

УДК 563.12

В.А. КРАШЕНИННИКОВ, М.Е. БЫЛИНСКАЯ

## СТРАТИГРАФИЯ И ПЛАНКТОННЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ ПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕПЛОВОДНОЙ ОБЛАСТИ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

### ВВЕДЕНИЕ

Родина зональной шкалы плиоценовых и четвертичных отложений по планктонным фораминиферам – тепловодная область Северной Атлантики. Именно здесь на материале разрезов позднекайнозойских осадков Тринидада, Венесуэлы, Ямайки и скважин, пробуренных в Карибском море, была сформулирована эта шкала (Bolli, 1957, 1966; Lamb, Beard, 1972; Blow, 1969; Bolli, Premoli Silva, 1973). Конечно, зональная шкала плиоцена и квартера по планктонным фораминиферам прошла свой путь становления и модификаций, прежде чем предстать в современном выражении.

В настоящее время используются две очень близкие зональные шкалы, одна из них разработана Г. Болли с коллегами (Bolli, 1966; Bolli, Premoli Silva, 1973; Bolli, Saunders, 1985). В этой шкале миоцен заканчивается зоной *Globorotalia humerosa*. Плиоцен подразделяется на три зоны: *Globorotalia margaritae* (с подзонами *Globorotalia margaritae margaritae* и *Globorotalia margaritae evoluta*), *Globorotalia miocenica* (с подзонами *Globigerinoides trilobus fistulosus* и *Globorotalia exilis*) и *Globorotalia tosaensis tosaensis*. Четвертичные отложения соответствуют зоне *Globorotalia truncatulinoides*, включающей подзоны *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*, *Globigerina bermudezi* (плейстоцен) и подзону *Globorotalia fimbriata* (голоцен).

В зональной шкале, разработанной У. Блоу (Blow, 1969, 1979), в кровлю миоцена помещена зона *Globorotalia tumida-Sphaeroidinellopsis subdehiscens raenedehiscens* (индекс N 18) – аналог подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* шкалы Г. Болли. Плиоцен состоит из трех зон: *Sphaeroidinella dehiscens-Globoquadrina altispira* (N 19), которая соответствует подзоне *Globorotalia margaritae evoluta* шкалы Г. Болли; *Globorotalia multicamerata-Pulleniatina obliquiloculata* (N 20); *Globorotalia tosaensis tenuithesa* (N 21). Последняя почти одноименна с зоной *Globorotalia tosaensis tosaensis* шкалы Г. Болли, но подошва ее проходит, по-видимому, несколько ниже – в верхней части зоны *Globorotalia miocenica* шкалы Г. Болли. Подразделение четвертичных отложений в зональной шкале У. Блоу менее детально: зоны *Globorotalia truncatulinoides* (N 22) и *Globigerina calida calida-Sphaeroidinella dehiscens excavata* (N 23). Корреляция их с подразделениями зональной шкалы Г. Болли несколько затруднительна. Вероятнее, зона N 22 соответствует серии из трех подзон – *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*, а зона N 23 служит аналогом подзон *Globigerina bermudezi* и *Globorotalia fimbriata* (Bolli, Saunders, 1985).

Граница плиоцена и квартера едва ли не во всех современных публикациях единообразна, т.е. проходит по подошве зоны *Globorotalia truncatulinoides*. Сложнее обстоит вопрос с границей миоцена и плиоцена. Согласно одной точке зрения, она совпадает с подошвой подзоны *Globorotalia margaritae margaritae* (Bolli, Premoli Silva, 1973; Bolli, Saunders, 1985). По мнению других исследователей (Blow, 1969, 1979; Kennett, Srinivasan, 1983; Крашенинников, 1978, 1982), границу миоцена и плиоцена следует помещать в кровлю подзоны *Globorotalia margaritae margaritae*, т.е. в подошву зоны *Sphaeroidinella dehiscens-Globoquadrina altispira* – субглобальный уровень появления рода *Sphaeroidinella*. Различие во мнении отражает реальный ход эволюционного изменения планктонных фораминифер у этого рубежа: отложения зоны *Globorotalia plesiotumida* (N 17) характеризуются заведомо миоценовым комплексом фораминифер; осадки зоны *Sphaeroidinella dehiscens-Globoquadrina altispira* (N 19) содержат вполне сформировавшуюся ассоциацию планктонных фораминифер плиоцена; в переходных слоях (подзона *Globorotalia margaritae margaritae* (N 18)) преобладают миоценовые виды планктонных фораминифер, но им сопутствуют первые представители типичной плиоценовой микрофауны. Поэтому проблема проведения границы миоцена и плиоцена сводится к методическому подходу – по первому появлению плиоценовых элементов или по вполне сформировавшемуся комплексу.

Формальный приоритет стратотипов (мессинский и занклийский ярусы) помочь здесь не может из-за биономической обстановки в Средиземноморье в самом конце позднего миоцена–начале раннего плиоцена – в верхней части мессиния микрофауна чрезвычайно бедна и малохарактерна, а в низах занклийского яруса (местная акмезона *Sphaeroidinellopsis seminulina*) она достаточно своеобразна, что не позволяет проводить надежную корреляцию с осадками Атлантического океана (Iaccarino, 1985).

Глубоководное бурение в тепловодной области Атлантического океана позволило расчленить плиоценовые и четвертичные осадки с помощью планктонных фораминифер во многих регионах океана: Багамское плато и плато Блейк, Мексиканский залив, Венесуэльская и Колумбийская впадины, хребты Сеара и Северо-Бразильский, западный и восточный склоны Срединно-Атлантического хребта, поднятия Сьерра-Леоне и о-вов Зеленого Мыса, континентальный склон Северо-Западной Африки (Мавритания, Марокко).

Авторы статьи ранее опубликовали серию работ, посвященных стратиграфии плиоценовых и четвертичных осадков тепловодной области Северной Атлантики по фауне планктонных фораминифер (Крашенинников, 1978; Былинская, Головина, 1990; Krasheninnikov, 1978a, b; Krasheninnikov, Pflaumann, 1978; Pflaumann, Krasheninnikov, 1978). В настоящей работе предпринята попытка обобщить имеющиеся фактические материалы, находящиеся в нашем распоряжении и полученные другими специалистами. Нами изучены комплексы планктонных фораминифер из осадков, вскрытых глубоководными скважинами в Западной (скв. 25), Центральной (скв. 395, 396) и Восточной (скв. 366, 368, 369, 397) Атлантике, а также из колонок донных осадков в котловине о-вов Зеленого Мыса (рис. 1). Скважины образуют меридиональный профиль в пределах тепловодной области Атлантического океана (от экватора до 27° с.ш.). В экваториальной зоне (0–4° с.ш.) находится скв. 25 (0°31' ю.ш.); в тропической (4–24° с.ш.) – скв. 366 (5°40' с.ш.), 368 (17°30' с.ш.), 395 (22°45' с.ш.) и 396 (22°58' с.ш.); в южной части субтропической зоны (24–27° с.ш.) – скв. 369 (26°35' с.ш.) и 397 (26°50' с.ш.).

Цель авторов – рассмотреть особенности зональной шкалы 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 поразделений в более северных районах Атлантического океана. Для бореального и субарктического поясов подобное исследование было выполнено нами ранее (Крашенинников, Былинская, 1994).

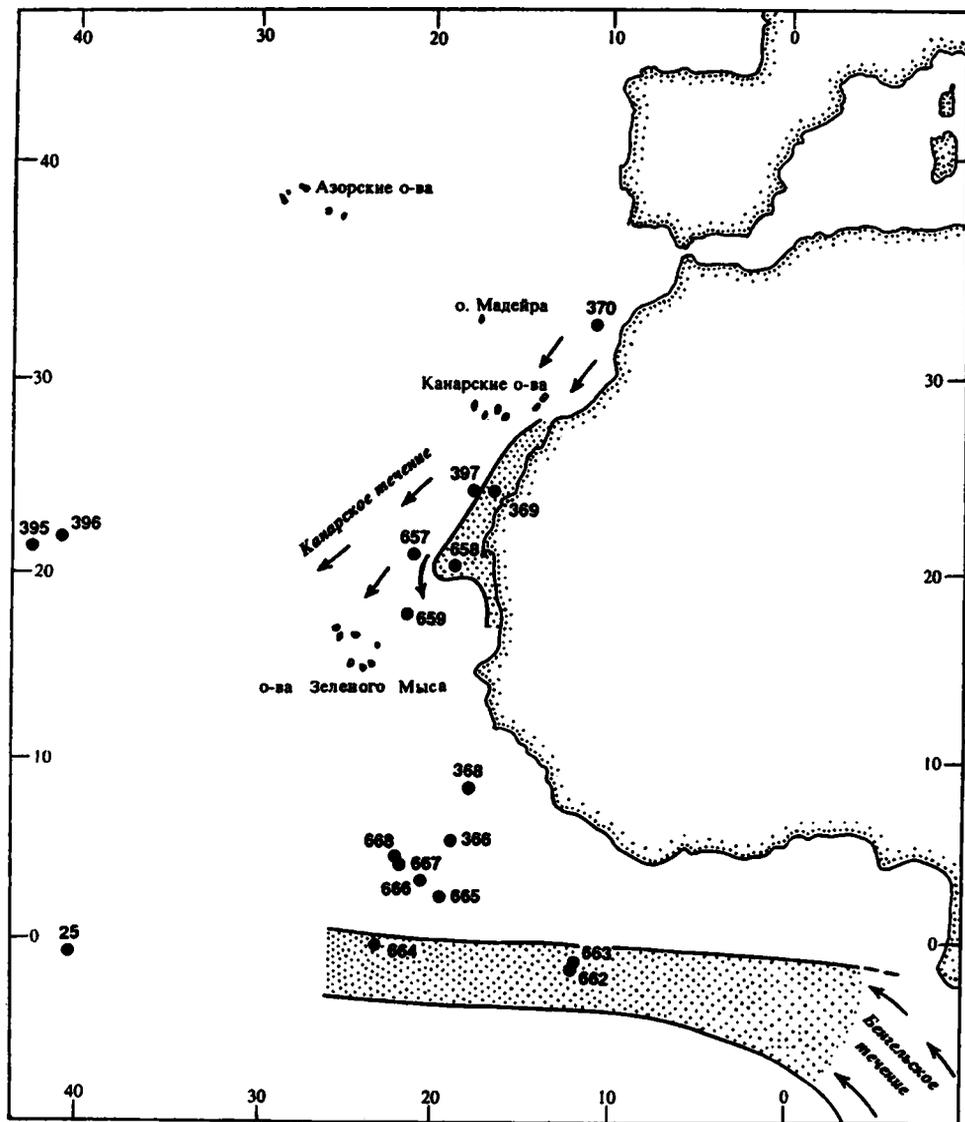


Рис. 1. Расположение скважин Проекта глубоководного бурения в тропической области Северной Атлантики (восточная часть)

Для удобства используем следующую зональную шкалу. Верхний миоцен завершается зонами *Globorotalia plesiotumida* и *Globorotalia margaritae margaritae* (последняя, как уже отмечалось, представляет слои, переходные к плиоцену). Плиоцен подразделяется на зоны *Globorotalia margaritae evoluta*, *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*. Интервал четвертичных осадков соответствует зоне *Globorotalia truncatulinoides*, включающей пять подзон: *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*, *Globigerina bermudezi* и *Globorotalia fimbriata*.

Мы выражаем признательность руководству Проекта глубоководного бурения (США) за предоставление образцов осадков из скважин, пробуренных с судна "Гломар Челленджер".

## ЭКВАТОРИАЛЬНАЯ ЗОНА

В экваториальной зоне пробурено несколько скважин. Одна из них (скв. 25) находится на западе, у северо-восточного побережья Южной Америки (на вершине Северо-Бразильского хребта, глубина моря 1916 м). Группа других (скв. 662, 663, 664, 665, 666) приурочена к восточной части экваториальной зоны, где глубины моря значительно больше (от 3800 до 4700 м).

Разрез позднекайнозойских отложений в скв. 25 неполный (Bader, Gerard et al., 1970). В забое скважины вскрыты наннофораминиферовые илы верхнего миоцена (зона *Globorotalia plesiotumida*) и слои, переходные к плиоцену (*Globorotalia margaritae margaritae*). Они сменяются осадками с фораминиферами нижнего плиоцена (зона *Globorotalia margaritae evoluta*): *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). Однако большая часть плиоцена из разреза выпадает, поскольку выше несогласно располагаются четвертичные осадки (Blow, 1970), которые нередко содержат переотложенные виды фораминифер из всех зон плиоцена: *Globorotalia miocenica*, *G. pertenuis*, *G. exilis*, *G. pseudomiocenica*, *G. tosaensis*.

Четвертичные отложения в скв. 25 (мощность около 14 м) содержат богатый комплекс планктонных фораминифер, характерный для экваториального пояса. В нем обильны *Globorotalia menardii*, *G. cultrata*, *G. tumida*, *Neogloboquadrina dutertrei*, *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *G. conglobatus*, *G. ruber*, *Pulleniatina obliquiloculata*, *P. finalis*, *Sphaeroidinella dehiscens*, *Orbulina universa*. Часто встречаются *Globorotalia truncatulinoides*, *Globigerinella siphonifera* и *Globigerinina glutinata*. Обитатели умеренных вод, такие, как *Globorotalia scitula*, *G. inflata*, *Globigerina bulloides*, *G. calida* и *Neogloboquadrina pachyderma dex*, редки или единичны.

Представители группы *Globorotalia crassaformis* присутствуют во всех изученных образцах: *G. crassaformis crassaformis*, *G. crassaformis viola*, *G. crassaformis hessi* и *G. crassaformis ronda*.

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

Подзона *Globorotalia crassaformis viola* (вероятно, ее верхняя часть) выделена в обр. 25-2-2, 140–142 см. Привлекает внимание присутствие *Globorotalia triangula*, которая характерна для пограничных плиоцен-четвертичных слоев, особенно в низких широтах. Однако вывод, что эта форма – тропический экофенотип *Globorotalia inflata* (Weaver, Raymo, 1989), маловероятен, так как выше по разрезу встречается типичная *G. inflata*. Однако *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 тропических и умеренных видов в разных образцах колеблется. Например, происходит одновременное уменьшение количества *Pulleniatina obliquiloculata*, увеличение *Neogloboquadrina pachyderma dex* и появление единичных *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. Обычны *Globigerinoides tenellus* и *Globigerina rubescens*. Для комплекса этой под-

зоны в низких широтах характерно присутствие розовоокрашенных раковин *Globigerinoides ruber*, причем окрашенные формы фиксируются практически одновременно с появлением индекс-вида подзоны (Былинская, Головина, 1990). Однако в скв. 25 окраска начинается значительно выше появления *Globigerina calida calida*, причем она очень слабая и имеется у единичных раковин *Globigerinoides ruber*. Представители *Globorotalia crassaformis* (*G. crassaformis hessi* и *G. crassaformis ronda*) по-прежнему встречаются в комплексе. В этой подзоне установлены экземпляры *Sphaeroidinella dehiscentis excavata* (обр. 25-1-4, 60–63 см), но они единичны.

В предыдущих работах (Былинская, Головина, 1990) отмечалось, что *Globorotalia crassaformis ronda* заканчивает свое развитие в пределах подзоны *Globigerina calida calida* (около 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 скважине трудно. Поскольку небольшое переотложение раковин отмечается до самых верхних слоев, вопрос о верхней границе распространения *Globorotalia crassaformis ronda* в экваториальном поясе Атлантики остается открытым.

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 образце 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. В полосе последнего расположена скв. 664 (глубина моря 3806 м). 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, Sarnthein et al., 1989). Глубоководная циркуляция приводит к развитию оползневых блоков и прослоев турбидитов и к избирательному растворению 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 margaritae*, *G. tumida*, *G. miocenica*, *G. exilis*, *G. menardii*, *G. multicamerata*, *Globigerinoides conglobatus*, *G. ruber*, *G. sacculifer*, *G. extremus*, *G. fistulosus*, *Orbulina universa*, *Sphaeroidinella dehiscentis*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Pulleniatina obliquiloculata*, *P. praecursor*, *Neogloboquadrina humerosa*, *Globoquadrina altispira* и др. Однако совместно с ними, в том или ином количестве экземпляров, присутствуют виды субтропических и умеренных широт: *Globigerina bulloides*, *Globigerinita glutinata*, *G. quinqueloba*, *Globorotaloides hexagona*, *Globorotalia scitula*, *G. inflata*, *Neogloboquadrina pachyderma dex*, *N. pachyderma sin*. В целом по составу видов можно выделить зоны *Globorotalia margaritae margaritae*, *Globorotalia margaritae evoluta*, *Globorotalia miocenica* и *Globorotalia tosaensis*. Соотношение видов в комплексах очень изменчиво, биозоны 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 лет (Weaver, Raymo, 1989).

Среди четвертичных планктонных фораминифер авторы не определяли подвиды из группы *Globorotalia crassaformis*, а также *Globigerina calida calida*, *Globigerina bermudezi*, *G. fimbriata*. Осадки этого возраста с *Globorotalia truncatuli-*

noides и *G. ungulata* 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.

Интересны результаты сравнения экваториальных комплексов четвертичных планктонных фораминифер Атлантического и Тихого океанов. Отличительная черта последних из них (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 (группы *Globorotalia crassaformis*, *G. inflata*, *G. truncatulinoides*) редки или отсутствуют (Krasheninnikov, 1980). В результате падает стратиграфическая разрешаемость и четвертичные отложения подразделяются только на две части – подзону *Globorotalia truncatulinoides* s.str. и подзону *Globigerina calida calida* – *Sphaeroidinella dehiscens excavata* по терминологии У. Блоу (Blow, 1969).

## ТРОПИЧЕСКАЯ ЗОНА

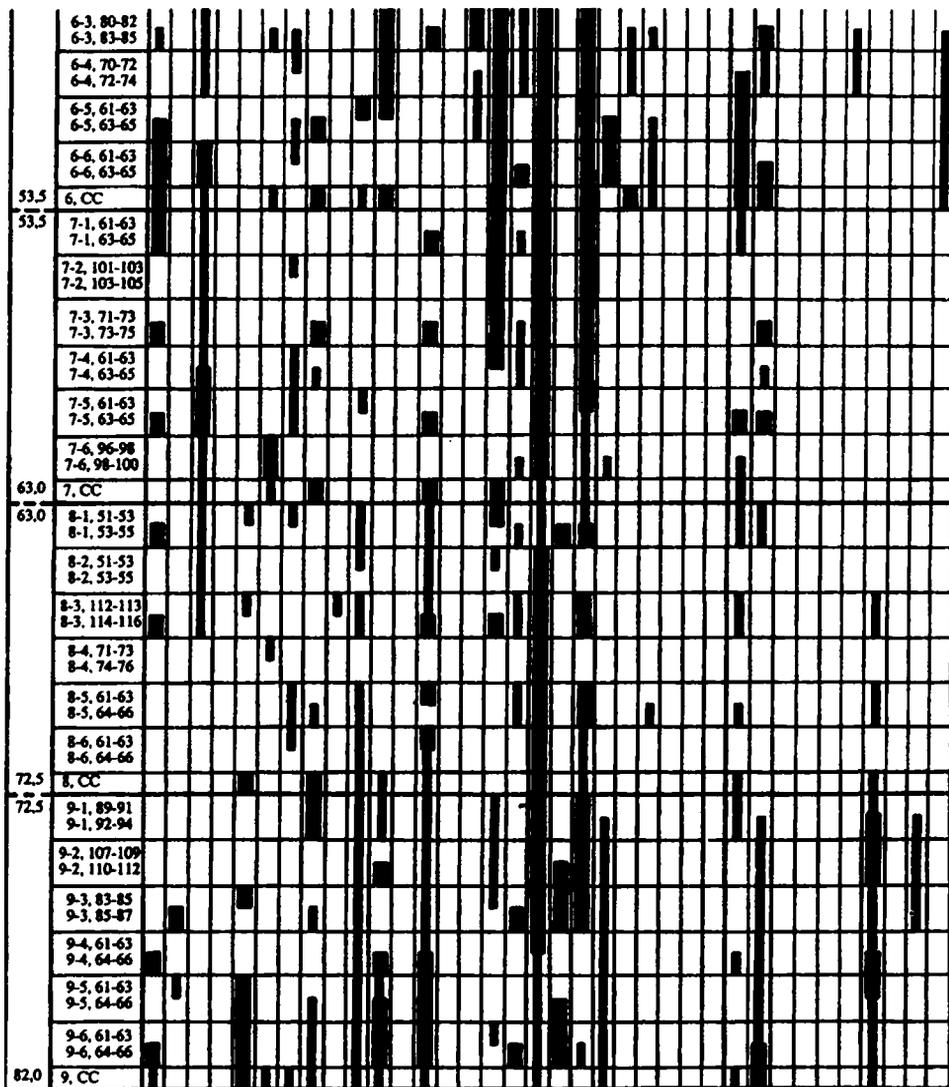
В тропической зоне Северной Атлантики плиоценовые и четвертичные отложения вскрыты значительным числом скважин. В фашии наннофораминиферовых илов они установлены на поднятии Сьерра-Леоне (скв. 366, 666–668, глубина моря от 2690 до 4516 м), поднятии о-вов Зеленого Мыса (скв. 368, глубина моря 3367 м), на континентальном склоне у побережья Сенегала и Мавритании (скв. 657–659, глубина моря от 2262 до 4221 м), а также на западном и восточном склонах Срединно-Атлантического хребта (скв. 395 и 396, глубина моря 4484 и 4450 м соответственно).

Наиболее типичны тропические комплексы планктонных фораминифер на поднятии Сьерра-Леоне. На поднятии о-вов Зеленого Мыса (скв. 368) уже ощущается влияние холодного Канарского течения, направленного на юго-запад вдоль побережья Африки. Севернее, у Канарских островов (скв. 369), это влияние еще более заметно. На континентальном склоне у побережья Сенегала и Мавритании тропическая микрофауна “разбавляется” холодноводными видами планктонных фораминифер в связи с мощным явлением апвеллинга – подъемом холодных глубинных вод (скв. 657–659). В этих скважинах тропические виды планктонных фораминифер (*Sphaeroidinella dehiscens*, *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, 396), где изучению микрофауны препятствуют турбидиты. Сочетание всех этих условий бионии и осадконакопления на склонах приводит к довольно пестрому набору конкретных палеоценозов планктонных фораминифер и по разрезу и в пространстве.

На поднятии Сьерра-Леоне (скв. 366) достоверный верхний миоцен заканчивается зоной *Globorotalia plesiotumida*. Комплекс фораминифер включает многочисленные *Globoquadrina altispira*, *G. dehiscens*, *Globorotalia plesiotumida*, *G. merotumida*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *S. subdehiscens*, *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, *G. obliquus*, *G. extremus* в сочетании с *Orbulina universa*, *Globigerina nepenthes*, *Globorotalia menardii*, *G. scitula*, *Neogloboquadrina dutertrei*; в кровле зоны появляются *Globorotalia pseudomiocena* и *Candeina nitida*.





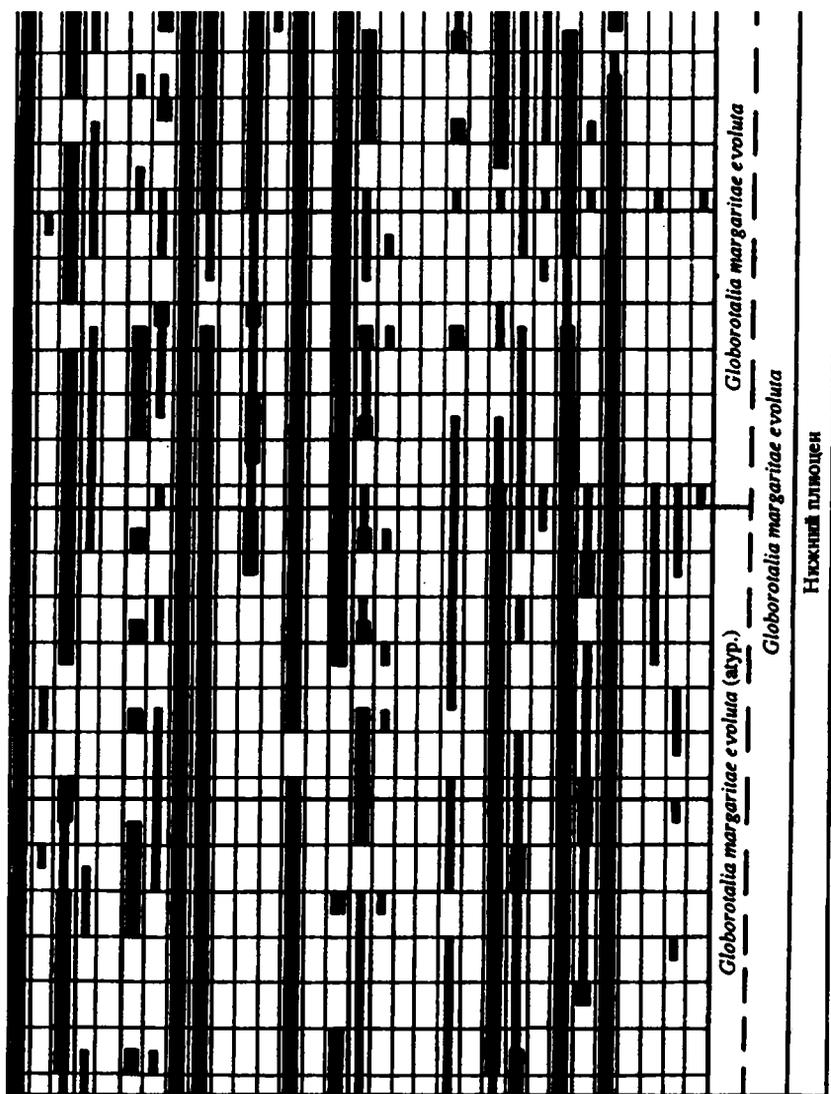


2. Типичный комплекс тропических видов планктонных фораминифер состоит из многочисленных *Globorotalia* (*cultrata*, *menardii*, *crassaformis*, *exilis*, *pertenuis*, *miocenica*, *margaritae*, *multicamerata*, *tumida*), *Globigerinoides* (*conglobatus*, *ruber*, *sacculifer*), *Sphaeroidinella dehiscens*, *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 dehiscens* и др.) в комплексах не отличается постоянством, что свидетельствует о нестабильности биономических условий.

Рассматриваемые три зоны по планктонным фораминиферам четко прослеживаются и в других разрезах плиоценовых осадков тропической зоны Северной Атлантики (скв. 368, 369, 395, 396).

В скв. 366 четвертичные наннофораминиферовые илы (мощностью 25 м) содержат комплекс тропических планктонных фораминифер, основные компоненты



которого переходят из плиоцена: *Globorotalia* (*cultrata*, *menardii*, *crassaformis*, *tumida*, *hirsuta*), *Globigerinoides* (*conglobatus*, *ruber*, *trilobus*, *sacculifer*, *tenellus*), *Neogloboquadrina dutertrei*, *Orbulina universa*, *Candeina nitida*, *Sphaeroidinella dehiscens*, *Pulleniatina obliquiloculata*, *Globigerinella siphonifera*. К новым, стратиграфически важным таксонам относятся *Globorotalia truncatulinoides*, *G. ungulata*, *G. fimbriata*, *Globigerina calida*, *G. rubescens*, *G. (Beella) digitata*, представленные в табл. 2.

В четвертичных отложениях скв. 366 в составе зоны *Globorotalia truncatulinoides* различаются три подзоны: *Globorotalia crassaformis viola*, где эта форма сосуществует с *G. truncatulinoides*; *Globorotalia crassaformis hessi*, 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 о-вов Зеленого Мыса, где горизонт самого сильного растворения приурочен к палеомагнитному эпизоду Хамиль (Былинская, Головина, 1990); *Globigerina calida calida*, где появляется этот



			<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>	
			<i>Globigerinita glutinata</i>	
			<i>Globigerinita uvula</i>	<i>Globigerinitoides</i>
			<i>bollii</i>	
			<i>conglobatus</i>	
			<i>obliquus obliquus</i>	
			<i>obliquus cf. extremus</i>	
			<i>ruber ruber (pink)</i>	
			<i>ruber ruber (white)</i>	
			<i>elongatus</i>	
			<i>tenellus</i>	
			<i>trilobus trilobus</i>	
			<i>trilobus aff. fistulosus</i>	
			<i>trilobus sacculifer</i>	Другие таксоны
			<i>Globorotaloides hexagonus</i>	
			<i>Turborotalita humilis</i>	
			<i>Hastigerina pelagica</i>	
			<i>Globigerinella siphonifera</i>	
			<i>Orbulina universa</i>	
			<i>Candeiina nitida</i>	
			<i>Sphaeroidinella dehiscentes</i>	
			<i>Pulleniatina obliquiloculata</i>	
			<i>Pulleniatina primalis</i>	
			<i>Pulleniatina praecursor</i>	
<i>Globorotalia crassa cf. viola</i>	<i>Globorotalia crassaformis hessi</i>	<i>Globierina calida calida</i>	Подзона	
<i>Globorotalia truncatulinoides</i>			Зона	
Плейстоцен			Возраст	





дение в сочетании с холодным Канарским течением приводит к тому, что среди тропических видов фораминифер заметно возрастает процент субтропических и умеренных видов: *Globorotalia inflata*, *G. scitula*, *G. truncatulinoides*, *Globigerina bulboides*, *G. quinqueloba*, *Globigerinita glutinata*, *Neogloboquadrina pachyderma* (табл. 3).

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

## ЮЖНАЯ ЧАСТЬ СУБТРОПИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

Большой интерес представляет изменение ассоциаций планктонных фораминифер на границе тропической и субтропической зон. К северу от современного северного тропика пробурены скв. 369 и 397. Первая расположена на континентальном склоне у побережья Мавритании (глубина моря 1760 м), вторая – значительно ниже по склону (глубина моря 2900 м). Скважина 369 вскрыла 42 м плиоцен-четвертичных глинистых наннофораминиферовых илов, причем плиоцен и квартал отделены перерывом (Lancelot, Seibold et al., 1978). Осадки раннеплиоценовой зоны *Globorotalia margaritae evoluta* здесь перекрыты илами позднечетвертичной подзоны *Globigerina calida calida* (Krasheninnikov, Pflaumann, 1978; Pflaumann, Krasheninnikov, 1978).

В скв. 397 толща плиоцен-четвертичных отложений гораздо более мощная – около 400 м. Мощность четвертичных осадков достигает 146 м, плиоценовых – более 250 м. Осадки представлены глинистыми наннофораминиферовыми и кремнистыми наннопланктонными илами, формировавшимися в условиях высокой биологической продуктивности, приноса тонкого (глинистого) терригенного материала и хорошей аэрации придонных вод (Rad von, Ryan et al., 1979). В толще отложений наблюдаются оползневые блоки, перемещение осадочного материала в связи со склоновыми процессами, признаки подводной эрозии. Эти особенности наиболее типичны для среднего и верхнего миоцена (Salvatorini, Cita, 1979), в плиоцене и квартале они выражены менее ярко. Интенсивный гидродинамический режим формирования осадков определялся сочетанием влияния холодного Канарского течения и апвеллинга глубинных вод. В плиоцен-четвертичное время к ним добавились климатические колебания общего порядка. Подобная сложная и нестабильная биомическая обстановка оказала существенное влияние на комплексы планктонных фораминифер. С их помощью достигается зональное расчленение осадков, но границы между зонами остаются нечеткими.

В разрезе скв. 397 выделяются следующие зональные единицы плиоцена и квартала:

нерасчлененные зоны *Globorotalia margaritae margaritae* и *Globorotalia margaritae evoluta* (интервал от обр. 397-45-5, 32–36 см до обр. 397-29-1, 50 см);

зона *Globorotalia miocenica* (интервал от обр. 397-28, СС до обр. 397-18-1, 50–54 см);

зона *Globorotalia tosaensis* (интервал от обр. 397-17, СС до обр. 397-15-5, 64–68 см);

подзона *Globorotalia crassaformis viola* (интервал от обр. 397-15-3, 68–70 см до обр. 397-12-1, 59–63 см);

подзона *Globigerina calida calida* (интервал от обр. 397-11-4, 72–76 см до кернов 2 или 1);

подзона *Globorotalia fimbriata* установлена в самом верхнем образце 397-1-1, 20–23 см, где встречена зональная форма.

Подзона *Globorotalia crassaformis hessi* практически отсутствует, очевидно, в связи с перерывом осадконакопления, а подзона *Globigerina betmudezi* не определена из-за перемешивания мягких илов тяжелой колонной буровых труб (по этой причине *Globorotalia crassaformis hessi*, исчезающая в подошве подзоны *Globigerina betmudezi*, прослежена до самой верхней части разреза).

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. tumida*, *G. pseudomiocenica*, *G. pertenuis*, *G. exilis*, *G. cultrata*, *G. multicamerata*, *Globigerinoides sacculifer*, *G. trilobus*, *G. conglobatus*, *Globigerina nepenthes*, *Hastigerina siphonifera*, *Orbulina universa*, *Sphaeroidinella dehiscens*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globoquadrina altispira*, *G. dehiscens*. Однако некоторые из них (*Globorotalia tumida*, *G. miocenica*, *G. exilis*, *Sphaeroidinella dehiscens*, *Pulleniatina obliquiloculata*) встречаются спорадически. Заметно возрастает роль субтропических видов: *Globorotalia crassaformis*, *G. margaritae*, *G. hirsuta*, *G. puncticulata*, *G. inflata*, *G. truncatulinoidea*, *Globigerinoides ruber*, *G. elongatus*, *G. extremus*. Появляются 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 Мавритании. Биозоны целого ряда видов планктонных фораминифер здесь особенно нестабильны, подчиняясь влиянию как общей климатической зональности, так и местных биономических факторов.

## ВЫВОДЫ

Изучение комплексов планктонных фораминифер из плиоценовых и четвертичных отложений тепловодной области Северной Атлантики (от экватора до 27° с.ш.) позволяет сделать следующие выводы.

1. Ассоциации планктонных фораминифер экваториальной и тропической зон очень близки и включают многочисленные виды *Globorotalia*, *Globigerinoides*, *Orbulina*, *Sphaeroidinella*, *Sphaeroidinellopsis*, *Candeina*, *Pulleniatina*, *Globoquadrina*, *Hastigerina*. Экваториальная зона отличается почти полным отсутствием некоторых относительно холодноводных видов (*Globigerina quinqueloba*, *Neogloboquadrina pachyderma dex*). Граница тропической и субтропической зон отмечена заметным возрастанием субтропических видов (*Globorotalia inflata*, *G. truncatulinoidea*, *Globigerina bulloides* и др.).

2. В пределах изученной тепловодной области Северной Атлантики для расчленения плиоценовых и четвертичных отложений возможно использование единой зональной шкалы. Она включает зоны *Globorotalia margaritae margaritae* (переходные слои от миоцена к плиоцену), *Globorotalia margaritae evoluta*, *Globorotalia miocenica*, *Globorotalia tosaensis*, *Globorotalia truncatulinoidea*. Последняя зона (квартер) подразделяется на подзоны *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*, *Globigerina bermudezi*, *Globorotalia fimbriata*.

3. Биономическая обстановка в тепловодной области Северной Атлантики осложняется наличием холодных Канарского и Бенгельского течений, а также апвеллинга вдоль континентального склона Западной Африки. Нередки примеры избирательного растворения раковин фораминифер и их переотложения донными течениями.

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 (*datum planes*) 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 миграцию субтропических и умеренных видов планктонных фораминифер через экваториально-тропическую область.

## ЛИТЕРАТУРА

- Былинская М.Е., Головина Л.А.* Стратиграфия четвертичных отложений тропической Атлантики по фораминиферам и наннопланктону // Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода. 1990. Вып. 59. С. 117–128.
- Крашенинников В.А.* Значение океанических отложений для разработки стратиграфической шкалы мезозоя и кайнозоя (Тихий и Атлантический океаны) // Вопр. микропалеонтологии. 1978. Вып. 21. С. 42–161.
- Крашенинников В.А.* Планктонные фораминиферы // Стратиграфия СССР: Четвертичная система. М.: Недра, 1982. Полутом 1. С. 173–184.
- Крашенинников В.А., Былинская М.Е.* Планктонные фораминиферы и стратиграфия плиоцен-четвертичных отложений Северной Атлантики // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2, № 6. С. 128–139.
- Bader R.G., Gerard R.D.* et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print. off., 1970. Vol. 4. 753 p.
- Blow W.H.* Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy // Proc. I Intern. conf. on plankton and microfossils. Geneva, 1969. P. 199–421.
- Blow W.H.* Deep Sea Drilling Project, Leg 4 foraminifera from selected samples // Bader R.G., Gerard R.D., et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 1970. Vol. 4. P. 383–400.
- Blow W.H.* The Cainozoic Globigerinida: 3 vol. Brill, 1979. 1412 p.
- Bolli H.M.* Planktonic foraminifera from the Oligocene–Miocene Cipero and Lengua formations of Trinidad. B.W.I. // US Nat. Museum Bull. 1957. Vol. 215. P. 97–123.
- Bolli H.M.* Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera // Boll. Inform. Assoc. Venez. Geol. Miner. Petrol. 1966. Vol. 9, N 1. P. 1–25.
- Bolli H.M.* The foraminifera of Sites 23–31, Leg 4 // Bader R.G., Gerard R.D. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 1970. Vol. 4. P. 577–643.
- Bolli H.M., Premoli Silva I.* Oligocene to Recent planktonic foraminifera and stratigraphy of the Leg 15 Sites in the Caribbean Sea // Edgar T.N., Saunders J.B. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 1973. Vol. 15. P. 475–497.
- Bolli H.M., Saunders J.B.* Oligocene to Holocene lowlatitude planktic foraminifera // Plankton stratigraphy. Cambridge: Univ. press, 1985. P. 155–262.
- Cita M.B., Colombo M.R.* Late Neogene paleoenvironment: Quantitative micropaleontology // Rad U. von, Ryan W.B.F. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 1979. Vol. 47, pt 1. P. 391–417.
- Iaccarino S.* Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera // Plankton stratigraphy. Cambridge: Univ. press, 1985. P. 283–314.
- Kennett J.P., Srinivasan M.S.* Neogene planktonic foraminifera. Cambridge: Hutchinson Ross, 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 // Melson W.G., Rabinowitz P.D. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 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 // Dmitriev L., Heirtzler J. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 1978b. Vol. 46. P. 409–413.
- Krasheninnikov V.A.* Planktonic foraminiferal biostratigraphy of Pliocene and Quaternary deposits of the East Pacific Rise and the Galapagos spreading center, Deep Sea Drilling Project Leg 54 // Rosendahl B.R., Hekinian R. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 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 Deep Sea Drilling Project // Lancelot Y., Seibold E. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 1978. Vol. 41. P. 613–657.

Lamb J.L., Beard J.H. Late Neogene planktonic foraminifers in the Caribbean, Gulf of Mexico, and Italian stratotypes // Univ. Kans. Paleontol. Contrib. 1972. Art. 59. P. 1–103.

Lancelot Y., Seibold E. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 1978. Vol. 41. 1259 p.

Pflaumann U., Krashennikov V.A. Quaternary stratigraphy and planktonic foraminifers of the Eastern Atlantic, DSDP Leg 41 // Lancelot Y., Seibold E. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 1978. Vol. 41, suppl. P. 883–912.

Rad U. von, Ryan W.B.F. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 1979. Vol. 47, pt 1. 835 p.

Ruddiman W., Sarnthein M. et al. Proceeding Ocean Drilling Program, Scientific Results. College Station (Tex.), 1989. Vol. 108. 519 p.

Salvatorini G., Cita M.B. Miocene foraminiferal stratigraphy, DSDP Site 397 (Cape Bojador, North Atlantic) // Rad U. von, Ryan W.B.F. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Wash. (D.C.): US gov. print off., 1979. Vol. 47, pt 1. P. 317–373.

Weaver P.P.E., Raymo M.E. Late Miocene to Holocene planktonic foraminifers from the Equatorial Atlantic, Leg 108 // Ruddiman W., Sarnthein M. et al. Proc. Proceeding Ocean Drilling Program, Scientific Results. College Station (Tex.), 1989. Vol. 108. P. 71–91.

Zobel B. Biostratigraphische Untersuchungen an Sedimenten des indisch-pakistanischen Kontinentalrandes (Arabisches Meer) // Meteor Forschungs. C. 1973. Bd. 12. S. 9–73.

## ABSTRACT

The available data on Pliocene-Quaternary planktonic foraminifers from different sites of Legs 4, 41, 45, 46, and 47 DSDP were analyzed. Foraminifer assemblages from equatorial, tropical, and southern subtropical belts were distinguished and compared. In these regions, the single zonal biostratigraphic scheme of H. Bolli (1985) was used. It includes the zones *Globorotalia margaritae margaritae*, *Globorotalia margaritae evoluta*, *Globorotalia miocenica*, *Globorotalia tosaensis*, *Globorotalia truncatulinoides*. The latter includes the subzones *Globorotalia crassaformis viola*, *Globorotalia crassaformis hessi*, *Globigerina calida calida*, *Globigerina bermudezi*, *Globorotalia fimbriata*. Paleoenvironments of the studied regions were strongly complicated by cold currents and upwelling near the eastern continental margin, which resulted in the formation of strongly variable taxonomic composition of foram assemblages. Frequently the evolutionary datum planes were replaced by local levels of the foraminifer appearance and disappearance. The stratigraphic ranges of species are often interrupted, and this demands the consideration of the total taxonomic composition of an assemblage in order to distinguish correctly biostratigraphic zones.