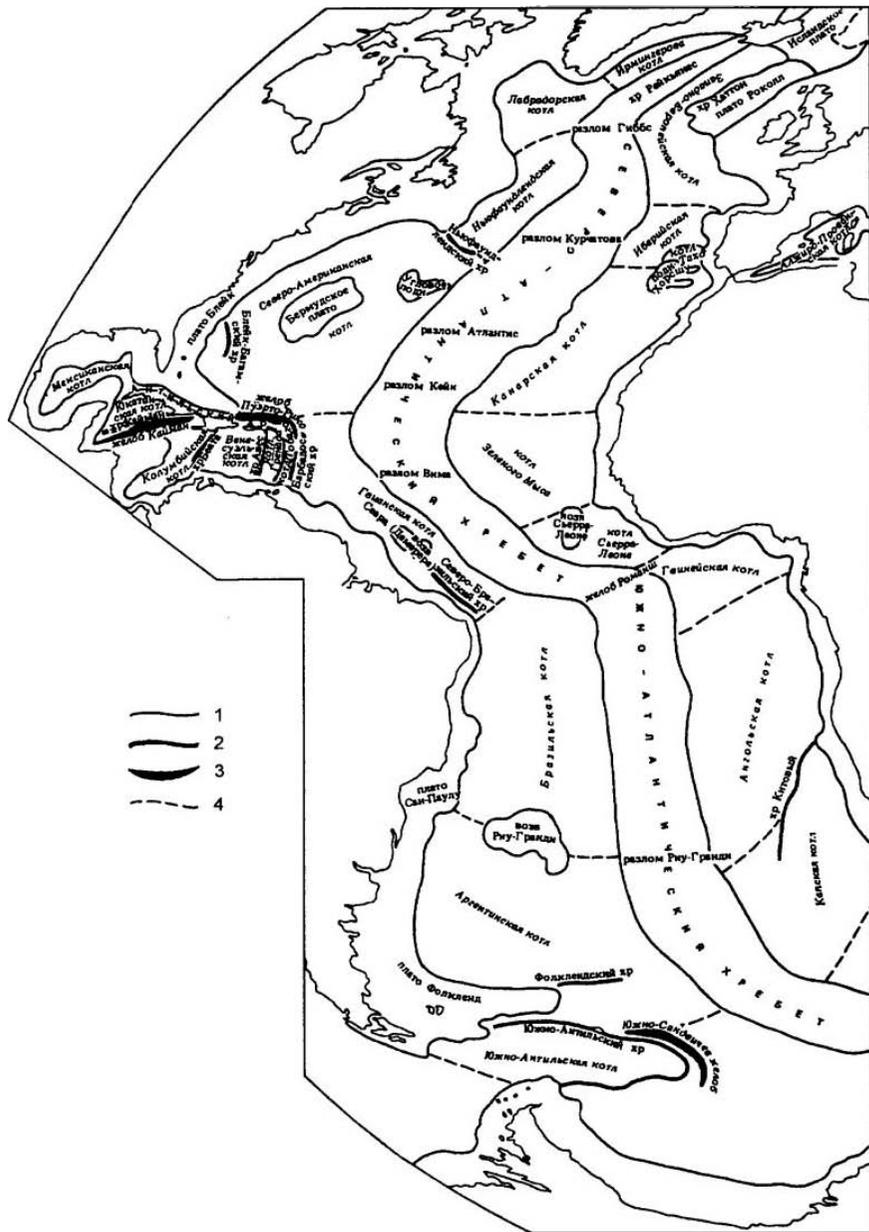


Рис. 1. Основные морфоструктуры дна Атлантического океана (Литвин, 1987). 1 – границы континентальных окраин, срединно-океанических хребтов и океанических поднятий; 2 – оси глыбовых и вулканических хребтов и валов; 3 – глубоководные желоба; 4 – границы океанических котловин

Fig. 1. Major morphostructures of the Atlantic Ocean bottom after (Литвин, 1987)

типом земной коры, часть – промежуточным и остальные – субокеаническим.

Срединно-Атлантический хребет смыкается в Норвежско-Гренландском бассейне с системой срединно-океанических хребтов, представленных хр. Книповича, Мона и Кольбейнсей. Последний переходит в шельф Исландии, а его рифтовая зона продолжается на поверхности Исландии в виде Большого Исландского грабена. Продолжением срединно-океанической системы к югу от Исландии служит хр. Рейкьянес, переходящий в Северо-Атлантический хребет, который до Азорских островов имеет почти меридиональное простирание. Это типичный срединно-океанический хребет с резко выраженными рифтовой и фланговой зонами. К югу от Азорских островов располагается группа подводных вулканов – горы Платона, образующие поперечный гребень на восточном фланге срединного хребта. Отрезок хребта до 18° с.ш. имеет юго-западное простирание и ярко выраженную рифтовую структуру. Он пересекает несколькими широтными разломами. Затем, вплоть до экватора, простирание хребта меняется на юго-восточное. Хребет здесь рассечен многочисленными разломами, по которым отдельные сегменты хребта оказываются смещенными по отношению друг к другу. К югу от экватора Срединно-Атлантический хребет называется Южно-Атлантическим. Срединно-Атлантическому хребту присущи “полосовые” магнитные аномалии, характерные для срединно-океанических структур.

Ложе океана характеризуется сочетанием подводных хребтов и котловин, что обуславливает его крупноячеистую структуру. В северо-западной части океана Ньюфаундлендский хребет отделяет одноименную котловину от Северо-Американской. Ньюфаундлендская котловина цепочкой подводных гор отделена от Лабрадорской котловины. В центральной части Северо-Американской котловины расположено Бермудское плато. К северу от экватора располагается Гвианская котловина. В восточной части океана в северном полушарии расположены следующие котловины: Западно-Европейская, Канарская, Остров Зеленого Мыса, разделенные Азорско-Бискайским хребтом и поднятием Островов Зеленого Мыса. В отличие от котловин других океанов в котловинах Атлантического океана зна-

чительные площади занимают плоские абиссальные равнины. Наиболее обширные площади плоских абиссальных равнин отмечаются в Северо-Американской и Канарской котловинах. Котловины и океанические поднятия характеризуются типичным океаническим строением земной коры. На большей части ложа мощность осадочного слоя составляет около 1 км, местами до 2 км, и представлен он пелагическими глубоководными осадками.

Атлантический океан отличается большим своеобразием условий осадкообразования. Главные источники осадочного материала – твердый сток рек, золотой принос и органический мир, населяющий океан. Накопление вулканогенного и хемогенного материала имеет ограниченное распространение. Важное значение имеет накопление тонкого пелитового материала различного генезиса, ведущее к образованию на больших глубинах полигенных пелитовых осадков. По преобладанию определенных компонентов в океане выделяются следующие основные типы осадков: терригенные, биогенные и полигенные. Мелководные отложения представлены главным образом различными терригенными осадками. Более 92% терригенного материала не достигает пелагических областей океана и отлагается на мелководье (Лисицын, 1978). Среди глубоководных отложений значительную роль также играют терригенные осадки, так называемые гемипелагические отложения, представленные тонкоалевритовыми и алеврито-пелитовыми осадками. В северном полушарии они занимают значительную часть Северо-Американской и Гвианской котловин. Однако по площади распространения они уступают биогенным и полигенным глубоководным осадкам. Биогенные осадки океана делятся на две группы – известковые и кремнистые, причем по площади резко преобладают глубоководные известковые отложения. Они представлены главным образом кокколито-фораминиферовыми илами. Эти отложения занимают около 65% площади океана и приурочены к умеренным и экваториально-тропическим поясам. По механическому составу они относятся главным образом к крупнозернистым алевритам и мелкозернистым алевритовым илам. К карбонатным отложениям относится также птероподовый ил, ограниченный теплым климатическим поясом.

Биогенное кремнистое осадконакопление в Атлантическом океане приурочено почти исключительно к субполярному и полярному поясам южного полушария. Группа полигенных осадков представлена глубоководной красной глиной. Она занимает около 30% площади абиссали, выстилая наиболее глубокие участки котловин. По механическому составу это очень тонкие, преимущественно пелитовые осадки. Основную часть материала, из которого формируются красные глины в Атлантике, составляют глинистые минералы терригенного происхождения (Емельянов и др., 1975). В пределах Атлантического океана выделяются шесть типов седиментогенеза: ледовый, умеренный гумидный, аридный, экваториальный гумидный, вулканогенно-осадочный и рифтовых зон.

Характеристики исходных водных масс (температура, соленость, растворенные газы и др.) формируются в океане в результате взаимодействия поверхности океана и атмосферы и водообмена с соседними океанами и морями. В вертикальном распределении температуры можно выделить три слоя: верхний однородный, термоклин и квазиоднородный глубинный. За нижнюю границу термоклина принимается поверхность средней по океану потенциальной температуры – около 3,7°C, которая на 30° с.ш. лежит на глубине более 2000 м, откуда полого поднимается к югу и более круто к северу (Атлантический океан, 1984). Над этой поверхностью лежит теплая стратифицированная сфера, а под ней – холодная, почти однородная. Вертикальная соленостная структура океана сложнее. Для распределения температуры и солености характерна асимметрия относительно экватора. Теплые воды в северной части океана проникают на гораздо большие глубины, чем в южной, в результате чего термоклин в Северной Атлантике лежит значительно ниже, чем в Южной. На поверхности Атлантического океана средняя соленость составляет 35,3‰, а максимальной величины она достигает в центральных субтропических широтах (более 37,5‰). Объясняется это значительным превышением испарения над осадками или пресной составляющей водного баланса. В экваториальной области океана соленость понижается до 35‰ в океанической части и до еще меньших значений в устьях рек.

Циркуляция вод в океане вызывается двумя факторами: механическим (ветер над поверхностью океана и атмосферное давление) и термогалинным (неравномерно распределенные охлаждение и нагревание поверхности океана, осадки и испарение). Циркуляция поверхностных вод характеризуется системой чередующихся по широтам обширных круговоротов с направлением движения по и против часовой стрелки. Круговороты умеренных и высоких широт имеют циклоническое вращение. Они четко выражены в северной части Атлантического океана (рис.2). Мощность Северо-Атлантического течения определяет во многом интенсивность всего круговорота. В Атлантике в этой зоне система течений очень сложна, на них оказывает влияние свободный обмен водой с Северным Ледовитым океаном и сложная конфигурация дна. Строго говоря, существует не один, а несколько круговоротов. Все они располагаются к северо-западу от Северо-Атлантического течения, которое отдает часть своих вод сначала тепломu течению Ирмингера, а затем севернее – Западно-Шпицбергенскому. Далее оно заходит в Северный Ледовитый океан под названием Норвежского. Вдоль Гренландии из Ледовитого океана проходит холодное Восточно-Гренландское течение, замыкающее в Атлантике все круговороты умеренных и полярных широт. Самая южная ветвь круговорота – холодное Лабрадорское течение – проникает далеко на юг, где встречается с Гольфстримом. В более южных широтах выделяются субтропические антициклонические круговороты. Такой круговорот в северном полушарии соответствует Азорскому антициклону. Его широтные границы лежат на 10–15° с.ш. на юге и на 40° с.ш. на севере.

Приэкваториальное звено круговорота представляет собой течение западного направления – Северное Пассатное. Это широкое (более 1000 км) и устойчивое течение скоростью до 20–50 см/с. Западной ветвью субтропического круговорота северного полушария является Гольфстрим – сравнительно узкое и быстрое струйное пограничное течение, которое в умеренных широтах поворачивает в открытый океан и формирует Северо-Атлантическое течение. Восточное звено круговорота представлено слабыми и широкими холодными пограничными Португальским и Ка-

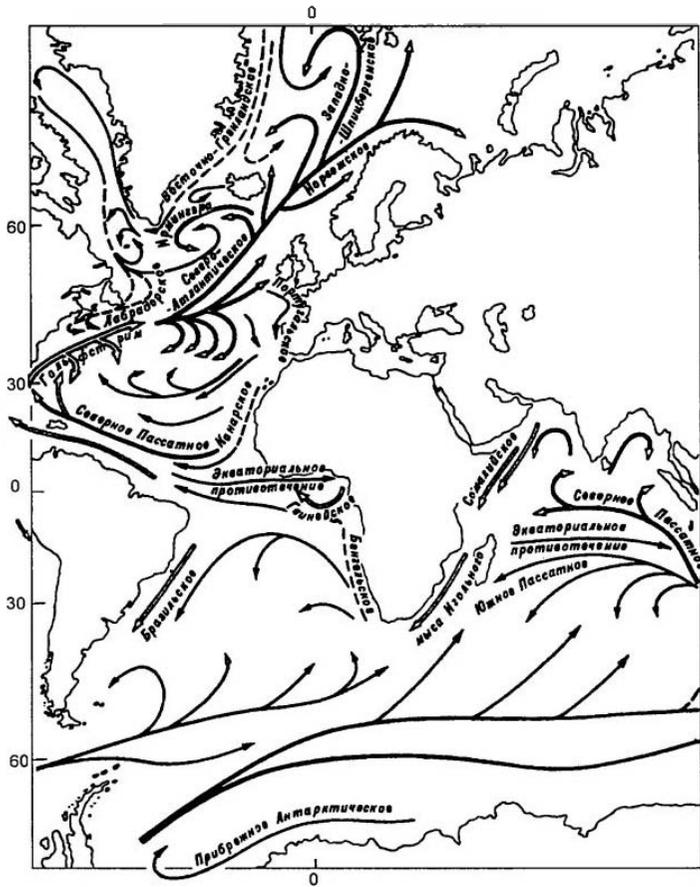


Рис. 2. Схема поверхностных течений в Атлантическом океане (Толмазин, 1976)
 Fig. 2. Surficial currents in the Atlantic Ocean after (Толмазин, 1976)

нарским течениями. В узких прибрежных зонах этих течений шириной около 100 км наблюдается явление апвеллинга, когда под действием пассатов, дующих с берега, развивается подъем холодных глубинных вод.

Между северным и южным пассатными течениями, развитыми в тропиках по обе стороны от экватора, располагается полоса штилей и слабых ветров, зоне которых соответствует Эквато-

риальное противотечение, идущее с запада на восток.

Такая сложная картина поверхностных течений оказывает большое влияние на распространение планктонных микроорганизмов, в частности планктонных фораминифер и кокколитофорид, обитающих в верхних слоях океанических вод, и это следует учитывать при интерпретации ископаемых данных.

ОБЗОР ЗОНАЛЬНЫХ ШКАЛ ПО ПЛАНКТОННЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ И НАННОПЛАНКТОНУ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЪ РАСЧЛЕНЕНИЯ ПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

В 40-х годах прошлого столетия исследование глубоководных отложений на побережье и островах тропической Атлантики привело к интенсивному изучению планктонной микрофауны и флоры, прежде всего планктонных фораминифер, с целью расчленения разрезов и определения относительного возраста осадков. Результатом стала разработка зональных шкал, которые позволили прямо коррелировать третичные и четвертичные отложения на всем пространстве тепловодной области океана.

Первая зональная шкала третичных отложений по планктонным фораминиферам была разработана на о-ве Тринидад. Ее предложили Дж. Кешмэн и Р. Стейнфорт (Cushman, Stainforth, 1945). Они подразделили олигоцен-миоценовые осадки формации Сиперо на три зоны. В дальнейшем к этой шкале были добавлены еще две зоны, в том числе и для более молодой формации Ленгуа.

Успешное применение планктонных фораминифер для зональной стратиграфии привело к еще более интенсивным исследованиям, которые завершились созданием Г. Болли зональной шкалы для интервала от палеоцена до среднего миоцена (Bolli, 1957, 1966).

Поскольку более молодые осадки на о-ве Тринидад почти не содержат планктонных фораминифер, то для подразделения этого интервала надо было исследовать другие разрезы. Они были найдены в Венесуэле, где Г. Болли и П. Бермудец (Bolli, Bermudez, 1965) выделили несколько новых зон для позднего миоцена – плейстоцена.

Начало глубоководного бурения в океанах с корабля “Гломар Челленджер” в 1968 г. ознаменовало новый этап в исследовании кайнозойских отложений. Более детальная зональная шкала для интервала от плиоцена до голоцена была разработана Г. Болли по данным рейсов Проекта глубоководного бурения в Карибском регионе (Bolli, Premoli Silva, 1973). Эта же шкала приводится в его более поздней работе (Bolli, Saunders, 1985). Она приведена в таблице 2 с названиями подразделений и руководящих видов, первое (F) и последнее (I.) появление которых определяет границы зон и подзон.

Кроме шкалы Г. Болли (Bolli, 1957) была предложена другая (Banner, Blow, 1965b), которая очень близко соответствовала ей по своим зональным подразделениям от олигоцена до среднего миоцена. Однако многие зоны были охарактеризованы слегка иначе, а названия зон были даны по двум таксонам. Для того чтобы избежать таких громоздких наименований, авторы добавили буквенно-цифровое обозначение зон, используя Р для палеогеновых и N для неогеновых подразделений и пронумеровав последовательно все зоны. Р. Стейнфорт (Stainforth et al., 1975, p. 76), обсуждая эту и более позднюю (Blow, 1969) шкалу, писал: “эта шкала удобна, но открыта для критики, поскольку кодовые обозначения не содержат ключа к стратиграфическому уровню. Более характерным дефектом, происходящим из противоречия в понимании олигоцен-миоценовой границы, является то, что древнейшая неогеновая зона обозначена как N 4 вместо N 1”.

Таблица 1. Зональная шкала Г. Болли по планктонным фораминиферам, плиоцен-четвертичный интервал, по (Bolli, Saunders, 1985)

млн л. н.	Возраст	Зоны и подзоны по планктонным фораминиферам		Виды-маркеры границ
0,0-1,0	голоцен плейстоцен	Globorotalia truncatulinoides	Globorotalia fimbriata	F Globorotalia fimbriata
			Globigerina bermudezi	L Globorotalia tumida flexuosa
			Globigerina calida calida	F Globigerina calida calida
			Globorotalia crassaformis hessi	F Globorotalia crassaformis hessi
			Globorotalia crassaformis viola	F Globorotalia truncatulinoides
1,0-3,7	плиоцен	Globorotalia tosaensis tosaensis	Globorotalia tosaensis	L Globorotalia miocenica
			Globorotalia exilis	L Globigerinoides trilobus fistulosus
			Globigerinoides trilobus fistulosus	L Globorotalia margaritae evoluta
3,7-5,1	плиоцен	Globorotalia margaritae	Globorotalia margaritae evoluta	F Globorotalia margaritae evoluta
			Globorotalia margaritae margaritae	F Globorotalia margaritae margaritae
5,1-11,3	миоцен	Globorotalia humerosa		F Globorotalia humerosa
		Globorotalia acostaensis		F Globorotalia acostaensis

Г. Болли добавляет к этим недостаткам шкалы то, что ее “жесткость делает затруднительным дальнейшее подразделение” (Bolli, Saunders, 1985, p. 158). Далее он пишет: “Несмотря на эти неудобства, эта кодированная шкала нашла широкое применение просто из-за того, что удобно избегать выписывания названий ископаемых как зональных маркеров, и потому что номера, увеличиваясь от древних к молодым зонам, дают стратиграфу-непалеонтологу ключ к последовательности зон”.

Вследствии У. Блоу (Blow, 1969) изменил несколько характеристик первоначально предложенных (Vanper, Blow, 1965b) зон. Некоторые исследователи также предложили изменения к этой шкале. По мнению Г. Болли, “такие изменения к характеристикам существующих зон при оставлении старых названий или буквенно-цифрового обозначения, так же как применение уже существующих зональных наименований к зонам, иначе охарактеризованным, постоянно встречаются в литературе. Поскольку применение зон со сходным названием, но различающимися определениями, может вести к ошибочным биостратиграфическим интерпретациям и корре-

ляциям, такой практики следует избегать” (Bolli, Saunders, 1985, p. 158).

Жесткость буквенно-цифровой системы особенно ощущается в плейстоцене и, в меньшей степени, в плиоцене, так как со времени разработки обсуждаемой шкалы оказалось возможным значительно более детальное расчленение отложений этих периодов по планктонным фораминиферам.

В таблице 2 приводится корреляция плиоцен-четвертичного интервала зональных шкал У. Блоу (Blow, 1969) и Г. Болли (Bolli, Premoli Silva, 1973; Bolli, Saunders, 1985). Как видим, авторы пользуются в значительной степени разными видами-маркерами для подразделения отложений. При этом У. Блоу выделяет 6 зон, а Г. Болли — 4 зоны и 9 подзон, хотя границы между основными подразделениями практически совпадают. Признание получила шкала Г. Болли, она опробована в различных регионах и климатических областях (Крашенинников, 1982; Krashennikov, 1978a, b; Pflaumann, Krashennikov, 1978; Rogl, 1974).

В 70-х годах было разработано еще несколько шкал, среди которых упомянем шкалы Дж. Лэмба и Дж. Берда (Lamb, Beard, 1972), Р. Стейнфорта

Таблица 2 Корреляция зональных шкал Г. Болли и У. Блоу по планктонным фораминиферам, по (Bolli, Saunders, 1985)

		Bolli, Premoli Silva, 1973; Bolli, Saunders, 1985		Blow, 1969
плейстоцен	Глобуроталия	Gr. fimbriata	N 23	F Globigerina calida calida/ Sphaeroidinella dehiscons excavata
		Gg bermudezi		
		Gg calida calida		
		Gr. crassaf. hessi	N 22	
		Gr. crassaf. viola		
плиоцен	n	Globorotalia tosaensis tosaensis	N 21	F Globorotalia truncatulinoides
		Gr. exilis		
	c	Globorotalia miocenica	N 20	F Globorotalia tosaensis tenuitheka
		Gs. trilob. fistulosus		F Globorotalia acostaensis pseudopima
	p	Gr. marg. evoluta	N 19	F Sphaeroidinella dehiscons dehiscons
Gr. marg. margaritae				
миоцен	n	Globorotalia humerosa	N 17	F Globorotalia tumida tumida
		Globorotalia acostaensis		F Globorotalia tumida plesiotumida
				N 16

(Stainforth et al., 1975) и У. Берггрена (Berggren, 1977). Корреляция этих шкал со схемой Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985) показана в таблице 3. Шкалы Дж. Лэмба и Дж. Берда и Р. Стейнфорта в основном идентичны, с той разницей, что Лэмб и Берд подразделяют зоны *Globorotalia acostaensis*, *Globorotalia margaritae* и *Globorotalia truncatulinoides* на подзоны. Различие этих шкал со шкалой Г. Болли заключается в том, что авторы используют ряд других маркеров, дают иной стратиграфический интервал для некоторых ключевых видов и по-другому проводят плиоцен-четвертичную границу. Хорошее соответствие существует между этими шкалами в интервале от позднемiocеновой зоны *Globorotalia acostaensis* до среднелиоценной подзоны Г. Болли *Globigerinoides trilobus fistulosus*, которая эквивалентна зоне Р. Стейнфорта *Pulleniatina obliquiloculata*. Его зона *Globorotalia acostaensis* включает зоны Г. Болли *Globorotalia acostaensis* и *Globorotalia humerosa*. Объем зоны *Globorotalia margaritae* в

этих шкалах совпадает. Г. Болли подразделяет ее на подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* и *Globorotalia margaritae evoluta*. Дж. Лэмб и Дж. Берд разделяют ее на подзоны *Globorotalia multicamerata* (от появления *G. margaritae* до появления *P. primalis*) и *Pulleniatina primalis* (от появления *P. primalis* до вымирания *G. margaritae*). Надо отметить, что разные исследователи по-разному определяют время появления *P. primalis*, кроме того, присутствие этого вида в разрезах может зависеть от экологических условий (Bolli, Saunders, 1985).

Границу зон Р. Стейнфорта *Pulleniatina obliquiloculata* и *Globorotalia truncatulinoides* определяет уровень вымирания *Globoquadrina altispira*. В Карибском бассейне этот вид исчезает практически на том же уровне, что *Globigerinoides trilobus fistulosus* (Bolli, Saunders, 1985), который взят в качестве маркера в шкале Болли. Зональное расчленение более молодых осадков в рассматриваемых шкалах резко отличает-

Таблица 3 Корреляция плиоцен-четвертичного интервала низкоширотных зональных шкал по планктонным форамниферам, по (Bolli, Saunders, 1985)

Разрабт	Bolli, Saunders, 1985		Blow, 1969	Berggren, 1977	Lamb, Beard, 1972		Stainforth et al., 1975	
голоцен		<i>G. fimbriata</i>	N 23	Globorotalia truncatulinoides	<i>G. tumida</i>		G truncatulinoides	
плейстоцен	G. truncatuli	<i>G. bermudezi</i>				G truncatulinoides		P finalis
		<i>G. calida calida</i>						
	truncatuli	<i>G. crassaformis hessi</i>	N 22		G truncatulinoides		G dutertrei	
		<i>G. crassaformis viola</i>						
плиоцен	G. tosaensis tosaensis		N 21		PI 6	G tosaensis	G margaritae	
		<i>G. exilis</i>						PI 5
	G. microplicata	<i>G. trilobus fisholusis</i>	N 20		PI 4	P obliquiculata		
					PI 3			
	G. margaritae	<i>G. marg. evoluta</i>	N 19		PI 2	G. margaritae		P primalis
		<i>G. marg. margaritae</i>		N 18	PI 1			G multicamerata
миоцен	<i>G. humerosa</i>		N 17		G acostaensis	S sphaeroides	G acostaensis	
	<i>G. acostaensis</i>		N 16			S seminulina		

ся. В первую очередь это касается положения плиоцен-четвертичной границы. В шкалах Р. Стейнфорта и Дж. Лэмба и Дж. Берда она проводится на уровне 2,8 млн. л.н. и маркируется вымиранием *Globoquadrina altispira*. Г. Болли, как большинство других авторов, проводит эту границу в подошве эпизода Олдувей 1,9 млн. л.н. (Ness et al., 1980). Между вымиранием *G. altispira* и появлением *Globorotalia truncatulinoides* он выделяет два зональных подразделения: подзону *Globorotalia exilis* и зону *Globorotalia tosaensis tosaensis*, соответствующих зоне N 21 (Blow, 1969).

Проведение плиоцен-четвертичной границы по появлению *Globorotalia truncatulinoides* и выделение одноименной зоны принимается большинством исследователей, но ее дальнейшее подразделение проводится по-разному. Наиболее дробное расчленение дано Г. Болли (Bolli, Premoli Silva, 1973; Bolli, Saunders, 1985). Указывая на то, что океанический планктон подвергся вли-

янию периодических климатических колебаний, он предполагает, что зональное расчленение четвертичных отложений может быть ограничено определенными широтными областями (Bolli, Saunders, 1985). Однако, как указывалось выше, его шкала была применена Ф. Реглем и В.А. Крашенинниковым в разных районах Мирового океана. В данной работе мы также постараемся показать, что ее применение может быть существенно расширено.

Для разных районов Атлантики было предложено несколько местных стратиграфических шкал (Berggren, 1972, 1977; Cita, 1975; Iaccarino, 1985; Weaver, Clement, 1986; Spiegler, Jansen, 1989).

По материалам 12 рейса Проекта глубоководного бурения на плато Рокколл (умеренная Атлантика) У. Берггрен (Berggren, 1972) разработал позднеолигоцен-плейстоценовую зональную шкалу, плиоцен-четвертичный интервал которой разделен на три зоны (табл. 4). Поздний миоцен

Таблица 4. Корреляция региональных зональных шкал Атлантического океана и Средиземноморья по планктонным фораминиферам (плиоцен–плейстоцен)

Возраст	Berggren 1972	Cita 1975	Iaccarino 1985	Berggren 1977	Weaver, Clement 1986	Медитерр. океан	Атл. океан		
плейстоцен	<i>G. inflata</i>	<i>G. truncatulinoides</i>	<i>G. truncatulinoides excelsa</i>	<i>G. truncatulinoides</i>	<i>N. pachyderma (s)</i>	IV	IV		
			<i>Globigerina carriacoensis</i>						
плиоцен	<i>G. inflata</i>	<i>N. atlantica (s)</i>	<i>Globorotalia inflata</i>	PI 6	<i>G. inflata</i>	III	III		
			<i>G. obliquus extremus</i>	<i>Globorotalia aemiliana</i>	PI 5			<i>G. bulgoides</i>	
			<i>S. subdehiscens</i>	<i>Globorotalia puncticulata</i>	PI 4	<i>N. atlantica</i>			
			<i>G. margaritae evoluta</i>	<i>G. puncticulata - G. margaritae</i>	PI 3		<i>G. puncticulata</i>		
			<i>G. margaritae margaritae</i>	<i>G. margaritae</i>	PI 2				
			<i>G. crassaformis</i>	<i>G. margaritae margaritae</i>	<i>G. margaritae</i>	PI 1	<i>G. margaritae - G. dehiscens</i>	II	II
			<i>G. puncticulata</i>						
миоцен	<i>G. conoidea</i>	<i>Sphaeroidinellopsis Acme</i>	<i>Sph. seminulina s.l.</i>	<i>G. conomiozea - G. mediterranea</i>	I	I			
			<i>Globorotalia plesiotumida</i>				<i>Globorotalia conomiozea</i>		

соответствует в этой шкале зоне *Globorotalia conoidea* – виду-эндемик у умеренных широт. Надо отметить, что, судя по новым данным, в том числе изложенным в последующих главах, этот вид продолжал существовать и в низах плиоцена. Видами-индексами плиоцен-четвертичного интервала являются *Globorotalia puncticulata*, *G. crassaformis* и *G. inflata*, при этом *Globorotalia puncticulata* появляется заведомо выше подошвы плиоцена и не может маркировать соответствующую границу. Кроме того, в целом ряде океанических скважин *Globorotalia crassaformis* появляется раньше, чем *G. puncticulata*. Граница плиоцена и плейстоцена в этой схеме проводится по исчезновению *Neogloboquadrina atlantica* sin, что подтверждено дальнейшими исследованиями. Эта схема основана на видах широкого стратиграфического диапозона, частично на видах-эндемиках, и не привязана к палеомагнитной шкале, поэтому ее корреляция с другими шкалами представляет затруднения.

Для Средиземноморья было разработано несколько отдельных шкал, мы упомянем две из них (Cita, 1975; Iaccarino, 1985) Средиземное море является в значительной степени обособленным

бассейном, со специфическими условиями и зависимостью от связи с открытым океаном. Поэтому разработка местных шкал для этого региона представляется оправданной. В шкале М. Читы в раннем плиоцене выделены зоны *Sphaeroidinellopsis Acme* (по сути, экозона, которая в открытом океане не фиксируется и которая совпадает с нижней частью биозоны *Globorotalia margaritae*), *Globorotalia margaritae margaritae* и *Globorotalia margaritae evoluta*. В позднем плиоцене установлены зоны *Sphaeroidinellopsis subdehiscens*, *Globigerinoides obliquus extremus* и *Globorotalia inflata*. Плейстоцен соответствует зоне *Globorotalia truncatulinoides*. Другая шкала (Iaccarino, 1985) отличается от первой по характеристикам конкретных зон и в значительной мере по выбранным видам-маркерам. Она включает в раннем плиоцене зоны *Sphaeroidinellopsis seminulina s.l.*, *Globorotalia margaritae* (от появления вида-индекса) и *Globorotalia puncticulata-Globorotalia margaritae* (до исчезновения последнего), в позднем плиоцене – зоны *Globorotalia puncticulata*, *Globorotalia aemiliana*, *Globorotalia inflata*, и в плейстоцене – зоны *Globigerina carriacoensis* и *Globorotalia truncatulinoides excelsa*

(см. табл. 4). В силу особенностей развития фауны в Средиземноморье и различных комплексов, характеризующих зональные подразделения, коррелировать эти шкалы со схемами, разработанными в открытом океане, довольно трудно.

В субтропической области Атлантического океана У. Берггреном была предложена еще одна шкала (Berggren, 1977), исходя из того, что, по его мнению, ухудшение климата и соответствующие изменения палеоциркуляции вод в позднем неогене повлекли за собой существенную провинциализацию фауны. Миоцен-плиоценовую границу он проводит на уровне 5,0 млн. л.н. в низах палеомагнитной эпохи Гильберт по уровню вымирания *Globoquadrina dehiscens*. Таким образом, в верхах миоцена (5,5–5,0 млн. л.н.) он выделяет зону *Globorotalia margaritae*–*Globoquadrina dehiscens*. По нашему мнению, *G. dehiscens* может отсутствовать в осадках даже в интервале своего распространения, кроме того, в ряде скважин она встречается в отложениях значительно моложе 5,0 млн. л. Плиоценовым зонам по планктонным фораминиферам У. Берггрен дает также буквенно-цифровое обозначение. Нижняя плиоценовая зона PL 1 *Globigerina nepenthes*–*Globorotalia margaritae* определяется как интервал от вымирания *Globoquadrina dehiscens* до последнего присутствия *Globigerina nepenthes*. Эта зона разделяется на три подзоны, кровли которых (снизу вверх) проводятся: по появлению *Globorotalia puncticulata* s.l., появлению *Globorotalia crassaformis* s.l. и вымиранию *Globigerina nepenthes*, соответственно. Кровля следующей зоны PL 2 (*Sphaeroidinellopsis subdehiscens*–*Globorotalia margaritae*) фиксируется по вымиранию *G. margaritae*. Зона PL 3 (*Globoquadrina altispira*–*Sphaeroidinellopsis subdehiscens*) характеризуется сосуществованием видов-индексов и верхней границей, проведенной по последнему присутствию рода *Sphaeroidinellopsis*. Кровля зоны PL 4 (*Globorotalia multicamerata*–*Globoquadrina altispira*) проводится по вымиранию видов-индексов. Верхняя граница зоны PL 5 (*Globorotalia miocenica*–*Globorotalia exilis*) фиксируется по исчезновению *G. miocenica*. И наконец, последняя плиоценовая зона PL 6 определяется как интервал от вымирания *Globorotalia miocenica* до эволюционного появления *Globorotalia truncatulinoides*. Плейстоцен в данной

шкале соответствует зоне *Globorotalia truncatulinoides*.

Сравним схемы Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985) и У. Берггрена (см. табл. 3). Первый выделяет три основных зоны и четыре подзоны в плиоцене, а также одну зону и пять подзон в плейстоцене. Основными эволюционными событиями, на которых базируется расчленение плиоценова, являются последние присутствия *Globorotalia margaritae* и *G. miocenica*. В плейстоцене главными маркерами зональных границ считаются события появления *G. truncatulinoides*, *G. crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida* и *Globorotalia fimbriata* (Bolli, Premoli Silva, 1973; Bolli, Saunders, 1985). В зональной шкале У. Берггрена (Berggren, 1977) выделено шесть плиоценовых зон, границы которых определяются кроме перечисленных двух событий еще последним присутствием *Globigerina nepenthes*, *Sphaeroidinellopsis seminulina* и *Globoquadrina altispira*. Плейстоцен в этой схеме соответствует нерасчлененной зоне *Globorotalia truncatulinoides*.

При сравнении этих шкал, несмотря на использование в основном разных индекс-видов и несколько различную детальность, видно их сходство по существу. Так, в пределах стратиграфического распространения *Globorotalia margaritae* у Г. Болли выделены подзоны по двум подвидам, а у У. Берггрена – две зоны PL 1 и PL 2 с границей по уровню вымирания *Globigerina nepenthes* (а также нижележащая зона *Globorotalia margaritae*–*Globoquadrina dehiscens*, относимая им к миоцену). Следующая зона Г. Болли *Globorotalia miocenica*, разделенная на две подзоны, по объему соответствует зонам PL 3, PL 4 и PL 5 У. Берггрена. Границами в последней схеме служат уровни исчезновения *Sphaeroidinellopsis seminulina* и *Globoquadrina altispira*. Наконец, зоне *Globorotalia tosaensis* по шкале Г. Болли по составу комплекса соответствует зона PL 6 у У. Берггрена.

Другая зональная шкала была разработана для субтропического и умеренного поясов Северной Атлантики (Weaver, Clement, 1986) по материалам 94 рейса Проекта глубоководного бурения. Она подразделяет плиоцен и плейстоцен на шесть зон. Низы зоны *Globorotalia margaritae* авторы, как и У. Берггрен, помещают в поздний миоцен, а миоцен-плиоценовую границу опреде-

ляют по уровню вымирания *Globobulimina dehiscens*. Верхняя граница зоны проводится по появлению *Globobulimina puncticulata*. Кровля вышележащей одноименной зоны определяется последним присутствием *Globobulimina cf. crassula* (sensu Weaver, 1987). Следующая зона *Neogloboquadrina atlantica* выделяется до исчезновения индекс-вида. Верхнюю границу зоны *Globigerina bulloides* фиксирует появление *Globobulimina inflata*. Одноименная зона определяется как интервал от появления индекс-вида до появления левозавитого сильно кальцинированного (encrusted) морфотипа *Neogloboquadrina pachyderma*. Наконец, четвертичные отложения соответствуют зоне *Neogloboquadrina pachyderma* sin. Надо заметить, что эта шкала разрабатывалась, по видимому, не по комплексам фауны, а по отдельным видам, из-за чего ее подразделения носят во многом искусственный характер и не коррелируются ни с одной из рассматриваемых зональных схем. Представляется, что недопустимо брать в качестве маркера зональной границы формы с открытой номенклатурой, а также морфотипы видов. В то же время такое событие, как исчез-

новение *Globobulimina margaritae*, которое прослеживается от экваториальной области практически до субполярной, отражения в этой схеме не нашло.

Для субполярных районов Норвежского моря в 104 рейсе Проекта океанического бурения была разработана шкала, основанная на той бедной фауне, которая встречается там в осадках (Spiegler, Jansen, 1989). Эта шкала не является собственно зональной, так как нет полной смыкаемости всех подразделений из-за интервала, полностью лишённого фауны, однако она хорошо показывает эволюционные изменения планктонных фораминифер, которые можно проследить в субполярной области. В позднем миоцене выделен горизонт *Neogloboquadrina atlantica dex* (рис. 3). Почти весь плиоцен отнесен к горизонту *Neogloboquadrina atlantica* sin, а в верхах позднего плиоцена выделены горизонты *N. atlantica dex* и *N. pachyderma dex* с верхней границей на уровне 1,70 млн. л. н. Плейстоцен в этой схеме соответствует горизонту *Neogloboquadrina pachyderma* sin. Нам эта схема интересна тем, что, как будет видно из следующей главы, позднел-

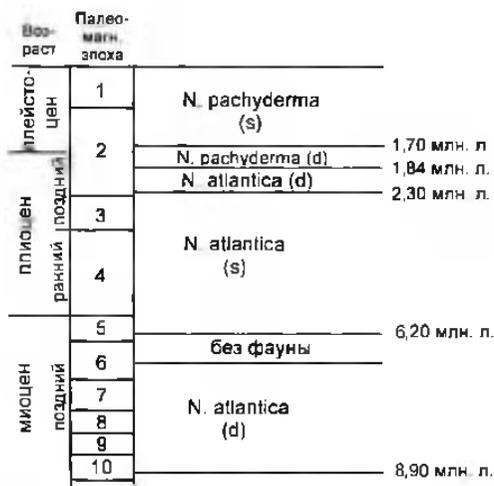


Рис. 3. Стратиграфическое расчленение подмиоцен-четвертичных осадков скв 644А в Норвежском море по планктонным фораминиферам. По (Spiegler, Jansen, 1989)

Fig. 3. Planktonic foraminifer biostratigraphy of the Miocene-Quaternary Norwegian Sea sediments in ODP Site 644A after (Spiegler, Jansen, 1989)

плиоцен-раннечетвертичные интервалы *N. atlantica dex* и *N. pachyderma dex* прослеживаются также на обширной территории умеренной Атлантики, поэтому эта схема имеет, по-видимому, региональный характер.

Такое многообразие зональных шкал, выделенных в одном, хотя и обширном, регионе – северной половине Атлантического океана – было обусловлено на первых этапах недостаточной изученностью фауны в разных климатических областях Атлантики, но главным образом различным пониманием зоны как стратиграфической единицы отдельными исследователями. Можно выделить три основных категории зон.

В первом случае зона выделяется на материале одного отдельного разреза. Примером могут служить ранние работы М.Б. Читы, в том числе по северу Италии (Cita, 1957), когда при описании нескольких близко расположенных разрезов она расчленила их на зоны, причем в каждом разрезе был выделен свой набор зон, и практически ни одна зона не прослеживалась во всех четырех разрезах. Такой же подход был применен при изучении планктонных фораминифер юго-западной Пацифики (Jenkins, Srinivasan, 1985), где авторы при расчленении нескольких скважин, составляющих меридиональный профиль от низких до высоких широт, предложили пять разных зональных схем, однозначная корреляция которых между собой затруднительна. Такие зоны предпочтительнее называть слоями, или горизонтами с фауной (Крашенинников, 1969).

Второй категорией являются местные или региональные зоны, выделяемые главным образом для бассейнов, отграниченных от океана, или для отдельных климатических областей. Они прослеживаются в разрезах какой-то ограниченной территории, но не коррелируются в масштабах целого океана, тем более нескольких океанов. На основе этих зон построены перечисленные в настоящей главе шкалы для Средиземноморья (Cita, 1975; Iaccarino, 1985), умеренной (Berggren, 1972; Weaver, Clement, 1986) и субарктической (Spiegler, Jansen, 1989) области Северной Атлантики, субтропической области Южной Атлантики (Berggren, 1977). Отдельные подразделения этих шкал могут коррелироваться с субглобальными океаническими шкалами с учетом того, что

зональные границы не обязательно совпадают. Однако в местных шкалах не всегда разграничивается влияние эволюционного фактора от климатических и местных биомимических факторов, так как это сложно осуществить на ограниченной территории. Местные шкалы и зоны (лоны) трудно использовать для корреляции разрезов в разных климатических поясах и разных океанах, и для этого используются так называемые субглобальные зоны.

Под субглобальной зоной, или собственно зоной в настоящей работе понимается совокупность отложений, образовавшихся за время существования определенного комплекса планктонных фораминифер, представляющего этап эволюционного развития этой группы микрофауны. Таким образом – это хроностратиграфическая зона, имеющая субглобальную протяженность. Такие зоны выделены в шкалах Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985) и У. Блоу (Blow, 1969). Так, например, в плиоцен-четвертичном интервале Г. Болли выделяет зоны *Globorotalia margaritae*, *Globorotalia moenica*, *Globorotalia tosaensis* и *Globorotalia truncatulinoides*, которые прослеживаются в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах. В качестве более дробных подразделений в этой шкале используются подзоны, которые основываются на эволюционном развитии планктонных фораминифер, но имеют более ограниченное географическое распространение (выделяются не во всех климатических поясах).

Другая субглобальная зональная шкала (Blow, 1969) по сравнению со шкалой Г. Болли имеет главным образом формальные отличия, заключающиеся в выборе индексов-видов для конкретных зон. Однако, хотя шкалы Г. Болли и У. Блоу были разработаны еще в 60-х годах, практически они до сих пор применяются только для расчленения отложений тепловодных климатических поясов. В предлагаемой работе при изучении планктонных фораминифер из плиоцен-четвертичных отложений мы использовали низкоширотную зональную шкалу Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985) и постарались проследить границы ее применения на территории от экваториальных до субполярных широт.

Использование наннопланктона для стратиграфических целей началось гораздо позднее, чем становление зональных шкал по планктонным

фораминиферам, поэтому вначале характеризовались подразделения, установленные в пределах фораминиферовых зон в неогеновых разрезах Европы и Америки.

Обобщение данных многих авторов (Bramlette, Riedel, 1954; Bramlette, 1957; Stradner, Papp, 1961; Martini, Bramlette, 1963; Gartner, 1967 и др.) привело к появлению схемы М. Брамлетта и Дж. Уилкоксона (Bramlette, Wilcoxon, 1967), а позднее шкалы Э. Мартини и Т. Уорсли (Martini, Worsley, 1970) и "стандартной" шкалы Э. Мартини (Martini, 1971), получившей буквенно-цифровое обозначение зон (NP для палеогеновых и NN для неогеновых подразделений). Основой для создания зональности по наннопланктону послужили в основном гемипелагические разрезы, что определило использование некоторых региональных элементов наннофлоры. Стандартная шкала Э. Мартини являлась по существу таблицей датировочных уровней, где границы равнозначных по рангу 18 зон определялись по первому (или последнему) появлению индексо-видов. Стабильность последовательности зональных подразделений этой шкалы была подтверждена многими исследователями, широко применявшими схему Э. Мартини в различных районах земного шара.

С началом глубоководного бурения появился обширнейший материал по распределению наннофлоры в Атлантическом, Индийском и Тихом океанах (Gartner, 1974; Bukry, 1978a, b), обобщение которого привело к созданию зональной схемы Д. Бакри, вначале предложенной только для низких широт (Bukry, 1975, 1978b), а затем модифицированной (Okada, Bukry, 1980) и получившей буквенно-цифровое обозначение: CP для палеогеновых, а CN для неогеновых подразделений. Шкала Д. Бакри основана на изучении огромного объема кернового материала, позволившего проследить эволюцию наннофлоры в монофашиальных океанических разрезах тепловодной области. Она включает в себя наиболее надежные зональные подразделения схемы Э. Мартини и достижения всех предшествующих исследователей, не уступает, а порой и превосходит по степени дробности зонального расчленения шкалы по планктонным фораминиферам.

В предложенной Д. Бакри (Bukry, 1975, 1978b), а затем Х. Окада и Д. Бакри (Okada, Bukry, 1980) зональности некоторые зоны стандартной шка-

лы Э. Мартини переведены в ранг подзон, так как имеют ограниченное географическое распространение, в то время как зоны шкалы Д. Бакри являются субглобальными подразделениями, равнозначными по своему обоснованию зонам по планктонным фораминиферам шкал Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985) и У. Блоу (Blow, 1969). Различие позиций авторов в понимании зон особенно наглядно для плиоцена, где зональное расчленение базируется в основном на быстром последовательном исчезновении видов рода *Discoaster* и некоторых видов цератолитов. В шкале Э. Мартини (Martini, 1971) плиоцену соответствует 7 равнозначных зон (от *Amaurolithus tricorniculatus* NN 12 до *Discoaster brouweri* NN 18). Ранний плиоцен включает 5 зон (от NN 12 до NN 15) и поздний плиоцен – 3 зоны (от NN 16 до NN 18). Поскольку дискоастеры и цератолиты являются представителями тепловодной флоры, биостратиграфическое расчленение осадков низких широт не представляет особых трудностей, однако в умеренных и высоких широтах из-за редкой встречаемости видов-индексов некоторые зоны выделить невозможно, и зачастую выделяются интервалы нерасчлененных зон. Поэтому для плиоцена Д. Бакри предложил выделять всего три зоны: зона CN 10 *Amaurolithus tricorniculatus* включает четыре подзоны (соответствуя трем зонам шкалы Мартини – NN 12 *A. tricorniculatus*, NN 13 *C. rugosus*, NN 14 *D. asymmetricus*), зона CN 11 *Reticulofenestra pseudumbilica* включает две подзоны (соответствуя зоне NN 15 *R. pseudumbilica*) и зона CN 12 *Discoaster brouweri* включает четыре подзоны (соответствуя трем зонам NN 16 *D. surculus*, NN 17 *D. pentaradiatus*, NN 18 *D. brouweri*). Сопоставление шкал Э. Мартини и Д. Бакри показано в таблице 5.

Другим существенным отличием шкалы Д. Бакри от зональной схемы Э. Мартини явилось прекрасное палеонтологическое обоснование всех зональных подразделений, что позволяет в ряде случаев осуществлять расчленение осадков и при отсутствии зональных видов-индексов. Ведь исследователь в каждом конкретном разрезе встречает не типичный комплекс зоны, а тот палеоценоз, который является отражением реальных биономических событий, определяемых местными экологическими факторами и климатической зональностью. Поэтому, как отмечал

Таблица 5. Корреляция плиоценового интервала зональных шкал (Martini, 1971) и (Okada, Bukry, 1980)

Возраст	Martini, 1971		Okada, Bukry 1980			
	зоны		зоны	подзоны		
ПЛИОЦЕН	NN 18	D brouweri	CN 12 D. brouweri	CN 12d	C. macintyreii	
	NN 19	D pentaradiatus		CN 12c	D pentaradiatus	
	NN 16	D surculus		CN 12b	D surculus	
		NN 15	R pseudoumbilica	CN 11a	D lamalis	
			NN 14	D asymmetricus	CN 11b	D asymmetricus
	NN 13	C. rugosus		CN 11a	S. neobabies	
МИОЦЕН	NN 12	A tricorniculatus	CN 10 A tricorniculatus	CN 10d	A. delicatus	
		NN 11		D. quinqueramus	CN 10c	C. rugosus
				NN 10	D calcaris	CN 10b
	NN 11	D. quinqueramus	CN 9 D. quinqueramus		CN 10a	T. rugosus
		NN 10		D neohamatus	CN 9b	A. primus
				NN 9	D. quinqueramus	CN 9a
NN 8					D. quinqueramus	CN 8b
	NN 7	D. quinqueramus	CN 8 D. neohamatus	CN 8a	D. bellus	

В. А. Крашенинников (1980, стр. 188), "в пределах зоны ассоциация планктонных фораминифер изменяется, и каждая зона характеризуется несколькими палеоценозами планктонных фораминифер. ... Различия палеоценозов в пределах одной зоны выражаются в различном процентном отношении одних и тех же видов, резким преобладанием каких-либо видов, в присутствии видов-эндемиков, приуроченных к определенным климатическим поясам, наличию видов с сокращенными интервалами распространения по сравнению с их подлинными биоценозами." Все вышесказанное, с полным правом можно отнести и к палеоценозам наннопланктона.

Для осадков четвертичного времени как наиболее молодых и доступных для изучения зональное расчленение предлагалось многими авторами (Hay et al., 1967; Geitzenauer, 1969; Bukry, 1970, 1973, 1975, 1978b; Martini, Worsley, 1970; Martini, 1971; Серес, Wind, 1979; Gartner 1969, 1977). Наиболее широкую известность получили зональные схемы Э. Мартини, Д. Бакри и С. Гартнера. Сопоставление четвертичного интервала этих шкал показано в таблице 6.

В шкале Э. Мартини квартал подразделялся на три зоны: NN 19 *Pseudoemiliania lacunosa*, NN 20 *Gephyrocapsa oceanica* и NN 21 *Emiliania huxley*, границы которых определялись исчезновением вида *Pseudoemiliania lacunosa* и появлением вида *Emiliania huxley*.

В шкале Х. Окада и Д. Бакри четвертичный период охватывают три зоны: CN 13 *Crenolithus doronicoides* с двумя подзонами, CN 14 *Gephyrocapsa oceanica* с двумя подзонами и CN 15 *Emiliania huxleyi*. Помимо видов-индексов, применяемых в шкале Э. Мартини, авторы использовали появление видов *Gephyrocapsa caribbeanica* и *G. oceanica*. Детальные биостратиграфические исследования позволили С. Гартнеру (Garther, 1977) предложить семь зональных подразделений для квартала, которые калиброваны палеомагнитными данными. В качестве дополнительных маркеров зональных подразделений квартала им были предложены вымирание *Calcidiscus macintyreii*, вымирание *Helicosphaera sellii*, окончание эпобои мелких *Gephyrocapsa*, начало массового присутствия *Emiliania huxleyi*. Схема С. Гартнера получила широкое признание, была опробована многими исследователями в различных районах Мирового океана в разных климатических областях.

Одно из интереснейших зональных подразделений, предложенных в шкале С. Гартнера, — зона мелких *Gephyrocapsa*. Несмотря на полуколичественные критерии определения верхней границы этой зоны (по преобладанию мелкозернистых форм индекс-вида), она четко фиксируется во многих разрезах Атлантического и Тихого океана и, по мнению С. Гартнера, совпадает с подошвой палеомагнитного эпизода Харамильо.

Таблица 6. Корреляция четвертичного интервала зональных стратиграфических шкал по наннопланктону

полярность	Gartner, 1977	Okada & Bukry, 1980	Martini, 1971
ПЛИОЦЕН	<i>E. huxleyi</i> Acme	CN 15 <i>E. huxleyi</i>	NN 21 <i>E. huxleyi</i>
	<i>E. huxleyi</i>		
	<i>G. oceanica</i>	CN 14 <i>G. oceanica</i>	NN 20 <i>G. oceanica</i>
<i>P. lacunosa</i>	NN 19 <i>P. lacunosa</i>		
small <i>Gephyrocapsa</i>			
<i>H. sellii</i>			
МАТУЯМА	<i>C. macintyreii</i>	CN 13 <i>C. dornicoides</i>	
	<i>D. brouweri</i>	CN 12 <i>D. brouweri</i>	NN 18 <i>D. brouweri</i>
			NN 17 <i>D. pentaradiatus</i>
			NN 16 <i>D. surculus</i>

Кратковременное резкое снижение видового разнообразия плейстоценовой наннофлоры наряду с расцветом чрезвычайно мелких *Gephyrocapsa* (причем в ряде случаев наблюдается практически моновидовой комплекс), очевидно, отражает всеобщее экологическое событие и связывается с наиболее сильным плейстоценовым похолоданием (Briskin, Berggren, 1975) и усилением растворения карбонатного материала в океанических осадках.

В задачу нашего исследования не входит рассмотрение стратиграфической номенклатуры плиоцен-четвертичного интервала, т.е. положения подошвы плиоцена, подразделения плиоцена на подотделы и ярусы, а также деления четвертичной системы на отделы. Для этого необходим анализ методического подхода и эволюционного преобразования планктонных фораминифер на акватории Мирового океана, а также корреляция со стратотипами ярусов, находящихся на севере Средиземноморья. Однако в нашем

распоряжении имелся только фактический материал по глубоководным скважинам северной половины Атлантического океана. Поэтому мы ограничимся характеристикой стратиграфической шкалы плиоцена и плейстоцена, используемой в монографии.

Объективно подзона *Globorotalia margaritae* в шкале Г. Болли или синхроничная ей зона *Globorotalia tumida* (N 18) в шкале У. Блоу представляет собой переходные слои между верхнемиоценовой зоной *Globorotalia plesiotumida* (N 17) и нижнеплиоценовой подзоной *Globorotalia margaritae evoluta* (N 19). В подзоне *Globorotalia margaritae margaritae* на фоне преобладающих миоценовых видов появляются *Globorotalia tumida*, *G. multicaemata*, *Candeina nitida*, *Pulleniatina primalis*, *Globigerinoides conglobatus*, *G. ruber*, которые выше по разрезу становятся неотъемлемым компонентом плиоценовой микрофауны. Подзона *Globorotalia margaritae evoluta* характеризуется почти полно-

стью сформированным комплексом планктонных фораминифер плиоцена. Особенно важно появление нового рода *Sphaeroidinella*, в связи с чем ряд палеонтологов считают подошву этой подзоны датировочным уровнем *Sphaeroidinella*. Руководствуясь появлением плиоценовых элементов в подзоне *Globorotalia margaritae margaritae*, одна группа исследователей проводит нижнюю границу плиоцена в подошве этой подзоны (Bolli, Bernudez, 1965; Bolli, Premoli Silva, 1973; Bolli, Saunders, 1985; Berggren et al., 1985, 1995). Другая группа микропалеонтологов, принимая во внимание типично плиоценовый комплекс планктонных фораминифер в подзоне *Globorotalia margaritae evoluta*, нижним рубежом плиоцена считает подошву этой подзоны (Крашенинников, 1977, 1978; Kennett, Srinivasan, 1983; Jenkins, 1985). Третья точка зрения выражена У. Блоу (Blow, 1969), который границу миоцена и плиоцена проводит (условно) в середине подзоны *Globorotalia margaritae margaritae*.

Формальный принцип приоритета стратотипических разрезов Средиземноморья также не дает однозначного решения. Граница миоцена и плиоцена в стратотипах Италии отражает прежде всего смену условий эвалоритового мессинского бассейна обстановкой нормальносоленого морского бассейна занклийского (табианского) времени. Крайне бедная микрофауна мессиния и своеобразный комплекс планктонных фораминифер в перекрывающих осадках плиоцена не позволяют однозначно коррелировать отложения Италии с осадками Атлантического океана.

По данным М. Читы (Cita, 1973), в скв. 132 в Тирренском море выше эвалоритов мессинского яруса (верхний миоцен) следуют осадки с планктонными фораминиферами акме-зоны *Sphaeroidinellopsis* (плиоцен). Среди фораминифер найден один экземпляр *Sphaeroidinello dehiscens immatura*, что позволяет М. Чите коррелировать этот уровень с датировочным уровнем *Sphaeroidinella*, т.е. с подошвой зоны (по терминологии М. Читы) *Globorotalia margaritae evoluta*. Мы позволим себе усомниться в подобном заключении – в скв. 132 выше отложенный акме-зоны *Sphaeroidinellopsis* располагает осадки зон *Globorotalia margaritae margaritae* и *Globorotalia margaritae evoluta*. Вероятно, стратиграфический

объем этих зональных подразделений несколько меньший, чем одноименных зон в Атлантическом океане, но достаточно очевидно, что нижняя граница плиоцена Италии находится ниже подошвы подзоны *Globorotalia margaritae evoluta* Атлантического океана, а именно, она либо совпадает с нижней границей подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* Атлантики, либо находится внутри этого подразделения. Последняя точка зрения отражена (со знаками вопроса) С. Иаккаррино (Iaccarino, 1985) в ее работе по неогену Средиземноморья: местные подразделения – акме-зона *Sphaeroidinellopsis* и зона *Globorotalia margaritae margaritae* s. str., коррелируются с подзоной *Globorotalia margaritae margaritae* (N 18) Атлантики, а зоны *Globorotalia margaritae evoluta* s. str. и *Sphaeroidinellopsis subdehiscens* соответствуют подзоне *Globorotalia margaritae evoluta* (N 19) Атлантики. Скорее всего, экземпляр *Sphaeroidinella dehiscens immatura*, найденный в скв. 132 (Cita, 1973), представляет собой aberrantную форму какого-то вида из рода *Sphaeroidinellopsis*.

Не предопределяя окончательное решение вопроса, в настоящей работе за рубеж миоцена и плиоцена мы принимаем нижнюю границу подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* (N 18).

В качестве границы плиоцена и квартера мы рассматриваем подошву зоны *Globorotalia truncatulinoides*, совпадающую с уровнем эволюционного появления этого вида. Подчеркнем, что в нашем исследовании мы используем именно границу зоны *Globorotalia truncatulinoides*, где происходит смена комплексов планктонных фораминифер. Появление же самого индекс-вида контролируется экологическими факторами и он может впервые встречаться и на более поздних уровнях квартера, в чем мы убедились на примере некоторых разрезов Атлантики.

До недавнего времени с точки зрения эволюционного развития планктонных фораминифер плиоцен подразделялся на два подотдела – нижний в объеме зоны *Globorotalia margaritae* и верхний в объеме зон *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*. Нижнему плиоцену соответствовал занклийский ярус, а верхнему – пяченцкий ярус (Iaccarino, 1985). Следует отметить, что изменение планктонных фораминифер на рубеже нижнего и верхнего плиоцена постепен-

ное, некоторые стратиграфически важные таксоны исчезают внутри зоны *Globorotalia miocenica*.

В ряде последних работ по стратиграфии Средиземноморья (Rio et al., 1994) предлагается трехчленное деление плиоцена с выделением третьего (верхнего) яруса гелазия. Его нижняя граница проводится на уровне 2,4 млн. л.н., в таком случае его, возможно, следует коррелировать

с верхней плиоценовой зоной *Globorotalia tosaensis*.

Четвертичная система в настоящей работе подразделяется на плейстоцен (подзоны *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*, *Globigerina bermudezi*) и голоцен (подзона *Globorotalia fimbriata*).

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОШИРОТНОЙ ЗОНАЛЬНОЙ ШКАЛЫ ПО ПЛАНКТОННЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОЯСАХ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

В настоящей главе приводится фактический материал по стратиграфии и зональному расчленению плиоценовых и четвертичных отложений из разрезов 36 скважин Проекта глубоководного бурения, расположенных на всем протяжении Северной Атлантики от экватора до субарктических районов, и 11 колонок глубоководных осадков, полученных в 3 и 4 рейсах НИС "Академик Николай Страхов" (рис. 4). Изучены скважины, пробуренные в следующих рейсах Проекта глубоководного бурения: 4 (скв. 25), 38 (скв. 336–350), 41 (скв. 366–370), 45 (скв. 395, 396), 47 (скв. 397), 48 (скв. 403–406), 49 (скв. 407–409, 410, 412) и 94 (608–611).

3.1. ЭКВАТОРИАЛЬНАЯ И ТРОПИЧЕСКАЯ ОБЛАСТИ

Этот раздел содержит материалы изучения планктонных фораминифер и зонального расчленения осадков тепловодной области Атлантики, полученные авторами, а также их сравнение с литературными данными. Нами изучены комплексы планктонных фораминифер из осадков, вскрытых скважинами Проекта глубоководного бурения в Западной (скв. 25), Центральной (скв. 395, 396) и Восточной (скв. 366–368) Атлантике, а также из колонок донных осадков в котловине Островов Зеленого Мыса. Эти скважины образуют меридиональный профиль в пределах тепловодной области Атлантического океана от эк-

ватора до 25° с.ш. В экваториальной зоне (0–5° с.ш.) находится скв. 25 (0°31' ю.ш.), в тропической зоне (5–25° с.ш.) – скв. 366А (05°40' с.ш.), 367 (12°29' с.ш.), 368 (17°30' с.ш.), 395 (22°45' с.ш.) и 396 (22°58' с.ш.).

В этом разделе ставится задача рассмотреть особенности зонального расчленения плиоцена и квартера тепловодной области Атлантического океана; возможные изменения комплексов планктонных фораминифер в зависимости от палеоклиматических поясов и биономической обстановки; перспективы прослеживания зональных (и подзональных) стратиграфических подразделений в более северных районах Атлантического океана.

3.1.1. Экваториальная область

В экваториальной области пробурено небольшое число скважин (рис. 5). Нами изучены осадки скв. 25, расположенной на западе, у северо-восточного побережья Южной Америки (вершина Северо-Бразильского хребта, 0°31' ю.ш., глубина моря 1916 м). По литературным данным проводится ее сравнение с группой других скважин (662, 663, 664, 665, 666), приуроченных к восточной части экваториальной зоны, где глубины моря значительно больше (от 3800 м до 4700 м).

Разрез позднекайнозойских отложений в скв. 25 неполный (Vader et al., 1970). В забое скважины вскрыты нано-фораминиферовые илы вер-

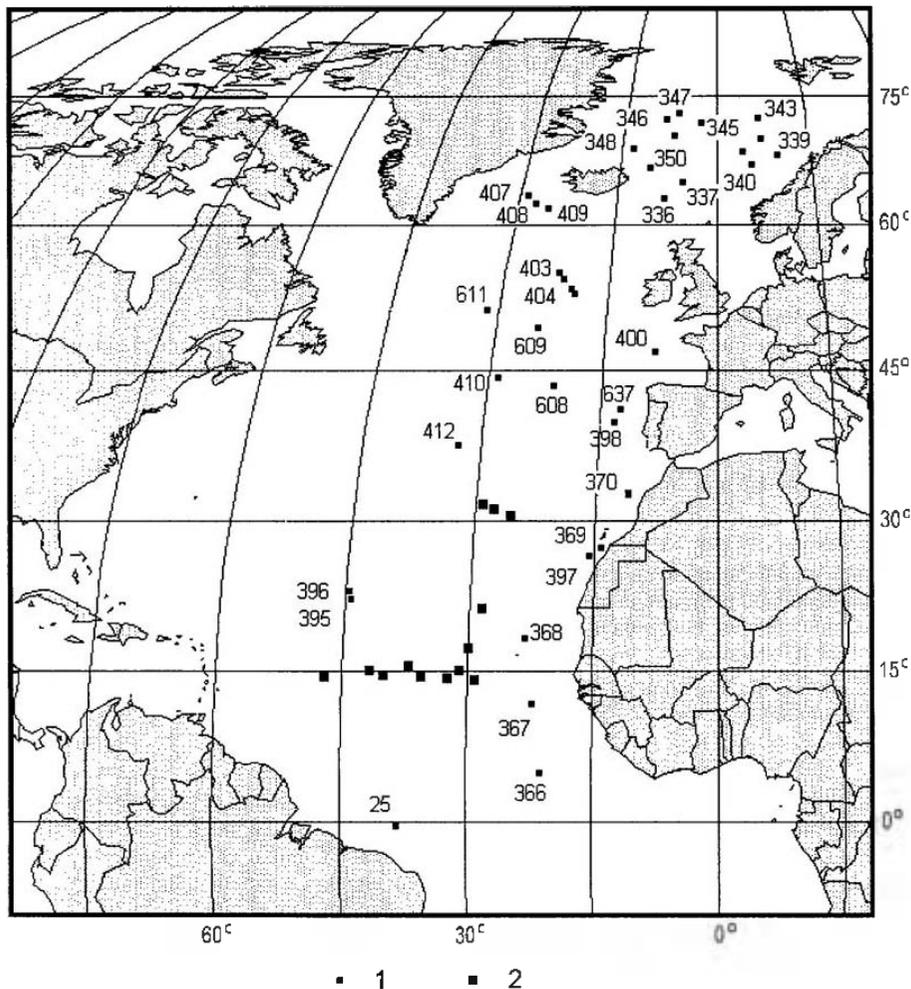


Рис. 4. Расположение изученных скважин и колонок глубоководных осадков. 1 – скважины Проекта глубоководного бурения; 2 – колонки рейсов НИС “Академик Николай Страхов”

Fig. 4. Location of the studied DSDP Sites and piston cores. 1 – DSDP Sites; 2 – stations of the R/V “Akademik N. Strakhov”

хнего миоцена (зона *Globorotalia plesiotumida*, или *Globorotalia humerosa*) и слои, переходные к плиоцену (*подзона Globorotalia margaritae margaritae*). Они сменяются осадками с типичным комплексом фораминифер нижнего плиоцена (*подзона Globorotalia margaritae evoluta*,

включающим *Sphaeroidinella dehiscens*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globorotalia menardii*, *G. multicamerata*, *G. tumida*, *Globigerinoides conglobatus*, *G. extremus*, *Globoquadrina dehiscens*, *G. altispira*, *Globigerina nepenthes*, *Orbulina universa* (обр. 4-25-3-2, 25 см, и 4-25-3-1, 150 см).

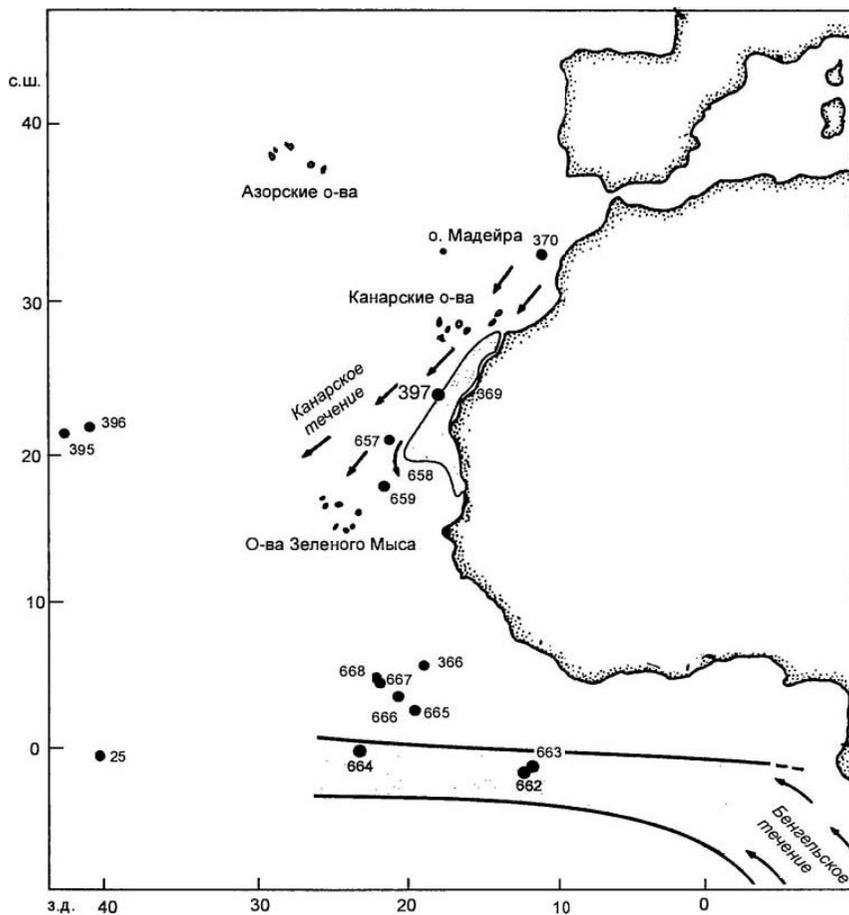


Рис. 5. Расположение скважин в тепловодной области восточной и центральной Атлантики. Заретуширована зона проявления апвеллинга и полоса холодного Бенгельского течения. Цифры обозначают номера скважин Проекта глубоководного бурения и Проекта океанического бурения

Fig. 5. Location of DSDP Sites in the warm-water area of the Eastern and Central Atlantic. The zones of upwelling and cold Benguela Current are retouched

Однако большая часть плиоцена из разреза выпадает, поскольку выше несогласно располагаются четвертичные осадки (Blow, 1970). Последние нередко содержат перестроенные виды фораминифер из всех зон плиоцена: *Globorotalia miocenica*, *G. pertenuis*, *G. exilis*, *G. pseudomiocenica*, *G. tosaensis*.

Четвертичные отложения скв. 25 (мощность около 14 м) содержат богатый комплекс планктонных фораминифер, характерный для экваториального пояса. В нем обильны *Globorotalia cultrata*, *G. dutertrei*, *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *G. conglobatus*, *G. ruber*; *Pulleniatina obliquiloculata*, *P. finalis*, *Sphaeroidinella dehiscens*.

Orbulina universa. Часто встречаются *Globorotalia truncatulinoides*, *Globigerinella siphonifera* и *Globigerinita glutinata*. Обитатели умеренных вод, такие, как *Globorotalia scitula*, *G. inflata*, *Globigerina bulloides*, *G. calida*, *Neogloboquadrina pachyderma* dex, в осадках скважины редки или единичны.

При изучении скв. 25 важной целью нам представлялось выяснение вопроса о степени представительности плиоцен-четвертичного плексуса *Globorotalia crassaformis* в экваториальном поясе. Эта группа форм играет значительную роль в комплексах фораминифер практически во всех климатических зонах Атлантики и, как будет показано далее, является важным инструментом зонального расчленения глубоководных осадков. В то же время подвиды *G. crassaformis* еще не описывались из осадков экваториальной области. В результате нами установлено, что подвиды этой группы (*G. crassaformis crassaformis*, *G. crassaformis viola*, *G. crassaformis hessi* и *G. crassaformis ronda*) присутствуют во всех изученных образцах скв. 25.

В кернах 1 и 2 установлены **подзоны** *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*, *Globigerina bermudezi* (условно) и *Globorotalia fimbriata* (рис. 6).

Подзона *Globorotalia crassaformis viola* (вероятно ее верхняя часть) выделена в керне 2, ее верхняя граница проходит на уровне обр. 25-2-2, 140–142 см. Обращает на себя внимание присутствие *Globorotalia triangula*, которая характерна для пограничных плиоцен-четвертичных слоев, особенно в низких широтах. Однако вывод о том, что эта форма является тропическим экофенотипом *Globorotalia inflata* (Weaver, Raymo, 1989), нам представляется маловероятным, так как выше по разрезу встречается типичная *G. inflata*. В то же время *G. triangula* была нами найдена в ряде скважин более северных широт (например в скв. 410). Наличие в осадках этого интервала *Globorotalia truncatulinoides* и *G. crassaformis viola* позволяет отнести их к нижней подзоне четвертичного периода.

В вышележащих слоях (до обр. 25-1-5, 141–143 см) выделяется **подзона *Globorotalia crassaformis hessi*** (интервал от исчезновения *G. crassaformis viola* до появления *Globigerina*

calida calida). Представителей *G. crassaformis* здесь значительно больше. Осадки содержат крупные типичные экземпляры *Globorotalia crassaformis hessi* и *G. crassaformis ronda*. Несмотря на местоположение скважины в экваториальном поясе, относительное содержание ряда тропических и умеренноводных видов в разных образцах колеблется. Например, происходит одновременное уменьшение количества *Pulleniatina obliquiloculata* и увеличение *Neogloboquadrina pachyderma* dex, по-видимому, в зависимости от климатических колебаний. В этой подзоне впервые появляются единичные *Globigerina bulloides* и *Globorotalia inflata*.

В обр. 25-1-5, 141–143 см фиксируется основание **подзоны *Globigerina calida calida*** по появлению индекс-формы, которая выше по разрезу присутствует постоянно. В комплексе появляются также *Globigerinoides tenellus* и *Globigerina rubescens*. Комплекс этой подзоны в тропических широтах характеризуется кроме этого присутствием розовоокрашенных раковин *Globigerinoides ruber*, причем окраска наблюдается практически одновременно с появлением индекс-вида подзоны (Былинская, Головина, 1990). Однако в скв. 25 окраска начинается существенно выше развития *Globigerina calida calida*, причем она очень слабая и имеется у единичных раковин *Globigerinoides ruber*. Представители *Globorotalia crassaformis*, в том числе *G. crassaformis hessi* и *G. crassaformis ronda*, по-прежнему встречаются в комплексе. В этой подзоне установлены экземпляры *Sphaeroidinella dehiscens excavata* (обр. 25-1-4, 60–63 см), но встречаются они единично.

В предыдущих работах (Былинская, Головина, 1990; Былинская, 1994) отмечалось, что *Globorotalia crassaformis ronda* заканчивает свое развитие в пределах подзоны *Globigerina calida calida* (примерно 0,5 млн. л.н.). В верхней части скв. 25, начиная с обр. 25-1-2, 116–122 см, она встречается нерегулярно (единичные экземпляры нетипичных мелких форм). Однако однозначно установить уровень ее исчезновения в этой скважине трудно. Поскольку небольшое перестроение раковин отмечается до самых верхних слоев, вопрос о верхней границе распространения *Globorotalia crassaformis ronda* в экваториальном поясе Атлантики остается открытым.

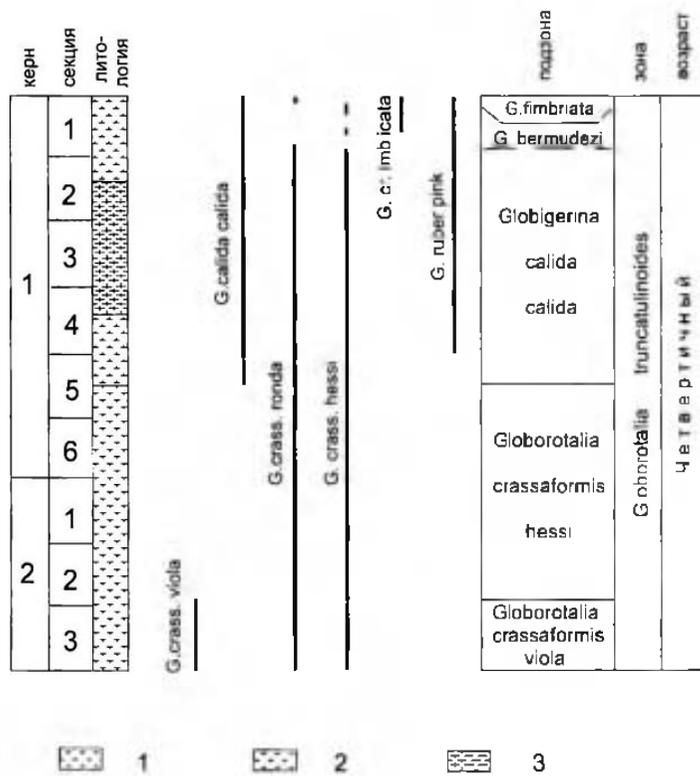


Рис. 6. Распространение зональных форм plankтонных фораминифер и зональное расчленение осадков в скв. 25 Проекта глубоководного бурения. 1 – наннопланктонный ил; 2 – фораминиферный ил; 3 – нанно-фораминиферный ил
 Fig. 6. Distribution of zonal planktonic foraminifera and Quaternary biostratigraphy in DSDP Site 25. 1 – nannofossil ooze; 2 – foraminifer ooze; 3 – nanno-foram ooze

То же самое можно сказать и о *G. crassaformis hessi*. В единичных экземплярах она встречается до самого верхнего образца. Поэтому верхнюю границу подзоны *Globigerina calida calida* можно провести лишь условно на уровне обр. 25-1-1, 80–82 см, выше которого эта форма (*G. crassaformis hessi*) насчитывает 1–2 экземпляра на образец.

В самом верхнем обр. 25-1-1, 4–6 см, присутствие *Globorotalia fimbriata* фиксирует одноименную четвертичную подзону (голоцен).

На востоке экваториальной зоны скв. 662 (глубина моря 3813 м) и скв. 663 (глубина моря 3697 м) находятся в полосе холодного Бенгельского течения, следующего на северо-запад вдоль побережья Африки, а затем переходящего в Южное Экваториальное течение, направляющееся с востока на запад (см. рис. 5). В полосе последнего расположена скв. 664 (глубина моря 3806 м). Несколько севернее пробурена скв. 665, где глубина моря весьма значительна – 4740 м.

Подобная гидрологическая обстановка приводит к высокой биопродуктивности планктона

и мощность плиоцен-четвертичных осадков достигает 180 м (скв. 664), причем нередко наблюдается чередование карбонатных и карбонатно-кремнистых органогенных илов (Ruddiman et al., 1989). Глубоководная циркуляция вызывает развитие оползневых блоков и прослоев турбидитов, а также избирательное растворение раковин фораминифер. Все это создает значительные трудности для стратиграфического подразделения осадков (Weaver, Raymo, 1989).

В богатых комплексах планктонных фораминифер плиоцена доминируют обычные тропические виды *Globorotalia multicanerata*, *G. tumida*, *G. miocenica*, *G. exilis*, *G. menardii*, *G. margaritae*, *Globigerinoides conglobatus*, *G. ruber*, *G. sacculifer*, *G. extremus*, *G. fistulosus*, *Orbulina universa*, *Sphaeroidinella dehiscens*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Pulleniatina obliquiloculata*, *P. praeursor*, *Neogloboquadrina humerosa*, *Globoquadrina altispira* и др. Однако совместно с ними в том или ином количестве экземпляров присутствуют виды субтропических и умеренных широт – *Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *Globigerinita glutinata*, *Globorotaloides hexagonus*, *Globorotalia sciutula*, *G. inflata*, *Neogloboquadrina pachyderma* dex. В целом, по составу видов можно выделять подзоны *Globorotalia margaritae margaritae*, *Globorotalia margaritae evoluta*, и зоны *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*. Однако соотношение видов в комплексах очень изменчиво, биозоны видов прерывисты, а уровни появления и исчезновения видов подчас значительно отличаются от общепризнанных (эволюционных). В скв. 662, 664 и 665 эти расхождения в возрасте datum planes оцениваются величинами до 0,48–1,28 млн. л. (Weaver, Raymo, 1989).

Среди четвертичных планктонных фораминифер авторы не определяли подвиды из группы *Globorotalia crassaformis*, а также *Globigerina calida calida*, *G. bermudezi*, *Globorotalia fimbriata*. Осадки этого возраста с *Globorotalia truncatulinoides* и *G. unguata* выделены в зону *Neogloboquadrina pachyderma* sin (Weaver, Raymo, 1989).

Пестрая картина распределения палеоценозов планктонных фораминифер в осадках плиоцена и квартера в экваториальной области Атлантического океана отражает сложную и нестабильную гидрологическую обстановку – с

холодными течениями из более высоких широт в эту область проникали субтропические и умеренные элементы, создавая смешанные ассоциации видов фораминифер.

Интересно сравнить экваториальные комплексы четвертичных планктонных фораминифер Атлантического и Тихого океанов. Отличительная черта последних (Галапагосская спрединговая зона, скв. 424 и 425) – некоторое обеднение систематического состава, поскольку резко преобладают тропические виды родов *Globorotalia*, *Globigerinoides*, *Sphaeroidinella*, *Pulleniatina*, *Candeina*, а субтропические и умеренные виды (группа *Globorotalia crassaformis*, *G. inflata*, *G. truncatulinoides*) редки или отсутствуют (Krashennnikov, 1980). В результате падает стратиграфическая разрешаемость и четвертичные отложения Тихого океана подразделяются только на две части: подзона *Globorotalia truncatulinoides* s. str. и подзона *Globigerina calida calida*–*Sphaeroidinella dehiscens excavata*, по терминологии У. Блоу (Blow, 1969).

3.1.2. Тропическая область

В тропической области Северной Атлантики плиоценовые и четвертичные отложения вскрыты значительным числом скважин. В фации нано-фораминиферовых илов они установлены на поднятии Сьерра-Леоне (скв. 366А, 666, 667, 668, глубина моря от 2690 м до 4516 м), поднятии Островов Зеленого Мыса (скв. 368, глубина моря 3367 м), на континентальном склоне у побережья Сенегала и Мавритании (скв. 657, 658, 659, глубина моря от 2262 м до 4221 м), а также на западном и восточном склонах Срединно-Атлантического хребта (скв. 395 и 396, глубина моря 4484 м и 4450 м, соответственно). В этом подразделе приводятся также результаты изучения глубоководных колоний, полученных в 3 и 4 рейсах НИС “Академик Николай Страхов”.

В наиболее типичном виде тропические комплексы планктонных фораминифер развиты на поднятии Сьерра-Леоне. В скв. 366А вскрывается последовательность всех 10 зональных и подзональных подразделений плиоцена и плейстоцена шкалы Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985). На поднятии Островов Зеленого Мыса (скв. 368) уже

ощущается влияние холодного Канарского течения, идущего на юго-запад вдоль побережья Африки (Pflaumann, Krasheninnikov, 1978). На континентальном склоне у побережья Сенегала и Мавритании (скв. 657, 658, 659) тропическая микрофауна "разбавляется" холодноводными видами планктонных фораминифер в связи с мощным явлением апвеллинга. В этих скважинах тропические виды планктонных фораминифер (*Sphaeroidinella dehiszens*, *Pulleniatina obliquiloculata*, *Globorotalia tumida*) встречаются спорадически, а виды умеренных и холодных вод (*Globorotalia inflata*, *Neogloboquadrina pachyderma* dex) становятся обычными. Особенно многочисленна *Globigerina bulloides*, типичная для холодных вод апвеллингов (Zobel, 1973). Тропические комплексы планктонных фораминифер плиоцена и квартера хорошо представлены в разрезах на склонах Срединно-Атлантического хребта (скв. 395 и 396), но здесь изучение микрофауны затрудняется развитием турбидитов (Krasheninnikov, 1978a, b). Сочетание всех этих условий биономии и осадконакопления и здесь приводит к довольно пестрому набору конкретных палеоценозов планктонных фораминифер и по разрезу, и в пространстве.

На поднятии Сьерра-Леоне (скв. 366А, 05°41' с.ш., 19°51' з.д.) верхний миоцен заканчивается зоной *Globorotalia plesiotumida* N17 (или зона *Globorotalia humerosa* по шкале Г. Болли), выделенной в интервале от обр. 366А-13, СС до обр. 366А-11-2. Комплекс фораминифер включает многочисленные *Globoquadrina alispira*, *G. dehiszens*, *Globorotalia plesiotumida*, *G. merotumida*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *G. obliquus*, *G. extremus* в сочетании с *Orbulina universa*, *Globorotalia menardii*, *G. dutertrei*, *G. scitula* и редкими *Globigerina nepenthes*; в самой верхней части зоны появляются *Globorotalia pseudomiocenicica*, *Globigerinoides conglobatus* и *Candeina nitida*.

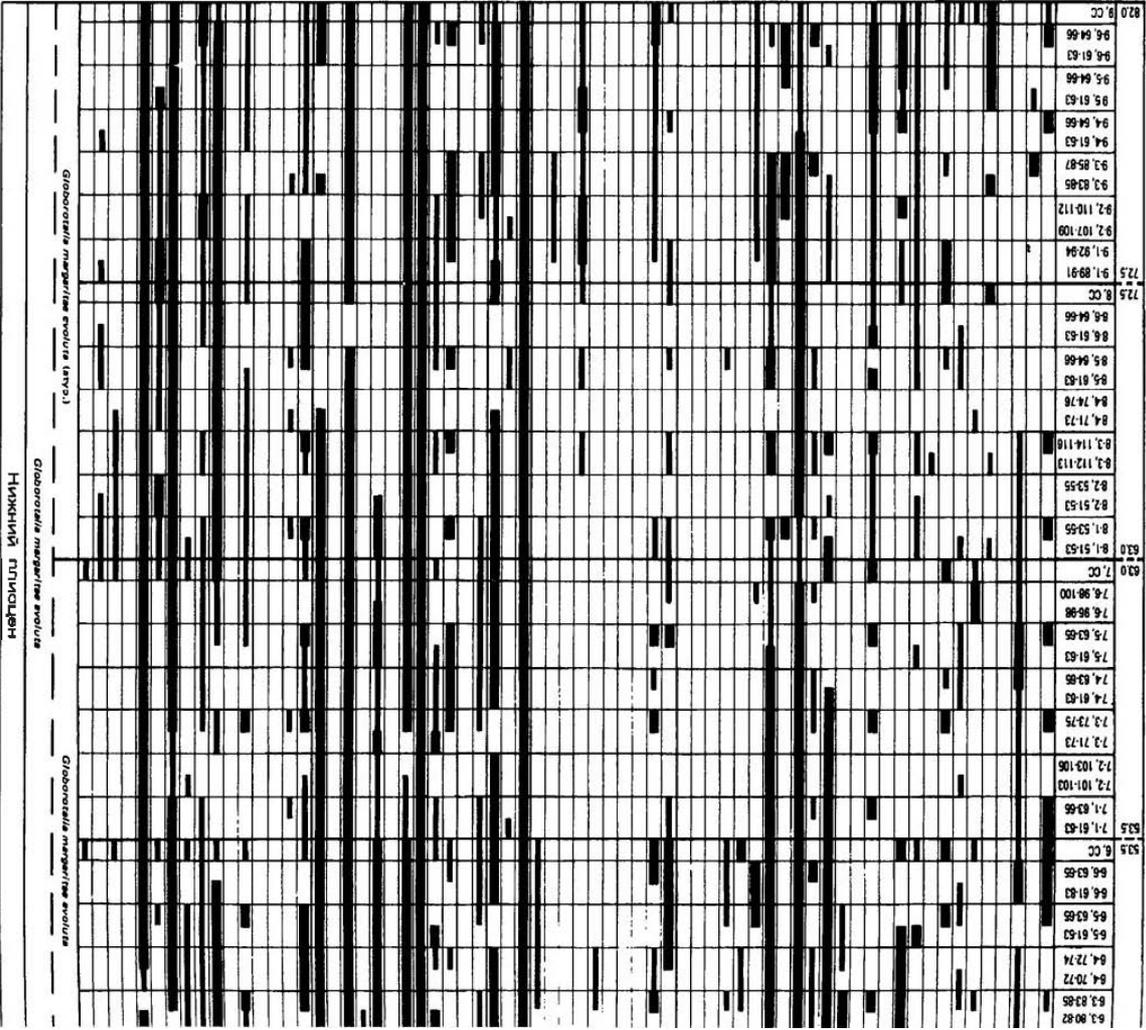
Основание нижнеплиоценовой подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* выделяется в скв. 366А на уровне обр. 366А-11-1, 102–104 см (Крашенинников, Былинская, 1999). Отложения характеризуются тем же комплексом планктонных фораминифер, что и подстилающие осадки, но совместно с ними встречаются *Globorotalia*

margaritae primitiva и *G. margaritae margaritae*. В комплексе уменьшается, по сравнению с микрофауной предыдущей зоны, количество *Globoquadrina dehiszens*, *Globigerinoides obliquus* и *Globorotalia plesiotumida*, а также увеличивается число *Globorotalia pseudomiocenicica*. Мощность подзоны здесь составляет 11 м, а верхняя граница ее неотчетлива. В более северной скв. 368 (поднятие Островов Зеленого Мыса, 17°30' с.ш., 21°21' з.д.) основание этой подзоны установлено на уровне обр. 368-7-3, 62–64 см. Состав комплекса планктонных фораминифер этого интервала очень близок, однако количественные соотношения видов несколько иные: в осадках скв. 368 более многочисленны *Globorotalia dutertrei*, *G. margaritae* s.l., *Globigerina nepenthes*, *G. apertura* и *G. bulloides*, тогда как количество *Globorotalia menardii*, *G. multicamerata*, *Globigerinoides sacculifer* и *Sphaeroidinellopsis seminulina* заметно уменьшается.

В скв. 366А отложения этой подзоны перекрываются осадками следующих подразделений: подзоны *Globorotalia margaritae evoluta* и зоны *Globorotalia miocenicica* и *Globorotalia tosaensis*. Их суммарная мощность составляет 57 м. Распределение планктонных фораминифер в пределах этих зональных единиц показано в таблице 7. Поэтому мы ограничимся краткими комментариями.

1. Особенности видового состава фораминифер в каждом из подразделений заключаются в следующем. Подзона *Globorotalia margaritae evoluta* выделяется в интервале от обр. 366А-10-1, 89–91 см, до обр. 5, СС и характеризуется присутствием индекс-вида, *G. pertenuis*, *G. multicamerata*, *G. tumida*, *G. pseudomiocenicica*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globoquadrina alispira*, *Globigerinoides conglobatus*, *G. trilobus*, *G. sacculifer*, *Candeina nitida*, *Pulleniatina primalis*. В средней части подзоны появляется *Globorotalia crassaformis* (обр. 366А-8-4, 71–73 см), затем *Sphaeroidinella dehiszens*, а вблизи ее кровли – *Globorotalia puncticulata*, *G. praehirsuta*, *G. crassaformis viola* и *G. miocenicica*. В верхней половине подзоны исчезает *Globigerina nepenthes*.

В зоне *Globorotalia miocenicica* (до обр. 4-6, 31–33 см) типичны многочисленные экземпляры индекс-вида, *G. exilis* и *Pulleniatina obliquiloculata*. На границе этой зоны исчезает



НАКНИИ ПИНОЛЕН

Globorotalia margaritae s.l. и здесь же или чуть выше *Sphaeroidinellopsis seminulina* и *Globoquadrina altispira*. В скв. 366А зона *Globorotalia miocenica* разделяется на подзоны *Globigerinoides trilobus fistulosus* и *Globorotalia exilis*, граница между которыми проходит в середине 5 керна. Выделение этих двух подзон возможно лишь до широты примерно 15°, далее к северу индекс-вид нижней подзоны *Globigerinoides trilobus fistulosus* практически отсутствует.

Исчезновение *Globorotalia miocenica* и *G. exilis* фиксирует основание верхнеплиоценовой зоны *Globorotalia tosaensis* (выделяется до уровня обр. 4-1, 60–62 см). Здесь появляются *G. inflata*, *G. crassaformis hessi*, исчезает *G. pseudo-miocenica*. К подошве зоны приурочен эпизод сильного растворения, возможно соответствующий похолоданию 2,4 млн. л.н. Вблизи ее кровли появляется и существует в очень узком интервале *Globorotalia triangula* (от обр. 366А-4-1, 60–62 см, до обр. 366А-3, СС).

2. Типичный комплекс тропических видов планктонных фораминифер состоит из многочисленных *Globorotalia* (*cultrata*, *menardii*, *margaritae*, *multicamerata*, *exilis*, *pertenus*, *miocenica*, *tumida*, *crassaformis*), *Globigerinoides* (*conglobatus*, *trilobus*, *sacculifer*), *Sphaeroidinella dehiszens*, *Orbulina universa*, *Pulleniatina*, *Candeina*, и в нижней части плиоцена – из представителей *Globoquadrina* и *Sphaeroidinellopsis*.

3. Процентное содержание целого ряда видов (в том числе *Globorotalia tumida*, *G. crassaformis*, *G. margaritae*, *G. menardii*, *Sphaeroidinella dehiszens* и др.) в комплексах не отличается постоянством, что свидетельствует о нестабильности биономических условий.

Рассматриваемые зоны по планктонным фораминиферам четко прослеживаются и в других разрезах плиоценовых осадков тропической области Северной Атлантики (скв. 367, 368, 395, 396).

В скв. 366А четвертичные нано-фораминиферовые илы (мощность 25 м) содержат комплекс тропических планктонных фораминифер, основные компоненты которого переходят из плиоцена: *Globorotalia* (*cultrata*, *tumida*, *crassaformis*), *Globigerinoides* (*conglobatus*, *ruber*, *trilobus*, *sacculifer*), *Neogloboquadrina duterrei*, *Orbulina universa*, *Candeina nitida*, *Sphaeroidinella*

dehiszens, *Pulleniatina obliquiloculata*, *Globigerinella siphonifera*. К новым, стратиграфически важным таксонам относятся *Globorotalia truncatulinoides*, *G. unguolata*, *G. fimbriata*, *Globigerina calida*, *G. rubescens*, *G. (Beella) digitata* (табл. 8).

В четвертичных отложениях этой скважины в составе зоны *Globorotalia truncatulinoides* различаются три подзоны:

подзона *Globorotalia crassaformis viola* в интервале от обр. 366А-3, СС до обр. 3-5, 65–67 см, где эта форма сосуществует с *G. truncatulinoides* и в нижней части – с *G. tosaensis*. В основании этой подзоны последний раз присутствует *G. triangula* и появляется *Pulleniatina finalis*.

подзона *Globorotalia crassaformis hessi* до обр. 366А-2-5, 66–68 см, нижнюю границу которой не переходит подвид-индекс предыдущей зоны. В разрезе отмечены два горизонта сильного растворения, в том числе один вблизи кровли, что совпадает с данными по колонкам донных отложений из абиссальной котловины Островов Зеленого Мыса, где горизонт самого сильного растворения приурочен к палеомагнитному эпизоду Харамилью (Былинская, Головина, 1990);

подзона *Globigerina calida calida*, где появляется этот подвид и присутствуют розовоокрашенные *Globigerinoides ruber* и *Globigerina rubescens*. Нужно отметить, что розовоокрашенных раковин в тропической области больше, чем в экваториальной, и окраска их интенсивнее. Их максимальное количество обнаружено на 15–20° с.ш. Севернее и южнее их количество и интенсивность окраски уменьшаются, и к северной границе субтропической области они постепенно сходят на нет. Представителей *Globorotalia crassaformis* становится относительно меньше, и *G. crassaformis ronda* в средней части подзоны (около 0,5 млн. л.н.) исчезает. Нижняя граница этого подразделения примерно соответствует или располагается чуть ниже границы палеомагнитных эпох Матуяма-Брюнес. Верхняя граница подзоны *Globigerina calida calida* устанавливается по исчезновению *Globorotalia crassaformis hessi* и, согласно данным по котловине Островов Зеленого Мыса, имеет возраст около 100 тыс. лет (Былинская, Головина, 1990).

Подзоны *Globigerina bermudezi* и *Globorotalia fimbriata* в скв. 366А не фиксируются,

поскольку залегание некогнелированных осадков нарушено колонной буровых труб.

Все пять подзон четвертичных отложений прослеживаются в скв. 368. **Подзона *Globigerina bermudezi*** выделяется на основании отсутствия *Globorotalia tumida flexuosa*, а в **подзоне *Globorotalia fimbriata*** (голоцен) встречены типичные экземпляры вида-индекса. Скв. 368 расположена на 12° севернее скв. 366А. Это обстоятельство в сочетании с влиянием холодного Канарского течения приводит к тому, что среди тропических видов фораминифер заметно возрастает процент субтропических и умеренных видов: *Globorotalia inflata*, *G. scitula*, *G. truncatulinoides*, *Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *Globigerinita glutinata*, *Neogloboquadrina pachyderma* (табл. 9).

Три нижние подзоны четвертичных отложений хорошо выделяются в скв. 395 и 396 на склонах Срединно-Атлантического хребта.

В тропической области Атлантики нами были также изучены четвертичные отложения, вскрытые трубками в 3 и 4 отчасти в НИС "Академик Николай Страхов". Станции расположены почти на одной широте 15° и составляют профиль абиссальной котловины Островов Зеленого Мыса к Срединно-Атлантическому хребту (см. рис. 4). Вскрытые осадки представляют собой биогенные, преимущественно фораминиферово-кокколитовые илы. Разрезы колонок были детально опробованы через 2–5 см. Несмотря на большие глубины, с которых подняты колонки (в основном свыше 4500 м), осадки почти повсеместно содержат богатую фауну и флору, хотя и затронутую частичным растворением. Благодаря очень низким скоростям осадконакопления на абиссальных глубинах трубками была вскрыта значительная часть плейстоценового разреза, а наличие представительных комплексов планктона позволило детально стратифицировать осадки. Стратиграфическое расчленение по планктонным фораминиферам сопоставлялось с данными по наннопланктону (Былинская, Головина, 1990) и результатами палеомагнитного анализа, выполненного К.С. Бураковым и А.Н. Диденко (ИФЗ РАН).

Отложения самой древней плейстоценовой **подзоны *Globorotalia crassaformis viola*** вскрыты колонкой 4524А в Карибском море¹ и колон-

кой 32Т2 (рис. 7). В нижней части подзоны встречаются *Globorotalia crassaformis viola*, *G. truncatulinoides* и *G. tosaensis* наряду с обычным тропическим комплексом с обильными *Globorotalia cultrata*, *G. menardii*, *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *G. ruber*, *G. conglobatus*, *Orbulina universa*, *Neogloboquadrina duertrei*, *Pulleniatina obliquiloculata*. Верхняя часть подзоны искривляется в интервале 325–435 см колонки 32Т2, где отсутствует *Globorotalia tosaensis*, но встречается *G. crassaformis hessi*, а также по-является *Pulleniatina finalis*. Комплекс этого интервала характеризуется очень низким содержанием *Globorotalia menardii*, *G. cultrata* и *G. tumida*, последний вид встречается единично. По этому признаку интервал можно предположительно отнести к нижней части зоны S, возраст которой 1,4–1,2 млн. л. (Ericson, Wollin, 1968).²

Подзона *Globorotalia crassaformis hessi* установлена в осадках колонок 31Т1, 32Т2, 310Т6 и 346Т12. Планктонные фораминиферы представлены в основном теми же тропическими и субтропическими видами. Но в отличие от нижележащей подзоны здесь отсутствует *Globorotalia crassaformis viola*, а также в большом количестве встречаются типичная *G. crassaformis hessi*, *G. tumida flexuosa*, *Globigerinoides tenellus*. По-видимому, в кровле подзоны или немного выше ее исчезает *Globorotalia crassaformis ronda*. В верхней части подзоны в колонке 346Т12 фиксируется палеомагнитный эпизод Харамильо, совпадающий с границей зоны мелких *Gephyrocapsa* по наннопланктону (данные Л.А. Головиной). Во всех колонках к верхней части подзоны *Globorotalia crassaformis hessi* вблизи эпизода Харамильо приурочен интервал сильного растворения. Ни в одной колонке в вышележащих отложениях эпизода такого сильного растворения не обнаружено. Это согласуется с данными М. Брискин и У. Берггрена, которые исследовали колонку плейстоценовых осадков из этого же района и на такой же глубине. Они заключили,

¹ Колонка была взята в 4 рейсе НИС "Академик Николай Страхов" и представлена для исследования Э.П. Радионовой.

² Авторы исследовали колонку осадков из близгоразположенной области тропической Атлантики.

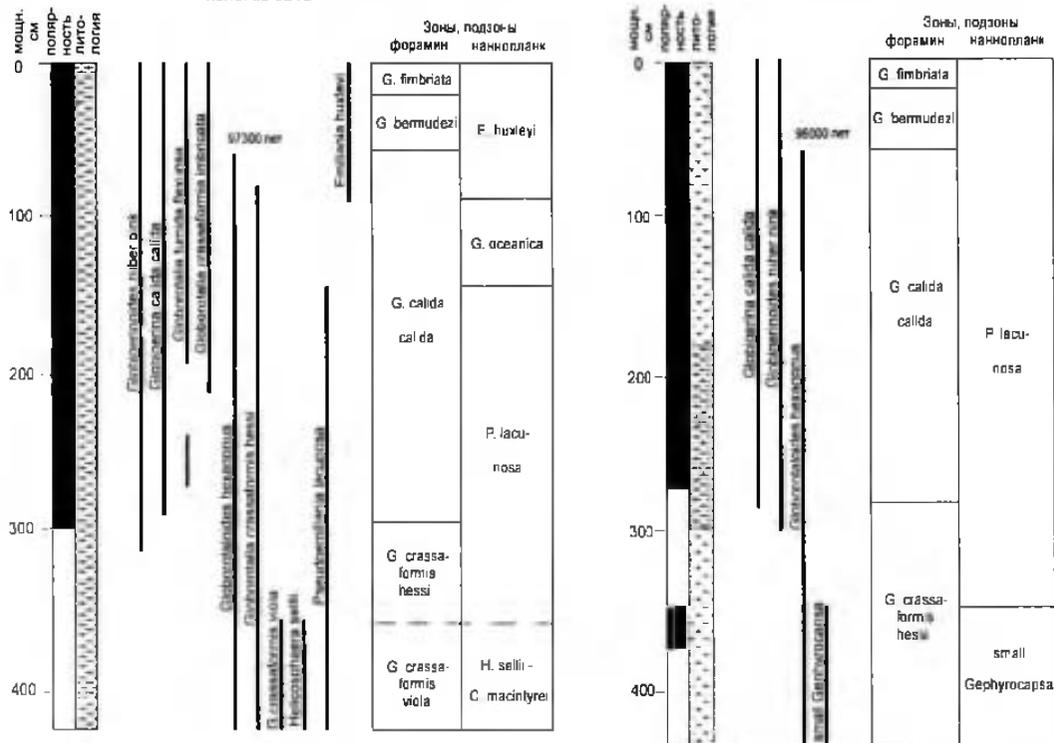


Рис. 7. Распределение планктонных фораминифер и наннопланктона в четвертичных осадках колонок из котловины Зеленого Мыса (тропическая Атлантика). Условные обозначения см. на рис. 6

Fig. 7. Distribution of major planktonic foraminifer and nannoplankton species in piston cores from the Cape Verde Abyssal Plain, tropical Atlantic. Symbols as in Fig. 6

что самое сильное похолодание за весь плейстоцен фиксируется на уровне эпизода Харамильо (Briskin, Berggren, 1975). В разрезе колонки 32Т2 под инверсией Матуяма-Брюнес нами обнаружен перерыв осадконакопления, охватывающий большую часть подзоны *Globorotalia crassaformis hessi* и, возможно, самую верхнюю часть нижележащей подзоны. На наличие перерыва указывает отсутствие в колонке эпизода Харамильо и зоны мелких *Gephyrocapsa*, а также горизонта сильного растворения планктонных фораминифер. Этот перерыв также может свидетельствовать об усилении активности придонных вод

в результате изменения климата. По данным Дж. Баррона, который на примере глубоководных осадков Тихого океана выделил 8 глобальных перерывов осадконакопления, прослеживающихся в Мировом океане, последний из них имел место во временном интервале 2,5–1,0 млн. л.н., и, возможно, он разделяется на два с возрастом 2,5–1,6 и 1,6–1,0 млн. л.н. (Ватсон, 1989). По его мнению, глобальные перерывы обусловлены усилением влияния циркумполярных глубинных и антарктических придонных вод.

Подзона *Globigerina calida calida* фиксируется во всех изученных колонках. Подошва этой

подзоны определяется по появлению *G. calida calida* и почти одновременно (чуть ниже) – розовоокрашенных *Globigerinoides ruber* и *Globigerina rubescens*. Выше по разрезу количество розовых *Globigerinoides ruber* и интенсивность их окраски возрастают и достигают наибольшей степени в двух вышележащих подзонах. В комплексе планктонных фораминифер этой подзоны, как и в предыдущей, широко развиты *Globorotalia crassaformis hessi* и в ряде колонок – *G. tumida flexuosa*. В отношении возраста нижней границы этой подзоны нет единого мнения. Первоначально ее абсолютный возраст был определен как 0,14 млн. л. (Bolli, Premoli Silva, 1973). Однако, по другим данным, возраст базальных слоев зоны *Globigerina calida calida* – *Sphaeroidinella dehiscens excavata* (Blow, 1969), соответствующий по объему трем верхним подзонам Г. Болли и И. Премоли Сильва, определялся величиной 0,7 млн. л. (Berggren, 1973; Berggren, Van Couvering, 1974). Наконец, в Южной Атлантике возраст подошвы подзоны *Globigerina calida calida* был установлен на уровне 0,81 млн. л. (Barash et al., 1983). Путем корреляции колонок 3 рейса с палеомагнитной шкалой нами было установлено, что в тропической Атлантике нижняя граница подзоны *Globigerina calida calida* примерно совпадает с инверсией Матуяма-Брюнес, т.е. ее возраст около 0,73 млн. л., или 0,78 млн. л. по новой геохронологической шкале (Berggren et al., 1995). Однако, так как в колонке 32Т2, где достоверно установлена инверсия Матуяма-Брюнес, под ней фиксируется перерыв осадкоотложения, нельзя исключать, что появление *G. calida calida* могло произойти немного раньше. Это подтверждается данными по ряду скважин Проекта глубоководного бурения (см. ниже).

Установление границы подзон *Globigerina calida calida* и *Globigerina bermudezi* наиболее сложно. Ранее принятый маркер – исчезновение *Globorotalia tumida flexuosa* 0,08 млн. л.н. – является не очень удачным. В литературе приводились свидетельства того, что эта форма обнаружена в более молодых осадках вплоть до современных (Крашенинников и др., 1983; Крашенинников, 1980) и высказывались предположения о том, что уровень ее исчезновения имеет более молодой возраст (Бараш, 1988; Бараш и др.,

1989). В нашем материале *G. tumida flexuosa* во многих колонках также встречается в самых молодых осадках. Таким образом, этот подвид, по видимому, не может служить маркером границы хроностратиграфического подразделения. Кроме этого, это тропическая форма, и ее распространение в Атлантике ограничено примерно 20° с.ш.

В кровле подзоны *Globigerina calida calida* заканчивают свое развитие также *Globorotalia crassaformis hessi* и *Globorotaloides hexagonus*. За верхнюю границу подзоны мы принимаем исчезновение первой формы, что подтверждается на материале большинства изученных авторами скважин. Последнее присутствие *G. hexagonus* является дополнительным индикатором границы, однако вследствие небольшого количества этого вида в осадках это событие прослеживается далеко не во всех разрезах. Колонки, взятые в 3 рейсе НИС “Академик Николай Страхов”, интересны тем, что благодаря детальному отбору керн из трубок большого диаметра и ненарушенной последовательности осадков можно проследить также и распространение немногочисленных видов. В колонках 32Т2 и 346Т12 при корреляции с палеомагнитными границами возраст последнего присутствия *G. hexagonus*, а следовательно, и верхней границы подзоны *Globigerina calida calida*, установлен на уровне около 97000 лет (см. рис. 7).

Верхняя четвертичная подзона *Globorotalia fimbriata* определяется интервалом распространения индекса-вида и соответствует голоцену. Комплекс планктонных фораминифер этой подзоны характеризуется также большим количеством типичной *Globorotalia tumida tumida*, что дало основание ряду авторов выделять ее как зону *Globorotalia tumida* (Lamb, Beard, 1972; Stainforth et al., 1975).

Таким образом, изучение комплексов планктонных фораминифер из плиоценовых и четвертичных отложений тепловодной области Северной Атлантики (от экватора до 25° с.ш.) приводит к следующим выводам.

1. Ассоциации планктонных фораминифер экваториальной и тропической областей очень близки и включают многочисленные виды *Globorotalia*, *Globigerinoides*, *Sphaeroidinella*, *Sphaeroidinellopsis*, *Pulleniatina*, *Globoquadrina*, *Orbulina*, *Candeina*, *Hastigerina*. Экваториальная

область отличается почти полным отсутствием некоторых относительно холодноводных видов (*Globigerina quinqueloba*, *Neogloboquadrina pachyderma* dex). Северная часть тропической области отмечена заметным возрастанием субтропических форм (*Globorotalia inflata*, *G. truncatulinoides*, *Globigerina bulloides* и др.).

2. В пределах изученной тепловодной области Северной Атлантики для расчленения плиоценовых и четвертичных отложений возможно использование единой зональной стратиграфической шкалы. Это схема Г. Болли (Bulli, Premoli Silva, 1973; Bulli, Saunders, 1985), которая является хорошо обоснованной и применимой в различных частях Атлантики, а не только в Карибском море, где она была выделена.

Она включает зоны *Globorotalia margaritae* с подзонами *Globorotalia margaritae margaritae* (переходные слои от миоцена к плиоцену) и *G. margaritae evoluta* и зоны *Globorotalia miocenica*, *Globorotalia tusaensis*, *Globorotalia truncatulinoides*.

В осадках зоны *Globorotalia margaritae* фиксируется событие появления плексуса *Globorotalia crassaformis*, а в вышележащей *Globorotalia miocenica* – исчезновение *Sphaeroidinellopsis semmulina* и *Globoquadrina altispira*. Эти события могут быть использованы для детализации шкалы. Последняя зона (квартер) подразделяется на подзоны *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*, *Globigerina hermudezi*, *Globorotalia fimbriata*. По нашему мнению, следует уточнить только два критерия проведения границ четвертичных подзон: кровля нижней подзоны *Globorotalia crassaformis viola* проводится по исчезновению индекса-вида, а кровля подзоны *Globigerina calida calida* – по исчезновению *Globorotalia crassaformis hessi*.

3. Биоморфическая обстановка в тепловодной области Северной Атлантики сильно осложняется наличием холодных Канарского и Бенгельского течений, а также апвеллинга вдоль континентального склона Западной Африки. Нередки примеры избирательного растворения раковин фораминифер и их переотложение донными течениями, а также перерывы осадконакопления, которые фиксируются только при детальном изучении микрофауны.

4. Подобная обстановка приводит к существенным вариациям систематического состава планктонных фораминифер в рамках зоны. Биозоны видов фораминифер нередко представлены их тайльзонами, т.е. уровни эволюционного появления или исчезновения видов фораминифер (датировочные уровни) замещаются местными уровнями их появления или исчезновения. Часто интервалы распространения видов прерывисты. Поэтому для определения зональной принадлежности комплекса фораминифер необходим учет всего его систематического состава.

5. Планктонные фораминиферы характеризуются биполярным расположением их субширотных поясов. Существование субмеридиональных холодных течений через тропическую область обеспечивает связь северного и южного высокоширотных поясов и, следовательно, миграцию субтропических и умеренных видов планктонных фораминифер через экваториально-тропическую область.

3.2. СУБТРОПИЧЕСКАЯ ОБЛАСТЬ

3.2.1. Южная часть

Представляется интересным проследить изменение ассоциаций планктонных фораминифер на границе тропической и субтропической зон. К северу от современного северного тропика пробурены скв. 369 и 397 (см. рис. 4). Первая из них расположена на континентальном склоне у побережья Мавритании (глубина моря 1760 м), вторая значительно ниже по склону (глубина моря 2900 м). Скв. 369 (26°35' с.ш., 14°60' з.д.) вскрыла 42 м плиоцен-четвертичных глинистых наннофораминиферовых илов, причем плиоцен и квартал отделены перерывом (Lancelot et al., 1977). Осадки раннеплиоценовой зоны *Globorotalia margaritae* здесь перекрыты илами позднечетвертичной подзоны *Globigerina calida calida* (Krashennikov, Pflaumann, 1977; Pflaumann, Krashennikov, 1978). В плиоцен-четвертичном интервале скважины имеются горизонты сильного растворения и переотложения.

В скв. 397 (26°50' с.ш., 15°10' з.д.) толща плиоцен-четвертичных отложений гораздо более

мощная – около 420 м. Мощность четвертичных осадков достигает 140 м, плиоценовых – около 280 м. Это одна из наиболее детально опробованных скважин, имевшихся в распоряжении авторов. Образцы отбирались через 1,5 м. Осадки представлены глинистыми нанно-фораминиферовыми и кремнистыми наннопланктонными илами, формировавшимися в условиях высокой биологической продуктивности, принося тонкого (глинистого) терригенного материала и хорошей аэрации придонных вод (von Rad et al., 1979). В толще отложений среднего и верхнего миоцена наблюдаются оползневые блоки, перемещение осадочного материала в связи со склоновыми процессами, признаки подводной эрозии (Salvatorini, Cita, 1979). В плиоцене и квартере характер осадконакопления был гораздо более спокойным (Cita, Colombo, 1979). Гидродинамический режим формирования осадков определялся сочетанием влияния холодного Канарского течения и апвеллингом глубинных вод. В плиоцен-четвертичное время к ним добавились климатические колебания общего порядка. Подобная сложная биономическая обстановка оказала влияние на комплексы планктонных фораминифер.

Скважина 397 имеет палеомагнитную характеристику, что позволяет получить возрастную привязку зональных границ и определить возраст уровней появления и исчезновения ряда зональных и стратиграфически важных видов. Анализ этих уровней приводится в главе 4, а здесь мы описываем комплексы планктонных фораминифер и зональное расчленение плиоцен-четвертичного интервала разреза.

В материалах 47 рейса Проекта глубоководного бурения распространение известкового планктона в скв. 397 было подробно описано в интервале от 57 до 32 керна, т.е. до верхней части палеомагнитной эпохи Гильберт (Mazzei et al., 1979). В этой главе приводится распределение планктонных фораминифер во всем плиоцен-четвертичном разрезе (рис. 8).

Плиоценовые осадки вскрыты в интервале с 45 по 15 керн. В нижележащих кернах определяется зона *Globorotalia humerosa* (или зона *Globorotalia plesiotumida*); с частыми *Globorotalia acostaensis*, *G. merotumida*, *G. humerosa*, *Globoquadrina altispira*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globigerina nepenthes* и единичными

Globigerinoides obliquus. В доплиоценовых отложениях найдены также *Globorotalia pertenuis* и *G. pseudomiocenicica* (керны 48 и 47).

В обр. 397-45-5, 32–36 см. впервые появляются редкие *Globorotalia margaritae primitiva*, что позволяет провести здесь нижнюю границу зоны *Globorotalia margaritae*. Чуть выше (обр. 397-45-3, 30–34 см) найдены единичные *G. margaritae margaritae*, а в верхней части керна (обр. 397-45-1, 20–24 см) встречается относительно часто *Globorotalia margaritae evoluta*. Таким образом, подзона *Globorotalia margaritae margaritae*, имеющая характер переходных слоев от миоцена к плиоцену, выделяется в осадках скважины, хотя и имеет очень малую мощность. Другие виды планктонных фораминифер зоны *Globorotalia margaritae* включают *Globigerina* aff. *venezuelana*, *G. nepenthes*, *Globoquadrina altispira*, *G. dehiscentes*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globorotalia pertenuis*, *G. pseudomiocenicica*, *Globigerinoides extremus*, а также *Orbulina universa*, *Globigerinita glutinata*, *Neogloboquadrina pachyderma* dex., *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *G. ruber*, причем соотношение тропических и умеренноводных видов меняется от образца к образцу в зависимости от климатических колебаний.

Вблизи основания зоны *Globorotalia margaritae* в осадках скважины зафиксирован узкий горизонт правозавитых *G. margaritae*, который отмечался Г. Болли в отдельных разрезах у основания плиоцена (Bolli, Saunders, 1985).

В средней части зоны появляется ряд новых видов, часть которых переходит в четвертичные отложения. Это прежде всего *Globorotalia crassaformis*, чье присутствие зафиксировано в обр. 397-38-3, 18–22 см, и соответствует палеомагнитному эпизоду Твера эпохи Гильберт (Былинская, 1999). Этот вид дал начало целой группе форм, определяемых как подвиды и имеющих стратиграфическое значение. В обр. 397-34-7, 25–29 см, встречены два других подвида *G. crassaformis* – *G. crassaformis ronda* и *G. crassaformis hessi*. Последний подвид интересен тем, что первоначально по его появлению проводилась нижняя граница одноименной подзоны в плейстоцене внутри зоны *Globorotalia truncatulinoides* (Bolli, Premoli Silva, 1973). По нашим данным, эта форма получает развитие в плиоцене, хотя уровень ее появления является диахронным в различных

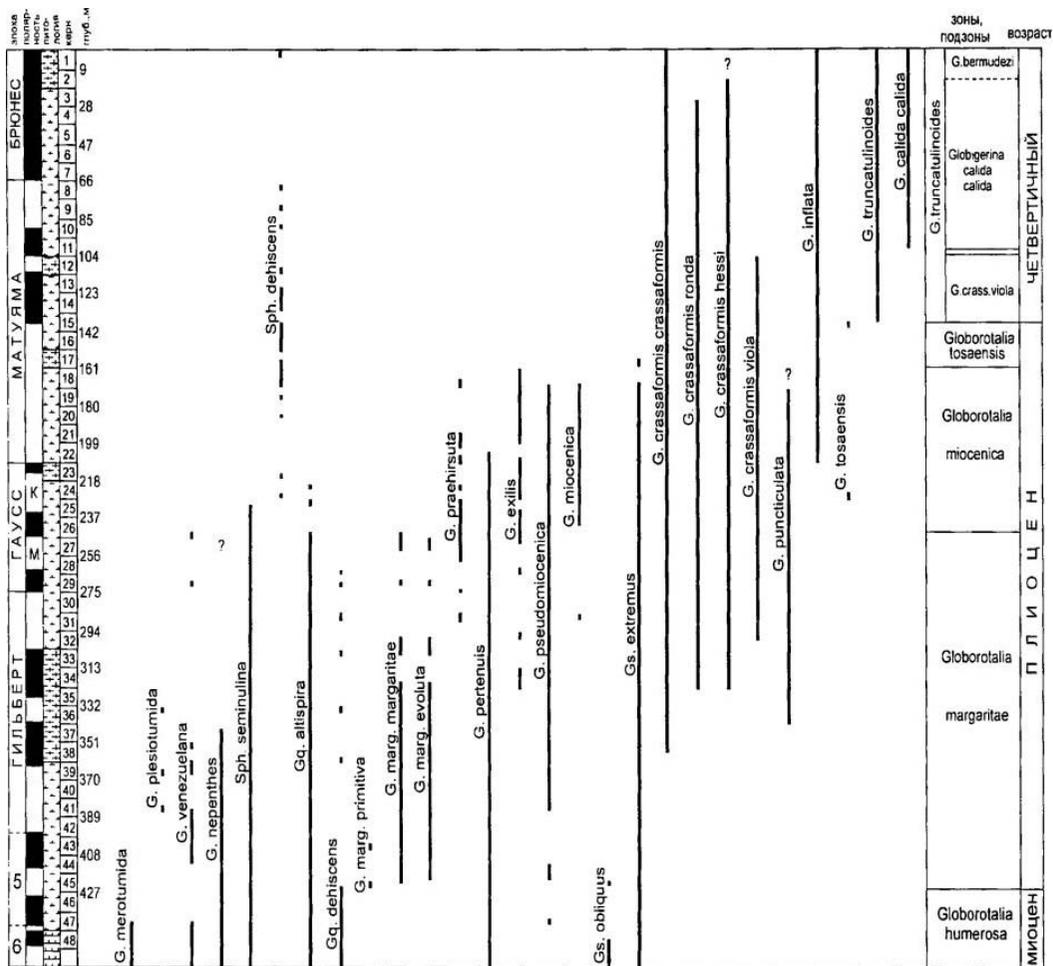


Рис. 8. Стратиграфическое распространение планктонных фораминифер в скв. 397 Прокта глубоководного бурения
 Fig. 8. Pliocene-Quaternary planktonic foraminifers in the DSDP Site 397 section

климатических поясах. Судя по всему, наиболее ранние находки зафиксированы именно на широте скважины 397, т.е. в субтропической области. Можно сделать вывод о том, что четвертичная подзона *G. crassaformis hessi* является на самом деле акме-зоной этого подвида, так как в ее осадках он встречается в наибольшем количестве и представлен в основном крупными типичны-

ми экземплярами. Дополнительные сведения о распространении этого подвида приведены в главе 4. Выше по разрезу (обр. 397-32-3, 20-24 см) установлена еще одна зональная форма этого плексуса — *Globorotalia crassaformis viola* — индекс-подвид нижней четвертичной подзоны.

В средней части зоны *Globorotalia margaritae* появляются также следующие виды: *Globorotalia*

exilis (обр. 397-34-7, 25–29 см) на уровне эпизода Нунивак эпохи Гильберт, *G. miocenica* (обр. 397-31-1, 10–14 см) в верхах эпохи Гильберт и *G. puncticulata* (обр. 397-37-1, 18–22 см) в кровле эпизода Сидуфьял. Появление последнего вида в разных климатических областях Атлантики подробно рассмотрено в главе 4.

Верхняя граница зоны *Globorotalia margaritae* проводится в керне 26 по исчезновению индекс-вида в обр. 197-26-5, 19–23 см, почти в кровле эпизода Маммут эпохи Гаусс (см. рис. 8). В верхней части зоны последний раз встречается *Globigerina nepenthes*.

В осадках следующей зоны *Globorotalia miocenica* наиболее часты такие виды, как *Globorotalia puncticulata*, подвиды *G. crassaformis*, индекс-вид, *G. pseudomiocenica*, *G. exilis* и *Globigerinoides extremus*. Постоянно присутствуют *Orbulina universa*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinoides trilobus*, *G. ruber*, *G. sacculifer*, а также *Neogloboquadrina pachyderma* dex.

В нижней части зоны отмечены последние экземпляры *Sphaeroidinellopsis seminulina* (обр. 397-25-1, 52–56 см) и чуть выше — *Globoquadrina alispira* (обр. 397-24-2, 62–66 см). Эти уровни фиксируются и в ряде других скважин, например в скв. 608. В средней части зоны прослеживается уровень исчезновения *Globorotalia tenuis* (обр. 397-22-3, 63–67 см).

В осадках зоны *Globorotalia miocenica* впервые встречаются *Sphaeroidinella dehiscens* и *Globorotalia tosaensis* (обр. 397-24-6, 101–104 см). К этой зоне надо отнести и появление *Globorotalia inflata*, хотя эволюционный переход от *G. puncticulata* происходит настолько постепенно, что уровень появления *G. inflata* мы намечаем лишь условно (обр. 397-22-4, 72–74 см).

В кровле зоны *Globorotalia miocenica* исчезают индекс-вид, *G. pseudomiocenica* (обр. 397-18-6, 104–108 см) и *G. exilis* (обр. 397-18-1, 50–54 см). По последнему уровню проводится верхняя граница зоны. Интересно, что в следующих образцах над обоими уровнями исчезновения фиксируются эпизоды похолодания, выраженные в отсутствии в комплексе или резко уменьшении тропических *Globigerinoides trilobus* и *G. sacculifer*, а также в появлении холодноводной *Neogloboquadrina pachyderma* sin, которая в нео-

геновом разрезе данной скважины встречается крайне редко. При корреляции с палеомагнитными данными возраст верхней границы вычисляется как 2,1–2,2 млн. л.

Последняя плиоценовая зона *Globorotalia tosaensis* занимает интервал от подошвы 17 до середины 15 керна. Фауна планктонных фораминифер характеризуется обедненным составом и относительной холодноводностью. Преобладают представители *Globorotalia crassaformis*, *G. humerosa*, *G. inflata*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinella siphonifera*, *Orbulina universa*, *Globigerinita glutinata*, *Neogloboquadrina pachyderma*, *Globigerinoides ruber*. Редко или единично встречаются тропические глобигериноидесы, *Sphaeroidinella dehiscens*, *Pulleniatina praecursor*. В осадках этой зоны заканчивает свое развитие *Globigerinoides extremus* (обр. 397-17-4, 65–67 см). *Globorotalia tosaensis* последний раз встречается в обр. 397-15-5, 64–68 см. В верхней части зоны присутствует *Globorotalia triangula* — индикатор позднелиоценовых осадков.

Подошву четвертичной зоны *Globorotalia truncatulinoides* фиксирует появление индекс-вида, совпадающее с основанием палеомагнитного эпизода Олдувей (обр. 397-15-3, 68–70 см). Комплекс планктонных фораминифер включает практически все субтропические и бореальные виды хорошей сохранности. Почти неизменно обильны на протяжении всего плейстоцена *Orbulina universa*, *Globigerina bulloides*, *Globorotalia inflata*, *G. scutula*, *Neogloboquadrina pachyderma* dex. Достаточно часты: индекс-вид, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinella siphonifera*, *Globigerinita glutinata*. Присутствуют *Globorotalia dutertrei*, *G. hirsuta*, *Sphaeroidinella dehiscens*.

Нижняя четвертичная подзона *Globorotalia crassaformis viola* установлена нами в интервале от обр. 397-15-3, 68–70 см, до обр. 397-12-1, 59–63 см. и характеризуется присутствием индекс-формы до момента ее исчезновения. Этот уровень в скв. 397 составляет 1,56 млн. л. Однако, по-видимому, над керном 12 существует перерыв осадконакопления, и возраст уровня исчезновения этого подвида может быть на самом деле несколько моложе.

Вблизи оснесания этой подзоны прослеживается очень узкий (1,5–2 м) горизонт, в котором встречаются правозавитые *Neogloboquadrina*

atlantica. Надо отметить, что этот вид характерен для умеренных и субарктических широт Атлантики, причем его правозавитая форма распространена в верхнемиоценовых отложениях. Примерно на миоцен-плиоценовой границе происходит смена направления навивания, и левозавитая форма является индикатором плиоценовых осадков в умеренных и холодноводных районах Атлантики. На границе плиоцена и плейстоцена *Neogloboquadrina atlantica* вымирает. Распространение этого вида было изучено в 104 рейсе в осадках Норвежского моря (Spiegler, Jansen, 1989), и оказалось, что в скв. 644А (67° с.ш., 5° в.д.) на уровне 2,3 млн. л.н. происходит обратная смена направления навивания, и до уровня 1,84 млн. л.н. выделяется горизонт правозавитых *N. atlantica* (см. рис. 3). Затем они исчезают, выше выделен горизонт правозавитых *N. pachyderma* до 1,70 млн. л.н., и наконец, до кровли разреза установлена местная зона *N. pachyderma* sin. Скважина 397 является, по-видимому, самой южной, в которой в плиоцене встречены единичные экземпляры *Neogloboquadrina atlantica* sin. Поэтому интересным является присутствие горизонта с *N. atlantica* dex в основании четвертичного разреза. Ниже будет показано, что в нашем материале в целом ряде скважин также фиксируются на этом уровне горизонты с правозавитыми *N. atlantica* и *N. pachyderma*. Этот факт может быть полезным для корреляций на региональном уровне и установления относительного возраста осадков.

Следующая подзона *Globorotalia crassaformis hessi* определяется как интервал от исчезновения *G. crassaformis viola* до появления *Globigerina calida calida*. В данной скважине она приходится на перерыв осадконакопления.

В вышележащем образце 397-11-6 определенное основание палеомагнитного эпизода Харамильо, а в обр. 397-11-4, 72-76 см, появляется *Globigerina calida calida*, фиксируя подшву одноименной подзоны. Как видим, в скв. 397 этот вид появляется раньше, чем в тропической области. Немного выше (обр. 397-10-3, 60-64 см) начинается розовая окраска раковин *Globigerinoides ruber*. Верхняя граница подзоны *Globigerina calida calida*, проводимая по исчезновению *Globorotalia crassaformis hessi*, в этой скважине не отмечается, так как из-за нарушения верхних

слоев осадков при бурении эта форма спорадически присутствует до самого верха разреза.

Верхняя четвертичная подзона *Globorotalia fimbriata*, соответствующая голоцену, выделяется по присутствию вида-индекса в верхах разреза (обр. 397-1-1, 20-23 см).

Итак, можно сделать вывод, что комплекс планктонных фораминифер из плиоценовых и четвертичных осадков скв. 397 заметно отличается от одновозрастной микрофауны из более южных районов Северной Атлантики. По систематическому составу преобладают тропические формы: *Globorotalia miocenica*, *G. pseudomiocenica*, *G. pertenuis*, *G. exilis*, *G. cultrata*, *Globigerinoides sacculifer*, *G. trilobus*, *G. conglobatus*, *Globigerinella siphonifera*, *Orbulina universa*, *Sphaeroidinella dehiscens*, *Sphaeroidinella seminata*, *Globoquadrina altispira*, *G. dehiscens*. Однако некоторые из них (*Globorotalia miocenica*, *G. pertenuis*, *G. exilis*, *Sphaeroidinella dehiscens*, *Pulleniatina obliquiloculata*) встречаются спорадически. Заметно возрастает роль субтропических видов *Globorotalia crassaformis*, *G. margaritae*, *G. hirsuta*, *G. puncticulata*, *G. inflata*, *G. truncatulinoides*, *Globigerinoides ruber*, *G. extremus*. Становятся обильными представители умеренной группы: *Globigerina bulloides*, *G. apertura*, *G. quinqueloba*, *Globigerinita glutinata*, *Neogloboquadrina pachyderma* dex. Очевидно, развитие подобных палеоценозов определяется не только положением скв. 369 и 397 на границе тропической и субтропической зон, но и влиянием Канарского холодного течения и апвеллингом у континентального склона Маавритании. Биоценозы целого ряда видов планктонных фораминифер здесь особенно нестабильны, подчиняясь влиянию как общей климатической зональности, так и местных биономических факторов.

3.2.2. Северная часть

В северной части субтропической области были изучены плиоцен-четвертичные осадки скважин 608, 410 и 412.

Скважина 608

Скважина 608 (42°50' с.ш., 23°05' з.д.) пробурена на глубине 3526 м на южном склоне Ко-

ролевского прогиба (King's Trough) к востоку от Срединно-Атлантического хребта. Суммарная мощность плиоценовых и четвертичных отложений этой скважины составляет около 160 м. Фауна фораминифер характеризуется хорошей сохранностью, практически нет горизонтов растворения, а переотложение отмечается только в верхах 8 и в 7 керне.

В отложениях скважины выделены следующие зональные подразделения: зона *Globorotalia margaritae*, нерасчлененный интервал зон *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*, а

также *Globorotalia truncatulinoides* с подзонами *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*, *Globigerina bermudezi*. Подзона *Globorotalia fimbriata* не выделяется из-за отсутствия индекса-вида.

Раннеплиоценовая зона *Globorotalia margaritae* установлена в интервале от 17 до середины 12 керна (рис. 9). В нижнем образце 608-17-3, 95–97 см, присутствуют оба подвида – *Globorotalia margaritae margaritae* и *G. margaritae evoluta*. У основания зоны отмечается присут-

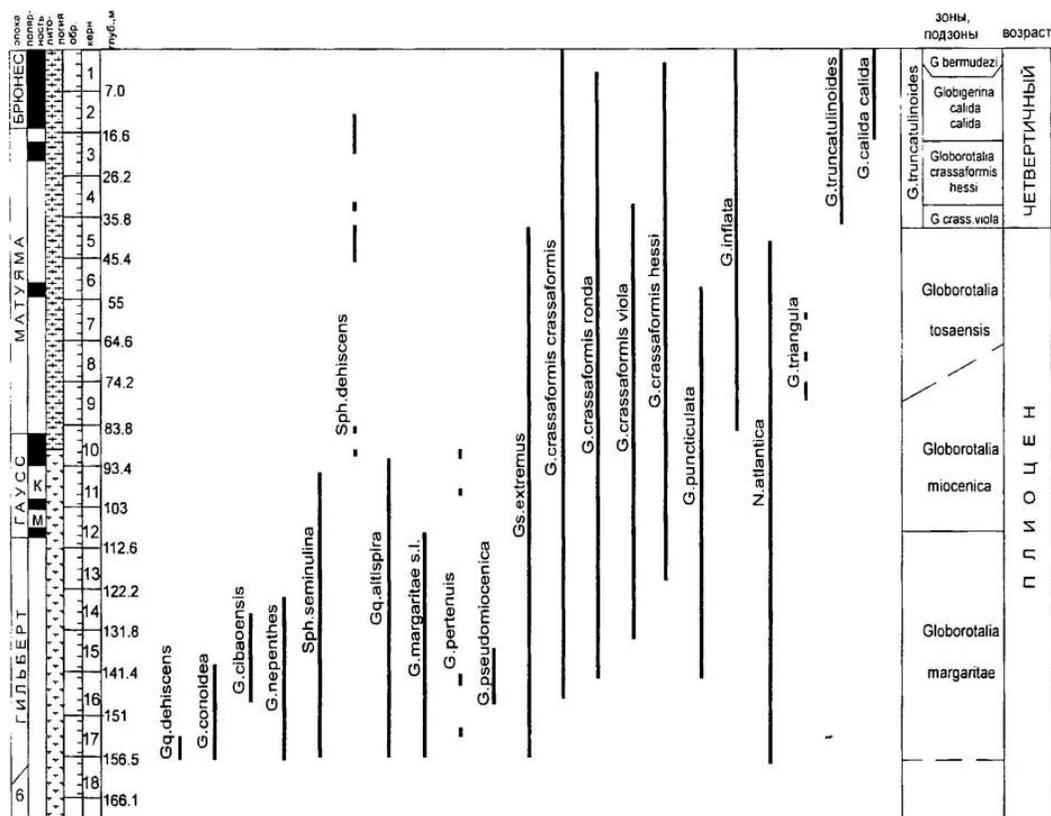


Рис. 9. Распространение стратиграфически важных видов планктонных фораминифер в скв. 608 Проекта глубоководного бурения. Условные обозначения см. на рис. 6

Fig. 9. Distribution of major planktonic foraminifer species in DSDP Site 608. Symbols as in Fig. 6

ствии *Globoquadrina dehiscens*, которая выше исчезает, а также отчетливый узкий горизонт с правозавитыми *G. margaritae* (так же, как в осадках скв. 397). Комплекс зоны включает следующие виды: *Globorotalia acostaensis*, *G. humerosa*, *Globigerina nepenthes*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globoquadrina altispira*, *Globigerinoides extremus*, *Neogloboquadrina atlantica* sin., *Globigerina apertura*, *G. microstoma*, *G. obesa*. Кроме того, постоянно присутствуют довольно многочисленные *Globigerinita glutinata*, *Globigerina bulloides*, *Globorotalia scitula* и *Neogloboquadrina pachyderma* dex и sin. Благодаря более северному расположению скважины тепловодные *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus*, *G. sacculifer* довольно редки.

Черта, которая отличает микрофауну скв. 608 от таковой из вышеописанных скважин, это присутствие *Globorotalia conoidea* и *G. conomiozea* в нижней части зоны *Globorotalia margaritae*. Они встречаются до обр. 608-15-5, 95–97 см. Эти виды в южном полушарии считались миоценовыми представителями умеренных широт, и некоторые авторы определяли по их присутствию миоценовый возраст отложений (Elmstrom, Kennett, 1985). Однако, как видно из предлагаемого материала по Северной Атлантике, они продолжали существовать и в низах плиоцена. Эти виды встречаются также в умеренной области Атлантики, т.е. географический интервал их распространения в северном полушарии примерно от 40° до 60° с.ш. В нижней половине зоны *Globorotalia margaritae* встречается еще один вид, отсутствующий в южных широтах, это *Globorotalia cibaensis*. Он отмечен в интервале от обр. 608-16-5, 95–97 см до обр. 608-14-4, 96–98 см.

В отличие от микрофауны южносубтропической скв. 397, наиболее тепловодные виды плиоцена, такие, как *Globorotalia pertenuis* и *G. pseudomiocenicica*, встречаются здесь спорадически (см. рис. 9).

В средней части зоны появляется группа видов *Globorotalia crassaformis* и *G. puncticulata*. Подвид *G. crassaformis crassaformis* впервые присутствует в обр. 608-16-5, 95–97 см, чуть выше (обр. 608-16-3, 96–98 см) появляются *G. crassaformis ronda* и *G. puncticulata*. В обр. 608-15-2, 95–97 см, начинает свое развитие *G. crassaformis viola*, а еще выше – *G. crassaformis hessi* (обр.

608-13-6, 97–99 см). Как видим, в более северных районах *G. crassaformis hessi* появляется позднее.

В верхней половине зоны заканчивает свое развитие *Globigerina nepenthes* (обр. 608-14-2, 96–98 см). Последнее присутствие *G. margaritae* s.l. зафиксировано в обр. 608-12-4, 100–102 см, и отмечает верхнюю границу соответствующей зоны. *G. margaritae* в этой скважине исчезает у основания палеомагнитного эпизода Маммут эпохи Гаусса, т.е. немного раньше, чем в скв. 397.

Следующий стратиграфический интервал, выделенный в разрезе скважины, соответствует двум нерасчлененным плиоценовым зонам *Globorotalia miocenicica* и *Globorotalia tosaensis*. Вследствие своей тепловодности два вида-маркера зоны *Globorotalia miocenicica* – индекс-вид и *Globorotalia exilis* – не встречены в осадках скв. 608. Поэтому выделить зону *Globorotalia miocenicica* не представляется возможным. Очевидно, севернее широты 40° разрешающие возможности низкоширотной шкалы Болли становятся ограниченными. Тем не менее внутри позднелиоценового интервала двух нерасчлененных зон можно наметить несколько стратиграфических реперов.

В нижней части этого интервала заканчивают свое развитие *Sphaeroidinellopsis seminulina* (обр. 608-11-1, 101–103 см) и *Globoquadrina altispira* (обр. 608-10-6, 96–98 см). В данной скважине их распространение сходно с таковым в скв. 397. Еще выше (обр. 608-10-5, 96–98 см) отмечается последнее присутствие *Globorotalia pertenuis* и одновременно первое – *Sphaeroidinella dehiscens*. В осадках этого интервала появляются такие позднелиоценовые виды, как *Globorotalia tosaensis*, *G. inflata* и *G. triangula*, что позволяет коррелировать верхнюю половину интервала с зоной *Globorotalia tosaensis*.

Основу комплекса планктонных фораминифер нерасчлененных зон *Globorotalia miocenicica* и *Globorotalia tosaensis* составляют следующие виды: *Globorotalia crassaformis*, *G. puncticulata*, *G. inflata*, *G. praehirsuta*, *G. humerosa*, *Neogloboquadrina atlantica* sin., *N. pachyderma*, *Globigerinoides extremus*, *Orbulina universa*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinella siphonifera* и другие. В небольших

количествах, но постоянно встречаются также представители тепловодных *Globigerinoides*.

Верхняя граница интервала зон *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*, соответствующая плиоцен-четвертичной границе, проводится по появлению *Globorotalia truncatulinoides* в обр. 608-5-2, 96–98 см. Немного ниже этой границы исчезают *Globigerinoides extremus* и *Neogloboquadrina atlantica* sin. Зона *Globorotalia truncatulinoides* в осадках скважины 608 разделяется на подзоны *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida* и (условно) *Globigerina bermudezi*.

В основании нижнечетвертичной подзоны *Globorotalia crassaformis viola* и в нижележащем образце, так же как в скв. 397, прослеживается упомянутый выше горизонт с *Neogloboquadrina atlantica* dex, совпадающий с горизонтом *N. pachyderma* dex. Большинство видов комплекса переходит из позднего плиоцена. Верхняя граница подзоны проводится по исчезновению индекс-формы в обр. 608-4-6, 94–96 см, и, возможно, ее мощность является здесь сокращенной благодаря перерыву осадконакопления.

Подзона *Globorotalia crassaformis hessi* выделена в интервале от обр. 608-4-5, 94–96 см, до обр. 608-3-5, 99–101 см. Ее комплекс фораминифер характеризуется обилием экземпляров индекс-формы, которая достигает здесь наиболее крупных размеров. Другие виды представлены *Globigerina bulloides*, *Globigerinella siphonifera*, *Globigerinita glutinata*, *Orbulina universa*, *Neogloboquadrina pachyderma*, *Globorotalia inflata*, *G. crassaformis crassaformis*, *G. crassaformis ronda*. Встречаются тепловодные *Globorotalia duertrei*, *Globigerinoides ruber*, *G. conglobatus*, реже *Sphaeroidinella dehiscens*. Тропические *Globigerinoides trilobus* и *G. sacculifer* в осадках этой подзоны отсутствуют (но снова появляются в вышележащей подзоне).

Подзона *Globigerina calida calida* выделяется по появлению индекс-вида и в целом отличается от предыдущей более тепловодным комплексом, который включает кроме перечисленных видов также тропические формы *Globigerinoides sacculifer*, *G. trilobus*, *Pulleniatina obliquoculata* и даже отдельные экземпляры *Globorotalia culvata*, *G. tumida* и *G. unguolata*. На фоне тепловодной фауны в керне 2 (от обр. 608-2-3, 108–

110 см, до обр. 608-2-1, 68–70 см) выделяется интервал, очевидно соответствующий похолоданию. В верхней части подзоны встречены довольно редкие экземпляры розовоокрашенной *Globigerinoides ruber*. По-видимому, широта 42–45° – это северная граница их распространения. Верхняя граница подзоны проводится в обр. 608-1-3, 98–100 см, по последнему присутствию *Globorotalia crassaformis hessi*.

Вышележащие осадки отнесены к подзоне *Globigerina bermudezi*, самая верхняя плейстоценовая подзона *Globorotalia fimbriata* не выделяется.

Скважины 410 и 412

Скважина 410 (45°31' с.ш., 29°29' з.д.) расположена на западной стороне гребня Срединно-Атлантического хребта в районе магнитной аномалии 5 (9,75–10,95 млн. л.), ближайшей к гребню хребта. Скважина вскрывает осадки от верхнего миоцена до плейстоцена, в основном это наннопланктонные илы. Она располагается на самой границе субтропической и умеренной областей, немного севернее скв. 608 (см. рис. 4). Однако благодаря тому, что она находится в зоне действия теплого Северо-Атлантического течения, в ее осадках распространены практически все зональные формы плиоцена и плейстоцена и могут быть выделены все стратиграфические подразделения тепловодной шкалы, за исключением голоценовой подзоны *Globorotalia fimbriata* (рис. 10)

В керне 29 вскрыты осадки позднего миоцена (верхняя часть зоны *Globorotalia humerosa*) со следующим комплексом планктонных фораминифер: *Globorotalia merotumida*, *G. plesiotumida*, *G. acostaensis*, *G. pseudomiocenica*, *G. scitula*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides obliquus*, *G. extremus*, *Globoquadrina altispira*, *Sphaeroidinellopsis seminulina* и др.

Низы зоны *Globorotalia margaritae* вскрываются в 22 керне, осадки характеризуются меньшим количеством представителей миоценовой фауны, например, *Globorotalia merotumida* отсутствует, а *G. plesiotumida* редка. Но еще встречается *Globoquadrina dehiscens*, другие виды включают *Globorotalia margaritae margaritae*, *G. margaritae evoluta*, *Globoquadrina altispira*, *Globigerina nepenthes*, *Sphaeroidinellopsis*

влияния теплого течения комплекс планктонных фораминифер содержит немногочисленные экземпляры *Globorotalia exilis* и индекс-вида, что дает возможность выделения этой зоны. Наиболее часто здесь встречаются *Globorotalia puncticulata*, подвиды *G. crassaformis*, *G. prae-hirsuta*, *G. humerosa*, *G. sciutula*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*, *Orbulina universa*, *Neogloboquadrina atlantica* sin., *N. pachyderma*, заметной становится холодноводная *Globigerina quinqueloba*. Верхняя граница зоны проводится по последнему присутствию *Globorotalia miocenica* (обр. 410-14-1, 100-102 см).

Зона *Globorotalia tosaensis* характеризуется значительным содержанием индекс-вида и большей холодноводностью комплекса. Здесь сравнительно многочисленны *Neogloboquadrina pachyderma*, *Globigerina quinqueloba*, *Globorotalia inflata*. Вблизи кровли зоны отмечаются формы, переходные к *Globorotalia truncatulinoides*. Верхняя граница проводится по появлению последнего вида.

Основание зоны *Globorotalia truncatulinoides* (обр. 410-11-4, 39-41 см), как и в ряде других скважин, совпадает с заметным потеплением, о чем можно судить по составу комплекса. В нижней части подзоны *Globorotalia crassaformis viola* еще сохраняются *G. tosaensis* и *Neogloboquadrina atlantica* sin., встречаются *Sphaeroidinella dehiscens* и тепловодные глобигериноидесы. Внутри подзоны, несколько выше, чем в предыдущих скважинах, прослеживается горизонт правозавитых *Neogloboquadrina atlantica*. Последнее присутствие индекс-формы (обр. 410-10-1, 107-109 см) фиксирует верхнюю границу подзоны *Globorotalia crassaformis viola*.

Подзона *Globorotalia crassaformis hessi* характеризуется комплексом, сходным с таковым из скв. 608, за исключением того, что тепловодные *Globigerinoides trilobus* и *G. sacculifer* присутствуют в единичных экземплярах. В верхней половине подзоны (обр. 410-5-5, 94-96 см) отмечаются более холодноводные комплексы фораминифер, в которых левозавитая *Neogloboquadrina pachyderma* впервые в этой скважине преобладает над *N. pachyderma* dex.

Появление *Globigerina calida calida* (обр. 410-5-4, 102-104 см) фиксирует нижнюю границу одноименной подзоны. Подзона характеризу-

ется относительно более тепловодными комплексами, в которых наряду с обильными *Globorotalia inflata*, *G. truncatulinoides*, *G. sciutula*, *G. crassaformis*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinella siphonifera*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinoides ruber* встречаются *Sphaeroidinella dehiscens*, *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *Globorotalia cultrata*, *G. unguata* и *Pulleniatina obliquiloculata*. Появление индекс-формы в этой скважине совпадает с появлением *Globigerinoides ruber* pink, что согласуется с данными из тропической Атлантики и еще раз подтверждает влияние теплого Северо-Атлантического течения. Кроме того, в средней части подзоны исчезает *Globorotalia crassaformis ronda*, так же как в более южных областях. Кровлю подзоны *Globigerina calida calida* отмечает последнее присутствие *Globorotalia crassaformis hessi* в обр. 410-3-1, 86-88 см. Таким образом, в данной скважине прослеживается распространение подвидов *G. crassaformis*, которое наблюдалось во многих скважинах и колонках с ненарушенным залеганием осадков.

Вышележащие осадки кернов 2 и 1 отнесены к подзоне *Globigerina bermudezi*. Они содержат несколько обедненные и холодноводные комплексы фораминифер. Верхняя подзона *Globorotalia fimbriata* не выделена.

Скважина 412 (36°34' с.ш., 33°10' з.д.) пробурена вблизи гребня Срединно-Атлантического хребта в долине зоны разлома над магнитной аномалией возрастом 1,6 млн. л., поэтому в ней вскрываются только четвертичные отложения мощностью около 160 м (рис. 11). Она расположена южнее вышеописанных скважин 410 и 608, что отразилось на составе комплексов. В образцах насчитывается до 20 видов планктонных фораминифер.

В осадках скважины выделяются все пять подзон четвертичной зоны *Globorotalia truncatulinoides*.

Верхняя часть подзоны *Globorotalia crassaformis viola* вскрывается в 10 керне и характеризуется присутствием индекс-вида, а также довольно богатым и тепловодным комплексом. В отличие от четвертичных осадков скв. 410 здесь обильны тропические *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *Pulleniatina obliquiloculata* и *Globorotalia duertrei*, а также встречаются все остальные четвертичные виды. В осадках подзо-

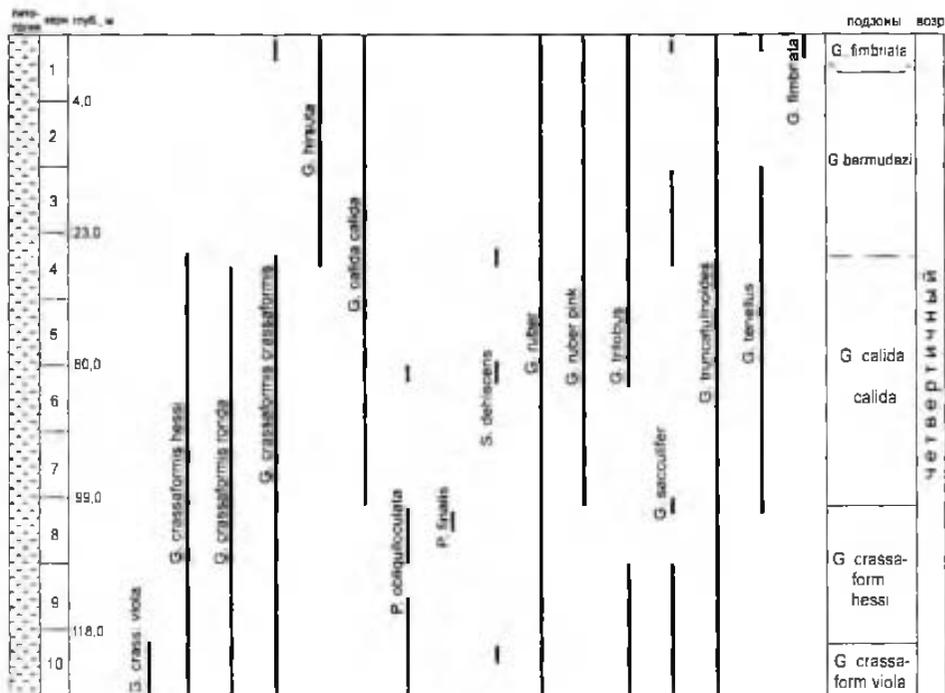


Рис. 11. Планктонные фораминиферы в отложениях скв. 412 Проекта глубоководного бурения. Условные обозначения см. на рис. 6

Fig. 11. Pliocene-Quaternary planktonic foraminifers in DSDP Site 412. Symbols as in Fig. 6

ны присутствуют единичные экземпляры *Neoglobobulimina atlantica* dex.

Подзона *Globobulimina crassaformis hessi* отличается менее богатыми комплексами, и в ее интервале фиксируется некоторое похолодание, о чем свидетельствует мелкая угнетенная фауна в ряде образцов.

Появление *Globigerina calida calida* и *Globigerinoides ruber pink* в обр. 412-8-1, 98–100 см, отмечает нижнюю границу подзоны *Globigerina calida calida*. В ее осадках наряду с обычным комплексом встречается *Globigerinoides tenellus* и появляется *Globobulimina hirsuta*. Внутри подзоны исчезает *G. crassaformis ronda*, а исчезновение *G. crassaformis hessi* фиксирует

кровлю подзоны *Globigerina calida calida* в обр. 412-4-1, 164–166 см.

Выше выделяется подзона *Globigerina bermudezi* до уровня обр. 412-2-1, 85–87 см. В осадках этой подзоны в данной скважине почти полностью отсутствуют и *Globobulimina hirsuta*, и *G. crassaformis*.

Подзона *Globobulimina fimbriata*, соответствующая голоцену, выделена по присутствию индекс-вида (обр. 412-1-1, 33–35 см).

Таким образом, рассмотрение стратиграфии скважин 608, 410 и 412 приводит к следующим выводам.

1. В северной части субтропической области плиоцен-четвертичные комплексы планктонных

фораминифер включают те же виды, что и в южносубтропической зоне. Различие заключается в соотношении тропических и бореальных видов в комплексе. Многочисленными, а то и редкими становятся *Globoquadrina altispira*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globorotalia pseudomiocenica*, *Globigerinoides sacculifer* и *G. trilobus*, единично встречаются или отсутствуют в ряде образцов *Globorotalia exilis*, *G. miocenica*, *G. perienus*. Зато в изобилии представлены *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*, *Globorotalia scitula*, *Neogloboquadrina pachyderma* и *N. atlantica* sin.

2. В результате постепенного изменения систематического состава комплексов к северной границе субтропической области выделение всех подразделений низкоширотной зональной шкалы становится проблематичным. В северо-восточной части субтропической области (скв. 608) плиоценовые осадки расчленяются только на два крупных подразделения: зону *Globorotalia margaritae* и объединенный интервал зон *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*, хотя внутри него можно наметить ряд дополнительных маркеров. Это – появление *Globorotalia crassaformis* и исчезновение *Sphaeroidinellopsis seminulina* и *Globoquadrina altispira*. В то же время в северо-западном районе субтропической области (скв. 410) выделены все подразделения шкалы Г. Болли, несмотря на то, что скв. 410 расположена чуть севернее скв. 608. Такая своеобразная инверсия предположительно связана с влиянием гидрологических условий на состав планктонных фораминифер, т.е. на возможность зональной стратиграфии.

3.3. БОРЕАЛЬНАЯ И СУБАРКТИЧЕСКАЯ ОБЛАСТИ

3.3.1. Южная часть бореальной области

В этой области Северной Атлантики пробурены три скважины: 609 (49°53' с.ш., 24°14' з.д., глубина 3883 м), 610 (53°13' с.ш., 18°53' з.д., глубина 2417 м) и 611 (52°50' с.ш., 30°18' з.д., глубина 3195 м) (Ruddiman et al., 1987). Нами было

изучено распределение планктонных фораминифер из осадков плиоцена и квартера, вскрытых скважинами 609 и 611.

Скважина 609

Скв. 609 расположена в дистальной части восточного склона Срединно-Атлантического хребта Светло-серый и белый наннопланктонный мел верхнего миоцена согласно перекрывается толщей белого плиоцена согласно перекрывается толщей белого наннопланктонного ила с высоким содержанием CaCO₃, относящегося к нижнему плиоцену. В верхнем плиоцене возрастает содержание глинистого материала, и осадки этого возраста представлены чередованием белого наннопланктонного ила и оливковых или светло-зеленых мергелистых наннофораминиферных илов. В четвертичное время количество глинистого материала еще более возрастает, и в разрезе наблюдается переслаивание известковистых глин, мергелистых фораминиферо-наннопланктонных илов и чистых наннофораминиферных илов. Отдельные прослои обогащены терригенным обломочным материалом ледового разноса. Скорости осадконакопления в этом районе были весьма высокими и общая мощность плиоцен-четвертичных осадков достигает 320 м, из них 190 м приходится на плиоцен и 130 м – на квартал. При бурении через толщу четвертичных осадков применялся ударно-гидравлический метод, что имело результатом высокий процент выхода ненарушенного керна.

Скорости осадконакопления были особенно значительны в позднем плиоцене и квартере (до 70–73 м/млн л.). В позднем миоцене и раннем плиоцене они были существенно ниже (36–49 м/млн л.). Эти высокие темпы накопления осадков в сочетании с их ненарушенностью при бурении позволили надежно определить палеомагнитные эпохи Брюнес, Матуяма, Гаусс, Гильберт и хрон 5 и связать с ними биотические события.

Отличительной особенностью органогенных илов верхнего миоцена и базальных слоев плиоцена в этой скважине является почти полное отсутствие кремневого планктона. В кровле нижнего плиоцена лояляются радиолярии и диатомеи. В осадках верхнего плиоцена и квартера диатомеи становятся обильными, что позволяет выделить зоны *Nitzschia jouseae*, *Nitzschia marina*

(верхний плиоцен). *Nitzschia reinholdii* и *Pseudoemotia doliohus* (квартер) (Baldauf, 1987).

Снизу вверх по разрезу в скв. 609 по планктонным фораминиферам выделяются следующие зональные и подзональные единицы (рис. 12).

В зоне *Globorotalia humerosa* (или *Globorotalia plesiotumida* – терминальная часть верхнего миоцена) планктонные фораминиферы затронуты сильным избирательным растворением, но видовой состав их довольно разнообразен (ин-

тервал от обр. 609-38-2, 98–100 см, до обр. 609-37-4, 98–100 см). В количественном отношении преобладают *Globorotalia acostaensis*, *G. humerosa*, *G. cibaensis*, *Neogloboquadrina pachyderma*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*. Постоянно, но в небольшом количестве экземпляров присутствуют *Orbulina universa* и *Globorotalia scitula*. Стратиграфически важные виды редки или единичны: *Globorotalia plesiotumida*, *G. conoidea*, *G. conomiozea*, *Globigerina nepenthes*,

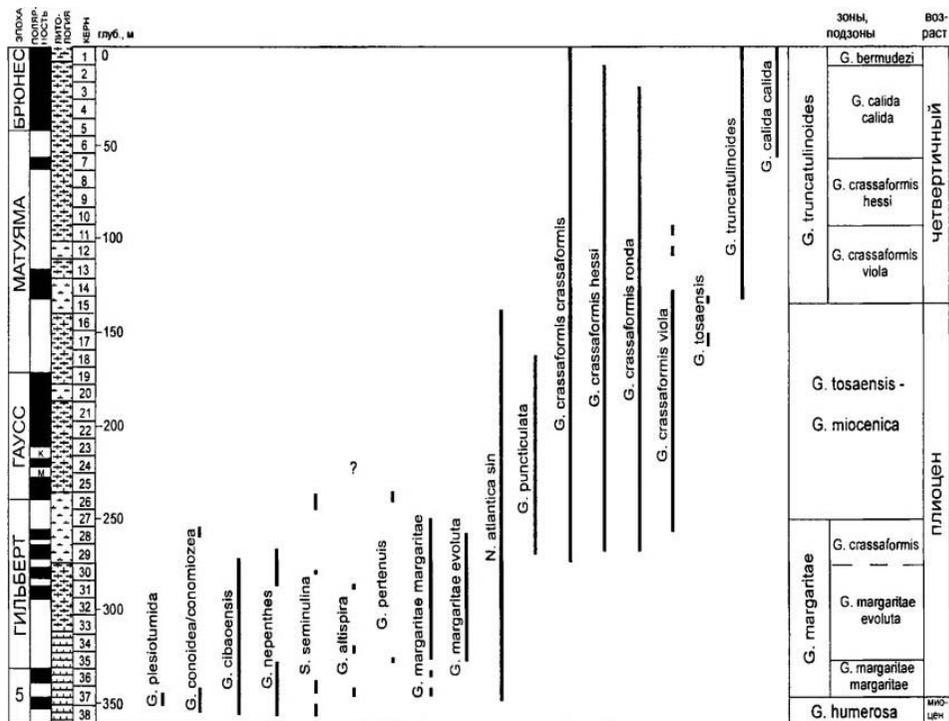


Рис. 12. Распространение планктонных фораминифер и стратиграфическое расчленение плиоцен-четвертичных отложений скв. 609 Проекта глубоководного бурения. 1 – наннопланктонный мел. Остальные условные обозначения см. на рис. 6

Fig. 12. Planktonic foraminifera and biostratigraphy of Pliocene-Quaternary sediments in DSDP Site 609. 1 – nannofossil chalk. Other symbols as in Fig. 6

Sphaeroidinellopsis seminulina. В кровле появляются единичные *Globorotalia margaritae primitiva* и *G. margaritae margaritae*.

Нижний плиоцен включает подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* (интервал от обр. 609-37-2, 98–100 см, до обр. 609-35-3, 97–99 см) и *Globorotalia margaritae evoluta* (от обр. 609-35-2, 97–99 см, до обр. 609-27-4, 68–70 см). Комплексы планктонных фораминифер этих подзон близки. Основной фон составляют *Globorotalia acostaeensis*, *G. humerosa*, *G. cibaensis*, *G. scitula*, *Orbulina universa*, *Neogloboquadrina pachyderma*, *N. atlantica* sin., *Globigerinita glutinata*, *Globigerina bulloides*, *G. apertura*, *G. microstoma*, причем многие из этих видов обычны и для подстилающих отложений верхнего миоцена. В осадках этого интервала встречаются также *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globoquadrina altispira*, *Globigerina nepenthes*, *Globigerinoides trilobus*, *G. extremus*, *G. obliquus*, но они присутствуют в качестве редких или даже единичных экземпляров. К новым элементам микрофауны в подзоне *Globorotalia margaritae margaritae* относится индекс-подвид в сочетании с единичными экземплярами *Globigerinoides conglobatus* и *G. sacculifer*.

Подзона *Globorotalia margaritae evoluta* характеризуется типичными экземплярами этого зонального подвида совместно с *G. margaritae margaritae*. В кровле подзоны установлены относительно редкие особи *Globorotalia conoidea* и *G. conomiozea*.

В верхней части подзоны фиксируются последние экземпляры *Globorotalia cibaensis* (обр. 609-29-6, 68–70 см) и *Globigerina nepenthes* (обр. 609-29-2, 100–102 см). В этой же верхней части отмечены события появления *Globorotalia crassaformis* s.l. (обр. 609-29-5, 100–102 см) и *Globorotalia punctulata* (обр. 609-29-3, 100–102 см). Таким образом, в верхнем слое подзоны *Globorotalia margaritae evoluta* совместно встречаются подвиды *Globorotalia margaritae*, *G. punctulata* и *G. crassaformis* (*crassaformis*, *ronda*, *hessi*). Очевидно, этот интервал можно коррелировать с нижней половиной местной зоны *Globorotalia punctulata* Средиземноморья, помещаемой в кровлю занкийского яруса, где перекрываются стратиграфические диапазоны *G. margaritae* и *G. punctulata* (Zachariasse, 1975).

В самом верху подзоны появляется *Globorotalia crassaformis viola* (обр. 609-28-1, 99–101 см).

Выше выделяется интервал зон *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*, в котором по составу комплекса можно выделить аналоги соответствующих зон. К зоне *Globorotalia miocenica* условно отнесены отложения, располагающиеся между кровлей зоны *Globorotalia margaritae evoluta* и появлением индекс-вида вышележащей зоны *Globorotalia tosaensis* (в обр. 609-17-5, 95–97 см). В комплексе планктонных фораминифер к новым элементам принадлежат обильная *Globorotalia punctulata* и несколько менее частая *G. crassaformis* (*crassaformis*, *ronda*, *hessi*, *viola*). Основная группа видов включает долгоживущие *Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *G. microstoma*, *Globorotalia scitula*, *G. humerosa*, *Orbulina universa*, *Neogloboquadrina pachyderma*, *N. atlantica*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinella siphonifera*. Единично встречаются *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus*, *G. sacculifer*, *G. extremus*. Виды *Globorotalia*, типичные для осадков этой зоны в тропическом и субтропическом поясах, полностью отсутствуют. В нижней части интервала отмечены последние экземпляры *Sphaeroidinellopsis seminulina* и *Globorotalia pertenuis* (обр. 609-26-2, 98–100 см). При бортовых исследованиях в керне 24 была обнаружена последняя *Globoquadrina altispira* (Weaver, 1987), которая в плиоцен-четвертичном интервале скважины чрезвычайно редка.

Интервал, относимый нами условно к зоне *Globorotalia tosaensis* (от обр. 609-17-5, 95–97 см, до обр. 609-15-3, 103–105 см), характеризуется развитием очень редких экземпляров индекс-вида и многочисленных *G. inflata*, *G. punctulata* практически исчезает. В кровле зоны заканчивают свое существование *Neogloboquadrina atlantica* и *Globigerinoides extremus*, которые здесь очень редки. Основной фон микрофауны состоит из тех же представителей родов *Globigerina*, *Globigerinita*, *Globigerinella*, *Orbulina*, *Globorotalia*, а также *Neogloboquadrina pachyderma*, что и в подстилающих осадках. Редки или единичны *Globigerinoides ruber*, *G. conglobatus*, *G. sacculifer*.

Подшоша четвертичных отложений (зона *Globorotalia truncatulinoides*) проводится на уровне обр. 609-15-1, 98–100 см, где появляются единичные мелкие экземпляры индекс-вида. Этому уров-

но соответствует основание палеомагнитного эпизода Олдувей. Непосредственно ниже, как уже указывалось, исчезает *Neogloboquadrina atlantica* (обр. 609-15-3, 103-105 см) и *Globigerinoides extremus* (обр. 609-15-5, 103-105 см).

По всему разрезу четвертичных отложений встречаются *Neogloboquadrina pachyderma* dex и sin, *Globorotalia scitula*, *G. inflata*, *G. crassaformis crassaformis*, *G. dutertrei*, *Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *G. calida praecalida*, *Globigerinita glutinata*, *Orbulina universa*, *Globigerinella siphonifera*, однако распределение их крайне неравномерное, подчиняющееся климатическим колебаниям. В периоды похолоданий доминируют *Neogloboquadrina pachyderma* sin, *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*, *Globorotalia inflata* (обычно в образцах присутствует обломочный материал ледового разноса). В эпохи потеплений резко возрастает роль *Neogloboquadrina pachyderma* dex и наблюдаются единичные или редкие экземпляры *Globigerinoides tenellus*, *G. ruber*, *G. conglobatus*, *G. trilobus* и *Pulleniatina obliquiloculata*. Распределение самого индекс-вида *Globorotalia truncatulinoides* также весьма неравномерное. В интервале кернов 15-11 этот вид очень редок, в ряде образцов он отсутствует. Несколько чаще и более постоянно *G. truncatulinoides* наблюдается в кернах 10-1, но и здесь некоторые образцы лишены этого таксона.

На основании распределения немногочисленных экземпляров *Globorotalia tosaensis*, *G. crassaformis viola*, *G. crassaformis hessi* и *Globigerina calida calida* четвертичные осадки скв. 609 подразделяются на следующие стратиграфические единицы:

подзона *Globorotalia crassaformis viola*, где этот таксон сосуществовал с *G. truncatulinoides*, а в нижней части интервала — и с *G. tosaensis* (от обр. 609-15-1, 98-100 см, до обр. 609-11-1, 105-107 см);

подзона *Globorotalia crassaformis hessi*, которая определяется как интервал от кровли предыдущей подзоны до появления *Globigerina calida calida* (от обр. 609-10-5, 102-104 см, до обр. 609-7-3, 103-105 см). Экземпляры индекс-формы довольно часты во всех образцах;

подзона *Globigerina calida calida*, где присутствуют редкие экземпляры этого подвида совместно с *Globorotalia crassaformis hessi* (от

обр. 609-7-1, 103-105 см, до обр. 609-2-3, 103-105 см). Подошва подзоны совпадает с кровлей палеомагнитного эпизода Харамильо;

подзона *Globigerina bermudezi* выделяется в вышележащих осадках. Голоценовая подзона *Globorotalia fimbriata* в отложениях скв. 609 не фиксируется.

Скважина 611

Скв. 611 (52°50' с.ш., 30°19' з.д., глубина 3230 м) находится у юго-восточного края хребта Гардар, представляющего собой осадочную аккумулятивную возвышенность, которая возникла под влиянием течения из Норвежского моря. Южная оконечность хр. Гардар примыкает к разрывной зоне Чарли-Гиббс, рассекающей Срединно-Атлантический хребет.

Скв. 611 вскрыла непрерывный разрез отложений верхнего миоцена, плиоцена и квартера мощностью около 500 м. Верхний миоцен и нижний плиоцен сложены светло-серыми и зеленовато-серыми наннопланктонными илами и более компактным мелом. В нижнем плиоцене появляются мергелистые прослойки и биогенный кремнезем. Содержание последнего в кровле нижнего плиоцена достигает 10%. Верхний плиоцен и квартал представлены толщей чередующихся светлозеленых и зеленовато-серых известковистых глин, глинистых и чистых наннопланктонных илов. В верхнем плиоцене содержание биогенного кремнезема по-прежнему велико, в квартере оно резко снижается. Мощность отложений плиоцена 220 м, квартера — 80 м. Средняя скорость осадконакопления составляет 58 м/млн. л. Минимальная скорость свойственна гляциальным-межгляциальным осадкам позднего квартера (эпоха Брюнес), а именно 29 м/млн. л. Она возрастает до 36,5 м/млн. л. в раннем квартере. Максимальные значения (80 м/млн. л.) приурочены к пограничным слоям нижнего и верхнего плиоцена, сложенным биогенными карбонатно-кремнистыми илами.

Планктонные фораминиферы в количественном отношении многочисленны, но по видовому составу обеднены. В подавляющем числе образцов они затронуты избирательным растворением. Перечисленные особенности микрофауны затрудняют зональное расчленение отложений (рис. 13).

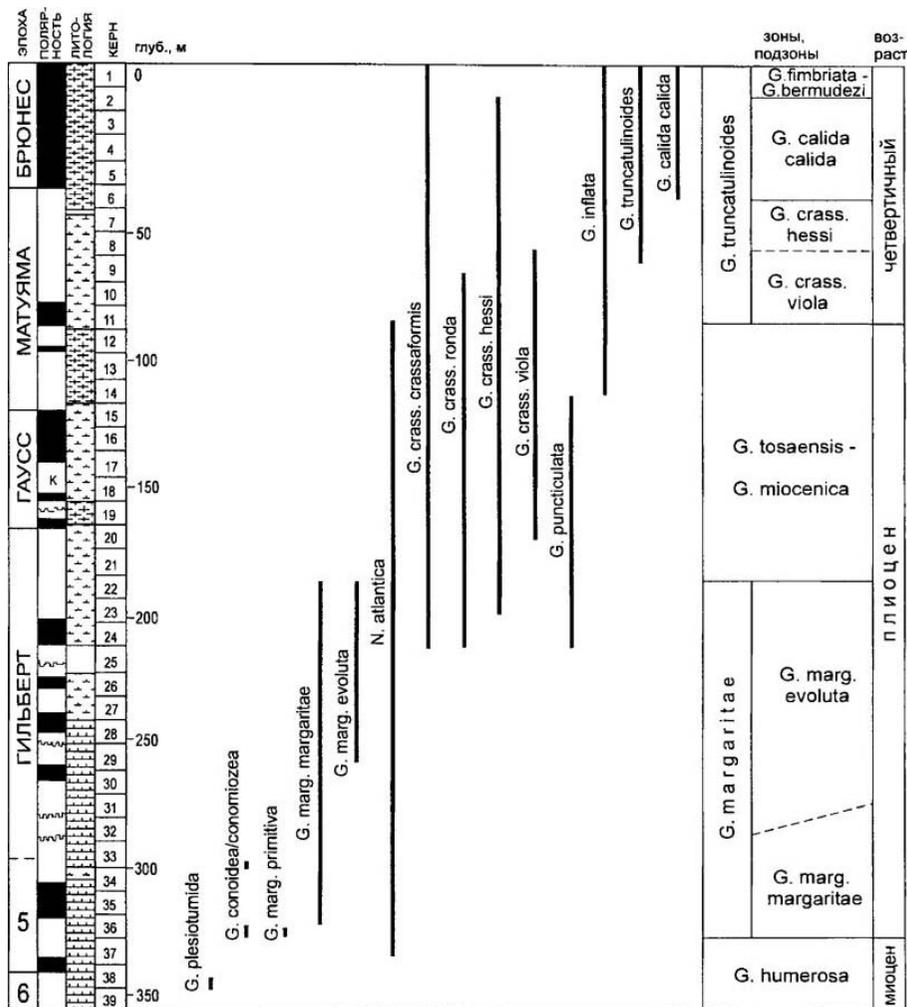


Рис. 13. Распределение планктонных фораминифер и стратиграфическое расчленение плиоцен-четвертичных осадочных скв. 611С Проекта глубоководного бурения. Условные обозначения см. на рис. 6

Fig. 13. Planktonic foraminifers and biostratigraphy of Pliocene-Quaternary sediments in DSDP Site 611C. Symbols as in Fig. 6

Зона *Globorotalia humerosa* (*Globorotalia pleiotumida* по У. Блоу) верхнего миоцена характеризуется единичными экземплярами индексного вида (обр. 611-38-5, 98–100 см) и *G. conomiozea* в сочетании с обильными *G. acostaensis*, более

редкими *Globigerina bulloides*, *G. microstoma*, *Globigerinita glutinata*, *Neogloboquadrina atlantica*, *N. pachyderma* dex и единичными *Orbulina universa* (интервал от обр. 611-39-2, 98–100 см, до обр. 611-36-6, 98–100 см).

Переход от миоцена к нижнему плиоцену постепенный. Последний разделяется на две подзоны.

В подзоне *Globorotalia margaritae margaritae* встречаются немногочисленные экземпляры *G. margaritae primitiva*, *G. margaritae margaritae*, *G. conomiozea*, *G. cibaensis*, *G. nepenthes*, *G. altispira*, которые сопровождаются обычными *G. aostaensis*, *Neogloboquadrina pachyderma*, *N. atlantica*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata* и редкими *Orbulina universa* и *Globorotalia scitula* (интервал от обр. 611-36-5, 98-100 см, условно до обр. 611-30-5, 98-100 см).

Сходный комплекс сохраняется в подзоне *Globorotalia margaritae evoluta*, но он дополняется редкими *G. margaritae evoluta*, а *G. conomiozea* исчезает (интервал от обр. 611-30-3, 98-100 см, до обр. 611-24-3, 94-96 см). В самой верхней части подзоны совместно встречаются *G. margaritae*, *G. crassaformis* и *G. punctulata*, т.е. наблюдается такое же перекрытие стратиграфических диапазонов этих таксонов, как и в скв. 609.

Более молодые плиоценовые отложения подразделяются на две части в пределах нерасчлененного интервала, соответствующего зонам *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*. Он характеризуется одинаковым "фоном" планктонных фораминифер: *Neogloboquadrina atlantica*, *N. pachyderma*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*, *Globorotalia crassaformis crassaformis*, *G. crassaformis ronda*, *G. crassaformis hessi* в сочетании с редкими или единичными экземплярами *Orbulina universa*, *Globigerinoides extremus*, *G. ruber*, *Globorotalia crassaformis viola*. Отличие заключается в том, что в нижней части в массовом количестве экземпляров встречается *Globorotalia punctulata* (от обр. 611-23-2, 68-70 см, до обр. 611-15-3, 100-102 см), а в верхней части столь же обильна *Globorotalia inflata* в сочетании с *Neogloboquadrina atlantica* (от обр. 611-14-5, 102-104 см, до обр. 611-11-3, 99-101 см).

Подшоша четвертичных отложений (зона *Globorotalia truncatulinoides*) проводится на уровне обр. 611-11-3, 99-101 см, ниже которого исчезает *Neogloboquadrina atlantica*. Единичные мелкие экземпляры индекс-вида появляются выше, в обр. 611-9-1, 98-100 см. Более стабиль-

но *Globorotalia truncatulinoides* встречается, начиная с обр. 611-5-3, 99-101 см. По видовому составу комплекс планктонных фораминифер обедненный: преобладают *Neogloboquadrina pachyderma*, *Globorotalia inflata*, *G. crassaformis crassaformis*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*. Им сопутствуют более редкие *Globorotalia scitula*, *G. crassaformis hessi*, *Globigerina quinqueloba*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides ruber*, *Globigerinella siphonifera*. В нижних слоях четвертичных отложений встречаются редкие экземпляры *Globorotalia crassaformis viola*, что позволяет выделить одноименную подзону в интервале от обр. 611-11-3, 99-101 см, до обр. 611-8-5, 101-103 см. Вышележащие осадки мы относим к подзоне *Globorotalia crassaformis hessi*, а в обр. 611-6-3, 96-98 см, появляется *Globigerina calida calida*, фиксируя основание одноименной подзоны. Ее верхняя граница проводится нами на уровне обр. 611-2-2, 98-100 см, где встречаются последние в этом разрезе экземпляры *G. crassaformis hessi*. Самый верхний интервал мы относим к нерасчлененным подзонам *Globigerina bermudezi* - *Globorotalia fimbriata*.

Планктонные фораминиферы из осадков плиоцена и квартера высокоширотных скважин 609 и 611 имеют много общего, но также и некоторые отличия. Объединенный таксономический состав их ассоциаций свидетельствует о том, что они обитали у северной границы области их стратиграфической разрешаемости. Доминируют толерантные долгоживущие виды родов *Globorotalia* (с округлым периферическим краем), *Globigerina*, *Neogloboquadrina*, *Globigerinita*, типичные для умеренной (бореальной) области. Представители субтропических *Globorotalia* с килеватым краем, *Globigerinoides*, *Sphaeroidinellopsis*, *Globoquadrina* редки или единичны. Однако использование именно этих видов нередко позволяет стратифицировать осадки.

Зональное расчленение наиболее надежно в "теплом" нижнем плиоцене, где выделяются подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* и *Globorotalia margaritae evoluta*. В значительной степени это связано с самим видом *Globorotalia margaritae*. Мы вполне согласны с характеристикой этого толерантного вида, данной Г. Болли и Дж. Саундерсом (Bolli, Saunders, 1985, стр. 217): "По сравнению с другими индекс-видами план-

ктонных фораминифер плиоцена, *Globorotalia margaritae* является замечательным космополитным видом с глобальным распространением в тропической, субтропической и умеренной областях Атлантического, Тихого и Индийского океанов, а также в Средиземноморской провинции.” В нижнем плиоцене скв. 609 еще встречаются виды субтропической принадлежности: *Sphaeroidinellopsis semimulina*, *Globigerina nepenthes*, *Globoquadrina altispira*, *Globigerinoides ruber*, *G. sacculifer*, *G. conglobatus*, *G. extremus*. В скв. 611 они очень редки или отсутствуют.

Более сложна стратификация отложений “холодного” верхнего плиоцена. В скв. 609 можно выделить примерные аналоги зоны *Globorotalia miocenica* (слои с *Globorotalia puncticulata*) и зоны *Globorotalia tosaensis* (слои с *Globorotalia inflata* и *Neogloboquadrina atlantica*), в которой присутствуют единичные экземпляры индексида. В скв. 611 происходит дальнейшее обеднение комплекса планктонных фораминифер, и расчленил интервал двух верхнеплиоценовых зон, как в тепловодной области Атлантики, невозможно.

Подошва верхнего плиоцена фиксируется уровнем исчезновения *Globorotalia margaritae*, причем в обеих скважинах наблюдается интервал, в котором диапазоны *G. margaritae*, *G. crassaformis* и *G. puncticulata* перекрываются. Выше располагаются слои с *Globorotalia puncticulata* (аналог зоны *Globorotalia miocenica*). Далее следуют слои с *Globorotalia inflata* и *Neogloboquadrina atlantica*, где в скв. 609 присутствует *Globorotalia tosaensis* (аналог одноименной зоны). Наконец, в кровле плиоцена исчезают *Neogloboquadrina atlantica* и *Globigerinoides extremus*, а непосредственно выше, в скв. 609 появляются первые экземпляры *Globorotalia truncatulinoides* (см. рис. 12).

Таким образом, зональные подразделения плиоцена и квартала прослеживаются до 53° с.ш., хотя состав ассоциаций планктонных фораминифер в каждой из зон испытывает некоторые изменения.

Более холодноводный состав планктонных фораминифер в скв. 611 (53° с.ш.) по сравнению с микрофауной из скв. 609 (50° с.ш.) кажется вполне естественным, поскольку первая из них расположена на 3° севернее. Однако в скв. 403

(56° с.ш.), находящейся на плато Рокколл еще на 3° севернее скв. 611, встречаются несколько более тепловодные комплексы планктонных фораминифер, чем в последней (Крашенинников, Былинская, 1994). Там нередки *Globoquadrina altispira*, *Globigerina nepenthes*, *G. calida calida*, *Sphaeroidinellopsis semimulina*, *Globigerinoides extremus*, *G. trilobus*, *G. ruber*, *Globorotalia conoidea*, *G. conomiozea*. Очевидно, здесь происходит наложение местных палеогидрологических условий на палеоклиматическую широтную зональность. Возможно, более холодноводный состав планктонных фораминифер в скв. 611 связан с наличием предполагаемого течения из Норвежского моря, которым обусловлены аккумулятивные образования хребта Гардар (Гардар-дрифт), или с влиянием восточной ветви Лабрадорского течения. В альтернативе нельзя исключать ветви какого-то теплого течения на плато Рокколл (скв. 403). В плане же практической определительской (палеонтологической) работы мы опять сталкиваемся с сочетанием влияния общих и местных биономических факторов и трудностью их разграничения.

3.3.2. Северная часть бореальной области (плато Хаттон-Рокколл)

Плиоцен-четвертичные осадки северной части бореального пояса вскрыты скважинами 403–406 на плато Хаттон-Рокколл (55–56° с.ш., табл. 10). Они содержат обильную фауну фораминифер хорошей сохранности, основное ядро которой составляют бореальные виды широкого стратиграфического диапазона. Преобладание таких видов, как *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*, *Neogloboquadrina pachyderma*, *Globorotalia scitula*, *G. crassaformis*, *G. inflata*, привело к тому, что первые биостратиграфические схемы высоких широт основывались именно на них и были значительно менее детальными, чем в тропической области. Так, например, по схеме У Берггрена (Berggren, 1972) в плиоцен-четвертичном разрезе плато Рокколл выделены три подразделения: зоны *Globorotalia puncticulata*, *Globorotalia crassaformis* и *Globorotalia inflata*. Эти подразделения имеют большой объем, а их

Таблица 10. Местоположение скважин 48 рейса судна "Гломар Челленджер"

Скважина	Координаты	Глубина океана, м
403	56°08.31' с.ш. 23°17.64' з.д.	2301
404	56°03.13' с.ш. 23°14.95' з.д.	2306
405	55°20.18' с.ш. 22°03.49' з.д.	2958
406	55°15.50' с.ш. 22°05.41' з.д.	2911

точная корреляция с плиоценовыми зонами тропической шкалы очень затруднена.

Тем не менее при более поздних исследованиях в осадках плато Роколл были установлены плиоценовые тропические зоны и подзоны *Globorotalia margaritae margaritae*, *Globorotalia margaritae evoluta* и *Globorotalia miocenica/Globorotalia tosaensis* (Krasheninnikov, 1979), а затем и четвертичные подзоны шкалы низких широт Г. Болли и И. Премоли Сильва (Былинская, 1991). Распространение на столь высокоширотную область Атлантики тропической зональной шкалы оказалось возможным благодаря присутствию в осадках ряда плиоцен-четвертичных зональных таксонов (*Globorotalia margaritae*, *G. crassaformis* и др.), имеющих, по-видимому, субтропическое происхождение. Они являются космополитами на значительной акватории Атлантического океана, хотя в северных районах и встречаются в значительно меньших количествах.

Более подробно биостратиграфию позднего кайнозоя плато Роколл по планктонным фораминиферам мы рассмотрим на примере скв. 403 (рис. 14).

Верхнемиоценовые осадки зоны *Globorotalia humerosa* (или *Globorotalia plesiotumida* по шкале У. Блоу) определены в кернах 22–16 и содержат наряду с другими формами *Globorotalia sonotiozea*, *G. miozea conoidea* и индекс-вид.

В керне 14 по появлению *Globorotalia margaritae margaritae* фиксируется одноименная подзона. Осадки этой подзоны содержат индекс-вид, переходящие из миоцена *Globorotalia merotumida* и *G. obesa*, которые исчезают в кровле подзоны, *G. acostaensis* и *G. humerosa*, а также левозавитую *Neogloboquadrina atlantica*. В небольших количествах встречаются *Globigerina nepenthes* и *Globigerinoides extremus*. В середине керна 13 (обр. 403-13-3, 123–125 см) зафиксиро-

вано появление *Globorotalia puncticulata*, характерного маркера плиоценовых отложений.

Все эти таксоны встречаются на фоне большого количества *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*, *Neogloboquadrina pachyderma* dex и несколько более редких *Globorotalia scitula* и *Globigerina quinqueloba*. Этот фон бореальных таксонов существует на всем протяжении плиоцен-четвертичного времени.

В первой половине плиоцена к этой группе наиболее многочисленных видов присоединяется также тепловодная *Orbulina universa*. Позднее, особенно в четвертичных отложениях, она становится более редкой.

В кровле подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* по планктонным фораминиферам прослеживается первое в плиоцене существенное похолодание климата (рис. 15). Оно отчетливо выражено в составе комплекса фораминифер, который становится более обедненным. Все типично плиоценовые виды встречаются единично, а основную массу составляют холодноводные бореальные формы. Впервые появляются левозавитые *Neogloboquadrina pachyderma*, причем в значительном количестве (обр. 403-13-1, 54–57 см). В осадках, соответствующих моменту похолодания, содержится много гравия и даже мелкая галька (вероятно материал ледового разнота).

Появление *Globorotalia margaritae evoluta* в обр. 403-12-6, 106–108 см, отмечает начало одноименной подзоны с самыми богатыми и тепловодными комплексами планктона за весь плиоцен-четвертичный интервал. В осадках этой подзоны встречаются (и заканчивают свое развитие) *Globorotalia plesiotumida*, *G. pseudomiocenica*, *G. margaritae margaritae*, *G. margaritae evoluta*, *Globoquadrina altispira*, *Globigerina nepenthes*, *G. aff. venezuelana*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*. Широко развиты *Neogloboquadrina*

atlantica и *Globorotalia puncticulata*, обычны *Globigerina decoraperta*, *G. foliata*, *Globorotalia acostaensis* и *G. humerosa*. К данному интервалу приурочены и находки таких видов, как *G. conomiozea* и *G. conoidea*, встреченных также в раннем плиоцене в скв. 608 и 609. По-видимому, широта плато Рокколл является северным пределом их распространения в Северной Атлантике.

В нижней части этой подзоны появляется группа *Globorotalia crassaformis*, а именно подвиды *G. crassaformis crassaformis* и *G. crassaformis rouda*.

В пределах описываемой подзоны по фауне фораминифер прослеживается ряд эпизодов потепления и похолодания (см. рис. 15). Самое существенное потепление (в интервале от обр. 403-12-4, 80-83 см, до обр. 403-12-1, 72-74 см) фиксируется присутствием тропических видов *Globorotalia tumida*, *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *G. ruber*, и увеличением содержания *Globigerinella siphonifera* и *Orbulina universa*. Возрастало также количество *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globorotalia pseudomiocenica* и *G. plesiotumida*. В середине керна 11 (обр. 403-11-4, 90-92 см) фиксируется похолодание и затем снова интервал потепления, во время которого уменьшалось количество относительно холодноводных *Neogloboquadrina atlantica* и *Globorotalia puncticulata* (обр. 403-11-2, 53-55 см; 403-11-1, 59-61 см). Наконец, в кровле подзоны *Globorotalia margaritae evoluta* отмечается фауна, свидетельствующая о новом крупном похолодании. Этот климатический эпизод, возможно, соответствует похолоданию, которое ряд авторов связывали с установлением ледниковых условий в северном полушарии (Roege, 1979). Похолодание проходило в два этапа, разделенных коротким интервалом относительного потепления, и отразилось в накоплении мелкой и ювильной фауны обедненного состава с большим количеством *Neogloboquadrina pachyderma* sin.

Верхнеплиоценовые отложения скв. 403 соответствуют двум зонам: *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*, которые на широте плато Рокколл невозможно расчленить. В подошве этого подразделения происходит существенная смена комплексов фораминифер. В вышележащие отложения не переходит большая группа видов – *Globorotalia plesiotumida*, *G. pseudo-*

miocenica, *Globoquadrina altispira*, *Globigerina nepenthes*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*. Появляются и получают существенное развитие *Globorotalia praehirsuta*, *G. inflata*, а также *Globorotalia crassaformis viola*. Группа *G. crassaformis* становится важным компонентом фауны позднего плиоцена, в значительной степени, вместе с *G. inflata*, определяя ее облик. Продолжают существовать *Neogloboquadrina atlantica*, *Globorotalia acostaensis* и *G. humerosa*. Что касается индекс-видов то *G. tosaensis* встречена в одном образце, а *G. miocenica* в таких высоких широтах отсутствует.

Из-за пропусков в отборе керна палеоклиматические выводы для позднеплиоценового интервала не представляются возможными.

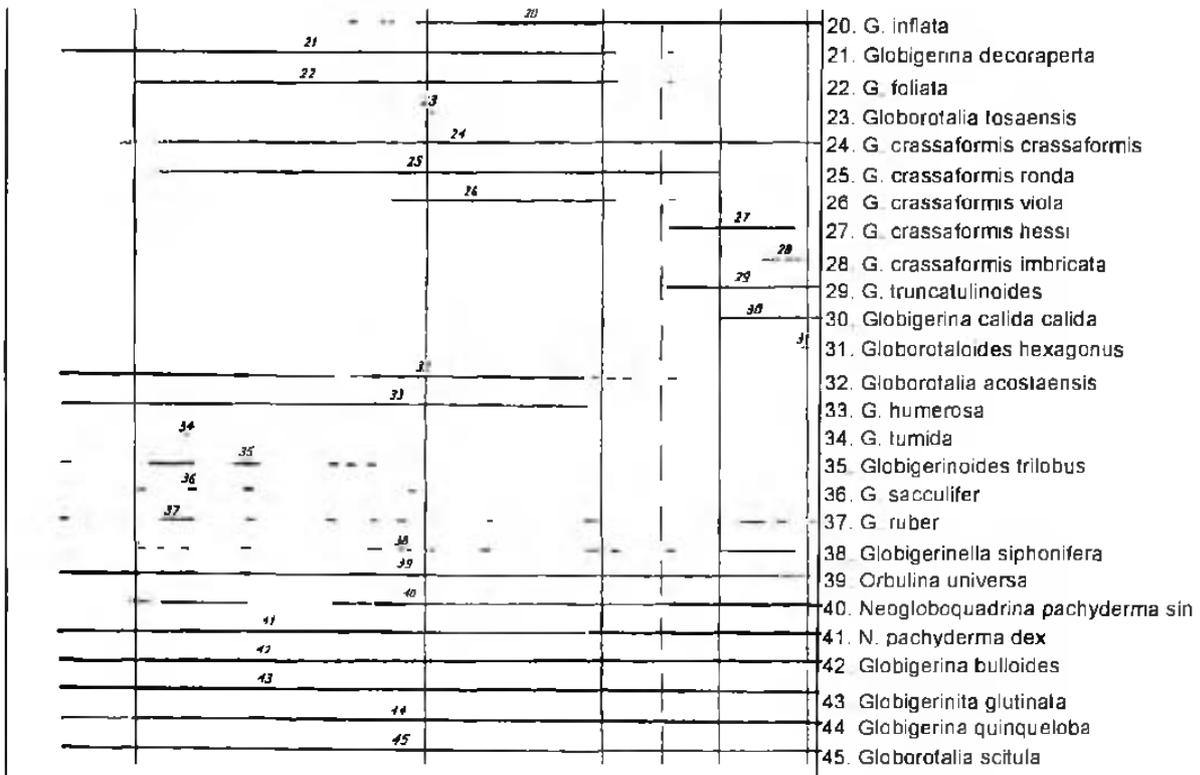
Плиоцен-четвертичная граница устанавливается в кернах 5 по исчезновению *Neogloboquadrina atlantica* и *Discoaster bronneri* (наннопланктон), последняя находка которого приурочена к обр. 403-5-3, 45-46 см (Muller, 1979). Эта граница отмечена последней существенной сменой фауны фораминифер. На этом уровне или вблизи него исчезают миоцен-плиоценовые виды *Globorotalia praehirsuta*, *G. puncticulata*, *G. acostaensis*, *G. humerosa*, *Neogloboquadrina atlantica*, *Globigerina decoraperta*, *G. foliata*. Появляется *Globorotalia hirsuta*, которая в первой половине квартала очень редка. Вид *G. truncatulinoides* на этих широтах в нижней части четвертичного разреза не встречается.

Самая нижняя подзона квартала – *Globorotalia crassaformis viola* – определяется по присутствию индекс-формы, которая в этом подразделении доминирует среди группы *G. crassaformis*. Ее верхняя граница проводится в кернах 4 (обр. 403-4-1, 90-92 см), где наряду с единичными представителями индекс-формы появляется *G. crassaformis hessi*. В основании подзоны прослеживается горизонт с доминированием правозавитой *Neogloboquadrina pachyderma* и полным отсутствием левозавитой формы. Такой же горизонт будет описан ниже (скв. 407-409 к юго-западу от Исландии).

Подзона *Globorotalia crassaformis hessi* характеризуется исчезновением *G. crassaformis viola* и присутствием большого количества *G. crassaformis hessi*, *G. crassaformis rouda* и *G. crassaformis crassaformis*. Эта группа подви-

Globorotalia margaritae		Globorotalia tosaensis - - Globorotalia miocenica	Globorotalia truncatulinoides			Зоны по фораминиферам	Орган цилы	Коры	Мощ- ность М
Globorotalia margaritae margaritae	Globorotalia margaritae evoluta		G. truncatulinoides Viana	G. crassa-hirsuta	G. crassa-hirsuta				
14-17-20 15-20-40	11-12-13 13-14-15 15-16-17 17-18-19 19-20-21 21-22-23 23-24-25 25-26-27 27-28-29 29-30-31 31-32-33 33-34-35 35-36-37 37-38-39 39-40-41 41-42-43 43-44-45 45-46-47 47-48-49 49-50-51 51-52-53 53-54-55 55-56-57 57-58-59 59-60-61 61-62-63 63-64-65 65-66-67 67-68-69 69-70-71 71-72-73 73-74-75 75-76-77 77-78-79 79-80-81 81-82-83 83-84-85 85-86-87 87-88-89 89-90-91 91-92-93 93-94-95 95-96-97 97-98-99 99-100-101 101-102-103 103-104-105 105-106-107 107-108-109 109-110-111 111-112-113 113-114-115 115-116-117 117-118-119 119-120-121 121-122-123 123-124-125 125-126-127 127-128-129 129-130-131 131-132-133 133-134-135 135-136-137 137-138-139 139-140-141 141-142-143 143-144-145 145-146-147 147-148-149 149-150-151 151-152-153 153-154-155 155-156-157 157-158-159 159-160-161 161-162-163 163-164-165 165-166-167 167-168-169 169-170-171 171-172-173 173-174-175 175-176-177 177-178-179 179-180-181 181-182-183 183-184-185 185-186-187 187-188-189 189-190-191 191-192-193 193-194-195 195-196-197 197-198-199 199-200-201 201-202-203 203-204-205 205-206-207 207-208-209 209-210-211 211-212-213 213-214-215 215-216-217 217-218-219 219-220-221 221-222-223 223-224-225 225-226-227 227-228-229 229-230-231 231-232-233 233-234-235 235-236-237 237-238-239 239-240-241 241-242-243 243-244-245 245-246-247 247-248-249 249-250-251 251-252-253 253-254-255 255-256-257 257-258-259 259-260-261 261-262-263 263-264-265 265-266-267 267-268-269 269-270-271 271-272-273 273-274-275 275-276-277 277-278-279 279-280-281 281-282-283 283-284-285 285-286-287 287-288-289 289-290-291 291-292-293 293-294-295 295-296-297 297-298-299 299-300-301 301-302-303 303-304-305 305-306-307 307-308-309 309-310-311 311-312-313 313-314-315 315-316-317 317-318-319 319-320-321 321-322-323 323-324-325 325-326-327 327-328-329 329-330-331 331-332-333 333-334-335 335-336-337 337-338-339 339-340-341 341-342-343 343-344-345 345-346-347 347-348-349 349-350-351 351-352-353 353-354-355 355-356-357 357-358-359 359-360-361 361-362-363 363-364-365 365-366-367 367-368-369 369-370-371 371-372-373 373-374-375 375-376-377 377-378-379 379-380-381 381-382-383 383-384-385 385-386-387 387-388-389 389-390-391 391-392-393 393-394-395 395-396-397 397-398-399 399-400-401 401-402-403 403-404-405 405-406-407 407-408-409 409-410-411 411-412-413 413-414-415 415-416-417 417-418-419 419-420-421 421-422-423 423-424-425 425-426-427 427-428-429 429-430-431 431-432-433 433-434-435 435-436-437 437-438-439 439-440-441 441-442-443 443-444-445 445-446-447 447-448-449 449-450-451 451-452-453 453-454-455 455-456-457 457-458-459 459-460-461 461-462-463 463-464-465 465-466-467 467-468-469 469-470-471 471-472-473 473-474-475 475-476-477 477-478-479 479-480-481 481-482-483 483-484-485 485-486-487 487-488-489 489-490-491 491-492-493 493-494-495 495-496-497 497-498-499 499-500-501 501-502-503 503-504-505 505-506-507 507-508-509 509-510-511 511-512-513 513-514-515 515-516-517 517-518-519 519-520-521 521-522-523 523-524-525 525-526-527 527-528-529 529-530-531 531-532-533 533-534-535 535-536-537 537-538-539 539-540-541 541-542-543 543-544-545 545-546-547 547-548-549 549-550-551 551-552-553 553-554-555 555-556-557 557-558-559 559-560-561 561-562-563 563-564-565 565-566-567 567-568-569 569-570-571 571-572-573 573-574-575 575-576-577 577-578-579 579-580-581 581-582-583 583-584-585 585-586-587 587-588-589 589-590-591 591-592-593 593-594-595 595-596-597 597-598-599 599-600-601 601-602-603 603-604-605 605-606-607 607-608-609 609-610-611 611-612-613 613-614-615 615-616-617 617-618-619 619-620-621 621-622-623 623-624-625 625-626-627 627-628-629 629-630-631 631-632-633 633-634-635 635-636-637 637-638-639 639-640-641 641-642-643 643-644-645 645-646-647 647-648-649 649-650-651 651-652-653 653-654-655 655-656-657 657-658-659 659-660-661 661-662-663 663-664-665 665-666-667 667-668-669 669-670-671 671-672-673 673-674-675 675-676-677 677-678-679 679-680-681 681-682-683 683-684-685 685-686-687 687-688-689 689-690-691 691-692-693 693-694-695 695-696-697 697-698-699 699-700-701 701-702-703 703-704-705 705-706-707 707-708-709 709-710-711 711-712-713 713-714-715 715-716-717 717-718-719 719-720-721 721-722-723 723-724-725 725-726-727 727-728-729 729-730-731 731-732-733 733-734-735 735-736-737 737-738-739 739-740-741 741-742-743 743-744-745 745-746-747 747-748-749 749-750-751 751-752-753 753-754-755 755-756-757 757-758-759 759-760-761 761-762-763 763-764-765 765-766-767 767-768-769 769-770-771 771-772-773 773-774-775 775-776-777 777-778-779 779-780-781 781-782-783 783-784-785 785-786-787 787-788-789 789-790-791 791-792-793 793-794-795 795-796-797 797-798-799 799-800-801 801-802-803 803-804-805 805-806-807 807-808-809 809-810-811 811-812-813 813-814-815 815-816-817 817-818-819 819-820-821 821-822-823 823-824-825 825-826-827 827-828-829 829-830-831 831-832-833 833-834-835 835-836-837 837-838-839 839-840-841 841-842-843 843-844-845 845-846-847 847-848-849 849-850-851 851-852-853 853-854-855 855-856-857 857-858-859 859-860-861 861-862-863 863-864-865 865-866-867 867-868-869 869-870-871 871-872-873 873-874-875 875-876-877 877-878-879 879-880-881 881-882-883 883-884-885 885-886-887 887-888-889 889-890-891 891-892-893 893-894-895 895-896-897 897-898-899 899-900-901 901-902-903 903-904-905 905-906-907 907-908-909 909-910-911 911-912-913 913-914-915 915-916-917 917-918-919 919-920-921 921-922-923 923-924-925 925-926-927 927-928-929 929-930-931 931-932-933 933-934-935 935-936-937 937-938-939 939-940-941 941-942-943 943-944-945 945-946-947 947-948-949 949-950-951 951-952-953 953-954-955 955-956-957 957-958-959 959-960-961 961-962-963 963-964-965 965-966-967 967-968-969 969-970-971 971-972-973 973-974-975 975-976-977 977-978-979 979-980-981 981-982-983 983-984-985 985-986-987 987-988-989 989-990-991 991-992-993 993-994-995 995-996-997 997-998-999 999-1000-1001 1001-1002-1003 1003-1004-1005 1005-1006-1007 1007-1008-1009 1009-1010-1011 1011-1012-1013 1013-1014-1015 1015-1016-1017 1017-1018-1019 1019-1020-1021 1021-1022-1023 1023-1024-1025 1025-1026-1027 1027-1028-1029 1029-1030-1031 1031-1032-1033 1033-1034-1035 1035-1036-1037 1037-1038-1039 1039-1040-1041 1041-1042-1043 1043-1044-1045 1045-1046-1047 1047-1048-1049 1049-1050-1051 1051-1052-1053 1053-1054-1055 1055-1056-1057 1057-1058-1059 1059-1060-1061 1061-1062-1063 1063-1064-1065 1065-1066-1067 1067-1068-1069 1069-1070-1071 1071-1072-1073 1073-1074-1075 1075-1076-1077 1077-1078-1079 1079-1080-1081 1081-1082-1083 1083-1084-1085 1085-1086-1087 1087-1088-1089 1089-1090-1091 1091-1092-1093 1093-1094-1095 1095-1096-1097 1097-1098-1099 1099-1100-1101 1101-1102-1103 1103-1104-1105 1105-1106-1107 1107-1108-1109 1109-1110-1111 1111-1112-1113 1113-1114-1115 1115-1116-1117 1117-1118-1119 1119-1120-1121 1121-1122-1123 1123-1124-1125 1125-1126-1127 1127-1128-1129 1129-1130-1131 1131-1132-1133 1133-1134-1135 1135-1136-1137 1137-1138-1139 1139-1140-1141 1141-1142-1143 1143-1144-1145 1145-1146-1147 1147-1148-1149 1149-1150-1151 1151-1152-1153 1153-1154-1155 1155-1156-1157 1157-1158-1159 1159-1160-1161 1161-1162-1163 1163-1164-1165 1165-1166-1167 1167-1168-1169 1169-1170-1171 1171-1172-1173 1173-1174-1175 1175-1176-1177 1177-1178-1179 1179-1180-1181 1181-1182-1183 1183-1184-1185 1185-1186-1187 1187-1188-1189 1189-1190-1191 1191-1192-1193 1193-1194-1195 1195-1196-1197 1197-1198-1199 1199-1200-1201 1201-1202-1203 1203-1204-1205 1205-1206-1207 1207-1208-1209 1209-1210-1211 1211-1212-1213 1213-1214-1215 1215-1216-1217 1217-1218-1219 1219-1220-1221 1221-1222-1223 1223-1224-1225 1225-1226-1227 1227-1228-1229 1229-1230-1231 1231-1232-1233 1233-1234-1235 1235-1236-1237 1237-1238-1239 1239-1240-1241 1241-1242-1243 1243-1244-1245 1245-1246-1247 1247-1248-1249 1249-1250-1251 1251-1252-1253 1253-1254-1255 1255-1256-1257 1257-1258-1259 1259-1260-1261 1261-1262-1263 1263-1264-1265 1265-1266-1267 1267-1268-1269 1269-1270-1271 1271-1272-1273 1273-1274-1275 1275-1276-1277 1277-1278-1279 1279-1280-1281 1281-1282-1283 1283-1284-1285 1285-1286-1287 1287-1288-1289 1289-1290-1291 1291-1292-1293 1293-1294-1295 1295-1296-1297 1297-1298-1299 1299-1300-1301 1301-1302-1303 1303-1304-1305 1305-1306-1307 1307-1308-1309 1309-1310-1311 1311-1312-1313 1313-1314-1315 1315-1316-1317 1317-1318-1319 1319-1320-1321 1321-1322-1323 1323-1324-1325 1325-1326-1327 1327-1328-1329 1329-1330-1331 1331-1332-1333 1333-1334-1335 1335-1336-1337 1337-1338-1339 1339-1340-1341 1341-1342-1343 1343-1344-1345 1345-1346-1347 1347-1348-1349 1349-1350-1351 1351-1352-1353 1353-1354-1355 1355-1356-1357 1357-1358-1359 1359-1360-1361 1361-1362-1363 1363-1364-1365 1365-1366-1367 1367-1368-1369 1369-1370-1371 1371-1372-1373 1373-1374-1375 1375-1376-1377 1377-1378-1379 1379-1380-1381 1381-1382-1383 1383-1384-1385 1385-1386-1387 1387-1388-1389 1389-1390-1391 1391-1392-1393 1393-1394-1395 1395-1396-1397 1397-1398-1399 1399-1400-1401 1401-1402-1403 1403-1404-1405 1405-1406-1407 1407-1408-1409 1409-1410-1411 1411-1412-1413 1413-1414-1415 1415-1416-1417 1417-1418-1419 1419-1420-1421 1421-1422-1423 1423-1424-1425 1425-1426-1427 1427-1428-1429 1429-1430-1431 1431-1432-1433 1433-1434-1435 1435-1436-1437 1437-1438-1439 1439-1440-1441 1441-1442-1443 1443-1444-1445 1445-1446-1447 1447-1448-1449 1449-1450-1451 1451-1452-1453 1453-1454-1455 1455-1456-1457 1457-1458-1459 1459-1460-1461 1461-1462-1463 1463-1464-1465 1465-1466-1467 1467-1468-1469 1469-1470-1471 1471-1472-1473 1473-1474-1475 1475-1476-1477 1477-1478-1479 1479-1480-1481 1481-1482-1483 1483-1484-1485 1485-1486-1487 1487-1488-1489 1489-1490-1491 1491-1492-1493 1493-1494-1495 1495-1496-1497 1497-1498-1499 1499-1500-1501 1501-1502-1503 1503-1504-1505 1505-1506-1507 1507-1508-1509 1509-1510-1511 1511-1512-1513 1513-1514-1515 1515-1516-1517 1517-1518-1519 1519-1520-1521 1521-1522-1523 1523-1524-1525 1525-1526-1527 1527-1528-1529 1529-1530-1531 1531-1532-1533 1533-1534-1535 1535-1536-1537 1537-1538-1539 1539-1540-1541 1541-1542-1543 1543-1544-1545 1545-1546-1547 1547-1548-1549 1549-1550-1551 1551-1552-1553 1553-1554-1555 1555-1556-1557 1557-1558-1559 1559-1560-1561 1561-1562-1563 1563-1564-1565 1565-1566-1567 1567-1568-1569 1569-1570-1571 1571-1572-1573 1573-1574-1575 1575-1576-1577 1577-1578-1579 1579-1580-1581 1581-1582-1583 1583-1584-1585 1585-1586-1587 1587-1588-1589 1589-1590-1591 1591-1592-1593 1593-1594-1595 1595-1596-1597 1597-1598-1599 1599-1600-1601 1601-1602-1603 1603-1604-1605 1605-1606-1607 1607-1608-1609 1609-1610-1611 1611-1612-1613 1613-1614-1615 1615-1616-1617 1617-1618-1619 1619-1620-1621 1621-1622-1623 1623-1624-1625 1625-1626-1627 1627-1628-1629 1629-1630-1631 1631-1632-1633 1633-1634-1635 1635-1636-1637 1637-1638-1639 1639-1640-1641 1641-1642-1643 1643-1644-1645 1645-1646-1647 1647-1648-1649 1649-1650-1651 1651-1652-1653 1653-1654-1655 1655-1656-1657 1657-1658-1659 1659-1660-1661 1661-1662-1663 1663-1664-1665 1665-1666-1667 1667-1668-1669 1669-1670-1671 1671-1672-1673 1673-1674-1675 1675-1676-1677 1677-1678-1679 1679-1680-1681 1681-1682-1683 1683-1684-1685 1685-1686-1687 1687-1688-1689 1689-1690-1691 1691-1692-1693 1693-1694-1695 1695-1696-1697 1697-1698-1699 1699-1700-1701 1701-1702-1703 1703-1704-1705 1705-1706-1707 1707-1708-1709 1709-1710-1711 1711-1712-1713 1713-1714-1715 1715-1716-1717 1717-1718-1719 1719-1720-1721 1721-1722-1723 1723-1724-1725 1								

Fig. 14. Planktonic foraminifers and biostratigraphy of Pliocene-Quaternary sediments in DSDP Site 403. The core recovery is marked by black colour.



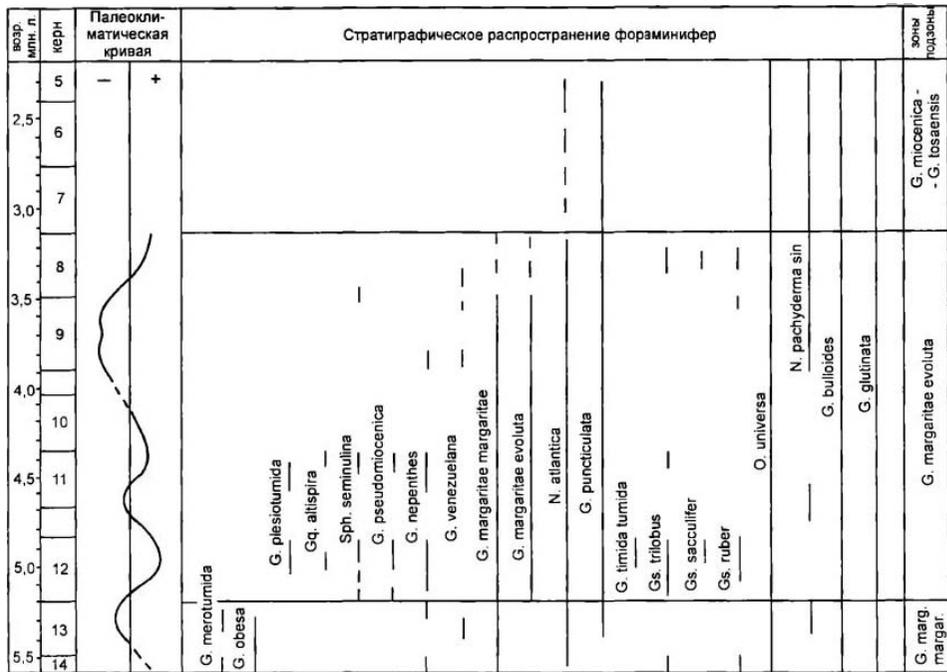


Рис 15. Эпизоды потеплений и похолоданий раннего плиоцена, установленные на основе качественного анализа состава комплексов планктонных фораминифер из осадков скв 403 Проекта глубоководного бурения

Fig. 15. Warm and cool periods of the Early Pliocene distinguished on the basis of qualitative analysis of planktonic foraminiferal assemblages in DSDP Site 403

дов достигает здесь, по-видимому, наибольшего расцвета. В отложениях этой подзоны на плато Роколл определена *G. truncatulinoides* (данные по скв. 403 и 406). Приблизительный экстраполированный возраст ее появления здесь составляет 1,25 млн. л.

Появление *Globigerina calida calida* отмечает подошву одноименной подзоны. В нижней части заканчивает свое развитие *Globorotalia crassaformis ronda* и фиксируется новый подвид группы *G. crassaformis*, встреченный ранее в Индийском океане (Rogl, 1974) и тропической Атлантике (Pflaumann, Krasheninnikov, 1978). Этот подвид был найден нами также в колонках из тропической области и в ряде скважин и описан в настоящей работе под названием *Globorotalia crassaformis imbricata* (см. главу 7).

Уровень появления *Globigerina calida calida* на плато Роколл при сравнении с датировочными уровнями зональных видов наннопланктона примерно соответствует палеомагнитной инверсии Матуяма/Брунес, как и в тропической области Атлантики (Былинская, Головина, 1990). На плато Роколл *G. calida calida* встречается в небольших количествах экземпляров, иногда единично, но стабильно, что дает возможность выделять соответствующую подзону. Таким образом, биостратиграфическая шкала низких широт (Boll, Premoli Silva, 1973) применима и в более северных областях (плато Роколл).

Кровля подзоны *Globigerina calida calida* устанавливается нами по исчезновению *Globorotalia crassaformis hessi* примерно на уровне последнего межледникового (около 0,1 млн. л.н.).

Для отложений *подзоны Globigerina bermudezi* характерно небольшое количество или отсутствие *Globorotalia crassaformis*, которая, возможно, вытеснялась из биоценоза *G. hirsuta*, имевшей, по-видимому, сходные экологические параметры.

Подзона *Globorotalia fimbriata* (голоцен) на плато Рокколл не выделяется из-за теплопроводности индекс-вида.

В дополнение к изучению зональной стратиграфии квартера для скважин 403–406 были построены палеотемпературные кривые по методике М.С. Бараша (1970), отражающие среднегодовые температуры поверхностных вод (рис. 16, 17). Вследствие неравномерного отбора образцов в скважинах и больших интервалов между ними эти палеотемпературные кривые не претендуют на полноту отражения всех климатических флук-

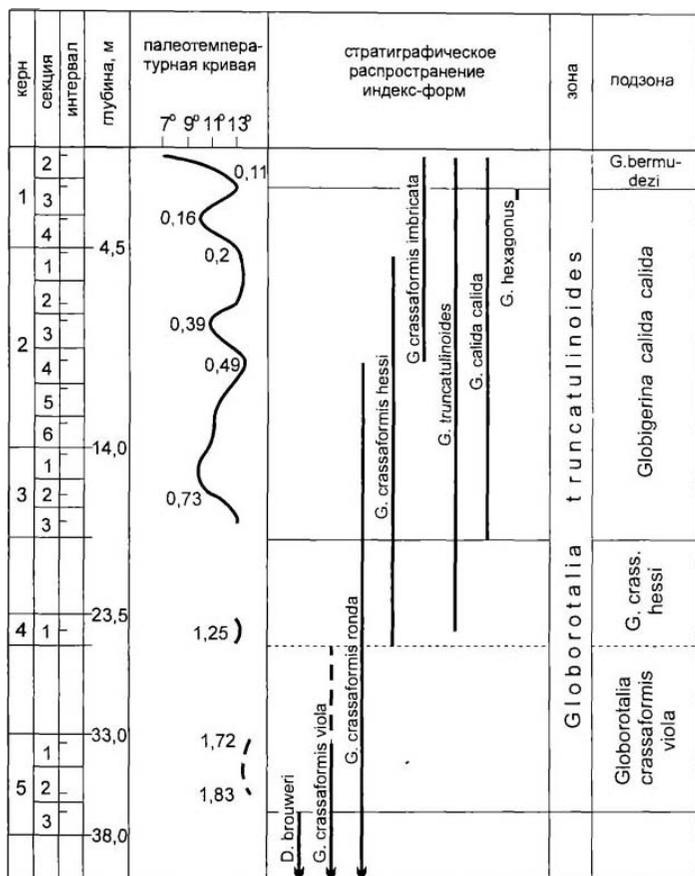
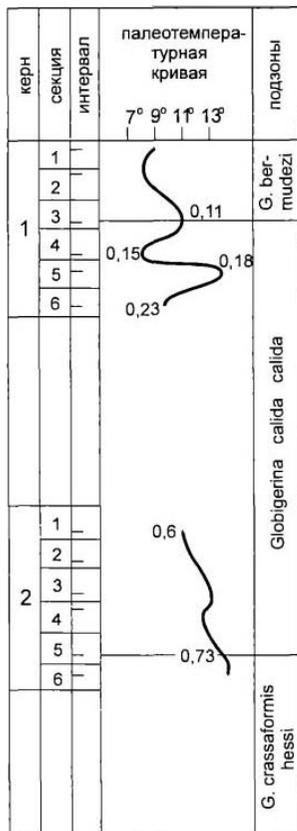


Рис. 16. Палеотемпературная кривая по планктонным фораминиферам четвертичного интервала скв. 403 DSDP. Цифры указывают экстраполированный возраст климатических пиков (млн. л.)

Fig. 16. Paleotemperature curve based on planktonic foraminifer assemblage analysis in DSDP Site 403. Numbers indicate the calculated ages of temperature peaks (Ma)

Скв. 404



Скв. 405

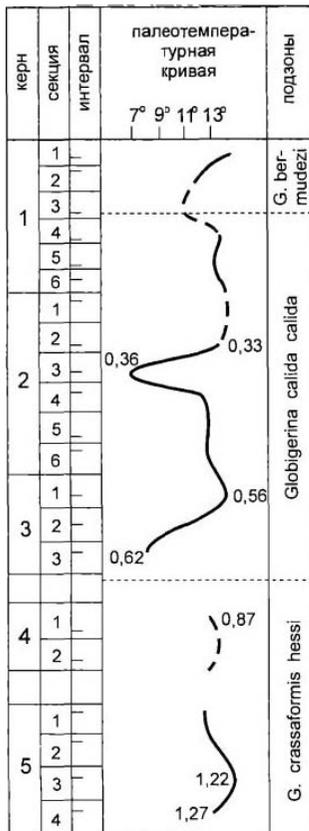


Рис. 17. Палеотемпературные кривые по планктонным фораминиферам четвертичного интервала скв. 404 и 405 DSDP
 Fig. 17. Paleotemperature curves on planktonic foraminiferal evidence of DSDP Sites 404 and 405

туаций этого периода. Но возможность вычислить экстраполированные датировки климатических ликов, пусть и в достаточной степени условные, делает, тем не менее, эти кривые интересными. При сопоставлении этих палеотемпературных кривых по скважинам 403–406 можно построить суммарную климатическую кривую, на которой отражены многие значительные колебания климата (рис. 18). К этому выводу приводит сравнение суммарной кривой с изотопно-кислородной кривой, выполненной Н. Шекл-

тоном (Shackleton, Hall, 1984) в 81 рейсе “Гломар Челленджер” по скв. 552A на плато Рокколл (рис. 19)

3.3.3. Субарктическая область

Район к юго-западу от Исландии

Осадки в скважинах 407, 408, 409 (62–63° с.ш., табл. 11) содержат обедненные комплексы планктонных фораминифер. В среднем в об-

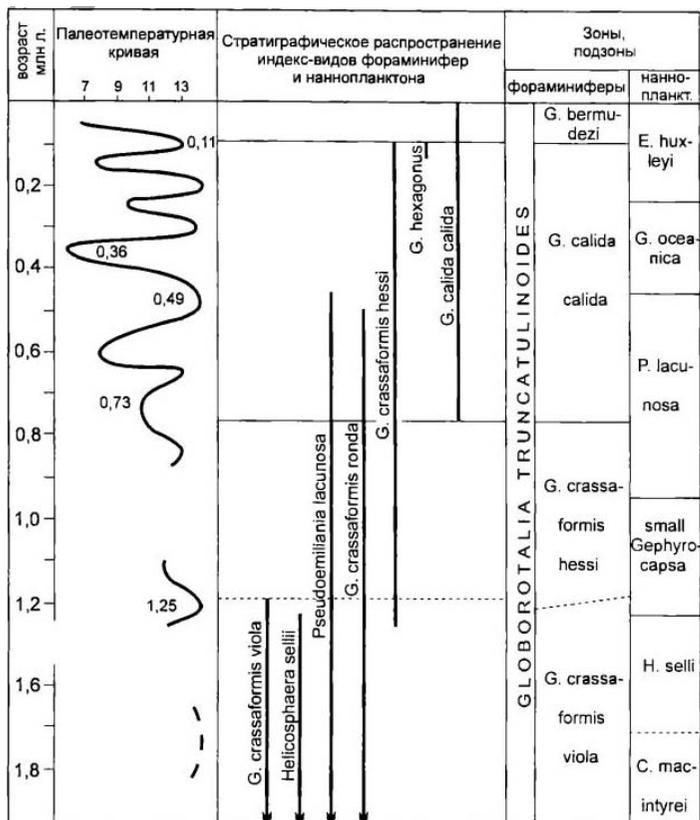


Рис. 18. Суммарная палеотемпературная кривая по скв 403–406 DSDP. Цифры указывают экстраполированный возраст климатических пиков (млн. л.) Данные по наннопланктону из (Muller, 1979)

Fig. 18. Summary paleotemperature curve based on the data on DSDP Sites 403–406. Numbers indicate the calculated ages of temperature peaks (Ma). Nannofossil records after (Muller, 1979)

разре насчитывается 7 видов, в отдельных случаях до 12.

В кровле миоценовых отложений происходит смена направления навивания у *Neoglobobadrina atlantica* и правозавитые формы сменя-

ются левозавитыми. Это событие четко устанавливается в скв 407 между кернами 17 и 16, а в скв. 408 – между кернами 14 и 13. Плиоценовый комплекс фораминифер характеризуется обилием *N. atlantica* sin и присутствием *Globorotalia*

Таблица 11. Местоположение скважин 49 рейса судна "Гломар Челленджер"

Скважина	Координаты	Глубина океана, м
407	63°56.32' с.ш. 30°34.56' з.д.	2482
408	63°22.63' с.ш. 28°54.71' з.д.	1624
409	62°36.98' с.ш. 25°57.17' з.д.	842

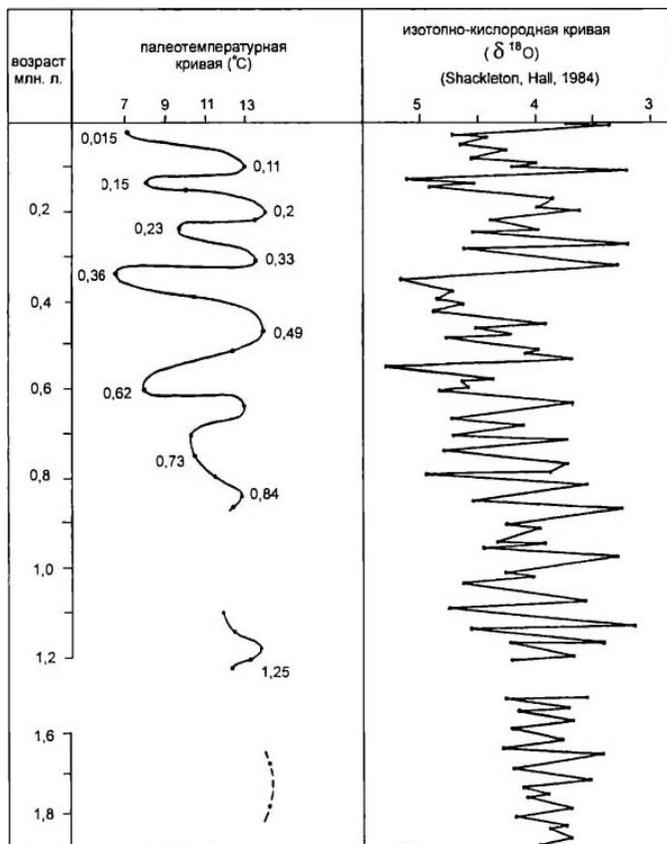


Рис. 19. Корреляция суммарной палеотемпературной кривой по скв. 403–406 и изотопно-кислородной кривой по скв. 552А, рейс 81 DSDP (плато Роколл)

Fig. 19. Correlation of the summary paleotemperature curve of DSDP Sites 403–406 and oxygen isotopic curve from DSDP Site 552A. Leg 81 (Rockall Plateau)

acostaensis и *G. humerosa* (рис. 20, 21). Основной фон составляют *Globigerinita glutinata*, *Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *Neogloboquadrina pachyderma*, *Globorotalia scitula*, переходящие в четвертичные отложения. Постоянно присутствует относительно тепловодная *Orbulina universa*.

В скв. 407 (обр. 407-16-3, 122–127 см) встречен единственный экземпляр *Globorotalia margaritae* s.l. — зонального вида раннего плиоцена, но это единственная находка для подобных высо-

ких широт. Вторая половина плиоцена отмечена появлением *Globorotalia puncticulata* (обр. 407-11-1, 120–125 см, и обр. 408-10-3, 120–124 см) и несколько выше *G. crassaformis crassaformis* (обр. 408-8-1, 100–102 см). В скв. 407 последняя форма появляется одновременно с *G. puncticulata*.

В обр. 407-10-1, 120–122 см, обнаружен единственный экземпляр *Globorotalia tosaensis* — индекс-вида одноименной позднелиоценовой зоны. В верхней части плиоценового интервала установлена *G. inflata* (обр. 407-8-3, 24–28 см). В

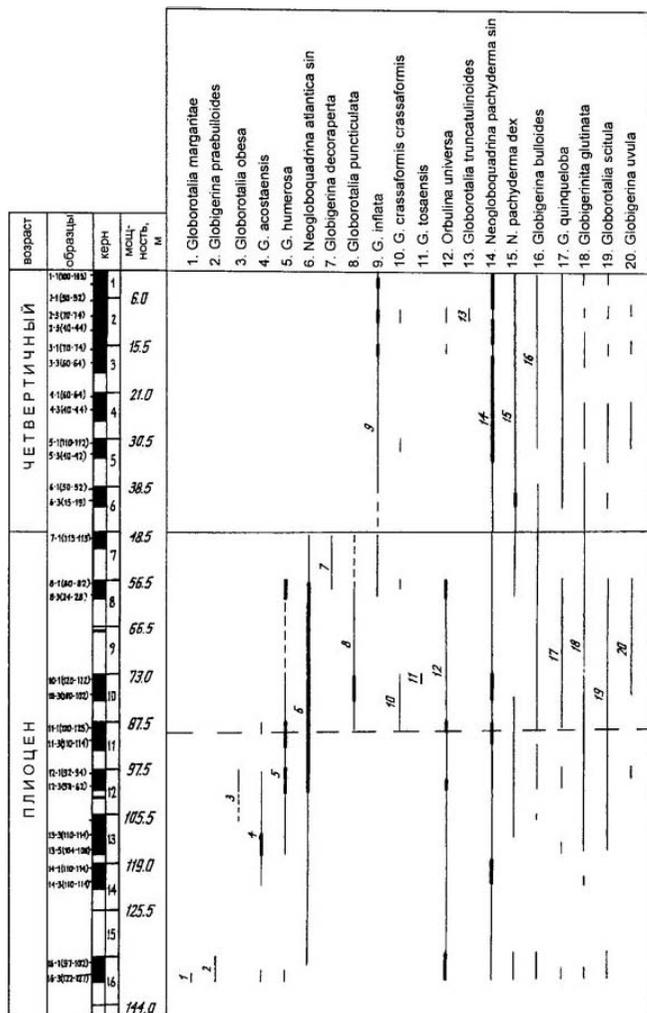


Рис. 20. Стратиграфическое распространение паликтоных фораминифер в плиоцен-четвертичных осадках скв. 407 DSDP

Fig. 20. Pliocene-Quaternary planktonic foraminifers in DSDP Site 407

кровле плиоцена (обр. 407-7-1, 115-119 см; обр. 408-5-1, 112-115 см) исчезает *Neogloboquadrina atlantica*. Последнее событие в разрезах обеих скважин совпадает с исчезновением *Discoaster brouweri*. Следовательно, исчезновение *Neoglobo-*

quadrina atlantica можно считать хорошим маркером верхней границы плиоцена.

Четвертичные комплексы фораминифер несколько беднее и холодноводнее плиоценовых. Единичные экземпляры тепловодной *Orbulina*

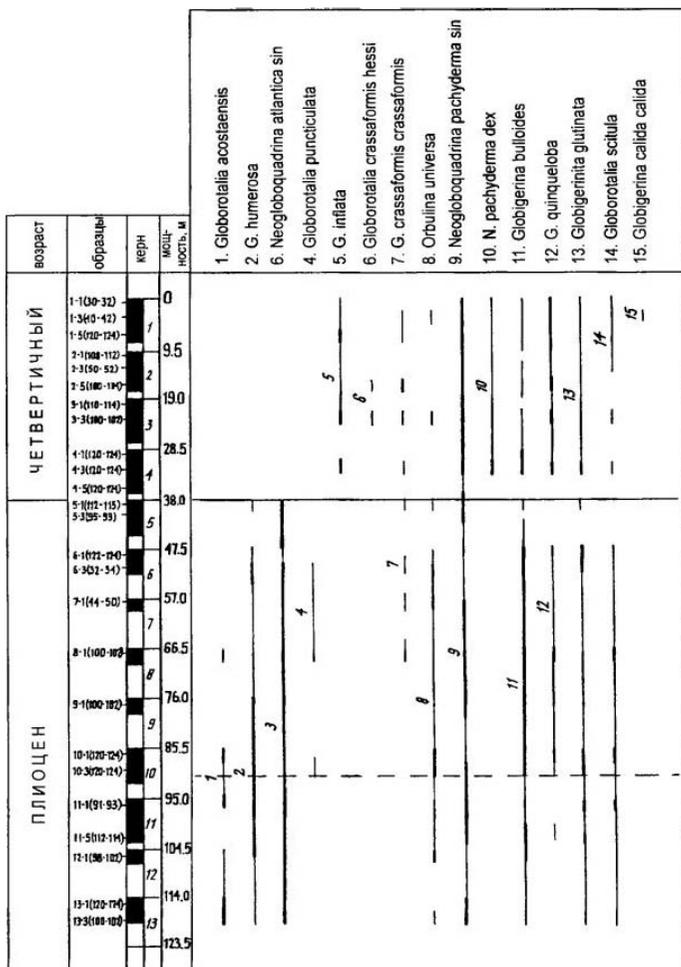


Рис. 21. Стратиграфическое распространение планктонных фораминифер в плиоцен-четвертичных осадках скв. 408 DSDP

Fig. 21. Pliocene-Quaternary planktonic foraminifers in DSDP Site 408

universa встречаются только в отдельных образцах (407-3-1, 70–74 см; 407-2-3, 70–74 см; 408-3-3, 100–102 см; 408-1-3, 40–42 см; 409-2-1, 50–52 см).

Во всех трех скважинах вблизи основания плейстоцена находится горизонт с большим количеством правозавитых *Neogloboquadrina pachyderma* (обр. 407-6-3, 15–19 см; 408-4-3, 120–

124 см; 409-7-4, 98–100 см). Скв. 409 пробурена у оси хр. Рейкьянес, и в подстилающих базальтах (обр. 409-7-6) зафиксирована магнитная аномалия 2', возраст которой около 2,3 млн. л. Последнее дает приблизительное представление о возрасте этого горизонта (примерно 1,8–2,0 млн. л.). Поскольку во всей плиоцен-четвертичной толще осадков существует единственный

горизонт с резким преобладанием правозавитых форм *N. pachyderma* над левозавитыми, то он может служить маркером региональной масштаба, тем более что такая закономерность прослеживается и на плато Роколл, и, как уже говорилось выше, в целом ряде более южных и северных (Spiegler, Jansen, 1989) скважин.

В скв. 407–409 не встречено образцов без микрофауны, но многие из них наряду с обедненными комплексами содержат большое количество обломков раковин, свидетельствующих о сильном растворении карбонатов. Такие горизонты сильного растворения, связанного с крупными похолоданиями, можно проследить во всех скважинах. Периоды особенно больших климатических изменений плиоцена и квартера сопровождались усилением придонных течений, приводивших к размыву осадков и стратиграфическим перерывам. Поскольку стратиграфическая разрешаемость планктонных фораминифер (как и других карбонатных организмов) в Северной Атлантике невелика, то все подобные перерывы, не выраженные литологически, установить не удастся. Можно констатировать наличие только самых крупных несогласий. Большой перерыв осадконакопления фиксируется в скв. 407 и 408 вблизи границы плиоцена и квартера. По-видимому, этот перерыв является региональной чертой, связанной с усилением придонного течения в результате одного или нескольких крупных позднекайнозойских климатических событий (Roote, 1979). По мнению Дж. Баррона (Vargop, 1989), этот перерыв является глобальным, прослеживаемым во многих частях Мирового океана.

Таким образом, к юго-западу от Исландии фауна планктонных фораминифер позволяет определить миоцен-плиоценовую и плиоцен-четвертичную границы. В плиоцене выделяются две части по признаку появления в разрезе *Globorotalia puncticulata*. Это событие в столь удаленном северном регионе, скорее всего, следует рассматривать как миграционное. Необходимо установление точного возраста этого события, поскольку оно отчетливо выражено в разрезе и может иметь стратиграфическое значение.

Четвертичные отложения с помощью планктонных фораминифер на подзоны не подразделяются. Отметим в заключение, что в плиоцен-

четвертичных осадках скв. 407–409 наиболее тепловодные горизонты содержат единичные зональные формы плиоцена (*Globorotalia margaritae*, *G. tosaensis*) и квартера (*Globorotalia truncatulinoides*, *G. crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*). Эти виды свидетельствуют о возрасте осадков, но не позволяют проводить границы стратиграфических подразделений.

Норвежско-Гренландский бассейн

Распределение планктонных фораминифер в плиоцен-четвертичных осадках северного (субарктического) сектора Атлантики изучено на материалах скв. 336–350 в Норвежско-Гренландском бассейне (63–76° с.ш., табл. 12). Значительная обедненность видового состава карбонатного планктона (микрофауны и микрофлоры) крайне затрудняет биостратиграфическое расчленение осадков. Поэтому в 38 рейсе судна "Гломар Челленджер" был выделен крупный плиоцен-четвертичный интервал продолжительностью 5,2 млн. л. В пределах данного интервала выделены две зоны: *Neogloboquadrina atlantica* ssp и *Neogloboquadrina pachyderma* с основанием на уровне 2,8 млн. л. (Schradler et al., 1976).

Переизучение планктонных фораминифер из осадков указанных скважин показало, что действительно фаунистический состав очень беден. На количество и сохранность фауны большое влияние оказывало растворение, усиливавшееся во время похолоданий. В зависимости от этого в скважинах наряду с редкими образцами, содержащими обилие тонкостенных, подверженных растворению *Globigerina quinqueloba*, встречаются образцы с многочисленными или редкими раковинами устойчивых к растворению *Neogloboquadrina pachyderma* ssp или абсолютно лишенных карбонатного планктона.

Кайнозойские отложения Норвежско-Гренландского бассейна характеризуются большими перерывами осадконакопления. В ряде скважин четвертичные или плиоцен-четвертичные осадки залегают на зоценовых (скв. 339, 340 и 347) или олигоценных (скв. 336, 337, 345 и 349) отложениях. Палеогеновые отложения датируются исключительно по кремневому планктону.

Осадки миоцена встречаются во многих скважинах (338, 341–343, 346, 348, 350), но почти везде они охарактеризованы лишь кремневым

Таблица 12 Местоположение скважин 38 рейса судна "Гломар Чедленджер"

Скважина	Координаты	Глубина океана, м
336	63°21.06' с.ш. 07°47.27' з.д.	811
337	64°52.30' с.ш. 05°20.51' з.д.	2631
338	67°47.11' с.ш. 05°23.26' в.д.	1297
339	67°12.65' с.ш. 06°17.05' в.д.	1262
340	67°12.47' с.ш. 06°18.38' в.д.	1206
341	67°20.10' с.ш. 06°06.64' в.д.	1439
342	67°57.04' с.ш. 04°56.02' в.д.	1316
343	68°42.91' с.ш. 05°45.73' в.д.	3131
344	76°08.98' с.ш. 07°52.52' в.д.	2156
345	69°50.23' с.ш. 01°14.26' з.д.	3195
346	69°53.35' с.ш. 08°41.14' з.д.	732
347	69°52.31' с.ш. 08°41.80' з.д.	745
348	68°30.18' с.ш. 12°27.72' з.д.	1763
349	69°12.41' с.ш. 08°05.80' з.д.	915
350	67°03.34' с.ш. 08°17.68' з.д.	1275

планктоном и/или агглютинирующими бентосными фораминиферами. Только в скв. 341 встречаются планктонные фораминиферы. Отложения кернов 28–26 этой скважины содержат единичные экземпляры *Globorotalia acostaensis* dex, *Neogloboquadrina atlantica* dex и *Globigerina* spp. На основании первых двух видов и можно констатировать миоценовый возраст осадков, который подтверждается также составом радиолярий и силикофлагеллят.

По смене направления навигации раковин *Neogloboquadrina atlantica* традиционно фиксируется граница миоцена и плиоцена. В скв. 341 плиоценовые отложения определяются в кернах 25–23 по присутствию левозавитой *N. atlantica*. Плиоценовый индекс-вид для высоких широт *Neogloboquadrina atlantica* sin, описанный У. Берггреном (Berggren, 1972), встречается в Норвежско-Гренландском бассейне в значительных количествах и легко идентифицируется, что позволяет уверенно разделять по планктонным фораминиферам плиоценовые и четвертичные осадки в субарктическом регионе. Этот вид найден также в плиоценовых отложениях скв. 337, 344 и 345. Кроме того, в плиоценовых отложениях этих скважин встречаются *Neogloboquadrina pachyderma* sin и dex и редко или единично *Globigerina bulloides*, *G. quinqueloba*, *Globigerinita glutinata*.

В результате больших пропусков при отборе керна мы не можем составить полную картину

палеоклиматических изменений в плиоцене и квартере. Нужно, однако, констатировать, что по планктонным фораминиферам в этом субарктическом регионе существенную климатическую разницу между плиоценом и кварталом трудно проследить. Так, в плиоценовом интервале описываемой скв. 341 в керне 24 встречаются образцы без планктона (обр. 341-24-5, 57–59 см) или с единичными *Neogloboquadrina pachyderma* sin (обр. 341-24-2, 55–57 см), что, вероятно, вызвано растворением карбонатов вследствие похолодания. В то же время встречается образцы с довольно обильной фауной *Neogloboquadrina pachyderma* sin, *N. atlantica* sin и более редкими *Globigerina bulloides* и *Globigerinita glutinata* (обр. 341-25-2, 56–58 см), соответствующие периодам потепления.

Такая же смена наблюдается в четвертичных осадках этой скважины, которые фиксируются в кернах от 21 до 1 по отсутствию *Neogloboquadrina atlantica*. Интервалы с наиболее тепловодной фауной, включающей наряду с вышеперечисленными видами *Globorotalia inflata* (обр. 341-20-2, 30–32 см; 341-9-2, 61–63 см; 341-7-5, 62–64 см; 341-4-2, 56–58 см) и даже *Orbulina universa* (обр. 341-7-2, 33–35 см; 341-5-2, 94–96 см), чередуются с интервалами, содержащими только редкие или единичные раковины *Neogloboquadrina pachyderma* sin или совсем лишенными карбонатного планктона (обр. 341-17-2, 40–42 см; 341-12-5, 40–42 см; 341-12-2, 50–52 см; 341-10-2,

50–52 см; 341-8-5, 63–65 см; 341-5-5, 64–66 см; 341-3-2, 65–67 см; 341-1-2, 72–74 см).

Не отмечено также различия фаунистического состава плиоценовых и четвертичных планктонных фораминифер в различных частях Норвежско-Гренландского бассейна, изученных в 38 рейсе. Только в самой северной скважине 344, расположенной к западу от о-ва Шпицберген, карбонатная фауна еще беднее. В ядрах 32–14 этой скважины (плиоцен) встречается *Neogloboquadrina atlantica* sin, тогда как большая часть четвертичного интервала полностью лишена карбонатных остатков и содержит лишь диатомей и радиолярий. Только в отложениях кернов 5–1 содержатся редкие представители *N. pachyderma* sin.

Возвращаясь к вопросу о перерывах осадконакопления, заметим, что наиболее хорошо выраженные из них приходится на плиоцен или его часть и, возможно, основание квартера, поскольку достоверный плиоцен обнаружен только в скв. 337, 341, 344 и 345.

В заключение надо отметить следующее. В 104 рейсе судна “Джондес Резольюшн” Программы океанического бурения, проходившем в Норвежском море, был сделан вывод о том, что по фораминиферам нельзя точно определять границы миоцена–плиоцена и плиоцена–квартера в этом регионе, так как появление левозавитой *N. atlantica* датируется 6,2 млн. л., а ее исчезновение – 2,3 млн. л. (Spiegler, Jansen, 1989). Однако, как было сказано выше, в очень близком в географическом отношении районе к юго-западу от Исландии (всего на 1–2° южнее описываемых скважин) исчезновение *N. atlantica* sin происходит практически одновременно с исчезновением *Discoaster browneri* и, во всяком случае, ему не предшествует. Последнее событие считается изохронным в Мировом океане, имевшем место 1,87 млн. л.н. (Hills, Thierstein, 1989). В таком случае допустимо предположение, что в Норвежском море исчезновение *N. atlantica* sin произошло чуть раньше, поскольку в двух скважинах 104 рейса горизонты с *N. atlantica* sin и *N. pachyderma* sin разделяет небольшой интервал без фауны.

Рассматривая позднелайнозойскую стратиграфию Норвежско-Гренландского бассейна (севернее 63° с. ш.), можно констатировать, что чрезвычайная бедность фауны планктонных фораминифер допускает стратиграфическое расчленение условно лишь на миоцен, плиоцен и квартал.

В результате рассмотрения стратиграфии бореальной и субарктической областей можно сделать следующие выводы.

1. В северной части бореальной Атлантики (скв. 403–406, плато Рокколл) в комплексах планктонных фораминифер отсутствует целый ряд видов, типичных для синхронных осадков более низких широт, некоторые индекс-виды встречаются в ограниченном количестве экземпляров. Тем не менее здесь возможно установление большей части зональных единиц плиоцена и квартера, прослеженных в области низких широт (Bolli, Premoli Silva, 1973; Bolli, Saunders, 1985). На плато Рокколл в плиоцене выделена зона *Globorotalia margaritae* с подзонами *Globorotalia margaritae margaritae* и *Globorotalia margaritae evoluta*, а также нерасчлененный интервал зон *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*. Квартер соответствует зоне *Globorotalia truncatulinoides*, в составе которой определены подзоны *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*, *Globigerina bernudezi*. Не установлена только голоценовая подзона *Globorotalia fimbriata*.

2. Севернее, в районе, который можно назвать переходным между бореальной и субарктической областями (скв. 407–409, юго-западнее Исландии), комплексы планктонных фораминифер резко обедненные. Здесь определяются границы миоцена и плиоцена, плиоцена и квартера. Зоны и подзоны не фиксируются. В плиоцене можно проследить нижнюю и верхнюю части по появлению *Globorotalia punctulata*. Однако этот уровень следует рассматривать как миграционный, а возраст его ждет уточнения.

3. В субарктической области (скв. 336–350, Норвежско-Гренландский бассейн) планктонные фораминиферы позволяют лишь условно наметить границы миоцена и плиоцена, плиоцена и квартера. Их видовой состав предельно беден, масштабность изменения у стратиграфических рубежей ничтожна. Поэтому и степень надежности границ невелика.

4. Эффективное применение планктонных фораминифер для стратиграфии плиоцен–четвертичных отложений ограничивается широтой плато Рокколл (55–56° с.ш.). К северу их разрешаю-

щая способность резко падает, они теряют стратиграфическое значение. Их роль переходит к планктону с кремневым скелетом, а планктонные фораминиферы могут быть использованы только как вспомогательный фактор исследований.

5. В том случае, когда у какого-либо датировочного уровня происходит несколько палеонтологических событий, контролирующих друг друга, можно достаточно надежно оценить степень синхронности (или асинхронности) этого уровня в различных районах Атлантического океана (например, синхронность исчезновения *Globorotalia crassaformis hessi* и появления *Globigerina calida calida*; диахронность появления *Globorotalia crassaformis* или *G. puncticulata*). В противном случае датировочные уровни планктонных фораминифер требуют их анализа на фоне зональной шкалы по кремневому планктону или шкалы магнитных инверсий.

6. Применение в бореальной области зональной шкалы низких широт позволяет прямые корреляции на больших пространствах Атлантического океана и делает, по нашему мнению, не-

целесообразной разработку особых стратиграфических схем для каждой отдельной области. Корреляция нескольких различных схем всегда будет более затруднена, чем установление синхронности или диахронности датировочных уровней зональных видов в пределах одной шкалы в различных климатических областях.

7. Планктонные фораминиферы чутко реагируют на изменение палеотемпературных условий. На плато Роколл они свидетельствуют о тепловодных условиях раннего плиоцена и резком ухудшении климата в позднплиоценовое-четвертичное время. В пределах этих двух интервалов наблюдаются климатические флуктуации меньшей масштабности. Таким образом, при наличии непрерывного кернового материала климатостратиграфический метод может быть применен для всего плиоцен-четвертичного интервала. Конечно, его стратиграфическая разрешаемость много выше, чем биостратиграфического метода, но эволюционные реперы последнего дают стратиграфической шкале своего рода жесткий каркас.

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ЗОНАЛЬНОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПО ПЛАНКТОННЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ, ДАТИРОВОЧНЫЕ УРОВНИ И ВОЗМОЖНОСТЬ ДЕТАЛИЗАЦИИ ЗОНАЛЬНЫХ ШКАЛ

В методике выделения зон по планктонным фораминиферам, так же как и по другим океаническим микроорганизмам, существует два подхода: по целому комплексу видов и по отдельным руководящим формам. Большинство авторов зональных шкал, рассмотренных в главе 2, руководствовались первым подходом, однако в обзоре представлено и второе направление (Weaver, Clement, 1986). Выделение зоны по комплексу видов учитывает эволюционное появление и исчезновение видов, эволюционное увеличение и сокращение количества представителей каких-либо форм, а также изменение количественного соотношения разных видов в ассоциации (Крашенинников, 1980). Многолетние исследования показали, что основой зонального расчленения отложений является смена комплексов планктонных фораминифер в разрезе, и границы основных зональных подразделений проводятся по смене целых комплексов, а не отдельных видов. Нередки случаи, когда зону можно установить в разрезе при отсутствии в конкретном образце вида-индекса этой зоны. Однако в то же время в пределах зоны под влиянием определенных биомических условий ассоциация фораминифер изменяется и каждой зоне соответствуют несколько палеоценозов планктонных фораминифер. На протяжении времени развития основного комплекса, отвечающего какой-либо зоне, могут происходить события эволюционного появления и исчезновения отдельных видов. Эти события, тщательным образом изученные на большом материале, служат дополнительными реперами при стратиграфическом расчленении отложений и

могут помочь детализировать зональные стратиграфические шкалы. Поэтому в последние годы во многих работах приводятся данные о возрасте появления и исчезновения конкретных стратиграфически значимых видов в отдельных разрезах, с помощью которых разные исследователи пытаются уточнить возраст границ зон или детализировать зональное расчленение осадков. При этом существует терминологическая путаница, когда любое появление и исчезновение вида в конкретном разрезе называют датировочным уровнем.

Понятие "датировочный уровень" было введено Л. Ле Роем при определении эволюционного появления *Orbulina universa*. Он писал: "Выбранные надлежащим путем, точки самого низкого стратиграфического появления" какого-то вида "составляют хроностратиграфический уровень, называемый поверхностью" этого вида (Le Roy, 1948, стр. 502). Таким образом, под датировочным уровнем, или поверхностью подразумевается момент эволюционного появления или вымирания вида. При этом Л. Ле Рой указал на то, что из-за фацциальных особенностей конкретных отложений не всякая точка в разрезе, где впервые встречен вид, соответствует хроностратиграфической поверхности этого вида. Таким образом, выявление датировочных уровней дополняет установление зональных единиц по комплексу видов. Однако уже отмечалось, что не следует использовать любое появление или исчезновение вида для проведения зональных границ без анализа причин этого события (Крашенинников, 1973, 1980).

В настоящее время при изучении глубоководных разрезов в целях корреляции часто определяется возраст первого и последнего присутствия какой-то формы в конкретном разрезе, который может зависеть от фациальных изменений или климатических особенностей региона и не являться эволюционным событием, т.е. датировочным уровнем. Задача установления датировочного уровня этого вида решается изучением большого количества разрезов, в том числе с разным фациальным составом осадков и расположенных в разных климатических поясах.

Можно предположить, что в различных климатических областях возраст первого и последнего присутствия в разрезе многих видов планктонных фораминифер будет отличаться. И действительно, в ряде работ приводятся данные о несопадении возраста появления и исчезновения некоторых форм в разных широтах, а также о большей или меньшей надежности этих уровней у различных видов (Hills, Thierstein, 1989; Weaver, Clement, 1986).

Очевидно, дополнением практике выделения зон по комплексам планктонных микроорганизмов может послужить детальное изучение событий появления и исчезновения видов из океанических разрезов с большой скоростью осадконакопления и надежной палеомагнитной характеристикой, расположенных в разных климатических поясах. В настоящей главе приводится пример детального изучения планктонных фораминифер с этой точки зрения в одной из подобных скважин в субтропической части Северной Атлантики. Мы ставили целью выявить и проанализировать возраст уровней появления и исчезновения в разрезе зональных видов планктонных фораминифер, сравнить их с аналогичными уровнями в других широтах, а также сравнить зональные шкалы, применяемые в изучаемом районе.

4.1. УРОВНИ ПОЯВЛЕНИЯ И ИСЧЕЗНОВЕНИЯ ВИДОВ В СКВ. 397

Скважина 397 пробурена у северо-западного побережья Африки. Это мощный разрез верхнекайнозойских осадков с высокой скоростью осад-

конакопления. Комплексы планктонных фораминифер и зональное расчленение осадков скважины подробно описаны в главе 3. Наличие палеомагнитной характеристики позволяет установить возраст уровней первого и последнего присутствия зональных видов планктонных фораминифер. Образцы для анализа отобраны через 1,5 м, что дает разреженность в 0,02 млн. л. Планктонные фораминиферы не несут следов растворения, а перестроение отмечено только в 12 и нижней части 14 керна. При определении возраста уровней появления и исчезновения видов по скоростям осадконакопления для удобства сравнения с предыдущими работами использовался возраст палеомагнитных границ геохронологической шкалы У. Берггрена (Berggren et al., 1985). Пересчет возраста по более современной шкале (Berggren et al., 1995) приводится в таблице 13.

При корреляции уровней первого и последнего присутствия зональных видов планктонных фораминифер из различных климатических поясов мы использовали данные о возрасте соответствующих уровней в экваториально-тропической области Северной Атлантики по разрезам скважин 661–667, 108 рейс Проекта глубоководного бурения, 10–2° с.ш. (Weaver, Ramo, 1989), материалы скважин 606–611 94 рейса из средних широт (Weaver, Clement, 1986), а также наши собственные данные по скважинам 608, 609 и 611.

Первое появление *Globorotalia margaritae* в скв. 397 фиксируется в пределах 5 палеомагнитной эпохи на уровне 5,64 млн. л.н. (см. рис. 8), что согласуется с возрастом ее появления в скв. 607–611 (Weaver, Clement, 1986) и совпадает с данными У. Берггрена, определившего этот уровень в 5,6 млн. л.н. (Berggren et al., 1985). В этой главе за уровень появления *G. margaritae* принимается первая находка ранней формы *G. margaritae primitiva* в образце 397-45-5, 32–36 см, за которой чуть выше следует *G. margaritae margaritae*, а затем в том же керне *G. margaritae evoluta* (Былинская, 1999). По нашим данным, уровень появления *G. margaritae* в скв. 397 почти совпадает с аналогичным уровнем в осадках более северной скв. 609 (49°53' с.ш.), где он составляет 5,57 млн. л.н., и в скв. 611 (52°50' с.ш.) – 5,66 млн. л.н. В экваториально-тропических скважинах 108 рейса появление *G. margaritae*

Таблица 13. Возраст урочней появления и исчезновения планктонных фораминифер в скв. 397

Датировочные уровни планктонных фораминифер	Возраст (млн. л.)	
	вычисленный по шкале Berggren et al., 1985	вычисленный по шкале Berggren et al., 1995
FO <i>Globigerina calida calida</i>	0.97	1,05
LO <i>Globorotalia crassaformis viola</i>	1.56	1.67
FO <i>Globorotalia truncatulinoides</i>	1.88	1.95
LO <i>Globigerinoides extremus</i>	2.01	2.08
LO <i>Globorotalia miocenica</i>	2.18	2.26
LO <i>Globorotalia pertenuis</i>	2.4	2.51
LO <i>Globoquadrina aliiispira</i>	2.91	3.03
FO <i>Sphaeroidinella dehiscens</i>	3.01	3.13
LO <i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i>	3.02	3.14
LO <i>Globorotalia margaritae</i>	3.10	3.23
LO <i>Globoquadrina dehiscens</i>	3.24	3.4
FO <i>Globorotalia miocenica</i>	3.58	3.81
FO <i>Globorotalia crassaformis viola</i>	3.74	4.0
FO <i>Globorotalia exilis</i>	4.16	4.5
FO <i>Globorotalia crassaformis ronda</i>		
<i>Globorotalia crassaformis hessi</i>	4.16	4.5
LO <i>Globigerina nepenthes</i>	4.47	4.88
FO <i>Globorotalia puncticulata</i>	4.47	4.88
FO <i>Globorotalia crassaformis crassaformis</i>	4.62	5.06
FO <i>Globorotalia margaritae</i>	5.64	6.21

варьирует от 4,6–5,38 млн. л.н. в скв. 661A до 5,7–6,2 млн. л.н. в скв. 664D. Следует, однако, заметить, что не все скважины 108 рейса имеют полный палеомагнитный контроль, в частности, самой нижней палеомагнитной границей, точно установленной в этих скважинах, является граница Матуяма–Гаусс (Weaver, Raymo, 1989). *G. margaritae* чрезвычайно широко распространена почти во всех климатических поясах Северной Атлантики. Даже на плато Рокколл в скв. 403–406 (56° с.ш.) ее количество достаточно для выделения одноименной раннеплиоценовой зоны (Крашенинников, Былинская, 1994). Судя по данным недалеко расположенной скв. 611, имеющей палеомагнитную характеристику, *G. margaritae* появилась здесь также внутри 5 палеомагнитной эпохи. Таким образом, этот датировочный уровень можно считать надежным на большей части Северной Атлантики. К северу от 56° с.ш. количество *G. margaritae* резко уменьшается, и ее, как правило, не обнаруживают в разрезах. Однако даже в скв. 407 (63°56' с.ш.) был найден

единичный экземпляр этого вида в основании плиоценового разреза вблизи уровня смены направления наивыяния *Neogloboquadrina atlantica* (Крашенинников, Былинская, 1994).

Следующим биостратиграфическим событием снизу вверх по разрезу отметим появление *Globorotalia crassaformis* Формы, близкие *G. crassaformis*, определяемые как ее подвиды, имеют огромное значение для позднелиоценовой и четвертичной стратиграфии Атлантики, поэтому в данной работе им уделено значительное внимание. В скв. 397 первые экземпляры *G. crassaformis crassaformis* отмечены на уровне эпизода Твера палеомагнитной эпохи Гильберт 4,62 млн. л.н., что существенно древнее ранее приводившихся датировок. В экваториально-тропическом трансекте 108 рейса к этому возрасту наиболее близок уровень появления *G. crassaformis* в северной части тропического пояса, а именно 4,28–4,55 млн. л.н. в скв. 657A и 659A (18–21° с.ш.). В направлении к экватору в скв. 660–664 этот уровень выше: 3.8–

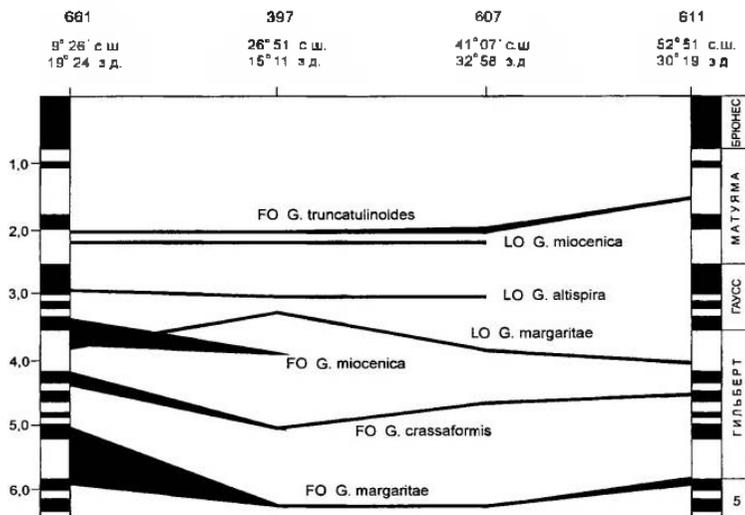


Рис. 22. Уровни первого и последнего присутствия некоторых плиоцен-четвертичных планктонных фораминифер в Северной Атлантике. Данные по скв. 661 из (Weaver, Raymo, 1989), по скв. 607 и 611 из (Weaver, Clement, 1986) FO – первое присутствие вида, LO – последнее присутствие вида в разрезе

Fig. 22. First and last appearance datums of some Pliocene-Quaternary planktonic foraminifers in the North Atlantic. Records on Site 661 after (Weaver, Raymo, 1989); on Sites 607 and 611 after (Weaver, Clement, 1986)

4,18 млн. л.н. (рис. 22), кроме скв. 667А с соответствующей датировкой 4,12–4,56 млн. л.н. В умеренных широтах, в скв. 606–611 *G. crassaformis* появляется практически одновременно с *G. puncticulata*, а именно 4,06–4,30 млн. л.н., в среднем 4,12–4,16 млн. л.н. (Weaver, Clement, 1986). По нашим данным, в скв. 609 *G. crassaformis crassaformis* появляется в основании эпизода Нунивак 4,24 млн. л.н., а *G. puncticulata* чуть выше – 4,15 млн. л.н. В большинстве скважин 108 рейса отмечено одновременное появление этих видов, кроме скв. 660А и 664D, где *G. crassaformis* появляется в первом слое выше

ре, одного из них – это диахронные события в Атлантике. При этом отметим, что наиболее раннее появление фиксируется в субтропической области (см. рис. 22).

Стратиграфическое распространение подвидов *G. crassaformis* подробно рассматривалось лишь в немногих работах (Blow, 1969; Stainforth et al., 1975; Bolli, Premoli Silva, 1973; Bolli, Saunders, 1985), причем авторы приходили к различным, отчасти противоречивым выводам. Судя по нашим материалам, вслед за первыми представителями *G. crassaformis crassaformis* в скв. 397 выше по разрезу отмечаются представители

первоначально описана как индекс-форма соответствующей четвертичной подзоны (Bolli, Premoli Silva, 1973), и, по нашим данным, в скважинах плато Рокколл и севернее, действительно, встречается не раньше среднего плейстоцена. В то же время в тропической скв. 368 (17°30' с.ш.) этот подвид встречается в плиоценовой зоне *Globorotalia miocenica*, а в приэкваториальной скв. 366А (5°40' с.ш.) – в позднеплиоценовой зоне *Globorotalia tosaensis*. Таким образом, возможно, и *G. crassaformis hessi* появилась раньше в субтропической Атлантике, а в направлении к северу и югу ее первое присутствие имеет более молодой возраст.

Экземпляры *Globorotalia crassaformis viola* впервые зафиксированы в скв. 397 вблизи кровли эпизода Кочити эпохи Гильберт 3,74 млн. л.н. В осадках скв. 609 она также впервые встречается в кровле эпизода Кочити. Судя по данным Г. Болли, в Карибском бассейне *G. crassaformis viola* присутствует начиная с верхов раннего плиоцена (Bolli, Saunders, 1985). В нашем материале этот подвид также встречается в верхней части зоны *Globorotalia margaritae* как в скв. 366А в экваториально-тропической области, так и на 56° с.ш. в скв. 403. Можно предположить, что уровень появления *G. crassaformis viola* в Атлантическом океане является достаточно надежным и удобным в стратиграфическом отношении.

Последнее присутствие *Globigerina nepenthes* в скв. 397 фиксируется 4,47 млн. л.н. на уровне эпизода Сидуфьялл эпохи Гильберт. По нашим данным, в скв. 609 этот вид последний раз встречается в разрезе 4,13 млн. л.н. Уровень последнего присутствия *G. nepenthes*, очевидно, диахронный и варьирует в разных скважинах. В экваториально-тропических широтах он отмечался от 3,8 до 4,55 млн. л.н. (Weaver, Raymo, 1989). Согласно материалам 94 рейса, его возраст меняется от 4 млн. л. в скв. 606 на 37° с.ш., до 4,7 млн. л. в скв. 611 на 53° с.ш. (Weaver, Clement, 1986). Таким образом, приводимый в большинстве работ возраст исчезновения *G. nepenthes* не моложе 3,8 млн. л. В то же время, по Г. Болли, *G. nepenthes* исчезает одновременно с *Globorotalia margaritae*, а именно 3,2 млн. л.н. (Bolli, Saunders, 1985). Надо отметить, что в скв. 397 последние экземпляры *G. nepenthes* встречены на уровне 3,12 млн. л.н. в верхах зоны *Globorotalia*

margaritae, однако ниже этого образца расположен большой интервал, в котором вид отсутствует. Поэтому предположительно эта последняя находка может быть связана с перетолжением. По-видимому, использование *G. nepenthes* в зональных шкалах или просто в качестве маркера раннеплиоценовых отложений требует уточнения возраста его вымирания.

Другими важными стратиграфическими событиями в середине раннего плиоцена являются моменты первого присутствия *Globorotalia exilis* и *Globorotalia miocenica*. В скв. 397 они отмечены 4,16 и 3,58 млн. л.н., соответственно. В Карибском бассейне эти виды также впервые встречены в верхах зоны *Globorotalia margaritae*, хотя, по Г. Болли, первой появляется *G. miocenica* (Bolli, Saunders, 1985). Близким к нашей датировке является возраст первых находок *G. miocenica* в скв. 657А и 659А на 18–21° с.ш. Он составляет 3,35–4,18 млн. л. (Weaver, Raymo, 1989).

Globoquadrina dehiscens встречается в осадках скв. 397 на протяжении большей части зоны *Globorotalia margaritae*. Ее последнее присутствие отмечено 3,24 млн. л.н. под основанием эпизода Маммут палеомагнитной эпохи Гаусс. Судя по литературным данным, в других скважинах это событие происходило значительно раньше. Так, Г. Болли отмечает вымирание *G. dehiscens* в нижней половине зоны *Globorotalia margaritae*, тогда как граница миоцена и плиоцена соответствует у него основанию этой зоны (Bolli, Saunders, 1985). По У. Берггрёну, последнее присутствие *G. dehiscens* фиксирует миоцено-плиоценовую границу в основании палеомагнитной эпохи Гильберт, т.е. 5,35 млн. л.н. (Berggren, 1977). В скв. 606–611 этот вид в верхнем миоцене не был найден (Weaver, Clement, 1986). Наконец, в скважинах 108 рейса датировки этого уровня очень сильно варьируют: от 8,2–10,5 млн. л. в скв. 659А до 4,6–5,38 млн. л. в скв. 661А (Weaver, Raymo, 1989). Предположение о том, что в скв. 397 столь позднее присутствие *G. dehiscens* обусловлено перетолжением, по нашему мнению, маловероятно, так как вид встречается стабильно почти в каждом керне и других признаках перетолжения в большинстве образцов этого интервала не отмечается.

Таким образом, по-видимому, уровень последнего присутствия *G. dehiscens* недостаточно

надежен для использования его в зональных схемах.

Следующим биостратиграфическим событием является последнее присутствие в разрезе *Globorotalia margaritae*. Этот уровень назывался в числе надежных для планктонных фораминифер плиоцена, его возраст определялся как 3,66 млн. л. (Hills, Thierstein, 1989). По нашим данным, в скв. 397 (26° с.ш.) она исчезает 3,10 млн. л.н. в кровле эпизода Маммут эпохи Гаусс (см. рис. 22), а в скважинах 608 (42° с.ш.) и 609 (49° с.ш.) – 3,3 и 3,7 млн. л.н., соответственно. Согласно Г. Болли, возраст этого события – 3,2 млн. л. (Bolli, Saunders, 1985). В экваториально-тропических широтах возраст исчезновения *G. margaritae* варьирует от 3,3–3,5 млн. л. в скв. 667 до 3,8–3,9 млн. л. в скв. 660 (Weaver, Raymo, 1989). В скважинах 94 рейса также отмечалась диахронность этого уровня. Даже в близко расположенных скважинах 606 и 607 последнее присутствие *G. margaritae* зафиксировано 3,5 и 3,7 млн. л.н., соответственно, а в направлении к северу (скв. 610, 53° с.ш.) это событие отмечается еще раньше – 4,5 млн. л.н. (Weaver, Clement, 1986).

Sphaeroidinellopsis seminulina последний раз присутствует в осадках скв. 397 у основания эпизода Каена палеомагнитной эпохи Гаусс 3,02 млн. л.н., что подтверждает данные С. Хиллса и Г. Тирштайна и их вывод о надежности этого уровня (Hills, Thierstein, 1989). Эти авторы отмечают, что вымирание *S. seminulina* в Атлантике в целом ряде скважин фиксируется на уровне 3,07 млн. л.н. В экваториально-тропическом поясе датировки этого события колеблются от 2,8 до 3,2 млн. л., составляя в среднем 3,0 млн. л. (Weaver, Raymo, 1989). В Средиземноморье оно также отмечено в пределах эпизода Каена (Cita, 1975). В умеренных широтах уровень исчезновения *S. seminulina* почти совпадает в скв. 606 и 607 и составляет 3,0–3,04 млн. л.н. (Weaver, Clement, 1986). По нашим данным, в скв. 608 последнее присутствие этого вида зафиксировано 2,98 млн. л.н., кроме того, в единичных экземплярах он встречается в нижней половине плиоцена вплоть до широты плато Рокколл, а именно до 56° с.ш. (Крашенинников, Былинская, 1994). Наконец, Г. Болли также отмечает вымирание *S. seminulina* в нижней части среднеплио-

ценовой зоны *Globorotalia miocenica* (Bolli, Saunders, 1985). Таким образом, по-видимому, это событие действительно произошло синхронно на большей части Атлантического океана и, возможно, является надежным стратиграфическим репером.

Первое появление *Sphaeroidinella dehiscens* зафиксировано в скв. 397 почти одновременно с исчезновением *Sphaeroidinellopsis seminulina* 3,0 млн. л.н., хотя, по данным Г. Болли, она появляется раньше, в верхней части зоны *Globorotalia margaritae* (Bolli, Saunders, 1985).

Важный биостратиграфический уровень последнего присутствия *Globoquadrina altispira* отмечается в скважинах 397 и 608 у кровли эпизода Каена 2,91 млн. л.н. Этот возраст совпадает с большинством данных по другим скважинам. Согласно исследованиям С. Хиллса и Г. Тирштайна, он составляет 2,94 млн. л. Это событие является одним из надежных в плиоцене (Hills, Thierstein, 1989). В экваториально-тропических широтах *G. altispira* исчезает в диапазоне 2,85–3,05 млн. л.н. во всех скважинах 108 рейса (Weaver, Raymo, 1989). В скважинах 606 и 607 южной части умеренного пояса ее последнее присутствие отмечено 2,93–2,99 млн. л.н. (Weaver, Clement, 1986). Единичные экземпляры этого вида встречаются в плиоценовых осадках до 56° с.ш. (Крашенинников, Былинская, 1994). Согласно Г. Болли, *G. altispira* также исчезает в нижней половине зоны *Globorotalia miocenica* (Bolli, Saunders, 1985).

Исчезновение *Globorotalia pertenuis* в отложениях скв. 397 четко фиксируется в середине зоны *Globorotalia miocenica* 2,4 млн. л.н. во время эпизода похолодания.

Globorotalia miocenica последний раз присутствует в скв. 397 2,18 млн. л.н., что хорошо согласуется с данными 94 рейса. Так, в скв. 606 и 607 она исчезает 2,2–2,3 млн. л.н. (Weaver, Clement, 1986). В экваториально-тропическом поясе Атлантики это событие также отмечалось от 2,0 до 2,3 млн. л.н. (Weaver, Raymo, 1989). Такой же или сходный возраст этого уровня, а именно 2,1 и 2,2 млн. л., указывается в ранней работе по скв. 397 (Mazzei et al., 1979) и У. Берггреном (Berggren et al., 1985), соответственно. Таким образом, вымирание *G. miocenica* – это один из надежных уровней в плиоцене Атлантики. Очень близки к

нему уровни исчезновения *G. pseudomiocenica* и *G. exilis*. Эти три события и отмечают верхнюю границу зоны *Globorotalia miocenica* и основания последней плиоценовой зоны *Globorotalia tosaensis*. Севернее 41° с.ш. *G. miocenica* и *G. exilis* в осадках не встречаются.

Последнее присутствие *Globigerinoides extremus* отмечается в скв. 397 и 609 ниже основания палеомагнитного эпизода Олдувей 2,08 и 2,05 млн. л.н., соответственно. Эти датировки древнее приводимой для скв. 606–609 из умеренных широт, где возраст исчезновения *G. extremus* колеблется от 1,62 до 1,9 млн. л. (Weaver, Clement, 1986). В экваториально-тропическом поясе это событие фиксируется около 1,8 млн. л.н. (Weaver, Raymo, 1989). По другим данным, этот возраст сильно варьирует в разных скважинах и в среднем составляет 2,43 млн. л. (Hills, Thierstein, 1989).

Globorotalia truncatulinoides появляется в скв. 397 и 609 в основании палеомагнитного эпизода Олдувей 1,88 млн. л.н. Усредненный возраст ее первого присутствия в ряде других скважин составляет 1,99 млн. л. (Hills, Thierstein, 1989). В экваториально-тропических широтах этот датировочный уровень в среднем варьирует в пределах 1,8–2,0 млн. л.н., за исключением скважин, осадки которых были, по-видимому, подвержены растворению (Weaver, Raymo, 1989). В умеренных широтах *G. truncatulinoides* появляется 1,84–1,85 млн. л.н. в скв. 606–608 и 1,8 млн. л.н. в скв. 610. Однако в скв. 611, расположенной немного западнее последней на той же широте (53° с.ш.), это событие отмечено гораздо позднее, а именно 1,35 млн. л.н. (Weaver, Clement, 1986). По нашим данным, еще севернее – на плато Рокколл – в скв. 403 (56° с.ш.) *G. truncatulinoides* появляется около 1,25 млн. л.н. (Крашенинников, Былинская, 1994). Таким образом, уровень появления *G. truncatulinoides*, по-видимому, является достаточно надежным в Северной Атлантике от экватора примерно до 45° с.ш. Дальше к северу он постепенно становится моложе.

Возраст уровня исчезновения *Globorotalia crassaformis viola* в скв. 397 составляет 1,56 млн. л., в скв. 608 – 1,62, а в скв. 609 – 1,44 млн. л. По нашему мнению, это событие отмечает кровлю нижнеплейстоценовой одноименной подзоны. На поднятии Риу-Гранди в

Южной Атлантике *G. crassaformis viola* исчезает 1,47 млн. л.н. (Barash et al., 1983). Вопрос о возрасте и синхронности этого уровня требует дальнейшего изучения.

Еще одно четвертичное биостратиграфическое событие – появление *Globigerina calida calida*. Первоначально его возраст был определен как 0,14 млн. л. (Bulli, Premoli Silva, 1973), однако впоследствии, при корреляции с наннопланктонном, стало очевидно, что он древнее. В колонках донных осадков тропической Атлантики появление *G. calida calida* было отмечено внутри зоны *Pseudoemiliania lacunosa* на уровне основания палеомагнитной эпохи Брюнес, т.е. 0,73 млн. л.н. (Былинская, Головина, 1990). В осадках умеренного пояса на плато Рокколл ее появление также примерно соответствует палеомагнитной инверсии Матуйам/Брюнес (Крашенинников, Былинская, 1994). По данным скв. 516 из Южной Атлантики, возраст уровня ее появления составляет 0,81 млн. л. (Barash et al., 1983). По нашим материалам, в скв. 397 и 608 *G. calida calida* появляется у основания эпизода Харамильо 0,96–0,98 млн. л.н., в скв. 609 – в кровле Харамильо (0,91 млн. л.н.), а в скв. 611 – ниже основания эпизода Брюнес (около 0,8 млн. л.н.). Таким образом, возраст этого уровня еще нуждается в уточнении.

Итак, можно сделать следующие выводы:

1. Изучение стратиграфии осадков скв. 397 в субтропической Атлантике и сравнение результатов с данными по планктонным фораминиферам из других климатических поясов выявило в плиоцене и плейстоцене Атлантического океана 5 надежных биостратиграфических событий: появление *Globorotalia margaritae* и *G. crassaformis viola*, а также вымирание *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globoquadrina altispira* и *Globorotalia miocenica*. Синхронность появления в Северной Атлантике *G. truncatulinoides* от экватора до 45° с.ш. также можно считать доказанной. Можно предположить надежность следующих уровней, что, однако, требует проверки: появление *Globorotalia crassaformis ronda*, *G. exilis*, *Globigerina calida calida* и исчезновение *Globorotalia pertenuis* и *G. crassaformis viola*.

2. Корреляция уровней появления и исчезновения планктонных фораминифер в разных климатических областях (см. рис. 22) показывает, что

ряд видов появляется в субтропической Атлантике раньше, нежели в более северных и южных районах. Это такие виды, как *Globorotalia crassaformis crassaformis*, *G. crassaformis hessi*, *G. puncticulata*, *G. miocenica* и, возможно, *Globigerina calida calida*. Детальное изучение Л.А. Головиной наннопланктона из этой же скважины показало, что крупные типичные *Gephyrocapsa oceanica* появляются здесь на уровне 1,78 млн. л.н., что древнее ранее приводившихся датировок. Все эти данные говорят в пользу гипотезы о субтропическом центре распространения видов, однако вопрос, является ли это подтверждением гипотезы или случайным совпадением, пока остается открытым и требует выяснения.

4.2. О ВОЗМОЖНОСТЯХ НЕКОТОРОЙ ДЕТАЛИЗАЦИИ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОЙ ШКАЛЫ ПО ПЛАНКТОННЫМ ФОРАМИНИФРАМ И ГРАНИЦАХ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ

Стратиграфическое расчленение плиоцен-четвертичных отложений скв. 397 можно проводить в соответствии со шкалой Г. Болли (как это сделано в главе 3) или У. Берггрена (Berggren, 1977). В обзоре зональных шкал (см. главу 2) эти схемы уже сравнивались и указывалось их сходство по существу, что естественно, так как они основаны на реальных комплексах планктонных фораминифер. Их внешнее различие связано с использованием разных, в том числе дополнительных (у У. Берггрена), форм в качестве индексов.

Сравнение этих схем в применении к стратиграфии осадков скв. 397 выглядит следующим образом. Безусловно справедливо выделение раннеплиоценовой зоны *Globorotalia margaritae* с индекс-видом, прекрасно определимым, многочисленным и широко распространенным в Северной Атлантике от экватора до 56° с.ш. В обеих обсуждаемых схемах она разделяется на две части. Однако проведение границы по уровню исчезновения *Globigerina nepenthes* (Berggren,

1977) не очень удобно, поскольку он определенно является диахронным в различных областях Атлантики и, кроме того, вид довольно малочислен. Можно проводить стратиграфическую границу внутри биозоны *G. margaritae* по появлению *G. margaritae evoluta*, как предложил Г. Болли и как неоднократно практиковалось в стратиграфических исследованиях (Krasheninnikov, 1978а, б, 1979, 1980; Krasheninnikov, Pflaumann, 1977). Еще одну границу можно провести по появлению *Globorotalia crassaformis*, как предлагается в настоящей работе (рис. 23), или по появлению *G. puncticulata*, как это сделано в одной из предлагавшихся схем (Weaver, Clement, 1986). События появления *G. crassaformis* и *G. puncticulata* примерно в средней части биозоны *Globorotalia margaritae* фиксируются во всех изученных нами разрезах скважин от тропической до северной части бореальной области.

Выделение среднеплиоценовой зоны *Globorotalia miocenica* (Bolli, Saunders, 1985) мы считаем также необходимым, хотя оно и возможно лишь до примерно 42–45° с.ш. С ее расчленением на более мелкие подразделения тоже существуют некоторые сложности. Выделение, по Г. Болли, двух подзон – *Globigerinoides trilobus fistulosus* и *Globorotalia exilis* – по уровню исчезновения первого вида возможно только в узком экваториально-тропическом поясе, так как севернее примерно 15° с.ш. он не распространялся. Тем не менее некоторая детализация интервала зоны *Globorotalia miocenica* возможна. Используемые в шкале У. Берггрена уровни последнего присутствия *Sphaeroidinellopsis seminulina* и *Globoquadrina altispira* достоверны, но редкая встречаемость экземпляров этих видов на последних этапах их развития не всегда позволяет надежно проследить эти уровни. Из скважин, изученных авторами и описываемых в настоящей работе, эти события прорежены в наиболее детально отобранных разрезах скв. 397, 608 и 609, а по литературным данным, они фиксируются в скв. 660–668 экваториально-тропической Атлантики (Weaver, Raymo, 1989).

Существующий в этом интервале уровень исчезновения *Globorotalia pertenuis* (см. табл. 13) раньше не использовался в зональных шкалах, однако он также прослеживается в ряде скважин и, по нашему мнению, может применяться в ка-

Bolti, Premoli Silva, 1973 Bolti, Saunders, 1965		Berggren, 1977 Berggren et al., 1995		настоящая работа			магнито-хрон. шкалы	возраст млн л	
				зона	подзона / шаг	датированные уровни			
G. truncatulinoides	G. fimbriata	G. fimbriata	G. truncatulinoides	G. truncatulinoides	G. truncatulinoides	G. fimbriata	G. fimbriata	X	1
	G. bermudezi	G. bermudezi				G. bermudezi	G. bermudezi		
	G. calida calida	G. calida calida				G. calida calida	G. calida calida		
	G. crass hessi	G. crass hessi				G. crass viola	G. crass viola		
	G. crass viola	G. truncatulinoides				G. crass viola	G. truncatulinoides		
G. losaensis		G. losaensis	PL6	G. losaensis	G. losaensis	G. losaensis		O	2
G. micropentica	G. exilis	G. exilis	PL5	G. micropentica	G. exilis	G. micropentica			
	G. trilobus fistulifera	G. trilobus fistulifera	PL4	G. alispina	G. pertenuis	G. pertenuis			
	G. margaritae evoluta	G. margaritae evoluta	PL3	G. seminulina	G. alispina	G. alispina			
G. margaritae	G. margaritae evoluta	G. margaritae evoluta	PL2	G. margaritae	G. margaritae	G. margaritae			
	G. margaritae margaritae	G. margaritae evoluta	PL1	G. neperthes	G. margaritae	G. margaritae			
	G. margaritae margaritae	G. margaritae margaritae		G. dehiscentes	G. margaritae	G. margaritae			
G. humerosa		G. humerosa			G. humerosa	G. humerosa		K	4
					G. crassaformis	G. crassaformis			
					G. marg. evoluta	G. margaritae evoluta		C	5
					G. marg. margaritae	G. margaritae margaritae			
								T	6

⊥ 1 ⊥ 2

Рис. 23. Корреляция плиоцен-четвертичного интервала зональных шкал по индексам фораминифер
Fig. 23. Correlation of the Pliocene-Quaternary interval of planktonic foraminiferal zonations
 1 – первое появление индекса-вида; 2 – последнее появление индекса-вида
 1 – FO; 2 – LO

честве маркера стратиграфической границы. Таким образом, можно предложить выделение внутри плиоценовой зоны *Globorotalia miocenica* более дробных подразделений, пока условно называемых слоями с фауной: *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globoquadrina altispira*, *Globorotalia pertenuis* и *G. exilis* (см. рис. 23).

Позднеплиоценовая зона Г. Болли *Globorotalia tosaensis* хорошо выделяется как интервал от вымирания *G. miocenica* до появления *G. truncatulinoides*.

Судя по материалам скв. 197, а также многих скважин в других районах Атлантики, рассмотренных в главе 3, расчленение четвертичных осадков на пять подзон, предложенное Г. Болли (Bolli, Premoli Silva, 1985), полностью оправдано. По нашему мнению, следует только несколько изменить критерии выделения двух подзон. Так, кровля нижней подзоны проводится нами по исчезновению индекс-формы, а кровля подзоны *Globigerina calida calida* – по последнему присутствию *Globorotalia crassaformis hessi*.

Итак, можно предложить следующую небольшую модификацию зональной шкалы Г. Болли для плиоцен-четвертичного интервала (по крайней мере для субтропической области, см. рис. 23). В раннем плиоцене выделяется зона *Globorotalia margaritae* с нижней границей, проводимой по появлению индекс-вида примерно 5,6 (6,2)¹ млн. л.н., и верхней – по его вымиранию. В ее пределах выделяются подзоны *Globorotalia margaritae margaritae*, где на фоне миоценовых видов появляются первые элементы плиоценовой микрофауны, и *Globorotalia margaritae evoluta*, где полностью сформировался плиоценовый комплекс. Верхняя половина последней подзоны выделена нами как дополнительное подразделение – слои с *Globorotalia crassaformis* с нижней границей, проводимой по появлению *G. crassaformis* около 4,6 (5,0) млн. л.н. В других климатических поясах за пределами субтропического эта граница, по-видимому, проходит несколько выше. В позднем плиоцене выделяются две зоны: *Globorotalia miocenica* со слоями с фауной *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globoquadrina altispira*, *Globorotalia pertenuis* и *Globorotalia*

exilis, имеющих границы на уровнях 3,02 (3,14), 2,9 (3,03), 2,4 (2,51) и 2,2 (2,26) млн. л.н., соответственно, и *Globorotalia tosaensis* с верхней границей на уровне появления *Globorotalia truncatulinoides* 1,88 (1,95) млн. л.н. В плейстоцене в пределах зоны *Globorotalia truncatulinoides* выделяются пять подзон: 1) *Globorotalia crassaformis viola* до вымирания индекс-вида около 1,6–1,4 (1,7–1,5) млн. л.н.; 2) *Globorotalia crassaformis hessi*; 3) *Globigerina calida calida* от появления индекс-вида 0,9–0,8 (1,0–0,9) млн. л.н. до вымирания *Globorotalia crassaformis hessi* примерно 0,1 млн. л.н.; 4) *Globigerina bermudezi* и 5) *Globorotalia fimbriata*, охватывающая голоцен и выделяемая по появлению индекс-вида.

Итак, зональное расчленение плиоцен-четвертичных осадков Атлантики проводилось нами в близком соответствии со шкалой Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985), лишь несколько модифицированной. Отложения верхнеплиоценовой части разреза в субтропической Атлантике хорошо расчленяются при объединении шкал Г. Болли и У. Бергрена (Berggren, 1977) с небольшим дополнением.

На рисунке 24 показаны широтные границы применения зональной шкалы Г. Болли, установленные на основе изучения планктонных форминифер из скважин, имевшихся в распоряжении авторов. В полном объеме эта шкала может применяться от экватора до примерно 40° с.ш. (рис. 25). На этом пространстве в плиоцен-четвертичном разрезе четко выделяются зоны *Globorotalia margaritae*, *Globorotalia miocenica* (с четырьмя подразделениями, предлагаемыми в настоящей работе), *Globorotalia tosaensis* и *Globorotalia truncatulinoides* с пятью подзонами, включая голоценовую *Globorotalia fimbriata*. Дальше к северу до 45° с.ш. в Западной и Центральной Атлантике (примерно западнее 25° з.д.) и до 42° с.ш. в восточной части океана можно выделить все плиоценовые подразделения, а в четвертичном разрезе выпадает самая верхняя подзона *Globorotalia fimbriata*. От 42–45° с.ш. до 50° с.ш. в раннем плиоцене выделяется зона *Globorotalia margaritae* с двумя подзонами, а в позднем, из-за отсутствия части видов, – интервал зон *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*, в котором по составу комплекса все же можно условно провести границу. В нижней ча-

¹ В скобках приводится возраст по новой геохронологической шкале (Berggren et al., 1995).

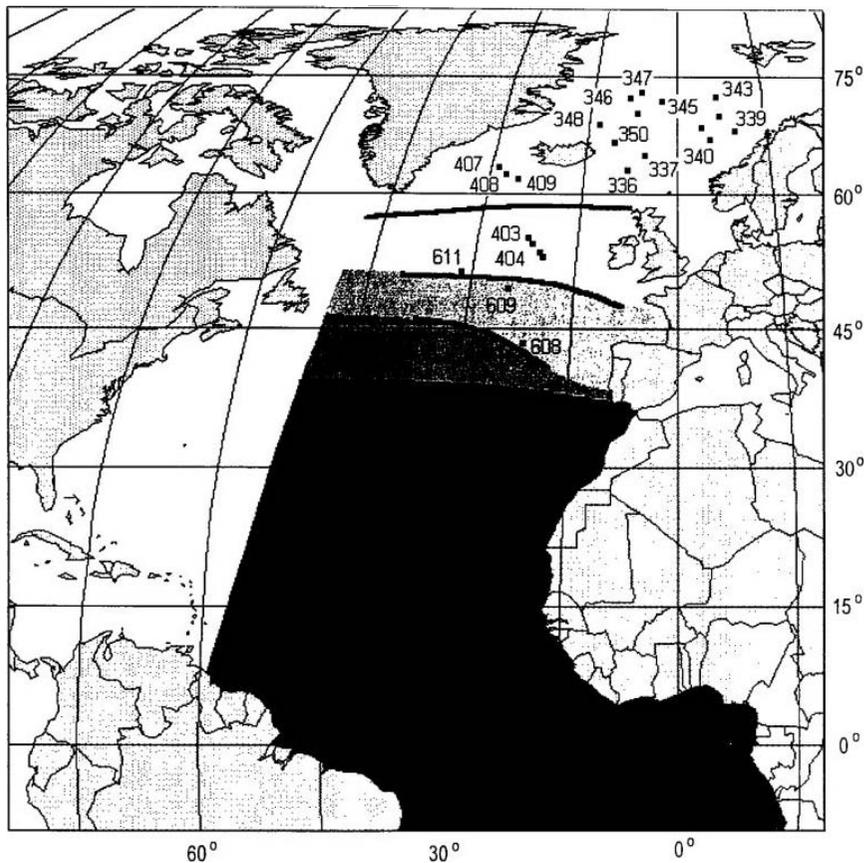


Рис. 24. Границы применения низкоширотной зональной шкалы Г. Болли в северной половине Атлантического океана. Пояснения в тексте. Условные обозначения см. на рис. 4

Fig. 24. Various degree of application of the low-latitude zonation (Bolli, Saunders, 1983) in the northern half of the Atlantic according to the authors' records. Symbols as in Fig. 4

сти этого интервала доминирует *G. punctulata*, а в верхней – *G. inflata*. В полосе от 50° до 56–60° с.ш. в плиоцене выделяются два крупных подразделения: зона *Globorotalia margaritae* (с подзонами *Globorotalia margaritae margaritae* и *Globorotalia margaritae evoluta*) и нерасчлененный интервал зон *Globorotalia miocenica*–*Globorotalia tosaensis*, в четвертичном разрезе по-прежнему фиксируются четыре подзоны. Таким

образом, несмотря на выпадение из комплексов планктонных фораминифер с юга на север целого ряда наиболее тепловодных видов, как видим, общая структура шкалы Г. Болли не изменяется до почти 60° с.ш. Наконец, в субполярной области из-за бедности комплексов известкового планктона по фораминиферам возможно расчленение отложений только на уровне отделов (миоцен, плиоцен) и четвертичной системы (см. рис. 25).

широта градусы шх. л.	магнитно-хрон. шкала	0 - 40°			40 - 60°			60 - 70°
		зоны	подвиды	слой с фауной	40 - 45°		45 - 60°	
					G. truncatuli- poideis	G. truncatuli- poideis	G. truncatuli- poideis	
1	Бермуды Маяяма	G. truncatuli- poideis	G. fimbriata		G. fimbriata-G. bermudezi	G. fimbriata-G. bermudezi		четвертич- ный
			G. bermudezi			G. calida calida		
2			G. crassaformis hessi		G. crass. hessi	G. crassaformis hessi		
			G. crass. viola			G. crass. viola		
3	Гудзон	G. miocenica	G. tosaensis		G. tosaensis	G. tosaensis - G. miocenica		плиоцен
			G. exilis			G. exilis		
4	Гильберт	G. margaritae	G. trilobus fistulosus		G. margaritae	слой с G. crassaformis		
			G. margaritae evoluta			G. margaritae evoluta		
5			G. margaritae		G. margaritae	G. margaritae margaritae		
			G. margaritae			G. margaritae		
6			G. humerosa		G. humerosa	G. humerosa		миоцен

Рис. 25. Степень детальности субглобальной зональной шкалы по планктонным фораминиферам на разных широтах в Северной Атлантике

Fig. 25. Detailness of the subglobal planktonic foraminiferal zonation at different latitudes of the North Atlantic

4.3. О СТРАТИГРАФИЧЕСКОМ РАСПРОСТРАНЕНИИ ПЛЕКСУСА *GLOBOROTALIA CRASSAFORMIS* И ВИДОВ-МАРКЕРОВ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА

В процессе изучения планктонных фораминифер во всех описанных выше скважинах специальное внимание уделялось нами распространению форм плексуса *Globorotalia crassaformis*, так как они очень характерны для плиоцен-четвертичных отложений и имеют стратиграфическое значение. Мы ставили целью проследить распространение подвидов *Globorotalia crassaformis crassaformis*, *G. crassaformis hessi*, *G. crassaformis viola* и *G. crassaformis ronda* в разных климатических областях и их распре-

ление по разрезу. Выяснилось, что все эти четыре подвида широко распространены в Атлантическом океане от экватора до севера умеренной области, что изображено на рисунках 6-14, а многочисленные экземпляры *G. crassaformis crassaformis* и *G. crassaformis hessi* обнаружены даже в субполярном поясе (скв. 407, 408; см. рис. 20, 21).

Надо отметить, что стратиграфическое значение форм плексуса *Globorotalia crassaformis* отнюдь не является общепризнанным. Так, У. Блоу (Blow, 1969) указывал на распространение всех выделенных им таксонов этой группы от позднего миоцена или основания плиоцена до голоцена, тем самым не выделяя их как стратиграфические маркеры. Р. Стайнфорт (Stainforth et al., 1975) придерживался мнения, что различия между родственными формами *G. crassaformis*

являются слабыми и незначительными, и выделял только виды *G. crassaformis*, *G. aemiliana* и *G. ronda*. Резюмируя различные точки зрения, Г. Болли пишет по этому поводу: "Использование и приемлемость таксонов плексуса *crassaformis* как индекс-форм в биостратиграфии, таким образом, остается неполностью понятым, дискуссионным и в значительной степени ограниченным определенными районами, такими, как Средиземноморье или Карибский регион" (Bolli, Saunders, 1985, p. 230). Тем не менее ряд исследователей использовали подвиды *G. crassaformis* для стратиграфического расчленения осадков и в других регионах (Rogl, 1974; Krashennikov, 1979; Pflaum, 1988; Varash et al., 1983). Судя по данным, приводимым в настоящей работе,

подвиды *G. crassaformis* широко распространены в осадках на большой акватории и, по нашему мнению, имеют достаточно ясные морфологические отличия, а поэтому могут использоваться в качестве маркеров для отложений плиоцена и плейстоцена.

На рисунке 26 показано стратиграфическое распространение подвидов *Globorotalia crassaformis* в осадках плиоцена и плейстоцена по материалам изученных скважин. Как уже указывалось в этой главе, *G. crassaformis crassaformis* появляется в средней части биозоны *Globorotalia margaritae*, что согласуется с большинством литературных данных по Атлантическому океану (в том числе Bolli, Saunders, 1985). Однако в последней работе в основании этой биозоны приво-

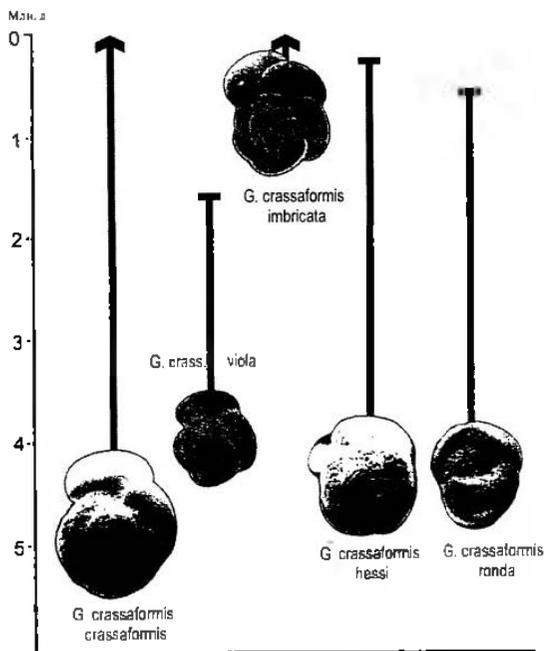


Рис. 26. Стратиграфическое распространение подвидов группы *Globorotalia crassaformis* в плиоценовых и четвертичных осадках Атлантического океана

Fig. 26. Subspecies of the *Globorotalia crassaformis* plexus in the Pliocene and Quaternary sediments of the Atlantic

дится появление *G. crassaformis* s.l., *G. crassaformis oceanica* и *G. crassaformis ronda* (Fig. 6, p. 168). Ни в одной из изученных нами скважин какая-либо форма этого плексуса не встречена в основании зоны *Globorotalia margaritae*. Самое раннее появление *G. crassaformis crassaformis* зафиксировано в скв. 397 на уровне эпизода Твэра палеомагнитной эпохи Гильберт (4,62 или 5,06 млн. л.н.). У Берггрена приводятся данные о первой находке этой формы стратиграфически выше, на уровне эпизода Нунивак (Berggren et al., 1995).

Следующие два подвида, *G. crassaformis hessi* и *G. crassaformis ronda*, появляются в субтропической Атлантике на уровне эпизода Нунивак (см. рис. 26). Первый из них в других климатических областях найден существенно выше (причем на разных уровнях), т.е. его первое присутствие является диахронным событием. В Карибском регионе он появляется в средней части плейстоцена (Bulli, Premoli Silva, 1973), так же как, очевидно, в умеренной Атлантике (Крашенинников, Былинская, 1994). У Берггрена приводится соответствующую датировку 0,75 млн. л. (Berggren et al., 1995). Последний раз *G. crassaformis hessi* встречается примерно 100 тыс. л.н., и по его последнему присутствию мы предлагаем проводить верхнюю границу четвертичной подзоны *Globigerina calida calida*. В средней части этой подзоны, около 0,5 млн. л.н., исчезает *G. crassaformis ronda* (Былинская, 1994). Это событие может служить дополнительным репером при корреляции и установлении относительного возраста отложений.

Из всей группы форм плексуса *G. crassaformis* самым ограниченным интервалом распространения характеризуется *G. crassaformis viola*. Ее появление фиксируется в верхней части биоцены *Globorotalia margaritae* у кровли эпизода Кочити эпохи Гильберт 3,7 (4,0) млн. л.н. Уровень ее первого присутствия в верхней части раннего плиоцена прослеживается и в нашем материале и подтверждается литературными данными (Bulli, Saunders, 1985). Последние находки этого подвида отмечают кровлю нижней четвертичной подзоны *Globorotalia crassaformis viola* примерно 1,4–1,6 (1,5–1,7) млн. л.н.

При изучении четвертичного интервала отложений экваториального, тропического и уме-

ренного поясов в позднплейстоценовых осадках была обнаружена еще одна форма группы *G. crassaformis*, описанная нами и названная *Globorotalia crassaformis imbricata* Krashennikov et Bylinskaya subsp. nov. Это очень характерный подвид, имеющий четкие морфологические отличия от других форм *Globorotalia crassaformis*. Он характеризуется 5-камерной раковиной и черепитчатым наложением камер последнего оборота со спинной стороны. На наш взгляд, можно выделить формы, переходные к этому подвиду от *G. crassaformis hessi*. В осадках колонок из тропической Атлантики, описанных в главе 3, он появляется в нижней половине подзоны *Globigerina calida calida*, а максимальное развитие получает в двух вышележащих подзонах (см. рис. 7). В колонках 32T2 и 346T12 вычисленный возраст уровня его возникновения составляет около 500 тыс. л. (Былинская, Головина, 1990). Этот подвид был также найден в скв. 25 и 403 (см. рис. 6, 14). Похожая форма и со сходным интервалом распространения (примерно с низов подзоны *Globigerina calida calida*) отмечалась в осадках у западного побережья Африки (Pflaumann, Krashennikov, 1978) и в Индийском океане (Rogl, 1974).

Вопреки бытовавшему мнению о том, что в плейстоцене эволюционные изменения микрофауны были незначительными, детальное изучение планктонных фораминифер из многих разрезов позволяет проследить и зафиксировать целый ряд уровней появления и исчезновения видов, которые могут служить маркерами при расчленении четвертичных отложений (рис. 27). Это, прежде всего, появление *Globorotalia truncatulinoides*, отмечающее границу плейстоцена в экваториальном, тропическом и субтропическом поясах. Как показывают наши исследования и некоторые литературные данные, в умеренной области это событие произошло значительно позднее: в среднем около 1,2–1,3 (1,3–1,4) млн. л.н. В этой работе уже неоднократно упоминались уровни вымирания *Globorotalia crassaformis viola*, *G. crassaformis hessi* и *G. crassaformis ronda*, имеющие различный возраст и служащие важными маркерами внутри квартала. Еще одним важным дополнительным событием является появление *G. crassaformis imbricata*. Момент вымирания *Globorotaloides hexagonus* можно проследить не

СТРАТИГРАФИЯ ПЛИОЦЕНОВЫХ И ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ ПО НАННОПЛАНКТОНУ

5. 1. ПЛИОЦЕН

Изучение распределения наннопланктона в плиоценовых отложениях северо-восточной Атлантики проводилось на материале скважин 397, 400, 608, 609, 610 и 611, по другим скважинам использованы литературные данные.

5.1.1. Континентальный склон Африки и прилегающие впадины

Наиболее полный разрез неогеновых отложений в этом районе вскрыт скважиной 366А на поднятии Сьерра-Леоне.

Плиоценовые отложения мощностью около 10 м согласно ложатся на осадки верхнего миоцена и содержат богатый и разнообразный наннопланктон, позволяющий проследить изменение тропического сообщества наннофлоры в плиоцене. В нашем распоряжении был керновый материал, позволяющий ознакомиться с комплексами наннофлоры, ранее изученными Д. Бакри (Bakry, 1978а) и К. Замтлебом (Samtleben, 1978).

Зона *Amaurolithus tricorniculatus* CN 10 шкалы Д. Бакри (Bakry, 1978b; Okada, Bakry, 1980) выделяется в полном объеме, базальная часть зоны относится еще к верхнему миоцену (**подзона *Triquetrorhabdulus rugosus* CN 10а**, керн 10А-1).

Подзона *Ceratolithus acutus* CN 10б соответствует керну 9А-3. Нижняя граница зоны опре-

деляется исчезновением *Triquetrorhabdulus rugosus* и появлением *Ceratolithus acutus*. Характерный комплекс зоны включает многочисленные тропические и субтропические виды *Amaurolithus primus*, *A. tricorniculatus*, *Ceratolithus acutus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyrei*, редкие *Discoaster asymmetricus*, *D. brouweri*, *D. challengeri*, *D. pentaradiatus*, *D. surculus*, *D. variabilis*, *Discolithina japonica*, *D. multipora*, *Helicosphaera carteri*, *Scyphosphaera globulata*, *S. intermedia*, *S. pulcherrima*, *Sphenolithus abies*, *S. neoabies*. В небольшом количестве присутствует *Coccolithus pelagicus*.

Верхняя часть **зоны *Amaurolithus tricorniculatus* CN 10** – **подзона *Ceratolithus rugosus* CN 10с** установлена в керне 9А-1. Нижняя граница определяется исчезновением вида *Ceratolithus acutus* и появлением вида *Ceratolithus rugosus*. В комплексе наннофлоры, по-прежнему разнообразном, появляются редкие и мелкие *Helicosphaera sellii*, более многочисленным становится *Discoaster asymmetricus*. Верхняя граница зоны определяется по исчезновению *Amaurolithus primus* и *A. tricorniculatus*.

Зона *Reticulofenestra pseudoumbilica* CN 11 представлена двумя подзонами и выделяется в полном объеме.

Нижняя **подзона *Sphenolithus abies* CN 11а** установлена в кернах 7А-6/8А-3 и характеризуется таким же богатым и разнообразным наннопланктоном, как и ранее. В комплексе обильно представлен *Sphenolithus neoabies*, а *Discoaster asymmetricus* присутствует лишь спорадически.

К верхней границе зоны, определяемой по началу расцвета *Discoaster asymmetricus*, в комплексе появляются *Discoaster tamalis* и *D. decorus*.

К подзоне *Discoaster asymmetricus* CN 11b отнесены осадки кернов 7-A-1/7-A-3. Здесь присутствует столь же разнообразный и богатый комплекс наннофлоры, что и ранее, с многочисленными дискоастерами, сцифосферами и понтосферами. Отличительной особенностью ассоциации наннофлоры этого интервала в низких широтах является расцвет *Discoaster asymmetricus*, по мнению Д. Баكري — региональное явление. Верхняя граница подзоны *Discoaster asymmetricus* (зона *Reticulofenestra pseudoumbilica*) определяется по исчезновению *Reticulofenestra pseudoumbilica* и *Sphenolithus* spp.

Зона *Discoaster brouweri* CN 12, представленная в шкале Д. Баكري четырьмя подзонами, установлена не в полном объеме в связи с пропусками при бурении.

Подзона *Discoaster tamalis* CN 12a (керна 6A-2/6A-5). Характерные виды *Ceratolithus rugosus*, *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Discoaster asymmetricus*, *D. brouweri*, *D. decorus*, *D. pentaradiatus*, *D. surculus*, *D. tamalis*, *D. variabilis* (редко), *Discolithina japonica*, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, *Rhabdosphaera procera* (редко), *Scyphosphaera pulcherrima*, *Thoracosphaera saxea*. Тепловодность условий в этом интервале подчеркивается присутствием *Discoaster blackstokae*, *D. decorus*, *D. quadramus*, *Hyaster perplexus*. Д. Баكري отмечает, что совместное наличие *Discoaster asymmetricus* и *D. tamalis* при отсутствии *Reticulofenestra pseudoumbilica* и *Sphenolithus* spp. является надежным критерием для определения этого стратиграфического интервала. К верхней границе подзоны исчезает *Discoaster variabilis*, и вид *Discoaster decorus* не встречается выше этого интервала. Верхняя граница подзоны устанавливается по исчезновению *Discoaster tamalis*.

Подзона *Discoaster surculus* CN 12b определена в кернах 5A-2/5A-5. Видовой состав включает *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Umbilicosphaera sibogae*, *Pseudemiliana lacunosa*, редкие *Gephyrocapsa* sp., *Rhabdosphaera clavifera*, *R. stylifera*, *Syracosphaera pulchra*, *Scapholithus fossilis*, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, *H. wallichi*, *Pontosphaera* sp. Дис-

коастеры представлены всего тремя видами — *Discoaster brouweri*, *D. pentaradiatus* и *D. surculus*. Последний исчезает к верхней границе подзоны.

Подзона *Discoaster pentaradiatus* CN 12c (обр. 4CC) первоначально не была установлена Д. Баكري в разрезе, позднее ее выделил К. Замтлебен (Samtleben, 1978), более детально изучавший плиоцен-плейстоценовый интервал скв. 366. Из дискоастеров здесь присутствуют только *Discoaster brouweri* и *D. pentaradiatus*, по исчезновению последнего и определяется верхняя граница подзоны Д. Баكري отмечает, что хотя *D. surculus* исчезает несколько раньше, чем *D. pentaradiatus*, но эти два последовательных события разделены столь кратким интервалом, что можно считать их одновременными.

Венчающая плиоценовую часть разреза подзона *Cyclococcolithus* (= *Calcidiscus*) *macintyreii* CN 12d соответствует кернам 4-A-2/4A-5. Нижняя граница ее определяется исчезновением *Discoaster pentaradiatus*. Основную часть комплекса составляют виды, упомянутые ранее в подзоне *Discoaster surculus*. Следует отметить, что здесь большого видового разнообразия достигают сцифосферы, представленные семью видами, обильны рабдосферы и понтосферы, расширяется видовой состав гефирокэпс, которые в квартале займут одно из ведущих мест в ассоциации наннофлоры. Исчезновение последнего представителя рода *Discoaster* вида *Discoaster brouweri* маркирует верхнюю границу подзоны и является решающим событием для определения границы плиоцена-плейстоцена. Вблизи этой границы Д. Баكري (Викру, 1978а) отмечает значительное сокращение присутствия *Calcidiscus macintyreii* и *Ceratolithus rugosus*, а также возрастание обилия *Coccolithus pelagicus* и *Helicosphaera sellii*. К. Замтлебен (Samtleben, 1978) в скв. 366А выделяет следующие дополнительные события: 1) *Gephyrocapsa caribbeanica* появляется сразу же под границей плиоцена и плейстоцена, и ее интервал слегка перекрывается с *Discoaster brouweri*; 2) последние находки *Ceratolithus rugosus* отмечены в керне 4-2 и не встречены в плейстоцене; 3) относительно редкий в плиоцене *Coccolithus pelagicus* единично наличествует в базальных слоях плейстоцена и отсутствует выше по разрезу вплоть до самого верхнего кер-

на, где также отмечены лишь единичные экземпляры.

Плиоценовые отложения согласно перекрываются осадками квартера мощностью около 4 м.

Сквжина 397 пробурена в восточной части субтропической области Атлантического океана между Канарскими островами и северо-западным побережьем Африки. Она расположена в районе холодного Канарского течения, входящего в систему главного субтропического океанического круговорота. Изучение наннопланктона на борту "Гломар Челленджер" в 47 рейсе проводилось П. Челеком и Ф. Уиндом (Сепек, Wind, 1979), а затем разрез изучался Р. Мацци и др. (Mazzei et al., 1979). Для стратиграфического расчленения плиоценовых отложений ими использовалась зональная схема Э. Мартини (Martini, 1971), а для четвертичного интервала — схема С. Гартнера (Gartner, 1977). Позднее, Б. Драйвер (Driever, 1984) в рамках дискуссии о положении границы плиоцена—плейстоцена провел детальный количественный анализ частоты встречаемости представителей *Discoaster* в скв. 397 и в ряде средиземноморских разрезов.

Основной задачей наших исследований плиоцен-четвертичных отложений в скв. 397 являлась прямая корреляция зональных подразделений по планктонным фораминиферам и наннопланктону. Для детального расчленения плиоцена использовалась шкала Х. Окада и Д. Бакри (Okada, Bukry, 1980), для четвертичного интервала — схема С. Гартнера (Gartner, 1977).

Подзона *Triquetrorhabdulus rugosus* CN 10a установлена от обр. 397-43-2, 51–55 см, до 397-41-4, 101–105 см. При бортовых исследованиях наннопланктона в скв. 397 первоначально был выделен лишь интервал нерасчлененных зон *Amaurolithus tricorniculatus* NN12 и *Ceratolithus rugosus* NN13 (Сепек, Wind, 1979). Позднее Р. Мацци и др. (Mazzei et al., 1979) выделили подзону *Triquetrorhabdulus rugosus* CN 10a. Вслед за этими исследователями мы выделяем эту подзону от обр. 43-2, 51–55 см, где отмечено последнее присутствие *Discoaster quinqueramus*, до исчезновения *Triquetrorhabdulus rugosus* в обр. 41-4, 101–105 см. В комплексе наннофлоры отчетливо преобладают *Reticulofenestra pseudumbilica*, *Reticulofenestra* sp., *Coccolithus pelagicus*, *C. crassipons*, *Calcidiscus macintyreii*,

Helicosphaera carteri. Обильно представлены мелкие кокколиты. Дискастеры весьма немногочисленны, это *Discoaster surculus*, *D. variabilis*, *D. hroweri*, *D. pentaradiatus*. Кроме того, здесь отмечены редкие *Rhabdosphaera clavigera*, *Sphenolithus abies*, *Triquetrorhabdulus rugosus*, единичные *Amaurolithus tricorniculatus*. По сравнению с одновозрастным комплексом наннопланктона в скв. 366А, ассоциация в скв. 397 значительно беднее в таксономическом отношении, практически отсутствуют тепловодные сцифосферы, понтосферы и сфенолиты, немногочисленны субтропические рабдосферы и трикетрорабдолюсы. Большую часть комплекса слагают эвритермные виды при доминировании *Coccolithus pelagicus*. Наннопланктон чрезвычайно обилен, значительную долю составляют мелкие кокколиты.

Подзона *Ceratolithus acutus* CN 10b (от 397-41-4, 101–105 см, до 397-36-1. 28–32 см) в низкоширотной шкале Д. Бакри устанавливается как интервал от исчезновения *Triquetrorhabdulus rugosus* до появления *Ceratolithus rugosus*. Важнейшим и определяющим событием для этого интервала является появление вида *Ceratolithus acutus*, бионоза которого и определяет данную подзону. Вымирание индекс-вида считается синхронным появлению *Ceratolithus rugosus*, следующей формы в развитии родственной линии *C. acutus* — *C. rugosus* — *C. cristatus* (Gartner, Bukry, 1975). При бортовых исследованиях присутствие *C. acutus* не было выявлено, отмечались лишь чрезвычайно редкие находки *Ceratolithus* sp., а типичных *C. rugosus* не было найдено (Сепек, Wind, 1979). Позднее подзона *Ceratolithus acutus* была выделена до 38 керна (Mazzei et al., 1979). Нашими исследованиями выявлено присутствие редких *C. acutus* выше по разрезу вплоть до самой верхней части керна 36 при отсутствии типичных *C. rugosus*. Таким образом, точное положение верхней границы подзоны при подобном пунктирном распространении стратиграфически важных видов неясно. Мы условно проводим ее по последней находке *Ceratolithus acutus* в образце 36-1, 28–32 см. Комплекс наннофлоры становится значительно разнообразнее за счет расширения состава тепловодных видов: более обильных дискастеров (появляются редкие *Discoaster asymmetricus*), присутствия цератоли-тов, сцифосфер и понтосфер.

Подзона *Ceratolithus rugosus* CN 10c (от обр. 36-1, 34–35 см, до обр. 34-5, 46–50 см). По шкале Д. Багри верхняя граница подзоны определяется исчезновением *Amaurolithus primus* и *A. tricorniculatus*. Вид *A. primus* обнаружен единично лишь в нескольких образцах предыдущей подзоны, в то время как *A. tricorniculatus* редко, но постоянно наличествует в комплексе и его последние находки фиксируются в образце 397-34-5, 46–50 см, где проводится верхняя граница подзоны. Здесь представлены *Amaurolithus tricorniculatus*, *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Ceratolithus rugosus* (единично), *Discoaster asymmetricus*, *D. brouweri*, *D. pentaradiatus*, *D. surculus*, *Helicosphaera carteri*, *H. inversa*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Reticulofenestra* sp., *Sphenolithus neoabies*. В образце 34-5, 46–50 см, впервые встречены единичные *Helicosphaera sellii*, редкие находки которой характерны для этого стратиграфического интервала и в тропической области.

Зона *Reticulofenestra pseudoumbilica* CN 11 (от обр. 34-5, 46–50 см, до 26-4, 52–56 см) подразделяется на две подзоны: *Sphenolithus neoabies* и *Discoaster asymmetricus*.

Подзона *Sphenolithus neoabies* CN 11a (от обр. 34-5, 46–50 см, до 29-7, 18–22 см) определяется как интервал от исчезновения *Amaurolithus primus* и *A. tricorniculatus* до начала расцвета *Discoaster asymmetricus*. Но, как уже отмечалось выше, дискоастеры в скв. 397 немногочисленны, поэтому, не опираясь на количественный критерий проведения верхней границы подзоны, мы использовали замечание Д. Багри о том, что “в комплексе подзоны *Sphenolithus neoabies* отсутствуют *Discoaster tamalis* и *D. decorus*, а *D. asymmetricus* встречается спорадически” (Буку, 1978b, р. 48). На этом основании верхняя граница подзоны *Sphenolithus neoabies* проводится нами по началу устойчивого присутствия в ассоциации *Discoaster tamalis* в обр. 29-7, 18–22 см (*D. decorus* в нашем материале не установлен). Следует отметить, что единичные экземпляры *D. tamalis* установлены немного раньше в обр. 31-1, 10–14 см, где впервые отмечены также единичные *Pseudoemiliania lacunosa* и редкие мелкие *Gephyrocapsa* sp., что подтверждено исследованием в сканирующем микроскопе. Наннопланктон чрезвычайно обилен в этой части раз-

реза, массовым развитием отличаются разнообразные ретикулофенестры, кальцидискусы и хеликосферы.

Подзона *Discoaster asymmetricus* CN 11b (от обр. 29-7, 18–22 см, до 26-4, 52–56 см) характеризуется обильным наннопланктоном хорошей сохранности. Дискоастеры представлены *Discoaster asymmetricus*, *D. tamalis*, *D. surculus*, *D. variabilis*, *D. brouweri*, *D. pentaradiatus*, кроме того, отмечены *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Reticulofenestra* sp., *Sphenolithus neoabies*. В скв. 366А таксономический состав дискоастеров несколько шире и гораздо менее обильны различные ретикулофенестры. Верхняя граница подзоны обычно определяется по исчезновению типичных *Reticulofenestra pseudoumbilica* – индекс-вида зоны, но в скв. 397 трудно использовать этот критерий, так как *Reticulofenestra pseudoumbilica* в небольшом количестве присутствует выше по разрезу, а среднеразмерные и мелкие формы *Reticulofenestra* spp. обильны в квартере. Дополнительным критерием для определения верхней границы подзоны может служить вымирание последних представителей рода *Sphenolithus*. В скв. 397 их последние находки фиксируются в обр. 26-4, 52–56 см.

В зоне *Discoaster brouweri* CN 12 (от обр. 26-4, 52–56 см, до 15-3, 68–70 см) выделяются четыре подзоны, все они маломощны, особенно подзона *Discoaster surculus* CN 12b. Зональное расчленение этого интервала основано на последовательном исчезновении миоценовых дискоастеров.

Подзона *Discoaster tamalis* CN 12a определяется как интервал от исчезновения *Sphenolithus* spp. и окончания устойчивого присутствия *Reticulofenestra pseudoumbilica* до последнего появления *Discoaster tamalis* в обр. 22-1, 53–57 см). Д. Багри, обосновывая выделение этого стратиграфического интервала, замечает, что “наличие *Discoaster tamalis* и *Discoaster asymmetricus* при отсутствии *Reticulofenestra pseudoumbilica* и *Sphenolithus* spp. служит практическим критерием для выделения этой подзоны” (Буку, 1978b, р. 48).

В нашем материале исчезновение *D. tamalis* синхронно с исчезновением *D. variabilis*, что

может быть связано с усилением апвеллинга в этот период. Изменение параметров водных масс в это время подчеркивается находками *Braarudosphaera bigelowi* – безусловного индикатора стрессовых условий бассейна. Этот вид, обычно не встречающийся в открытых океанических разрезах, тяготеет к мелководным прибрежным районам и к опресненным водам. Действительно, при бортовых исследованиях в этом интервале (керны от 21 до 23) отмечался мелководный тип осадков (Diester-Haass, 1976).

В то время как в скв. 366А этот стратиграфический интервал характеризуется присутствием обширной ассоциации тропических дискоастеров – *Discoaster blackstokae*, *D. decorus*, *D. quadramus* и *Hyaster perplexus*, в скв. 397 в осадках подзоны *Discoaster tamalis* CN 12a ни один из этих видов не встречен.

Подзона *Discoaster surculus* CN 12h выделяется как интервал между исчезновением *D. tamalis* и последним присутствием *D. surculus*, которое определено в обр. 20-1, 54–58 см. Наннопланктон обилием, в комплексе ведущее место занимают *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Helicosphaera carteri*.

Подзона *Discoaster pentaradiatus* CN 12c определяется от уровня исчезновения *D. surculus* до исчезновения *D. pentaradiatus* в обр. 19-1, 51–55 см. Комплекс наннопланктона характеризуется преобладанием мелких форм кокколитов и обилием *Calcidiscus macintyreii*, *Coccolithus pelagicus*, *Crenalithus doronicoides*, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, *Pseudoemiliana lacunosa*, *Reticulofenestra* sp.

Подзона *Calcidiscus macintyreii* CN 12d (=NN 18 *Discoaster brouweri*) установлена от последнего появления *D. pentaradiatus* до исчезновения *D. brouweri* (обр. 15-3, 68–70 см). В комплексе присутствуют *Discoaster brouweri*, *D. triradiatus*, *Calcidiscus macintyreii*, *Coccolithus pelagicus*, *Crenalithus doronicoides*, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, *Pseudoemiliana lacunosa*, *Reticulofenestra* sp., *Rhabdosphaera clavigera*. Ассоциация наннофлоры в скв. 366А в этом диапазоне более разнообразна – отмечается семь таксонов тепловодных сцифосфер, разнообразные виды рода *Gephyrocapsa*. Ни одно из дополнительных событий, регистрируемых в скв. 366А С. Замтлебен (Samtleben, 1980), не прослежи-

вается в скв. 397 вблизи плиоцен-плейстоценовой границы. Особенно ярко это различие подчеркивается наличием вида *Coccolithus pelagicus* как в осадках самой верхней части плиоцена, так и в вышележающих отложениях квартала.

При изучении наннопланктона в четвертичном интервале скв. 397 П. Челек и Ф. Уинд (Секрек, Wind, 1979) использовали комбинацию двух зональных схем – Э. Мартини (Martini, 1971) и С. Гартнера (Gartner, 1977), отмечая, что некоторые из зон шкалы Гартнера установить невозможно. При переизучении разреза мы использовали шкалу С. Гартнера.

Зона *Calcidiscus macintyreii* при бортовых исследованиях не была выделена в разрезе, так как исчезновение индекс-видов *Calcidiscus macintyreii* и *Helicosphaera sellii* отмечалось одновременно в обр. 11-1, 35–36 см, а выше в керне 12 располагался турбидитовый горизонт. Последующее тщательное изучение образцов позволило нам условно наметить верхнюю границу зоны в обр. 12-2, 62–66 см. Наиболее важным событием в комплексе зоны *Calcidiscus macintyreii* является первое появление типичных крупных *Gephyrocapsa oceanica* s.l. с тонкой, почти параллельной перемычкой (обр. 14-4, 60–64 см). Наряду с многочисленными *Coccolithus pelagicus* здесь присутствует редкие тепловодные *Crenalithus cristatus*.

Нерасчлененный интервал **зона *Helicosphaera sellii* и *small Gephyrocapsa*** условно определяется от последнего присутствия *C. macintyreii* до окончания эпифили мелкого гефирокэпса (от обр. 12-2, 62–66 см, до 9-1, 118–122 см). Единичное присутствие индекс-вида *Helicosphaera sellii* отмечается в базальной части интервала. Трудности при определении положения верхней границы обуславливаются колебаниями численности мелкого гефирокэпса в осадках. Яркой картины их безусловного доминирования в разрезе скв. 397 не наблюдается.

Зоне *Pseudoemiliana lacunosa* соответствуют осадки от обр. 9-1, 118–122 см, до обр. 5-1, 64–68 см, где определено последнее появление индекс-вида. При бортовых исследованиях эта граница определена несколько выше, в обр. 4-3, 40–41 см, причем авторы отмечали чрезвычайно редкую встречаемость *Pseudoemiliana lacunosa* вблизи уровня ее исчезновения.

Зона *Gephyrocapsa oceanica* соответствуют осадки от обр. 5-1, 64–68 см, до обр. 2-5, 40–41 см, где установлено появление вида *Emiliania huxleyi*.

Зона *Emiliania huxleyi* выделена в интервале от обр. 2-5, 40–41 см, до обр. 1-1, 20–23 см. **Акме-зона *Emiliania huxleyi*** не установлена, так как при бурении самый верхний водонасыщенный слой осадков обычно утрачивается.

Рассматривая особенности развития плиоценовой и четвертичной наннофлоры в скв. 397 и сравнивая ее с одновозрастными комплексами скв. 366А на поднятии Сьерра Леоне, отметим, что структура комплексов наннофлоры в скв. 397 определялась холодным Канарским течением и пульсацией Западно-Африканского апвеллинга, в районе которого пробурена скважина. Эти обстоятельства определили более холодноводный облик комплексов наннопланктона, чем в скв. 366А. Вид *Coccolithus pelagicus* – признанный индикатор холодноводных условий, занимает постоянное и немаловажное место в ассоциации наннопланктона.

Существенно обеднен видовой состав ассоциации за счет отсутствия многих теплолюбивых таксонов сцифосфер, понтосфер, цератолигов. Обильные дискоастеры составляют весомую долю комплекса в плиоценовой части разреза скв. 366А, в то время как в скв. 397 они немногочисленны и играют подчиненную роль, причем часто угнетены и мелки. В количественном отношении преобладают космополитные и холодноводные виды, их обилие и большое количество мелких кокколитов указывают на высокую биопродуктивность в районе апвеллинга.

Наиболее ярко различия качественного состава комплексов наннофлоры обеих скважин наблюдаются в **зоне *Discoaster browneri* CN 12** (*подзоны *Discoaster tamalis* CN 12a, D. surculus CN 12b, D. pentaradiatus CN 12c*) и **зонах *S. macintyrei* и *Helicosphaera sellii***. В скв. 397 осадки этого интервала характеризуются повышенным содержанием терригенной примеси и формировались в момент усиления подводной эрозии и активизации апвеллинга.

Возможный перерыв осадконакопления отмечается на рубеже зон *Reticulofenestra pseudumbilica* CN 11 и подзоны *Discoaster tamalis* CN 12a, на что указывают как малая мощность

осадков двух вышележащих подзон, так и палеомагнитные данные.

Таким образом, несмотря на то что обе скважины находятся в одной широтной зоне океана (тропической–субтропической) и таксономический состав наннопланктона обеспечивает детальное расчленение плиоценовых осадков на основе низкоширотной шкалы Д. Баكري, структуры зональных комплексов наннофлоры в обеих скважинах неодинаковы и отражают различные водные массы.

В зонах апвеллинга существенные трудности возникают при определении последнего присутствия как тепловодных видов, которые могут встречаться спорадически и исчезать раньше (особенно тех, которые, по существу, являются биозоны тропического вида: как подзоны *Ceratolithus acutus*), так и эвритермных и холодноводных видов, которые могут увеличивать интервал стратиграфического распространения (как, например, *Reticulofenestra pseudumbilica*). В этой ситуации особую значимость приобретают тщательное изучение структуры комплексов и дополнительные критерии установления границ зональных подразделений.

5.1.2. Континентальный склон Пиренейского полуострова

В пределах этого района наиболее полные разрезы плиоцена вскрыты двумя скважинами: скв. 398 у южного подножия подводной горы Виго в 160 км от западного побережья Пиренейского полуострова (40°57' с.ш.; глубина 3910 м) и скв. 637 в восточной части Иберийской абиссальной котловины (42° с.ш.; глубина 5307 м).

Плиоценовые отложения в скв. 398 имеют мощность около 40 м и представлены светлыми наннопланктонными илами. Изучение паннопланктона в рейсе 47-В проводилось Г. Блехшмидтом (Blechs Schmidt, 1979), при стратиграфическом расчленении осадков использовалась схема Э. Мартини. По литературным данным установлены следующие подразделения.

Зона *Ceratolithus tricorniculatus* (= *Amaurolithus tricorniculatus*) NN 12 установлена в кернах D-2-2–D-2CC как интервал от последнего присутствия *Discoaster quinqueramus* до первого

появления *Discoaster asymmetricus*. Г. Блехшидт (Blechschildt, 1979) отмечает в комплексе немногочисленные *Discoaster broweri*, *D. challengeri*, *D. intercalaris*, *D. surculus*, *D. variabilis*, частые *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera carteri* и *Reticulofenestra pseudoumbilica*, единичные *Rhabdosphaera clavigera*, *Pontosphaera* sp., *Ceratolithus delicatus*, и чрезвычайно редкие *Amaurolithus tricorniculatus* и *Discoaster pentaradiatus*. Граница миоцена и плиоцена проводится внутри зоны. Выше по разрезу располагается турбидитовый горизонт мощностью около 120 см, в осадках которого присутствует смешанный комплекс наннофлоры.

Зона *Discoaster asymmetricus* NN 14 соответствуют осадки кернов А-2-1 (84 см)–В-1СС. Верхняя граница зоны определяется по исчезновению *Amaurolithus tricorniculatus*. Наннопланктон обилен и хорошей сохранности. Видовой состав расширится за счет появления *Discoaster asymmetricus* и *D. pentaradiatus*. Встречаются редкие тепловодные *Discolithina* spp., *Scyphosphaera* spp., *Tharacosphaera* spp., что свидетельствует о повышении температуры поверхностных вод в этом районе. Отмечается значительное количество перетолженных видов.

Зона *Reticulofenestra pseudoumbilica* NN 15 (керны А-1-6–А-1СС) представлена маломощным интервалом. Границы ее определяются от последнего присутствия вида *Amaurolithus tricorniculatus* до исчезновения *Reticulofenestra pseudoumbilica*. В верхней части зоны появляются новые виды *Pseudoemiliania lacunosa*, *Gephyrocapsa caribbeanica*, *G. oceanica*.

Зона *Discoaster surculus* NN 16 (керны 4-1–А-1-5) определена как интервал от исчезновения *Reticulofenestra pseudoumbilica* до исчезновения вида-индекса *Discoaster surculus*. Ассоциация наннопланктона обильна и разнообразна, в ней присутствуют *Discoaster broweri*, *D. challengerii*, *D. surculus*, *D. tamalis*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera carteri*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Rhabdosphaera clavigera*, *Pseudoemiliania lacunosa*, *Gephyrocapsa caribbeanica*, *G. oceanica*, *Pontosphaera discopora*, *Syracosphaera pulchra*, *Discolithina japonica*. Мощность осадков зоны, возможно, обусловлена перетолжением *Discoaster surculus* в разрезе (Blechschildt, 1979).

Осадки вышележающих зон *Discoaster pentaradiatus* NN 17 и *Discoaster broweri* NN 18 в разрезе отсутствуют.

Мощный плиоценовый разрез, вскрытый скважиной 637 в восточной части Иберийской абиссальной котловины (42° с.ш., глубина 5307 м), содержит богатые и разнообразные комплексы наннопланктона. Верхнеплиоценовые и плейстоценовые отложения представлены чередованием серых глинистых и карбонатно-глинистых наннопланктонных илов с чрезвычайно тонко-сортированными маломощными прослоями (менее 25 см) турбидитовых отложений. Ниже по разрезу, включая верхнемиоценовый интервал, наблюдается чередование коричневых и серовато-коричневых глин со структурами обрушения. Общая мощность плиоценовых отложений 120 м. Изучение наннопланктона проводилось в 103 рейсе У. Уэем, Дж. Бергеном и Дж. Эпплейтом (Wei et al., 1987), применившими для детального стратиграфического расчленения осадков низкоширотную шкалу Х. Окада и Д. Багри. В плиоценовой части разреза этими авторами устанавливается такая последовательность

Граница миоцена и плиоцена проведена условно в интервале нерасчлененных **подзон *Triquetrorhabdulus rugosus* CN 10a (зона *Amaurolithus tricorniculatus* CN 10) и *Amaurolithus primus* CN 9b (зона *Discoaster quinqueramus* CN 9)** (керны 18-2–19-2). Верхнюю границу **подзоны *Amaurolithus primus*** определяет вымирание *Discoaster quinqueramus*, однако он чрезвычайно редок и точное положение границы неясно (Wei et al., 1987). Верхняя граница **подзоны *Triquetrorhabdulus rugosus*** устанавливается по исчезновению индекса-вида.

Подзона *Ceratolithus acutus* CN 10b (керны 9CC–11-2) выделяется как биозона индекса-вида *Ceratolithus acutus*. Основанием для определения верхней границы этой подзоны служит исчезновение *Ceratolithus acutus* и первые единичные находки *Ceratolithus rugosus*. Обильная и разнообразная ассоциация наннофлоры включает *Amaurolithus amplificus*, *A. delicatus*, *A. tricorniculatus*, *A. primus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Coccolithus pelagicus*, *Discoaster broweri*, *D. intercalaris*, *D. pentaradiatus*, *D. surculus*, *D. tamalis*, *D. variabilis*, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii* (появляется в верхней части интер-

вала); обильны *Reticulofenestra pseudumbilica* и *Reticulofenestra* spp.

Подзона *Ceratolithus rugosus* CN 10c (обр. 17-4, 39–40 см) крайне малоомощная и определена лишь в одном образце. Верхнюю границу ее определяет последняя находка *Amaurolithus delicatus*

Зона *Reticulofenestra pseudumbilica* CN 11 подразделяется на две подзоны.

Подзона *Sphenolithus neobabies* CN 11a (керна 17-2–17-3) выделена на основании отсутствия в комплексе наннофлоры *Amaurolithus delicatus* и *Pseudoemiliana lacunosa*. Верхняя граница проводится условно по первому появлению в комплексе *P. lacunosa*.

Подзона *Discoaster asymmetricus* CN 11b (керна 16-1–17-1) характеризуется обильным наннопланктоном хорошей сохранности. Верхняя граница установлена по исчезновению *Reticulofenestra pseudumbilica*. Исчезновение сфенолитов, обычно регистрируемое синхронно с этим событием, в скв. 637 наблюдается несколько выше, в базальной части вышележащей подзоны. Редкие мелкие сфенолиты включают *Sphenolithus abies*, *S. compactus*, *S. moriformis*, *S. neobabies* и трудно определимы.

Зона *Discoaster brouweri* CN 12 определена не в полном объеме. выделяются три из четырех подзон.

Подзона *Discoaster tamalis* CN 12a (керна 15-4–16-1). Верхняя граница подзоны, определяющаяся по исчезновению индекс-вида, проведена условно, так как *Discoaster tamalis* очень редок. Ассоциация представлена *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, редкими *Ceratolithus cristatus*, *Coccolithus pelagicus*, *Discoaster brouweri*, *D. intercalaris*, *D. pentaradiatus*, *D. surculus*, *D. tamalis*, *D. variabilis*, *Helcosphaera sellii*, *Pseudoemiliana lacunosa*, обильны *Reticulofenestra* spp.

Подзона *Discoaster surculus* CN 12b (керна 13-2–15-2) содержит близкий предыдущему комплекс наннофлоры, в базальных слоях зоны отмечаются редкие находки *Discoaster blackstokae*, *D. decorus* и *Ceratolithus cristatus* – характерных элементов тропической наннофлоры, типичных для стратиграфического интервала подзоны *Discoaster tamalis* в низких широтах. К верхней границе подзоны тропические элементы полно-

стью исчезают. Верхняя граница зоны определяется по исчезновению индекс-вида, однако в скв. 637 осадки самой верхней части подзоны и вышележающей подзоны *Discoaster pentaradiatus* отсутствуют.

Осадки **подзоны *Calcidiscus macintyreii* CN 12d** (керна 12-1–13-1) содержат обедненную по сравнению с предыдущей ассоциацию наннопланктона, основную часть которого составляют *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Reticulofenestra* spp., *Pseudoemiliana lacunosa*, отмечены *Rhabdosphaera clavigera*, *Discoaster brouweri*, *D. triradiatus*. Верхняя граница подзоны устанавливается по исчезновению *Discoaster brouweri*.

Анализируя распределение наннопланктона в плиоценовом интервале скв 637, У. Уэй, Дж. Берген и Дж. Эпплгейт (Wei et al., 1987) отмечают, что удалось выделить всю дробную последовательность зон и подзон согласно низкоширотной шкале Д. Бакри, за исключением подзоны *Discoaster pentaradiatus*. Временной интервал этого перерыва датируется примерно 1,9–2,6 млн. л. и коррелируется с началом континентального оледенения в северном полушарии. С другой стороны, исследователи не исключают возможности пропуска осадков этой малоомощной зоны из-за большого шага опробования.

Анализ распространения плиоценовой наннофлоры, обитающей в районе континентального склона Пиренейского полуострова, позволяет предполагать, что оно в большой степени определялось влиянием местных гидрологических особенностей. Несмотря на то что скважина 637 пробурена на глубине 5307 м (восточная часть Иберийской абиссальной котловины) и расположена на два градуса севернее скважины 398 (подводная гора Вито, глубина 3910 м), комплексы наннопланктона здесь гораздо богаче и разнообразнее и обеспечивают выделение всех дробных подразделений низкоширотной шкалы. Ассоциации наннофлоры на плато Вито более бедны, здесь установлены зоны шкалы Э. Мартини. Это обстоятельство может определяться несколькими причинами. Во-первых, скв. 637 находится в районе влияния одного из ответвлений тепловодного Северо-Атлантического течения и холодного Канарского течения; известно, что именно в районах гидрологических фронтов наннопланктон особенно обилен и разнообразен. Скв. 398 рас-

полагается в зоне холодного Канарского течения, и падение стратиграфической разрешаемости может обуславливаться сокращением теплопроводной части комплекса (нельзя исключить и роль избирательного растворения, более активного в холодных водах). Во-вторых, скв. 398 пробурена в прибрежной зоне океана, а скв. 637 вскрыты пелагические осадки, сохранившие стратиграфически более полные комплексы. Разграничение этих причин возможно только на основе тщательного послыонного изучения ассоциаций наннопланктона из разрезов обеих скважин.

При сравнении стратиграфической разрешаемости плиоцен-четвертичных комплексов наннопланктона, обитавших у континентального склона Пиренейского полуострова (скв. 398, 637) и континентального побережья Африки (366, 397), следует отметить, что в скв. 637, расположенной на 12° севернее скв. 397, устанавливаются все дробные зональные подразделения шкалы Бакри, в то время как в скв. 398, пробуренной несколько южнее скв. 637, стратиграфическое расчленение менее детально. Это свидетельствует о том, что видовое разнообразие ассоциаций наннофлоры в большей степени обусловлено параметрами водных масс, чем широтной зональностью.

5.1.3. Бискайский залив

Плиоценовые отложения в этом районе, вскрытые скважиной 400А, хотя и содержат обильный наннопланктон, но стратиграфическое расчленение осадков этого интервала представляет собой трудную задачу. Это обстоятельство подчеркивалось и при бортовом изучении разреза К. Мюллер, отмечавшей отсутствие или чрезвычайную редкость стратиграфически важных видов (Muller, 1979). В нашем распоряжении была коллекция образцов из этой скважины, на основании изучения которой (включая данные К. Мюллер) в разрезе устанавливаются следующие подразделения.

Плиоценовые отложения согласно ложатся на осадки верхнемеленовой зоны *Discoaster quinquegatus*, кровля которой определяется по исчезновению индекс-вида в керне 16-1.

Зона *Amaurolithus tricorniculatus* CN 10 окватывает нерасчлененный интервал зон *Amaurolithus tricorniculatus* NN 12 – *Ceratolithus rugosus* N 13, выделенный К. Мюллер, и зону *Discoaster asymmetricus* NN 14, отнесенную ею к нерасчлененному интервалу выше по разрезу. Хотя выделение более дробных подзон низкоширотной шкалы в этой части разреза затруднено, так как отсутствуют выходы-индексы этих подзон *Triquetrorhabdulus rugosus* и *Ceratolithus acutus*, но возможно предположить, что подошва зоны *Ceratolithus rugosus* N 13 располагается на уровне 14 керна, так как в образце 14СС найдены единичные экземпляры *C. rugosus*, отсутствующие, однако, выше по разрезу. Наннопланктон обилён и хорошей сохранности, широко представлены *Coccolithus pelagicus*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Calcidiscus macintyreii*, *Helicosphaera carteri*. Менее многочисленны *Discoaster brouweri*, *D. pentaradiatus*, *D. surculus*, редки *Sphenolithus abies*, *Scyphosphaera pulcherima*, *Amaurolithus tricorniculatus* и *Lithostromation perdurum*.

Верхняя граница зоны *Amaurolithus tricorniculatus* CN 10 определяется нами в образце 14-2 по исчезновению индекс-вида.

Зона *Reticulofenestra pseudoumbilica* CN 11 включает две подзоны.

Подзона *Sphenolithus abies* CN 11a установлена в кернах 14-1–13СС, как интервал между исчезновением *Amaurolithus tricorniculatus* и появлением *Discoaster tamalis*. Д. Бакри (Bakry, 1978b) указывал, что в ассоциации нижней части зоны *Reticulofenestra pseudoumbilica* отсутствуют *Discoaster tamalis* и *D. decorus*.

Отложения подзоны *Discoaster asymmetricus* CN 11b, нижняя граница которой определяется по появлению *Discoaster tamalis* и *Discoaster asymmetricus* в кернах 13-4, характеризуются обильным и разнообразным наннопланктоном. По-прежнему основную часть комплекса составляют *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus macintyreii*, *C. leptoporus*, *Helicosphaera carteri*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*. Несколько расширяется видовой состав дискоастров, появляются *Discoaster asymmetricus*, *D. tamalis*. На кратковременное повышение водных температур и улучшение условий указывает появление в комплексе тепловодных *Ceratolithus rugosus*, *Scypho-*

sphaera intermedia, *S. conica*, *S. recurvata*, *Rhabdosphaera stylifera*. Появляются *Pontosphaera pacifica*, *Discolithina japonica*. Продолжают существовать немногочисленные *Sphenolithus abies* и *Scyphosphaera pulcherima*. Выше по разрезу теплолюбивые элементы комплекса сокращаются или исчезают, и таксономическое разнообразие ассоциации снижается. Верхняя граница зоны определяется по исчезновению *Reticulofenestra pseudocumbilica* и *Sphenolithus abies* и появлению *Pseudoemiliania lacunosa*.

Зона *Discoaster brouweri* CN 12 в скв. 400А состоит из двух подразделений.

Во-первых, это нерасчлененный интервал **подзона *Discoaster tamalis* CN 12a, *Discoaster surculus* CN 12b и *D. pentaradiatus* CN 12c**. Проведение границы между этими подзонами опирается на последовательное исчезновение индексов. Однако *D. tamalis* исчезает еще в верхней части подзоны *Discoaster asymmetricus*. Поэтому исчезновение *D. surculus*, а сразу же над ним в следующем образце и *D. pentaradiatus* определяет верхнюю границу этого интервала. Комплекс наннопланктона обилен и хорошей сохранности. Продолжающееся ухудшение условий и снижение водных температур отражает падение видового разнообразия наннофлоры. Лишь два вида дискоастров – *Discoaster brouweri* и *D. surculus* постоянно присутствуют в осадках этого интервала, и отмечены единичные находки *Discoaster pentaradiatus*.

Подзона *Calcidiscus macintyreii* CN 12d (**–*Discoaster brouweri***). Отложения этой части разреза характеризуются чередованием слоев с обильным и бедным наннопланктоном плохой сохранности. В комплексе доминируют *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus macintyreii*, *Helicosphaera carteri*, *Pseudoemiliania lacunosa*, *Syracosphaera pulchra*. Комплекс наннофлоры резко отличается от одновозрастной низкоширотной ассоциации отсутствием сцифосфер, дискоастров, гефирокалпс, цератолитов. Верхняя граница этой подзоны определяется вымиранием *Discoaster brouweri*, единичные находки которого отмечены в базальной части интервала. К. Мюллер использовала для определения верхней границы исчезновение *Calcidiscus macintyreii*, мы также используем исчезновение *C. macintyreii* (при отсутствии *Discoaster brouweri*) для прове-

дения границы подзоны и границы плиоцена-плейстоцена. Вторым важным маркером для этой границы служит появление типичных *Gephyrocapsa oceanica* в керне 3-2 непосредственно над исчезновением *Calcidiscus macintyreii* в керне 3-3.

Контакт с вышележащими осадками квартера согласный.

Анализ таксономического состава плиоценовых сообществ наннофлоры в разных широтных зонах (от экватора до Бискайского залива) позволяет заметить, что ранний плиоцен характеризуется обильным и разнообразным наннопланктоном с широким спектром тепловодных элементов (*Amaurolithus*, *Ceratolithus*, *Scyphosphaera*, *Discoaster*, *Discolithina*, *Pontosphaera*, *Rhabdosphaera*, *Thoracosphaera*), что дает возможность выделять дробную последовательность зональных подразделений вплоть до 42° с.ш. В позднем плиоцене видовое разнообразие снижается, заметно падает стратиграфическая разрешаемость при продвижении с юга на север. Ведущую роль в комплексе занимают космополитные *Dictyococcites*, *Reticulofenestra*, *Calcidiscus*, *Helicosphaera* и холодноводные виды группы *Coccolithus pelagicus*.

5.1.4. Скважины 608, 609 и 611 из субтропической и умеренной области Северной Атлантики

С целью уточнения зональных построений нами были изучены скважины из северной субтропической (скв. 608) и умеренной (скв. 609 и 611) области Атлантического океана (см. рис. 4). При изучении наннопланктона из этих скважин в 94 рейсе Т. Такаяма и Т. Сато (Takayama, Sato, 1987) использовали шкалу Э. Мартини (Martini, 1971), наши исследования опирались на шкалу Д. Бакри (Bukry, 1978b; Okada, Bukry, 1980).

Скв. 608

В этой скважине нами был изучен наннопланктон в плиоцен-четвертичном интервале, начиная с середины керна 17 (см. рис. 34 в следующей главе). К интервалу раннеплиоценовой зоны *Amaurolithus tricorniculatus* CN 10 в скважине 608 отнесены осадки кернов от 17-3 до 13-1. Отложения нижней части зоны (**подзона *T. rugosus***

CN 10a, C. acutus CN 10b) в скважине, по-видимому, отсутствуют. Нижняя часть интервала (керны 17-3–15-5) условно соотносится с **подзоной Ceratolithus rugosus CN 10c**. Дискастеры немногочисленны и часто вторично кальцифицированы, в то же время в отдельных образцах (608-16-4, 96-98 см, и 16-1, 96-98 см) встречается более обильный и разнообразный наннопланктон прекрасной сохранности, где дискастеры более представительны. Здесь же впервые отмечены сцифосферы. Характерный комплекс наннопланктона включает частые *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Coccolithus pelagicus*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, редкие *Amaurolithus primus*, *Discoaster asymmetricus*, *D. brouweri*, *D. intercalaris*, *D. surculus*, *D. variabilis*, *Helicosphaera* sp., *Sphenolithus abies*, *S. neobabies*. Экземпляры *C. rugosus* встречаются спорадически. Верхняя часть интервала (от керна 15-4 до 13-1) соотносится с **подзоной Amaurolithus delicatus CN 10d** и содержит более обильную и разнообразную ассоциацию с субтропическими элементами, такими, как *Amaurolithus delicatus*, *A. tricorniculatus*, *Scyphosphaera* spp., но основную долю комплекса составляют *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Coccolithus pelagicus*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*. Верхняя граница зоны *Amaurolithus tricorniculatus* CN 10, определяемая по исчезновению *Amaurolithus primus* и *A. tricorniculatus*, в скв. 608 проводится в керна 13-1 условно, так как эти виды редки и установлены лишь в отдельных образцах.

К **зоне Reticulofenestra pseudoumbilica CN 11** отнесены осадки кернов от 12-6 до 12-2, характеризующиеся обильным и разнообразным наннопланктоном. В комплексе по-прежнему лидируют *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Coccolithus pelagicus*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, а *Discoaster asymmetricus*, *D. brouweri*, *D. pentaradiatus* и *D. surculus* присутствуют в небольшом количестве и не в каждом образце. *Discoaster tamalis* в тропической области появляется лишь в верхней части зоны, но в скв. 608 первые находки вида отмечаются уже в обр. 13-1, 99–101 см. Возможно, что осадки нижней части зоны *Reticulofenestra pseudoumbilica* CN 11 отсутствуют из-за оползня, уничтожившего часть отложений. Тепловодные сфенолиты практически отсутствуют в этом интервале, это обстоятельство от-

мечено при бортовых исследованиях осадков скв. 608. По мнению Т. Такаяма и Т. Сато, распространение сфенолитов находится под экологическим контролем. В образце 608-12-4, 100–102 см, впервые отмечены находки типичных *Helicosphaera sellii*, а в образце 608-12-3, 100–102 см, – *Pseudoemiliania lacunosa*. Верхняя граница зоны определяется по исчезновению основной массы *Reticulofenestra pseudoumbilica*, однако в небольшом количестве этот вид и его вариететы встречаются и в вышележащих осадках.

Выше по разрезу выделяется **подзона Discoaster tamalis CN 12a** зоны *Discoaster brouweri* CN 12 (керны от 12-1 до 10-1). Характерные виды представлены *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, встречаются редкие *Discoaster brouweri*, *D. tamalis*, *D. variabilis*, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, единично присутствуют *Ceratolithus rugosus*, *Discoaster asymmetricus*, *D. pentaradiatus*. К верхней границе подзоны исчезает *Discoaster variabilis*. Кровля подзоны устанавливается по исчезновению индекса-вида.

Подзона Discoaster surculus CN 12b определена в кернах от 9-6 до 8-2. Видовой состав включает *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Pseudoemiliania lacunosa*, редких *Gephyrocapsa* sp., *Rhabdosphaera* spp., *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, *Pontosphaera* sp. Дискастеры представлены тремя видами – *Discoaster brouweri*, *D. pentaradiatus* и *D. surculus*. Последний исчезает к верхней границе подзоны (обр. 608-8-2, 95–97 см).

Нерасчлененный интервал **подзон Discoaster pentaradiatus CN 12c** и *Calcidiscus macintyreii* CN 12d (= NN 18 *Discoaster brouweri*) установлен от керна 8-1 до 5-5. Основную часть комплекса составляют виды, упомянутые ранее в осадках подзоны *Discoaster surculus*, в количественном соотношении продолжают преобладать виды *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*. В средней части интервала (керны 6-4–6-1) встречаются сцифосферы, рабдосферы, несколько экземпляров *Ceratolithus rugosus*, *Discoaster surculus*. Т. Такаяма и Т. Сато указывали на оползни в этом интервале, затрудняющие проведение зональных границ. Характерными элементами комплекса наннофлоры здесь являются *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Gephyrocapsa caribbeanica*,

Gephyrocapsa spp., *Reticulofenestra* spp., *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, *Pseudoemiliania lacunosa*, *D. pentaradiatus* и *D. brouweri* редки в этом интервале. Исчезновение последнего представителя рода *Discoaster* (*D. brouweri*) маркирует верхнюю границу подзоны в обр. 608-5-5, 68–70 см.

Для расчленения четвертичных осадков применялась схема С. Гартнера (Gartner, 1977). В осадках скважины выделены все шесть зон.

Зона *Calcidiscus macintyreii*. Определение верхней границы зоны основывается на вымирании индекса-вида *Calcidiscus macintyreii* и сопряжено с трудностями таксономического характера при обилии *Calcidiscus leptoporus*. Немногочисленные *Calcidiscus macintyreii* встречаются и выше по разрезу. Таким образом, четко определить верхнюю границу зоны в этой скважине оказалось невозможно, условно она располагается на уровне обр. 4-6, 94–96 см. Дополнительным критерием ее определения может являться первое появление вида *Gephyrocapsa oceanica* s.l. в ассоциации наннофлоры (мы разделяем мнение о синхронности этого события вымиранию *C. macintyreii* (Takayama, Sato, 1987), которое фиксируется в керне 4-6, а устойчивое присутствие *G. oceanica* начинается с керна 4-3.

Осадки зоны *Helicosphaera sellii* (от керна 4-5 до 4-1) содержат обильный и богатый наннопланктон, представленный *Calcidiscus leptoporus*, *Gephyrocapsa caribbeanica*, *Gephyrocapsa oceanica* s.l., *G. oceanica* (крупные формы), мелкие *Gephyrocapsa*, *Pseudoemiliania lacunosa*, *Helicosphaera sellii*, *H. carteri*.

Нижняя граница зоны мелких *Gephyrocapsa* определяется по вымиранию вида *Helicosphaera sellii* (обр. 4-1, 97–99 см). Комплекс наннопланктона отличает массовое развитие мелких гефирокалп, причем их расцвет сопровождается резким снижением видового разнообразия наннофлоры. Верхняя граница зоны устанавливается по окончанию доминирования мелкоразмерных гефирокалп в обр. 2-6, 118–120 см.

Зона *Pseudoemiliania lacunosa* определена в интервале от керна 2-5 до 2-2. Обильный наннопланктон представлен *Calcidiscus leptoporus*, *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera carteri*, *Gephyrocapsa caribbeanica*, *G. oceanica*, *Gephyrocapsa* spp., *Reticulofenestra* spp. Положение верх-

ней границы зоны определяет исчезновение индекса-вида *Pseudoemiliania lacunosa*.

Зона *Gephyrocapsa oceanica* установлена в интервале кернов 2-1–1-5.

Зона *Emiliania huxleyi* определяется от появления индекса-вида в обр. 1-4, 78–80 см. Помимо массовых представителей *Gephyrocapsa* здесь продолжают существовать мелкие ретикулофенестры, *Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera carteri*, *Syracosphaera pulchra*

Скв. 609

Зона *Discoaster quinqueramus* CN 9. При бортовых исследованиях в 94 рейсе Т. Такаяма и Т. Сато (Takayama, Sato, 1987) установили верхнюю границу зоны в скв. 609 в основании керна 35 по исчезновению индекса-вида, несмотря на то что единичные *Discoaster quinqueramus* отмечены выше. По нашим данным, последние типичные экземпляры этого вида присутствуют в керне 36-6, однако верхнюю границу зоны CN 9 *Discoaster quinqueramus* мы условно проводим чуть выше, в обр. 609-36-2, 98–100 см (см. рис. 35). Ассоциация наннофлоры характеризуется немногочисленными, но постоянно присутствующими тепловодными *Amaurolithus amplificus* и *A. delicatus*, что позволяет соотносить интервал от керна 38-2 до 36-2 с осадками подзоны *Amaurolithus primus* CN 9b. нижняя граница которой обычно устанавливается по первому появлению видов *A. amplificus* и *A. primus*. Тепловодный облик комплекса помимо присутствия представителей рода *Amaurolithus* подчеркивается широким развитием дискоастеров, дисколитин и сфенолитов.

Зоне *Amaurolithus tricorniculatus* CN 10 в скв. 609 соответствуют осадки кернов от 36-1 до 28-2. Расчленение ее на подзоны здесь невозможно в связи с отсутствием видов-маркеров *Triquetrorhabdulus rugosus*, *Ceratolithus acutus*, *C. rugosus*, *C. primus* и *Amaurolithus tricorniculatus*.

Т. Такаяма и Т. Сато (Takayama, Sato, 1987) выделяют в интервале 32CC–28CC зону NN 14 *Discoaster asymmetricus* (= верхней части подзоны CN 10c *Ceratolithus rugosus* зоны CN 10 *A. tricorniculatus*) по первому появлению *Discoaster asymmetricus*. Следует отметить, что в слеме Э. Мартини скорее используется начало устойчивого присутствия *Discoaster asymmetricus*

в комплексе наннофлоры, так как этот вид спорадически присутствует на протяжении всей зоны CN 9 *Discoaster quinqueringatus*, что отмечалось ранее и другими микропалеонтологами (Perch-Nielsen, 1985). Нашими исследованиями установлено присутствие мелких *Discoaster asymmetricus* в нижней части зоны CN 10 *A. tricorniculatus* (керна 34-3), а типичные формы начинают встречаться с керна 33-1.

Характерными элементами комплекса зоны являются доминирующие *Coccolithus pelagicus* и *Calcidiscus macintyreii*; дискоастеры немногочисленны, мелкогабаритны и представлены редкими *Discoaster asymmetricus*, *D. brouweri*, *D. pentaradiatus*, *D. surculus*, *D. variabilis*. Кроме этого присутствуют *Helicosphaera carteri*, редкие *Sphenolithus abies* и *S. neobabies*.

Верхняя граница зоны CN 10 *Amaurolithus tricorniculatus* устанавливается условно, так как вид-индекс зоны чрезвычайно редок, что затрудняет достоверное определение его последнего присутствия.

К зоне *Reticulofenestra pseudumbilica* CN II отнесены осадки кернов 28-1-27-1. Отличительной особенностью ассоциации наннофлоры является появление разнообразных представителей рода *Scyphosphaera* и первое появление *Discoaster tamalis* в верхней части зоны. Первые редкие *Pseudoemiliana lacunosa* отмечаются в керне 27-4, но типичные экземпляры становятся частыми гораздо выше, начиная с керна 24-2. Верхняя граница зоны определяется по исчезновению *Sphenolithus abies* и обильных типичных крупных *R. pseudumbilica* (редкие представители этого вида встречаются и выше, а мелкие *Reticulofenestra* sp. чрезвычайно обильны на протяжении верхнего плиоцена и плейстоцена).

Зона *Discoaster brouweri* CN 12 установлена в интервале кернов 26-6-15-4 и подразделяется на четыре подзоны, границы которых определяются последовательным вымиранием последних представителей рода *Discoaster*. Границы подзон нами проведены достаточно условно, так как дискоастеры редки и плохой сохранности.

Подзона *Discoaster tamalis* CN 12a выделена в интервале от 26-6 до 22-2. Характерные виды здесь *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, редкие *Discoaster asymmetricus*,

D. brouweri, *D. pentaradiatus* (единично), *D. surculus*, *D. tamalis*, *D. variabilis* (единично), *Discolithina japonica*, *Helicosphaera carteri*, и *Rhabdosphaera* sp. (редко). Верхняя граница подзоны устанавливается по исчезновению *Discoaster tamalis* в обр. 22-2, 57-59 см.

Подзона *Discoaster surculus* CN 12b определена в кернах 22-1-19-1. Видовой состав подзоны включает обильных *Coccolithus pelagicus*, а также *Calcidiscus leptoporus*, *C. macintyreii*, *Pseudoemiliana lacunosa*, редких *Gephyrocapsa* sp., *Syracosphaera pulchra*, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, и *Pontosphaera* sp. Дискоастеры представлены единично – *Discoaster brouweri*, *D. pentaradiatus* и *D. surculus*.

Подзона *Discoaster pentaradiatus* CN 12c в этой скважине маломощна, ее верхняя граница проведена по исчезновению индекс-вида в обр. 609-18-1, 98-100 см.

Подзона *Cyclcoccolithus (=Calcidiscus) macintyreii* CN 12d (или подзона *Discoaster brouweri*) соответствует кернам от 17-6 до 15-4. Основную часть комплекса составляют виды, упомянутые в предыдущем интервале. Исчезновение последнего представителя рода *Discoaster* – вида *Discoaster brouweri* – маркирует верхнюю границу подзоны и определено в обр. 15-4, 103-105 см, подтверждая данные Т. Такаэма и Т. Сато.

Осадки квартала расчленялись согласно зональной шкале С. Гартнера (Gartner, 1977) как наиболее дробной для этого интервала.

Зона *Calcidiscus macintyreii* установлена в осадках кернов от 15-3 до 12-1. Ассоциация наннопланктона отличается хорошей сохранностью и разнообразием. Обильны *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus macintyreii*, *C. leptoporus*, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, *H. sp.*, *Rhabdosphaera clavigera*, *Discolithina* sp., встречаются мелкие *Gephyrocapsa* sp. и *Reticulofenestra* sp., а также редкие *Scyphosphaera* sp. и *Ceratolithus* sp. Верхняя граница зоны определена по последнему присутствию *Calcidiscus macintyreii* в обр. 12-1, 102-104 см.

Зона *Helicosphaera sellii* установлена в осадках кернов от 11-5 до 10-3. Верхнюю границу зоны определяет исчезновение индекс-вида. В этом интервале в керне 10-5 впервые встречаются крупные *Gephyrocapsa oceanica*. Основную часть комплекса составляют *Coccolithus pelagicus*,

Calcidiscus leptoporus, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, *H. sp.*, *Rhabdosphaera clavigera*, *Discolithina sp.*, мелкие *Gephyrocapsa sp.* и *Reticulofenestra sp.*

К зоне мелких *Gephyrocapsa* отнесены осадки кернов от 10-2 до 6-1. Нижняя граница зоны определяется вымиранием *Helicosphaera sellii*, а верхняя — концом эпидоли мелких гефирокапс. Резкое увеличение мелких форм кокколитов регистрируется в керне 8-1 и продолжается до керна 7-1. Вышележащие осадки подверглись сильному растворению (керна 6-5 и 6-3), последняя вспышка преобладания мелких форм отмечается в керне 6-1.

Зона *Pseudoemiliania lacunosa* определена в осадках кернов от 5-6 до 3-6. Верхнюю границу зоны определяет вымирание индекс-вида. Основная часть комплекса представлена разнообразными *Gephyrocapsa spp.*, *Helicosphaera carteri*, *Helicosphaera spp.*, мелкими *Reticulofenestra spp.*

Зона *Gephyrocapsa oceanica* установлена в осадках кернов от 3-5 до 2-3. Верхнюю границу зоны определяет появление *Emiliania huxleyi*.

Венчает разрез скв. 609 зона *Emiliania huxleyi* (керна 2-2-1-1). В ассоциации наннопланктона доминирует индекс-вид.

Скв. 611

Осадки разреза скв. 611 изучались, начиная с керна 39 (см. раздел 6.5). Комплексы плиоцен-четвертичной наннофлоры из отложений этой скважины характеризуются большей холодноводностью и бедным составом.

Зона *Discoaster quinqueramus CN 9* установлена в интервале кернов от 39-2 до 35-2. Единичные *Amaurolithus amplificus* указывают на принадлежность этого интервала к подзоне *Amaurolithus primus CN 9b*, однако индекс-вид подзоны не обнаружен. Хотя в комплексе преобладают холодноводный *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus macintyreii*, *Reticulofenestra pseudoumbilica* и *R. sp.*, все же присутствие хоть и многочисленных, но разнообразных дискоастеров и редких цератолитов указывает на тепловодный характер ассоциации.

К нерасчлененному интервалу зон *Amaurolithus tricorniculatus CN 10* и *Reticulofenestra pseudoumbilica CN 11* отнесены осадки кернов от 35-1 до 20-6, где встречен последний *Spheno-*

lithus sp. Дробное расчленение зоны *Amaurolithus tricorniculatus* и проведение ее верхней границы основано на распространении тепловодных цератолитов, которые редки или отсутствуют в отложениях, вскрытых скв. 611. Верхняя граница зоны *Reticulofenestra pseudoumbilica CN 11* проводится по исчезновению типичных крупных экземпляров индекс-вида и вымиранию последних представителей рода *Sphenolithus*. В небольшом количестве встречается несколько выше, а различные средне- и мелкогабаритные ретикулофенестры очень многочисленны в плиоцен-четвертичном интервале этой скважины.

Зона *Discoaster brouweri CN 12* в скв. 611 подразделена нами на два интервала. Нерасчлененный интервал подзона *Discoaster tamalis CN 12a*, *Discoaster surculus CN 12b* и *Discoaster pentaradiatus CN 12c* определен в кервах 20-5-14-3. Как уже отмечалось, дискоастеры очень немногочисленны в осадках скв. 611, что затрудняет проведение зональных границ по их исчезновению. Вымирание *D. surculus* фиксируется немного раньше, чем исчезновение *D. pentaradiatus*, но эти два последовательных события разделены здесь столь кратким интервалом, что можно считать их одновременными. Характерными элементами комплекса наннофлоры в пределах зоны являются *Coccolithus pelagicus*, *Calcidiscus macintyreii*, *Discoaster asymmetricus*, *D. tamalis*, *D. surculus*, *D. pentaradiatus*, *Helicosphaera carteri*, *H. sellii*, *Syracosphaera histrica* и немногочисленные *Reticulofenestra pseudoumbilica*.

Подзона *Discoaster brouweri (=Calcidiscus macintyreii CN 12d)*, венчающая плиоценовую часть разреза, определена в кервах от 14-2 до 11-5 включительно. Нижнюю границу зоны определяет последовательное (практически одновременное) исчезновение *Discoaster surculus* и *D. pentaradiatus*, а верхняя граница проводится по вымиранию *Discoaster brouweri* и совпадает с основанием квартала, определенного в данной скважине по уровню вымирания планктонной фораминиферы *Neogloboquadrina atlantica* (см. главу 3).

При расчленении четвертичных отложений мы пользовались шкалой С. Гартнера (Gartner, 1977).

Нерасчлененный интервал *podzon Calcidiscus macintyrei* и *Helicosphaera sellii* определен в кер-нах от 11-4 до 8-3. Трудности в расчленении обусловлены присутствием *Calcidiscus macintyrei* вплоть до исчезновения *Helicosphaera sellii*. Единичные экземпляры *H. sellii* встречаются и несколько выше по разрезу, поэтому верхняя граница подзоны, определяемая по исчезновению индекс-вида, проведена условно. Отличительной особенностью этого интервала является появление крупных *Gephyrocapsa oceanica* в керне 9-5. Возможно, это событие фиксируется и раньше, однако в 10 керне наблюдаются практически полностью растворенные остатки наннопланктона.

Нерасчлененный интервал *зона Pseudoemiliania lacunosa* и *мелких Gephyrocapsa* определен в кернах от 8-2 до 4-5. Верхняя граница подзоны мелких *Gephyrocapsa* проводится по количественному критерию – прекращению доминирования мелких *Gephyrocapsa* в ассоциации. Наиболее многочисленны эти формы в обр. 611-6-6, 96–98 см, а затем их количество варьирует и четкой границы эпипоби не наблюдается. Верхняя граница зоны *Pseudoemiliania lacunosa* определяется по исчезновению индекса-вида.

Зона Gephyrocapsa oceanica устанавливается в кернах от 4-4 до 2-4 как интервал от последнего присутствия *Pseudoemiliania lacunosa* до первого появления *Emiliania huxleyi*.

Зона Emiliania huxleyi определена от керна 2-3 до кровли разреза.

5.2. КВАРТЕР

Исследование наннопланктона из четвертичных глубоководных отложений экваториально-тропической и субтропической областей Северной Атлантики проводилось с целью расчленения осадков квартера по схеме С. Гартнера (Gartner, 1977) (см. табл. 6) как наиболее детальной и обоснованной для плейстоцен-голоценового интервала и корреляции зон по наннопланктону с подразделениями по планктонным фораминиферам.

Наннопланктон изучался в разрезах колонок, полученных трубками ударного типа большого диаметра в 1, 3 и отчасти 4 рейсах научно-исследовательского судна “Академик Николай Стра-

хов”. В 1 рейсе было получено 10 колонок осадков, в 3 рейсе – 17 колонок, колонка 4524 взята в 4 рейсе и предоставлена нам для изучения Э.П. Радионовой. Характер осадков описан в главе 3. Благодаря низким скоростям осадконакопления нами был получен полный сводный разрез глубоководных отложений от верхней части верхнего плиоцена до голоцена. Наличие представительных комплексов известкового планктона дало возможность детально стратифицировать осадки и провести сопоставление зональных стратиграфических шкал по наннопланктону и фораминиферам с учетом палеомагнитных данных.

Район исследований в 1 рейсе НИС “Академик Николай Страхов” располагался в субтропической и тропической области восточного сектора Центральной Атлантики и охватывал различные структурно-морфологические элементы дна Атлантического океана: разные участки абиссальных плит (Канарской и Зеленомысской) и подводные вулканические горы на них; подводные вулканические поднятия Атлантис. Круизер, Крылова, гору Безымянную-640 (табл. 14). В 3 рейсе НИС “Академик Николай Страхов” на 5 полигонах была исследована зона трансформного разлома 15°20' с.ш., имеющая западо-северо-западное простирание. Изученные разрезы четвертичных отложений составляют широтный профиль тропической области Атлантики по 15° с.ш. от 29° з.д. до 50° з.д. (табл. 15; см. рис. 4).

Пелагические отложения содержат обильный и разнообразный наннопланктон хорошей сохранности, характерный для экваториально-тропической области, что позволило установить возраст вскрытых осадков, осуществить интерпретацию полученных палеомагнитных характеристик и провести корреляцию разрезов.

Детальная характеристика таксономического состава наннопланктона и его изменение в плиоцен-четвертичных отложениях рассматривается ниже.

5.2.1. Канарская котловина

В пределах Канарской котловины четвертичные отложения изучались в 1 рейсе НИС “Академик Николай Страхов” на двух полигонах –

Таблица 14 Расположение колонок 1 рейса НИС "Академик Николай Стрехов"

Полигон	№ колонки	Координаты		Глубина моря, м	Мощность осадков, см	Примечания
		северная широта	западная долгота			
горы Атлантис	9	33°23'	29°12'	3070	110	Абиссальная равнина юго-западной части горы Атлантис
горы Крузиер	11	32°23,0'	27°19,5'	3054	55	Северо-восточный склон горы Крузиер
	15	31°35,1'	24°49,9'	3570	400	150 миль юго-западнее горы Крузиер
горы Крылова	16	19°55,7'	28°08,0'	4727	265	200 миль северо-восточнее горы Крылова
	17	17°33,1'	29°55,9'	4550	130	Восточный шельф горы Крылова
	28	17°37,4'	30°01,4'	3750	150	Котловина на северном склоне горы Крылова
	21	17°22,4'	30°28,3'	4520	350	Юго-западная часть шельфа горы Крылова
горы Бетымянной-640	31	15°39,5'	36°25,7'	5000	410	10 миль юго-западнее полигона горы Бетымянной-640
	32	16°00'	36°00'	5000	280	Северо-восточный склон горы Бетымянной-640
	33	15°59,0'	36°01,0'	4400	270	Северо-восточный склон горы Бетымянной-640

Таблица 15 Расположение колонок 3 рейса НИС "Академик Николай Стрехов"

№ колонки	Координаты		Глубина моря, м	Мощность осадков, см
	северная широта	западная долгота		
T1	16°17'	29°04'	5095	400
T2	16°03'	29°03'	4483	435
T3	16°04'	29°05'	4644	275
T4	13°47'	30°07'	5935	400
T6	14°47'	42°29'	5235	315
T9	14°43'	42°32'	4701	400
T10	14°51'	42°29'	4425	110
T11	15°14'	45°11'	4890	225
T12	15°14'	44°56'	4500	425
T16	15°40'	48°38'	4450	275
T17	15°16'	46°15'	4505	120

подводных гор Крузиер и Атлантис на станциях 9, 11 и 15 (рис. 28).

Осадки представлены светло-коричневыми карбонатно-известковыми глинами с небольшими включениями спикул губок и обломочного материала. Наиболее детально изучен разрез

колонок 15, где при мощности осадка 390 см отобрано на изучение наннопланктона 110 образцов.

Базальные слои разреза содержат многочисленные *Calcidiscus leptoporus*, *Ceratolithus cristatus*, *C. telesmus*, *Coccolithus pelagicus*, обильны *Gephyrocapsa caribbeanica*, *Gephyrocapsa*

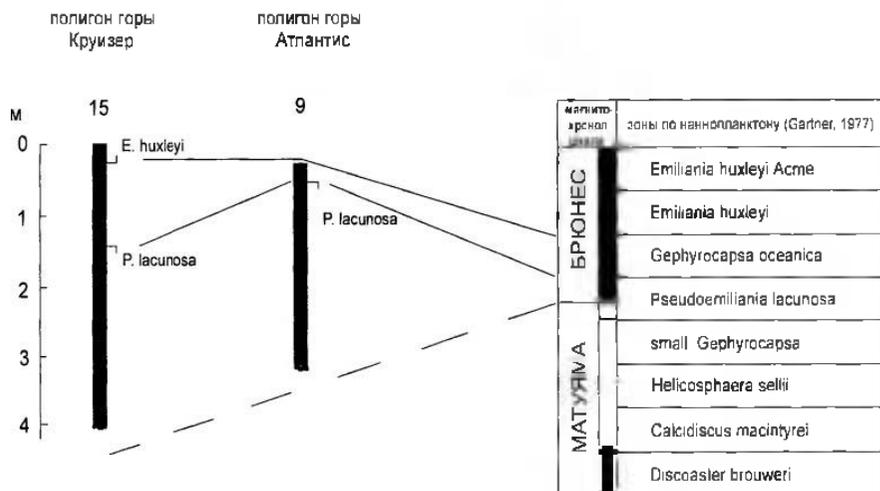


Рис. 28. Стратиграфическое расчленение четвертичных отложений Канарской котловины по наннопланктону (1 рейс НИС "Академик Николай Страхов"). Цифры обозначают номера колонок

Fig. 28. Quaternary stratigraphy of the Canary Basin based on nannofossils (Cruise 1 of the R/V "Akademik N. Strakhov")

oceanica s.l., *G. oceanica* (крупные формы), мелкие *Gephyrocapsa*, *Helicosphaera carteri*, *Pseudoemiliania lacunosa*, *Rhabdosphaera clavigera*, *Scafolithus fossilis*, *Scyphosphaera* sp., *Thoraco-*

Палеомагнитные данные свидетельствуют о прямой намагниченности осадков и сопоставляются с эпохой Брюнес.

Пелагические осадки котловины Зеленого

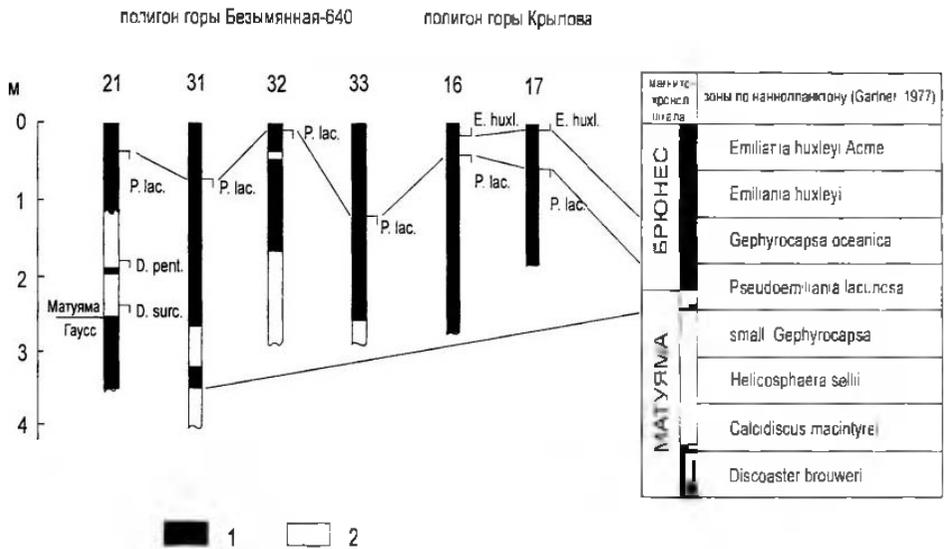


Рис. 29. Стратиграфическое расчленение четвертичных отложений котловины Зеленого Мыса по наннопланктону (1 рейс НИС "Академик Николай Стрехов") 1 – прямая намагниченность; 2 – обратная намагниченность осадков

Fig. 29. Quaternary stratigraphy of the Cape Verde Basin based on nannofossils (Cruise 1 of the R/V "Akademik N. Strakhov") 1 – normal polarity; 2 – reversed polarity

asymmetricus, *D. brouweri*, *D. pentaradiatus*,
D. surculus, *D. tomalis*, *Helicosphaera carteri*

Гаусс-Магуяма в этой колонке сходно с таковым в кув. 600 DSDP, в которой обнаружены такие же

По данным палеомагнитного анализа в разрезе выделяются три зоны намагниченности: прямой, обратной (на уровне 175 см отмечается положительный эпизод) и снова прямой (Музылева и др., 1989). На основании изучения нанопланктона, зона прямой намагниченности, определенная в основании разреза, сопоставляется с эпохой Гаусс; зона обратной намагниченности – с нижней частью эпохи Матуяма (эпизод прямой полярности, определенный на уровне 175 см, сопоставляется с эпизодом Реюньон); верхняя часть эпохи с эпизодом Олдувей соответствует перерыву и в разрезе отсутствует; с уровня 95 см залегают прямо намагниченные осадки эпохи Брюнес (см. рис. 29).

В разрезе колонки 31 плейстоцен начинается **зоной мелких *Gephyrocapsa***. В базальных слоях разреза (404 см) определены следующие виды: *Calcidiscus leptoporus*, *Ceratolithus cristatus*, *C. telesmus*, *Pseudoemiliania lacunosa*, *Gephyrocapsa caribbeanica*, *Gephyrocapsa oceanica* s.l., мелкие *Gephyrocapsa* (обильно), *Helicosphaera carteri*. Доминирование мелкоразмерных гефирокэпс наблюдается вплоть до уровня 330 см, где и проводится верхняя граница зоны.

Зона *Pseudoemiliania lacunosa* определена в разрезах колонок 16, 17, 21, 31, 32 и 33. Верхняя граница зоны определяется по последнему появлению индекса-вида *Pseudoemiliania lacunosa*. Отложения этой зоны с размывом ложатся на верхнеплищевые осадки в разрезе колонки 21.

Зона *Gephyrocapsa oceanica*. Основную часть комплекса здесь составляют *Gephyrocapsa caribbeanica*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Calcidiscus leptoporus*.

Осадки нерасчлененных **зоны *Emiliania huxleyi*** и **акме-зоны *Emiliania huxleyi*** установлены в разрезах колонок 16 и 17, они занимают самый верхний водонасыщенный интервал, непригодный для отбора образцов.

По палеомагнитным данным в разрезе колонки 31 выделяются две зоны намагниченности – обратной и прямой. В зоне обратной намагниченности на уровне 330–340 см фиксируется эпизод прямой полярности. На основании изучения нанопланктона зона обратной намагниченности в основании разреза сопоставляется с верхней частью эпохи Матуяма, эпизод прямой полярности коррелируется с эпизодом Харамильо,

в подошве которого проведена верхняя граница зоны мелких *Gephyrocapsa*. Зона прямой полярности сопоставляется с эпохой Брюнес, граница Брюнес–Матуяма фиксируется на уровне 260 см. В разрезах колонок 32 и 33 также фиксируется смена полярности (граница Брюнес–Матуяма), осадки колонок 16 и 17 намагничены прямо (см. рис. 29). Таким образом, совместный анализ нанопланктона и палеомагнитных данных позволил привязать палеомагнитные зоны к стратиграфической шкале и провести более подробное расчленение изученных отложений (выделение границ Гаусс–Матуяма, колонка 21; Матуяма–Брюнес, колонки 31–33; субзона Реюньон и Харамильо, колонки 21 и 31, соответственно).

Наличие зон прямой и обратной полярности позволило в некоторых случаях оценить скорость осадконакопления. Так, для колонок 31–33 (предполагается полнота разреза) скорость осадконакопления варьирует от 0,21 до 0,36 см за 1000 лет, составляя в среднем 0,30 см за 1000 лет. Для колонок 15 и 16 минимальные скорости осадконакопления (ввиду того что не достигнута граница Брюнес–Матуяма) составляют 0,55 и 0,36 см за 1000 лет, соответственно.

5.2.3. Профиль Острова Зеленого Мыса – глубоководная котловина Зеленого Мыса

Четыре разреза (колонки Т1, Т2, Т3 и Т4, их нумерация полностью приведена в главе 3) юго-западнее Острова Зеленого Мыса, изученные в 3 рейсе НИС “Академик Николай Страхов”, располагаются в виде профиля, пересекающего северо-восточный борт глубоководной котловины (рис. 30). Осадки профиля закономерно меняются по мере удаления от островной суши и увеличения глубины котловины. На склонах поднятия наблюдается чередование слабглинистых кокколитовых и фораминиферо-кокколитовых илов. Прослойки пеплового материала свидетельствуют о периодически проявлявшемся островном вулканизме. В наиболее глубоководной части котловины Зеленого Мыса (колонка Т4) пелагические отложения представлены толщей глинисто-кремнистых и кремнистых илов. Присутствие кокколитов в отдельных интервалах в верхней части

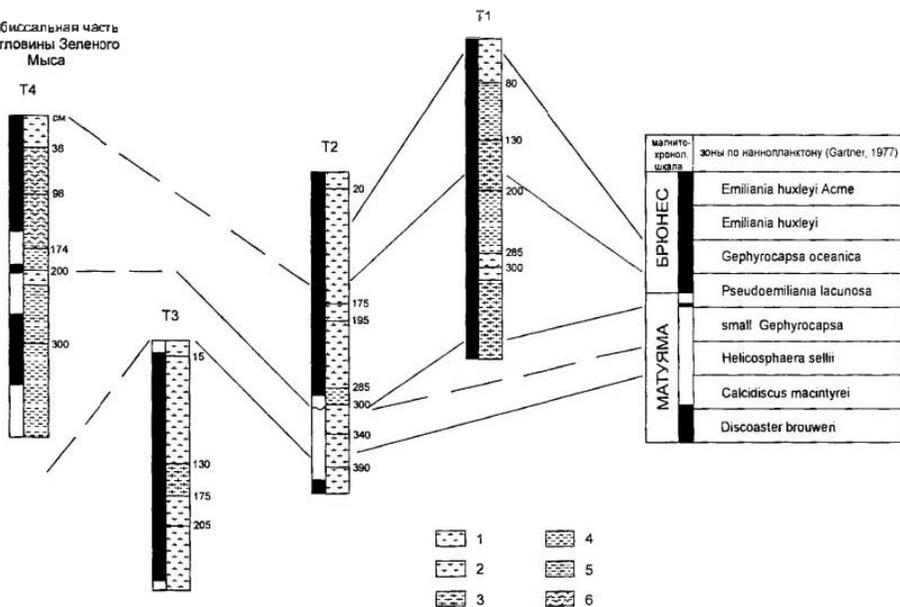
абиссальная часть
котловины Зеленого Мыса

Рис. 30. Стратиграфическое расчленение четвертичных отложений котловины Зеленого Мыса по наннопланктону (3 рейс НИС "Академик Николай Страхов"). 1 – наннопланктонный ил, 2 – фораминиферовый ил, 3 – интра-фораминиферовый ил, 4 – глинистый ил, 5 – песчаный ил, 6 – диатомово-радиоляриевый ил

Fig. 30. Quaternary stratigraphy of the Cape Verde Basin based on microfossils (Cruise 3 of the R/V "Akademik N. Strakhov")

риями отличия вида *C. macintyrei* вблизи уровня вымирания от вида *C. leptoporus*, существующего доныне, являются диаметр (4–8,5 мкм для *C. leptoporus* и 7,4–11,8 мкм для *C. macintyrei*) и количество элементов на дистальном щитке (17–33 элемента у *C. leptoporus* и 38–42 элемента у *C. macintyrei*) (Bukry, Bramlette, 1969; McIntyre, Ve, 1967). Позднее исследования М. Жанин (Janin, 1981) показали, что существует ряд переходных форм между этими двумя видами, и к *C. macintyrei* следует относить лишь те кокколиты, дистальный щиток которых несет свыше 40 элементов, а диаметр плаколита составляет 10–14 мкм. Установлено также, что у этих видов варьирует не только диаметр и количество элементов на дистальном щитке, но и отмечаются изменения формы и размера центральной области.

В исследуемых осадках многочисленными оказались именно "переходные" формы диаметром 8–12 мкм, количество элементов на щитке не подсчитывалось, так как использовался лишь световой микроскоп. Очевидно, что именно в экваториально-тропической и субтропической областях океана, где оба эти вида широко развиты, определение четкой границы между ними и вызывает наибольшие трудности. Когда же мы переходим в субтропические и умеренные области, где тепловодный *C. leptoporus* снижает свою численность, установление границы значительно легче. Таким образом, четко определить верхнюю границу зоны *Calcidiscus macintyrei* на нашем материале оказалось невозможно, дополнительным критерием ее положения могло бы служить начало устойчивого присутствия вида *Gephyrocapsa oceanica* s.l. в ассоциации наннофлоры.

Появление типичных *G. oceanica* – важный биостратиграфический маркер, используемый многими исследователями (Rio et al., 1990 и др.), и часть авторов считает это событие синхронным вымиранию вида *Discoaster brouweri*, в то время как по мнению других (Такаюта, Sato, 1987) оно синхронно вымиранию *C. macintyrei*.

С. Гартнер отмечает появление *Gephyrocapsa oceanica* одновременно с исчезновением *Discoaster brouweri*, но указывает на отсутствие этого вида в верхней части зоны *Calcidiscus macintyrei* и в базальной части последующей зоны *Helicosphaera sellii*. С. Замтлебен (Samtleben, 1980) в

своей работе, посвященной эволюции рода *Gephyrocapsa*, также приводит данные о редкой встречаемости вида *G. oceanica* в нижней части стратиграфического интервала ее распространения.

К сожалению, неполнота материала, бывшего в нашем распоряжении, не дает возможности проследить характер распространения *G. oceanica* с момента ее появления и до начала устойчивого присутствия в комплексе наннопланктона. Поэтому волею за С. Гартнером мы считаем, что в данном разрезе в верхней части зоны *Calcidiscus macintyrei* вид *Gephyrocapsa oceanica* присутствует эпизодически, и верхняя граница условно устанавливается в трубке T2 на уровне 335 см, выше по разрезу, где в осадках зоны *Helicosphaera sellii* вид *Gephyrocapsa oceanica* является постоянным компонентом ассоциации.

Осадки зоны *Helicosphaera sellii* (колонка T2) содержат обильный и разнообразный наннопланктон, представленный *Calcidiscus leptoporus*, *Ceratolithus cristatus*, *C. telesmus*, *Gephyrocapsa caribbeanica*, *Gephyrocapsa oceanica* s.l., *Pseudoeutiliania lacunosa*, *G. oceanica* (крупные формы), мелкие *Gephyrocapsa*, *Helicosphaera sellii*, *H. carteri*, *Rhabdosphaera clavigera*, *Scafolithus fossilis*, *Scyphosphaera* sp., *Thoracosphaera heimi*, *Umbilicosphaera mirabilis*. Отложения верхней части зоны и вышележающей зоны мелких *Gephyrocapsa* в разрезе колонки T2 отсутствуют (см. рис. 7). Перерыв фиксируется также и по планктонным фораминиферам (Былинская, Головина, 1990).

Нижняя граница зоны мелких *Gephyrocapsa* определяется по вымиранию вида *Helicosphaera sellii*. Отложения этой зоны вскрыты колонками T4, T1 и T12 (табл. 16, 17; см. рис. 7). Комплекс наннопланктона отличает массовое развитие мелких гефирокэпс, причем их расцвет сопровождается резким снижением видового разнообразия наннофлоры. Этот горизонт хорошо прослеживается в плейстоценовых разрезах всех океанов и, по мнению ряда авторов, соответствует наиболее сильному похолоданию (Briskin, Berggren, 1975). Верхняя граница зоны устанавливается по окончанию доминирования мелкоразмерных гефирокэпс. В стратиграфической схеме С. Гартнера кровля зоны проводится в основании эпизода Харамильо, что совпадает и с нашими дан-

Таблица 16. Распространение наннопланктона в осадках колонки Т1, станция 1

Интервал, см	Виды	Переоотложенные виды	Зоны по наннопланктону
0	<i>Calcidiscus leptoporus</i>		<i>Emiliana huxleyi</i> Acme
10	<i>Calcidiscus macintyreii</i>		<i>Emiliana huxleyi</i>
20	<i>Ceratolithus cristatus</i>		
30	<i>Ceratolithus telesmus</i>		
40	<i>Coccolithus pelagicus</i>		
50	<i>Emiliana huxleyi</i>		
55	<i>Gephyrocapsa caribbeanica</i>		
60	<i>Gephyrocapsa oceanica</i> s.l.		
65	<i>Gephyrocapsa (small) sp.</i>		
70	<i>Helicosphaera carteri</i>		
75	<i>Helicosphaera sellii</i>		
80	<i>Helicosphaera sp.</i>		<i>Gephyrocapsa oceanica</i>
87	<i>Pontosphaera japonica</i>		
90	<i>Pseudoemiliana lacunosa</i>		
95	<i>Rhabdosphaera clavigera</i>		
100	<i>Scafolithus fossilis</i>		
110	<i>Scyphosphaera sp.</i>		
120	<i>Thoracosphaera sp.</i>		
132			
135			
145			
150			<i>Pseudoemiliana lacunosa</i>
160			
170			
180			
190			
200			
210			
225			
227			
235			
250			<i>small Gephyrocapsa</i>
270			
280			
300			
305			
315			
335			
345			
355			
365			
375			
390			

ными палеомагнитных исследований. К этому интервалу приурочен горизонт сильного растворения карбонатного материала, наблюдаемый в разрезах всех колонок, обусловленный, по-видимому, понижением температуры антарктических придонных вод (Briskin, Berggren, 1975).

Осадки зоны *Pseudoemiliana lacunosa*, вскрытые всеми колонками (за исключением колонки Т3), содержат обильный наннопланктон,

представленный *Calcidiscus leptoporus*, *Ceratolithus cristatus*, *C. telesmus*, *Helicosphaera carteri*, *Gephyrocapsa caribbeanica*, *G. oceanica*, *Rhabdosphaera clavigera*, *Scafolithus fossilis*. Положение верхней границы зоны определяет исчезновение индекса-вида и обычно не вызывает затруднений.

Зона *Gephyrocapsa oceanica* установлена во всех изученных разрезах. Здесь продолжает су-

Таблица 17 Распространение нанноплактона в осадках колонки Т4, станция 7

Интервал, см	Виды	Переоотложенные виды	Зоны по нанноплактону
0			
7,5			
15			
22,5			
37,5			
45			
60			
67,5			
75			
82			
90			
105			
112,5			
120			
127,5			
135			
142,5			
157,5			
165			
172,5			
187,5			
195			
202,5			
210			
217,5			
225			
232,5			
247,5			
255			
270			
277,5			
285			
292,5			
300			
307,5			
315			
322,5			
337,5			
345			
352,5			
367,5			
375			
382,5			
390			

существовать обильный и разнообразный комплекс наннофлоры с многочисленными представителями рода *Gephyrocapsa*.

Зона *Emiliana huxleyi* определяется от появления индекс-вида зоны и до начала его эпиполи. Осадки зоны вскрыты всеми трубками и характеризуются обильным нанноплактоном прекрасной сохранности. В верхней части наблюдается кратковременная вспышка численности вида *Helicosphaera carteri*, иногда в одном поле

зрения можно наблюдать до 30 экземпляров (колонка Т1, уровень 10 см). Наибольшие трудности вызывает определение первого появления *E. huxleyi* в световом микроскопе из-за чрезвычайно маленького размера кокколитов (от 1 до 3 мкм). Необходим контроль образцов в сканирующем микроскопе.

Акме-зона *Emiliana huxleyi*. Нижняя граница зоны определяется началом расцвета *E. huxleyi*. Это самая верхняя водонасыщенная часть разре-

за, которая легко утрачивается при отборе трубками ударного типа и подъеме керна с большой глубины. Поэтому в изученных разрезах осадки зон *Emiliana huxleyi* и акме-зоны *Emiliana huxleyi* не расчленились.

5.2.4. Профиль разлома Островов Зеленого Мыса (Центральная Атлантика)

Следующая серия разрезов (колонки Т6 и Т9) (табл. 18, 19) расположена на меридиональном пересечении долины трансформного разлома 15°20' с. ш. в восточной части фланговой зоны

Срединно-Атлантического хребта и вскрыла толщу исключительно однородных тонких глинисто-карбонатных илов (Лисицына и др., 1989)

Тот же тип осадков распространен в зоне пересечения трансформного разлома с рифтовой долиной Срединно-Атлантического хребта (колонки Т11, Т12 и Т17). Пелагические осадки на западном фланге хребта изучались по разрезу колонки Т16 и представлены кокколитовыми и фораминиферо-кокколитовыми илами (рис. 31). По результатам изучения наннопланктона здесь установлена следующая серия зон.

Зона мелких *Gephyrocapsa* (колонки Т6, Т9 и Т12), комплексе наннофлоры которой характеризуется массовым развитием мелких форм гевфирокапс. Верхняя граница зоны определена по

Таблица 18. Распространение наннопланктона в осадках колонки Т6, станция 10

Интервал, см	Виды	Переохлажденные виды	Зоны по наннопланктону
0			Emiliana huxleyi
15			
30			Gephyrocapsa oceanica
45			
60			
75			Pseudoemiliana lacunosa
90			
105			
120			
135			small Gephyrocapsa
150			
165			
180			
195			
210			
225			
240			
255			
270			
285			
300			
315			
забой			

Таблица 19 Распространение наннопланктона в осадках колоники Т9, станция 21

Интервал, см	Виды	Переотложенные виды	Зоны по наннопланктону
0	<i>Calcidiscus leptoporus</i>		<i>Emiliana huxleyi</i>
10	<i>Calcidiscus macintyrei</i>		
20	<i>Ceratolithus cristatus</i>		
30	<i>Ceratolithus telesmus</i>		
40	<i>Coccolithus pelagicus</i>		
50	<i>Emiliana huxleyi</i>		
60	<i>Gephyrocapsa caribbeanica</i>		
70	<i>Gephyrocapsa oceanica</i> s.l.		
80	<i>Gephyrocapsa (small) sp.</i>		
90	<i>Helicosphaera carteri</i>		
100	<i>Helicosphaera sellii</i>		
110	<i>Helicosphaera sp.</i>		
120	<i>Pontosphaera japonica</i>		
130	<i>Pseudoemiliana lacunosa</i>		
140	<i>Rhabdosphaera clavigera</i>		
150	<i>Scafolithus fossilis</i>		
160	<i>Scyphosphaera sp.</i>		
170	<i>Thoracosphaera sp.</i>		
180	<i>Umbilicosphaera mirabilis</i>		
190			
200			
210			
220			
230			
240			
250			
260			
270			
280			
290			
300			
320			
340			
360			
370			
380			
390			
400			
забой			

окончанию доминирования мелкоразмерных *Gephyrocapsa* и хорошо коррелируется с нижней границей палеомагнитного эпизода Харамильо в разрезах колонок Т6 и Т12.

Зона *Pseudoemiliana lacunosa* установлена во всех изученных разрезах и содержит богатый и разнообразный комплекс с *Calcidiscus leptoporus*, *Ceratolithus cristatus*, *C. telesmus*, *Helico-*

sphaera carteri, *Gephyrocapsa caribbeanica*, *G. oceanica*, *Rhabdosphaera clavigera*, *Scafolithus fossilis*. Положение верхней границы зоны определяет исчезновение индекс-вида.

Зона *Gephyrocapsa oceanica* также прослежена во всех разрезах этого профиля и характеризуется типичным комплексом с многочисленными гефирокосами.

западный фланг
Срединно-Атланти-
ческого хребта

центральная часть
Срединно-Атланти-
ческого хребта

восточный фланг
Срединно-Атланти-
ческого хребта

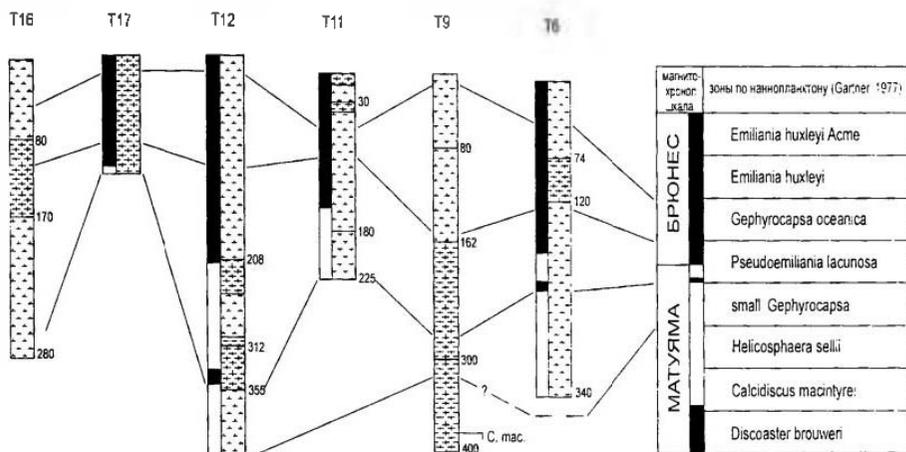


Рис. 31. Стратиграфическое расчленение верхнечетвертичных отложений Центральной Атлантики по наннопланктону (3 рейсы НИС "Академик Николай Страхов"). Условные обозначения см. на рис. 30

Fig. 31. Upper Quaternary stratigraphy of the Central Atlantic based on nannofossils (Cruise 3 of the R/V "Akademik N. Strakhov"). Symbols as in Fig. 30

Нерасчлененные зона *Emiliana huxleyi* и акме-зона *Emiliana huxleyi* определены в разрезах всех колонок.

Таким образом, изученные разрезы в субтропической и тропической Атлантике охватывают весь четвертичный интервал. Изучение наннопланктона позволило:

1. Провести детальное расчленение осадков по шкале С. Гартнера с выделением всех семи зон для плейстоцена и голоцена

2. Осуществить корреляцию зональных подразделений по наннопланктону с зонами по планктонным фораминиферам и сопоставить их с магнитохронологической шкалой

ДЕТАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ЗОНАЛЬНЫХ ШКАЛ ПЛИОЦЕНА И КВАРТЕРА ПО ФОРАМИНИФЕРАМ И НАННОПЛАНКТОНУ И ПЕРСПЕКТИВЫ БОЛЕЕ ТОЧНОГО ДАТИРОВАНИЯ ОСАДКОВ НА ЭТОЙ ОСНОВЕ

Одной из задач настоящей работы было сравнение распространения в изученных разрезах планктонных фораминифер и наннопланктона и детальная корреляция зональных стратиграфических шкал по этим двум группам известкового планктона. Такая корреляция является тем более интересной, что проводится не по литературным данным, а на основе параллельного изучения микрофауны и флоры из одних скважин и образцов.

Мы рассмотрим корреляцию четвертичных осадков тропической области Атлантики, вскрытых колонками в рейсах НИС "Академик Николай Страхов", а также плиоцен-четвертичного интервала скважин 397, 608, 609 и 611 Проекта глубоководного бурения. Все эти разрезы имеют палеомагнитную характеристику. Для большинства ключевых видов в этой главе приводится возраст уровней первого и/или последнего присутствия их в разрезах. При исследовании ассоциаций наннофлоры использовалась комбинация трех стратиграфических шкал — стандартной шкалы Э. Мартини (Martini, 1971), шкалы Х. Окада и Д. Бакри (Okada, Bukry, 1980), используемой в основном для низких широт, и шкалы С. Гартнера (Gartner, 1977) для плейстоценового интервала. Подразделения шкалы Э. Мартини и Д. Бакри скоррелированы между собой, в скобках указывается индекс зоны или подзоны по шкале Х. Окада и Д. Бакри. Параллельно в

тексте дается наименование и индекс зоны по шкале Э. Мартини.

6.1. МАТЕРИАЛЫ ГЛУБОКОВОДНЫХ КОЛОНОК

Четвертичный интервал зональных шкал скоррелирован наиболее детально (рис. 32). Кровля зоны *Discoaster browneri* располагается в верхней части палеомагнитного эпизода Олдувей выше подошвы зоны *Globorotalia truncatulinoides*. Таким образом, зона *Discoaster browneri* частично перекрывается с нижнечетвертичной подзоной *Globorotalia crassaformis viola*.

Подзона *Globorotalia crassaformis viola* включает в себя зону *Calcidiscus macintyrei* и предположительно нижнюю половину зоны *Helicosphaera sellii*. Соотношение кровли последней с верхней границей подзоны *Globorotalia crassaformis viola*, к сожалению, по данным изученных колоннок установить не удалось.

Подзона *Globorotalia crassaformis hessi* перекрывается с верхней частью зоны *Helicosphaera sellii*, включает зону мелких *Gephyrocapsa* и нижнюю половину зоны *Pseudoemiliania lacunosa*.

Верхняя часть последней перекрывается с нижней половиной подзоны *Globigerina calida calida*, которая включает, кроме того, зону

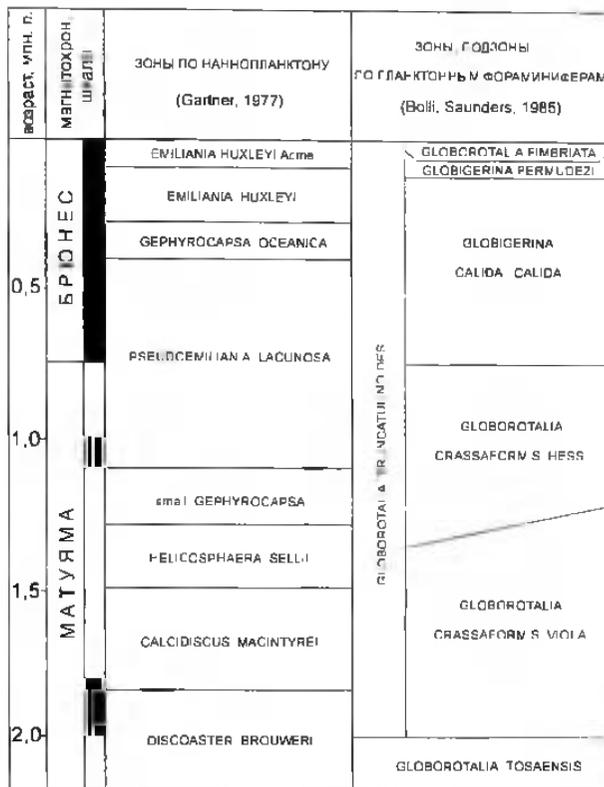


Рис. 32. Корреляция зональных стратиграфических схем четвертичной системы по планктонным фораминиферам и наннопланктону (Былинская, Головина, 1990)

Fig. 32. Correlation of Quaternary zonations based on planktonic foraminifers and nannofossils (Былинская, Головина, 1990)

Gephyrocapsa oceanica и почти всю зону *Emiliana huxleyi* Наконец, подошва подзоны *Globigerina bermudezi* лежит чуть ниже подошвы подзоны *Emiliana huxleyi* Acme.

6.2. МАТЕРИАЛЫ СКВАЖИНЫ 397

Так как скв. 397 также расположена в тепловодной области Атлантики, зональное расчленение по наннопланктону проводилось в соответ-

ствии со шкалой X. Окада и Д. Бакри, однако в ряде случаев выделение некоторых подзон было невозможно из-за отсутствия зональных маркеров или более раннего (позднего) их распространения в разрезе.

Плиоценовые осадки вскрываются в интервале от 45 по 15 керн. В низах 45 керна проводится нижняя граница раннеплиоценовой фораминиферовой зоны *Globorotalia margaritae* (см. главу 3). Последнее присутствие представителей индекс-вида отмечает ее верхнюю границу. Она

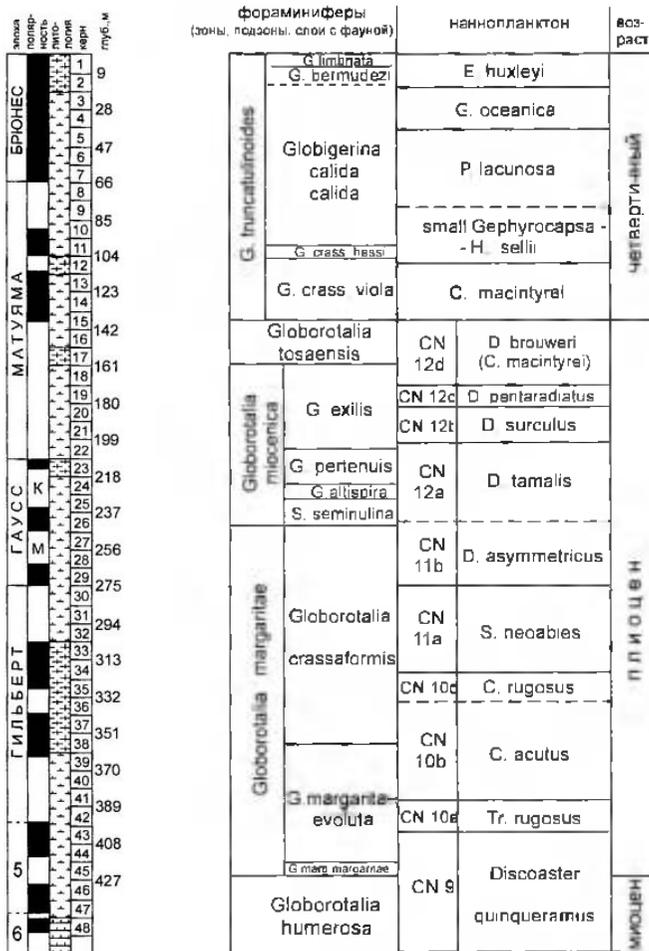


Рис. 33. Корреляция зональных шкал по фораминиферам и наннопланктону в плиоцено-четвертичном интервале скв. 397 Проекта глубоководного бурения

Fig. 33. Correlation of planktonic foraminiferal and nannoplankton zonation in the Pliocene-Quaternary interval of DSDP Site 397

проходит почти в кровле эпизода Маммут палеомагнитной эпохи Гаусс (рис. 33). Эта зона подразделяется на подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* и *Globorotalia margaritae evoluta*.

В верхней части последней располагаются слои с *Globorotalia crassaformis* с основанием на уровне эпизода Твера палеомагнитной эпохи Гильберт (см. главу 4).

В интервале фораминиферовой зоны *Globorotalia margaritae* выделяются несколько следующих подразделений по наннопланктону (см. рис. 33):

Самая верхняя часть зоны *Discoaster quinqueramus* (CN 9) выделяется до обр. 397-43-2, 51–55 см, где фиксируется последнее присутствие индекса-вида, что соответствует возрасту 5,40 (5,94) млн. л. В скобках указывается возраст по геохронологической шкале (Berggren et al., 1995).

Подзона *Triquetrorhabdulus rugosus* (CN 10a), соответствующая нижней части зоны NN 12 *Amaurolithus tricorniculatus* стандартной шкалы Э. Мартини, как интервал от последнего присутствия *Discoaster quinqueramus* до последнего присутствия индекса-вида *Tr. rugosus* 5,07 (5,56) млн. л.н.

Подзона *Ceratolithus acutus* (CN 10b), соответствующая верхней части зоны NN 12 *Amaurolithus tricorniculatus*, выделяется как интервал от исчезновения *Tr. rugosus* до появления *C. rugosus*. В данной скважине верхняя граница подзоны проводится по последнему присутствию *C. acutus* в разрезе. По нашим данным это событие датируется 4,32 (4,70) млн. л. Появление *Globorotalia crassaformis* зафиксировано внутри этой подзоны на уровне 4,62 (5,06) млн. л.н.

Подзона *Ceratolithus rugosus* (CN 10c), аналог зон NN 13 *Ceratolithus rugosus* и NN 14 *Discoaster asymmetricus* зональной шкалы Э. Мартини, в этой скважине определяется как интервал от последнего присутствия *C. acutus* до уровня исчезновения *Amaurolithus tricorniculatus* 4,12 (4,47) млн. л.н.

Зона *Reticulofenestra pseudoumbilica* (CN 11 a, b) соответствует зоне NN 15 шкалы Э. Мартини и выделяется как интервал от последнего присутствия *A. tricorniculatus* (обр. 397-34-5, 46–50 см) до исчезновения *R. pseudoumbilica* или представителей рода *Sphenolithus*. Вслед за *D.* Бакри в скв. 397 выделены две подзоны *Sphenolithus neobabies* (CN 11a) и *Discoaster asymmetricus* (CN 11b) с границей по началу расцвета *D. asymmetricus* в комплексе в кровле 30 ядра. Наиболее важным событием в этой зоне является появление *Pseudoemiliania lacunosa* совместно с мелкими гефирокапсами 3,58 (3,78) млн. л.н. Кровля подзоны *Discoaster asymmetricus* в осадках скв. 397 фиксируется на уровне

3,08 (3,20) млн. л.н., в средней части палеомагнитной эпохи Гаусс.

Так же как в скв. 608 и 609, верхняя граница зоны *Reticulofenestra pseudoumbilica* (CN 11) проходит немного выше кровли фораминиферовой зоны *Globorotalia margaritae*. В скв. 397 последнее событие датируется 3.10 (3.23) млн. л. и соответствует кровле эпизода Маммут эпохи Гаусс.

Вышележащая фораминиферовая зона *Globorotalia miocenica*, как уже указывалось в главе 4, в субтропической области может быть подразделена на четыре интервала (слон с фауной). Из них три нижних подразделения в осадках этой скважины в основном соответствуют большей части подзоны *Discoaster tamalis* (CN 12a), которая выделяется как интервал от последнего присутствия *R. pseudoumbilica* до исчезновения *D. tamalis* 2,74 (2,84) млн. л.н. Верхнему фораминиферовому интервалу *Globorotalia exilis* соответствуют следующие подзоны по наннопланктону из нижней части зоны NN 16 *Discoaster surculus* шкалы Э. Мартини: подзона *Discoaster surculus* (CN 12b) как интервал между исчезновением *D. tamalis* и *D. surculus*, причем последнее присутствие *D. surculus* зафиксировано в низах палеомагнитной эпохи Матуяма 2.48 (2,57) млн. л.н., подзона *Discoaster pentaradiatus* (CN 12c), соответствующая зоне NN 17 шкалы Э. Мартини с верхней границей на уровне 2,35 (2,43) млн. л.н., и (в данной скважине) нижняя часть подзоны *Discoaster breweri*. Как видим, эти датировочные уровни очень близки приводимым в литературе (Kucera, 1998; Kameo, Takayama, 1999).

Таким образом, при комплексном использовании известкового планктона в интервале примерно от 3,3 до 2,2 млн. л.н. в скв. 397 можно выделить 5–6 дробных стратиграфических подразделений.

Следует отметить, что в скв. 397 некоторые стратиграфические границы имеют более молодой возраст по сравнению с другими изученными в этой работе скважинами (см. ниже), а также литературными данными. Как уже отмечалось в главе 4, в южной части субтропического пояса фиксируется более раннее появление и более позднее исчезновение ряда форм известкового планктона.

Позднеплиоценовая фораминиферовая зона *Globorotalia tosaensis* выделяется как интервал от вымирания *G. miocenica* до появления *G. truncatulinooides* 1,88 (1,95) млн. л.н. По наннопланктону ей соответствует последняя плиоценовая подзона *Discoaster brouweri* (= *Calcidiscus macintyreii* CN 12d), аналог зоны NN 18 шкалы Э. Мартини, кровля которой проводится по исчезновению индекса-вида в основании палеомагнитного эпизода Олдувей. В скв. 397 это событие совпадает с появлением *Globorotalia truncatulinooides*. Таким образом, плиоцен-четвертичная граница по планктонным фораминиферам и наннопланктону в изученной скважине полностью совпадает.

В четвертичном интервале выделяется одна фораминиферовая зона *Globorotalia truncatulinooides* и пять подзон в соответствии со шкалой Г. Болли (Bollé, Saunders, 1985). При расчленении осадков по наннопланктону использовалась зональная шкала С. Гартнера, а также выделялись зоны по Х. Окада и Д. Бакри. Детальная стратификация отложений здесь несколько затруднена благодаря наличию турбидитового горизонта в керне I2 и очевидному перерыву осадконакопления в интервале, соответствующем верхней части зоны *Helicosphaera sellii* и нижней части зоны мелких *Gephyrocapsa*. На рисунке 33 можно также видеть сильно сокращенную, по-видимому, благодаря перерыву, фораминиферовую подзону *Globorotalia crassaformis hessi*.

В нижнем квартере в скв. 397 выделяются два зональных подразделения по наннопланктону и две подзоны по планктонным фораминиферам. Это подзона *Globorotalia crassaformis viola* и сильно сокращенная в данной скважине подзона *G. crassaformis hessi*. Зона *Calcidiscus macintyreii* по шкале С. Гартнера определяется как интервал от исчезновения *D. brouweri* до последнего присутствия *C. macintyreii* в обр. 397-12-2, 62–66 см, что соответствует возрасту 1,47 (1,56) млн. л. Следует отметить, что ранее при корреляции зональных шкал по известковому планктону в тропической Атлантике (Былинская, Головина, 1990) мы также проводили верхнюю границу зоны *C. macintyreii* внутри подзоны *G. crassaformis viola* (см. рис. 32).

Наиболее важным событием для этого интервала является первая находка типичных крупных

Gephyrocapsa oceanica s.l. (397-14-4, 60–64 см). Они появляются 1,78 (1,87) млн. л.н., что древнее всех ранее приводившихся датировок. Интервал от последнего присутствия *D. brouweri* до появления *G. oceanica* s.l. соответствует зоне CN 13 низкоширотной шкалы Х. Окада и Д. Бакри.

Выше по разрезу нерасчлененный интервал зон *Helicosphaera sellii* и мелких *Gephyrocapsa* соответствует фораминиферовой подзоне *Globorotalia crassaformis hessi* и частям выше- и нижележащих подзон. Верхняя граница зоны мелких *Gephyrocapsa* проводится в этой скважине условно, выше кровли подзоны *Globorotalia crassaformis hessi*.

В верхнечетвертичном интервале разреза выделяются три фораминиферовые подзоны и три зоны по наннопланктону.

Наннопланктонная зона *Pseudoemiliania lacunosa* коррелируется с большей частью подзоны *Globigerina calida calida*, причем ее кровля в скв. 397 проходит на уровне 0,41 (0,44) млн. л.н., внутри подзоны *Globigerina calida calida* (так же как и в тропической Атлантике).

Верхняя граница зоны *Gephyrocapsa oceanica* проводится по появлению *Emiliania huxleyi* в обр. 397-2-5, 40–41 см. Так же как в тропической Атлантике, эта зона выделяется внутри подзоны *Globigerina calida calida*.

Подшва вышележащей зоны *Emiliania huxleyi* в скв. 397 проходит чуть ниже подошвы фораминиферовой подзоны *Globigerina bermudezi*. Акме-зона *Emiliania huxleyi* в изучаемом разрезе не выделена.

6.3. МАТЕРИАЛЫ СКВАЖИНЫ 608

Скв. 608 Проекта глубоководного бурения расположена значительно севернее скв. 397, однако, как мы увидим, схемы их корреляции по планктонным фораминиферам и наннопланктону имеют существенное сходство (рис. 34).

В самой нижней части плиоцена этой скважины, по-видимому, существует перерыв осадконакопления. С нижнеплиоценовой зоной *Globorotalia margaritae* коррелируются следующие зональные единицы по наннопланктону

сква. 608

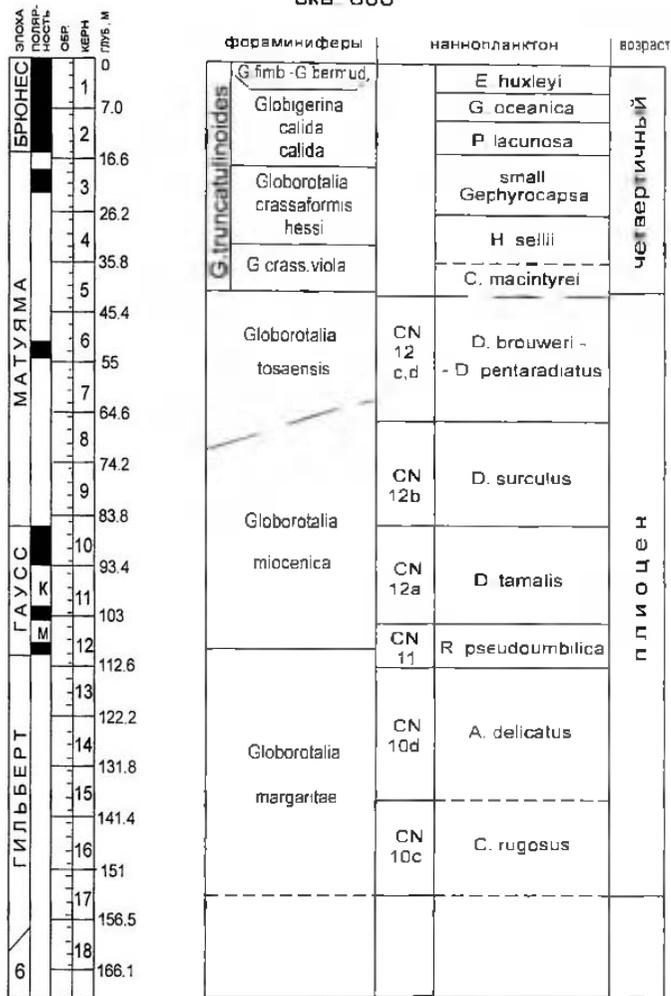


Рис. 34. Корреляция зональных шкал по фораминиферам и нанопланктону в плиоцен-четвертичном интервале сква. 608 Проекта глубоководного бурения

Fig. 34. Correlation of planktonic foraminiferal and nannoplankton zonations in the Pliocene-Quaternary interval of DSDP Site 608

(снизу вверх). Подзона *Ceratolithus rugosus* (CN 10c) выделена до нижней части керна 15 (обр. 608-15-5, 95-97 см), причем внутри нее фиксируется появление планктонных фораминифер

Globorotalia crassaformis, а с ее кровлей совпадает последнее присутствие в осадках скважины *Globorotalia conomiozea* и *G. conoidea*. Выше (до обр. 608-13-1, 99-101 см) выделяется подзона

Amaurolithus delicatus. По планктонным фораминиферам внутри этой подзоны отмечается событие появления *Globorotalia crassaformis viola*, а в ее верхней части – последнее присутствие *Globigerina nepenthes* и появление *Globorotalia crassaformis hessi*.

Выше по разрезу до обр. 608-12-2, 100–102 см, фиксируется нерасчлененная зона *Reticulofenestra pseudoumbilica* (CN 11), очевидно, в сокращенном объеме. Ее кровля, как и в скв. 397, проходит в низах фораминиферовой зоны *Globorotalia miocenica*.

Нерасчлененный в этой скважине интервал зон *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tasaensis*, так же как соответствующие зоны в скв. 397, включает последовательность дискоастеро-вых подзон, нижняя из которых, *Discoaster tamalis* (CN 12a), выделяется в интервале до обр. 608-10-1, 96–98 см, т.е. ее верхняя граница проводится на уровне 2,65 (2,76) млн. л.н. Так же как в скв. 397, внутри этой наннопланктонной подзоны последовательно исчезают планктонные фораминиферы *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globoquadrina altispira* и *Globorotalia pertenuis* (см. рис. 33). Нижняя граница проведена с некоторой долей условности по исчезновению *Reticulofenestra pseudoumbilica*.

Подзона *Discoaster surculus* (CN 12b) соответствует вышележащему интервалу до обр. 608-8-2, 95–97 см. Ее отложениям свойственна достаточно обильная и разнообразная ассоциация наннопланктона, хотя и относительно холодноводная, на что указывает широкое развитие *Coccolithus pelagicus* и редкость дискоастеров в комплексе. Подошва подзоны определяется по исчезновению индекс-вида предыдущей подзоны. Комплексы фораминифер здесь также довольно холодноводные, отмечается появление *Globorotalia tasaensis*, *G. inflata* и *G. triangula*.

Выше в разрезе выделяется интервал подзон *Discoaster pentaradiatus* (CN 12c) и *Discoaster brouweri* (= *Calcidiscus macintyreii* CN 12d). Четко разделить эти две подзоны в скв. 608 затруднительно. Кровля последней подзоны проводится по исчезновению индекс-вида в обр. 608-5-5, 68–70 см. В других изученных нами скважинах исчезновение *Discoaster brouweri* совпадает с вымиранием *Neogloboquadrina atlantica* sin, однако здесь оно фиксируется чуть раньше.

Нижняя граница квартера – граница зоны по фораминиферам *Globorotalia truncatulinoides* – проходит в скв. 608 немного выше кровли подзоны *Discoaster brouweri* (в обр. 608-5-2, 96–98 см). Верхняя граница зоны *Calcidiscus macintyreii*, так же как в других изученных разрезах, проводится внутри фораминиферовой подзоны *Globorotalia crassaformis viola*, хотя в этой скважине она намечается условно. Выше выделяется зона *Helicosphaera sellii* до вымирания индекс-вида, ее кровля (обр. 608-4-1, 97–99 см) проходит внутри подзоны *Globorotalia crassaformis hessi*. В верхней части зоны (обр. 608-4-2, 94–96 см) фиксируется появление крупных *Gephyrocapsa oceanica*.

Зона мелких *Gephyrocapsa* занимает оставшийся интервал подзоны *Globorotalia crassaformis hessi* и частично перекрывается с нижней частью фораминиферовой подзоны *Globigerina calida calida*. Образец 608-2-6, 95–97 см, особенно типичен для этой зоны, так как его комплекс наннопланктона полностью состоит из представителей вида-индекса. В этой скважине, так же как в скв. 397 и 609, в средней части зоны фиксируется палеомагнитный эпизод Харамильо, в то время как в колонках из тропической Атлантики кровля зоны мелких *Gephyrocapsa* соответствует его нижней границе (см. рис. 32).

Подзона *Globigerina calida calida* включает также целиком зоны *Pseudoemiliania lacunosa* (до обр. 608-2-2, 98–100 см), верхняя граница которой проводится на уровне 0,42 (0,45) млн. л.н., и *Gephyrocapsa oceanica* (до обр. 608-1-5, 68–70 см).

Фораминиферовой подзоне *Globigerina hermudezi* соответствует интервал зон *Emiliania huxleyi*/*Emiliania huxleyi* Acme.

6.4. МАТЕРИАЛЫ СКВАЖИНЫ 609

Скважина 609 расположена в умеренном поясе, поэтому комплексы как фораминифер, так и наннопланктона существенно обеднены (см. главы 3 и 5). Тем не менее выделяется почти вся последовательность зон и подзон по двум группам известкового планктона (рис. 35), а их корреляция в основных чертах сходна с таковой в скв. 608 (см. рис. 34).

разреза до обр. 609-36-2, 98–100 см. Индекс-вид зоны исчезает здесь примерно 5,39 (5,93) млн. л.н., что близко совпадает с аналогичным уровнем в скв. 397. Присутствие ряда тепловодных форм в комплексе позволяет обозначить этот интервал как *подзону Amaurolithus primus CN 9b*.

Зона *Amaurolithus tricorniculatus CN 10* в данной скважине не расчленяется на подзоны и выделяется до обр. 609-28-2, 99–101 см. Внутри этой зоны фиксируется появление планктонных фораминифер *Globorotalia crassaformis* и *G. punctulata*.

Зона *Reticulofenestra pseudoumbilica CN 11*, по-видимому, имеет сокращенный объем (см. рис. 35). Ее кровля, как и в скв. 608, проходит в низах фораминиферной *зоны Globorotalia miocenica* на уровне обр. 609-26-6, 98–100 см. Внутри зоны отмечается событие исчезновения *Globorotalia margaritae*.

Так же как и в других изученных скважинах, интервалу нерасчлененных здесь фораминиферных *зон Globorotalia miocenica/ Globorotalia tosaensis* соответствуют следующие наннопланктонные подразделения. **Подзона *Discoaster tamalis*** прослеживается до обр. 609-22-2, 57–59 см, ее кровля соответствует возрасту 2,74 (2,85) млн. л.

Подзона *Discoaster surculus* выделяется до уровня обр. 609-19-1, 98–100 см (2,46 (2,56) млн. л.н.), а *Discoaster pentaradiatus* – до обр. 609-18-1, 98–100 см (возраст кровли 2,33 (2,43) млн л.).

Подзона *Discoaster brouweri (=Calcidiscus macintyreii CN 12d)* венчает плиоценовый разрез скв. 609. Ее верхняя граница в обр. 609-15-4, 103–105 см, почти совпадает с вымиранием *Neogloboquadrina atlantica* и появлением *Globorotalia truncatulinoides*.

Как и в скв. 608, зона *Calcidiscus macintyreii* занимает большую часть *подзоны Globorotalia crassaformis viola*. Ее кровля проходит в обр. 609-12-1, 102–104 см, и имеет возраст 1,46 (1,55) млн. л. **Зона *Helicosphaera sellii*** охватывает нижнюю половину подзоны *Globorotalia crassaformis hessi*. Верхняя граница проведена нами на уровне обр. 609-10-3, 102–104 см, что соответствует возрасту 1,28 (1,38) млн. л.

Верхняя граница *зоны мелких Gephyrocapsa* проведена нами в этой скважине условно, одна-

ко очевидно, что она проходит вблизи кровли *подзоны Globorotalia crassaformis hessi*.

Подзона *Globigerina calida calida* включает в себя *зоны Pseudoemiliania lacunosa* (до обр. 609-3-6, 96–98 см, что соответствует возрасту 0,42 (0,45) млн. л.) и *Gephyrocapsa oceanica* до обр. 609-2-3, 103–105 см. И наконец, *подзоне Globigerina bermudezi* соответствует *зона Emiliania huxleyi*.

6.5. МАТЕРИАЛЫ СКВАЖИНЫ 611

Эта скважина, расположенная в умеренной области Атлантики, самая северная из тех, в которых нами детально составлялись зональные подразделения известкового планктона. В результате комплексы микропланктона в этом разрезе еще более обеднены, и ряд зон и интервалов выделены нерасчлененными на более дробные единицы (рис. 36).

Зона *Globorotalia margaritae* в скв. 611 коррелируется с верхней частью наннопланктонной *зоны Discoaster quinqueramus CN 9*, причем кровля последней проходит в верхах 5 палеомагнитной эпохи, так же как в скв. 609 и 397, и с большей частью *зон CN 10-11*. Кровля нерасчлененного интервала *зон Amaurolithus tricorniculatus CN 10* и *Reticulofenestra pseudoumbilica CN 11* проходит в верхней части эпохи Гильберт и внутри интервала фораминиферных *зон Globorotalia miocenica/ Globorotalia tosaensis*, в чем также прослеживается аналогия со скв. 609. Эта граница проводится на уровне 3,47 (3,63) млн. л.н. по исчезновению *Sphenolithus*. Интересно, что в такой северной скважине возраст исчезновения сфенолитов совпадает с данными по другим районам (Berggren et al., 1995). Оставшаяся часть интервала *зон Globorotalia miocenica/ Globorotalia tosaensis* коррелируется с дискоастеревыми подзонами: нерасчлененным интервалом подзон *Discoaster tamalis CN 12a*, *Discoaster surculus CN 12b* и *Discoaster pentaradiatus CN 12c*, выделенным до уровня 611-14-3, 101–103 см, и подзоной *Discoaster brouweri (=Calcidiscus macintyreii) CN 12d* до обр. 611-11-5, 99–101 см. Кровля последней подзоны совпадает с границей квартала, которая определена в данной скважине по вымиранию *Neoglobo-*

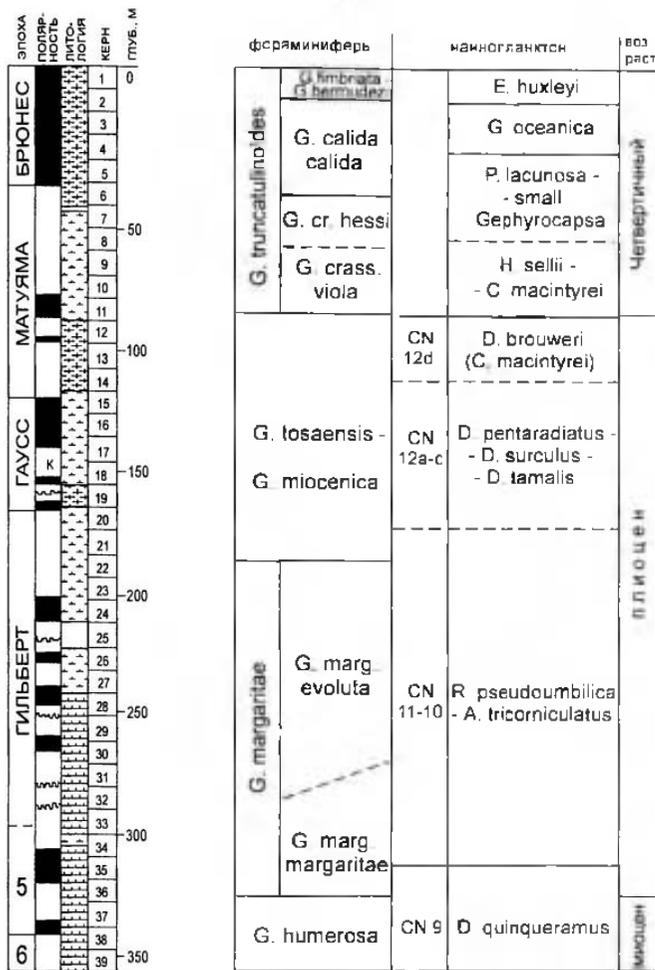


Рис. 36. Корреляция зональных шкал по фораминиферам и нанопланктону в плиоцен-четвертичном интервале скв. 611. Проект глубоководного бурения

Fig. 36. Correlation of planktonic foraminiferal and nanoplankton zonation in the Pliocene-Quaternary interval of DSDP Site 611

quadrina atlantica, и проходит на уровне палеомагнитного эпизода Олдувей.

В четвертичной части разреза выделяются следующие подразделения. Подзоне *Globorotalia*

crassaformis viola примерно соответствует большая часть нерасчлененного интервала подзоне *Calcidiscus macintyreii* и *Helicosphaera sellii*, верхняя граница которого условно проведена на

уровне обр. 611-8-3, 103–105 см, что соответствует возрасту 1,18 (1,25) млн. л.

Нерасчлененный интервал зон *Pseudoemiliania lacunosa* и мелких *Gephyrocapsa* (до обр. 611-4-5, 98–100 см) коррелируется с подзонами *Globorotalia crassaformis hessi* и частично *Globigerina calida calida*. Венчают разрез наннопланктонные зоны *Gephyrocapsa oceanica* и *Emiliania huxleyi*

Итак, по результатам корреляции наннопланктонных и фораминиферовых зон в плиоцен-четвертичных осадках субтропической и бореальной областей и в отложениях квартала тропической области Атлантики можно сделать следующие выводы.

1. Верхняя часть зоны *Discoaster quinqueramus CN 9* во всех изученных скважинах перекрывается с нижнеплиоценовой зоной по фораминиферам *Globorotalia margaritae*, причем ее кровля проходит вблизи основания палеомагнитной эпохи Гильберт. Основание зоны *Globorotalia margaritae* установлено в изученных скважинах на уровне 5,6–5,7 (6,1–6,3) млн. л.н.: кровля зоны *Discoaster quinqueramus* имеет возраст 5,40 (5,94) млн. л.

2. Зона *Globorotalia margaritae* (N 18–N 19) по планктонным фораминиферам в целом соответствует наннопланктонным зонам *CN 10–11* и включает в себя следующие подзоны по шкале Х. Окада и Д. Бакури (Okada, Bucky, 1980): *Triquetrorhabdulus rugosus CN 10a*, *Ceratolithus acutus CN 10b*, *Ceratolithus rugosus CN 10c*, *Amaurolithus delicatus CN 10d*, *Sphenolithus neobies CN 11a* и *Discoaster asymmetricus CN 11b*. Во всех изученных скважинах верхняя граница зоны *Reticulofenestra pseudoumbilica*

CN 11 проходит в нижней части фораминиферовой зоны *Globorotalia miocenica* вблизи границы палеомагнитных эпох Гильберт–Гаусс.

3. Большая часть фораминиферовых зон *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis* (N20–N21) по объему соответствуют последовательности дискоастровых подзон *Discoaster tamalis*, *Discoaster surculus*, *Discoaster pentardiatius* и *Discoaster brouweri* (= *Calcidiscus macintyreii*) *CN 12a–d*.

4. Нижняя граница фораминиферовой зоны *Globorotalia truncatulinoides* проходит в основании палеомагнитного эпизода Олдувей и практически совпадает с кровлей подзоны *Discoaster brouweri*, которая, по нашим данным, датируется 1,95–2,0 млн. л. Таким образом, граница плиоцена и плейстоцена по наннопланктону и планктонным фораминиферам совпадает.

5. В четвертичном разрезе во всех изученных скважинах наблюдается сходная корреляция зональных подразделений по двум группам известкового планктона. Зона *Calcidiscus macintyreii* (Gartler, 1977) выделяется в нижней (большей) части подзоны *Globorotalia crassaformis viola*. Зоны *Helicosphaera sellii* и мелких *Gephyrocapsa* примерно соответствуют подзоне *Globorotalia crassaformis hessi*, при этом зона мелких *Gephyrocapsa* включает в себя палеомагнитный эпизод Харамильо.

Зона *Pseudoemiliania lacunosa* включена или перекрывается с подзоной *Globorotalia calida calida*. Зоны *Gephyrocapsa oceanica* и *Emiliania huxleyi* соответствуют верхней части подзоны *Globigerina calida calida* и двум вышележащим подзонам. При этом надо отметить, что зоны *Helicosphaera sellii* и мелких *Gephyrocapsa* являются сокращенными в тропической области, а зона *Pseudoemiliania lacunosa* – в субтропической и умеренной.

КРАТКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ О НЕКОТОРЫХ РУКОВОДЯЩИХ ВИДАХ ПЛАНКТОННЫХ ФОРАМИНИФЕР И НАННОПЛАНКТОНА, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ СТРАТИФИКАЦИИ ОСАДКОВ ПЛИОЦЕНА И КВАРТЕРА

В этой главе приводится краткая характеристика некоторых стратиграфически значимых видов и подвидов планктонных фораминифер и наннопланктона, встреченных нами в плиоцен-четвертичных отложениях изученных скважин и колонок – сведения о стратиграфическом диапазоне, географическом распространении, климатическом предпочтении, а также морфологические особенности и отличительные признаки ряда таксонов.

ПЛАНКТОННЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ

Globigerinella siphonifera (d'Orbigny)

(Табл. 1, фиг. 1–3)

Globigerina siphonifera d'Orbigny, 1839a, стр. 83, табл. 4, фиг. 15–18.

Globigerinella aequilateralis (Brady) – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 26, табл. 2, фиг. 2a–d.

Hastigerina siphonifera (d'Orbigny) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 251–253, фиг. 43.1–2.

Вид характеризуется большой изменчивостью, встречаются раковины от плоскоспиральных до трохоспиральных.

G. siphonifera известна начиная с середины среднего миоцена (Bolli, Saunders, 1985) до настоящего времени. В нашем материале она широко распространена почти во всех климатических областях от экваториальной до северобореальной, наиболее многочисленна в тропической и субтропической Атлантике.

Globigerinita glutinata (Egger)

(Табл. 1, фиг. 4–6)

Globigerina glutinata Egger, 1893, стр. 371, табл. 13, фиг. 19–21.

Globigerinita glutinata (Egger) – Parker, 1962, стр. 246–249, табл. 9, фиг. 1–16

Globigerinita glutinata (Egger) – Pflaumann, Krasheninnikov, 1978, стр. 890, табл. 2, фиг. 4–6.

Широко распространена в плиоценовых и четвертичных осадках. Встречаются формы как с буллой, так и без нее.

Вид эвритермный, обитает от экваториальных (скв. 25) до субполярных (скв. 336–343) широт. Наиболее многочислен в осадках субтропического и умеренного поясов.

Globigerina apertura Cushman

(Табл. I, фиг. 7, 8)

Globigerina apertura Cushman, 1918, стр. 57, табл. 12, фиг. 8.

Globigerina apertura Cushman – Poore, 1979, стр. 468, табл. 13, фиг. 11, 12.

Раковина средних размеров с 4 камерами в последнем обороте. Характерный признак – наличие высокого и широкого устья.

В нашем материале встречается в небольших количествах в плиоценовых отложениях практически всех климатических областей.

Globigerina bulloides d'Orbigny

(Табл. I, фиг. 9–11)

Globigerina bulloides d'Orbigny, 1826, стр. 277, лист N 1.

Globigerina bulloides d'Orbigny – Banner, Blow, 1960, стр. 3–4, табл. 1, фиг. 1a–c.

Вид существует со среднего миоцена, в более древних отложениях определяют его предковую форму *G. praebulloides*. Мы не выделяли подвиды *G. bulloides*. Это зеритермный вид, встречающийся от экваториальных до субполярных широт. Наиболее обилен в умеренной области Атлантики. Известна его приуроченность к зонам апвеллингов.

Globigerina calida calida Parker

(Табл. II, фиг. 1–3)

Globigerina calida Parker, 1962, стр. 221, табл. 1, фиг. 9.

Globigerina calida calida Parker – Blow, 1969, стр. 317, табл. 13, фиг. 9, 10.

Globigerina calida calida Parker – Bolli, Saunders, 1985, стр. 256, фиг. 5.13.

Globigerinella calida (Parker) – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 32, табл. 4, фиг. 2a–c.

Раковина с низкой трохоспиралью и 4–6 почти шароидными камерами в последнем обороте, слегка вытянутыми в радиальном направлении. Навивание неплотное, так что последняя камера часто почти отделяется от предыдущего оборота, и устье видно с боковой, а иногда даже со спинной стороны. Этой чертой подвид отличается от предковой формы *G. calida praecalida*. Форма раковины и неплотное навивание позволили ряду палеонтологов отнести эту форму к роду *Globigerinella* (Saito et al., 1981).

G. calida calida встречается в большинстве климатических областей от экваториальной до умеренной, но нигде не достигает большого обилия в комплексе.

Подвид имеет важное стратиграфическое значение, распространен от среднего квартера до настоящего времени. Его появление в осадках 0,9–0,8 млн. л.п. фиксирует подошву одноименной четвертичной подзоны.

Globigerina decoraperta Takayanagi & Saito

(Табл. II, фиг. 4, 5)

Globigerina druryi Akers subsp. *decoraperta* Takayanagi & Saito, 1962, стр. 85, табл. 28, фиг. 10a–c.

Globigerina decoraperta Takayanagi & Saito – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 52, табл. 12, фиг. 1a–c.

Раковины мелкие, трохоспираль от низкой до средней высоты, камеры округлые, быстро увеличивающиеся в размерах. Устье – довольно высокое, симметричное, арковидное, обрамленное отчетливой губой. Вид отличается от *G. tenellus* отсутствием дополнительного устья и от *G. rubescens* – более высокой спиралью и отсутствием розовой пигментации.

Вид толерантный, встречается во всех широтных зонах в малых количествах.

Распространен от среднего миоцена до позднего плейстоцена (Saito et al., 1981). В нашем материале встречен только в плиоценовых осадках.

Globigerina nepenthes Todd

(Табл. III, фиг. 1–3)

Globigerina nepenthes Todd, 1957, стр. 301, табл. 78, фиг. 7.

Globigerina nepenthes Todd – Bolli, Saunders, 1985, стр. 201, фиг. 25.1–4.

Раковины от мелких до средних размеров, с толстой стенкой. В начальных оборотах наивысшее очень плотное, в последнем обороте камеры более лопастные и слегка вытянутые, что придает раковине характерные удлиненные очертания. В основании высокой последней камеры расположено большое устье, окаймленное утолщенным ободком. Вслед за Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985) мы не выделяем подвидов у этой формы.

По Г. Болли, *G. nepenthes* распространена от верхней части среднего миоцена (зона N 14) до кровли нижнеплиоценовой зоны *Globobotalia margaritae*. Однако, по нашим данным, во многих скажинах (скв. 366А, 397, 608, 609, 403) ее последнее присутствие фиксируется ниже этой границы. Вид встречается в небольших количествах во всех климатических поясах включая бореальный.

Globigerina quinqueloba Natland

(Табл. II, фиг. 9–11)

Globigerina quinqueloba Natland, 1938, стр. 149, табл. 6, фиг. 7.

Globigerina quinqueloba Natland – Pflaumann, Krashennikov, 1978, стр. 888, табл. 2, фиг. 10–12.

Globigerina quinqueloba Natland – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 48, табл. 10, фиг. 1,2.

Мелкие раковины с 5 полукруглыми уплощенными камерами в последнем обороте. Вытянутая последняя камера частично или полностью закрывает пупочную область и имеет по краю утолщенный ободок.

Встречена в позднем плиоцене (редко) и квартере, является индикатором холодных вод. В нашем материале найдена от тропической до полярной области, многочисленна в умеренных широтах.

Globigerina rubescens Hofker

(Табл. II, фиг. 6–8)

Globigerina rubescens Hofker, 1956, стр. 234, табл. 32, фиг. 18–21.

Globigerina rubescens Hofker – Parker, 1962, стр. 226, табл. 2, фиг. 17, 18.

Globigerina rubescens Hofker – Pflaumann, Krashennikov, 1978, стр. 889, табл. 1, фиг. 11–13.

Вид характеризуется мелкой раковиной, схожей с *G. tenellus*, от которого отличается отсутствием дополнительных устьев. В Атлантике имеет розовую окраску начиная с верхнего плейстоцена.

Распространен от экваториальных до умеренных широт.

Известен с раннего, в нашем материале – со среднего плейстоцена, но в основном встречается в позднем квартере.

Globigerinoides conglobatus (Brady)

(Табл. III, фиг. 4, 5)

Globigerina conglobata Brady, 1879, стр. 286.

Globigerinoides conglobatus (Brady) – Pflaumann, Krashennikov, 1978, стр. 889, табл. 4, фиг. 4–6.

Globigerinoides conglobatus (Brady) – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 56, табл. 14, фиг. 1.

Крупная толстостенная, округлая раковина, устойчивая к растворению.

Встречается с верхов позднего миоцена (N 17) до настоящего времени. Распространен в небольших количествах от экваториальных до умеренных широт.

Globigerinoides extremus Bolli & Bermudez

(Табл. III, фиг. 8–10)

Globigerinoides obliquus extremus Bolli & Bermudez, 1965, стр. 139, табл. 1, фиг. 10–12.

Globigerinoides obliquus extremus Bolli & Bermudez – Bolli, Saunders, 1985, стр. 194, фиг. 20.11.

Был выделен как подвид *Globigerinoides obliquus* Bolli. Отличается от *G. obliquus* в целом более вытянутой раковиной и формой последней (и отчасти предпоследней) камеры, которая сжата в латеральном направлении и асимметрична. От удлинённых экземпляров *G. ruber* отличается асимметричным устьем.

G. extremus распространен в осадках от экваториальных до умеренных широт. По Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985), встречается от верхнего миоцена (зона N 17) до верхней части плиоценовой зоны *Globorotalia miocenica*. В нашем материале найден и выше, в зоне *Globorotalia tosaensis* (скв. 397), иногда почти вплоть до ее кровли (скв. 608).

Globigerinoides obliquus Bolli

(Табл. III, фиг. 11, 12)

Globigerinoides obliquus obliquus Bolli, 1957, стр. 113, табл. 25, фиг. 10a–c.

Globigerinoides obliquus obliquus Bolli – Bolli, Saunders, 1985, стр. 194, фиг. 20.12.

Вид отличается от *G. trilobus* слегка сжатой сбоку последней камерой, а также формой основного устья последней камеры, которое шире и несколько выше.

Известен с верхов раннего миоцена до раннего плиоцена. По Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985), вид распространен почти вплоть до кровли подзоны *Globorotalia margaritae evoluta*, но в нашем материале он найден только в низах раннего плиоцена. Вид тропический, в средних и высоких широтах отсутствует.

Globigerinoides ruber (d'Orbigny)

(Табл. III, фиг. 6, 7)

Globigerina rubra d'Orbigny, 1839a, стр. 82, табл. 4, фиг. 12–14.

Globigerinoides ruber (d'Orbigny) – Flaumann, Krasheninnikov, 1978, стр. 889, табл. 3, фиг. 1–6.

Различаются высоко- и низкоспиральные формы, причем последние приурочены к более тепловодным областям. Характерны 3 камеры в последнем обороте и каплевидное устье, расположенное симметрично над швом между двумя предыдущими камерами. Примерно с основания четвертичной подзоны *Globigerina calida calida* появляются розовоокрашенные раковины *G. ruber*. Окраска наиболее интенсивна в тропической области, а к северу и югу уменьшается.

Вид распространен от экваториальных до умеренных широт, наиболее многочислен в тропическом и субтропическом поясах. Известен от раннего миоцена (зона N 5) до голоцена, с перерывом от среднего миоцена до раннего плиоцена.

Globigerinoides sacculifer (Brady)

(Табл. IV, фиг. 1, 2)

Globigerina sacculifera Brady, 1877, стр. 535.

Globigerinoides trilobus sacculifer (Brady) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 196, фиг. 20.13

Globigerinoides sacculifer (Brady) – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 65, табл. 17, фиг. 2.

Отличается от *G. trilobus* характерной формой последней камеры и в среднем более крупными размерами.

Тропический вид; к северу, вплоть до умеренного пояса, встречается редко или единично и является индикатором тепловодных условий. Известен с раннего миоцена (зона N 4).

Globigerinoides trilobus (Reuss)

(Табл. IV, фиг. 3, 4)

Globigerina triloba Reuss, 1850, стр. 374, табл. 47, фиг. 11а-с

Globigerinoides trilobus trilobus (Reuss) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 196, фиг. 20.15.

Globigerinoides trilobus immaturus Le Roy – Bolli, Saunders, 1985, стр. 196, фиг. 20.14

Раковина средних размеров, с 3–3,5 округлыми камерами в последнем обороте. Распространение и экологическая приуроченность сходны с таковыми *G. sacculifer*.

Globigerinoides trilobus fistulosus (Schubert)

(Табл. IV, фиг. 5, 6)

Globigerina fistulosa Schubert, 1910, стр. 323, фиг. 13а-с.

Globigerinoides trilobus fistulosus (Schubert) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 196, фиг. 22.5–11.

Globigerinoides fistulosus (Schubert) – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 68, табл. 18, фиг. 1–3.

Раковины от средних до крупных размеров. От *G. trilobus* отличается наличием выростов в виде фистул на периферическом крае последних 1–3 камер.

Известен от верхней части зоны *Globorotalia margaritae* до половины зоны *Globorotalia miocenica*, в которой выделена соответствующая подзона (Bolli, Saunders, 1985). Очень тепловодная форма. В нашем материале встречена южнее 15° с.ш. (скв. 366А).

Globorotalia acostaensis Blow

(Табл. XI, фиг. 12–14)

Globorotalia acostaensis Blow, 1959, стр. 208, табл. 17, фиг. 106 а-с.

Globorotalia acostaensis acostaensis Blow – Bolli, Saunders, 1985, стр. 210, фиг. 27.10–11, 28.16–24.

Раковина 4–5-камерная, низкоспиральная, преимущественно мелких размеров. Устье узкое, в основании последней камеры изогнутое, окаймленное тонкой губой, видное с брюшной и боковой стороны. Подвиды этой формы мы не выделяли.

По Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985), *G. acostaensis* известна от позднего миоцена (зона N16) до настоящего времени. В нашем материале встречается главным образом в плиоценовых осадках. В квартале типичной *G. acostaensis* не найдено. Эвритермный вид, обитал во всех климатических областях.

Globorotalia crassaformis crassaformis (Galloway & Wissler)

(Табл. XIII, фиг. 1–5)

Globigerina crassaformis Galloway & Wissler, 1927, стр. 41, табл. 7, фиг. 12.

Globorotalia crassaformis crassaformis (Galloway & Wissler) – Pflaumann, Krasheninnikov, 1978,

стр. 891, табл. 6, фиг. 1–3, табл. 7, фиг. 5–7.

Globorotalia crassaformis crassaformis (Galloway & Wissler) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 233, фиг. 36.6–7.

Globorotalia crassaformis oceanica Cushman & Bermudez – Bolli, Saunders, 1985, стр. 233, фиг. 37.11.

Раковины средних размеров, 4 камеры в последнем обороте, форма раковины – низкая до средней трохоспираль, периферический край закруженный, иногда слегка приостренный, среднелопастной, последняя камера всегда крупнее предыдущей.

Подвид эвритермный, встречается в больших количествах от экваториальных до умеренных широт. Появляется в средней части раннего плиоцена (зона N 19) и существует до настоящего времени.

Globorotalia crassaformis hessi Bolli & Premoli Silva

(Табл. XIII, фиг. 6–10)

Globorotalia hessi Bolli & Premoli Silva, 1973, стр. 476–477.

Globorotalia crassaformis hessi Bolli and Premoli Silva – Bolli, Saunders, 1985, стр. 233, фиг. 36.3–5.

Globorotalia hessi Bolli and Premoli Silva – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 127, табл. 42, фиг. 2а–с.

По сравнению с подвидом *crassaformis* имеет более квадратные и менее лопастные очертания. Последняя камера не крупнее предыдущей и часто слегка сжата и смещена книзу. Периферический край закругленный, брюшная сторона высокая и слегка вздутая, ее стенка неровная и покрыта пустулами за исключением последней камеры.

Подвид ранее описывался из плейстоценовых отложений. В нашем материале встречен с верхом раннего плиоцена (см. главы 3 и 4). В разных климатических областях появляется на различных уровнях в плиоцене, вымирает в позднем плейстоцене, фиксируя кровлю подзоны *Globigerina calida calida*.

Globorotalia crassaformis ronda Blow

(Табл. XII, фиг. 4–6)

Globorotalia (Turborotalia) crassaformis ronda Blow, 1969, стр. 388, табл. 4, фиг. 4–6.

Globorotalia ronda Blow – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 132, табл. 44, фиг. 2.3.

Globorotalia crassaformis ronda Blow – Bolli, Saunders, 1985, стр. 233, фиг. 37.10.

Отличается от подвида *crassaformis* компактной раковинкой с более плотным наванием и округлыми, менее лопастными очертаниями со спинной стороны. Периферический край более закругленный.

Географическое распространение такое же, как у других подвидов. Известен со средней части зоны *Globorotalia margaritae* до верхнего квартера.

Globorotalia crassaformis viola Blow

(Табл. XII, фиг. 7–11)

Globorotalia (Globorotalia) crassaformis viola Blow, 1969, стр. 397, табл. 5, фиг. 4–6.

Globorotalia viola Blow – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 134, табл. 45, фиг. 3, 4.

Globorotalia crassaformis viola Blow – Bolli, Saunders, 1985, стр. 234, фиг. 36.1.

Типичная *G. crassaformis viola* отличается от других подвидов *crassaformis* наличием киля. При виде сбоку раковины более угловатые и не так высоко конические. Межкамерные швы на спинной стороне могут быть утолщенными в отличие от *crassaformis*. На брюшной стороне возле пупочной области наблюдаются пустулы. Спинная сторона у *viola* слегка выпуклая, но меньше, чем брюшная, и этим, в частности, она отличается от *G. hirsuta*.

Такой же эвритермный вид, как все *crassaformis*, хотя, по-видимому, тепловоднее, чем *G. crassaformis hessi*.

Встречается начиная с верхней части раннего плиоцена (зона N 19) до нижнего плейстоцена включительно. Последние находки отмечают кровлю одноименной нижнечетвертичной подзоны.

Globorotalia crassaformis imbricata Krashennikov et Bylinskaya subsp. nov.

(Табл. XII, фиг. 1–3)

Globorotalia crassaformis ssp. – Плаутманн, Крашенинников, 1978, стр. 891, табл. 7, фиг. 3, 4.

Голотип: № 79/48, ГИН РАН; скя. 368 Проекта глубоководного бурения (17°30' с.ш., 21°21' з.д., 3366 м), верхний плейстоцен, подзона *Globigerina calida calida*.

Происхождение названия: от лат. *imbricata* – черепитчатая.

Материал: несколько десятков экземпляров хорошей сохранности.

Диагноз. Подвид характеризуется раковинами с 5–6 камерами в последнем обороте и черепитчатым расположением их на спинной стороне.

Описание. Раковины средних размеров, с сильно лопастным контуром, с 5 или 5,5 (до 6) камерами в последнем обороте. Спинная сторона плоская, иногда слабовыпуклая. Последние 3–4 камеры характеризуются своеобразным “черепитчатым” наложением друг на друга при взгляде со спинной стороны, что отражено в названии подвида. Камеры на спинной стороне плоские, на брюшной – вздутые, треугольные. Швы сильно изогнутые, на брюшной стороне – вдавленные. Пупочная область открытая, углубленная. На первых трех камерах последнего оборота с брюшной стороны – неравномерно расположенные пустулы. Периферический край приоткрытый без кля. Устье щелевидное в основании последней камеры, обычно окаймленное в верхней части губой. Стенка известковая непрозрачная мелкопористая.

Размеры (в мм): наибольший диаметр 0,53; наименьший диаметр 0,4; толщина 0,35.

Изменчивость. Основные признаки подвида постоянны. Незначительно варьируют размеры особей и форма (плоская, слабовыпуклая) спинной стороны.

Сравнение. Отличается от других подвидов *G. crassaformis* большим (5–6 против 4) количеством камер в последнем обороте и характерным “черепитчатым” наложением их друг на друга. На наш взгляд, существуют формы, переходные к *G. crassaformis imbricata* от *G. crassaformis hessi*.

Замечания. Похожая форма со сходным интервалом распространения отмечалась также в Индийском океане (Rogl, 1974).

Распространение: *G. crassaformis imbricata* встречена нами в тропической Атлантике и на плато Роколл (колонки из котловины Зеленого Мыса, скв. 25, 366А, 368, 403–405). Появляется в нижней части четвертичной подзоны *Globigerina calida calida* около 0,5 млн. л.н.

Globorotalia crassaformis imbricata Krasheninnikov et Bylinskaya subsp. nov.
(Plate XII, Figs. 1–3)

Globorotalia crassaformis ssp. – Pflaumann, Krasheninnikov, 1978, p. 891, plate 7, figs. 3, 4.

Holotype: Sample 79/48, Geological Institute, Russian Academy of Sciences – DSDP Hole 368. Core 1, core catcher (17°30' N, 21°21' W, 3366 м), Upper Pleistocene, *Globigerina calida calida* Subzone.

The name is derived from *Lat. imbricata*.

Material: several dozens of well-preserved specimens.

Diagnosis: The subspecies is characterized by a slightly trochospiral test with 5–6 chambers in the final whorl, considerably overlapping on the dorsal side.

Description: Test medium in size, with a strongly lobate outline, 5–5,5 (up to 6) chambers in the final whorl, periphery subacute but no true keel. Spiral side flat, sometimes slightly convex. The 3 or 4 last chambers of the final whorl are characterized by a specific “imbricated” arrangement from dorsal view. Chambers, from the spiral side, lunate to subquadrate, nearly flat, with strongly curved sutures; from the ventral side, subtriangular, strongly inflated, with well-depressed curving sutures. Umbilical area open, depressed. From the umbilical side, three early chambers of the final whorl are covered by irregularly disposed pustules. Aperture interiomarginal, umbilical-extraumbilical, a low arch to slit, commonly bordered by a thin lip. Wall calcareous, finely perforated, non-transparent.

Dimensions (mm): maximum diameter 0,53; minimum diameter 0,4; thickness 0,35.

Variability: Principal characters of the subspecies are constant. Only dimensions of specimens and shape of the spiral side (flat, slightly convex) can vary insignificantly.

Comparison: It differs from subspecies of the *G. crassaformis* group by a greater (5–6 against 4) number of chambers in the final whorl and their specific “imbricated” overlapping. From our standpoint there are forms transitional from *G. crassaformis hessi* to *G. crassaformis imbricata*.

Remarks: A similar form with the same stratigraphic range was recorded in the Indian Ocean (Rogl, 1974).

Distribution: We recorded *G. crassaformis imbricata* in the tropical Atlantic and on the Rockall Plateau (piston cores from the Cape Verde Basin, DSDP Sites 25, 366A, 368, 403–405). It first appeared in the lower part of the *Globorotalia calida calida* Subzone about 0.5 Ma.

Globorotalia cultrata (d'Orbigny)

(Табл. VIII, фиг. 7–9)

Rotalina cultrata d'Orbigny, 1839a, стр. 76, табл. 5, фиг. 7–9.

Globorotalia cultrata (d'Orbigny) – Pflaumann, Krasheninnikov, 1978, стр. 891, табл. 5, фиг. 2–4.

Globorotalia menardii cultrata (d'Orbigny) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 226, фиг. 32.3, 34.8–10.

Отличается от *G. menardii* более тонкостенной раковиной, узким килем и удлиненными очертаниями.

Тропический вид, обилен в тепловодных областях, но единичные экземпляры могут встречаться вплоть до 56° с.ш. (плато Роколл). По Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985), известен начиная с верхней части зоны *Globorotalia margaritae* (N 19). В нашем материале встречен главным образом в четвертичных осадках.

Globorotalia dutertrei (d'Orbigny)

(Табл. XI, фиг. 7, 8)

Globigerina dutertrei d'Orbigny, 1839a, стр. 84, табл. 4, фиг. 19–21.

Neogloboquadrina dutertrei (d'Orbigny) – Pflaumann, Krasheninnikov, 1978, стр. 890, табл. 8, фиг. 1–7.

Neogloboquadrina dutertrei dutertrei (d'Orbigny) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 211, фиг. 27.1–4, 28.1–8.

Раковина с 5–6 камерами в последнем обороте. от *G. acostaensis* и *G. humerosa* отличается более крупными размерами, более открытой пупочной областью и как правило более высокой спиралью. Обладает значительной внутривидовой изменчивостью. Подвидов этой формы мы не выделяем.

Это тепловодный вид, обилен в экваториально-тропических широтах, но единично может встречаться до бореальных районов включительно. Существует от низов плиоцена до настоящего времени.

Globorotalia exilis Blow

(Табл. IX, фиг. 4–6)

Globorotalia (Globorotalia) cultrata exilis Blow, 1969, стр. 396, табл. 7, фиг. 1–3.

Globorotalia exilis Blow – Bolli, Saunders, 1985, стр. 226, фиг. 33.4, 35.9–11.

Вид, близкородственный *G. pertenuis*. Отличается от него меньшим количеством камер (5–6 вместо 6–8) в последнем обороте и более тонкой стенкой и килем, а также слегка более вздутыми камерами на спинной стороне. Швы вдавленные. Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985) считает, что *exilis* развился из *pertenuis* путем уменьшения количества камер к концу зоны *Globorotalia margaritae*.

Известен в осадках среднеплиоценовой зоны *Globorotalia miocenica* вплоть до ее кровли. Тропический вид, многочислен в тепловодной области, самые северные находки, по нашим данным, в скв. 410 (45° с.ш.).

Globorotalia hirsuta (d'Orbigny)

(Табл. VIII, фиг. 1–3)

Rotalina hirsuta d'Orbigny, 1839b, стр. 131, табл. 1, фиг. 37–39.

Globorotalia hirsuta (d'Orbigny) – Saito, Thompson, Vreger, 1981, стр. 137, табл. 46, фиг. 1a–c.

Globorotalia hirsuta (d'Orbigny) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 220, фиг. 31.1–2.

Отличается от *G. prae-hirsuta* более крупной, толстостенной и лопастной раковиной и менее плотным навиванием камер. По У. Блоу (Blow, 1969), этот вид является конечной формой в линии *G. margaritae*–*G. prae-hirsuta*–*G. hirsuta*, с чем не согласен Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985). В нашем материале возможно было проследить эту линию, что, однако, требует дополнительного исследования и фотографирования.

G. hirsuta встречается в четвертичных осадках умеренных вод. Относительного обилия достигает только в верхнем плейстоцене.

Globorotalia humerosa Takayanagi & Saito

(Табл. XI, фиг. 9–11)

Globorotalia humerosa Takayanagi & Saito, 1962, стр. 78, табл. 28, фиг. 1а–с.

Globorotalia humerosa humerosa Takayanagi & Saito – Bolli, Saunders, 1985, стр. 211, фиг. 27.8, 28.15.

Вид морфологически сходен с *G. acostaensis*, отличается более крупной раковиной и большим количеством камер в последнем обороте (6–7 против 4–5). Устье у *G. humerosa* несколько выше, а пупочная область более открытая. В нашем материале встречались как право-, так и левозавитые формы.

G. humerosa известна от верхнего миоцена (зона N 17) до настоящего времени (Bolli, Saunders, 1985). По нашим данным, в осадках моложе нижнего квартала не встречается.

Globorotalia inflata (d'Orbigny)

(Табл. XI, фиг. 1–3)

Globigerina inflata d'Orbigny, 1839b, стр. 134, табл. 12, фиг. 7–9.

Turborotalia inflata (d'Orbigny) – Bermudez, 1961, стр. 1323, табл. 18, фиг. 2а–б.

Globorotalia inflata (d'Orbigny) – Parker, 1962, стр. 236, табл. 5, фиг. 6–9.

Globorotalia inflata (d'Orbigny) – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 124, табл. 41, фиг. 1а–с.

Раковины от среднего до крупного размера, 3–4 камеры в последнем обороте. Камеры шаровидные, более вздутые с пупочной стороны, чем со спинной, постепенно увеличиваются в размерах. От предковой формы *G. puncticulata* отличается более крупной и вздутой раковиной с очень сильно закругленным периферическим краем.

Распространен в осадках начиная с позднего плиоцена доныне.

Вид характерен для умеренных вод, в тропической области редок, самый северный район, где он был встречен в нашем материале – Норвежское море.

Globorotalia margaritae primitiva Cita

(Табл. VII, фиг. 1–3)

Globorotalia margaritae primitiva Cita, 1973, стр. 1352, табл. 2, фиг. 1–3.

Globorotalia margaritae primitiva Cita – Bolli, Saunders, 1985, стр. 217, фиг. 30.15–19.

Начальная форма группы *G. margaritae*. Характеризуется отсутствием кия, периферический край последней камеры приострен. Отличается от подвидов *margaritae* и *evoluta* более мелкими размерами, менее удлинёнными очертаниями и более симметричным профилем.

Встречается в самой нижней части плиоцена.

Globorotalia margaritae margaritae Bolli & Bermudez

(Табл. VII, фиг. 4–7)

Globorotalia margaritae Bolli & Bermudez, 1965, стр. 132, табл. 1, фиг. 16–18.

Globorotalia margaritae margaritae Bolli & Bermudez – Bolli, Saunders, 1985, стр. 217, фиг. 30.9–14.

Раковина тонкостенная, небольшая, с 4 камерами в последнем обороте, с округлым, чуть удлинённым контуром, слаболопастная. Спинная сторона сильно выпуклая, тогда как брюшная у типич-

ных форм – вогнутая. Киль по периферическому краю. Камеры последнего оборота сильно увеличиваются в размерах, последняя камера занимает около трети всей площади раковины.

Все подвиды *margaritae* являются космополитами, встречаются от экваториальных до умеренных широт. Самая северная единичная находка *G. margaritae* в нашем материале – в скв. 407 (64° с.ш.).

Интервал распространения подвида – нижний плиоцен. *G. margaritae* s.l. является индекс-видом соответствующей зоны.

Globorotalia margaritae evoluta Cita

(Табл. VII, фиг. 8–10)

Globorotalia margaritae evoluta Cita, 1973, стр. 1352, табл. 1, фиг. 1–7.

Globorotalia margaritae evoluta Cita – Bolli, Saunders, 1985, стр. 217, фиг. 30.1–5.

Подвид является результатом эволюционного перехода от маленькой, безкилевой и почти нелопастной *G. margaritae primitiva* через килеватую *margaritae* к более крупной и сильнолопастной конечной форме *evoluta*. По сравнению с *margaritae* ее последняя камера не так велика.

Появляется в нижней части раннего плиоцена, вымирает одновременно с *margaritae*.

Globorotalia merotumida Blow & Banner

(Табл. IX, фиг. 7–9)

Globorotalia (Globorotalia) merotumida Blow & Banner – Banner, Blow, 1965a, стр. 1352, фиг. 1a–c.

Globorotalia merotumida Blow & Banner – Bolli, Saunders, 1985, стр. 227, фиг. 33.7.

Тонкостенная раковина мелких размеров. Отличается от *G. plesiotumida* менее вытянутыми очертаниями раковины благодаря меньшему увеличению камер последнего оборота. Эволюционную линию *G. merotumida* – *G. plesiotumida* – *G. tumida tumida* можно лучше проследить в Индо-Пацифике (Bolli, Saunders, 1985).

G. merotumida встречается в большинстве климатических областей в осадках позднего миоцена (зона N 17) и низов плиоцена (N 18).

Globorotalia miocenica Palmer

(Табл. VI, фиг. 9–11)

Globorotalia menardii (d'Orbigny) var. *miocenica* Palmer, 1945, стр. 70, табл. 1, фиг. 10a–c.

Globorotalia miocenica Palmer – Bolli, Saunders, 1985, стр. 230, фиг. 33.2, 35.4–8.

Отличается от *G. pseudomiocenica* абсолютно плоской спинной стороной. Брюшная сторона выше, а периферический край менее лопастной.

Тепловодный вид, севернее 45° с.ш. (скв. 410) не распространялся. Известен из средней части плиоцена. Появляется в верхах зоны *Globorotalia margaritae* (N19), уровень его вымирания фиксирует кровлю зоны *Globorotalia miocenica*.

Globorotalia multicamerata Cushman & Jarvis

(Табл. VI, фиг. 6–8)

Globorotalia menardii (d'Orbigny) var. *multicamerata* Cushman & Jarvis, 1930, стр. 367, табл. 34, фиг. 8a–c.

Globorotalia multicamerata Cushman & Jarvis – Bolli, Saunders, 1985, стр. 226, фиг. 32.5, 35.16–19.

Камера уплощенная, с 8–10 камерами в последнем обороте, с толстым килем. Швы на спинной стороне отчетливо утолщенные, на брюшной – сильно изогнутые.

Тропический вид, за пределами тепловодной области не встречается.

Стратиграфическое распространение очень ограниченное. Существовал в плиоцене с низов зоны *Globorotalia margaritae* до нижней части зоны *Globorotalia miocenica*.

Globorotalia pertenuis Beard

(Табл. IX, фиг. 1–3)

Globorotalia pertenuis Beard, 1969, стр. 552, табл. I, фиг. 1.

Globorotalia pertenuis Beard – Bolli, Saunders, 1985, стр. 226, фиг. 33.3, 35.12.

Вид сходен с *G. multicamerata*, отличается более тонкостенной раковиной, меньшим количеством камер (6–8) и более узким килем.

Распространен в тепловодной области, самые северные находки в скв. 609 (49° с.ш.). Стратиграфический диапазон – ранний–средний плиоцен, зоны N 18–N 20 (Bolli, Saunders, 1985). По нашим данным, появляется в самых верхах миоцена (скв. 397, 410).

Globorotalia plesiotumida Blow & Banner

(Табл. IX, фиг. 10–12)

Globorotalia (Globorotalia) tumida plesiotumida Blow & Banner – Banner, Blow, 1965a, стр. 1353, фиг. 2a–c.

Globorotalia plesiotumida Blow & Banner – Bolli, Saunders, 1985, стр. 227, фиг. 33.5.

Отличается от *G. merotumida* более крупной раковиной с более вытянутым и лопастным контуром.

Географическое и стратиграфическое распространение сходно с таковым *G. merotumida*.

Globorotalia prae-hirsuta Blow

(Табл. VII, фиг. 11–13)

Globorotalia hirsuta prae-hirsuta Blow, 1969, стр. 400, табл. 43, фиг. 3–7.

Globorotalia prae-hirsuta Blow – Poore, 1979, стр. 471, табл. 4, фиг. 1–3.

Отличается от *G. margaritae evoluta* большими размерами раковины, более лопастным контуром и более выпуклой брюшной стороной. Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985) считал *G. prae-hirsuta* младшим синонимом *G. margaritae*.

В нашем материале встречается от верхней части зоны *Globorotalia margaritae* (начиная с 3,5 млн. л.н.) до позднего плиоцена включительно в большинстве исследованных районов.

Globorotalia pseudomiocenica Bolli & Bermudez

(Табл. VI, фиг. 12–14)

Globorotalia pseudomiocenica Bolli & Bermudez, 1965, стр. 140, табл. I, фиг. 13–15.

Globorotalia pseudomiocenica Bolli & Bermudez – Bolli, Saunders, 1985, стр. 230, фиг. 33.1, 35.1–3.

Вид характеризуется слегка выпуклой спинной стороной, отличается значительной изменчивостью. Является звеном в эволюционной линии *G. menardi* 'A' – *G. pseudomiocenica* – *G. miocenica* (Bolli, Saunders, 1985).

Встречается в осадках от тепловодной до умеренной (скв. 403) области. Известен от самой верхней части миоцена до низов зоны *Globorotalia miocenica* (Bolli, Saunders, 1985). В скв. 397 исчезает одновременно с *G. miocenica*.

Globorotalia puncticulata (Deshayes)

(Табл. XI, фиг. 4–6)

Globigerina puncticulata Deshayes, 1832, стр. 170.

Globorotalia puncticulata (Deshayes) – Poore, 1979, стр. 472, табл. 5, фиг. 4–6.

Отличается от *G. inflata* меньшими размерами, раковина более уплощенная, с большим количеством камер (4–4,5) в последнем обороте. На ранних этапах развития *G. puncticulata* очень похожа на *G. crassaformis* s.l., что затрудняет определения. Различаются они на ранних стадиях только по форме устья (арковидное у *G. puncticulata* и щель в основании камеры у *G. crassaformis*).

Распространена почти во всех климатических поясах, наиболее многочисленна в средних широтах. Известна со средней–верхней части зоны *Globorotalia margaritae* до зоны *Globorotalia tosaensis*.

Globorotalia scitula (Brady)

(Табл. VIII, фиг. 4–6)

Pulvinulina scitula Brady, 1882, стр. 716–717.

Globorotalia scitula (Brady) – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 137, табл. 46, фиг. 2a–d.

Globorotalia scitula scitula (Brady) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 217, фиг. 30.26–29.

Раковина средних размеров в форме низкой двояковыпуклой трохоспирали, слаболопастная, с 4–5 камерами в последнем обороте, медленно увеличивающимися в размерах. Стенка гладкая, без шипов, крупнопористая.

Вид толерантный эвритермный, распространен от экваториальной до северобореальной области. Известен в осадках со среднего миоцена (зона N 9) доныне.

Globorotalia tosaensis Takayanagi & Saito

(Табл. X, фиг. 7–12)

Globorotalia tosaensis Takayanagi & Saito, 1962, стр. 81, табл. 28, фиг. 11a–c.

Globorotalia tosaensis tosaensis Takayanagi & Saito – Bolli, Saunders, 1985, стр. 238, фиг. 37.8.

Отличается от *G. crassaformis ronda* 5-камерной, более компактной, нелопастной раковинной, а от *G. truncatulinoides* – отсутствием кия. Подвидов *G. tosaensis* мы не выделяли.

G. tosaensis встречается в Атлантике довольно редко, от середины плиоцена до кровли одноименной зоны. Формы, переходные к *G. truncatulinoides*, существовали в самых нижних горизонтах квартера. Географический диапазон широкий, самая северная находка в схв. 407 (63° с.ш.)

Globorotalia triangula Theyer

(Табл. X, фиг. 1–3)

Globorotalia inflata triangula Theyer, 1973, стр. 199–201, табл. 1, фиг. 1–7.

Globorotalia triangula Theyer – Pflaumann, Krasheninnikov, 1978, стр. 892, табл. 7, фиг. 8–10.

Globorotalia triangula Theyer – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 127, табл. 42, фиг. 1a–d.

Раковина средних размеров, массивная, с очень плотным навиванием и 3 камерами в последнем обороте. Почти треугольные очертания при виде сбоку.

Встречается в небольших количествах от экваториального до бореального пояса. Стратиграфический диапазон очень узкий – самые верхние горизонты плиоцена и иногда низы квартера.

Globorotalia truncatulinoides (d'Orbigny)

(Табл. X, фиг. 4–6)

Rotalina truncatulinoides d'Orbigny, 1839b, стр. 132, табл. 2, фиг. 25–27

Globorotalia truncatulinoides (d'Orbigny) – Pflaumann, Krasheninnikov, 1978, стр. 892, табл. 7, фиг. 1, 2.

Globorotalia truncatulinoides (d'Orbigny) – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 158, табл. 54, фиг. 1

Отличается от предковой формы *G. tosaensis* наличием кия. Подвиды *truncatulinoides*, *pachytheca* и *excelsa* мы не выделяли, так как, по нашему мнению, различия между ними укладываются в пределы внутривидовой изменчивости, а стратиграфический диапазон полностью совпадает (Bolli, Saunders, 1985).

Globorotalia tumida (Brady)

(Табл. IX, фиг. 13, 14)

Pulvinulina menardii (d'Orbigny) var. *tumida* Brady, 1877, стр. 535.

Pulvinulina tumida Brady – Brady, 1884, стр. 692, табл. 103, фиг. 4–5.

Globorotalia tumida tumida (Brady) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 227, фиг. 33.8, 34.11–13.

По сравнению с предковыми формами *G. merotumida* и *G. plesiotumida*, *G. tumida* имеет более крупную толстостенную раковину с широким килем. Очертания более вытянутые, последняя камера угловатая.

Вид тропический, встречается только в тепловодной области. Известен с основания плиоцена до настоящего времени (Bolli, Saunders, 1985).

Sphaeroidinella dehiscens (Parker & Jones)

(Табл. IV, фиг. 10)

Sphaeroidina bulloides d'Orbigny var. *dehiscens* Parker & Jones, 1865, стр. 369, табл. 19, фиг. 5a–b.

Sphaeroidinella dehiscens (Parker & Jones) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 244, фиг. 39.1–8.

Обладает большой изменчивостью, выраженной в размере и форме раковины, развитии устьев. Г. Болли (Bolli, Saunders, 1985) считает *S. ionica*, описанную из Средиземноморья, а также *S. dehiscens excavata* синонимами *S. dehiscens*, отражающими разные стадии роста раковины и экологические условия.

Вид тепловодный, по нашим данным, самые северные находки – в скв. 410 (45° с.ш.).

S. dehiscens появляется в нижней части подзоны *Globorotalia margaritae evoluta* (зоны N 19) (Bolli, Saunders, 1985). В нашем материале ее появление зафиксировано в средней части этой подзоны (скв. 366А).

Sphaeroidinellopsis seminulina (Schwager)

(Табл. IV, фиг. 7–9)

Globigerina seminulina Schwager, 1866, стр. 256, табл. 7, фиг. 112.

Sphaeroidinellopsis seminulina (Schwager) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 241, фиг. 38.6–13.

Вид многочислен в тепловодной области, но распространялся вплоть до бореальной (скв. 403, 56° с.ш.).

Стратиграфический диапазон от верхнего миоцена (зона N 17) до среднего плиоцена. Вымирает у основания эпизода Каена палеомагнитной эпохи Гаусс около 3,0 млн. л.н.

Globoquadrina altispira (Cushman & Jarvis)

(Табл. V, фиг. 1–4)

Globigerina altispira Cushman & Jarvis, 1936, стр. 5, табл. 1, фиг. 13, 14.

Globoquadrina altispira altispira (Cushman & Jarvis) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 183, фиг. 15.1–3.

Выделяются подвиды *altispira*, *conica* и *globosa* (Bolli, Saunders, 1985). Они отличаются от *G. dehiscens* более угловатой раковинной без уплощенной спинной стороны. Камеры более шаровидные, обычно более 4 в последнем обороте.

Тепловодный вид, многочислен в тропических широтах, но в единичных количествах встречается до умеренной области. Самые северные находки сделаны нами на плато Рохолл (56° с.ш.).

Известен с нижней части раннего миоцена (зона N 5) до среднего плиоцена. Исчезает в низзах зоны *Globorotalia miocenica*.

Globoquadrina dehiscens (Charman, Parr & Collins)

(Табл. V, фиг. 5–7)

Globorotalia dehiscens Charman, Parr & Collins, 1934, табл. 11, фиг. 6.

Globoquadrina dehiscens (Charman, Parr & Collins) – Bolli, Saunders, 1985, стр. 183, фиг. 15.4–7.

Сжатая раковина с отчетливо субквадратными очертаниями и весьма угловатыми камерами. Спинная сторона уплощенная.

Вид тепловодный, встречается до субтропической области.

Распространен с раннего миоцена (зона N 5) до раннего плиоцена (зона N 18) включительно. В нашем материале в скв. 397 встречается выше, до средней части подзоны *Globorotalia margaritae evoluta*

Neogloboquadrina atlantica (Berggren)

(Табл. VI, фиг. 1–5)

Globigerina atlantica Berggren, 1972, стр. 972, табл. 1, фиг. 1–7; табл. 2, фиг. 5–8.

Neogloboquadrina atlantica (Berggren) – Roore, 1979, стр. 472, табл. 16, фиг. 1–12.

Раковина средних размеров, с 4–4,5 шаровидными камерами в последнем обороте. Последняя камера часто редуцирована и окаймляется широкой губой изогнутой формы, похожей на запятую. Стенка толстая, неровная, с вторичной инкрустацией. В отличие от *N. pachyderma* имеет более высокую спираль и крупнее.

Синистральные формы *N. atlantica* являются хорошими плиоценовыми маркерами бореальной Атлантики, заменяя здесь *G. truncatulinoides* как индикатора границы плиоцена–квартера.

Правозавитые формы распространены в миоценовых осадках, левозавитые – в плиоценовых.

Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg)

(Табл. V, фиг. 8–13)

Aristerospira pachyderma Ehrenberg, 1861, стр. 276, 303.

Globigerina borealis Brady – Blow, 1969, стр. 312.

Neogloboquadrina pachyderma pachyderma (Ehrenberg) – Rogl, Bolli, 1973, стр. 571, табл. 11, фиг. 2–6; табл. 16, фиг. 12.

Neogloboquadrina pachyderma (Ehrenberg) – Saito, Thompson, Breger, 1981, стр. 106, табл. 34, фиг. 1a–d.

Раковина мелкая, с 4–5 шаровидными камерами в последнем обороте, сжатая. Устье пупочное, базальное, в форме низкой арки с толстым и широким ободком. Стенка толстая, неровная, без шипов. Встречаются право- и левозавитая разновидности.

Левозавитая *N. pachyderma* это самый холодолюбивый вид планктонных фораминифер, обитает от умеренных до полярных широт. В субтропической области присутствует только в образцах, соответствующих периодам похолоданий. Правозавитая форма более тепловодна.

Распространена от верхнего миоцена до настоящего времени.

НАННОПЛАНКТОН

Amurolithus tricorniculatus (Gartner, 1967) Gartner and Bukry, 1975

(Табл. XIV, фиг. 10, 11)

Ceratolithus tricorniculatus Gartner, 1967, стр. 5, табл. 10, фиг. 4–6.

Вид имеет форму асимметричной округлой подковы с резко выраженным вершинным шипом, располагающимся со сдвигом вправо на изгибе арки. Вершинный шип может быть прямым или

закругленным, часто обломан. Ветви подковы с дистальной стороны имеют киль, располагающийся под разным углом к плоскости ветви.

В поляризованном свете имеет темно-серую окраску, а при скрещенных николях под углом 45° – слабо двупреломляющий. Подвержен вторичному обрастанию. В одном образце можно наблюдать различные вариации вида, которые все же легко идентифицируются по наличию вершинного шипа, расположенного несимметрично по отношению к оси подковы цератолита и отсутствию интерференционной окраски в поляризованном свете.

Тепловодный, часто встречающийся вид, имеющий большое стратиграфическое значение. Появляется в миоцене, в верхней части зоны *CN 9 Discoaster quinquemans*, а заканчивает существование в нижнем плиоцене, маркируя верхнюю границу зоны *CN 10 Amaurolithus iricorniculatus*.

Calcidiscus leptoporus (Murrey & Backman, 1898) Loeblich & Tappan, 1978

(Табл. XV, фиг. 8, 9)

Coccolithophora leptopora Murrey & Backman, 1898, табл. 15, фиг. 2.

Calcidiscus leptoporus (Murrey & Backman) – Loeblich, Tappan, 1978, табл. 17, фиг. 10.

Круглый, гораздо реже эллиптический плаколит диаметром от 4 до 12 мкм, состоящий из двух дисков разного размера, соединенных в центральной части короткой полой трубкой. Дистальный диск сложен меньшим количеством элементов, чем у *C. macintyreii* (их количество колеблется от 12 до 38), и более плоский. Формы с меньшим количеством элементов, очевидно, характерны для умеренных и высоких широт. В нашем материале такие экземпляры часто встречаются в скв. 611 (Табл. XV, фиг. 8, 9). Диагностические трудности возникают при разграничении *C. leptoporus* и *C. macintyreii* в световом микроскопе, когда оба вида имеют равные размеры. В поляризованном свете *C. leptoporus* имеет слабую интерференционную окраску в виде размытого, полупрозрачного нечеткого круга.

Долгоживущий многочисленный вид, появляется в раннем миоцене и продолжает существовать доныне.

Calcidiscus macintyreii (Bukry & Bramlette, 1969) Loeblich & Tappan, 1978

(Табл. XV, фиг. 7; Табл. XVI, фиг. 10)

Cyclococcolithus macintyreii Bukry & Bramlette, 1969, стр. 132, табл. 1, фиг. 1–3.

Cyclococcolithina macintyreii (Bukry & Bramlette) – Bukry, 1973, стр. 392, табл. 2, фиг. 1–3.

Круглый плаколит диаметром от 10 до 14 мкм, состоящий из двух дисков (щитков) разного размера, соединенных в центральной части короткой сквозной полой трубкой. Дистальный диск больше проксимального, сложен 38–45 радиально расположенными изогнутыми элементами и имеет форму сильно уплощенного конуса. Изгиб элементов направлен по часовой стрелке. Центральное углубление конусовидной формы может иметь разный диаметр и переходит в трубку. В поляризованном свете наблюдается крупная сегментированная интерференционная фигура с несколькими размытыми краями сегментов и с четким абрисом центрального отверстия. Разграничение вида от родственного *C. leptoporus*, существующего доныне, вызывает затруднения при определении уровня вымирания *C. macintyreii* и служит предметом дискуссий. Считается, что в отличие от *C. leptoporus* вид *C. macintyreii* имеет больший диаметр и большее число элементов дистального щитка.

Долгоживущий многочисленный вид (от зоны *CN 3 Helicosphaera ampliapertura* до зоны *CN 13 Crenalithus doronicoides*), появление и исчезновение которого имеет важное стратиграфическое значение. Вымирание *C. macintyreii* маркирует верхнюю границу нижнеплейстоценовой зоны *Calcidiscus macintyreii* шкалы С. Гартнера и рядом авторов используется при отсутствии дискоастеров как критерий определения границы плиоцена–плейстоцена.

Discoaster brouweri Bramlette & Riedel, 1954.

(Табл. XIV, фиг. 8; Табл. XV, фиг. 1)

Астеролит с шестью длинными, суживающимися к концу, слегка заостренными лучами, часто изгибающимися в виде "зонтика". На вогнутой стороне может присутствовать (но не всегда) центральная шишка. От других шестилучевых дискоастеров отличается отсутствием бифуркации или изгибанием кончиков лучей.

D. brouweri известен со среднего миоцена до плиоцена. В ряду тепловодных дискоастеров является наиболее эвритерным и встречается от экваториальных до умеренных широт. В нашем материале самой северной точкой его присутствия в верхнем плиоцене является скв. 611, расположенная на 53° с.ш.

Вид имеет важное стратиграфическое значение. его исчезновение фиксирует границу одноименной плиоценовой зоны, венчающей плиоцен, маркируя границу плиоцена—плейстоцена.

Discoaster pentaradiatus Bramlette & Riedel, 1954.

(Табл. XIV, фиг. 4)

Астеролит с 5 тонкими, длинными, суживающимися к концу лучами с терминальной бифуркацией. Лучи слегка изогнуты, образуя широко раскрытый "зонтик", но по сравнению с *D. brouweri* изгиб лучей значительно меньше.

Один из долгоживущих видов, появление которого отмечается в миоцене (зона CN 7 *D. hamatus*), а исчезновение фиксируется в верхнем плиоцене, сразу же после вымирания *D. surculus*, маркируя границу подзоны CN 12c *Discoaster pentaradiatus*.

Discoaster quinqueramus Gartner, 1969.

(Табл. XIV, фиг. 1—3)

Discoaster quinqueramus Gartner, 1969, стр. 598, табл. 1, фиг. 6—7.

D. quinqueramus имеет 5 изогнутых длинных лучей без бифуркации, располагающихся симметрично. На вогнутой стороне расположена ярко выраженная звездообразная центральная шишка. Нетипичные экземпляры, имеющие несколько укороченные лучи и неясно выраженную центральную шишку, трудно отличить от *D. berggrenii*, предполагаемой предковой формы. В то же время в пределах одного образца можно наблюдать переходные формы от *D. berggrenii* к *D. quinqueramus* или от *D. quinqueramus* к *D. quantatus*, что дает основание некоторым авторам (Muller, 1979) считать их разными морфотипами одного вида.

Вид имеет ограниченный интервал стратиграфического распространения, определяющий одноименную зону верхнего миоцена CN 9 *Discoaster quinqueramus*

Discoaster surculus Martini & Bramlette, 1963.

(Табл. XIV, фиг. 5, 6)

Астеролит, шесть симметричных лучей которого обычно располагаются в одной плоскости с центральной областью, но иногда могут быть очень слабо изогнуты. В пределах бифуркации (раздвоения), располагается языкоподобный шип, являющийся продолжением луча и выдающийся вперед более, чем завершения раздвоенных кончиков. В центральной области расположена небольшая шишка. Ранние формы трудно отличить от *D. pseudovariabilis* из-за широкого угла бифуркации.

Discoaster tamalis Kamptner, 1967.

(Табл. XIV, фиг. 9)

Астеролит с небольшой центральной областью, слегка вздутой, без шишки. Обладает четырьмя тонкими, слегка суживающимися лучами, расположенными под углом 90° друг к другу, не имеющими бифуркации.

Вид имеет ограниченный стратиграфический диапазон, появляясь в верхней части зоны *CN 11 Reticulofenestra pseudoumbilica*, а заканчивает существование в базальной части зоны *CN 12 Discoaster browneri*, маркируя верхнюю границу подзоны *CN 12a Discoaster tamalis*.

Discoaster variabilis Martini & Bramlette, 1963.

(Табл. XIV, фиг. 7; Табл. XV, фиг. 2)

Слабоизогнутый астеролит имеющий обычно шесть лучей (иногда 5, реже 4 или 3 луча). В центральной области выпуклой стороны располагается невысокая звездообразная шишка, кончики лучей которой простираются до края центрального поля. На вогнутой стороне располагаются небольшие гребни, протягивающиеся от небольшой, хорошо выраженной шишки вдоль медианной линии лучей. Лучи обычно сохраняют свою толщину на всем протяжении или могут очень слабо суживаться, завершаясь бифуркацией с углом около 90°. Межлучевое пространство имеет характерную V-образную форму.

Первое появление вида, согласно Д. Баки (Bakry, 1973), отмечается в миоцене (*CN 3 Helicosphaera ampliaperia* – *CN 4 Sphenolithus heteromorphus*).

Gephyrocapsa oceanica Kamptner, 1943

(Табл. XVI, фиг. 2)

Gephyrocapsa oceanica Kamptner, 1943, стр. 45.

Gephyrocapsa oceanica Kamptner – Halldal, Markall, 1955, табл. 24, фиг. 1–2.

Gephyrocapsa oceanica Kamptner – Gartner, 1972, стр. 176, табл. 1, фиг. 5; стр. 178, табл. 2, фиг. 1–2.

Gephyrocapsa oceanica Kamptner – Okada, McIntyre, 1977, стр. 10–11, табл. 3, фиг. 3–9.

Gephyrocapsa oceanica Kamptner – Breheret, 1978, табл. 2, фиг. 3.

Кокколиты округло-эллиптической или круглой формы, обычно с большим размером центрального отверстия. Край отверстия выражен выступающим валиком над поверхностью дистального диска и отчетливо отделен бороздой. Перемычка неширокая, временами очень тонкая, чаще всего прямая и слегка возвышающаяся над поверхностью кокколита. Угол перемычки большой, у экстремальных форм может достигать 90°.

Широкий интервал вариаций признаков *G. oceanica* многократно являлся поводом для того, чтобы объединить формы, сравнительно сильно отличающиеся от среднего морфотипа. При работе в световом микроскопе систематические критерии, используемые для видового определения (число элементов, толщина, структура и ориентировка диагональной перемычки) практически недоступны для исследователей, поэтому удобнее использовать неформальную классификацию, предложенную Д. Рио (Rio, 1982). Им предложено, используя размер кокколитов, выделять следующие морфологические группы: 1) группу мельче 3,5 мкм – мелкие *Gephyrocapsa* 2) формы между 3,5 и 5 мкм с четкой и открытой центральной областью, обладающие четкой перемычкой с большим углом – *Gephyrocapsa oceanica* s.l., а формы того же размера с очень маленьким центральным отверстием и плотной перемычкой – *Gephyrocapsa caribbeanica*, 3) формы от 6 мкм и больше – крупные *Gephyrocapsa*. При исследовании в световом микроскопе мы придерживались этой концепции, однако при использовании сканирующего микроскопа видовые определения проводились согласно таксономическим критериям.

В нашем материале первое появление мелких *Gephyrocapsa* отмечается в плиоцене, в верхней части зоны *CN 11 Reticulofenestra pseudoumbilica*, вблизи появления *Pseudoemiliania lacunosa*, первое появление *Gephyrocapsa oceanica* s.l. – в базальной части зоны *Calcidiscus macintyre* шкалы С. Гартнера

Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay, 1967

(Табл. XVI, фиг. 3, 7)

Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay – Boudreaux, Hay, 1969, стр. 262, табл. 2, фиг. 4–9.

Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay – Pujos-Lamy, 1977, стр. 74–75, табл. 2, фиг. 1–9.

Gephyrocapsa caribbeanica (Boudreaux & Hay) emend. – Breheret, 1978, стр. 448–449, табл. 2, фиг. 5.

Округло-эллиптические кокколиты с маленьким, часто очень маленьким или даже закрытым центральным отверстием. Край отверстия не выступает над поверхностью кокколитов и отделен швом от дистальной краевой каймы. Перемычка прямая и может значительно варьировать по толщине. Впервые описанный из плейстоценовых отложений Карибского моря вид *Gephyrocapsa caribbeanica* быстро превратился в собирательную группу, куда многими авторами включались все формы, которые имели небольшое центральное отверстие и мощную перемычку, что обуславливается трудностью четкого выделения таксономических признаков разных видов *Gephyrocapsa* в световом микроскопе.

Gephyrocapsa sinuosa Hay & Beaudry, 1973

(Табл. XVI, фиг. 4, 5)

Gephyrocapsa caribbeanica Boudreaux & Hay – Akers, Koepfel, 1973, табл. 2, фиг. 5.

Gephyrocapsa sinuosa n.sp. Hay & Beaudry, 1973, стр. 672, табл. 1, фиг. 13–14.

Gephyrocapsa cf. *G. sinuosa* Gartner, 1977, табл. 3, фиг. 4.

Мелкий овальный кокколит с большим центральным отверстием. Дистальный диск слегка изогнут, краевая кайма сложена 32–38 радиальными элементами, разделенными хорошо видимыми глубокими швами, благодаря которым внешний край выглядит интенсивно зубренным. Край центрального отверстия выступает в виде воротничка или валика и отделяется от краевой каймы отчетливой бороздой. Широкая перемычка может смыкаться, может быть слегка вогнута в средней части, а может быть образована двумя несмыкающимися ветвями, которые расположены фронтально или со сдвигом относительно друг друга. Угол перемычки велик и является наиболее важным диагностическим признаком этого вида. В световом микроскопе трудно определяется из-за мелких размеров.

Gephyrocapsa sinuosa впервые появляется в плиоцене, в верхней части зоны *CN 11 Reticulofenestra pseudoumbilica*, где встречается в подчиненном количестве, массовое развитие вида в нашем материале отмечается в плейстоцене в зоне “мелких *Gephyrocapsa*”.

Pseudoemiliania lacunosa (Kamptner) Gartner, 1969

(Табл. XVI, фиг. 8, 9)

Pseudoemiliania lacunosa (Kamptner) – Gartner, 1969, стр. 598, табл. 2, фиг. 9–10.

Pseudoemiliania lacunosa (Kamptner) – Geitzenauer, 1972, стр. 51, фиг. 1–2.

Круглые или слабоовальные плаколиты с широким центральным отверстием, край которого слегка выступает над дистальным диском, образуя широкий валик. Дистальный и проксимальный диски равны друг другу и сложены радиальными элементами, между которыми располагаются щели, ширина и количество которых варьирует и определяется, по-видимому, избирательным растворением. Д. Бакри выделяет как отдельные виды овальную (*E. ovata*) и круглую (*E. annula*) формы этого вида, в то время как другие авторы (Perch-Nielsen, 1985) считают эти различия видовыми вариациями. В нашем материале овальные и круглые формы встречаются совместно.

Широко распространенный эвритермный вид, особенно многочислен в плейстоценовых осадках, имеет важное стратиграфическое значение.

Первое появление *Pseudoemiliania lacunosa* фиксируется в плиоцене в верхней части зоны *CN 11 Reticulofenestra pseudoumbilica* вблизи исчезновения *Reticulofenestra pseudoumbilica* – индекс-вида зоны, исчезновения последних представителей рода *Sphenolithus* и появления первых *Gephyrocapsa*. Вымирание вида маркирует верхнюю границу плейстоценовой зоны *Pseudoemiliania lacunosa* шкалы С. Гартнера.

НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ МОРСКИХ ПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

На предыдущих страницах монографии изложена региональная стратиграфия морских плиоцен-четвертичных отложений восточной части Северной Атлантики (от экваториальной области до высоких широт Норвежского и Гренландского морей). Естественно, региональная стратиграфия должна излагаться в рамках некоей единой Международной стратиграфической шкалы, научно обоснованной и понятной всему геологическому сообществу. К сожалению, существующая шкала для отложений позднего кайнозоя страдает целым рядом недостатков и ее нельзя считать унифицированной. В результате изучения морских плиоцен-четвертичных отложений на континентах и особенно в процессе глубоководного бурения в акватории Мирового океана собран колоссальный по объему научный материал, вполне достаточный для решения данного вопроса.

Поскольку мы базируемся, прежде всего, на фактическом материале по плиоценовым и четвертичным отложениям Северной Атлантики (хотя и принимаем во внимание наши и литературные данные по другим океаническим бассейнам), мы должны рассматривать используемую нами стратиграфическую шкалу в качестве предварительного варианта. Наш научный подход и результаты исследования (т.е. стратиграфическая шкала морского плиоцена и квартера) могут быть сформулированы в тезисной форме следующим образом:

1. Основой стратиграфических построений для морских отложений плиоцена и квартера является биостратиграфический метод. Прочие методы исследования (палеомагнитный, изотопный во всех его разновидностях, палеогеографический, климатостратиграфический и т.д.) чрез-

вычайно важны, но служат лишь дополнением биостратиграфического метода.

2. Наиболее надежным и действенным инструментом создания субглобальной шкалы морских осадков плиоцена и квартера являются планктонные микроорганизмы, а среди них – фораминиферы и наннопланктон. Именно эти две группы планктона обеспечивают корреляцию наиболее широко развитых карбонатных осадков плиоцена и квартера в пределах тепловодной области Земли.

3. Расчленение осадков позднего кайнозоя достигается с помощью зональных шкал. Материалами глубоководного бурения в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах установлена единая последовательность зон по планктонным фораминиферам и наннопланктону при смыкаемости их границ. Тем самым подтверждается эволюционный характер изменения фораминифер и наннофлоры (хотя конкретные филогенезы могут быть построены лишь для отдельных групп планктонных фораминифер). В пределах зоны эволюционный комплекс микроорганизмов меняется в зависимости от климатических поясов и местных биоэкономических факторов.

4. Подмена зональных шкал датировочными уровнями неправомерна. Последние могут использоваться в качестве дополнительного, хотя и важного критерия.

5. Зональные шкалы по планктонным фораминиферам и наннопланктону в интервале плиоцена и квартера обладают очень близкой стратиграфической разрешаемостью и в практическом смысле идентичны.

6. По планктонным фораминиферам в плиоцене выделяются четыре подразделения: две подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* (N 18) и

Globorotalia margaritae evoluta (N 19) внутри зоны *Globorotalia margaritae*, а также зоны *Globorotalia miocenica* (N 20) и *Globorotalia tosaensis* (N 21). Квартеру соответствует зона *Globorotalia truncatulinoides* (N 22) с пятью подзонами. Иногда в разрезе выделяется единая зона *Globorotalia margaritae*, и тогда плиоцен имеет трехчленное деление.

7. По наннопланктону в плиоцене различаются три зоны: *Mauroolithus tricorniculatus* (CN 10), *Reticulofenestra pseudoumbilica* (CN 11) и *Discoaster brouweri* (CN 12). Квартеру соответствуют зоны *Crenolithus doronicoides* (CN 13), *Gephyrocapsa oceanica* (CN 14) и *Emiliania huxleyi* (CN 15). В пределах каждой зоны выделяется ряд подзон (от двух до четырех), многие из которых хорошо прослеживаются от экваториальной области до высоких широт.

8. Из этих двух равноценных по стратиграфической разрешаемости зональных шкал (по планктонным фораминиферам и наннопланктону) в качестве ортостратиграфической должна быть выбрана шкала по планктонным фораминиферам. Есть несколько причин остановить выбор на планктонных фораминиферах и зональной шкале по этой группе планктона: в историческом плане зональные шкалы по фораминиферам были созданы ранее шкал по наннопланктону, т.е. имеют приоритет; все зоны плиоцена и квартера имеют стратотипы в Карибском бассейне (Тринидад, Ямайка); классификация планктонных фораминифер является естественной (линнеевской); для отдельных групп планктонных фораминифер установлены филогенетические связи.

9. Зону по планктонным фораминиферам следует рассматривать в качестве наименьшей стратиграфической единицы субглобальной шкалы плиоцена и квартера, как основу установления более высоких стратиграфических подразделений для этого интервала времени.

10. Ярусы понимаются нами как сумма субглобальных фораминиферовых зон с проведением границ между ними (ярусами) на уровнях принципиального изменения этой группы микрофауны. В плиоцене выделяется два яруса – плезанский в объеме зон (или подзон) *Globorotalia margaritae margaritae* (N 18) и *Globorotalia*

margaritae evoluta (N 19) и астийский в объеме зон *Globorotalia miocenica* (N 20) и *Globorotalia tosaensis* (N 21). Выделение третьего яруса, гелазия, с нашей точки зрения, неправомерно. Стратотипы плезанса и астия Италии отражают узко-региональный уровень знаний своего времени, и объемы этих ярусов определяются не их объемами (случайными) в стратотипах, а объемами субглобальных фораминиферовых зон.

11. Плиоцен состоит из двух подотделов: нижнего (соответствует плезанскому ярусу) и верхнего (соответствует астийскому ярусу). Деление плиоцена на три подотдела, с наших позиций, нецелесообразно и неправомерно, поскольку тогда теряется масштабность стратиграфических единиц. Действительно, зона соответствует ярусу, а последний – подотделу.

12. Изменение планктонных фораминифер на рубеже миоцена и плиоцена было постепенным. Отложения зоны *Globorotalia plesiotumida* (*Globorotalia humerosa*) N 17 характеризуются типично миоценовой микрофауной, а типично плиоценовые комплексы планктонных фораминифер развиты в (под)зоне *Globorotalia margaritae evoluta* (N 19). Микрофауна (под)зоны *Globorotalia margaritae margaritae* носит переходный характер, поэтому границу миоцена и плиоцена можно проводить либо по ее подошве, либо по хровле. Условно мы склоняемся к первому варианту, однако здесь должен вступить в силу принцип договоренности.

13. В качестве нижней границы квартера мы принимаем подошву зоны *Globorotalia truncatulinoides* (N 22). Изменение планктонных фораминифер у этого рубежа второстепенно, но нижняя граница четвертичной системы проводится уже на основании иных принципов стратиграфии.

14. За пределами тепловодной области Земли с субглобальной зональной стратиграфией по планктонным фораминиферам и наннопланктону остаются высокоширотные области, где развиг планктон с хребтовым скелетом. Сопоставление отложений плиоцена и квартера этих двух различных климатических поясов, т.е. возможность превращения субглобальных зон в глобальные хронозоны и создание единой глобальной стратиграфической шкалы плиоцена и квартера – дело дальнейшего будущего.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение предлагаемой работы можно сделать следующие выводы:

1. Изучено стратиграфическое распределение планктонных фораминифер и наннопланктона в плиоценовых и четвертичных глубоководных отложениях Атлантического океана (северное полушарие) и прослежено изменение структуры их зональных комплексов от экваториально-тропического до субарктического пояса.

2. Установлены границы применения низкоширотной стратиграфической шкалы по планктонным фораминиферам и наннопланктону на акватории северной половины Атлантического океана и определена степень ее детальности в разных климатических поясах:

а) основные субглобальные зональные единицы низкоширотной шкалы Г. Болли – *Globorotalia margaritae margaritae*, *Globorotalia margaritae evoluta*, *Globorotalia miocenica*, *Globorotalia tosaensis* и *Globorotalia truncatulinoides*, и шкалы Г. Охада и Д. Бакри – *Amaurolithus tricorniculatus*, *Reticulofenestra pseudumbilica*, *Discoaster brouweri*, *Crenalithus doronicoides*, *Gephyrocapsa oceanica* и *Emiliania huxleyi*, фиксируются в большинстве климатических областей от экватора до субтропической включительно (т.е. от 0° до 45° с.ш.). Количество более детальных подразделений шкал различно в разных широтах;

б) все подразделения шкал (зоны и подзоны) по обему группам планктона выделяются на прострaнстве от экватора до 40° с.ш. Далее в направлении к северу степень детальности постепенно убывает в интервалах от 40° до 42–45° с.ш., от 45° до 50° с.ш. и от 50° до 56–60° с.ш., а в субарктической области фиксируются только отделы неогена (миоцен, плиоцен) и четвертичная система.

3. Во всех климатических поясах характер комплексов планктонных фораминифер и наннопланктона, обусловленный широтной зональностью, изменялся под влиянием гидрологической обстановки (холодные и теплые течения, апвеллинги).

4. В субтропической и умеренной области Атлантики (скважины 397, 608, 609 и 611 [Проекта глубоководного бурения]) путем корреляции с магнитохронологической шкалой установлен возраст уровней появления и исчезновения многих зональных и стратиграфически важных таксонов планктонных фораминифер и, частично, наннопланктона из плиоцен-четвертичных осадков. Среди них выявлены пять надежных уровней (появление *Globorotalia margaritae* и *G. crassaformis viola*, вымирание *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globoquadrina altispira* и *Globorotalia miocenica*), которые могут использоваться для корреляции и детализации шкалы.

5. Для субтропической области Атлантики предложена детализация зональной шкалы в интервале зоны *Globorotalia miocenica* с выделением 4 дополнительных подразделений, пока называемых нами слоями с фауной. Это (снизу вверх) *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globoquadrina altispira*, *Globorotalia pertenuis* и *G. exilis*.

6. Подтверждена изохронность уровня появления *Globorotalia truncatulinoides* (1,9 млн. л.н.) в Атлантическом океане от экватора до 45° с.ш. В умеренном поясе этот вид появляется в разрезе позднее, примерно 1,2–1,3 млн. л.н.

7. Зональные подразделения по планктонным фораминиферам скоррелированы с зонами по наннопланктону изученными в тех же разрезах. Установлено, что совместное применение двух групп известкового планктона позволяет гораздо более детально расчленивать толщу осадков.

SUMMARY

In the past several decades, stratigraphic research of deep-sea sediments has culminated in the development of a great deal of biostratigraphic zonal schemes for different climatic realms. This is especially true for zonations based on planktonic foraminifers. Though they are sufficiently representative of the microfaunal composition and changes in certain climatic belts, however, the correlation of high and low-latitude sediments with the help of those schemes presents substantial difficulties. Additionally, some faunal records from a number of sections in higher latitudes suggest the possibility to apply the most detailed Cenozoic low-latitude zonation (Bolli, Saunders, 1985) in the subtropical and temperate belts, i.e. to use a single stratigraphic scheme in most part of the Atlantic. However, it requires to trace the latitudinal boundaries of such application using a great number of sections. This problem, as well as the detailed correlation of planktonic foraminiferal and nannoplankton zonations, we tried to solve in the proposed publication.

We studied planktonic foraminifers and nannofossils from the Pliocene-Quaternary interval of 36 DSDP Holes and from a number of piston cores of the R/V "Akademik N. Strakhov" drilled in the northern half of the Atlantic from the equator to subpolar latitudes. The purpose was to trace the changes of zonal assemblages in different climatic regions, taking into account local biogenic conditions.

As a result of this research we established the boundaries of application of planktonic foraminifer and nannofossil low-latitude zonations within the northern half of the Atlantic and defined the degree of its detailness in different climatic regions.

The following inferences were made:

1. All zonal units of the Bolli's zonation – *Globorotalia margaritae* (with two subzones), *Globorotalia miocenica*, *Globorotalia tosaensis*, *Globorotalia truncatulinoides* (with five subzones)

and those of Okada and Bukry – *Aniaulolithus tricorniculatus*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *Discoaster brouweri*, *Crenalithus doronicoides*, *Gephyrocapsa oceanica*, and *Emiliania huxleyi* zones with all subzones – are recorded in different climatic realms including the subtropical region, i.e. from 0° to 40° N. Further northwards the detailness gradually decreases in the intervals of 40° – 42–45° N, 45–50° N, and 50° – 56–60° N. In the subarctic region only the Neogene series (Miocene, Pliocene) and the Quaternary are distinguished by means of calcareous plankton. For example, in the interval from 0° to 40° N all four foraminiferal zones and seven subzones of the Pliocene-Quaternary are recognized. In the 40–45° N interval only the uppermost Quaternary *Globorotalia fimbriata* Subzone is not detected. In the range from 45° to 60° N additionally the *Globorotalia miocenica* and *Globorotalia tosaensis* zones can not be distinguished separately, i.e. the upper Pliocene is not subdivided.

2. We suggest the detailing of the low-latitude zonation of Bolli for the subtropical Atlantic in the range of the Pliocene *Globorotalia miocenica* Zone. The zone can be subdivided into four units (*Sphaeroidinellopsis seminulina* with the top at 3.14 Ma, *Globoquadrina altispira* (3.03 Ma), *Globorotalia pertenuis* (2.5 Ma), and *G. exilis* (2.25 Ma), which upper boundaries correspond to the events of successive extinction of the index species. Our records and those cited in the literature indicate that these events are widely traced in a vast area of the Atlantic and not only in the subtropical area. For instance, the LO levels of the three former species are recorded above the top of the *Globorotalia margaritae* Zone as far north as in DSDP Site 609 (49° N).

3. In the subtropical and temperate Atlantic (DSDP Sites 397, 608, 609, and 611) we calculated the ages of FO and LO datums for most of zonal and stratigraphically important planktonic foraminiferal

and, partly, nannofossil taxa. Among them five reliable foraminiferal datums were revealed that are useful for a wide correlation and detailing of the zonation. They are the *Globorotalia margaritae* FO 6.2 Ma, *G. crassaformis viola* FO 4.0 Ma, *Sphaeroidinellopsis seminulina* LO 3.14 Ma, *Globorotalia quadripina altispira* LO 3.03 Ma, and *Globorotalia miocenica* LO 2.26 Ma.

4. The Pliocene-Quaternary boundary in the Atlantic is defined at 1.95 Ma by the *Globorotalia truncatulinoides* appearance and *Discoaster hrouweri* extinction that are synchronous from the equator to 45° N. Further northwards the former event occurred later, but it can be substituted by the extinction of the higher-latitude *Neogloborotalia atlantica* sin, which took place at the same level.

5. We established the earlier appearance of certain species (*Globorotalia crassaformis hessi* in the mid-Pliocene and *Globigerina calida calida* at the Jaramillo event level) compared to the records cited in the literature. Considerable attention has been given to the study of stratigraphic range of the *Globorotalia crassaformis* plexus characteristic and significant for the Pliocene-Quaternary sediments. *Globorotalia crassaformis crassaformis* appeared in the middle part of the *Globorotalia margaritae* biozone though its first occurrence is diachronous in different parts of the Atlantic. For instance, in the subtropical region it corresponds to the Thvera event of the Gilbert Chron (about 5.06 Ma). Two other subspecies, *G. crassaformis hessi* and *G. crassaformis ronda*, appeared there within the Nunivak event (4.5 Ma). The last occurrence of *G. crassaformis hessi* is recorded at about 100 ka. In the middle part of the *Globigerina calida calida* Subzone about 0.5 Ma the extinction of *G. crassaformis ronda* is recorded. *G. crassaformis viola* is characterized by the most restricted range. Its first occurrence corresponds to the top of the Cochiti event (about 4.0 Ma), whereas the last findings mark the top of the Lower Quaternary *Globorotalia crassaformis viola* Subzone about 1.5–1.6 Ma. A new subspecies *Globorotalia crassaformis imbricata* Krasheninikov et Bylinskaya ssp. nov. encountered in different climatic realms, is described in the present work. In the tropical Atlantic it appeared about 0.5 Ma.

6. Correlation of the planktonic foraminiferal zonation with nannofossil zones and magnetostratigraphic scale revealed the following regularities. (1) The upper part of the *Discoaster quinqueramus* CN 9 Zone overlaps with the Lower Pliocene foraminiferal *Globorotalia margaritae* Zone and its top has the age of 5.94 Ma. (2) The foraminiferal *Globorotalia margaritae* Zone (N 18–N 19) corresponds as a whole to nannoplankton zones CN 10–11 and includes the following Okada and Bukry (1980) subzones: *Triquetrorhabdulus rugosus* CN 10a, *Ceratolithus acutus* CN 10b, *Ceratolithus rugosus* CN 10c, *Amaurolithus delicatus* CN 10d, *Sphenolithus neobabes* CN 11a, and *Discoaster asymmetricus* CN 11b. The top of the *Reticulofenestra pseudumbilica* CN 11 Zone is placed in the lower part of the foraminiferal *Globorotalia miocenica* Zone nearby the Gilbert–Gauss boundary. (3) The range of the foraminiferal *Globorotalia miocenica* and *Globorotalia tosaensis* (N 20–N 21) zones in general corresponds to the succession of nannofossil subzones *Discoaster tamalis*, *Discoaster surculus*, *Discoaster pentaradiatus*, and *Discoaster hrouweri* (= *Calcidiscus macintyreii*) CN 12a–d. (4) The lower boundary of the *Globorotalia truncatulinoides* Zone lies at the base of the Olduvai Subchron and almost corresponds to the top of the *Discoaster hrouweri* Subzone. Thus the Pliocene-Quaternary boundary drawn on the basis of foraminifers is analogous to that by nannofossils. (5) In the Quaternary interval of all studied holes a similar correlation of zonal units was recorded. The nannofossil *Calcidiscus macintyreii* Zone (Gartner, 1977) corresponds to the lower half of the *Globorotalia crassaformis viola* Subzone. The *Helicosphaera sellii* and small *Gephyrocapsa* zones are correlated in general with the *Globorotalia crassaformis hessi* Subzone. The *Pseudoemiliania lacunosa* Zone is included or overlaps with the *Globorotalia calida calida* Subzone. The *Gephyrocapsa oceanica* and *Emiliania huxleyi* Zones correspond to the upper part of the *Globigerina calida calida* and to the two overlying subzones. It is evident that the combined use of both zonations permits a considerably more detailed subdivision of sediments.

In conclusion we express our gratitude to the Administration of the Deep Sea Drilling Project (USA) for sending us the core material

ЛИТЕРАТУРА

- Атлантический океан. Л.: Наука, 1984. 589 с.
- Бараш М.С.* Планктонные фораминиферы в осадках Северной Атлантики. М.: Наука, 1970. 103 с.
- Бараш М.С.* Четвертичная палеоокеанология Атлантического океана. М.: Наука, 1988. 272 с.
- Бараш М.С., Блюм Н.С., Бурмистрова И.И.* и др. Неоген-четвертичная палеоокеанология (по микропалеонтологическим данным). М.: Наука, 1989. 285 с.
- Былинская М.Е.* Планктонные фораминиферы и зональная стратиграфия четвертичных отложений плато Хаттон-Роколл, северо-восточная Атлантика (48-й рейс Проекта глубоководного бурения) // Палеогеография и биостратиграфия плиоцена и антропогена. М.: ГИН АН СССР, 1991. С.25-35.
- Былинская М.Е.* Позднекайнозойский известковый планктон и изменения в экосистеме Атлантического океана // Бюлл. МОИП. 1994. Т.69. Вып.3. С.99-104.
- Былинская М.Е.* Уровни появления и исчезновения плиоцен-четвертичных планктонных фораминифер в скважине 397 и сравнение зональных стратиграфических шкал // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1999. Т.7. №3.
- Былинская М.Е., Головина Л.А.* Стратиграфия четвертичных отложений тропической Атлантики по фораминиферам и наннопланктону // Бюлл. Ком. по изуч. четвертичного периода. 1990. №59. С.117-128.
- Емельянов Е.М., Лисицын А.П., Ильин А.В.* Типы донных осадков. Калининград. 1975. 571 с.
- Крашенинников В.А.* Географическое и стратиграфическое распределение планктонных фораминифер в отложениях палеогена тропической и субтропической областей. Труды ГИН АН СССР, вып. 202. М.: Наука, 1969. 188 с.
- Крашенинников В.А.* Стратиграфия миоценовых отложений области Атлантического, Индийского и Тихого океанов по фораминиферам. Труды ГИН АН СССР, вып. 233. М.: Наука, 1973. 223 с.
- Крашенинников В.А.* Значение океанических отложений для разработки стратиграфической шкалы мезозоя и кайнозоя (Индийский океан) // Вопросы микропалеонтологии. 1977. Вып.19. С.124-227.
- Крашенинников В.А.* Значение океанических отложений для разработки стратиграфической шкалы мезозоя и кайнозоя (Гихий и Атлантический океаны) // Вопросы микропалеонтологии. 1978. Вып.21. С.42-161.
- Крашенинников В.А.* Зональная шкала кайнозоя континентов и океанов // Стратиграфия в исследованиях Геологического института АН СССР. М.: Наука. 1980. С.162-207.
- Крашенинников В.А.* Планктонные фораминиферы. Стратиграфия СССР // Четвертичная система. Полутом 1. М.: Недра, 1982. С.173-184.
- Крашенинников В.А., Былинская М.Е.* Планктонные фораминиферы и стратиграфия плиоцен-четвертичных отложений Северной Атлантики // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1994. Т.2, №6. С.128-139.
- Крашенинников В.А., Былинская М.Е.* Стратиграфия и планктонные фораминиферы плиоцен-четвертичных отложений тепловодной области Северной Атлантики // Бюлл. Ком. по изуч. четвертичного периода. 1999. №63. С.46-64.
- Крашенинников В.А., Казарина Г.Х., Кругликова С.Б.* и др. Стратиграфия плиоценовых и четвертичных осадков Восточно-Тихоокеанского хребта и Галапагосской спрединговой зоны по планктонным микроорганизмам // Вопросы микропалеонтологии. 1983. Вып.26. С.94-194.
- Лисицын А.П.* Процессы океанской седиментации. Литология и геохимия. М.: Недра, 1978. 392 с.

- Лисицына Н.А., Головина Л.А., Соколова А.Л.* Плейстоцен-голоценовое осадконакопление в зоне разлома Зеленого Мыса // Строение зоны разлома Зеленого Мыса. М.: Наука, 1989. С.34-45.
- Литаши В.М.* Морфоструктура дна океанов. Л.: Недра, 1987. 275 с.
- Музылев Н.Г., Головина Л.А., Шипунов С.В., Шмидт О.А.* Стратиграфия по наннопланктону и лалесмагнетизм донных осадков Восточной Атлантики // Вулканические поднятия и глубоководные осадки востока Центральной Атлантики. М.: Наука, 1989. С. 41-54.
- Толмазин Д.М.* Океан в движении. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 176 с.
- Akers H.W., Koeppe P.F.* Age of some Neogene formations, Atlantic coastal plains, U.S. and Mexico // Proc. Symp. Calc. Nan. Gulf Coast Sec. S.E.P.M. 1973. P.80-93.
- Bader R.G., Gerard R.D. et al.* Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. 1970. Vol.4. 753 p.
- Baldauf J.G.* Diatom biostratigraphy of the middle- and high-latitude North Atlantic ocean, DSDP Leg 94 // Init. Repts. DSDP. Wash. 1987. Vol.94. P.729-762.
- Banner F.T., Blow W.H.* Some primary types of species belonging to the superfamily Globigerinacea // Cushman Found. Foram. Res. Contr. 1960. Vol.11. Pt.1. P.1-41.
- Banner F.T., Blow W.H.* Two new taxa of the Globorotaliinae (Globigerinacea, Foraminifera) assisting determination of the late Miocene/middle Miocene boundary // Nature. 1965a. Vol.207. P.1351-1354.
- Banner F.T., Blow W.H.* Progress in the planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Neogene // Nature. 1965b. Vol.208. P.1164-1166.
- Barash M.S., Oskina N.S., Blyum N.S.* Quaternary biostratigraphy and surface paleo-temperatures based on planktonic foraminifers // Init. Repts. DSDP, Wash. 1983. Vol.72. P.849-869.
- Barron J.A.* The Late Cenozoic stratigraphic record and hiatuses of the northeastern Pacific. Results from the Deep Sea Drilling Project // The Eastern Pacific Ocean and Hawaii. Geol. Soc. America. 1989. Vol.N. P.311-322.
- Beard J.H.* Pleistocene paleotemperature record based on planktonic foraminifera, Gulf of Mexico // Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. 1969. Vol.19. P.535-553.
- Berggren W.A.* Cenozoic biostratigraphy and paleobiogeography of the North Atlantic // Init. Repts. DSDP, Wash. 1972. Vol.12. P.965-1002.
- Berggren W.A.* The Pliocene time-scale: calibration of planktonic foraminiferal and calcareous nannoplankton zones // Nature. 1973. Vol.243. P.391-397.
- Berggren W.A.* Late Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Rio Grande Rise (South Atlantic) // Marine Micropaleontology. 1977. №2. P.265-313.
- Berggren W.A., Van Couvering J.A.* The Late Neogene biostratigraphy, geochronology and paleoclimatology of the last 15 mln years in marine and continental sequences // Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology. 1974. Vol.16. №1/2. P.1-216.
- Berggren W.A., Hilgen F.J., Langereis C.G., Kent D.V., Obradovich E.D., Raffi I., Raymo M.E., Shackleton N.J.* Late Neogene chronology: New perspectives in high-resolution stratigraphy // Bull. Geol. Soc. America. 1995. Vol.107. №11. P.1272-1287.
- Berggren W.A., Kent D.V., Van Couvering J.A.* Neogene geochronology and chronostratigraphy // The Chronology of the Geological Record. N.J. Snelling - ed. Mem. Geol. Soc. London. 1985. №10. P.211-260.
- Bermudez P.J.* Contribucion al estudio de las Globigerinidea de la region Caribe-Antillana (Paleoceno-Reciente) // Memoria Tercer Congreso Geologico Venezolano. 1961. №3. Spec. Publ.3. P.1119-1393.
- Blechschiidt G.* Biostratigraphy of calcareous nannofossils: Leg 47B // Init. Repts. DSDP. Wash. 1979. Vol.47. Pt. 2. P.327-360.
- Blow W.H.* Age, correlation, and biostratigraphy of the upper Tocuyo (San Lorenzo) and Pozon formations, eastern Falcon, Venezuela // Bull. Amer. Paleontol. 1959. Vol.39. №178. P.67-251.
- Blow W.H.* Late Middle Eocene to recent planktonic foraminiferal biostratigraphy // Proc. Intern. Conf. Plankt. Microfoss. 1969. Vol.1. P.199-421.

- Blow W.H.* Deep Sea Drilling Project, Leg 4 foraminifera from selected samples // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1970, Vol.4, P.383-400.
- Bolli H.M.* Planktonic foraminifera from the Oligocene-Miocene Ciperó and Lengua formations of Trinidad, B.W.I. // *U.S. Nat. Museum Bull.* 1957, Vol.215, P.97-123.
- Bolli H.M.* Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera // *Holl. Inform. Assoc. Venez. Geol. Min. Petrol.* 1966, Vol.9, №1, P.1-25.
- Bolli H.M., Bermudez P.J.* Zonation based on planktonic Foraminifera of Middle Miocene to Pliocene warm-water sediments // *Asoc. Venezolana Geología, Minería y Petróleo Bol. Inf.* 1965, Vol.8, P.119-149.
- Bolli H.M., Premoli Silva I.* Oligocene to Recent planktonic foraminifera and stratigraphy of the Leg 15 sites in the Caribbean Sea // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1973, Vol.15, P.475-497.
- Bolli H.M., Saunders J.B.* Oligocene to Holocene lowlatitude planktonic foraminifera // *Plankton Stratigraphy.* Camb. Univ. Press, 1985, P.155-262.
- Boudreaux J.E., Hay W.W.* Calcareous nannoplankton and biostratigraphy of the Late Pliocene-Pleistocene sediments in Submarex cores // *Rev. Esp. Micropaleontol.* 1969, №1, P.249-292.
- Brady H.B.* Supplementary note on the foraminifera of the Chalk (?) of the New Britain Group // *Geol. Mag.* 1877, Dec. 2, Vol.4, №12, P.534-546.
- Brady H.B.* Notes on some of the reticularian Rhizopoda of the Challenger Expedition II: Additions to the knowledge of porcellaneous and hyaline types // *Micros. Soc. London Quart. Jour., n. ser.* 1879, Vol.19, P.20-26, 261-299.
- Brady H.B.* Report on the Foraminifera // *Royal Soc. Edinburgh Proc.* 1882, Vol.11, №111, P.708-717.
- Brady H.B.* Report on the Foraminifera dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Challenger Exped. 1873-1876 // *Rept. London. Zoology.* 1884, Vol.9, Pt.22, 814 p.
- Bramlette M.N.* Discoaster and some related microfossils // *U. S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 1957, №280-F, P.247-255.
- Bramlette M.N., Riedel W.R.* Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to Recent coccolithophores // *J. Paleontol.* 1954, Vol.28, №4, P.385-403.
- Bramlette M.N., Wilcoxon J.A.* Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Ciperó section, Trinidad // *Tulane Stud. Geol. Paleontol.* 1967, Vol.5, №3, P.93-131.
- Breheret J.* Formes nouvelles quaternaires et actuelles de la famille des Gephyrocapsaceae (Coccolithophorides) // *C. R. Acad. Sci. Paris.* 1978, №287, Ser. D, P.447-449.
- Briskin M., Berggren W.A.* Pleistocene stratigraphy and quantitative paleoceanography of tropical North Atlantic core V16-205 // *Late Neogene epoch boundaries.* N.-Y.: Micropaleontol. Press, 1975, P.167-198.
- Bukry D.* Coccolith age determination // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1970, Vol.4, P.455-501.
- Bukry D.* Coccolith stratigraphy: Eastern Equatorial Pacific // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1973, Vol.16, P.653-711.
- Bukry D.* Coccolith and silicoflagellate stratigraphy, North-Western Pacific Ocean // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1975, Vol.32, P.677-701.
- Bukry D.* Cenozoic coccolith and silicoflagellate stratigraphy, offshore northwest Africa, Deep Sea Drilling Project, Leg 41 // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1978a, Vol.41, P.689-708.
- Bukry D.* Biostratigraphy of Cenozoic marine sediments by calcareous nannofossils // *Micro-paleontol.* 1978b, Vol.24, №1, P.44-60.
- Bukry D., Bramlette M.N.* Some new and stratigraphically useful calcareous nannofossils of the Cenozoic // *Tulane Stud. Geol. Paleontol.* 1969, Vol.19, P.131-142.
- Čepek P., Wind F.N.* Neogene and Quaternary calcareous nannoplankton from DSDP Site 397 (northwest African margin) // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1979, Vol.47, Pt.1, P.289-316.
- Chapman F., Parr W.J., Collins A.C.* Tertiary Foraminifera of Victoria, Australia - The Balcombian deposits of Port Phillip, pt. 3 // *Linnean Soc. London Jour. Zoology.* 1934, Vol.38, P.553-577.
- Cita M.B.* Sintesi stratigrafica della Gonfolite // *Riv. Ital. Paleontol. Stratigr.* 1957, Vol. LXIII, №2-3.
- Cita M.B.* Pliocene biostratigraphy and chronostratigraphy // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1973, Vol.13, Pt. 2, P.1343-1379.

- Cita M.B.* The Miocene/Pliocene boundary: History and definition // Late Neogene Epoch Boundaries. T.Saito, L.Burckle—eds. New York: Micropaleontol. Press, 1975. P.1-30.
- Cita M.B., Colombo M.R.* Late Neogene paleo-environment: Quantitative micropaleontology // Init. Repts. DSDP, Wash. 1979. Vol.47. Pt. 1. P.391-417.
- Cushman J.A.* Some Pliocene and Miocene Foraminifera of the coastal plain of the United States // U.S. Geol. Surv. Bull. 1918. №676. P.1-100.
- Cushman J.A., Jarvis P.W.* Miocene Foraminifera from Buff Bay, Jamaica // Jour. Paleontol. 1930. Vol.4. P.353-368.
- Cushman J.A., Jarvis P.W.* Three new Foraminifera from the Miocene, Bowden marl, of Jamaica // Cushman Lab. Foram. Res. Contrib. 1936. Vol.12. №166. P.3-5.
- Cushman J.A., Stainforth R.M.* The Foraminifera of the Cipero marl Formation of Trinidad, British West Indies // Cushman Lab. Foram. Res. Spec. Publ. 14. 1945. 75 p.
- Deshayes G.P.* Encyclopedie methodique; Histoire naturelle des vers. Paris: Mme. v. Agasse. 1832. Vol.2. Pt. 2. 594 p.
- Diester-Haass L.* DSDP Site 397: Climatological, sedimentological and oceanographic changes in the Neogene autochthonous sequence // Init. Repts. DSDP, Wash. 1979. Vol. 47. P. 647-670.
- Driever B.W.M.* The terminal record of *Discoaster* in the Mediterranean and in the Atlantic DSDP Site 397. and the Pliocene-Pleistocene boundary // Paleontology. Proceedings B. 87 (1). 1984. March 26. P. 77-102.
- Egger J.G.* Foraminiferen aus Meeresgrundproben, gelothet von 1874 bis 1876 von S.M. Sch. GAZELLE // Bayerische Akad. Wiss. Math.-Physik. Kl. Abh. 1893. Vol.18. P.193-458.
- Ehrenberg C.G.* Elemente des tiefen Meeresgrundes in Mexikanischen Golfstromen bei Florida; Ueber die Tiefgrund-Verhältnisse des Oceans am Eingange der Davisstrasse und bei Island // K. Preuss. Akad. Wiss. Berlin: Monatsber. 1861. P.222-240, 275-315.
- Elmstrom K.M., Kennett J.P.* Late Neogene paleoceanographic evolution of Site 590: southwest Pacific // Init. Repts. DSDP, Wash. 1985. Vol.90. P.1361-1381.
- Ericson D.B., Wollin G.* Pleistocene climates and chronology in deep sea sediments // Science 1968. Vol.162. P.1227-1234.
- Galloway J.J., Wissler S.G.* Pleistocene foraminifera from the Lomita Quarry, Palos Verdes Hills, California // Jour. Paleontol. 1927. Vol.1. P.35-87.
- Gartner S.* Calcareous nannofossils from Neogene of Trinidad, Jamaica and Gulf of Mexico // Univ. Kans. Paleontol. Contrib. 1967. Vol.29. P.1-17.
- Gartner S.* Correlation of Neogene planktonic foraminifera and calcareous nannofossil zones // Trans. Gulf Coast Assoc. Soc. 1969. Vol.19. P.585-599.
- Gartner S.* Late Pleistocene calcareous nannofossils in the Caribbean and their interoceanic correlation // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 1972. Vol.12. P.169-191.
- Gartner S.* Nannofossil biostratigraphy // Init. Repts. DSDP, Wash. 1974. Vol. 22. P.577-599.
- Gartner S.* Calcareous nannofossil biostratigraphy and revised zonation of the Pleistocene // Marine Micropaleontology. 1977. Vol.2. P.1-25.
- Gartner S., Bukry D.* Morphology and phylogeny of the Coccolithophyceae family Ceratolithaceae // J. Res. U.S. Geol. Surv. 1975. Vol.3. P.451-465.
- Geitzenauer K.* The Pleistocene Calcareous Nannoplankton of the Subantarctic Pacific Ocean // Diss. Submitted Dep. Geol. Ela. St. Univ. Contrib. 1969. №32. P.375-494.
- Geitzenauer K.* The Pleistocene calcareous nannoplankton of the subantarctic Pacific Ocean // Deep-Sea Research. 1972. Vol.19. P.45-60.
- Halldal P., Markall J.* Electron microscope studies on coccolithophorids from the Norwegian Sea, the Gulf Stream, and the Mediterranean // Avh. Norsk. Vidensk.-Akad. Oslo Mat.-Naturvidensk. Kl. 1955. №1. P.1-30.
- Hay W.W., Beaudry F.M.* Calcareous nannofossils: Leg 15, DSDP // Init. Repts. DSDP, Wash. 1973. Vol.15. P.625-684.
- Hay W.W., Mohler H.P., Roit P.H., Schmidt R.R., Boudreaux J.E.* Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean-Antillean area and transoc-

- nic correlation // *Trans. Gulf. Coast Assoc. Geol. Soc.* 1967. Vol.17. P.448-480.
- Hills S.J., Thierstein H.R.** Plio-Pleistocene calcareous plankton biochronology // *Marine Micropaleontol.* 1989. Vol.14. №1-3. P.67-96.
- Hofker J.** Foraminifera Dentata, foraminifera of Santa Cruz and Thatch Island, Virgin Archipelago, West Indies // *Spolia Zool. Mus. København.* 1956. Vol.15. P.1-237.
- Iaccarino S.** Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera // *Plankton Stratigraphy.* Camb. Univ. Press, 1985. P.283-314.
- Janin M.** Essai de datation de concrétions polymétalliques et évolution Quaternaire du coccolithe *Cyclococcolithus leptoporus-macintyrei* // *Bull. Soc. Geol. Fr. Ser. 7.* 1981. Vol.23 (3). P.287-295.
- Jenkins D.G.** Southern mid-latitude Paleocene to Holocene planktic foraminifera // *Plankton Stratigraphy.* Camb. Univ. Press, 1985. P.263-282.
- Jenkins D.G., Srinivasan M.S.** Cenozoic planktonic foraminifers from the equator to the sub-Antarctic of the southwest Pacific // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1985. Vol.90. P.795-834.
- Kameo K., Takayama T.** Biostratigraphic significance of sequential size variations of the calcareous nanofossil genus *Reticulofenestra* in the Upper Pliocene of the North Atlantic // *Marine Micropaleontology.* 1999. Vol.37. №1. P.41-52.
- Kamptner E.** Zur Revision der Coccolithineen-Spezies *Pontosphaera huxleyi* Lohmann // *Anz. Akad. Wiss. Wien. Math.-Naturw. Kl.* 1943. №80. P.43-49.
- Kennett J.P., Srinivasan M.S.** Neogene planktonic foraminifera: a phylogenetic atlas. Hutchinson Ross Publ. Comp, 1983. 265 p.
- Krasheninnikov V.A.** Stratigraphy, by means of planktonic foraminifers, of Neogene and Quaternary sediments near the crest of the Mid-Atlantic Ridge, DSDP Sites 395 and 396 // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1978a. Vol.45. P.319-322.
- Krasheninnikov V.A.** Stratigraphy and planktonic foraminifers of Neogene and Quaternary sediments of Site 396, Leg 46 of DSDP // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1978b. Vol.46. P.409-413.
- Krasheninnikov V.A.** Stratigraphy and planktonic foraminifers of Cenozoic deposits of the Bay of Biscay and Rockall Plateau, DSDP Leg 48 // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1979. Vol.48. P.431-450.
- Krasheninnikov V.A.** Planktonic foraminiferal biostratigraphy of Pliocene and Quaternary deposits of the East Pacific Rise and the Galapagos spreading center, DSDP Leg 54 // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1980. Vol. 54. P.509-533.
- Krasheninnikov V.A., Pflaumann U.** Zonal stratigraphy of Neogene deposits of the eastern part of the Atlantic Ocean by means of planktonic foraminifers, Leg 41 DSDP // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1977. Vol.41. P.613-657.
- Kucera M.** Biochronology of the mid-Pliocene *Sphaeroidinella* event // *Marine Micropaleontology.* 1998. Vol.35. №1-2. P.1-16.
- Lamb J.L., Beard J.H.** Late Neogene planktonic foraminifers in the Caribbean, Gulf of Mexico, and Italian stratotypes // *Univ. Kansas Paleontol. Contrib.* 1972. Art. 59. P.1-103.
- Lancelot Y., Seibold E.** et al. — eds. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. 1977. Vol.41. 1259 p.
- Le Roy L.W.** The foraminifer *Orbulina universa* d'Orbigny, a suggested Middle Tertiary time indicator // *Jour. Paleontol.* 1948. Vol.22, №4. P.500-508.
- Loeblich A.R. Jr., Tappan H.** The coccolithophorid genus *Calcidiscus* Kamptner and its synonyms // *Jour. Paleontol.* 1978 №52(6). P.1390-1392.
- Martini E.** Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation // *Proc. II Plankt. Conf. Roma.* 1971. Vol.2. P.739-785.
- Martini E., Bramlette M.N.** Calcareous nannoplankton from the experimental Mohole drilling // *J. Paleontol.* 1963. Vol.37. P.845-856.
- Martini E., Worsley T.** Standard Neogene calcareous nannoplankton zonation // *Nature.* 1970. Vol.225. №5229. P.289-290.
- Mazzei R., Raffi J., Rio D., Hamilton N., Cito M.B.** Calibration of Late Neogene calcareous plankton datum planes with the paleomagnetic record of Site 397 and correlation with Moroccan and Mediterranean sections // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1979. Vol.47. P.375-390.

- McIntyre A., Be A.* Modern coccolithophoridae of the Atlantic Ocean. 1. Placoliths and cyrtoliths // *Deep-Sea Research*. 1967. Vol.14. P.561-597.
- Muller C.* Calcareous nannofossils from the North Atlantic (Leg 48) // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1979. Vol.48. P.589-639.
- Murray G., Backman V.H.* On the nature of the coccosphaeres and rhabdosphaeres // *Philos. Trans. R. Soc. London*. Vol.1898 190-B. P.427-441.
- Natland M.L.* New species of foraminifera from off the west coast of North America and from the later Tertiary of the Los Angeles Basin // *Ibid.* 1938. Vol.4. №5. P.137-164.
- Ness G.E., Levi S., Couch R.W.* Marine magnetic anomaly timescales for the Cenozoic and Late Cretaceous – a precis, critique and synthesis // *Rev. Geophys. Space Phys.* 1980. №18 P.753-770.
- Okada H., Bukry D.* Supplementary modification and introduction of code numbers to the lowlatitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1975) // *Marine Micropaleontol.* 1980. Vol.5. №3. P.321-325.
- Okada H., McIntyre A.* Modern coccolithophores of the Pacific and North Atlantic Oceans // *Micropaleontology*. 1977. Vol.23. P.1-25.
- Orbigny A.D.* Tableau methodique de la classe des Cephalopodes // *Ann. Sci. Nat. Paris*. 1826. Ser. 1. Vol.7. P.96-314
- Orbigny A.D.* Foraminiferes // *Sagra R. de la – ed. Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba*. Paris. 1839a. 224 p.
- Orbigny A.D.* Foraminiferes des Iles Canaries // *P.Barker-Webb, S.Berthelot – eds. Histoire naturelle des Iles Canaries*. Paris. 1839b. Vol.2. Pt.2 Zool. P.119-146. Pl. 1-3.
- Palmer D.K.* Notes on the Foraminifera from Bowden, Jamaica // *Bull. Amer. Paleontol.* 1945. Vol.29. №115. P.5-82.
- Parker F.L.* Planktonic foraminiferal species in Pacific sediments // *Micropaleontology*. 1962. Vol.8. №2. P.219-254.
- Parker W.K., Jones T.R.* On some foraminifera from the North Atlantic and Arctic Oceans, including Davis Straits and Baffin's Bay // *Philos. Trans. R. Soc. London*. 1865. Vol.155. P.325-441.
- Perch-Nielsen K.* Cenozoic calcareous nannofossils // *Plankton stratigraphy*. Camb. Univ. Press. 1985. P.427-554
- Pflaumann U.* Stratigraphy and paleoecology of the Quaternary in the eastern south Atlantic. The record by planktonic Foraminifera from sediments of the central Walvis Ridge. DSDP Leg 74 // *Meyniana*. 1988. №40. P.71-117.
- Pflaumann U., Krusheninnikov V.A.* Quaternary stratigraphy and planktonic foraminifers of the Eastern Atlantic. DSDP Leg XLI. // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1978. Suppl. Vol.41. P.883-912.
- Poore R.Z.* Oligocene through Quaternary planktonic foraminiferal biostratigraphy of the North Atlantic: DSDP Leg 49 // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1979. Vol.49. P.447-517.
- Pujos-Lamy A.* Essai d'établissement d'une biostratigraphie du nannoplancton calcaire dans le Pleistocene de l'Atlantique Nord-Oriental // *Boreas*. 1977. Vol.6. P.323-331.
- Rad U. von, Ryan W.B.F. et al. – eds.* Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. 1979. Vol.47. Pt. 1. 835 p.
- Reuss A.E.* Neues Foraminiferen aus den Schichten des Osterreichischen Tertiärbeckens // *Akad. Wiss. Wien Denkschr., Math.-Nat. Kl.* 1850. Vol.1 P.365-390.
- Rio D.* The fossil distribution of coccolithophore genus *Gephyrocapsa* Kämtner and related Plio-Pleistocene chronostratigraphic problems // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1982. Vol. 68. P. 385-343.
- Rio D., Raffi J., Villa G.* Pliocene-Pleistocene calcareous nannofossil distribution patterns in the Western Mediterranean // *Proc. ODP*. 1990. Vol.107. P.513-533.
- Rio D., Sprovieri R., Di Stefano E.* The Gelasian Stage: a proposal of a new chronostratigraphic unit of the Pliocene Series // *Riv. Ital. Paleontol. Strat.* 1994. Vol.100. №1. P.103-124.
- Rogl F.* The evolution of the *Globorotalia truncatulumoides* and *Globorotalia crassaformis* group in the Pliocene and Pleistocene of the Timor trough, DSDP Leg 27, Site 262 // *Init. Repts. DSDP, Wash.* 1974. Vol.27. P.743-767
- Rogl F., Bolli H.M.* Holocene to Pleistocene planktonic foraminifera of Leg 15, Site 147 (Cariaco Basin (Trench), Caribbean Sea) and their

- climatic significance // *Init. Repts. DSDP, Wash. 1973. Vol.15. P.553-616.*
- Ruddiman W.F., Kidd R.B., Thomas E., et al. Site 609 // Init. Repts. DSDP, Wash. 1987. Vol.94. P.247-349.*
- Ruddiman W.F., Sarnthein M., et al. Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results. Wash. 1989. Vol.108. 519 p.*
- Saito T., Thompson P.R., Breger D. Systematic index of recent and Pleistocene planktonic foraminifera. Univ. Tokyo Press, 1981. 190 p.*
- Salvatorini G., Cita M.B. Miocene foraminiferal stratigraphy, DSDP Site 397 (Cape Bojador, North Atlantic) // *Init. Repts. DSDP, Wash. 1979. Vol.47. Pt. 1. P.317-373.**
- Samtleben C. Pliocene-Pleistocene coccolith assemblages from the Sierra Leone Rise – Site 366, Leg 41 // *Init. Repts. DSDP, Wash. 1978. Suppl. Vol.41. P.913-932.**
- Samtleben C. Die Evolution der Coccolithophoriden – Gattung Gephyrocapsa nach Befunden im Atlantik // *Palaeontol. Zisch. 1980. Bd. 54. №1/2. P.91-127.**
- Schrader H.-J., Bjorklund K., Manum S., Martini E., van Hinte J. Cenozoic biostratigraphy, physical stratigraphy and paleoceanography in the Norwegian-Greenland Sea, DSDP Leg 38 paleontological synthesis // *Init. Repts. DSDP, Wash. 1976. Vol.38. P.1197-1210.**
- Schubert R.J. Über Foraminiferen und einen Fischotolithen aus dem fossilen Globigerinenschlamm von Neu-Guinea // *Geol. Reichsanst. Verh. Vienna. 1910. P.318-328.**
- Schwager C. Fossile Foraminiferen von Kar Nikobar // *Novara Exped. 1857-1859. Wien. 1866. Vol.2. Geol. Theil. Pt.2. P.187-268.**
- Shackleton N.J., Hall M.A. Oxygen and carbon isotope stratigraphy of DSDP Hole 552A: Plio-Pleistocene glacial history // *Init. Repts. DSDP, Wash. 1984. Vol.81, P.599-609.**
- Spiegler D., Jansen E. Planktonic foraminifer biostratigraphy of Norwegian Sea sediments: ODP Leg 104 // *Proc. ODP, Wash. 1989. Vol.104. P.681-696.**
- Stainforth R.M., Lamb J.L., Luterbacher H., et al. Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms // *Univ. Kansas Paleontol. Contrib. Artic. 1975. №62. P.1-162.**
- Stradner H., Papp A. Tertiäre Discoasteriden aus Osterreich und ihren stratigraphische Bedeutung mit Hinweisen auf Mexico, Rumanien und Italien // *Jb. Geol. Bundesanst. Wien. 1961. Spec. Vol.7. S. 1-159.**
- Takayama T., Sato T. Coccolith biostratigraphy of the North Atlantic Ocean, DSDP Leg 94 // *Init. Repts. DSDP, Wash. 1987. Vol.94. Pt.2. P.651-702.**
- Takayanagi Y., Saito I. Planktonic foraminifera from the Nobori Formation, Shikoku, Japan // *Tohoku Univ. Sci. Repts. 2nd ser. (Geol.), Spec. Vol.1962. №5. P.67-106.**
- Theyer F. *Globorotalia inflata triangula*, a new planktonic foraminiferal subspecies // *Jour. Foram. Res. 1973. Vol.3. №4. P.199-201.**
- Todd R. Smaller foraminifera // *Geology of Saipan, Mariana Islands, Pt. 3, Paleontology. U.S. Geol. Surv. 1957. Prof. Paper 280-H. P.265-320.**
- Weaver P.P.E. Late Miocene to recent planktonic foraminifers from the North Atlantic: DSDP Leg 94 // *Init. Repts. DSDP, Wash. 1987. Vol.94. P.703-728.**
- Weaver P.P.E., Clement B.M. Synchronicity of Pliocene planktonic foraminiferal datums in the North Atlantic // *Marine Micropaleontol. 1986. №10. P.295-307.**
- Weaver P.P.E., Raymo M.E. Late Miocene to Holocene planktonic foraminifers from the equatorial Atlantic, Leg 108 // *Proc. ODP. Wash. 1989. Vol.108. P.71-87.**
- Wei W., Bergen J.A., Applegate J. Cenozoic calcareous nannofossils from the Galicia Margin // *Proc. ODP. Wash. 1987. Vol.103. P.279-292.**
- Zachariasse W.J. Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Late Neogene of Crete (Greece) // *Utrecht Micropaleontology Bull. 1975. Vol.11. 171 p.**
- Zobel B. Biostratigraphische Untersuchungen an Sedimenten des indisch-pakistanischen Kontinentalrandes (Arabisches Meer) // *Meteor. Forschungsergeb. Reihe C. 1973. Vol.12. P.9-73.**

ФОТОТАБЛИЦЫ
(1–16)

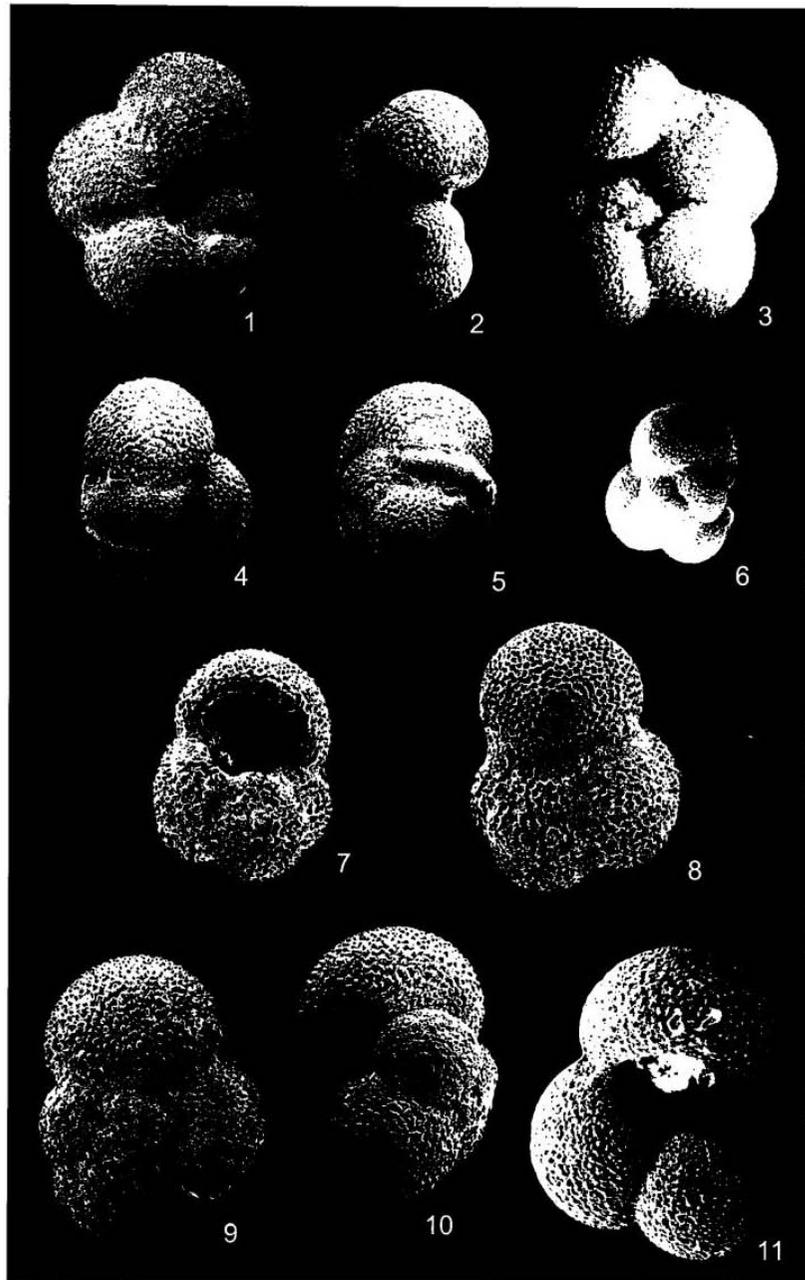


Таблица 1. 1-3. *Globigerinella siphonifera*; 1. обр. 403-3-3, 47-49 см, $\times 100$; 2, 3. обр. 397-10-6, 88-92 см, $\times 100$
 4-6. *Globigerinita glutinata*; 4, 5 обр. 403-2-1, 24-26 см, $\times 150$; 6 обр. 403-1-4, 13-15 см, $\times 150$.
 7, 8. *Globigerina apertura*; обр. 397-22-3, 63-67 см, $\times 150$. 9-11. *Globigerina bulloides*; 9, 10.
 обр. 403-2-2, 119-121 см, $\times 150$; 11. обр. 397-10-7, 19-23 см, $\times 100$

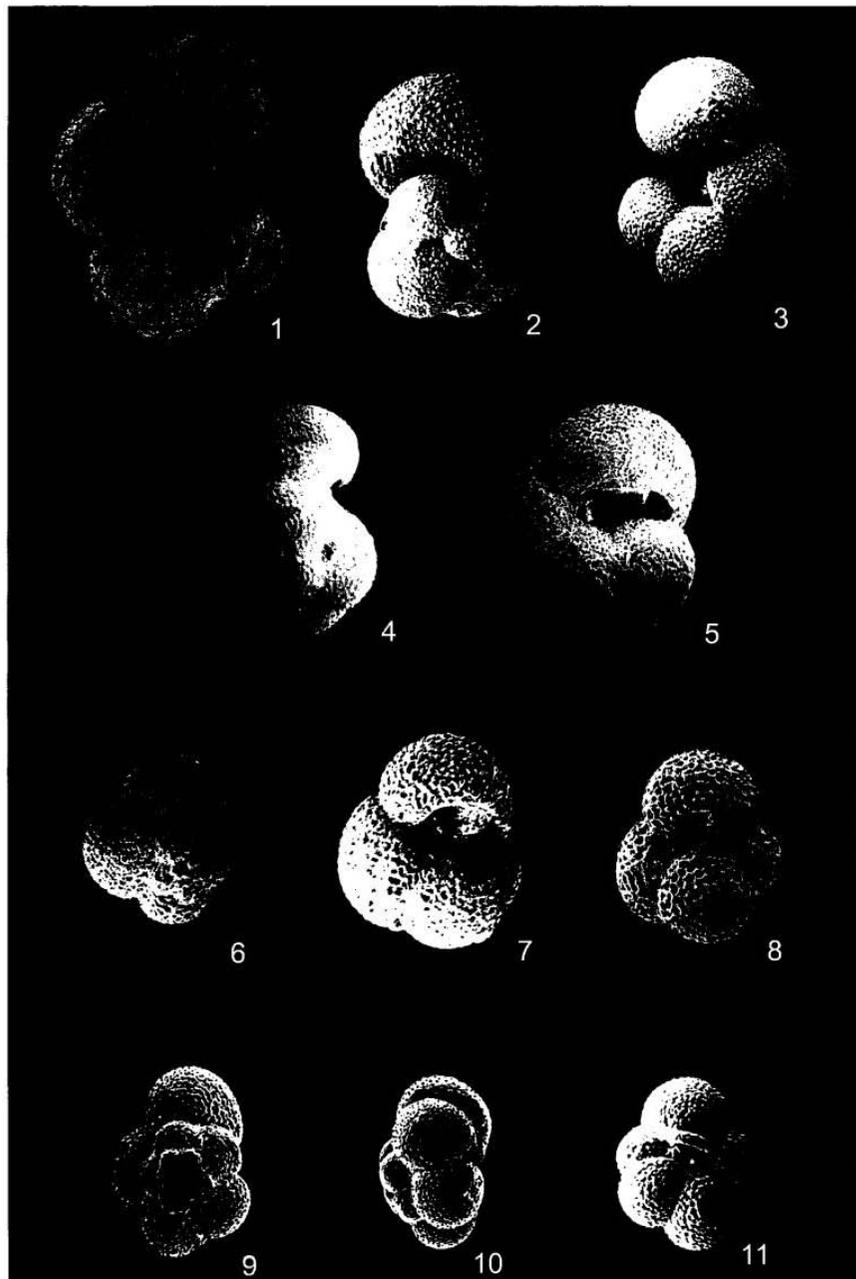


Таблица 11. 1-3. *Globigerina calida calida*; 1. "Страхов"-3—32Т2, 285 см, х100. 2, 3. обр. 397-11-2, 62-66 см, х100. 4, 5. *Globigerina decoraperia*; обр. 403-11-1, 59-61 см, х100. 6-8. *Globigerina rubescens*; 6, 8. обр. 403-2-2, 119-121 см, х150; 7. обр. 405-3-1, 83-85 см, х150. 9-11. *Globigerina quinqueloba*; обр. 403-1-4, 13-15 см, х150

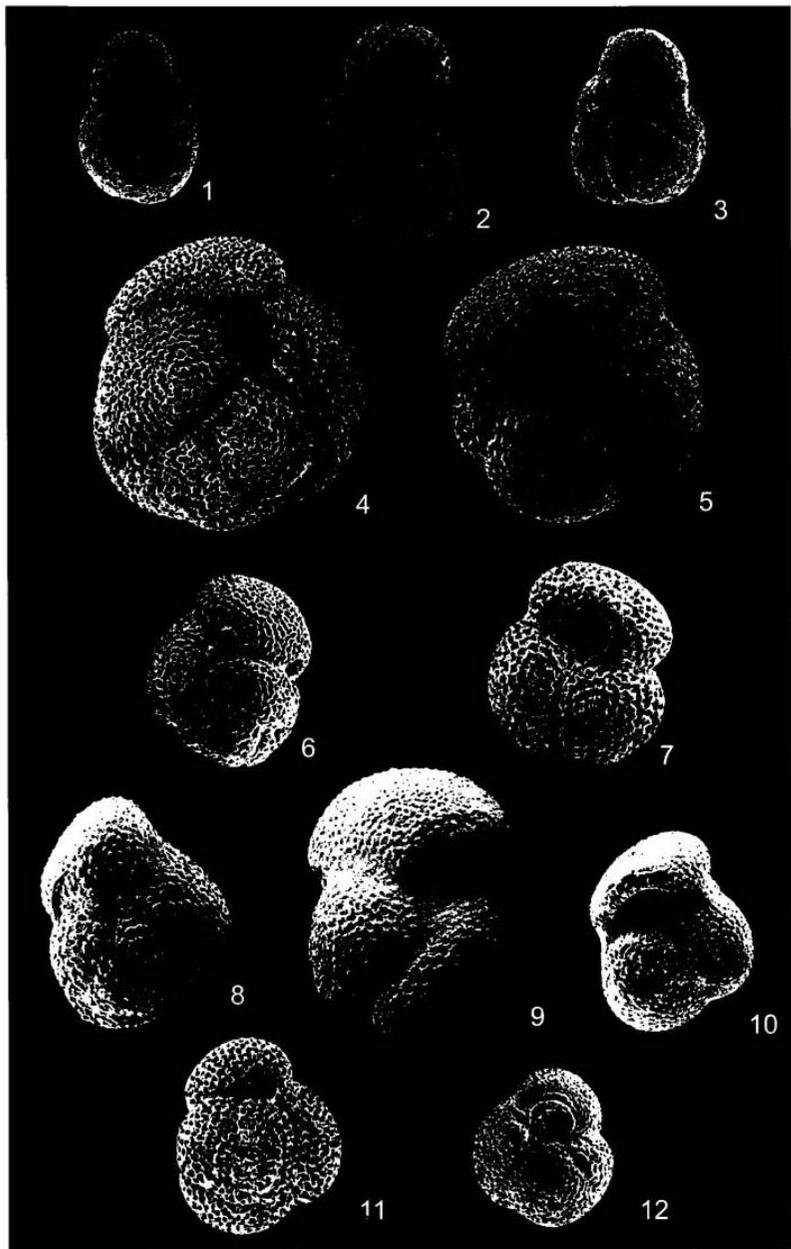


Таблица III. 1-3. *Globigerina nepenthes*; обр. 396-13-5, 109-111 см, $\times 100$. 4, 5. *Globigerinoides conglobatus*; 4. "Страхов"-3-31Т1, 110 см, $\times 100$; 5. обр. 405-2-1, 29-31 см, $\times 100$. 6, 7. *Globigerinoides ruheri*; обр. 404-1-5, 61-63 см. 6. $\times 100$, 7. $\times 150$. 8-10. *Globigerinoides extremus*; обр. 397-24-6, 101-104 см; 8, 9. $\times 150$, 10. $\times 100$. 11, 12. *Globigerinoides obliquus*; 11. обр. 369-5-1, 62-64 см, $\times 150$; 12. обр. 410-29-3, 33-35 см, $\times 100$

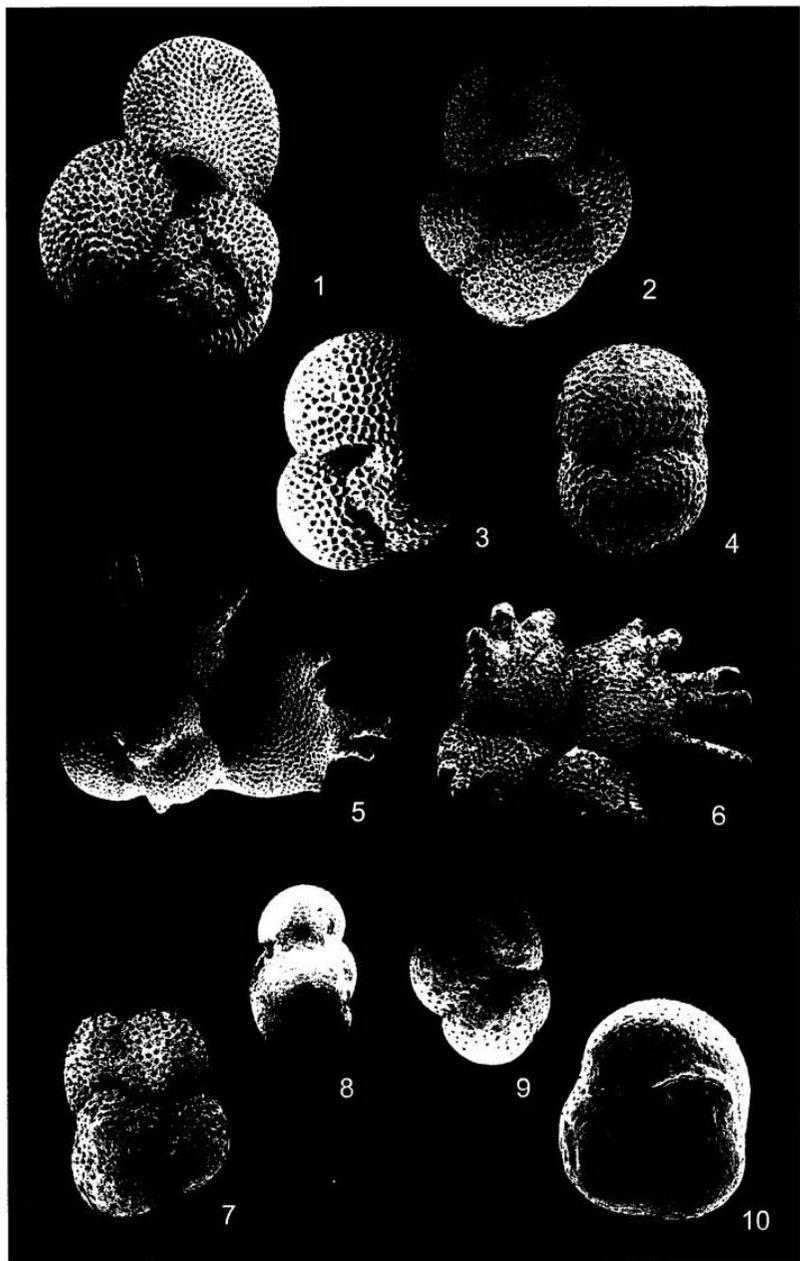


Таблица IV. 1, 2. *Globigerinoides sacculifer*; обр. 366A-12CC, $\times 100$. 3, 4. *Globigerinoides trilobus*; 3. "Страхов"-3—31Т1, 110 см, $\times 100$; 4. обр. 403-11-2, 53-55 см, $\times 100$. 5, 6. *Globigerinoides fistulosus*; 5. "Страхов"-4-45-24А, 125 см, $\times 75$; 6. обр. 366A-5CC, $\times 75$. 7-9. *Sphaeroidinellopsis seminulina*; 7, 9. обр. 366A-13-6, 81-83 см, $\times 75$; 8. обр. 403-11-2, 53-55 см, $\times 75$. 10. *Sphaeroidinella dehiscens*; "Страхов"-3—310Т6, 100 см, $\times 100$.

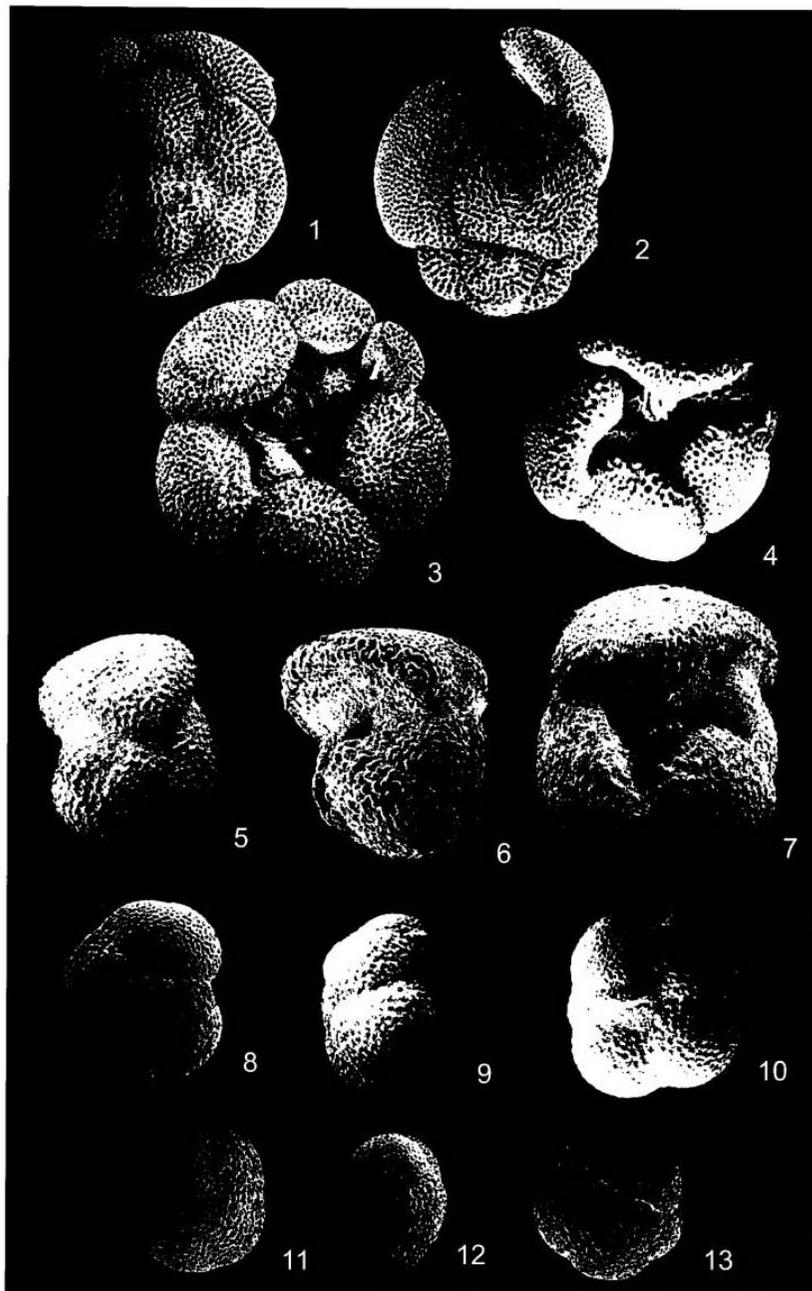


Таблица V. 1-4. *Globoquadrina altispira*; 1, 3, 4. обр. 366A-12CC, x100; 2. обр. 366A-10CC, x100. 5-7. *Globoquadrina dehisces*; 5. обр. 403-12-1, 72-74 см, x100; 6. обр. 366A-13-6, 81-83 см, x100; 7. обр. 396-13-5, 109-111 см, x100. 8-10. *Neogloboquadrina pachyderma* dex; 8. обр. 395-2-5, 139-141 см, x100; 9, 10. обр. 397-10-1, 59-63 см, x100. 11-13. *Neogloboquadrina pachyderma* sin; обр. 403-1-4, 13-15 см, x100

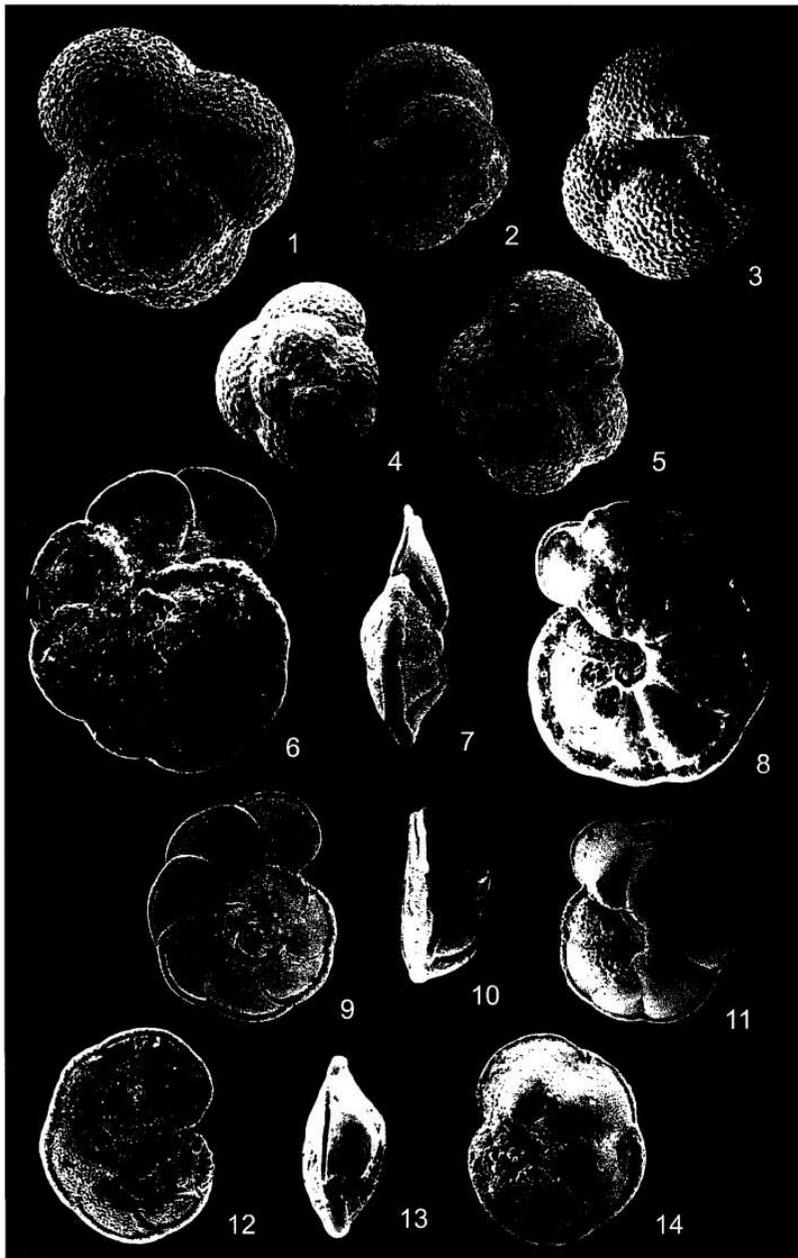


Таблица VI 1-5. *Neogloboquadrina atlantica*; 1. *N. atlantica* sin, обр. 403-14-2, 38-40 см, х150; 2. *N. atlantica* sin, обр. 403-14-2, 38-40 см, х100; 3. *N. atlantica* sin, обр. 403-13-3, 123-125 см, х100; 4. *N. atlantica* dex, обр. 410-B-2, 92-94 см, х100. 6-8. *Globorotalia multicamerata*; 6, 8. обр. 366A-9-6, 61-63 см, х75; 7. обр. 366A-6-6, 61-63 см, х75. 9-11. *Globorotalia miocenica*; обр. 366A-5CC, х75. 12-14. *Globorotalia pseudomiocenica*; обр. 366A-5-6, 61-63 см, х100

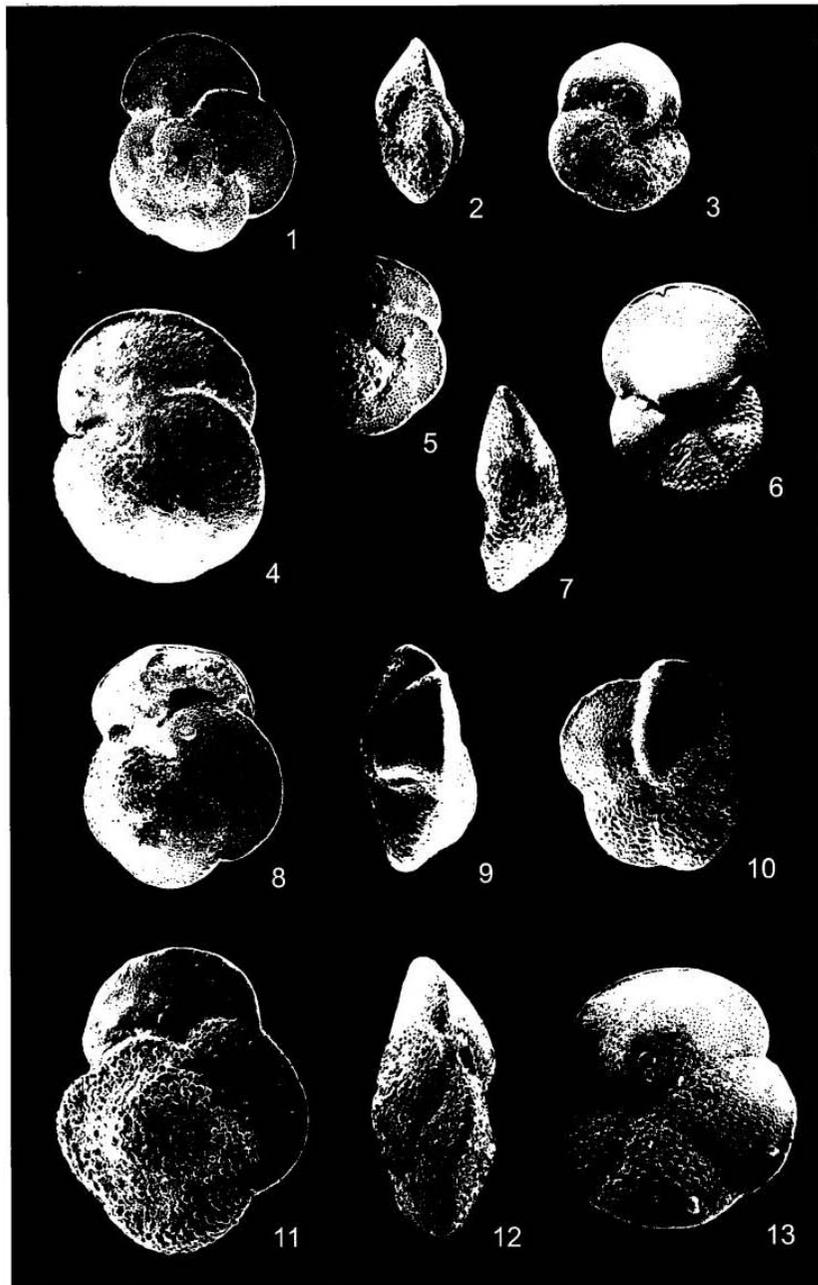


Таблица VII. 1-3. *Globorotalia margaritae primitiva*; обр. 366A-11-1, 102-104 см, х100. 4-7. *Globorotalia margaritae margaritae*; 4, 7 обр. 366A-10-1, 89-91 см, х100; 5, 6 обр. 368-5-6, 62-64 см, х100. 8-10. *Globorotalia margaritae evoluta*; обр. 403-12-6, 106-108 см, х100. 11-13. *Globorotalia praehirsuta*; 11 обр. 397-22-5, 71-73 см, х100; 12, 13 обр. 403-8-2, 102-104 см, х100

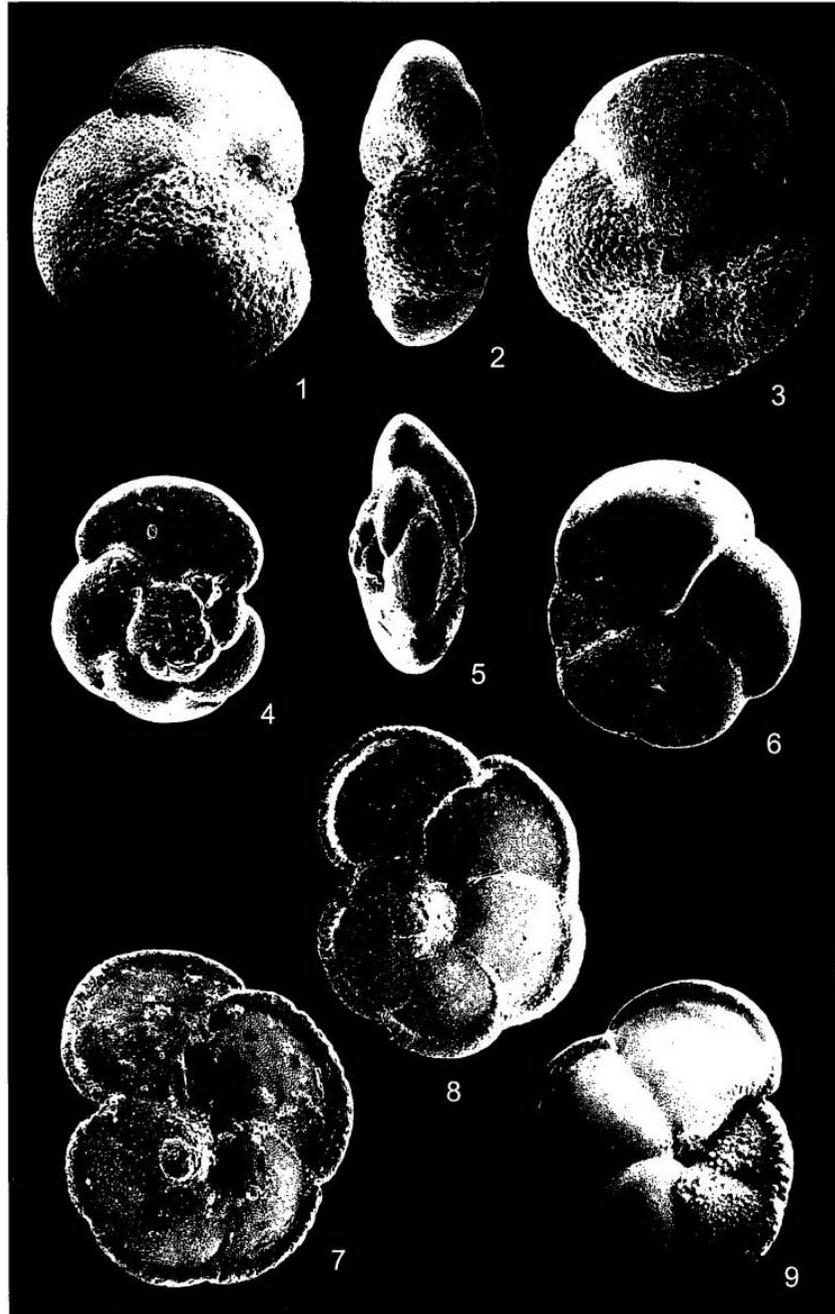


Таблица VIII. 1-3. *Globorotalia hirsuta*; обр. 403-1-1, 57-59 см, $\times 100$. 4-6. *Globorotalia scitula*; обр. 404-1-5, 61-63 см, $\times 150$. 7-9. *Globorotalia cultrata*; 7. обр. 405-3-1, 83-85 см, $\times 75$; 8, 9. "Страхов"-3-32Т2, 25 см, $\times 75$



Таблица IX. 1-3. *Globorotalia pervenus*; 1. обр. 366A-12CC, х75; 2. обр. 397-24-6, 101-104 см, х75; 3. обр. 366A-5CC, х75. 4-6. *Globorotalia exilis*; 4. обр. 397-20-1, 54-58 см, х75; 5. обр. 397-21-4, 69-71 см, х75; 6. обр. 366A-5CC, х75. 7-9. *Globorotalia merotumida*; 7, 9. обр. 369-5-1, 62-64 см, х100; 8. обр. 403-13-1, 54-57 см, х100. 10-12. *Globorotalia plesiatumida*; 10. обр. 366A-11-6, 61-63 см, х100; 11. обр. 403-11-2, 53-55 см, х100; 12. обр. 369-5-1, 62-64 см, х100. 13, 14. *Globorotalia tumida*; обр. 366A-6CC, х75.

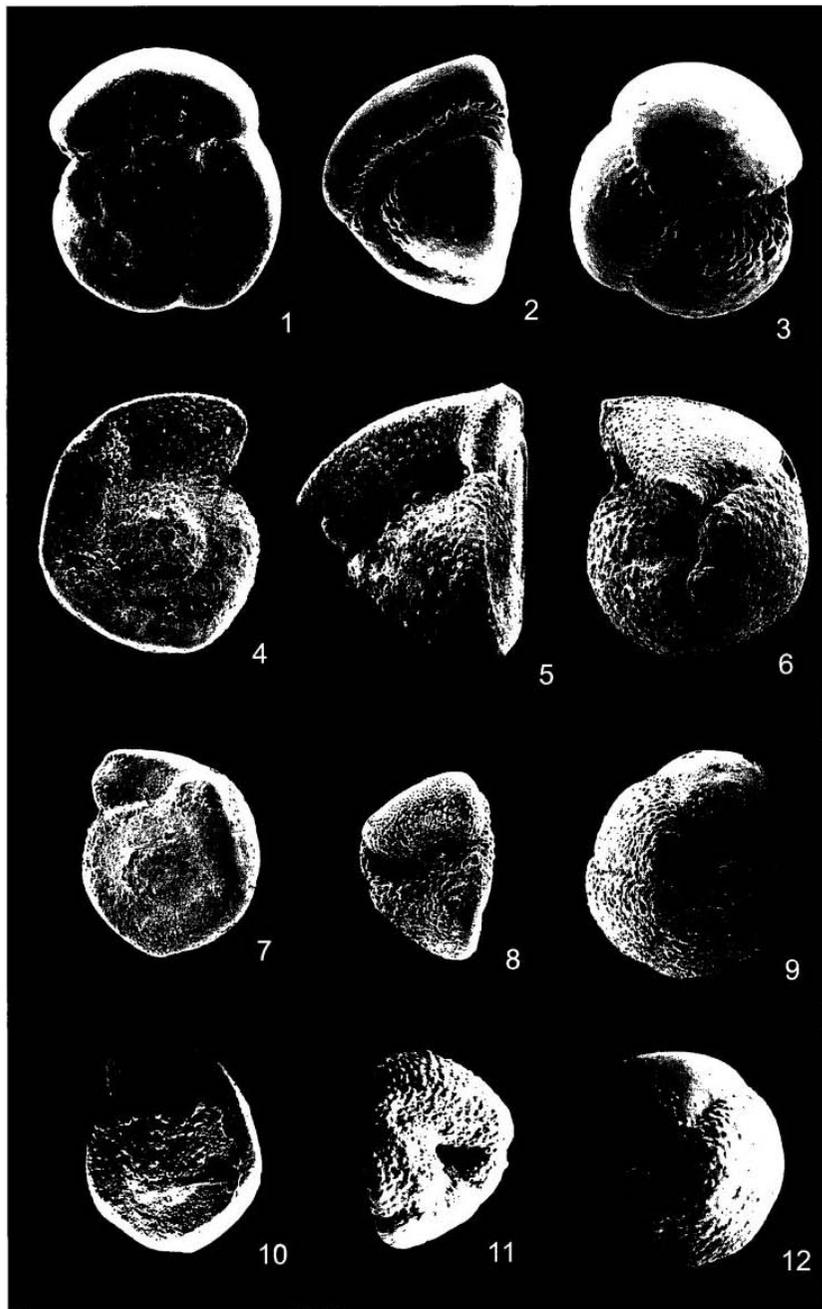


Таблица X. 1-3. *Globorotalia triangula*; обр. 366А-3СС, х100. 4-6. *Globorotalia truncatulinoides*; обр. 410-11-4, 39-41 см., х100. 7-12. *Globorotalia tsaensis*; 7. обр. 395-5-1, 136-138 см, х100; 8, 9. обр. 366А-3СС, х100; 10-12. обр. 397-15-6, 66-70 см, х100

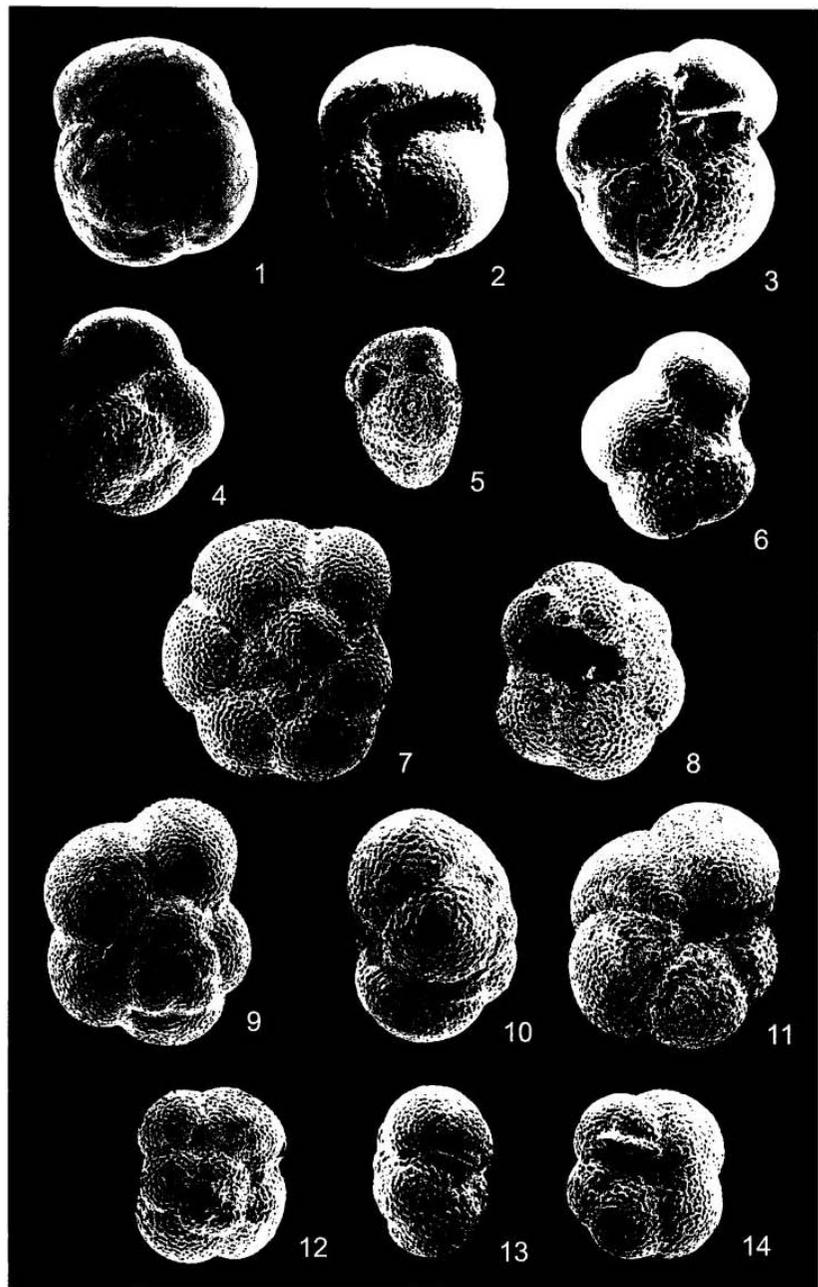


Таблица XI. 1-3. *Globorotalia inflata*; 1, 3. обр. 403-5-3, 41-43 см, $\times 100$; 2. обр. 397-16-5, 71-73 см, $\times 100$. 4-6. *Globorotalia punctulata*; 4, 5. обр. 403-13-2, 27-29 см, $\times 100$; 6. обр. 397-25-4, 102-105 см, $\times 100$. 7, 8. *Globorotalia duterveyi*; обр. 397-20-6, 101-105 см, $\times 100$. 9-11. *Globorotalia humerosa*; обр. 403-11-2, 53-55 см, $\times 100$. 12-14. *Globorotalia acostaensis*; обр. 403-11-2, 53-55 см, $\times 100$.

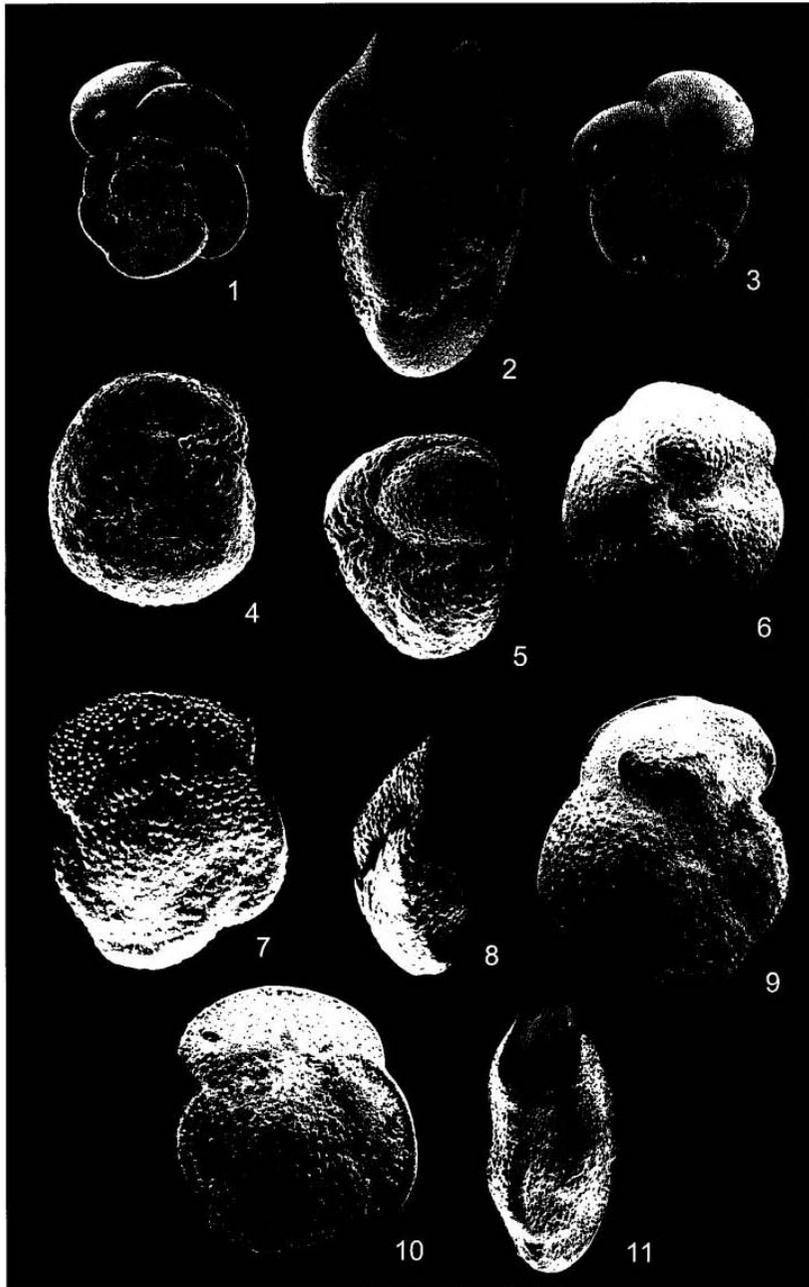


Таблица XII. 1-3. *Globovotalia crassaformis imbricata* ssp. nov.; 1, 3. обр. 368-1CC, $\times 75$; 2. обр. 404-1-3, 129-131 см, $\times 100$. 4-6. *Globovotalia crassaformis ronda*; обр. 396-8-6, 119-121 см, $\times 100$. 7-11. *Globovotalia crassaformis viola*; 7, 8. обр. 410-15-5, 90-92 см, $\times 100$; 9, 10. обр. 395-5-1, 136-138 см, $\times 100$; 11. обр. 397-28-1, 100-104 см, $\times 100$

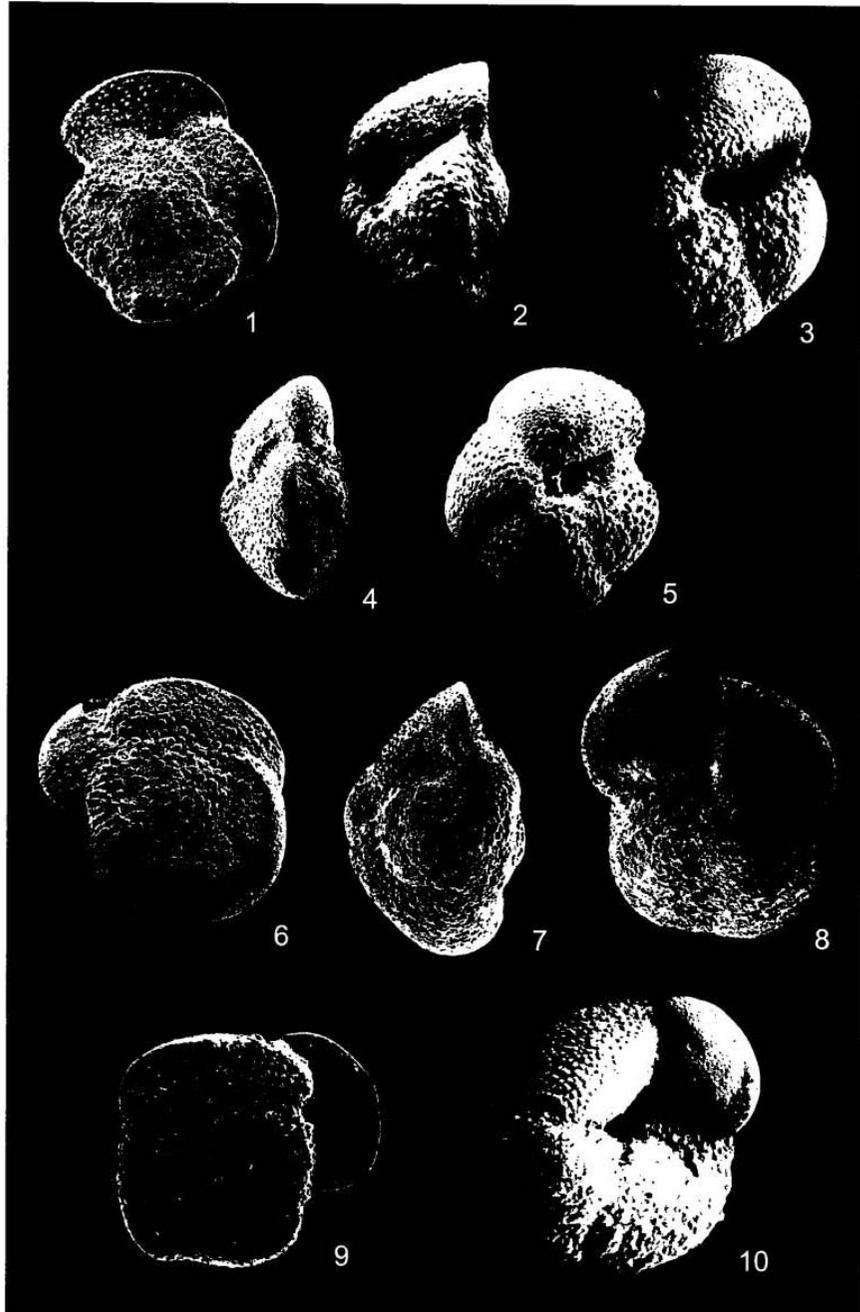
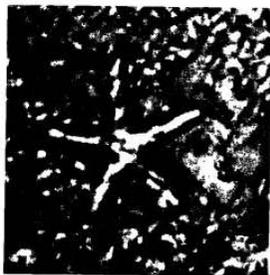


Таблица XIII. 1-5. *Globorotalia crassaformis crassaformis*; 1, 5 обр. 403-9-5, 96-98 см, $\times 100$; 2, 3. обр. 397-1-1, 20-23 см, $\times 100$; 4. обр. 403-4-1, 90-92 см, $\times 100$. 6-10. *Globorotalia crassaformis hessi*; 6-8. обр. 403-3-2, 48-50 см, $\times 100$; 9. обр. 397-25-4, 102-105 см, $\times 100$, 10. обр. 397-11-4, 72-76 см, $\times 100$



1



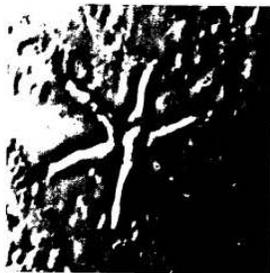
2



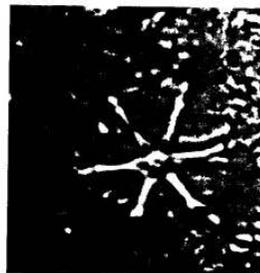
3



4



5



6



7



8



9



10



11

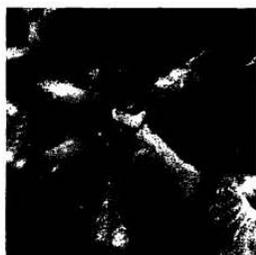


12

Таблица XIV. $\times 5000$. 1-3. *Discoaster quinquevamus*; обр. 609-37-2, 98-100 см. 4. *Discoaster pentaradiatus*; обр. 608-15-2, 95-97 см. 5, 6. *Discoaster surculus*; обр. 609-24-2, 95-97 см. 7. *Discoaster variabilis*; обр. 608-15-2, 95-97 см. 8. *Discoaster browneri*; обр. 608-15-2, 95-97 см. 9. *Discoaster tamalis*; обр. 609-24-2, 101-103 см. 10, 11. *Amaurolithus tricorniculatus*; обр. 608-15-2, 95-97 см. 12. *Scyphasphaera globulata*; обр. 609-27-2, 98-100 см.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10

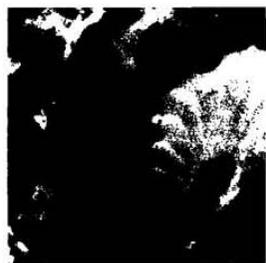


11

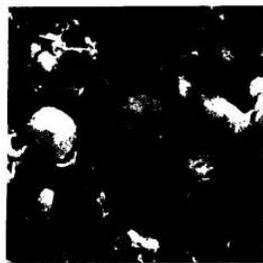


12

Таблица XV, x5000. 1. *Discoaster broweri*; обр. 611-38-5, 98-100 см. 2. *Discoaster variabilis*; обр. 611-20-2, 62-64 см. 3. *Discoaster* sp.; обр. 611-38-5, 98-100 см. 4. *Helicosphaera wallichi*; обр. 611-12-5, 95-97 см. 5. *Helicosphaera carteri*; обр. 611-10-3, 99-101 см. 6. *Helicosphaera sellii*; обр. 611-10-3, 99-101 см. 7. *Calcidiscus macintyreii*; обр. 611-20-2, 62-64 см. 8, 9. *Calcidiscus leptoporus*; обр. 611-20-2, 62-64 см. 10. *Amaurolithus* cf. *primus*; обр. 611-38-5, 98-100 см. 11. *Pontosphaera discopora*; обр. 611-20-2, 62-64 см. 12. *Syracosphaera pulchra*; обр. 611-12-5, 95-97 см.



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12

Таблица XVI. 1. *Gephyrocapsa aperta*; обр. 611-10-3, 99-101 см, х 5000. 2. *Gephyrocapsa oceanica*; обр. 611-10-3, 99-101 см, х 5000. 3. *Gephyrocapsa caribbeanica*; обр. 611-12-5, 95-97 см, х 5000. 4, 5. *Gephyrocapsa sinuosa*; обр. 608-12-6, 95-97 см, х 16 000. 6. *Gephyrocapsa protohuxleyi*; обр. 608-2-6, 118-120 см, х 12 000. 7. *Gephyrocapsa caribbeanica*; овальная форма, обр. 611-20-2, 62-64 см, х 5000. 8. *Pseudoemiliania lacunosa*; обр. 611-10-3, 99-101 см, х 5000. 9. *Pseudoemiliania lacunosa*; дистальная и проксимальная стороны) и *Calcidiscus macintyreii*; обр. 611-20-2, 62-64 см, х 3000. 11. Коккосфера *Reticulofenestra* sp.; обр. 611-38-5, 98-100 см, х 3000. 12. *Sphenaster metula*, обр. 611-38-5, 98-100 см, х 5000

