

На правах рукописи



Ольшанецкий Дмитрий Михайлович

**ГЛУБОКОВОДНЫЕ БЕНТОСНЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ ПАЛЕОЦЕНА И
ЭОЦЕНА СЕВЕРНОЙ ПАЦИФИКИ (ПАЛЕОНТОЛОГИЯ,
БИОСТРАТИГРАФИЯ И ПАЛЕООКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ
РЕКОНСТРУКЦИИ)**

Специальность 25.00.02
палеонтология и стратиграфия

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук

Москва 2012

Работа выполнена в Лаборатории биостратиграфии и палеогеографии
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Геологического института Российской Академии Наук

научный руководитель:

кандидат геолого-минералогических наук
Владимир Наумович Беньямовский

официальные оппоненты:

Л.Ф. Копаевич
доктор геолого-минералогических наук
Геологический факультет Московского государственного университета

Е.Ю. Закревская
доктор геолого-минералогических наук
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Государственный геологический музей им. В.И.Вернадского
Российской Академии Наук

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт океанологии Российской Академии Наук им. П.П.Ширшова

Защита состоится 12 декабря 2012 Г. в 14.30 в конференц-зале ГИН РАН

С диссертацией можно ознакомиться в Отделении геологической литературы
Библиотеки по естественным наукам РАН (Старомонетный пер., д.35)

Автореферат разослан ____ ноября 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор геолого-минералогических наук
М.П. Долуденко



Актуальность работы

Актуальность настоящей работы обусловлена необходимостью активизации изучения глубоководных бентосных фораминифер (ГБФ) из нижнепалеогеновых (палеоцен-эоценовых) отложений Тихого и других океанов и глубоководных внутриконтинентальных морей, поскольку они до последнего времени оставались исследованы в несравненно меньшей степени, чем планктонные фораминиферы. ГБФ в массовом количестве постоянно присутствуют в палеогеновых отложениях Северной Пацифики, являясь породообразующими. Тщательное изучение и палеонтологическое описание, а также фотографирование в сканирующем электронном микроскопе нижнепалеогеновых ГБФ, чрезвычайно важно для унификации понимания их таксономии. Несмотря на их широкое, обычно, массовое распространение в рассматриваемых отложениях, ГБФ практически не использовались для биостратиграфических построений. Кроме того, остается еще много вопросов, касающихся их использования в качестве инструмента палеоокеанологических реконструкций. В связи с этим были проведены специальные исследования по видовому определению ГБФ и выявлению стратиграфического положения их комплексов в батиналь-абиссальных нижнепалеогеновых отложениях, вскрытых рядом скважин по Проектам глубоководного и океанского бурения (DSDP и ODP) на подводных поднятиях Обручева, Шатского и Хесса в Северной Пацифике и плато Кэмпбелл в Южной Пацифике.

Цель и задачи работы

Целью данной работы являлось создание биостратиграфической схемы палеоцена и эоцена Северной Пацифики по ГБФ, исследование трендов и особенностей развития комплексов ГБФ в палеоцене, раннем, среднем и позднем эоцене, являющихся отражением хода эволюции глубоководной палеоокеанологической экосистемы раннего палеогена значительной части Тихого океана.

Для достижения поставленной цели нужно было решить следующие задачи:

1. Определить таксономический состав ГБФ из разрезов скважин, пробуренных в соответствии с программами Проектов глубоководного и океанского бурения в северной и южной частях Тихого океана, расположенных вдоль субмеридионального трансекта от поднятия Обручева на севере до плато Кэмпбелл на юге.

2. Дать краткое описание зональных и характерных видов, а саму работу сопроводить фототаблицами.

3. Выделить комплексы ГБФ и на основе их последовательной смены установить зональные подразделения в палеоцен-эоценовых глубоководных отложениях северной части Тихого океана.

4. Обосновать возраст биостратонов, выделенных по ГБФ, привязав их к зональному расчленению по планктонным фораминиферам и нанопланктону.

5. Провести корреляцию разрезов изученных опорных скважин глубоководного бурения с использованием разработанной зональной схемы по ГБФ.

6. Связать последовательность смены комплексов ГБФ и биостратиграфические построения по ним как с филогенией стратиграфически важных родов, так и с этапностью развития ГБФ, а также с глобальными и субглобальными палеоокеанологическими перестройками.

7. Охарактеризовать и детально проследить особенности массового вымирания ГБФ на критическом для них палеоцен-эоценовом рубеже. Проследить развитие комплексов ГБФ в палеоценовой и эоценовой стадиях океанологической среды и биоты.

Материал

Основой для настоящей работы послужил материал из серии скважин Проектов глубоководного и океанского бурения на подводных поднятиях Обручева, Шатского и Хесса Северной Пацифики. Полученные материалы по ГБФ Северной Пацифики были сопоставлены с данными по их распределению в скважине 277 Южной Пацифики (плато Кэмпбелл). Палеоглубины всех скважин Северной Пацифики в палеогене были примерно одинаковы (около 2 км) и оцениваются как переходные от нижней батиали к верхней абиссали. Исследовано более 200 образцов.

Научная новизна

1. Впервые для Северной Пацифики были намечены зональные и внутризональные комплексы ГБФ и произведена их привязка к зонам по планктонным фораминиферам и нанопланктону.

2. На основании выделенных комплексов впервые разработана схема зонального деления палеоцен-эоценовых отложений Северной и Южной Пацифики по ГБФ. Она включает шесть зон, нижняя из которых подразделена на две подзоны. Таким образом, впервые предложена достаточно дробная шкала нижнего палеогена Тихого океана.

3. На основе предложенного биостратиграфического деления по ГБФ впервые проведена корреляция изученных опорных скважин глубоководного бурения как в Северной, так и в Южной Пацифике. Поскольку предлагаемая зональная схема имеет хорошую привязку к шкале по планктонным фораминиферам, а последняя имеет выход на временную шкалу, становится возможным определить временные объёмы перерывов в изученных разрезах, возраст биособытий, а также этапов и подэтапов развития ГБФ.

4. Для ГБФ сделана попытка увязать выявленные биостратиграфические подразделения с изменениями окружающей среды и необратимыми эволюционными изменениями группы в процессе филогенетического развития стратиграфически важных родов бентосных фораминифер: *Bulimina*, *Stilostomella*, *Pleurostomella*, *Anomalinoidea*, *Cibicidoides* и *Uvigerina*. Кроме эволюционной составляющей, в намеченных биостратиграфических подразделениях нашли отражение этапы и подэтапы развития ГБФ раннего палеогена Тихого океана, а также глобальные и субглобальные палеоокеанологические перестройки.

5. Детально на конкретных батиналь-абиссальных разрезах Тихого океана проанализирован биотический кризис ГБФ на границе палеоцена и эоцена, который выразился в их глобальном массовом вымирании, принимаемым за критерий проведения нижней границы эоцена. Полученные данные значительно дополняют широко проводящиеся в настоящее время мировым палеогеновым сообществом комплексные исследования по этой тематике.

6. Использование ГБФ как маркеров изменений палеообстановок и водных масс позволило существенно дополнить сведения по изучению раннепалеогеновой истории Северной Пацифики.

Основные защищаемые положения

1. На тихоокеанском материале разработана новая зональная схема расчленения нижнепалеогеновых отложений по ГБФ. Она включает шесть зон: 1) *Stensioeina beccariiiformis* (DBF1) – палеоцен, 2) *Bulimina semicostata*-

Abyssamina roagi (DBF2) – нижняя часть нижнего эоцена, 3) *Cibicidoides havanensis-Uvigerina chirana* (DBF3) – верхняя часть нижнего эоцена, 4) *Uvigerina elongata* (DBF4) нижняя часть среднего эоцена, 5) *Anomalinoides semicribatus-Stilostomella subspinosa* (DBF5) – средний и начало верхнего эоцена, 6) *Plectofrondicularia lirata-Bulimina glomarchaelengeri* (DBF6), соответствующая верхнему эоцену. Палеоценовая зона *Stensioeina beccariiiformis* (DBF1) подразделена на две подзоны: нижняя подзона *Bulimina velascoensis* (DBF1a) и верхняя подзона *Bulimina bradburyi* (DBF1b). Возраст выделенных зон определен путем привязки их к зонам по планктонным фораминиферам и по нанопланктону. Предлагаемые зоны получили буквенно-цифровую индексацию, в которой «DBF» обозначают «зоны по глубоководным бентосным фораминиферам», а цифры – их последовательность.

2. В основе выдержанности и прослеживаемости зон лежит этапность развития комплексов фораминифер. Граница между палеоценовой и нижнеэоценовой зонами отвечает драматической перестройке комплексов ГБФ в это время. Данный рубеж характеризуется исчезновением подавляющего числа палеоценовых видов, представленных в основном ещё меловыми реликтами. Граница между зонами раннего эоцена *Abyssamina roagi-Bulimina semicostata* и *Cibicidoides havanensis-Uvigerina chirana* (DBF3) отвечает началу развития рода *Uvigerina* – заметной ступени в развитии фауны бентосных фораминифер океанов и морских бассейнов на континентах и началу нового эоценового подэтапа развития фауны ГБФ.

3. Этапность развития фораминифер связана с масштабными палеоокеанологическими перестройками. Особенно наглядно это проявляется на границе палеоцена и эоцена, когда произошло глобальное массовое вымирание ГБФ, отчетливо фиксируемое в разрезах всех изученных скважин. Одной из наиболее вероятных причин этого события явилось резкое повышение температуры придонной воды.

Верхняя граница верхнеэоценовой зоны *Plectofrondicularia lirata - Bulimina glomarchaelengeri* (DBF6) отмечена исчезновением *Nuttalides truempyi*, наиболее характерного вида-доминанта палеоценовых и эоценовых сообществ и сильным сближением видовых составов комплексов Северной и Южной Пацифики, что возможно было вызвано началом глобального похолодания в олигоцене, и первыми признаками появления зарождающейся психросферы с единым гидрологическим режимом придонных вод в это время.

4. Также установлено, что биособытия, используемые для определения границ предложенных зон, отражают последовательность филогенезов стратиграфически важных родов, таких как *Bulimina*, *Stilostomella*, *Pleurostomella*, *Anomalinoidea*, *Cibicidoides* и *Uvigerina*. Установлено, что большинство этих биособытий являются глобальными стратиграфическими маркерами и кроме того, что они могут быть использованы как корреляционные уровни для разрезов не только Северной, но и Южной Пацифики.

5. Проведена ревизия трех наиболее значимых видов *Stensioeina beccariiformis* (White, 1928), *Uvigerina chirana* (Cushman and Stone, 1947) и *U. Elongata* (Cole, 1927). В отечественной палеонтолого-стратиграфической литературе данные виды описываются с ошибочными наименованиями *Stensioeina caucasica* (Subbotina, 1953), *Uvigerina hispida* (Schwager, 1866) и *U. Proboscidea* (Schwager, 1866) соответственно.

Практическая ценность работы

1. Поскольку большинство из рассматриваемых в работе видов являются космополитными, результаты палеонтологической части работы (комментарии для таксономического диагностирования и ревизия трех стратиграфически важных и широко распространенных видов, 6 фототаблиц 50-ти зональных, характерных и доминантных видов) могут быть использованы микропалеонтологами-биостратиграфами для практической работы по определению родов и видов ГБФ не только Тихого океана, но и других океанических и морских пространств (в том числе Дальневосточных и Перитетических морей России). Они способствуют унификации понимания одних и тех же морфотипов и единообразия понимания родовых и видовых таксонов ГБФ.

2. Предложенная биостратиграфическая схема может быть использована для расчленения и корреляции разрезов севера Тихого океана, а также служить стратиграфическим ориентиром для других океанов и обрамляющих морей, поскольку построена на основе филогенезов стратиграфически важных родов, и отражает глобальные и субглобальные события, имевшие место в Мировом океане.

3. Намеченные этапы и подэтапы развития ГБФ и их фазы – биотические события, также определяют границы и содержание предложенных биостратонов Северной Пацифики. В целом они детализируют наше понимание

филогенезов стратиграфически важных родов и истории развития сообществ ГБФ.

4. Результаты анализа особенностей массового вымирания ГБФ на рубеже палеоцена и эоцена, полученные в ходе исследований их комплексов в серии разрезов Северной и Южной Пацифике, вносит существенные дополнения в изучение данной проблемы, которая последние два десятилетия находится в центре внимания специалистов.

Публикации и апробация результатов

По теме работы опубликовано 13 работ, в том числе 4 статьи в изданиях по перечню ВАК. Кроме того еще одна работа находится в печати.

Материалы диссертации докладывались на Международных совещаниях в Португалии, 1998, в Швеции, 1999; на конференциях – в Москве (Палеострат-2006, Палеострат-2012; в Сыктывкаре (15-я научной конференции Института Коми АН УрО РАН, 2006); в Санкт-Петербурге (LIV, LVII, LVIII сессии Палеонтологического общества, 2008, 2011, 2012); в Саратове (Меловая система России и ближнего зарубежья, 2006); в Новосибирске (XIV Всероссийское Микрпалеонтологическое совещание, 2008); а также на коллоквиумах Отдела стратиграфии ГИН РАН (2006, 2012) и заседаниях Кафедры Палеонтологии МГУ (2011) и Палеогеновой комиссии МСК (2012).

Объем и структура работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы, включающего 33 наименования на русском языке и 111 иностранных работ. Общий объем 147 страниц. В палеонтологической части даны 6 фототаблиц и приведены объяснения к ним.

Автор глубоко благодарен И.А. Басову и Н.А. Богданову, которые инициировали данную работу и под чьим руководством она была начата. Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю В.Н. Беньямовскому за постоянное внимание и всестороннюю помощь. Автор благодарен заведующей лабораторией Биостратиграфии и Палеогеографии океанов В.С. Вишневской за постоянный интерес к проводимым исследованиям и поддержку, а также сотрудникам ГИН РАН А.Ю. Гладенкову, Т.Н. Палечек и Т.В. Орешкиной за ценные замечания при обсуждении работы. Автор

благодарен коллегам, с которыми связаны совместные работы – А.В. Соловьеву и А.И. Хисамудиновой, а также В.Л. Злобину, Н.В. Горьковой и А.В. Кравцеву за помощь в фотографировании фораминифер. Особенная благодарность Ю.А. Зарайской за помощь при подготовке этой работы.

Глава I. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ

1. Общая характеристика палеонтологического материала.

В процессе работы были изучены материалы из глубоководных скважин, пробуренных по Проектам глубоководного и океанского бурения (DSDP и ODP) в Северной Пацифике: скважина 883 (51°11.908' с.ш., 167°46.128' в.д.) на поднятии Обручева; скважины 577а (51°11.908' с.ш., 167°46.128' в.д.) и 305 (32°00,13' с.ш., 157 °51,00' в.д.) на поднятие Шатского; скв. 465 (33°49,23' с.ш., 178°55,14' в.д.) на поднятие Хесса. Кроме того для сравнения были изучены образцы из нижнепалеогеновых отложений Южной Пацифики, из скважины 277 (52°13.43' ю.ш., 166°11.48' в.д.) плато Кэмпбелл (рис. 1).

Палеоглубины изученных в Северной и Южной Пацифике скважин оцениваются как переходные от батиаля к абиссали. Нижнепалеогеновые отложения представлены преимущественно монотонной толщей писчего мела, мощностью от нескольких десятков до первых сотен метров. Обработано более 200 образцов, отобранных с интервалом от нескольких до первых десятков метров.

Дополнительно использованы опубликованные материалы по ГБФ в скважинах Центральной Пацифики (Nomura, Takata, 2004; Takedo, Kaiho, 2007) и данные по наземным разрезам батиальных отложений палеоцен-эоценового рубежа в Новой Зеландии (Kaiho et al., 1996; Morgans et al., 2009), а также по бентосным фораминиферам Атлантического океана (Tjalsma, Lohman, 1983), в том числе Бискайского залива (Schnitker, 1979), Центральной (Bignot, 1998), и Юго-Западной (Decima, Bolli 1978) частей Атлантического океана.

2. Методика исследований.

Образцы стандартного объема (2см³) отмывались водой через сито с диаметром ячеек 62 мкм. Затем отмытые порошки с фораминиферами разделялись на фракции с помощью сит с ячейками в 63, 125 и 250 мкм. Тем самым достигался полный просмотр и подготовка для анализа

фораминиферовых проб. Отбор и определение раковин производилось под бинокулярным микроскопом МБС-10 и Meiji Techno EMT-5.

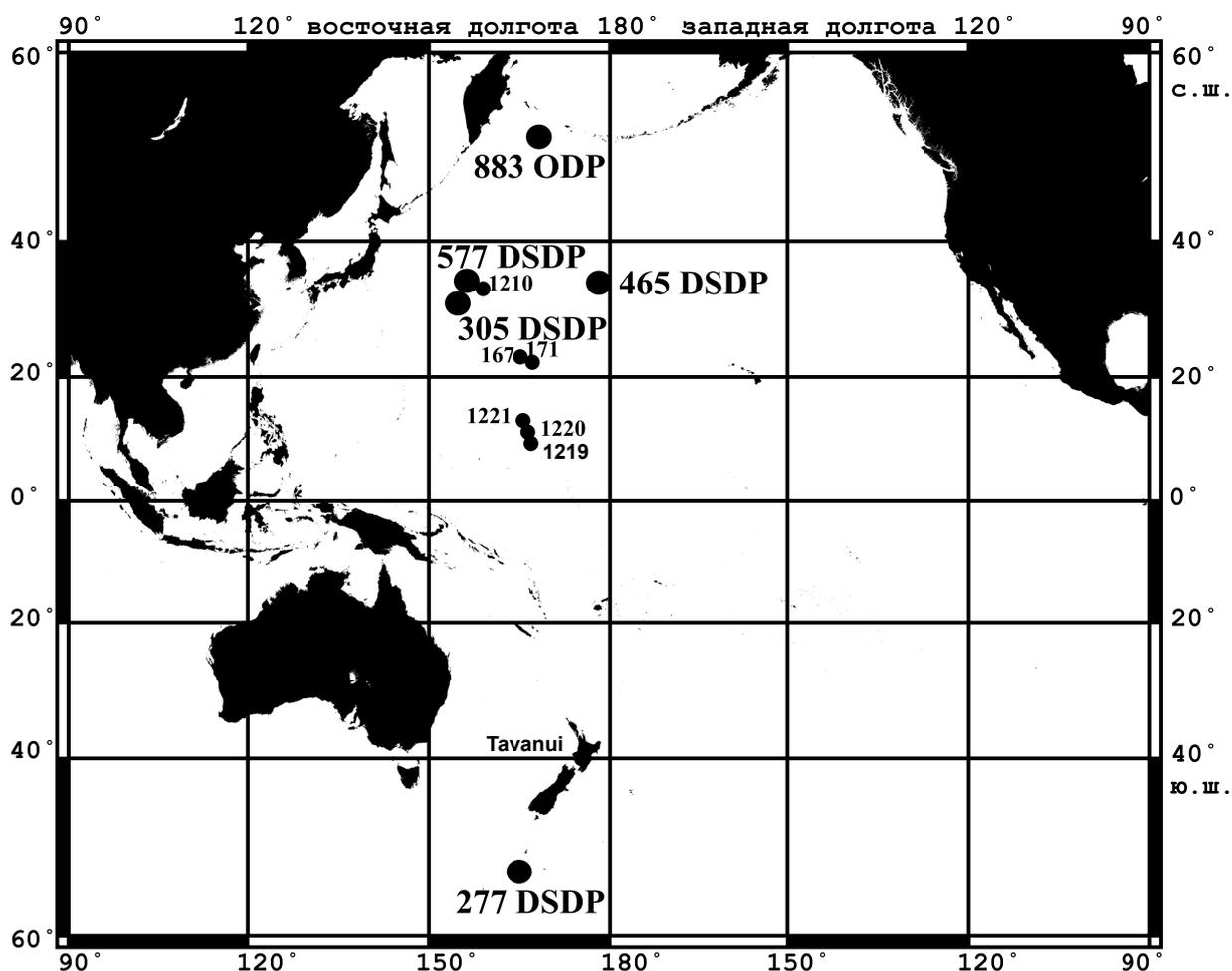


Рис. 1. Расположение изученных скважин (крупные кружки) и использованных по литературным данным (мелкие кружки) и наземного разреза Tavanui в Новой Зеландии.

Для уточнения определений и более углубленного изучения морфологии раковин, а также для подготовки иллюстрирующих палеонтологический материал фототаблиц, было произведено фотографирование раковин фораминифер под сканирующим микроскопом в Палеонтологическом и Геологическом институтах, а также с помощью цифровой камеры в оптическом микроскопе Meiji Techno MT9000 с последующей обработкой на компьютере для получения объёмного изображения. Для каждого образца использовался валовый подсчет содержания раковин бентосных фораминифер на стандартный объем, а также относительное содержание для каждого определенного вида в образце (единичные экземпляры, обычный, доминантный).

Для определения возраста установленных зональных подразделений по ГБФ был применен традиционный прием: данные по бентосным фораминиферам, полученные в настоящем исследовании, были привязаны к зональным шкалам по планктонным фораминиферам и по нанопланктону. Это стало возможным потому, что планктон присутствует практически в каждой пробе совместно с бентосными фораминиферами все данные по планктонным группам в изученных скважинах опубликованы.

При определении нижних границ зональных подразделений, а также таксономического состава зональных комплексов была применена комплексная методика с использованием современных традиционных методов: определение критериев нижних границ биостратонов по биособытиям (уровням первого и последнего появления стратиграфических видов), использования филогенетических ветвей важнейших для стратиграфии и палеобиогеографии родов – в основном *Bulimina*, *Stilostomella*, *Pleurostomella*, *Anomalinoidea*, *Cibicides* и *Uvigerina*, ориентацию на этапы и подэтапы развития ГБФ, а также на глобальные и субглобальные океанологические события в раннем палеогене.

ГЛАВА II. ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСОВ ГЛУБОКОВОДНЫХ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР ПАЛЕОЦЕНОВЫХ И ЭОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЗРЕЗАХ ИЗУЧЕННЫХ СКВАЖИН.

В данной главе дается литологическое описание керна изученных разрезов и приводится таксономическая и статистическая характеристика комплексов ГБФ для нижнего и верхнего палеоцена; нижнего, среднего и верхнего эоцена.

Последовательно рассматриваются материалы по следующим скважинам: 883 (поднятие Обручева), 577а и 305 (поднятие Шатского), 465 (поднятие Хесса) и 277 (плато Кэмпбелл).

При анализе особенностей вертикального стратиграфического распространения бентосных фораминифер пристальное внимание обращалось на уровни появления важных в стратиграфическом отношении видов. Именно эти маркировочные биособытия являлись определяющими для выделения границ предлагаемых зон (рис. 2).

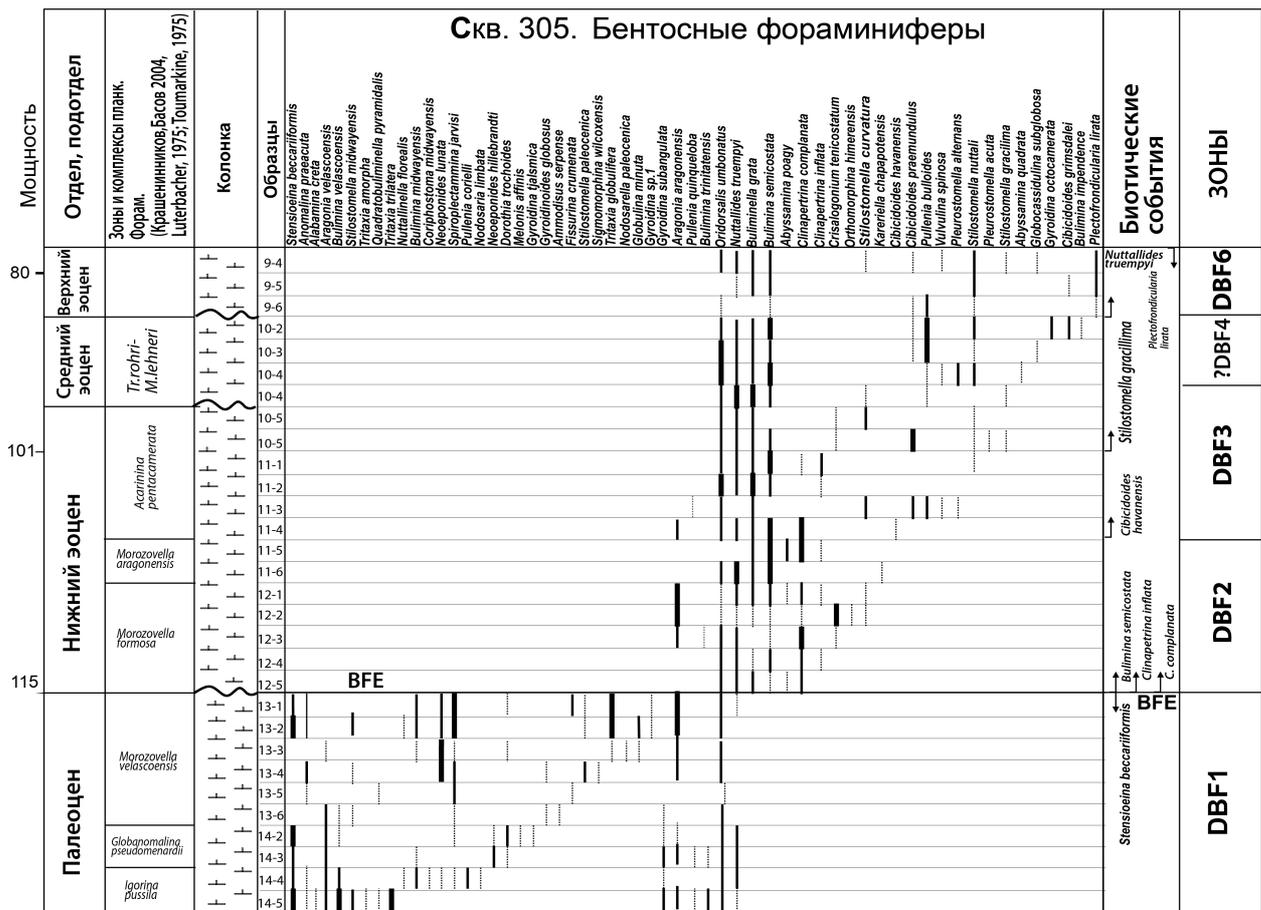


Рис. 2. Распределение глубоководных бентосных фораминифер, биотические события и зоны; привязка к планктону в верхнем палеоцене и эоцене разреза скважины 305 поднятия Шатского.

Глава III. ПРЕДЛАГАЕМАЯ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА РАСЧЛЕНЕНИЯ НИЖНЕПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОЙ ПАЦИФИКИ ПО ГЛУБОВОДНЫМ БЕНТОСНЫМ ФОРАМИНИФЕРАМ

III.1. Становление зональной схемы палеоцена и эоцена по глубоководным бентосным фораминиферам.

Одной из наиболее фундаментальных работ по кайнозойским ГБФ является монография Р. Тжалзма и Г. Лохмана (Tjalsma, Lohman, 1983) по глубоководным фораминиферам Атлантического океана. Она представляет собой палеонтологическое описание большого числа характерных космополитных палеогеновых видов как агглютинирующих (с песчанистой стенкой), так и секреторных (с известковистой стенкой) раковины. Эта работа стала своего рода основополагающей для последующей фундаментальной сводки по глубоководным космополитным секретирующим бентосным фораминиферам кайнозоя целого коллектива авторов (van Morkhoven et

al., 1986). В последней, как и в работе Р. Тжалзма и Г. Лохмана (Tjalsma, Lohman, 1983) никаких предложений по зональному делению палеогена не было сделано. И только в статье Б. Берггрена и К. Миллера (Berggren, Miller, 1989) впервые предлагалась глобальная зональная шкала палеогена по секреционным ГБФ. Схема Берггрена и Миллера включала параллельные шкалы – одна для батиали, а другая для абиссали.

Границы зон определялись стратиграфическими уровнями появления и исчезновения видов и были привязаны к зональной шкале по планктонным фораминиферам.

Выявленные закономерности смены комплексов ГБФ в глубоководных скважинах Северной и Южной Пацифики, рассмотренные в предшествующей главе, позволили предложить новый вариант биостратиграфической схемы для батиаля-абиссали нижнего палеогена Тихого океана по бентосным фораминиферам (рис. 3).

Предлагаемая схема по количеству выделенных биостратонов соответствует зональной шкале абиссали в схеме Берггрена и Миллера (1989), однако, используемые в ней зональные подразделения имеют свои собственные наименования. Это обусловлено другим выбором критериев нижних границ и видов-индексов. Так проявляются палеогеографические и палеобиогеографические особенности распределения стратиграфически важных видов в изученном секторе Тихого океана в раннем палеогене.

Возрастная датировка зональных подразделений предлагаемой схемы получена в результате привязки выделенных биостратонов к зонами по планктонным фораминиферам (рис. 3). Планктонные фораминиферы встречаются параллельно с ГБФ в одних и тех же отложениях и тех же пробах. В рассматриваемых скважинах они были изучены рядом ведущих микропалеонтологов, а результаты опубликованы (Berggren, Miller, 1972, 1989; Luterbacher, 1975; Toumarkine, 1975; Крашенинников, 1982; Крашенинников и др., 1988; Басов, 1997; Крашенинников, Басов, 2007). Надо заметить, что если у Б. Берггрена и К. Миллера (Berggren, Miller, 1972, 1989), используется стандартная (карибская) шкала низкоширотного (тропического) пояса Земли, то В.А. Крашенинников и И.А. Басов использовали две шкалы: карибскую – для разрезов в низких широтах и крымско-кавказскую – для средне- и высокоширотных разрезов. Для нотальной области ими была использована комбинированная шкала – в палеоценовой и нижнеэоценовой части

тропическо-субтропическая (в основе ее лежит крымско-кавказская шкала), а для среднего и верхнего эоцена использована Новозеландская, поскольку тепловодные индикаторные виды отсутствовали в это время (Jenkins, 1971; Крашенинников, Басов, 2007).

Крашенинников и др., 1988			Предлагаемая зональная схема расчленения нижнепалеогеновых отложений Северной Пацифики по глубоководным бентосным фораминиферам							
млн. лет	Эпоха	Зональные шкалы по планктонным фораминиферам			Зоны	Критерии границ	Возраст			
		Карибская	Крымско-Кавказская	Новозеландская						
37	Эоцен	Верхний	Turborotalia centralis - Subbotina gortanii	Turborotalia centralis	Globigerina brevis	Plectofrondicularia lirata - Bulimina glomarchaelengeri (DBF6)	Bulimina glomarchaelengeri	Nuttallides truempyi	Верхний	
38			Turborotalia cocaensis	Globigerinatheka tropicalis - Subbotina corpulenta	Subbotina linaperta					
39			Globigerinatheka semiinvoluta							
40	Средний	Средний	Truncorotaloides rohri	Subbotina turcmenica	Globorotalia aculeata	Anomalinoidea semicribatus - Stilostomella subspinosa (DBF5)	Anomalinoidea semicribatus, Stilostomella subspinosa		Средний	
41			Orbulinoidea beckmanni	Hantkenina alabamensis	Globigerinatheka index					
42			Morozovella lehneri	Acarinina rotundimarginata	Pseudogloboquadrina primitiva					
43			Globigerinatheka kugleri	Acarinina bullbrookii						
44			Hantkenina aragonensis	Morozovella aragonensis s. l.	Morozovella crater					
45			M. aragonensis s. str.							
46			Acarinina pentacamerata	Morozovella formosa	Acarinina wilcoxensis					
47			M. aragonensis s. str.							
48			Morozovella formosa	Morozovella marginodentata						
49			Morozovella subbotinae s. str.	Morozovella subbotinae s. str.						
50	Палеоцен	Верхний	Morozovella velascoensis	Acarinina acarinata	Subbotina triloculinoidea	Stensioeina beccariiformis (DBF1)	Bulimina bradburyi (DBF1b)	Stensioeina beccariiformis, BFE	Верхний	
51			Globanomalina pseudomenardii	Acarinina mckannai						
52			Igorina pusilla	M. conicotruncata						
53			Morozovella angulata	Morozovella angulata						
54			Praemurica uncinata	Praemurica inconstans						
55			Praemurica trinidadensis	P. pseudobulloides - Subbotina trivialis						Globigerina pauciloculata
56			Parasubbotina pseudobulloides	Eoglobigerina taurica						
57	Parvularugoglobigerina eugubina	?	?							
58	Нижний	Нижний				Bulimina velascoensis (DBF1a)	Bulimina velascoensis	Нижний		
59										
60	Палеоцен	Нижний				Bulimina velascoensis (DBF1a)	Bulimina velascoensis	Нижний		
61										
62	Палеоцен	Нижний				Bulimina velascoensis (DBF1a)	Bulimina velascoensis	Нижний		
63										
64	Палеоцен	Нижний				Bulimina velascoensis (DBF1a)	Bulimina velascoensis	Нижний		
65										

Рис. 3. Предлагаемая зональная схема нижнего палеогена Северной Пацифики по глубоководным бентосным фораминиферам и ее привязка к зональным шкалам по планктонным фораминиферам.

III. 2. Зоны нижнего палеогена Северной Пацифики по глубоководным бентосным фораминиферам.

Все зональные подразделения разработанной схемы относятся к категории интервал-зон.

1. Палеоцен. Зона Stensioeina beccariiformis (DBF1) – стратиграфический интервал между исчезновением *Bolivionoides draco draco*, *Bolivina incrassata*, *Stensioeina pommerana*, *Neoflabellina reticulata* и уровнем массового вымирания ГБФ, известного под аббревиатурой BFE (Benthic

foraminifera mass extinction). Стратотип зоны – скважина 577, планктонные меловые илы, мощностью 20 м (577-12-1 – 577-10-1). Доминирующими в комплексе являются *Nuttallides truempyi* и *Stensioeina beccariiformis*. Он также характеризуется широким распространением *Oridorsalis umbonatus*, *Buliminella grata*, *Bulimina velascoensis*, *Quadratobuliminella pyramidalis*, *Aragonia velascoensis* и другим весьма богатым комплексом видов.

Данная зона подразделена на две подзоны:

Нижняя подзона *Bulimina velascoensis* (DBF1a) – нижний и начало верхнего палеоцена представляет собой стратиграфический интервал между исчезновением типичных меловых форм (боливиноидесов, боливин, неофлабеллин и других) и появлением *Bulimina bradburyi*. Стратотип подзоны – скважина 577, меловые планктонные илы, мощностью 7 м (577-12-1 – 577-11-2). Комплекс отличается началом распространения палеоценовых видов, таких как *Aragonia velascoensis*, *Bulimina velascoensis*, *Nuttallides truempyi*, *Buliminella grata*, *Stilostomella midwayensis*, *Oridorsalis umbonatus*, *Neoponides lunata*, *Spiroplectammia jarvisi*, *Nuttallinella florealis*, *Stensioeina beccariiformis*, *Tritaxia amorpha*, *Bulimina trinitatensis* и других видов.

Верхняя подзона *Bulimina bradburyi* (DBF1b) охватывает верхний палеоцен – стратиграфический интервал между появлением *Bulimina bradburyi* и уровнем массового вымирания палеоценовых ГБФ зоны *Stensioeina beccariiformis* (BFE). Стратотип подзоны – скважина 577, меловые планктонные илы, мощностью 13 м (577-10-6 – 577-10-1). Следует отметить, что в тихоокеанском материале находки *B. bradburyi* являются единичными и, выделяя эту подзону, автор следует здесь за зональным делением, принятым в работе Берггрена и Миллера (1989). Почти все виды нижней подзоны продолжают встречаться в данной подзоне. Кроме того он становится еще более разнообразным за счет появления *Bulimina bradburyi*, *B. midwayensis*, *B. trihedra*, *Lagena sulcata*, *Nonion havanense*, *Dentalina wilcoxensis*, *D. plammerae*, *D. cushmany*, *Stilostomella midwayensis*, *Nodosaria limbata*, *N. velascoensis*, *Bandyella beckmannii*, *Tritaxia trilatera*, *Stilostomella attenuata*, *Pleurostomella subcylindrica*, *Dorothia trochoides*, *Aragonia aragonensis*, *Karreriella cubensis*, *Siphogenerinoides elongates*, *Lenticulina midwayensis*, *Anomalina praeacuta*, и других видов.

2. Нижняя часть нижнего эоцена. Зона *Bulimina semicostata-Abyssamina poagi* (DBF2) – стратиграфический интервал между уровнем массового исчезновения комплекса зоны *Stensioeina beccariiformis* (BFE) и

появлением *Cibicidoides havanensis*, *Uvigerina chirana* и *Osangularia mexicana*. Стратотип зоны – скважина 305, меловые планктонные илы (305-12-5 – 305-10-5). Комплекс характеризуется обновлением за счет появления представителей родов *Abyssamina*, *Clinapetrina*, *Vulvulina*, *Karreriella* и др. Наиболее характерными видами комплекса рассматриваемой зоны являются вновь появившиеся здесь *Bulimina semicostata*, *B. macilenta*, *Clinapetrina inflata*, *C. complanata*, *Anomalinoides capitatus*, *Cibicidoides eocaenus* *C. havanensis*, *Hanzawaia ammophilla*, *Globocassidulina subglobosa*, *Pleurostomella alternans*, *Abyssamina poagi*, *C. praemundulus*, *Stilostomella nuttalli*, *S. curvatura*, *Vulvulina spinosa*, *Karreriella chapapotensis*, *Chrysalogonium tenicostatum*, *Orthomorphina rorhi*, *O. himerensis*.

3. Нижний эоцен (верхняя часть). Зона *Cibicidoides havanensis-Uvigerina chirana* (DBF3) – стратиграфический интервал между уровнями первого появления *Cibicidoides havanensis* и *Uvigerina elongata*. Стратотип зоны – скважина 305, меловые планктонные илы (305-11-4 – 305-11-1). Характерными формами являются *Anomalinoides spissiformis*, *Uvigerina chirana*, *Osangularia mexicana*. Уровни их первого появления являются синхронными стратиграфическими маркерами более высоких горизонтов нижнего эоцена, прослеженные как в Тихом океане по изученным данным, так и в других регионах (Tjalsma, Lohman, 1983; van Morkhoven et al., 1985; Berggren et Miller, 1989). Поэтому нижняя граница рассматриваемой зоны в отсутствии вида-индекса была проведена по первому появлению этих характерных видов: в скв. 883 (по появлению *A. spissiformis*), в скв. 577 (по появлению *U. chirana*), в скв. 277 (по появлению *O. mexicana*). Следует отметить, что для данной зоны свойственно первое появление увигерин. Это событие имеет глобальный масштаб (van Morkhoven et al., 1985).

4. Средний эоцен (начальная часть). Зона *Uvigerina elongata* (DBF4) – стратиграфический интервал между первыми появлениями *U. elongata* и *Anomalinoides semicribatus*. Стратотип зоны – скважина 277, нанопланктонный писчий мел (277-36-2 – 277-35-1). Следует отметить, что и в Атлантике первое появление *U. elongata* происходит на границе нижнего и среднего эоцена (Tjalsma, Lohman, 1983). Эта форма приводится среди характерных видов начала среднего эоцена Атлантического океана (Tjalsma, Lochman, 1983; Vignot, 1998). Комплекс бентосных фораминифер изменяется – здесь исчезают ранее широко распространенные клинапетрины *Clinapetrina complanata*, *C. inflata*, появляются *Pleurostomella acuta* и *Stilostomella gracillima*. Комплекс зоны

в стратотипе: в массовом числе встречается *Globocassidulina subglobosa*, часто – *Uvigerina elongata* (вид-индекс), *Oridorsalis umbonatus* и *Bulimina semicostata*; единично – *Orthomorphina antillea*, *Abyssamina poagi*, *Pullenia quinqueloba*, *Chrysalogonium tenuicostatum* и *Cibicidoides* sp.1. Последняя форма выше данной зоны не поднимается.

5. Средний эоцен – нижняя часть верхнего эоцена. Зона *Anomalinoides semicribatus* - *Stilostomella subspinoso* (DBF5) – стратиграфический интервал между первыми появлениями *Anomalinoides semicribatus* и *Bulimina glomarchaelengeri*. Стратотип зоны – скв. 277, нанопланктонный писчий мел (277-34-2 – 277-25-1). Комплекс достаточно близок к ассоциациям предшествующих зон и характеризуется постепенным обогащением характерными видами родов *Anomalinoides*, *Bulimina* и *Stilostomella*: *A. semicribatus*, *B. impendens* и *S. subspinoso*. В атласе (van Morkhoven et al., 1985) начало стратиграфического распространения *A. semicribatus* и *B. impendens* отмечается в нижней части среднего эоцена. Следующим важным биотическим событием является появление *S. subspinoso*, которая получает широкое распространение в среднем эоцене Атлантического океана (Tjalsma, Lohman, 1983).

6. Верхний эоцен. Зона *Plectofrondicularia lirata* - *Bulimina glomarchaelengeri* (DBF6). Стратиграфический интервал между первым появлением *B. glomarchaelengeri* и последним *Nuttallides truempyi*. Стратотип данной зоны – скв. 277, нанопланктонный писчий мел (277-24-3 – 277-20-5). *B. glomarchaelengeri* является потомком *Bulimina semicostata* (их ювенильные формы весьма схожи) и впервые отмечается в конце среднего эоцена, также как и *Plectofrondicularia lirata*, однако их массовое распространение начинается в верхнем эоцене (van Morkhoven et al., 1985; Волобуева и др., 1994). В изученных скважинах появление данных таксонов также фиксируется в начале позднего эоцена. Исчезновение одного из самых характерных, массово встречающихся, видов палеоценовых и эоценовых комплексов *Nuttallides truempyi*, автор вслед за Берггреном и Миллером (1989) считает пограничным событием эоцена и олигоцена и верхней границей зоны DBF6. Для зоны характерно постепенное уменьшение таксономического разнообразия. В этом интервале также исчезают многие другие эоценовые виды.

III. 3. Разработанная зональная схема нижнего палеогена по глубоководным бентосным фораминиферам как инструмент корреляции океанических разрезов и схем.

А. Корреляция разрезов с помощью предлагаемой зональной схемы нижнего палеогена Северной и Южной Пацифики по глубоководным фораминиферам.

Результатом проведенных исследований стала зональная схема расчленения палеоцена и эоцена Северной Пацифики по ГБФ. Следует отметить, что данная схема обоснованно работает и в разрезах Южной Пацифики, что позволяет рассматривать ее не только для Северной Пацифики, но и для всего Тихого океана (рис. 4). Предложенная схема достаточно уверенно коррелируется с глобальной шкалой палеоцена и эоцена для абиссали по ГБФ (Berggren, Miller, 1989) и с последовательностью развития ГБФ Атлантического океана в палеоцене и эоцене (Tjalsma, Lohman, 1983) (рис. 5 и 6).

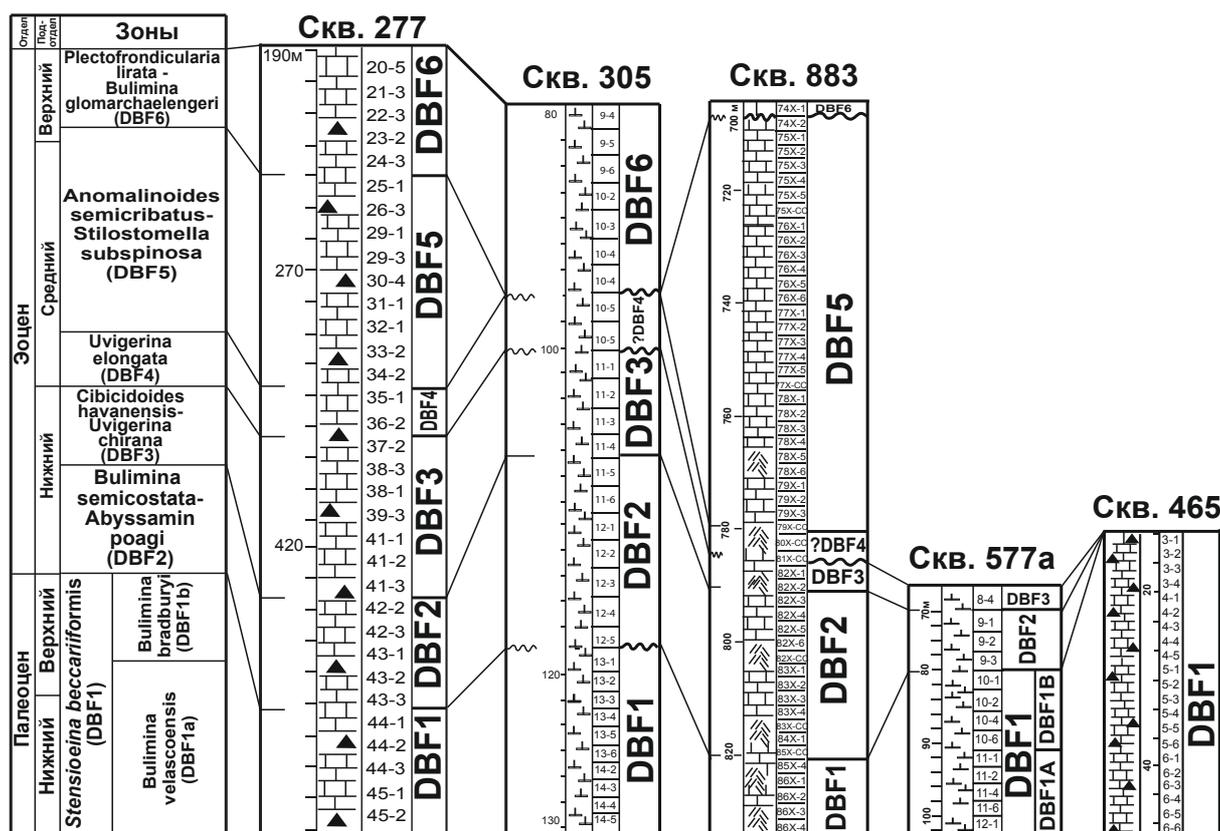


Рис. 4. Корреляция изученных разрезов нижнего палеогена Тихого океана с использованием предложенной схемы зонального деления по глубоководным бентосным фораминиферам.

Основой этих корреляций является одна и та же последовательность появления стратиграфически важных видов. Важнейших маркировочными уровнями являются:

1. В нижней части верхнего палеоцена – появление *Bulimina bradburyi*, определяющей нижнюю границу верхней подзоны DBF1b.

2. Нижняя граница самой нижней зоны эоцена DBF2 устанавливается как по исчезновению палеоценовых видов (BFE), так и по появлению ряда важных видов абиссамин, клинапетрин и булимин: *Abyssamina poagi*, *Clinapetrina complanata*, *C. inflata*, *Bulimina semicostata*. Также важными для корреляции и стратиграфической ориентации является появление новых видов среди карриерелл, плеириостомелл, стилостомелл и валвулин: *Karrieriella chapotensis*, *Pleurostomella alternans*, *Stilostomella nuttalli*, *S. curvatura* и *Vulvulina spinosa*.



Рис. 5. Сопоставление зональных нижнепалеогеновых схем по глубоководным фораминиферам

Атлантический океан
(Tjalsma, Lochman, 1983)

Предлагаемая зональная схема
нижнего палеогена Северной Пацифики
по глубоководным бентосным
фораминиферам



Рис. 6. Сопоставление данных по распространению бентосных фораминифер в Атлантическом и Тихом океанах в раннем палеогене.

3. Следующий стратиграфический уровень, по которому отделяется верхняя зона нижнего эоцена DBF3, связан с началом развития увигерин – *Uvigerina chirana*, а также и с первым появлением новых характерных видов среди цибицидоидесов, осангулярий и стилостомелл: *Cibicidoides havanensis*, *Osangularia mexicana*, *Stilostomella gracillima*.

4. Начало среднего эоцена характеризуется продолжающейся радиацией увигерин и плеиристомелл, среди которых появляется новые виды, такие как *Uvigerina elongata* и *Pleurostomella acuta*.

5. В более высокой части среднего эоцена корреляционно-маркировочными уровнями является появление новых зональных и характерных аномалинид, стилостомелл и булимин: *Anomalinoides semicribatus*, *Stilostomella subspinosa* и *Bulimina impendens*. По первому появления *Anomalinoides semicribatus* в схеме Берггрена и Миллера (1989) проводится нижняя граница среднеэоценовой абиссальной зоны АВ6, охватывающей среднюю и верхнюю часть среднего эоцена. В Атласе космополитных бентосных фораминифер кайнозоя (van Morkhoven et al., 1985) начало стратиграфического распространения *A. semicribatus* и *B. impendens* отмечается в нижней части среднего эоцена. Важным биотическим событием является появление *S. subspinosa*, которая

получает широкое распространение в среднем эоцене Атлантического океана (Tjalsma, Lohman, 1983).

6. Нижняя граница самой верхней зоны DBF6 проводится по появлению появления булимины *Bulimina glomarchaelengeri*, что является важной вехой в эволюционном развитии булимид и отмечается в самом конце среднего эоцена в Атлантическом океане (Tjalsma, Lohman, 1983). Верхняя граница данной зоны, граница эоцена/олигоцена в Тихом океане, устанавливается по последней встречаемости *Nuttalides truempyi*, что является глобальным событием (Berggren, Miller, 1989).

III. 4. Эволюционно-событийная основа зональных границ предлагаемой схемы расчленения нижнепалеогеновых отложений Пацифики по глубоководным бентосным фораминиферам.

А. Зональные границы и филогенез

На рисунках 7 и 8 приведены примеры использования филогении стратиграфических важных родов для установления маркировочных стратиграфических уровней и нижних границ зональных подразделений. Филогенетические изменения являются прекрасным инструментом, позволяющим определять последовательность биостратонов. Этот метод уже давно вошел в практику биостратиграфов и используются для построения зональных схем по различным группам фораминифер разных временных промежутков (Григялис и др., 1980; Беньямовский, Копаевич, 2001; Закревская, 2008; Zakrevskaya et al., 2011; Копаевич, 2011).

В филогенетическом развитии рассмотренных выше родов наметились следующие тренды и уровни:

Среди *Bulimina* отмечаются морфотипы четырех групп (рис. 7). Первая представлена *B. velascoensis*, *B. bradburyi* и *B. tuxpatensis*, последовательно появлявшимися друг за другом в раннем (подзона DBF1a), позднем (подзона DBF1b) палеоцене и раннем эоцене (зона DBF2), и характеризуется разно перфорированными раковинами. У вида *B. velascoensis* начальная часть раковины покрыта тонкими продольными бороздками. Вторая и третья группы булимины с шипами.

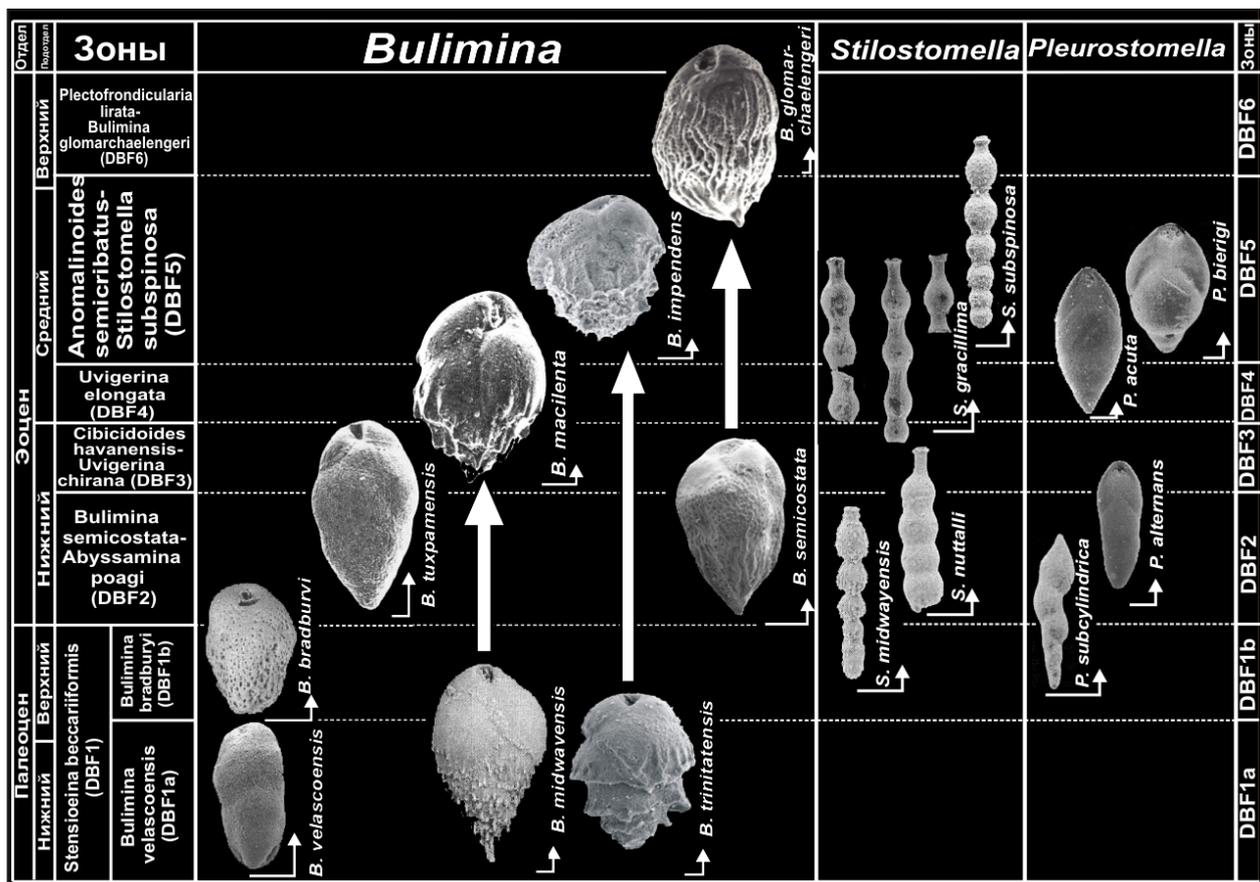


Рис. 7. Филогенетическая сменяемость видов родов *Bulimina*, *Stilostomella* и *Pleurostomella* (по материалам изученных скважин).

Раннепалеоценовая форма из второй морфогруппы – *B. midwayensis* характеризуется тем, что нижние края камер последующего оборота часто заходят на камеры предыдущего и покрыты небольшими шипами. У ее потомка – *B. macilenta*, появившейся позднее – во второй половине раннего эоцена (зона DBF3) – шипы становятся гораздо более массивными. Третья морфогруппа представлена двумя видами – *B. trinitatensis*, начавшим свое развитие в раннем палеоцене (подзона DBF1a) и *B. impendens*, получивший широкое распространение в среднем эоцене (зона DBF5). У предковой формы *B. trinitatensis* внешние нижние концы камер несут короткие шипы, которые иногда свешиваются над швами камер предыдущих оборотов. Ранние *B. impendens* обильно и хаотично орнаментированы шипиками, на более поздних оборотах шипики присутствуют только на нижних частях камер. Четвертая группа – ребристые булимины, начало развитие которых отмечено с раннего эоцена (зона DBF2) появлением широко распространенного массового вида *B. semicostata*. Эволюция морфологии раковины шла по следующему сценарию. Предковый вид *B. semicostata* – это обычно сравнительно мелкая раковина,

тонко перфорированная, треугольная в сечении, ранние камеры неразличимы и покрыты тонкими, нерегулярными, слегка выступающими продольными ребрышками. *B. glomarchaelengeri*, появившийся и получивший широкое распространение на рубеже среднего и позднего эоцена (зона DBF6), имеет раковину более крупных размеров со слегка треугольной в сечении формой только в начальной части раковины. Остальная раковина округлая, с относительно большими, вздутыми камерами. Потомок отличается от предка также и тем, что обладает более выразительными продольными ребрышками на большей части раковины, которые в самом низу сходятся в короткий шип.

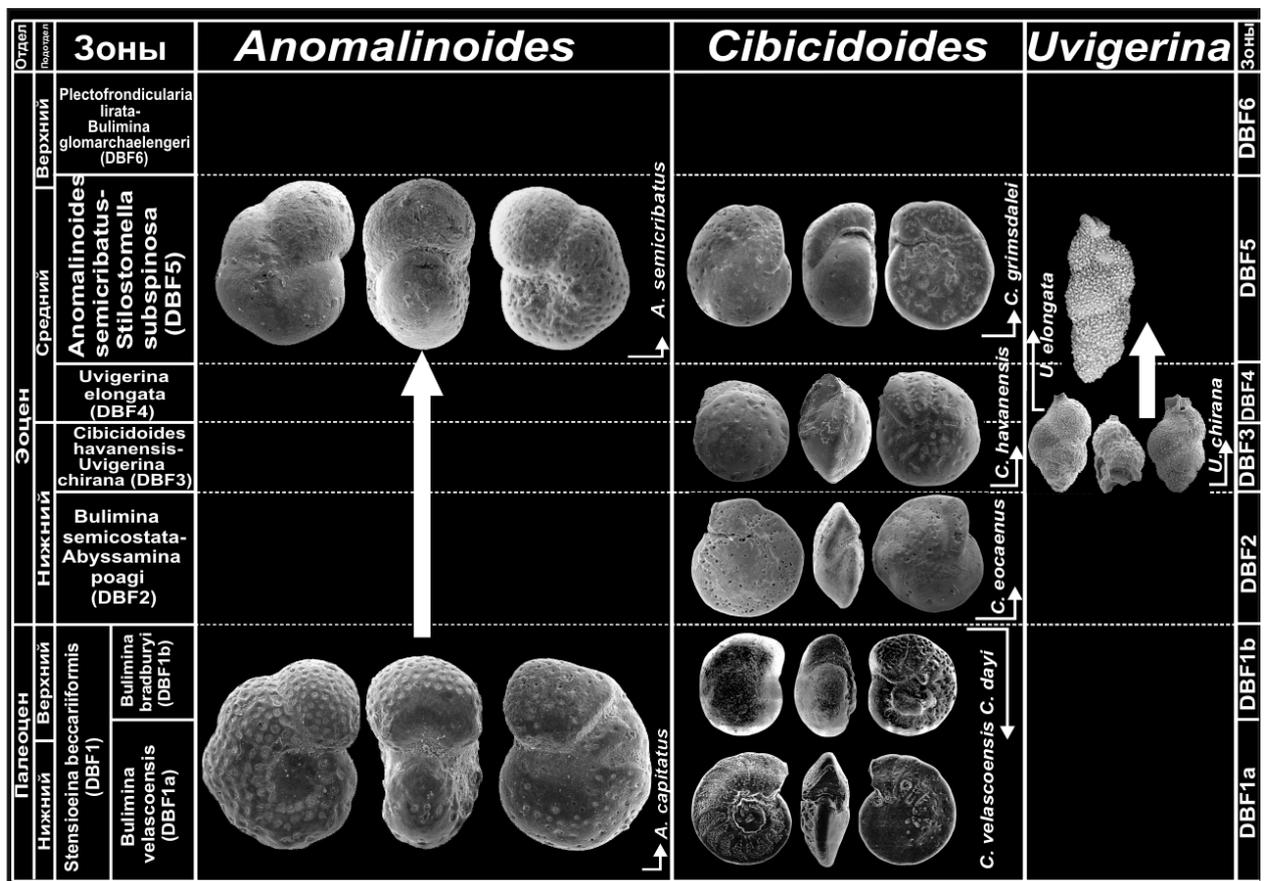


Рис. 8. Филогенетическая сменяемость видов родов *Anomalinoidea*, *Cibicidoidea*, *Uvigerina* в нижнепалеогеновых отложениях Тихого океана (по материалам изученных скважин).

Род *Stilostomella* в своем филогенетическом развитии проходит несколько стадий – первая – позднепалеоценовая (подзона DBF1b) характеризуется первым появлением стилостомелл и представлена только одним видом – *S. midwayensis*, раковина которой имеет “заноцистый” орнамент (рис. 7). Следующая фаза – ранне раннеэоценовая (зона DBF2) – здесь появляется не

орнаментированная *S. nuttalli*, шарообразные камеры которой плотно соединяются друг с другом. Конец раннего эоцена (зона DBF3) характеризуется увеличением разнообразия стилостомелл, среди которых появляется еще и широко распространенная *S. gracillima*, отличающаяся несколько растянутыми промежуточными звеньями между шарообразными камерами, в нижней части которых нередко наблюдаются короткие шипики. Следующее звено в филогенетической цепи – *S. subnodosa* (вид-индекс зоны DBF5 среднего эоцена) отличается от *S. gracillima* плотным соединением шарообразных камер, имеющих неясную мелкошиповато-гранулированную скульптуру.

Тренд в филогении рода *Pleurostomella* явно шел в направлении увеличения ширины раковины (рис. 7). Если начальная форма – *P. subcylindrica* (подзона DBF1b позднего палеоцена) представляла собой довольно стройную веретеновидную раковину, то следующие звенья филогенетического “древа” становились все более и более широкими – *P. alternans* (зона DBF2 начало раннего эоцена), *P. acuta* (зона DBF4) и *P. bierigi* (DBF5).

Совершенно отчетливо прослеживается направленность филогенетического развития среди аномалиноидесов. *Anomalinoidea capitatus*, с грубоперфорированной раковинной (появление в палеоцене – зона DBF1) является предковой формой *A. semicribatus* (вид-индекс среднеэоценовой зоны DBF5) с четкой перфорацией только на умбональной стороне раковины (рис. 8). По van Morkhoven et al., 1986 эти две формы маркируют определенные временные интервалы, являясь филогенетическими стадиями развития. Типичные *A. semicribatus* появляются в Атлантике в нижней половине среднего эоцена (Tjalsma, Lohman, 1983).

В филогенезе рода *Cibicidoides* выделяется 3 стадии. Так, самая ранняя (зона DBF1) характеризуется двумя морфотипами *C. dayi* и *C. velascoensis* (рис. 8), глобально распространенными в палеоценовых глубоководных отложениях всех океанов и глубоководных морей на континентах (van Morkhoven et al., 1986). Следующая стадия – раннеэоценовая, характеризующаяся появлением морфотипов с эволютивной дорзальной стороной – *Cibicidoides eocaenus* (зона DBF2) и *C. havanensis* (вид-индекс зоны DBF3). Резко отличным морфотипом является *C. grimsdalei*, получающий распространение в отложениях среднего эоцена (зона DBF5) по материалам изученных скважин Тихого океана.

Для определения нижней границы среднего эоцена весьма показательным эволюционным преобразованием среди увигерин. От появившейся во второй

половине нижнего эоцена самой ранней в палеогене Тихого океана формы рода *Uvigerina* – клубковидной *U. chirana* (вид-индекс зоны DBF3) в начале среднего эоцена “отпочковывается” веретеновидная *U. elongata* (вид-индекс зоны DBF4) (рис. 8). Появление последней в Атлантическом океане также служит критерием нижней границы среднего эоцена (Tjalsma, Lohman, 1983).

Б. Этапность развития глубоководных бентосных фораминифер и зоны.

Помимо эволюционных процессов, играющих значительную роль для определения границ и комплексов зон, важным в обосновании предложенной зональной биостратиграфической схемы является этапность развития ГБФ Северной и Южной Пацифики.

млн. лет	Эпоха	Зона	Этапы, подэтапы	
37	Эоцен	Plectofrondicularia lirata- Bulimina glomarchaelengeri (DBF6)	Поздний	Этапы, подэтапы
38				
39	Средний	Anomalinooides semicribatus- Stilostomella subspinosa (DBF5)	Ранний	Абиссаминно- клинапетрино- увигериновый
40				
41				
42				
43	Ранний	Uvigerina elongata (DBF4)	Средний	Увигерино- булимино- стилостомелловый
44				
45	Ранний	Cibicidoides havanensis- Uvigerina chirana (DBF3)	Средний	Увигерино- булимино- стилостомелловый
46				
47	Ранний	Bulimina semicostata- Abyssamina roagi (DBF2)	Средний	Увигерино- булимино- стилостомелловый
48				
49	Ранний	Stensioeina beccariformis (DBF1)	Средний	Вульвулино- абиссаминно- клинапетриновый
50				
51	Ранний	Bulimina bradburyi (DBF1b)	Средний	Вульвулино- абиссаминно- клинапетриновый
52				
53	Ранний	Bulimina velascoensis (DBF1a)	Средний	Вульвулино- абиссаминно- клинапетриновый
54				
55	Ранний	Stensioeina beccariformis (DBF1)	Средний	Боливиноидесо- неофлабеллино- стенсиоиноновый
56				
57	Ранний	Bulimina bradburyi (DBF1b)	Средний	Боливиноидесо- неофлабеллино- стенсиоиноновый
58				
59	Ранний	Bulimina velascoensis (DBF1a)	Средний	Боливиноидесо- неофлабеллино- стенсиоиноновый
60				
61	Ранний	Stensioeina beccariformis (DBF1)	Средний	Боливиноидесо- неофлабеллино- стенсиоиноновый
62				
63	Ранний	Bulimina bradburyi (DBF1b)	Средний	Боливиноидесо- неофлабеллино- стенсиоиноновый
64				
65	Ранний	Stensioeina beccariformis (DBF1)	Средний	Боливиноидесо- неофлабеллино- стенсиоиноновый
66				

Рис. 9. Этапы и подэтапы развития глубоководных бентосных фораминифер в раннем палеогене Северной и Южной Пацифики.

Наиболее заметным изменением раннепалеогеновых комплексов ГБФ Тихого океана является переход от палеоценового (стенсиоино-боливиноидесо-неофлабеллинового) к эоценовому (абиссаминно-клинапетрино-увигериновому) этапу развития этой группы микроорганизмов (рис. 9). Оно связано с

глобальным массовым вымиранием ГБФ (BFE) на границе палеоцена и эоцена (характеристике этого события посвящен раздел следующей главы диссертации).

Эоценовый этап в свою очередь четко разделяется на два подэтапа – раннеэоценовый (вульвулино-абиссамино-клинапетриновый), соответствующей зоне *Abyssamina roagi*-*Bulimina semicostata* DBF2, и увигерино-булимино-стилостомелловый, отвечающей интервалу зон DBF3 – DBF6, длившийся с конца раннего эоцена до его окончания. Граница между этими подэтапами в конце раннего эоцена отвечает началу развития рода *Uvigerina* – заметной ступени в развитии бентосных фораминифер океанов и морских бассейнов на континентах.

Эти этапы отражают закономерности развития комплексов – чрезвычайно стабильная палеоценовая фауна ГБФ, состоящая преимущественно из меловых реликтов сменяется раннеэоценовым сообществом, в котором освободившиеся после массового вымирания экологические ниши занимают представители видов оппортунистов и идет активное видообразование. В конце раннего эоцена фауна сменяется на гораздо более стабильную, с редким видообразованием, изменения в которой начинаются только в терминальном эоцене.

ГЛАВА IV. ПЕРЕСТРОЙКИ В ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ ТИХОГО ОКЕАНА В РАННЕМ ПАЛЕОГЕНЕ И ОТРАЖЕНИЕ ИХ В КОМПЛЕКСАХ ГЛУБОКОВОДНЫХ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР.

IV.1. КРИЗИС ГЛУБОКОВОДНЫХ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР ТИХОГО ОКЕАНА НА ГРАНИЦЕ ПАЛЕОЦЕНА И ЭОЦЕНА

А. К истории изучения массового вымирание глубоководных бентосных фораминифер на границе палеоцена и эоцена.

Имеющиеся многочисленные данные по изменениям комплексов бентосных фораминифер на рубеже палеоцена и эоцена были получены из разрезов Кавказа, Средней Азии, Испании, Италии, Австрии, Египта, Израиля, Нигерии, Новой Зеландии, скважин Атлантического океана (Thomas, 2003; Speijer, 1994; Molina et al., 1999; Oritz, 1995; Kaiho et al., 1996; Alegret et al., 2005; Gebhardt et al., 2010; Беньямовский, 2012₁, 2012₂ и др.). Кушман в свое время даже установил границу мела/палеогена в конце палеоцена из-за масштабной смены комплексов в это время (Cushman, 1946). Впервые это событие детально было

описано Tjalsma and Lohmann (1983) на основании материала из глубоководных скважин, пробуренных в Мексиканском заливе. В настоящее время повсеместно в глубоководных отложениях установлено катастрофическое массовое вымирание ГБФ на границе палеоцена и эоцена. Это событие явилось самым крупным вымиранием фауны ГБФ за последние 90 млн. лет, когда исчезло от 30 до 50% палеоценовых видов (Thomas, 2007). К тому же вымирание было очень кратковременным и длилось не более 100-200 тыс. лет (Speijer, Schmitz, 2000). Оно совпадает по времени с палеоцен-эоценовым тепловым максимумом (PETM), подъемом лизоклина и существенным уменьшением содержания легкого изотопа C^{13} в карбонатных осадках, что проявилось в первую очередь в глубоководных разрезах, но также отмечено и, например, в стратотипическом разрезе нижней границы эоцена Дабабая в Египте (Alegret, Oritz, 2006; Aubry et al., 2007). Следует отметить, что нет данных о массовом вымирании других организмов в это время, лишь временно исчезают некоторые виды остракод (Katz et al., 1999). Зато есть множественные данные по чрезвычайно быстрой миграции термофильной биоты в высокие широты (напр. Crouch et al., 2001, 2003, Ахметьев и др., 2012).

Б. Анализ региональных особенностей BFE в Тихом океане.

Несмотря на то, что целый ряд исследований в Тихом океане был посвящен данной проблеме (Kaiho et al., 1996; 2005; Takedo, Kaiho, 2007; Morgans et al., 2009), палеонтологическая составляющая и характеристика изменений комплекса, а также таксономическая статистика преобразований оставались все же недостаточно освещенными. Предлагаемые результаты заполняют этот пробел.

Следует подчеркнуть, что в скважинах 883, 577 и 277 по данным планктонных и бентосных фораминифер наблюдаются полные (без перерывов) пограничные палеоцен-эоценовые интервалы. Следует добавить, что коэффициент сходства палеоценовых и эоценовых комплексов минимальный и колеблется от 0,1 до 0,3 (Ольшанецкий, 2012_{1,2}). Ниже приведен анализ преобразований комплексов ГБФ на данном рубеже по этим скважинам.

Сравнительный анализ смены комплексов бентосных фораминифер показал, что во всех скважинах, где имеется непрерывный разрез верхнего палеоцена и нижнего эоцена (скв. 883, 577 и 277) четко прослеживается уровень резкого вымирания сообществ. Например, палеоцен/эоценовую границу в скважине 577

пересекают лишь 14% палеоценовых видов глубоководных видов (рис. 10). Еще более впечатляющим являються показатели данного кризиса в разрезе скв. 883. Здесь все палеоценовые фораминиферы (100%) исчезают на рубеже палеоцена и эоцена.

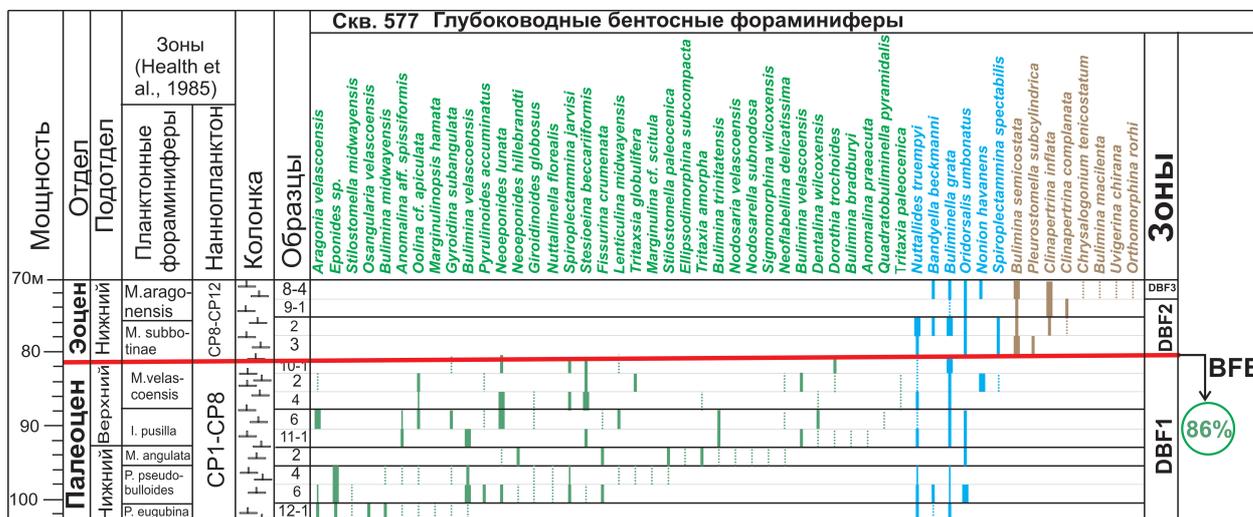


Рис. 10. Событие массового вымирания на границе палеоцена/эоцена в скв. 577 поднятия Шатского.

В. Возможные причины BFE в Тихом океане.

Массовое вымирание совпадает с очень быстрым (<10⁴ лет) (Thomas, 1990) внедрением теплых соленых донных водных масс (WSDW) (Kennet, Stott, 1991). В современной литературе это событие получило аббревиатуру PETM (paleocene-eocene thermal maximum) и явилось, очевидно, главной причиной массового вымирания ГБФ. Оно было зафиксировано во всех скважинах Тихого океана, тогда как аноксия (еще один весьма вероятный фактор вымирания, сопровождавшийся PETM) проявилась не во всех отложениях и у бентосных фораминифер оставались рефугии, откуда космополитные формы могли быстро расселиться обратно (Alve and Goldstein, 2003). Поднятие уровня карбонатной компенсации, которое также одновременно с PETM фиксируется во всех тихоокеанских скважинах, и очевидно оказало негативное воздействие на карбонатные раковины фораминифер, в теории не должно было затронуть агглютинирующие формы, но и они также вымирают в этот момент (Kaminski and Gradstein, 2005). Кроме того, некоторыми исследователями поддерживается газгидратный сценарий выделения метана, разогревшего придонную водную массу, в следствии чего менялось бактериальное сообщество, служившее пищевым субстратом для фораминифер, что в конечном счете повлияло на

кардинальную перестройку комплексов ГБФ на рассматриваемом рубеже (Kaiho et al., 1996; Thomas, 2003). Связка планктон-бентос в то время была скорее всего не столь очевидной, как сейчас, так как не выявлено корреляции BFE и повышения температуры поверхностных вод (данных получаемых на основании анализа изотопного состава раковин планктонных фораминифер) (Sluijs et al. 2007). Следует отметить, что PETM не был одиночным явлением, а наиболее мощным из серии событий резкого глобального потепления придонных водных масс, сопровождавшихся изотопными углеродными аномалиями и растворением карбоната, названных гипертермальными событиями (Thomas and Zachos, 2000). Более поздние гипертермальные события уже не оказывали такого разрушительного влияния на фауну ГБФ, особенности реакции северопацифических комплексов на них будут рассмотрены в следующей главе.

IV.2. ПАЛЕООКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ И ПЕРЕСТРОЙКИ КОМПЛЕКСОВ ГЛУБОКОВОДНЫХ БЕНТОСНЫХ ФОРАМИНИФЕР В ЭОЦЕНЕ ПАЦИФИКИ.

А. Раннеэоценовые события и преобразования комплексов глубоководных бентосных фораминифер.

В начале раннего эоцена произошло резкое обновление комплексов ГБФ - освободившиеся после массового вымирания экологические ниши занимают представители родов, не известных в палеоцене – *Clinapetrina*, *Vulvulina*, *Uvigerina*, а также сменившихся видов в родах *Cibicidoides*, *Bulimina*, *Hanzawaia*, *Aragonia*, *Karrieriella*, что резко отличает раннеэоценовую группировку глубоководной от палеоценовой. В это же время во всех изученных скважинах резко падает численность и разнообразие сообществ.

Однако остальные эоценовые океанологические перестройки уже не приводили к таким драматическим последствиям для глубоководной фауны фораминифер, как на границе палеоцена и эоцена, однако существенно влияли на ее численность и разнообразие (рис. 11). Увеличение численности и разнообразия в середине и в конце раннего эоцена совпадает с внедрением в интервале ~57–52 млн. лет относительно более теплых, обогащенных питательными веществами глубинных, вероятно, низкоширотных водных масс, смешанными с холодными обедненными донными водами Южного Океана (Pak, Miller, 1987). Увеличение численности и разнообразия в течение раннего эоцена, вероятно, отвечает глобальным раннеэоценовым температурным

максимумам – ETM2 (раннеэоценовый температурный максимум, последовавший после PETM) и ECCO – раннеэоценовый климатический оптимум, последовавший после ETM2 (Zachos et al., 2008; Bijl et al., 2009).

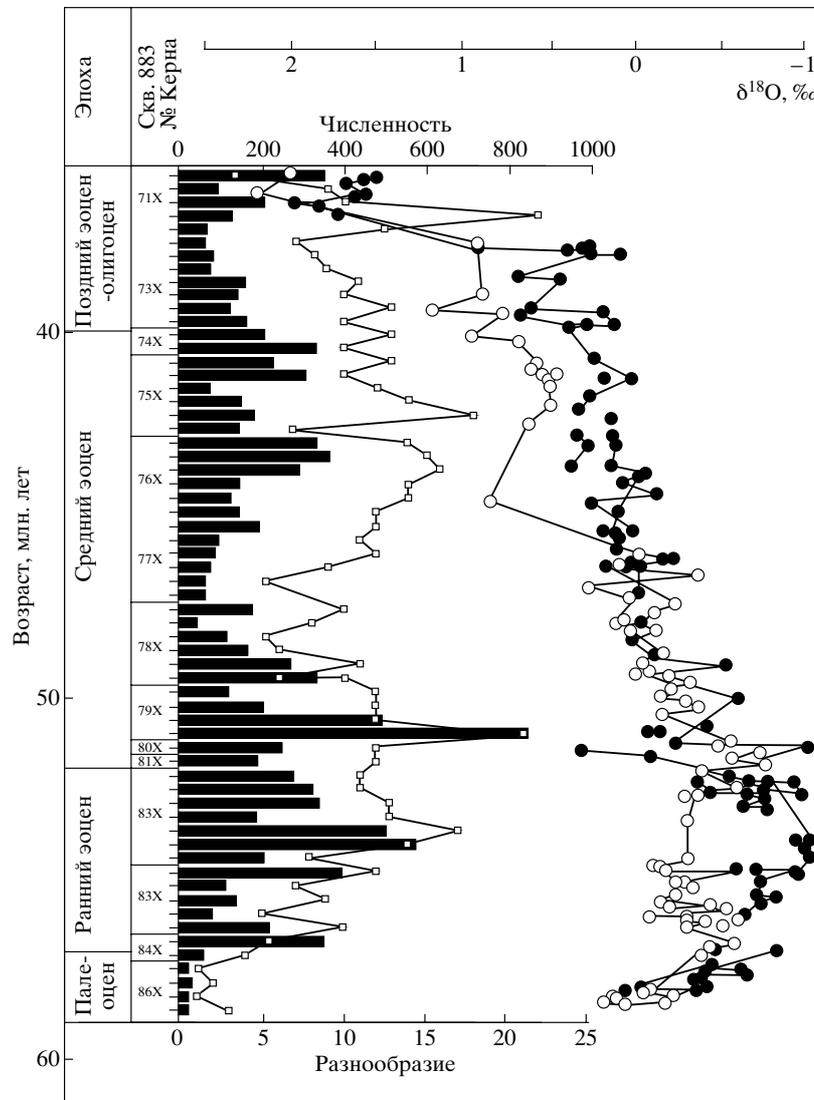


Рис. 11. Изменения видового разнообразия и численности бентосных фораминифер в палеогеновых отложениях поднятия Обручева (скв. 883) (по данным автора) и корреляция с кривой по Pak, Miller, (1987), полученной путем совмещения графиков содержания изотопов O^{16}/O^{18} в раковинах бентосных фораминифер северо-западной Пацифики (скважины 883, 577) и Южного океана (скважина 690).

Столбиками показано кол-во экз. в образце; квадратами - разнообразие (количество видов в образце); белые кружки - $\delta^{18}O$ (‰) по бентосным фораминиферам, скв. 883, 577, северо-западная Пацифика; черные кружки - $\delta^{18}O$ (‰) по бентосным фораминиферам, скв. 690, Южный океан

Б. Среднеэоценовые события и преобразования комплексов глубоководных бентосных фораминифер.

Присутствие в регионе поднятия Обручева в самом конце раннего и начале среднего эоцена (~52–47 млн. лет) только холодной обедненной глубинной воды (Pak, Miller, 1987) совпадает с уменьшением численности и разнообразия сообщества. Во второй половине среднего эоцена (~46 млн. лет) по тем же данным вновь в район поднятия Обручева внедрились более теплые, обогащенные питательными веществами глубинные, вероятно низкоширотные водные массы, смешанные с холодной обедненной водой Южного Океана. Реакция ассоциаций ГБФ выразилась в возрастании численности и разнообразия комплекса (Ольшанецкий, 2003).

В. Позднеэоценовые события и преобразования комплексов глубоководных бентосных фораминифер.

К концу эоцена, когда доминирующими становятся *Nuttalides truempyi* и *Oridorsalis umbonatus*, северопацифическая и южнопацифическая ассоциации, имеющие ранее существенные различия в видовом составе, оказываются весьма схожими между собой. Причиной сглаживания различий в фауне поднятия Шатского и плато Кэмпбелл в конце эоцена, вероятно, следует считать постепенное преобразование придонных тихоокеанских вод, приведших в конце палеогена к формированию в океане психросферы с однообразными гидрологическими характеристиками придонных водных масс (Ольшанецкий, 2003, 2008).

Глава V. ОПИСАНИЕ ЗОНАЛЬНЫХ И ХАРАКТЕРНЫХ ВИДОВ И РЕВИЗИЯ НЕКОТОРЫХ ИЗ НИХ.

V. 1. Предваряющие замечания о систематике таксонов надродового ранга.

При подготовке описания видов двух важных в стратиграфическом отношении родов – *Abyssamina* и *Clinapetrina* автор столкнулся с проблемой систематик кайнозойских фораминифер, разработанных в отечественной таксономии. Ни в одной из них (Раузер-Черноусова, Фурсенко, 1959; Субботина и др., 1981; Саидова, 1981; Маслакова и др., 1995; Бугрова, 2005) нет упоминания этих родов, как и некоторых других, характерных для глубоководных комплексов. Поэтому автор руководствовался систематикой

фораминифер Loeblich, Tappan (1988), наиболее часто используемой в мировой практике.

V. 2. Описание зональных и характерных видов

Проведено краткое описание 15 зональных и характерных видов: *Plectofrondicularia lirata*, *Bolivinoidea delicatulus*, *Bulimina velascoensis*, *B. midwayensis*, *B. trinitatensis*, *B. impendens*, *B. semicostata*, *B. glomarchalengeri*, *Uvigerina chirana*, *U. elongata*, *Cibicidoides havanensis*, *Abyssamina poagi*, *Clinapetrina inflata*, *Anomalinoidea semicribatus*, *Stensioeina beccariiformis*

V. 3. Ревизия трех видов, важных для стратиграфии и палеобиогеографии палеогена Тихого океана и других акваторий мира.

Stensioeina beccariiformis (White, 1928) – форма глобально распространенная в палеоценовое время не только в океанических отложениях, но и в отложениях палеоцена Северокавказского региона России и смежных территорий. Единообразное понимание данного вида важно, поскольку именно он является зональным палеоценового этапа развития комплексов ГБФ Северной Пацифики и с его исчезновением связано проведение нижней границе эоцена (Aubry et al., 2007). В биостратиграфической практике в нашей стране ошибочно продолжает фигурировать вид *Stensioeina caucasica* (Subbotina, 1947), который по своим морфологическим чертам полностью соответствует *S. beccariiformis* (White, 1928) и является его младшим синонимом, что уже было показано ранее (van Morkhoven et al., 1986, p. 348).

Uvigerina chirana Cushman et Stone 1947 и *Uvigerina elongata* Cole 1927, которые в отечественной палеонтологическо-стратиграфической литературе после известной работы Н.Н. Субботиной (1953) по средне-верхнеэоценовым булиминам юга СССР до сих пор ошибочно рассматриваются как *U. hispida* Schwager 1866 и *U. proboscidea* Schwager 1866 (например, в следующих широко используемых микропалеонтологами и стратиграфами публикациях: Фурсенко, Фурсенко, 1961; Краева, 1961; Краева, Зернецкий, 1969; Практическое руководство..., 2005). О необходимости приведения данной ревизии уже сообщалось ранее (Беньямовский, Рябоконт, 2008). Следует обратить внимание, что *U. hispida* и *U. proboscidea* в известной работе по космополитным кайнозойским фораминиферам (van Morkhoven et al, 1986, p.62–64)

описываются среди миоцен-плейстоценовых увигерин, а начало их распространения фиксируется в начале миоцена. Поскольку *U. chirana* и *Uvigerina elongata* весьма широко распространены в отложениях конца нижнего, среднего и верхнего эоцена юга Европейской России и смежных площадей Северо-Восточного Перитетиса, а также как и в одновозрастных отложениях Тихого и других океанов и глубоководных морских бассейнов на континентах, то единообразное понимание и название этих формы будет способствовать уточнению корреляции и ареалов видов.

V. 4. Оформление палеонтологических фототаблиц.

В приложении к данной диссертации приводятся 6 фототаблиц, на которых помещены фотографии, сделанные сканирующим электронным микроскопом, 50-ти зональных, характерных и доминантных видов, принадлежащих к 29 родам: *Anomalinoidea*, *Aragonia*, *Bolivinoidea*, *Bulimina*, *Buliminella*, *Chrysalogonium*, *Cibicidoides*, *Coryphostoma*, *Dorothia*, *Ellopsodimorphina*, *Fissurina*, *Globocassidulina*, *Glomospira*, *Gyroidinoidea*, *Hanzawaia*, *Karrieriella*, *Neoflabellina*, *Nuttallides*, *Osangularia*, *Plectofrondicularia*, *Pleurostomella*, *Pullenia*, *Quadratobuliminella*, *Spiroplectamina*, *Stensioeina*, *Stilostomella*, *Tritaxia*, *Uvigerina*, *Valvulina*. Таблицы сопровождаются пояснениями к ним.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований решена актуальная научная проблема: подтверждено стратиграфическое значение нижнепалеогеновых ГБФ из разрезов скважин Проектов глубоководного и океанского бурения, расположенных вдоль субмеридионального трансекта от Северной до Южной Пацифики; проведено детальное изучение их ассоциаций и корреляция со шкалами по планктонным фораминиферам и нанопланктону, выяснены особенности филогенезов стратиграфически важных родов бентосных фораминифер и этапность их развития, а также возможности использования анализа комплексов ГБФ для реконструкции важнейших океанологических событий в течение палеоцена и эоцена Тихого океана.

1. Впервые по ГБФ составлена зональная схема расчленения палеоцен-эоценовых отложений Северной и Южной Пацифики, включающая шесть зон, нижняя из которых подразделена на две подзоны. Выделенные подразделения

скоррелированы с зональными шкалами по планктонным фораминиферам и по нанопланктону. На основе предложенной биостратиграфической схемы по ГБФ проведена корреляция всех изученных скважин в Тихом океане.

2. При разработке схемы по ГБФ впервые для данного региона была применена комплексная методика установления нижних границ зональных подразделений по биособытиям - первым появлениям форм, которые отражают необратимое филогенетическое развитие стратиграфически важных родов глубоководных фораминифер. Впервые установлено, что помимо эволюционной составляющей в зональных комплексах отражена этапность развития бентосных фораминифер. Выделено два крупных этапа – палеоценовый и эоценовый. Эоценовый этап четко подразделяется на два подэтапа.

3. Выяснено, что помимо эволюционной составляющей, важную роль в преобразовании комплексов ГБФ играли палеоокеанологические события. В результате охарактеризованы детали события глобального массового вымирания ГБФ, ранее слабо изученного в пределах Тихого океана. Также впервые для выбранной обширной площади была предпринята попытка связать смену комплексов глубоководных бентосных фораминифер с палеоокеанологическими событиями эоцена. При этом установлено, что ведущим фактором для перестроек сообществ ГБФ, отражавшихся либо в смене таксономического состава, либо в изменениях их численности и разнообразия, являлись флуктуации палеоокеанологических условий глубинных водных масс.

4. Была проведена ревизия трех наиболее важных для нижнепалеоценовой стратиграфии и палеобиогеографии видов *Stensioeina beccariiformis*, *Uvigerina chirana* и *U. elongata*, которые в отечественной палеонтолого-стратиграфической литературе традиционно ошибочно описываются под наименованиями *Stensioeina caucasica*, *Uvigerina hispida* и *U. proboscidea*.

Список работ по теме диссертации

Статьи по перечню ВАК:

1. Ольшанецкий Д.М. Палеогеновые ассоциации бентосных фораминифер, их реакция на палеоокеанологические события // Океанология. 2003. Т. 43. № 1. С. 213–216.

2. Соловьев А.В., Палечек Т.Н., Шапиров М.Н., Джонстон С.А., Гарвер Дж.И., Ольшанецкий Д.М. Новые данные о возрасте барабской свиты (Срединный хребет, Камчатка) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2007. Т. 15. № 1. С. 118–125.

3. Ольшанецкий Д.М. Палеогеновые ассоциации бентосных фораминифер палеоокеанологические события // Приложение к журналу "Геология и геофизика". 2008. Т. 49. № 10-11. С. 344–346.

4. Мозарович А.О., Соловьев А.В., Моисеев А.В., Ольшанецкий Д.М., Хисамутдинова А.И. Деформации третичных комплексов Западной Камчатки (точилинский разрез) // Доклады Академии Наук. 2010. Т. 433. № 1. С. 62–66.

Прочие публикации:

5. Басов И.А., Ольшанецкий Д.М. Планктонные и бентосные фораминиферы палеогена субтропической и бореальной областей Северной Пацифики: сравнительный анализ // Сб. Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып. 3. – М.: ПИН РАН. 1998. С. 106–112.

6. Вишневская В.С., Басов И.А., Бернанд В.В., Курилов Д.В., Ольшанецкий Д.М. Первые совместные находки меловых радиолярий и фораминифер в высоких широтах Востока России // Сб. Материалы Третьего Всероссийского Совещания: Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии (Саратов 26-30 сентября 2006) (Отв. ред. В.А. Мусатов). Саратов: Изд-во СО ЕАГО. 2006. С. 41–42.

7. Ольшанецкий Д.М. Закономерности распределения мелководных и глубоководных комплексов фораминифер в палеогене Северо-Западной Пацифики // Палеострат-2006. Годичное собрание секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества. Программа и тезисы докладов (ред. А.С. Алексеева). Москва: ПИН РАН. 2006. С. 24 – 25.

8. Ольшанецкий Д.М. Закономерности распределения мелководных и глубоководных комплексов фораминифер в палеогене Северо-Западной Пацифики // Сб. Материалы Третьего Всероссийского Совещания: Меловая

система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии (Саратов 26-30 сентября 2006) (Отв. ред. В.А. Мусатов). Саратов: Изд-во СО ЕАГО. 2006. С. 159–160.

9. Хисамутдинова А.И., Ольшанецкий Д.М. Новые литологические и микропалеонтологические данные по третичным отложениям Майначского разреза (Западная Камчатка) // Структуры, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента. Материалы 15-й научной конференции Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2006. С. 177 – 179.

10. Ольшанецкий Д.М. Сообщества бентосных фораминифер палеогена Пацифики как отражение глубоководной циркуляции // Геобиосферные события и история органического мира. Материалы LIV сессии Палеонтологического общества. СПб., 2008. С. 123–125.

11. Ольшанецкий Д.М. Кризис среди глубоководных бентосных фораминифер на рубеже палеоцена и эоцена на подводных поднятиях Тихого океана // Палеострат-2012. Годичное собрание секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества. Программа и тезисы докладов (ред. А.С. Алексеева). Москва: ПИН РАН. 2012. С. 50.

12. Ольшанецкий Д.М. Глубоководные бентосные фораминиферы палеогена поднятия Обручева (Северная Пацифика) // Палеонтология и стратиграфические границы. Материалы LVIII сессии Палеонтологического общества при РАН. СПб, 2012. С. 104–106.

13. Ольшанецкий Д.М. Батиаль-абиссальная стратиграфическая шкала нижнего палеогена северной Пацифики по бентосным фораминиферам: суперзоны и биогоризонты, их эволюционное и экосистемное обоснование // Труды XV Всероссийского микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология». Геленджик. Сентябрь 2012. С. 119–123.

14. Ольшанецкий Д. М. Зональная схема расчленения палеоцен-эоценовых глубоководных отложений Северной Пацифики по бентосным фораминиферам // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2013 (в печати).