

УДК 551.763.3+551.781

ГРАНИЦА МЕЛА И ПАЛЕОГЕНА: СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Д. П. Найдин

К 70-летию В. В. Меннера коллективом авторов была подготовлена книга, посвященная проблемам границ геологических систем. В книге среди прочих рассматривалась также граница мела и палеогена [6]. В каком состоянии, спустя 10 лет, находится обсуждение границы между этими двумя системами или в более общем плане — между мезозойской и кайнозойской группами?

На протяжении многих десятилетий вопрос о границе мела и палеогена сводился к вопросу о месте датского яруса в стратиграфической шкале: завершать ли данием меловую систему или начинать им палеоген?

Граница маастрихт / даний (М/Д) — давнишний объект повышенного внимания со стороны геологов и палеонтологов. Вскоре после установления этих двух ярусов было замечено, что на их границе происходит весьма заметное сокращение ряда групп организмов. Некоторым исследователям это сокращение рисовалось столь резким, что возникло представление о «великом мезозойском вымирании».

Именно поэтому по решению Научного совета по проблеме «Пути и закономерности исторического развития животных и растительных организмов» при Отделении общей биологии АН СССР под общим руководством акад. В. В. Меннера, начиная с 1971 г., геологами и палеонтологами различных учреждений проводится коллективная работа «Развитие и смена органического мира на рубеже мезозоя и кайнозоя». Полученные результаты опубликованы в 6-ти книгах [12].

Несомненная, необычайно отчетливая смена органического мира на рубеже М/Д, отличающая его от многих рубежей фанерозоя, привлекала к себе внимание не только палеонтологов и геологов, но и представителей других наук. Круг заинтересованных специалистов необычайно расширился в самые последние годы после появления (вернее, после привлечения новых обоснований) гипотез, связывающих вымирание многих групп биоты в конце мезозоя с событиями, развивавшимися на земном лике после столкновения Земли с крупным космическим телом — астероидом или кометой.

Как нам представляется, в ответе на поставленный выше вопрос о месте дания необходимо различать два теснейшим образом друг с другом связанных, но тем не менее различных аспекта. Первый — положение датского яруса в международной стратиграфической шкале и второй — границы яруса.

Прежде чем переходить к рассмотрению этих двух сторон вопроса о датском ярусе — несколько общих принципиальных замечаний: 1) подразделения международной стратиграфической шкалы (во всяком случае для мезозоя) и их границы должны выделяться на биостратиграфической основе в последовательности морских отложений. В иных фациях границы прослеживаются всеми доступными методами сопоставления; 2) стратиграфические подразделения — их объем и границы — должны устанавливаться в возможно более полных раз-

резах. Необходимо отчетливо представлять себе, что собственно непрерывных разрезов в природе не существует. Все разрезы заключают как видимые, так и скрытые перерывы [9]. Поэтому так называемые «непрерывные разрезы» (этот термин применяется в статье) — понятие в известной мере условное.

Положение датского яруса

Результаты исследований, проведенных на протяжении многих десятилетий в различных регионах развития морских отложений, пограничных между маастрихтским и датским ярусами, убедительно показали, что макро- и микропалеонтологические наполнения этих двух ярусов резко отличны друг от друга. Находки в отложениях датского яруса отдельных видов или даже некоторых групп организмов мелового облика и, наоборот, появление в верхних горизонтах маастрихта палеоценовых элементов не меняют общей картины. Биостратиграфические «ядра» (термин В. Л. Егояна [2]) маастрихта и дания принципиально различны, что давно уже установлено. Еще в конце прошлого века было отмечено, что макрофаунистические различия между маастрихтским и датским ярусами требуют их разъединения в шкале и перенесения дания в палеоген [6]. Дальнейшие исследования (и особенно по микро- и нанопланктону) подтвердили это заключение. Было показано, что изменение органического мира между маастрихтом и данием — одно из самых резких в фанерозое. Особенно резким оказывается исчезновение очень многих меловых форм, с чем связано представление об упоминавшемся выше так называемом «великом мезозойском вымирании».

В этой краткой статье невозможно привести сколько-нибудь полную характеристику маастрихтского и датского стратиграфического «ядер». К тому же эти характеристики достаточно хорошо известны [1, 6, 12]. Напомним лишь, что стратиграфически важные элементы маастрихтской макрофауны — аммониты, белемниты, некоторые двусторки (иноцерамы, рудисты) всеми своими корнями связаны с более низкими горизонтами верхнего мела. Известные крайне редкие случаи «проскальзывания» вверх единичных представителей этих ископаемых никоим образом не сказываются на составе стратиграфического «ядра» дания.

Наиболее важными элементами в составе маастрихтского планктона являются глоботрунканиды, планомалиниды и гетерохелициды, эволюционные корни которых внизу — в кампане и ниже. Датский планктон резко отличен. Это главным образом глобигериниды и глобороталииды, родственно тесно связанные с фораминиферами более высоких уровней палеоцена, что, по мнению микропалеонтологов [18], представляет одно из основных доказательств необходимости отнесения дания к палеогену. Возможные случаи нахождения типично маастрихтских форм в дании и, наоборот, глобигерин и глобороталий в маастрихте не меняют состав стратиграфически важных групп планктона обоих ярусов (см. ниже).

Подавляющее большинство современных авторов относят даний к палеоцену. Для многих зарубежных исследователей (особенно микропалеонтологов) нет никаких сомнений — «по problem» — в вопросе, куда относить даний.

На состоявшемся осенью 1983 г. в Копенгагене Международном симпозиуме по границам меловых ярусов «проблема» датского яруса не обсуждалась: он просто не рассматривался в составе меловой си-

стемы [20]. Заседавшие в августе прошлого года во время 27-й сессии Международного геологического конгресса Международная рабочая группа по границе мел/палеоген и Подкомиссия меловой стратиграфии Международного союза геологических наук пришли к заключению о необходимости формального закрепления давно сложившейся международной практики проведения границы между мелом и палеогеном по подошве дания. Это заключение должно быть утверждено Стратиграфической комиссией МСГН.

Однако одиночные голоса исследователей, не согласных с подавляющим большинством, по-прежнему раздаются. Так, Э. Фогт [43], не отрицая существование фаунистического перелома на рубеже М/Д и признавая легкость практического трассирования этого рубежа, тем не менее возражает против перенесения дания в палеоген. По его мнению, хотя фаунистический перелом на рубеже М/Д существует, резкость его преувеличивается, а датский ярус по макропалеонтологическому содержанию носит промежуточный характер между мелом и палеогеном. Фогт выдвигает еще два довода в пользу оставления дания в меловой системе: седиментологически отложения датского яруса в Европе представляют естественное завершение позднемелового карбонатакопления и необходимо сохранять стабильность стратиграфической системы.

С первым возражением Фогта трудно согласиться. Еще раз: биостратиграфические «ядра» маастрихта и дания резко различны. Присутствие в маастрихте элементов палеоценового облика и сохранение в дании меловых форм и даже целых групп вполне закономерны. Это есть отражение неравномерного характера эволюции органического мира, не говоря уж о том, что вертикальное распространение органических остатков локально и регионально контролируется рядом других менее значительных факторов. К тому же далеко не всегда убедительны (и часто весьма субъективны) оценки так называемого «облика» — типично мелового или типично палеогенового — тех или иных отдельных форм и целых групп. Подобные формы и группы дополняют палеонтологическую характеристику каждого стратиграфического подразделения. Однако они не входят в состав его биостратиграфического «ядра». Они, так сказать, имеют лишь совещательный, но не решающий голос при решении вопроса о месте подразделения в системе более крупных.

Замечание Фогта о том, что датский ярус в Европе (добавим: много шире — во всей Европейской палеобиогеографической области) тесно связан с позднемеловым карбонатным седиментогенезом и что поэтому даний должен рассматриваться как естественное завершение единой циклотемы в составе меловой системы, очень важно. Оно затрагивает одну из интереснейших особенностей рубежа М/Д, на которой мы кратко остановимся в последнем разделе статьи.

Наконец, третий пункт возражений Фогта — стабильность стратиграфической системы. Имеется в виду следующее: в течение многих лет составлялись карты, на которых датский ярус отнесен к меловой системе; в учебниках даний завершает меловую систему; подавляющая часть датской фауны описана совместно с меловой и т. д. и т. п. Если датский ярус перенести в палеоген, то привычное и установившееся будет нарушено, многие карты придется пересоставлять заново, перед молодыми исследователями возникнут затруднения в разыскании работ, в которых описана датская фауна, и т. д. и т. п. Вполне понятное возражение. Корни его те же, что до сих пор не позволяют американцам отказаться от футов и ярдов.

К понятию стабильности стратиграфической системы примыкает понятие о приоритете. По нашему мнению, приоритет прежде всего охраняет наименование стратиграфического подразделения, но отнюдь не его положение в международной стратиграфической шкале [7]. Фогт приводит в качестве примера дестабилизации стратиграфической системы ход обсуждения положения зоны *Actinocamax plenus* на границе сеномана и турона: то ее относят к сеноману, то к турону. Но это уже вопрос не о месте ярусов — сеноманского и туронского — в шкале, но вопрос о границе между ними.

Границы датского яруса

Как известно, мнения исследователей о характере изменения биоты на рубеже М/Д разделились. Одни доказывают необычайно резкую, даже катастрофическую смену органического мира на рубеже М/Д, тогда как другим этот рубеж не представляется таким уж резким (и уж во всяком случае не катастрофическим). И те и другие опираются на одни и те же данные. Таким образом, мы сталкиваемся с субъективной оценкой имеющегося фактического материала. Такой эта оценка будет оставаться до тех пор, пока не будут получены надежные сведения о конкретном вертикальном распространении маастрихтских ископаемых.

В настоящее время по существу для всех привлекаемых групп органических остатков — как морских, так и наземных, как беспозвоночных, так и позвоночных — не учитываются ни полнота разрезов маастрихта, откуда материал происходит, ни приуроченность этого материала к различным стратиграфическим уровням маастрихта (рис. 1, Б, В). Между тем продолжительность маастрихтского века

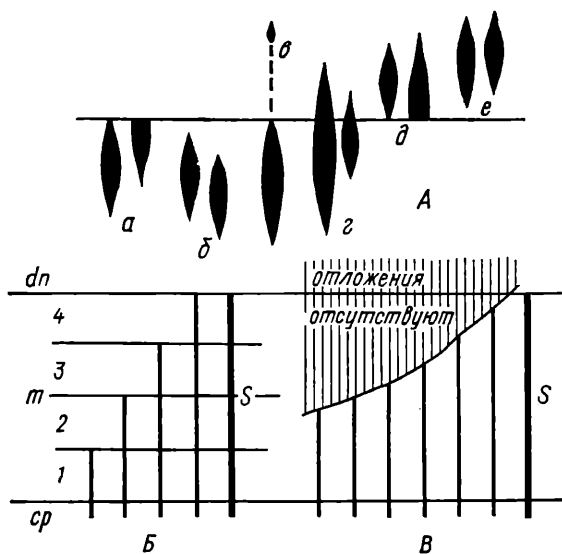
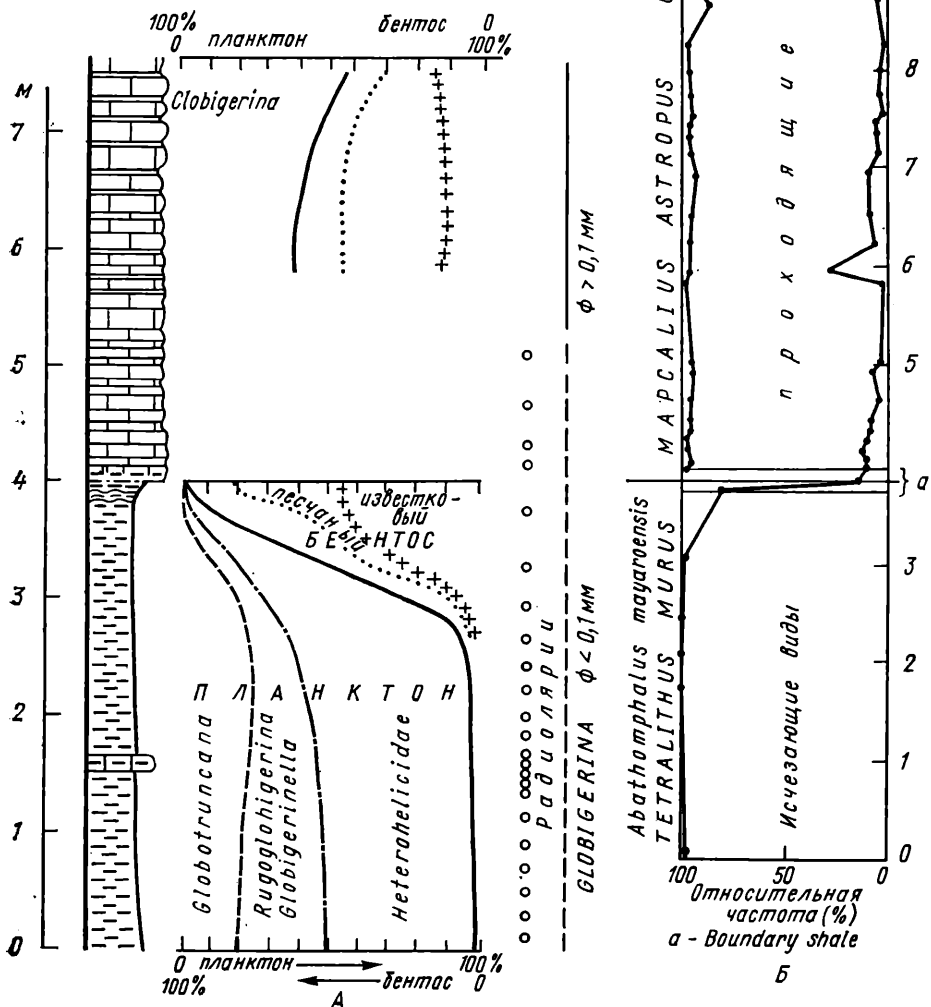


Рис. 1. Оценка вертикального распространения органических остатков в маастрихте: А — отношение органических остатков к любому стратиграфическому рубежу: а — исчезающие на этом рубеже, б — исчезающие на различных уровнях до него, в — проскальзывающие (исчезают на данном рубеже или ниже, но затем появляются много выше него), г — проходящие, д — появляющиеся непосредственно на рубеже, е — появляющиеся выше него; Б — определение вертикального распространения органических остатков (варианты А, а, б) в маастрихте (m), разделенном на четыре условные зоны (1—4); В — распространение органических остатков в неполном разрезе маастрихта (m); S — суммарные для маастрихта оценки вертикального распространения ископаемых без учета деления на зоны (А) и наличия перерыва (Б)

порядка 7—8 млн. лет, и несомненно, что многие маастрихтские формы вымирали не в конце этого века, а на его протяжении: одни раньше, другие позже.

К имеющимся зональным схемам маастрихта (по микро- и нанопланктону, по аммонитам и белемнитам) по существу не привязаны

Рис. 2. Распространение фораминифер и известкового наупланктона в пограничном интервале маастрихта и дания в разрезе Цумая (провинция Гипускоа, север Испании): А — по Д. Герму [26], Б — по С. Персивалу и А. Фишеру [34]



опубликованные данные по всем группам морских макрофоссилий, не говоря уж о находках остатков наземных позвоночных. Сделать это очень и очень трудно (особенно для сведений, опубликованных в старых работах), но только после того, как это будет сделано, станет ясной картина подхода к рубежу М/Д различных групп организмов.

По давно уже известным данным [6, 12], однако, не привязанным к какому-либо зональному делению, большинство стратиграфически важных моллюсков исчезает на различных уровнях маастрихта (см. рис. 1, А, б), и лишь некоторые доходят до верхнего ограничения яруса (рис. 1, А, а). Новые материалы это подтверждают. Так, по Т. Биркелунд [19], из нижнего маастрихта известно 34 рода аммонитов, тогда как из верхнего — примерно половина этого числа; в Дании только 7 родов (преобладают *Hoploscaphites* и *Vaculites*) достигают верхней границы яруса, где внезапно исчезают; в «твердом дне», образованном по кровле маастрихтского мела на мысе Стевенс (о. Зеландия), достаточно часто встречаются остатки аммонитов ювенильной стадии развития, но отсутствуют карликовые формы. Подобные формы нашел И. Видманн [46] в самых верхних горизонтах маастрихта, где, по Д. Герму [26], происходит редукция планктона в разрезе Цумая (Северная Испания) (рис. 2). По новым данным [44], число видов аммонитов сокращается в интервале верхнего маастрихта от 8—10 до 1—2; аммониты плохой сохранности (преобладают небольшие пахидискусы) достаточно часты в 15 м ниже границы М/Д; последний аммонит найден в 12 м ниже границы. К сожалению, из обнажений, в которых И. Видманн [46] обнаружил карликовые формы аммонитов в кровле маастрихта, сборы не были повторены.

На Мангышлаке редкие ядра аммонитов плохой сохранности (гопლოსкафиты) достигают кровли маастрихта. Ростры *Neobelemnella kazimiroviensis* здесь обычны в писчем мелу верхнего маастрихта; в верхних 3 м мела они практически исчезают; однако один ростр хорошей сохранности был найден лишь в 7 см ниже «пограничных глин» (см. далее).

При определении нижней границы датского яруса необходимо иметь в виду следующее: 1) в огромном большинстве разрезов к пограничью М/Д приурочен перерыв, обычно стратиграфически очень небольшой, вполне достаточный для абсолютно точного фиксирования границы М/Д при картировании и проведении других видов геологических работ; 2) достоверно (т. е. палеонтологически документировано) непрерывные разрезы (с оговоркой, упоминавшейся выше) пограничных отложений М/Д распространены значительно меньше; 3) в непрерывных разрезах интервал между маастрихтским и датским биостратиграфическими «ядрами» физически ничтожен: это десятки сантиметров, первые метры; 4) маастрихт и датий в карбонатных толщах несомненно составляют единую циклотему. Это очень четко наблюдается не только в непрерывных разрезах писчего мела Датской впадины (Ютландия), но и в разрезах Крыма и Мангышлака, где маастрихтские мергели и мел по резкой границе сменяются известняками дания; 5) в последние годы в ряде непрерывных карбонатных разрезов (как континентов, так и океанов) в интервале перехода М/Д прослежен прослой «глин», очень часто с повышенными концентрациями иридия (рис. 3); 6) таким образом, и в непрерывных разрезах, отмеченных в пунктах 3—5, проведение границы М/Д не представляет никаких затруднений: эта граница может быть показана на геологических картах самого крупного масштаба. Дальнейшие исследования, обсуждения и дискуссии требуются для определения точного положе-

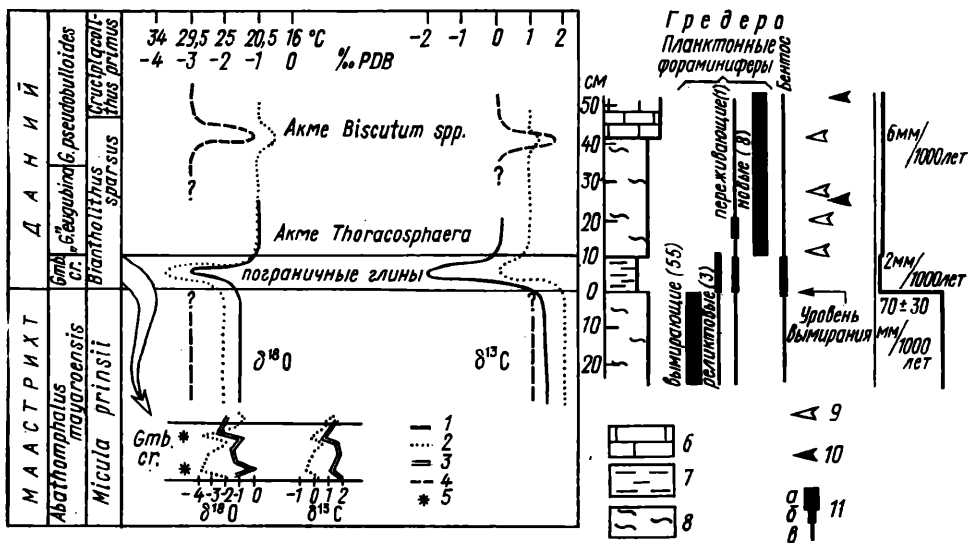


Рис. 3. Пограничный интервал маастрихт — даний в разрезе Барранко-дель-Гредеро (провинция Мурсия, юго-восток Испании). По А. Ромейну и И. Смигу [37], И. Смигу и Д. Гертогену [39]: 1 — Биарриц; 2 — Гредеро; 3 — Стенс; 4 — Нагал Авдат; 5 — повышенные концентрации иридия; 6 — известняк; 7 — глина; 8 — мергель; 9 — «расцвет» планктонных фораминифер; 10 — «расцвет» нанопланктона; 11 — распространение видов (а — многочисленны, б — обычны, в — отсутствуют); Gmb. cr. — *Guembelitra cretacea*, «G» — «*Globigerina*», G. — *Globigerina*

ния рубежа М/Д в пределах упомянутого выше незначительного интервала между маастрихтским и датским «ядрами».

Повторим еще раз — для практических целей достигнутого понимания положения границы М/Д вполне достаточно. Однако значение ее еще более точного положения необходимо, во-первых, для оценки отношения различных организмов к рубежу мезозой/кайнозой в последовательности слоев стратисферы: проходящие, недоживающие, исчезающие и т. д. (см. рис. 1, А) и, во-вторых, для геохронологического фиксирования кратковременных событий и явлений, как-то обращения магнитного поля, возможные катастрофы различного типа и масштаба и т. п. Рубеж М/Д, естественно, должен быть выражен в зональных категориях. Согласования требует выбор групп, пригодных для зонального членения пограничных отложений. Ими могут быть организмы, представители которых широко распространены как в маастрихте, так и в дании. Этому условию отвечают фораминиферы, динофлагеллаты, известковые нанофоссилии и другие подобные группы, пользующиеся массовым распространением. Должны быть разработаны согласованные зональные схемы деления по этим группам.

Представляется, что, так сказать, опорное зональное деление пограничных слоев М/Д, к которому следует привязывать зонации по остальным группам, может быть разработано по фораминиферам. По сравнению с остальными группами массового распространения на фораминиферах легче распознаются растворение раковин и их переотложение, часто очень осложняющие определение действительного стратиграфического диапазона многих форм. Кроме того, по фораминиферам более четко и определено (чем, например, по нанопланктону) выделяются собственно зоны. Поэтому выскажем несколько замеча-

ний относительно деления пограничного интервала М/Д по фораминиферам.

По-видимому, в качестве верхней зоны маастрихта по планктонным фораминиферам можно принять зону *Abathomphalus mayagoensis* [4, 36, 42], нижнее ограничение которой понимается различно различными микропалеонтологами. В Европейской палеобиогеографической области этой зоне (вероятно, только ее верхней части) отвечает зона *Pseudotextularia elegans* [17, 41, 45]. В ряде разрезов Дании отмечено почти полное исчезновение планктона в терминальном маастрихте, который Э. Стенстад [40] обособил в неформальную зону *Stensioeina esnehnsis*, характеризующуюся в целом обедненной ассоциацией бентоса нижележащей зоны *Pseudotextularia elegans*.

Нижней зоной Дании многие зарубежные и некоторые отечественные авторы считают зону «*Globigerina*» *eugubina*, выделенную более 20 лет тому назад в Центральных Апеннинах [30]. Мощность отложений зоны не более 1,5—2 м, и она попросту выпадает в не совсем полных разрезах (а такие, как отмечалось выше, резко преобладают). В качестве нижней зоны Дании предлагается зона *Globorotalia taurica* [3, 10]. В Дании нижняя зона датского яруса — зона *Eoglobigerina danica* [16, 25]. И. Банг [16], предложившая эту зону, отмечает, что в некоторых разрезах комплекс фораминифер, характерный для зоны *eugubina* (так называемый *Loppesup Assamblage*), встречается в самых верхах маастрихта вместе с аммонитами. Вообще нижнее ограничение зоны *eugubina* пока не представляется вполне определенным. В разрезах Вассерфаллграбен (Баварские Альпы, ФРГ) и Эль-Кеф (Тунис) ниже зоны *eugubina* выделяется зона *Globigerina fringa* (появляются редкие мелкие глобигерины; очень редко встречаются глоботрунканы и ругоглобигерины из глоботрунканид, которые, возможно, переотложены) [27, 33]. В разрезе Барранко-дель-Гредеро в Юго-Восточной Испании ниже зоны *eugubina* распознается зона *Guembelitra cretacea* (исчезают глоботрунканы и ругоглобигерины, но еще не появляются глобигерины) [37—39]. Мощность отложений, относимых к этим зонам, порядка 10—25 см.

В ряде скважин глубоководного бурения вскрыт переход М/Д. В некоторых из них отмечается несколько иное, сравнительно с предлагаемым для Центральных Апеннин [30], распределение некоторых планктонных форм. Так, в скв. 524 (Китовый хребет, восток Южной Атлантики) граница М/Д проводится в основном по появлению третичного известкового нанопланктона — видов *Thoracosphaera*, *Margalius astrogus* и др.; выше границы, в «переходной зоне» (ее мощность 2 м) содержится значительное количество переотложенных остатков наофоссилий, развито сильное растворение раковин фораминифер, причем типичные третичные формы — в их числе и *Globigerina eugubina* — появляются в 1—2 м выше границы; в «переходной зоне» содержатся меловые формы, например глоботрунканы [29]. Для этой же скважины почти тот же коллектив авторов [35] указывает «*Globigerina eugubina*» в нескольких метрах ниже границы М/Д и отмечает массовое переотложение мелового планктона (в том числе и *Abathomphalus mayagoensis*) в Дании.

В скв. 577 (поднятие Шатского, северо-запад Тихого океана) граница М/Д проводится по внезапному появлению *Thoracosphaera*, *Margalius astrogus* и ряда других наофоссилий, а также по исчезновению всех меловых планктонных фораминифер и первому появлению палеоценовой *Chiloguembelina taurica*; редкие переотложенные раковины меловых фораминифер и наофоссилий отмечаются только

в 20 см над границей; редкие крошечные раковины *Globigerina eugubina* появляются в 40 см ниже границы, а непосредственно у границы они становятся крупнее и многочисленнее [47].

Объемы названных выше зон, их соотношение между собой, соответствие зонам по нанопланктону и макрофауне пока еще точно не выяснены. Следовательно, прежде чем выделять самую нижнюю зону датия, нужно договориться, что это такое. По моему мнению, в качестве нижней зоны датского яруса целесообразно принять зону «*Globigerina*» *eugubina*, а зоны *Globigerina fringa* и *Guembelitra cretacea* рассматривать как местные варианты ее основания. Во всяком случае положение границы М/Д «зажато» в крайне узкие стратиграфические рамки. Для целей практики даже в непрерывных разрезах граница может быть намечена достаточно точно в интервале мощностью в десятки сантиметров, первые метры.

Однако, как уже отмечалось выше, для оценки времени совершения геологически быстрых (возможно, мгновенных) событий и для определения характера приближения к рубежу М/Д различных органических остатков необходимо знать еще более точное и главное — стабильное его положение. Дальнейшие работы необходимы и в направлении выявления критериев проведения границы (основание зоны *eugubina*) в конкретных разрезах.

Имеющиеся данные как будто бы свидетельствуют о том, что датские элементы планктона могут появляться уже в заведомом маастрихте (см. рис. 2). Так, есть указания о находках мелких глобигерин [16, 22, 24, 26] и глобороталиид [17] в верхнем маастрихте. Вытекают сомнения в достоверности определения мелких глобигерин из маастрихта, предполагается, что это глобигериноподобные формы и что явление гомеоморфии может затруднять определения [17]; отмечается, что мелкие (точнее, мельчайшие) фораминиферы трудно определять [31].

Действительно ли датские элементы планктона встречаются уже в маастрихте, необходимо знать прежде всего для оценки степени резкости рубежа М/Д. Имеющиеся материалы, как мне кажется, свидетельствуют о появлении таких элементов в маастрихте.

Не меньшее значение для оценки степени резкости рубежа М/Д имеет выяснение характера нахождения в бесспорно датских отложениях (т. е. выше зоны *eugubina*) меловых форм. Помимо весьма обычного переотложения стратиграфические интерпретации осложняются явлениями биотурбации, а при изучении разрезов скважин также возможны механическими нарушениями керна.

Согласования требует и зональное деление датского яруса. Нужны одинаково понимаемые всеми исследователями подразделения, которые можно рассматривать в качестве хронозон яруса. Кроме того, крайне желательна устойчивая номенклатура родовых названий зональных видов. Сейчас разобраться в синонимике большинства родовых названий могут только микропалеонтологи. Введение для палеогена номерных зон по планктону — Р 1, Р 2 и т. д. и по нанопланктону — NP 1, NP 2 и т. д., отражающее стремление исследователей к унификации и стандартизации, представляется целесообразным, но пока преждевременным.

Наконец, еще одно замечание в связи с нижней границей датского яруса и его зональным делением с использованием фораминифер. До последнего времени к разработке зональных схем привлекаются почти исключительно лишь планктонные формы. Между тем бентос проходит рубеж М/Д с наименьшими «потерями». Поэтому именно по бен-

тосным фораминиферам, вероятно, можно наметить зональное деление, обоснованное филогенетическими линиями.

Верхняя граница дания выражена существенно менее резко сравнительно с его нижним ограничением, что проявляется как в литологической однородности слагающих верхние горизонты дания и вышележащих отложений и отсутствии в них заметных перерывов, так и особенно четко в последовательной смене комплексов фораминифер. В частности, Т. Моркенс [32] отмечает весьма тесную связь бентоса и планктона стратотипа монса с верхнедатским комплексом фораминифер. В этом обстоятельстве видится несомненное доказательство тесной связи дания с палеоценом, но не с мелом.

Вопрос о верхней границе дания — дело специалистов по палеогеографии. Можно лишь пожелать не утратить при конструировании био-стратиграфических схем прослеживаемого на огромных пространствах Евразии, от Ламанша до Закаспия, подразделения, заключающего выдержанный комплекс моллюсков монса.

Пространственное прослеживание границы маастрихта и дания

Как быть с положением границы М/Д в разрезах континентальных отложений? Ведь именно с ними связаны остатки динозавров, судьба которых в последнее время беспокоит многих исследователей, особенно далеких от геологии.

По моему твердому убеждению, граница М/Д, устанавливаемая в морских отложениях, в разрезах неморских толщ должна быть прослежена всеми возможными методами корреляции. Не может быть второй границы по динозаврам или еще одной границы по спорово-пыльцевым комплексам (как это имеет место в практике некоторых американских авторов). Граница может быть только одна.

Роль наземных организмов (и прежде всего позвоночных и флоры) в познании развития и смены органического мира на рубеже мезозоя и кайнозоя, конечно, огромна, но граница М/Д должна быть установлена по мелким морским организмам. Не следует смешивать положение стратиграфической границы в общей последовательности слоев стратисферы с ее протягиванием по площади. Прослеживание в пространстве границы М/Д — это третий стратиграфический аспект вопроса о датском ярусе.

Первостепенное значение при установлении рубежа М/Д в разнофациальных толщах имеет палеомагнитный метод. В качестве магнито-стратотипа для верхнего мела и основания палеогена целесообразно принять карбонатный разрез Губбио (Северная Италия), хорошо изученный как биостратиграфически, так и магнитометрически [15]. В этом разрезе граница М/Д проходит в зоне обратной полярности G-, расположенной между аномалиями 29 и 30. Материалы, полученные в самые последние годы, показали, что в качестве реперного горизонта может быть использован прослой «глин», совмещающийся в ряде разрезов с основанием зоны eugubina, зонами fringa и cretacea. Есть основания считать его изохронным уровнем и принимать за границу М/Д (см. ниже).

В 1979 г. появилось сообщение [13] об открытии на границе М/Д в разрезе Губбио, повышенного содержания иридия несомненно внеземного происхождения. За прошедшие немногие годы аномальные концентрации иридия были установлены во многих разрезах, в том числе и в СССР [5, 8]. Опубликовано очень много работ с изложением

ем фактических материалов и еще большее — с их интерпретацией; проведен ряд международных симпозиумов по открытому явлению.

Вкратце к настоящему времени известно следующее: 1) на границе М/Д в непрерывных разрезах, где происходит резкая смена комплексов известкового нанопланктона, микро- и макрофауны, развит прослой «глин». Его мощность — от нескольких сантиметров до первых десятков сантиметров; во многих случаях прослой совмещается (полностью или частично) с зонами *eugubina*, *fringa* и *cretacea*; 2) прослой иногда распадается на ряд более тонких; не всегда он представлен действительно глинами — это могут быть мергели или известняк (CaCO_3 75—85%) с рассеянным пиритом [5, 8]; 3) к «пограничным глинам» приурочены повышенные концентрации иридия: от 1,5 до 50—60 нг/г¹; 4) наметились два основных направления интерпретации явления.

Первое направление. Иридий доставлен на Землю крупным космическим телом. Варианты доставки: крупный астероид или комета. После встречи с Землей на поверхности планеты начались события, предлагаемые сценарии развития которых весьма разнообразны. События включают ударное и тепловое воздействие космического тела; выделение им ядовитых субстанций; возникновение над планетой «пылевого» экрана (из земных и космических частиц, образовавшихся при ударе или взрыве космического тела), задерживавшего солнечные лучи, что привело, с одной стороны, к похолоданию, а с другой — к полному или частичному прекращению реакции фотосинтеза; подавление фотосинтеза должно было привести к катастрофическому снижению фитопродуктивности океана и суши, в результате чего возросло содержание CO_2 в атмосфере и гидросфере, что, в свою очередь, привело, с одной стороны, к быстрому и значительному повышению уровня критической глубины накопления карбонатов (и, следовательно, к сокращению карбонатакопления) в океанах, а с другой — к развитию «парникового эффекта» и, следовательно, нагреванию атмосферы.

Продолжительность действия каждого события, очевидно, была различной: от почти мгновенной (для взрыва кометы или удара астероида) до растянувшейся на тысячи и десятки тысяч лет (для редукции фотосинтеза и похолодания). Но так или иначе, в геологическом масштабе времени — это была катастрофа, естественно, роковым образом отразившаяся на земной биоте.

Второе направление истолкования иридиевых данных: «пограничные глины» обогатились Ir не в результате действия внезапного акта (астероид, комета), а медленно, постепенно; прослой «глин» формировался при значительном снижении темпа осадконакопления, в результате чего концентрация микрометеоритного Ir в прослое, естественно, возрастала; все еще отсутствуют статистически надежные данные о распределении иридия в стратиферу и, возможно, что его концентрации в «пограничных глинах» ничего «аномального» собой не представляют [11].

Мне представляется, что образование «пограничных глин» и повышенное содержание Ir в них можно объяснить в основном действием земных причин. Формирование «пограничных глин» было подготовлено развитием земного лика на протяжении позднемеловой эпохи.

Во время эвстатической трансгрессии позднего мела, когда расширились акватории эпиконтинентальных морей, резко возросла биопродуктивность (преимущественно фитопродуктивность) морской биоты,

¹ нг/г — наногрмм на грамм, т. е. одна миллиардная часть, или $10^{-7}\%$.

максимума достигшая в маастрихте, скорее всего, — в позднем маастрихте (наибольший темп осадконакопления, максимальные мощности карбонатных отложений). Биомасса продуцировалась известковым нанопланктоном, диатомеями и другими экологически близкими к ним организмами. В самом конце позднего мела, вероятно, произошло заметное свертывание фитопродуктивности, что привело к возрастанию концентрации CO_2 , повышению критической глубины накопления карбонатов и редукции карбоната накопления в морских бассейнах (в частности, этим можно объяснить сокращение содержания планктонных фораминифер в терминальном маастрихте [23]).

Непосредственно к рубежу М/Д в пелагиали океанических и эпиконтинентальных бассейнов на короткое время возникли условия, к которым могли приспособиться лишь немногие оппортунистические виды. Это, в частности, доказывается необычайным расцветом, «взрывом» *Braugudosphaera* и особенно *Thoracosphaera* в самом начале дания [37, 39]. Возможно, частично биомасса пелагиали продуцировалась организмами, лишенными известкового скелета. Именно в этот интервал времени накопились «пограничные глины», обедненные или совсем лишенные CaCO_3 и, наоборот, обогащенные в результате замедленного темпа накопления микрометеоритным иридием.

Одной из особенностей интервала времени накопления «пограничных глин», как мне представляется, было развитие в морских бассейнах явления, близкого к современным «красным приливам» [21]. «Красные приливы» представляют собой внезапное, взрывное размножение одного или немногих видов организмов. В современных морях и океанах наиболее обычными возбудителями «красных приливов» являются динофлагеллаты, затем диатомеи, синезеленые водоросли, некоторые бактерии. Во время «красных приливов», распространяющихся на участках высокой биопродуктивности в теплых климатических зонах, в воде задерживаются продукты распада живого вещества, развиваются бактерии, возникает дефицит кислорода и, что наиболее губительно для морской биоты, концентрируются токсические продукты жизнедеятельности организмов — возбудителей явления, что приводит к массовой смертности самых разнообразных организмов моря.

В конце мела зоны высокой биопродуктивности и теплого климата были значительно более обширными, чем ныне. Следовательно, условия, благоприятные для развития явления, если не тождественного, то по своей природе близкого «красным приливам», могли охватывать огромные акватории морей и океанов. Поэтому можно предполагать, что одной из причин массовой гибели морской биоты в конце мелового периода было биологическое отравление. Это пока лишь догадка, требующая подтверждений, в поисках которых автор в настоящее время работает. Заметим, однако, что токсическое действие цианидов, якобы выделяемых кометой при ее столкновении с Землей [28], также не более чем догадка.

Я полагаю, что развитие и смена органического мира на рубеже мезозоя и кайнозоя были поликаузальными, т. е. контролировались действием нескольких причин. В основном действовали «земные» силы: колебания климата, чередование трансгрессий и регрессий и т. п. Но вмешательство внеземных сил, в частности освобождающихся при встрече с космическим телом, отнюдь не исключается. Как отразилось подобное вмешательство на биоте, здесь не рассматривается. Однако несомненно, что импактные, следовательно геологически мгновенные, события могли оставить в стратифере глобальные стратиграфические

маркеры — следы, подобные пепловым горизонтам крупных взрывных извержений.

Весьма широкое, по существу глобальное распространение «пограничных глин» в крайне узком стратиграфическом диапазоне, конечно, весьма заманчиво связать с ударными событиями, но для этого нужно доказать импактное, но не микрометеоритное происхождение Ig в них. Направленно «иридиевый» информационный взрыв привел к тому, что другая крайне важная особенность рубежа М/Д ускользнула от внимания исследователей.

Поразительной особенностью рубежа М/Д является приуроченный к нему необычайно широко пространственно распространенный на современных континентах весьма небольшой по величине стратиграфического hiatus и без углового несогласия перерыв [9]. Объяснить происхождение этого кратковременного перерыва, как мне кажется, много сложнее, чем образование «пограничных глин». Ведь перерыв — внутри единой карбонатной циклотемы! Несомненно действовала глобальная сила (или силы). Одно из возможных объяснений — резкое, импульсивное увеличение емкости котловины Тихого океана, что привело к уходу воды с континентов и развитию скоротечной регрессии. Но может быть этот перерыв представляет одно из доказательств реальности импакта? Ведь если астероид упал в океан (как это предполагают некоторые авторы), то должна была возникнуть гигантская волна, которая могла произвести колоссальные опустошения на континентах. Может быть, перерыв на рубеже М/Д и есть результат такого опустошения?

Таким образом, на рубеже М/Д происходили весьма существенные пертурбации в океаносфере. Они привели как к образованию только что отмеченного перерыва, так и к формированию «пограничных глин». В стратисфере был оставлен след, огромная стратиграфическая ценность которого несомненна.

Геологические и палеонтологические материалы свидетельствуют о том, что особенности рубежа М/Д подготавливались длительно. Процесс исчезновения из состава биоты планеты многих меловых форм был растянут на значительное время. Если в этом процессе участвовали импактные силы, то лишь как дополнительный фактор.

В развиваемых ныне гипотезах действия внеземных сил на рубеже М/Д геологическая и палеонтологическая информация подавляется астрономическими, физическими и химическими выкладками. Такие выкладки интересны. Многие из них заставляют по-новому взглянуть на имеющийся фактический материал. Однако в целом они представляют лишь «надстройку» над этим материалом.

Для раскрытия всех тайн рубежа М/Д необходимо дальнейшее детальное и глубокое изучение «субстрата» — разрезов — с целью выявления земных факторов: трансгрессий и регрессий, палеоклиматических и палеоокеанических изменений, процессов вулканизма и т. д. Все это В. Альварец и его соавторы [14, с. 1184] называют «приятной ностальгией» по «доиридиевой» эпохе изучения особенностей рубежа М/Д. Этот упрек, сделанный с вершин «надстройки», должен быть решительно отвергнут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев А. С. Количественный анализ вымирания на рубеже мезозоя и кайнозоя. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1984, т. 59, вып. 2, с. 87—102.
2. Егоян В. Л. Проблема границы в стратиграфии (на примере границ ярусов нижнего отдела меловой системы). — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1984, т. 59, вып. 2, с. 72—87.
3. Крашенинников В. А., Музылев Н. Г. Соотношение зональных шкал по

- планктонным фораминиферам и нанопланктону в разрезах палеогена Сев. Кавказа. — *Вопр. микропалеонтологии*, 1975, вып. 18, с. 212—224. 4. Маслакова Н. И. Глоботрунканды юга европейской части СССР. М., 1978, 166 с. 5. Назаров М. А., Барсукова Л. Д., Колесов Г. М. и др. Происхождение придиовой аномалии на границе маастрихтского и датского ярусов. — *Геохимия*, 1983, № 8, с. 1160—1178. 6. Найдин Д. П. Граница мела и палеогена. — В кн.: *Границы геол. систем*. М., 1976, с. 225—257. 7. Найдин Д. П. О стратотипах ярусов верхнего мела (на примере маастрихтского яруса). — *Бюл. МОИП. Отд. геол.*, 1978, т. 53, вып. 5, с. 56—77. 8. Найдин Д. П., Алексеев А. С., Беньямовский В. Н., Копаевич Л. Ф. Граница маастрихт — даний в разрезе Кызылсай (Мангышлак). — *ДАН СССР*, т. 267, № 1, с. 177—180. 9. Найдин Д. П., Беньямовский В. Н., Копаевич Л. Ф. Методы изучения трансгрессий и регрессий (на примере позднемеловых бассейнов Западного Казахстана). М., 1984, 163 с. 10. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий, 1983, вып. 21. Комиссия по палеогеновой системе, с. 42—44. 11. Хэллем Э. Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность. М., 1983, 326 с. 12. Шиманский В. Н., Соловьев А. Н. Рубеж мезозоя и кайнозоя в развитии органического мира. М., 1982, 40 с. 13. Alvarez W., Alvarez L. W., Asaro F., Michel H. V. Anomalous iridium levels at the Cretaceous/Tertiary boundary at Gubbio, Italy: negative results of the tests for a supernova origin. — In: Christensen W. K., Birkelund (eds.). *Cretaceous-Tertiary events*, Symposium, vol. 2. Copenhagen, 1979, p. 69. 14. Alvarez W., Alvarez L. W., Asaro F., Michel H. V. The end of the Cretaceous: sharp boundary or gradual transition? — *Science*, 1984, vol. 223, N 4641, p. 1183—1186. 15. Alvarez W., Arthur M. A., Fischer A. G. a. o. Type section for the Late Cretaceous-Paleocene geomagnetic reversal time scale. — *Bull. Geol. Soc. America*, 1977, vol. 88, p. 383—389. 16. Bang I. Foraminifera from the type section of the eugubina Zone and Cretaceous/Tertiary boundary localities in Jylland, Denmark. — In: Christensen W. K., Birkelund T. (eds.). *Cretaceous-Tertiary events*, Symposium, vol. 2. Copenhagen, 1979, p. 127—130. 17. Berggren W. A. Some planktonic Foraminifera from the Maastrichtian and type Danian stages of southern Scandinavia. — *Stockholm Contrib. Geology*, 1962, vol. 9, N 1, p. 1—106. 18. Berggren W. A. Stratigraphic and taxonomic-phylogenetic studies of Upper Cretaceous and Paleogene planktonic Foraminifera. — *Stockholm contrib. Geology*, 1962, vol. 9, N 2, p. 107—129. 19. Birkelund T. The last Maastrichtian ammonites. — In: Birkelund T., Bromley R. G. *Cretaceous-Tertiary events*, Symposium, vol. 1. Copenhagen, 1979, p. 51—57. 20. Birkelund T., Hancock J. M., Hart M. B. Cretaceous stage boundary-proposals. — *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 1984, vol. 33, part 1—2, p. 3—20. 21. Brongersma-Sanders M. Mass mortality in the sea. — *Geol. Soc. Amer. Mem.*, 1957, vol. 67, p. 941—1010. 22. Brotzen F. On *Tylocidaris* species (Echinoidea) and the stratigraphy of the Danian of Sweden. — *Sve-riges Geologiska Undersökning*, ser. C, N 571, *Arsbok* 54 (1960), N 2, 1959, p. 1—90. 23. Cita M. B., Premoli Silva I. Il limite Cretaceo-Paleocene e l'evoluzione della Tetide. — *Rivista Italiana Paleontol. Stratigrafia*, 1974, mem. 14, p. 193—249. 24. Gamber M. A. Acerca del limite Cretacico-Terciario en Mexico. — *Univ. Nac. Auton. Mexico. Inst. Geologia Revista*, 1977, vol. 1, N 1, p. 23—27. 25. Håkansson E., Hansen J. M. Guide to Maastrichtian and Danian boundary strata in Jylland. — In: Birkelund T., Bromley R. G. (eds.). *Cretaceous-Tertiary events*, Symposium, vol. 1. Copenhagen, 1979, p. 171—188. 26. Herm D. Mikropaläontologisch-stratigraphische Untersuchungen im Kreideflysch zwischen Deva und Zumaya (Prov. Guipuzcoa, Nordspanien). — *Zeitschrift Deutsch. Geol. Ges.*, (1963) 1965, Bd. 115, S. 277—348. 27. Herm D., Hillebrandt A. von, Perch-Nielsen K. Die Kreide/Tertiär-Grenze im Lattengebirge (Nördliche Kalkalpen) in mikropaläontologischer Sicht. — *Geol. Bavarica*, 1981, vol. 82, S. 319—344. 28. Hsü K. Terrestrial catastrophe caused by cometary impact at the end of Cretaceous. — *Nature*, 1980, vol. 285, N 5762, p. 201—203. 29. Hsü K., He Q., McKenzie J. A. a. o. Mass mortality and its environmental and evolutionary consequences. — *Science*, 1982, vol. 216, N 4543, p. 249—256. 30. Luterbacher H. P., Premoli Silva I. Biostratigrafia del limite Cretaceo-Terziario nell'Appennino Centrale. — *Rivista Italiana Paleontol.*, 1964, vol. 70, N 1, p. 67—128. 31. Moorkens T. L. Some Late Cretaceous and Early Tertiary planktonic Foraminifera from the Maastrichtian type area. — *Proceedings 2d Plankton. Conference* (Roma, 1970), 1971, p. 847—877. 32. Moorkens T. L. Foraminiferen uit het stratotype van het Montiaan en uit de onderliggende lagen van de boring te Obourg. — *Natuurwet. Tijdschr.*, 1972, vol. 54, N 4—5, p. 117—127. 33. Perch-Nielsen K., McKenzie J., He Q. Biostratigraphy and isotope stratigraphy and the «catastrophic» extinction of calcareous nannoplankton at the Cretaceous/Tertiary boundary. — *Geol. Soc. America Spec. Paper*, 1982, vol. 190, p. 353—371. 34. Percival S. F., Fischer A. G. Changes in calcareous nannoplankton in the Cretaceous-Tertiary biotic crisis at Zumaya, Spain. — *Evolution. Theory*, 1977, vol. 2, p. 1—35. 35. Poore R. Z.,

Tauxe L., Percival S. F. a. o. Late Cretaceous-Cenozoic magnetostratigraphic and biostratigraphic correlations of the South Atlantic Ocean: DSDP leg 73. — *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, 1983, vol. 42, N 1—2, p. 127—149. 36. Premoli Silva I. Upper Cretaceous-Paleocene magnetic stratigraphy at Gubbio, Italy. *Biostratigraphy*. — *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1977, vol. 88, p. 371—374. 37. Romein A. J. T., Smit J. The Cretaceous-Tertiary boundary: stable isotopes and nannofossils. — *Proc. Nederlandse Akademie Wetenschappen, ser. B*, 1981, vol. 84, p. 295—314. 38. Smit J. Discovery of a planktonic foraminiferal association between the *Abathomphalus mayaroensis* zone and the «*Globigerina*» eugubina zone at the Cretaceous/Tertiary boundary in the Barranco del Gredero (Caravaca, SE Spain): a preliminary report. — *Proc. Nederlandse Akademie Wetenschappen, ser. B*, 1977, vol. 80, p. 280—301. 39. Smit J., Hertogen J. An extraterrestrial event at the Cretaceous-Tertiary boundary. — *Nature*, 1980, vol. 285, N 5762, p. 198—200. 40. Stenestad E. Upper Cretaceous Foraminifera from Danish Basin. — In: Birkelund T., Bromley R. G. (eds.). *Cretaceous-Tertiary boundary events*, Symposium, vol. 1. Copenhagen, 1979, p. 101—107. 41. Troelsen J. Om den sttatifrafiske Inddeling af Skrivekridtet i Danmark. — *Medd. Dansk Geol. Forening*, 1937, Bd 9, Hf. 2, S. 260—263. 42. Van Hinte J. A Cretaceous time scale. — *Bull. Amer. Ass. Petroleum Geol.*, 1976, vol. 60, N 4, p. 269—287. 43. Voigt E. Critical remarks on the discussion concerning the Cretaceous-Tertiary boundary. — *Newsl. Stratigr.*, 1981, vol. 10, N 2, p. 92—114. 44. Ward P. D., Wiedmann J. The Maastrichtian ammonite succession at Zumaya, Spain. — *Symposium Cretaceous stage boundaries* (Copenhagen, 1983), Abstracts, 1983, p. 205—207. 45. Wicher C. A. Mikropaläontologische Beobachtungen in der höheren borealen Oberkreide, besonders im Maastricht. — *Geol. Jahrb.*, 1953, Bd 68, S. 1—26. 46. Wiedmann J. The heteromorphs and ammonoid extinction. — *Biol. Rev.*, 1969, vol. 44, N 4, p. 563—602. 47. Wright A., Heath R., Burckle L. *Glomar Challenger* at the Cretaceous-Tertiary boundary. — *Nature*, 1982, vol. 299, N 5880, p. 208.

Московский
государственный университет

Поступила в редакцию
12.02.85