

УДК 551.244:551.35.061/062

Д. П. НАЙДИН

ЭПЕЙРОГЕНЕЗ И ЭВСТАЗИЯ

Пояснение терминов

Два термина, составляющие заглавие статьи, общеизвестны и как будто бы не нуждаются в пояснениях. Тем не менее автор считает необходимым предпослать основному тексту свои определения этих терминов.

Под эпейрогенезом, или эпейрогенезом, здесь понимаются вертикальные (вверх—вниз) движения земной коры, приводящие к попеременным поднятиям и опусканиям крупных регионов (платформы, части платформы и т. п.).

Высказывались обоснованные возражения против термина «эпейрогенез». В частности, В. В. Белоусов ([1], стр. 155—158) взамен термина «эпейрогенезические движения» предлагает термин «колебательные движения». Последний термин, несомненно, более точно отражает существо явления. И все же мы предпочитаем употреблять термины «эпейрогенез», «эпейрогенезические движения».

Причины следующие. Как совершенно справедливо заметил В. Е. Хайн ([18], стр. 50), «мы сталкиваемся с весьма запутанным и неудовлетворительным положением проблемы классификации тектонических движений». Термин эпейрогенез, может быть, и не очень точен, но, во-первых, необычайно широко (в значительной степени, по-видимому, вследствие своей краткости) применяется в современной литературе и, во-вторых, приведенное выше определение эпейрогенеза укладывается в понимание этого термина его автором Гильбертом. Гильберт ([29], стр. 340) эпейрогенезскими назвал «широкие движения, создающие континенты и плато, океаническое ложе и континентальные бассейны». Кстати, из приведенной цитаты видно, что Гильберт под предлагаемым им термином понимал не только движения, «создающие континенты», но и движения, охватывающие морские пространства.

Эвстазией, эвстатическими колебаниями уровня океана называются глобально прослеживаемые изменения уровня водной оболочки. Причины эвстазии — изменения объема водной массы океана или изменения емкости океанических котловин. Так понимаются эти термины большинством современных авторов [27, 31—33, 38 и др.].

Под эвстатическими движениями Зюсс ([58], стр. 680), предложивший этот термин, понимал проявляющиеся на поверхности всей планеты «примерно одинаковые позитивные или негативные» изменения высоты береговой линии. Зюсс различал два типа эвстазии: эвстатические негативные движения береговой линии, являющиеся следствием образования морских впадин, и эвстатические позитивные движения береговой линии, возникающие при вытеснении воды из океанических котловин непрерывно поступающими осадками.

Идеи Зюсса о связи трансгрессий и регрессий почти исключительно с поднятиями и опусканиями уровня океана разделялись не всеми его современниками. В частности, А. П. Павлов в 1896 г. выделил «*геократические*» и «*гидрократические*» движения береговой линии. Под первыми он понимал отступление, а под вторыми — наступание моря. Тогда А. П. Павлову было неясно, связаны ли эти движения с «движениями земной коры или колебаниями уровня моря» ([45], стр. 553). Поэтому-то он и предложил, по определению В. А. Варсанюфьевой ([2], стр. 137, 221), «нейтральные термины», которые лишь регистрируют перемещения береговой линии, но ничего не говорят о их причинах. Но уже вскоре А. П. Павлов совершенно определенно высказался о том, что геократические и гидрократические движения (мы бы теперь сказали: регрессии и трансгрессии) в основном связаны с «местными движениями — слабыми подъемами и прогибами земной коры» ([16], стр. 9). Однако возможность распознавания в отдельных случаях также и «общих подъемов океанического уровня в северном полушарии, независящих от каких-либо движений суши в пределах России» ([15], стр. 144), им не отрицалась.

Еще один современник Зюсса наш крупный ученый Ф. Ю. Левинсон-Лессинг отчетливо понимал необходимость отделения местных трансгрессий и регрессий, вызываемых регионально действующими тектоническими силами, от широких трансгрессий и регрессий, обусловленных колебаниями уровня самой водной оболочки. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг [4] различал движения суши, приводящие к *денivelировкам*, и движения собственно водной массы, которые он назвал *гидрокинетическими*.

В отечественной литературе наиболее последовательно представление о двух категориях движений, вероятно, развивает К. К. Марков [8, 9 и другие его работы]. Он различает: «1) *гидрократические*, «автономные», движения уровня водоемов, вызванные изменениями, происходившими в самой гидросфере, например, изменениями объема воды океана; 2) *геократические* движения уровня водоемов, лишь отражающие те процессы, которые происходят в литосфере, или же движения дна водоемов (поднятие или опускание дна океанов и т. д.)» ([9], 113). Как видно, К. К. Марков вложил иное содержание в термины, впервые введенные в литературу А. П. Павловым.

Точно так же и Г. У. Линдберг термины А. П. Павлова понимает не так, как их автор. По Г. У. Линдбергу ([6], стр. 185; [7], стр. 10), колебания уровня океана могут быть: *гидрократическими* (ледниково-эвстатическими), *геократическими* (обусловленными изменениями емкости котловины Мирового океана) и *геогидрократическими* (связанными с изменениями емкости океанических котловин, а также с поступлением глубинных вод и приносом лавового материала на дно).

Попутно заметим, что термины А. П. Павлова послужили основой для создания еще одного ряда терминов. Речь идет о ныне широко применяемых терминах — *геократия* и *талассократия*. Определяя геокра-

тию и талассократию как экстремальные случаи негативных (прирост суши) и позитивных (сокращение суши) движений моря, Штилле ([57], стр. 295) указывает, что эти термины, «вероятно впервые», установил А. П. Павлов. В этом случае мы встречаемся не только с утратой первичного содержания терминов, но и с их частичным изменением (у А. П. Павлова «гидрократия», но не «талассократия»).

Как эпейрогенические движения, так и эвстатические колебания уровня запечатлеваются в разрезах осадочных толщ. Следствием как первых, так и вторых является перемещение береговой линии. Иными словами, речь идет о колебаниях водной оболочки. В случае эпейрогении — о кажущихся колебаниях (ибо действительно активно перемещается участок континента), а в случае эвстазии происходят и стинные* изменения уровня океана.

В настоящее время проблема колебания уровня Мирового океана привлекает пристальное внимание как зарубежных, так и советских исследователей. Только за последние пять лет и только в советской печати опубликован ряд работ на эту тему [3, 5, 11, 12, 14, 20]**.

Эта проблема интересна по многим причинам, из которых мы упомянем лишь три.

Во-первых, все еще до конца не познаны механизмы, приводящие к колебаниям уровня Мирового океана. Весьма убедительно доказаны четвертичные гляциоэвстатические колебания уровня. Недавно было показано, что механизм гляциоэвстатических колебаний сложнее, чем это принято считать [30, 44, 63]. Предприняты попытки выделения и других типов эвстазии: седиментозэвстазия, тектонозэвстазия и т. д. [14], седиментационно-эвстатические, эпейрогено-эвстатические и другие изменения уровня [11]. Однако многое, очень многое остается не ясным. Большинство современных авторов связывает главные (не гляциоэвстатические) колебания уровня Мирового океана в основном с развитием системы срединно-океанических хребтов, хотя и другие причины не отрицаются [11, 12, 25, 40, 54, 62 и многие другие авторы]. В самые последние годы для объяснения эвстазии рядом зарубежных авторов привлекаются представления о развитии срединно-океанических хребтов в связи со спредингом [28, 35, 46, 48, 50, 52, 53 и др.].

Во-вторых, крайне сложную задачу представляет определение амплитуды колебаний уровня Мирового океана во времени. Различными авторами опубликованы весьма противоречивые результаты подсчетов: от ничтожных абсолютных значений колебаний уровня до величин размаха этих колебаний порядка нескольких километров.

Наконец, в-третьих, проблема колебания уровня Мирового океана по-прежнему, как и во времена Зюсса и А. П. Павлова, представляет исключительный интерес для геолога в плане выяснения соотношения между эвстазией и эпейрогенией. В предлагаемой вниманию читателей статье автор останавливается именно на этом вопросе.

Эвстазия в мезозое и кайнозое

Итак, если эпейрогенез приводит к *местным, региональным* трансгрессиям и регрессиям, то эвстазия должна вызывать *глобальные, мировые* трансгрессии и регрессии. Последнее заключение является неизбежным логическим следствием существования эвстазии. Однако некоторые

* Это их качество отражено в предложенном Зюссом названии *эвстазис* (греческое *эв* — настоящий, истинный; *стазис* — положение, уровень).

** В указанных работах содержатся обширные литературные ссылки, поэтому в настоящей статье список литературы сокращен.

ученые отрицают возможность проявления в прошлом *одновременных* в глобальном масштабе трансгрессий и регрессий и отстаивают представления о *разновременных* трансгрессиях и регрессиях, отражающих особенности регионального развития структур земной коры. Эти ученые собственно не отрицают эвстазию как явление, но не признают возможность распознавания ее следов, ибо последние, как они полагают, маскируются значительно более энергичными региональными движениями земной коры. В советской литературе подобные представления развивает А. Л. Яншин [21].

Имеющиеся данные по мезозою и кайнозою не позволяют согласиться с представлениями о невозможности выявления следов мировых трансгрессий и регрессий.

Для мезозоя наиболее интересные опубликованные материалы относятся к юре. Галлам [27, 31, 33], развивая положение Аркелла о том, что «главнейшие трансгрессии могут быть установлены на одних и тех же горизонтах в значительно удаленных друг от друга участках земного шара» ([22], русский перевод, стр. 686), убедительно доказал эвстатическую природу крупных седиментационных циклов, выделяемых в разрезах юрских отложений (главным образом лейасовых). Брукфилд [25] также подтверждает несомненность эвстатического контроля циклического осадконакопления в течение юрского периода.

Имеются доказательства проявления эвстатических колебаний уровня Мирового океана в течение мелового периода [27, 32] и в кайнозое [32, 59]. Краткий обзор данных по эвстазии мезозоя и кайнозоя содержится в предыдущих статьях автора [11, 12]. Здесь мы сосредоточимся лишь на одном рубеже в разрезе мезозоя и кайнозоя, а именно на границе двух этих групп, на границе между меловой и палеогеновой системами. Этот рубеж в силу самых разнообразных причин уже давно привлекает внимание исследователей самого различного профиля. Первостепенный интерес он представляет и в связи с рассматриваемой проблемой.

Отложения, пограничные между меловой и палеогеновой системами, распространены на огромных пространствах суши от 70—71° с. ш. (Гренландия) до 44—46° ю. ш. (о. Южный Новой Зеландии, юг Южной Америки). Как теперь установлено, они развиты также и в пределах океанических акваторий.

Интервал международной стратиграфической шкалы, соответствующий пограничным отложениям мезозой—кайнозой, включает (снизу вверх) маастрихтский, датский (три подъяруса в стратотипе) и монский ярусы. Подавляющим большинством современных стратиграфов датский ярус относится к палеогену и таким образом рубеж мезозой—кайнозой совмещается с границей маастрихт—даний [13].

Имеющиеся материалы по различным регионам Мира позволяют выделить несколько типов разрезов отложений переходных от мела к палеогену [13].

I тип — разрезы существенно карбонатных пород, в которых всегда наблюдается перерыв в основании слоев с несомненной датской фауной (рис. 1, I). В кровле маастрихта (различные горизонты яруса) развиты образования типа «твердого дна», а в подошве дания известняки обычно песчанистые, глауконитовые, с фосфоритами, часто с переотложенными органическими остатками нижних горизонтов. Величина гиатуса изменчива: от различных уровней маастрихта (включая нижний подъярус) до нижнего и среднего дания включительно.

К этому типу принадлежат разрезы стратотипической местности датского яруса (Дания, Южная Швеция), разрезы Вислы, Альп, Горного Крыма, юго-восточной части Русской платформы, Мангышлака, Западной Туркмении, некоторые разрезы Сирии.

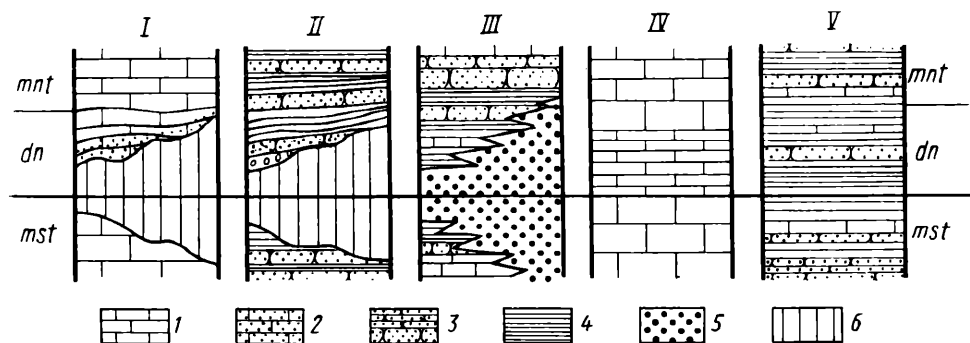


Рис. 1. Типы разрезов отложений пограничных между мезозоем и кайнозоем (I—V см. в тексте):

1 — различные известняки; 2 — песчанистые глауконитовые известняки; 3 — песчаники, конгломераты; 4 — глины; 5 — континентальные отложения; 6 — стратиграфический hiatus; *mst* — маастрихт; *dn* — даний; *mnt* — монс

II тип разрезов пограничных между мелом и палеогеном — это разрезы преимущественно терригенных отложений (глин, песчаников, песков), для которых характерно наличие неперемкнутого hiatus, стратиграфический диапазон которого меняется также, как и в разрезах I типа (рис. 1, II).

Разрезы II типа известны в Гренландии, а также на обширных пространствах обрамления Тихого океана (Азия, Северная Америка, Новая Зеландия).

III тип составляют разрезы, в которых пограничный интервал между мезозоем и кайнозоем выражен континентальными фациями. Подобным образом построенные разрезы характерны для обширных территорий суши. Они известны в западных районах США и Канады, в Южной Европе (Северная Испания, Южная Франция), в Южной Индии, Африке и др.

Разновидность разрезов этого типа представляют разрезы Средней Азии (Таджикская депрессия, Фергана, Кызылкумы), в которых верхние горизонты маастрихтского яруса и датский ярус (полностью или частично) сложены чередованием карбонатных пород (преобладают доломиты), гипсов и ангидритов.

К IV типу относятся непрерывные разрезы карбонатных толщ, в которых маастрихтский комплекс ископаемых сразу же сменяется датскими формами, а последние в свою очередь вверх постепенно сменяются монской фауной.

Достоверно непрерывные разрезы подобного типа установлены в Копетдаге, Крымско-Кавказской области, в Средиземноморье (Альпы, Апеннины, Карпаты, Северная Африка, Ближний Восток). По-видимому, непрерывная смена маастрихтских и датских форм существует в карбонатных толщах Мадагаскара.

Весьма большой интерес представляют непрерывные разрезы Центральных Апеннин, описанные Лютербахером и Премоли-Сильва [41]. Здесь в известняках Скаплиа наблюдается непосредственная смена верхнемаастрихтского комплекса фораминифер (ругоглобигерины, гло-

ботрунканы, гетерохелициды) зоны *Abathomphalus mayagoensis* ассоциацией мелких фораминифер. Эта ассоциация мелких фораминифер заключена в маломощном слое (его мощность всего лишь несколько десятков сантиметров), который Лютербахер и Премоли-Сильва относят к зоне *Globigerina eugubina* основания дания. Выше по фораминиферам выделяется следующая зона датского яруса — зона *Globigerina daubjergensis* — *G. pseudobulloides*.

К IV типу мы относим также разрезы, не имеющие видимого седиментационного перерыва между маастрихтом и данием, но характеризующиеся либо сменой осадков указанного возраста по очень резкой литологической границе (такая смена наблюдается в некоторых обнажениях Копетдага), либо имеющие горизонт, заключающий смесь маастрихтских и датских фораминифер (вероятно, в подобных случаях маастрихтские формы переотложены в датских слоях; подобная картина отмечена в некоторых разрезах Ливии), либо, наконец, характеризующиеся выпаданием нескольких фораминиферовых зон (например, в карбонатных породах типа Скаглия (провинция Гранада, Испания) маастрихтский комплекс глоботрункан, ругоглобигерин, псевдогюмбелин в интервале разреза менее полутора метров сменяется комплексом верхнедатских фораминифер; возможно, что в этих разрезах седиментационный перерыв просто не распознан).

И еще одно существенное замечание в связи с разрезами IV типа. Как в Центральных Апеннинах, так и других упомянутых выше регионах наряду с непрерывными разрезами (и, как видно, наряду с разрезами, в которых перерывы еще не распознаны) имеются также и разрезы, в которых к рубежу маастрихт—даний приурочен хорошо видимый, более или менее значительный гиатус.

Наконец, к V типу могут быть отнесены разрезы, в которых пограничный интервал мезозой—кайнозой сложен преимущественно глинами и песчаниками с подчиненными прослоями известняков (рис. 1, V). Разрезы этого типа пока известны лишь из некоторых районов Пакистана (Белуджистан, Синд). В частности, весьма интересен разрез в долине р. Дес к востоку от г. Кветта (Белуджистан), в котором находки последних аммонитов отделены от слоев с эоценовыми нуммулитами толщиной всего лишь в 30—40 м.

Краткий обзор типов разрезов отложений пограничных между мезозоем и кайнозоем, которые были изучены на суше, позволяет наметить некоторые выводы о их связи с различными структурами земной коры.

Во-первых, разрезы с перерывами весьма характерны для относительно устойчивых докембрийских платформ и областей герцинской складчатости. Несомненно непрерывные разрезы в пределах таких структур известны лишь на их периферийных участках (например, на окраинах Африкано-Аравийской платформы в Северной Африке и на Мадагаскаре, на глубоко погруженных герцинидах Скифской плиты в Степном Крыму и т. п.). Существовавшие в пределах платформ и палеозойд бассейны характеризовались эпиконтинентальными условиями.

Во-вторых, в областях альпийской складчатости распространены как непрерывные, так и прерывистые разрезы (Копетдаг, Карпаты, Апеннины и другие регионы), причем первые, несомненно, преобладают. Для морей альпийских областей были характерны пелагические (по определению Лютербахера и Премоли-Сильва [41]), или открытоморские (по В. Г. Морозовой и ее соавторам [10]) условия седиментации.

В-третьих, в целом разрезы с перерывами в морской седиментации (разрезы I, II и III типов) распространены на площади современных континентов значительно шире разрезов непрерывных. Следует еще

добавить, что часть разрезов, отнесенных здесь к числу непрерывных, в действительности может содержать перерывы. Дело в том, что обнаружить наличие перерывов в разрезах обычно проще, чем доказать их непрерывность (особенно для разрезов V типа).

В-четвертых, стратиграфический интервал выпадающих слоев в морских толщах (разрезы I и II типов) различен в различных регионах. Он может внизу охватывать различные уровни верхнего маастрихта (и даже включать часть нижнего маастрихта, как, например, на юго-востоке Русской платформы), а сверху — различные горизонты нижнего и среднего дания. Некоторые исследователи [34] полагают, что в различных регионах Мира распространены в основном лишь отложения верхнего дания стратотипа.

Таким образом, на рубеже мезозоя и кайнозоя огромные участки современной суши были охвачены регрессией. Наиболее вероятной причиной развития этой глобальной регрессии (ее, несомненно, можно отнести к геократиям *sensu* Штилле [57]) было эвстатическое понижение уровня Мирового океана. Конечно, возможны и иные объяснения. Например, глобальную регрессию можно было бы объяснить одновременным поднятием разобщенных континентальных блоков. В частности, Шлосс [55] объясняет синхронность главных трансгрессий и регрессий фанерозоя Северо-Американской и Русской платформ синхронным поднятием этих структур. При этом он не отрицает также и эвстазии: шесть крупных поднятий платформ в фанерозое, по его представлениям, сопровождалось эвстатическими понижениями уровня моря [56].

Синхронность подобных поднятий нам представляется трудно объяснимой. Проще и логичнее связать глобальные трансгрессии и регрессии с колебаниями уровня гидросферы — водной оболочки, значительно более подвижной по сравнению с твердой корой. По-видимому, не только колебания уровня водной оболочки, но и другие процессы, происходившие в гидросфере, запечатлелись в разрезах фанерозоя. В этом отношении материалы по рассматриваемому рубежу позволяют высказать некоторые предположения.

Прежде всего, неожиданным оказывается тот факт, что и в пределах акваторий современных океанов разрезы, в которых к контакту мел—палеоген приурочены перерывы, распространены значительно шире непрерывных.

Буровыми скважинами «Гломар Челленджера» граница мел—палеоген вскрыта в ряде регионов Мирового океана [13]. Контакт осадков зоны *Abathomphalus mayagoensis* (верхняя зона верхнего маастрихта) с осадками зоны *Globigerina eugubina* (базальная зона дания) установлен лишь в немногих скважинах (в западной части Тихого океана, в Карибском море). В большинстве же случаев, как и на суше, отмечается меняющийся по своему стратиграфическому диапазону гиатус. Но и это еще не все. Даже в разрезах, где одновременно присутствуют зона *A. mayagoensis* и зона *G. eugubina*, на их границе обнаруживаются либо следы переотложения, либо признаки биотурбационной переработки осадков. Не исключена, правда, возможность некоторой деформации керна в процессе бурения, но Премоли-Сильва и Болли [49] полагают, что большая часть нарушений первична и что всюду в Мировом океане к контакту мел—палеоген приурочены нарушенные осадки. По их мнению, этот контакт в океанах выражен более резко, чем на суше.

Вообще в мезозойской и кайнозойской толще океанов перерывы весьма распространены. Намечается даже возможность прослеживания некоторых перерывов на обширных пространствах не одного, а нескольких океанов; именно один из таких гиатусов охватывает пограничье ме-

зой—кайнозой [24, 26, 43, 47, 51]. Возникновение перерывов в океанах обусловлено действием различных факторов. Среди этих факторов весьма важная роль в образовании карбонатных осадков (наиболее распространенный тип осадков обширных пространств океанов) принадлежит

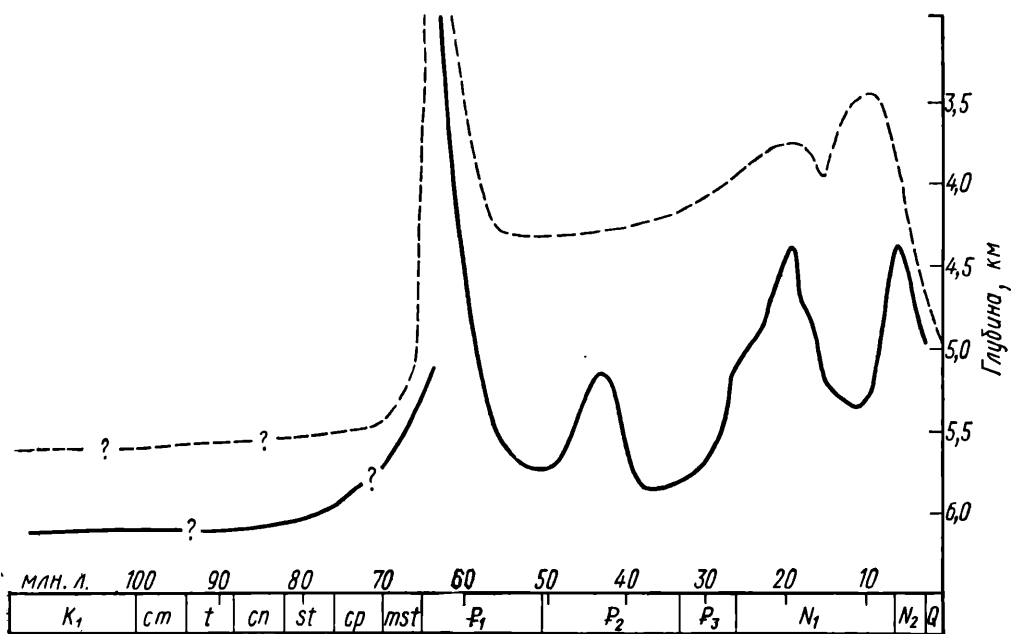


Рис. 2. Колебания компенсационной глубины накопления карбонатов в позднемеловую эпоху и в кайнозое (по Бенсону и др. [24, фиг. 4]). Пунктирная линия — нижний предел накопления раковин планктонных фораминифер (араконит), сплошная линия — нижний предел накопления остатков кокколитофорид (кальцит). K_1 — ранний мел; века позднего мела: cm — сеноман, t — турон, cn — коньяк, st — сантон, cp — кампан, mst — маастрихт; P_1 — палеоцен (включая датский век); P_2 — эоцен; P_3 — олигоцен; N_1 — миоцен; N_2 — плиоцен; Q — четвертичный период

положению критической, или компенсационной глубины накопления карбонатов (КГ), ниже которой карбонатное осадконакопление прекращается или во всяком случае существенно редуцируется. Так как растворимость карбонатов зависит от температуры (резко возрастает с понижением температуры и, наоборот, уменьшается с ее повышением), то степень недонасыщенности воды $CaCO_3$ и соответственно интенсивность растворения карбонатов возрастают с глубиной. В современных океанах КГ располагается на глубине в среднем около 4500 м, но подвержена региональному контролю и, кроме того, различна для кальцита и арагонита (рис. 2). В ходе геологического времени в результате взаимодействия различных причин (и прежде всего изменения температурного режима водных масс океанов) положение КГ менялось. При этом в глубоководных зонах океанов возникали перерывы, обусловленные не поднятиями (как известно, на суше все размывы и, следовательно, перерывы геолог связывает именно с поднятиями), а, наоборот, опусканиями дна.

Не только в океанах, но и на суше, даже в непрерывных карбонатных разрезах IV типа, смена литологического состава на контакте маастрихт — даний очень резкая (см. стр. 7). Еще более резко выражена смена органического мира на этом рубеже [11—13]. В полных разрезах

особого внимания заслуживает зона *Globigerina eugubina*, комплекс фораминифер которой ныне прослежен в разобщенных местонахождениях как на континентах (Копетдаг, Апеннины, Алабама (США)), так и в океанах (Карибское море, запад Тихого океана). И всюду мелкие глобигерины этой зоны приурочены к слою, мощность которого не превышает нескольких десятков сантиметров. Этот поразительный факт вместе с имеющимися данными о заметном сокращении численности и уменьшении размеров раковин, а также о появлении уродливых особей фораминифер в разрезах ряда районов Евразии [17, 19, 37], о совместном нахождении в кровле маастрихта некоторых разрезов Северной Испании карликовых форм глоботрункан и карликовых экземпляров аммонитов [36, 64] свидетельствуют о каких-то существенных изменениях физико-химических свойств самой воды океанов.

Не исключено, что *существенные изменения массы воды* могли быть связаны с упоминавшейся выше КГ. Так, высказывались предположения о том, что на рубеже мел—палеоген КГ резко уменьшилась и, возможно, поднялась до фотической зоны или даже до поверхности океана [24, 60, 61, 66, 67] (рис. 2). Это могло привести к резкому расширению зон, неблагоприятных для осаждения CaCO_3 . Именно поэтому, как полагает Ворзли [66, 67], в глубоководных зонах океанов переходные слои между мелом и палеогеном, вероятно, никогда не будут найдены (особенно в карбонатных пелагических осадках). По его мнению, полные разрезы мел—палеоген следует искать в мелководных шельфовых зонах океанов.

Условия, неблагоприятные для накопления CaCO_3 , естественно, отражались и на организмах с карбонатным скелетом: сократилась численность популяций, уменьшились размеры раковин, появились карликовые и уродливые особи и т. п. Подобные условия установились на непродолжительное время, но проявились они практически *одновременно во всей массе воды океанов*.

В конечном счете колебания КГ связаны с изменениями температуры воды: с понижением температуры растет агрессивность воды по отношению к карбонатам кальция. В частности, Теппен [60] и Ворзли [66, 67] объясняют резкое повышение КГ к концу мезозоя похолоданием, явившимся следствием изъятия CO_2 обильно развившимся фитопланктоном океанов.

Глобальные климатические колебания убедительно доказаны для кайнозоя. Именно с ними связаны гляциоэвстатические колебания уровня океана в четвертичном периоде. Весьма интересные данные о распространении холоднолюбивых планктонных фораминифер в разрезах верхнего кайнозоя (верхний миоцен, плиоцен, четвертичные отложения) были получены Бенди [23]. Прослеживая распространение популяций холоднолюбивой *Globigerina pachyderma* в разрезах верхнего кайнозоя различных регионов Мира, Бенди установил несколько фаз экспансии этих фораминифер в средние широты. Каждая такая экспансия соответствовала похолоданию и общему понижению температуры воды океанов. Кроме известных вторжений холодных вод, связанных с оледенениями, происходившими в четвертичном периоде (последние 3 млн. лет), выделены еще два: среднеплиоценовое (5—7 млн. лет) и позднемииоценовое (10—11 млн. лет). В разрезах мелководных фаций верхнего кайнозоя, по наблюдениям Бенди, фазам расширения холодноводных условий отвечают заметные признаки регрессий (обмеление, утрата связи с открытым океаном, появление эвапоритов и т. п.), которые обусловлены эвстатическим понижением уровня (рис. 3).

Одновременность похолодания и эвстатического понижения уровня нельзя объяснить случайным совпадением прежде всего потому, что подобные «совпадения» отмечены неоднократно. Помимо зарегистрированных Бенди в позднем кайнозое пример такого же «совпадения» представляет рассматриваемый нами рубеж маастрихт—даний.

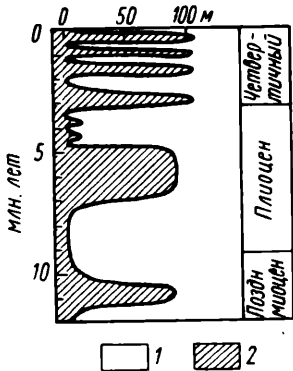


Рис. 3. Главнейшие эвстатические циклы в неогене (по Бенди [23, фиг. 3]): 1 — трансгрессии, 2 — регрессии

Снижения температуры и эвстатические понижения уровня, несомненно, взаимосвязаны. Предполагаемая связь между этими явлениями может быть представлена следующей схемой. Понижения уровня океана происходили в результате увеличения емкости океанических котловин, вследствие «оседания» системы срединно-океанических хребтов [32, 50 и многие другие авторы]. Менялись глубины океанических котловин и рельеф их дна, а вследствие развивавшихся регрессий существенно изменялись очертания берегов. Эти изменения приводили к глобальным перестройкам океанической циркуляции, следствием которых в свою очередь были климатические изменения (в частности, при этом менялось положение КГ [26, 51 и др.]). Конечно, не исключена возможность привлечения и других механизмов для объяснения одновременности понижения уровня и температуры. Так, Марголис и Кеннетт (42) по некоторым признакам, наблюдаемым в колонках кайнозойских осадков приантарктических участков Мирового океана (невысокое таксономическое разнообразие планктона, наличие зерен кварца со следами ледниковой обработки и др.), допускают возможность развития оледенения Антарктики в раннем эоцене, в конце среднего эоцена и в олигоцене. Дэвис и его коллеги [26] не исключают оледенения Антарктики в раннем эоцене и позднем олигоцене. Таким образом, если достоверность подобных оледенений будет доказана, то тем самым окажется возможным некоторые дочетвертичные колебания уровня (полностью или частично) отнести к категории гляциоэвстатических.

Заключение

По мнению А. Л. Яншина [21, стр. 10], в литературе по исторической геологии с давних пор утвердились представления о мировых трансгрессиях и регрессиях, как следствиях соответственно *одновременного погружения всех материков и повышения уровня Мирового океана и одновременного как бы «всплывания» материков и понижения уровня океана.*

Можно присоединиться к критике А. Л. Яншиным представлений об одновременности поднятий и опусканий материков. Еще как-то можно понять изостатическое «всплывание» материковых блоков [3] или кратонов [39], но найти механизм, удовлетворительно объясняющий погружение материков, весьма трудно. Можно согласиться с А. Л. Яншиным также и в том, что представления об одновременности поднятий и опусканий материковых блоков очень живучи. Так, например, уже упоминавшийся ранее Шлосс в недавно опубликованной статье [56] отстаивает синхронность вертикальных перемещений всех кратонов в фанерозое.

Однако нельзя согласиться с отрицанием А. Л. Яншиным одновременного проявления всех трансгрессий и регрессий. По А. Л. Яншину [21, стр. 18], смена трансгрессий и регрессий связывается с чередованием эпох складчатости и промежуточных тектонически спокойных эпох; но так как не было не только планетарных фаз складчатости, но и планетарных эпох складчатости, то не было и мировых трансгрессий и регрессий. Нам представляется, что А. Л. Яншин, с одной стороны, преувеличивает значение орогенеза в смене трансгрессий и регрессий, а с другой, преуменьшает роль эвстазии. Не отрицая происходивших в прошлом и происходящих сейчас эвстатических колебаний уровня Мирового океана, он тем не менее считает, что развитие трансгрессий и регрессий на материках определялось «более мощным процессом развития тектонических структур континентальной земной коры» [21, стр. 32]. Действительно, часто регионально проявляющиеся тектонические движения почти полностью контролировали физико-географическую обстановку конкретных регионов. Проявлением таких движений, например, объясняется развитие в Австралии трансгрессий в раннем мелу (в аптский век), но не в поздне меловую эпоху, как на остальных материках [62].

Но если допускается энергичное проявление тектонических движений на континентах, то почему же тектонические силы также энергично не могут действовать и в пределах океанических акваторий?

Аркелл ([22], русский перевод, стр. 685) разделял идеи Штилле об эпизодичности и одновременности орогенеза. Однако он не связывал чередование юрских регрессий и трансгрессий лишь с орогенезом. Существенную роль в развитии палеогеографии земного лика в юрском периоде он отводил также движениям дна Тихого океана. «Количество воды в этом океане (он заключает в себе более половины всех вод земной поверхности) настолько велико, что сравнительно незначительные движения его дна могли компенсировать все трансгрессии и регрессии» ([22], русский перевод, стр. 688). Поэтому Аркелл, признавая неодновременность многих юрских трансгрессий, выделял также некоторые трансгрессии, проявлявшиеся одновременно на нескольких континентах.

Позволим себе еще одну цитату из замечательного труда Аркелла: «Движения дна под огромными массами воды в Тихом океане могли обусловить неоднократные изменения уровня моря на всем земном шаре, однако результаты этих движений определялись характером рельефа в различных частях света и нередко изменялись под влиянием местных движений суши» ([22], русский перевод, стр. 689).

Изложенная в этой фразе идея о совместном действии колебаний уровня океана и «местных движений суши», о взаимодействии эвстазии и эпейрогении развивается и в настоящей статье.

Вода океанов — ныне объем воды океанов составляет $1350 \cdot 10^6$ км³ — не могла лишь пассивно участвовать в изменении палеогеографии земной поверхности, инертно реагируя на движения континентальных блоков. Эта гигантская масса, управляемая процессами, происходившими либо собственно в самой толще воды, либо в океанических котловинах, активно контролировала развитие физико-географических условий в пределах континентов.

Выше отмечалось (стр. 9), что стратиграфический hiatus на границе мезозой—кайнозой различен в различных регионах Мира. Возникает вопрос: являются ли эвстатические колебания уровня *действительно синхронными* во всем Мире? Как показано для четвертичных гляцио-эвстатических колебаний, они корректируются изостазией [44, 63].

Применительно к рубежу мезозой—кайнозой мы полагаем, что в каждом конкретном регионе регрессия, обусловленная эвстатическим понижением уровня океана, искажалась «местными движениями суши», эпейрогенезом, который для отдельных регионов, вероятно, полностью или частично был вызван изостатическим выравниванием.

Напомним, что еще Зюсс ([58], стр. 680) при определении эвстатических движений береговой линии отметил их лишь «примерно одинаковое» проявление на поверхности земного шара.

Однако, если не ограничиваться выявлением лишь собственно колебаний уровня, но и попытаться расшифровать (по разрезам осадочных толщ) процессы (изменения системы океанической циркуляции и критической глубины накопления карбонатов, колебания изотопного состава кислорода, температуры воды), неизбежно происходившие в толще воды одновременно с изменением уровня, то тогда можно получить значительно более точную информацию о времени проявления эвстазии. Разумеется, изучаемые разрезы должны быть надежно био-стратиграфически увязаны.

Пример такого параллельного изучения как колебаний уровня, так и синхронных им изменений свойств самой воды представляют реконструкции Бенди для позднего кайнозоя. В случае границы мезозой—кайнозой мы ныне также располагаем данными не только о мировой регрессии, но и о сопровождающих ее кратковременных одновременных во всем океане изменениях физико-химических свойств воды.

В настоящее время, как известно, представление о развитии трансгрессий и регрессий в основном получают методом построения кривых «покрытости морем». Метод заключается в подсчете по палеогеографическим картам площади (в процентах), залитой морем в различные эпохи [11, 12, 21 и другие авторы]. Недавно Вайз [65] высказал несколько обоснованных сомнений относительно достаточности и достоверности результатов, получаемых при построении кривых.

Предлагаемый метод параллельного изучения запечатлеваемых в разрезах мезозойских и кайнозойских отложений континентов и океанов следов колебаний уровня океана и сопровождающих их изменений свойств воды позволит в будущем научиться отличать процессы, происходившие во всем Мире (эвстатические колебания уровня, глобальные изменения свойств воды океанов), от событий местного значения (региональные трансгрессии и регрессии, локальные изменения условий седиментации и биогеографии, вызванные эпейрогенезом). Результаты подобного изучения должны существенно дополнить данные, получаемые методом построения кривых развития трансгрессий и регрессий на различных крупных площадях континентальной коры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. М., Госгеолтехиздат, 1954.
2. Варсанюфьева В. А. Алексей Петрович Павлов. М., изд. МОИП, 1947.
3. Васильковский Н. П. Непостоянство уровня Мирового океана в геологическом прошлом. «Океанология», 1973, т. 13, вып. 6.
4. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. О вековых перемещениях суши и моря. «Уч. зап. Юрьевского ун-та», 1893, № 1.
5. Леонтьев О. К. Об изменениях уровня Мирового океана в мезозое—кайнозое «Океанология», 1970, т. 10, вып. 2.
6. Линдберг Г. У. Крупные колебания уровня океана в четвертичном периоде. Л., «Наука», 1972.
7. Линдберг Г. У. Влияние изменений уровня океана на развитие крупных озер. «Тез. докл. Всес. симп. по истории озер», т. 2. Л., «Наука», 1975.

8. Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии. М., Географгиз, 1948.
9. Марков К. К. Палеогеография. Изд-во МГУ, 1960.
10. Морозова В. Г., Кожевникова Г. Е., Курылева А. М. Датско-палеоценовые разнофациальные отложения Копет-Дага. «Тр. Геол. ин-та АН СССР», 1967, вып. 157.
11. Найдин Д. П. Об изменениях уровня Мирового океана в мезозое и кайнозое. «Бюлл. МОИП», отд. геол., 1971, т. 46, вып. 3.
12. Найдин Д. П. О колебаниях уровня Мирового океана в мезозое и кайнозое. В кн.: «Комплексные исследования природы океана», вып. 3. Изд-во МГУ, 1972.
13. Найдин Д. П. Граница мел—палеоген. В кн.: «Границы геологических систем». М., «Наука», 1976.
14. Николаев Н. И. Эвстазия, изостазия и вопросы неотектоники. «Вестн. Моск. ун-та», сер. геол., 1972, № 1.
15. Павлов А. П. Об изменениях в географии России в юрское и меловое время. «Научное слово», 1903, кн. 2.
16. Павлов А. П. Некоторые новые данные по тектонике притиманской части Печорского края. «Ежегодн. по геол. и минерал. России», 1909, г. 11, вып. 1—3. Ново-Александррия.
17. Титова Г. Н. Переходные слои между мелом и палеогеном в юго-западной части Прикаспийской впадины и прилегающих районов вала Карпинского. «Тр. Новочеркасск. политехнич. ин-та», 1972, т. 256.
18. Хаин В. Е. Общая геотектоника. М., «Недра», 1973.
19. Швембергер Г. Н. К вопросу о границе мела и палеогена по фораминиферам. В сб.: «Результаты геологических исследований на территории Нижнего Дона и Нижней Волги». Ростов, 1967.
20. Шлейников В. А. Изменение уровня Мирового океана в мезокайнозое. В кн.: «Колебания уровня Мирового океана и вопросы морской геоморфологии». М., «Наука», 1975.
21. Яншин А. Л. О так называемых мировых трансгрессиях и регрессиях. «Бюлл. МОИП», отд. геол., 1973, т. 48, вып. 2.
22. Arkell W. A. Jurassic geology of the world. Oliver & Boyd, Edinburgh, 1956. Русский перевод: Юрские отложения земного шара. М., ИЛ, 1961.
23. Vandy O. L. Cycles in Neogene paleocenography and eustatic changes. «Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.», 1968, vol. 5, N 1.
24. Benson W. E., Gerard R. D., Hay W. W. Summary and conclusions (leg 4). «Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project», vol. 4. Washington, 1970.
25. Brookfield M. E. Eustatic changes of sealevel and orogeny in the Jurassic. «Tectonophysics», 1970, vol. 9, N 4.
26. Davies T. A., Weser O. E., Luyendyk B. P., Kidd R. B. Unconformities in the sediments of the Indian Ocean. «Nature», 1975, vol. 253, N 5486.
27. Duff P. McL. D., Hallam A., Walton E. K. Cyclic sedimentation. Elsevier publ. Co., Amsterdam, London, New York, 1967. Русский перевод: Цикличность осадконакопления. М., «Мир», 1971.
28. Flemming N. C., Roberts D. G. Tectono-eustatic changes in sea level and seafloor spreading. «Nature», 1973, vol. 243, N 5401.
29. Gilbert G. K. Lake Bonneville. «Monographs U. S. Geol. Survey», vol. 1. Washington, 1890.
30. Guilcher A. Pleistocene and Holocene sea level changes. «Earth-Sci. Rev.», 1969, vol. 5, N 2.
31. Hallam A. Eustatic control of major cyclic changes in Jurassic sedimentation. «Geol. Mag.», 1963, vol. 100, N 5.
32. Hallam A. Major epeirogenic and eustatic changes since the Cretaceous, and their possible relationship to crustal structure. «Am. J. Sci.», 1963, vol. 261, N 5.
33. Hallam A. Tectonism and eustasy in the Jurassic. «Earth-Sci. Rev.», 1969, vol. 5, N 1.
34. Hansen H. J. Danian Foraminifera from Nûgssuaq, West Greenland. «Meddel. om Grønland», 1970, vol. 193, N 2.
35. Hays J. D., Pitman III Walter C. Lithospheric plate motion, sea level changes and climatic and ecological consequences. «Nature», 1973, vol. 246, N 5427.
36. Herm D. Mikropaleontologisch-stratigraphische Untersuchungen im Kreideflysch zwischen Deva und Zumaya (Prov. Guipuzcoa, Nordspanien). «Zeitschr. deutsch. geol. Ges.», 1965, Bd. 115.
37. Hillebrandt A. Zur Entwicklung der planktonischen Foraminiferen im Alttertiär und ihre stratigraphische Bedeutung. «Pal. Zeitschr.», 1964, Bd. 38.
38. Holmes A. Principles of physical geology. Ronald Press Co. New York, 1965.
39. Jacoby W. R. Plate theory, epeirogenesis and eustatic sea-level changes. «Tectonophysics», 1972, vol. 15, N 3.
40. Johnson J. G. Timing and coordination of orogenic, epeirogenic, and eustatic events. «Bull. Geol. Soc. America», 1971, vol. 82, N 12.

41. Luterbacher H. P., Premoli Silva I. Biostratigrafia del limite Cretaceo-Terziario nell' Appennino Centrale. «Riv. ital. paleontol.», 1964, t. 70, N 1.
42. Margolis S. V., Kennett J. P. Antarctic glaciation during the Tertiary recorded in sub-antarctic deep-sea cores. «Science», 1970, vol. 170, N 3962.
43. Moore Jr. T. C., van Andel T. H., Sancetta C., Pias N. Occurrence and causes of major hiatuses in pelagic sediments. Symposium «Marine plankton and sediments», Abstr. volume, Kiel, 1974.
44. Mörner N.-A. Relations between ocean, glacial, and crustal changes. «Bull. Geol. Soc. America», 1971, vol. 82, N 3.
45. Pavlow A. P. On the classification of the strata between the Kimeridgian and Aptian. «Quarterly J. Geol. Soc. London», 1896, vol. 52.
46. Pessagno Jr. E. A. Pulsations, interpulsations, and sea—floor spreading. «Studies in Earth and Space Sci.», «Mem. Geol. Soc. America», 1972, mem. 132.
47. Pimm A. C., Hayes D. E. General synthesis (leg 14). «Initial Reports of the Deep Sea Drilling Projects», vol. 14. Washington, 1972.
48. Pitman III W. C., Hays J. D. Upper Cretaceous spreading rates and the great transgression. «Transact. Am. Geophys. Union», 1973, vol. 54, N 4.
49. Premoli Silva I., Bolli H. M. Late Cretaceous to Eocene planktonic Foraminifera and stratigraphy of leg 15 sites in the Caribbean sea. «Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project», vol. 15. Washington, 1973.
50. Rona P. A. Comparison of continental margins of eastern N. America at Cape Hatteras and northwestern Africa at Cap Blanc. «Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol.», 1970, vol. 54.
51. Rona P. A. Worldwide unconformities in marine sediments related to eustatic changes of sea level. «Nature Physical Sci.», 1973, vol. 244, N 132.
52. Rona P. A. Relations between rates of sediment accumulation on continental shelves, sea-floor spreading, and eustasy inferred from the central North Atlantic. «Bull. Geol. Soc. America», 1973, vol. 84.
53. Rona P. A., Wise D. U. Symposium: Global sea level and plate tectonics through time. «Geology», 1974, vol. 2, N 3.
54. Russell K. L. Oceanic ridges and eustatic changes in sea level. «Nature», 1968, vol. 218, N 5144.
55. Sloss L. L. Synchrony of Phanerozoic sedimentary—tectonic events of the North American craton and the Russian platform. Intern. Geol. Congr., 24th, Montreal, 1972, sec. 6, pp. 24—32.
56. Sloss L. L. Mode and history of vertical deformation of continental interiors. «Transact. Am. Geophys. Union», 1973, vol. 54, N 4.
57. Stille H. Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Borntraeger. Berlin, 1924.
58. Suess E. Das Antlitz der Erde. Bd. II. Prag—Wien—Leipzig, 1888.
59. Tanner W. F. Tertiary sea level symposium — introduction. «Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.», 1968, vol. 5, N 1.
60. Tappan H. Primary production, isotopes, extinctions and the atmosphere. «Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.», 1968, vol. 4, N 3.
61. Tappan H., Loeblich A. R., Jr. Evolution of the oceanic plankton. «Earth-Sci. Rev.», 1973, vol. 9, N 3.
62. Veevers J. J., Evans P. R. Sedimentary and magnetic events in Australia and the mechanism of world-wide Cretaceous transgressions. «Nature Physical Sci.», 1973, vol. 245, N 142.
63. Walcott R. I. Past sea levels, eustasy and deformation of the Earth. «Quatern. Res.», 1972, vol. 2, N 1.
64. Wiedmann J. The heteromorphs and ammonoid extinction. «Biol. Rev.», 1969, vol. 44, N 4.
65. Wise D. U. Freeboard of continent through time. «Studies in Earth and Space Sci.», «Mem. Geol. Soc. America», 1972, mem. 132.
66. Worsley T. R. Terminal Cretaceous events. «Nature», 1971, vol. 230, N 5292.
67. Worsley T. R. The Cretaceous-Tertiary boundary event in the ocean. «Soc. Econ. Paleontol. and Miner. Special Publ.», 1974, N 20.

Поступила в редакцию
2.12 1975 г.

Кафедра
исторической и региональной геологии