

ЭВСТАЗИЯ И ЭПИКОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ МОРЯ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ. СТАТЬЯ 2. ВЕРХНЕМЕЛОВЫЕ СЕКВЕНЦИИ ПЛАТФОРМЫ

Д. П. Найдин

В верхнемеловом интервале осадочного чехла центра и востока Восточно-Европейской платформы выделено шесть секвенций, под которыми понимаются комплексы генетически связанных слоев, пачек, толщ. Секвенции и особенно их границы формировались под воздействием эвстазии. Намечено предварительное сопоставление некоторых границ секвенций с «пиками» графика берегового перекрытия «кривых Вейла». Критически оценивается возможность использования этих кривых в качестве инструмента глобальной корреляции различных геологических и биологических событий, во-первых, вследствие слабой и часто неверной биостратиграфической обоснованности многих их отрезков и, во-вторых, в результате затруднений при применении «кривых Вейла», разработанных на материалах пассивной континентальной окраины Северной Америки, к древней платформе — иной по своему тектоническому положению и развитию структуре. Подчеркивается, что перспективы успешного глобального распознавания позднемеловых эвстатических колебаний зависят от наличия детальных биостратиграфических разбивок верхнемеловых отложений, развитых в пределах различных тектонических структур.

В первой статье¹ были рассмотрены традиционные представления о трансгрессивно-регрессивных циклах. Было показано, что на удаленных от берега участках эпиконтинентального моря в результате колебаний уровня (эвстатический фактор), локально-региональных тектонических движений и действия гидродинамических факторов (преимущественно течений) накапливались как «трансгрессивные», так и «регрессивные» фации.

В данной статье предпринята попытка освещения двух сторон одной медали: роли разрезов верхнего мела восточной части Европейской палеобиогеографической области (ЕПО) в пределах Восточно-Европейской платформы (ВЕП) в изучении колебаний уровня Мирового океана и признаков эвстазии, запечатленных в этих разрезах.

О «кривых Вейла»

Ранее [11, с. 17—20] достаточно подробно были рассмотрены высказанные в литературе критические замечания, касающиеся как самих «кривых Вейла» (КВ), так и их практического применения. Суть большинства замечаний состоит в том, что не следует придавать эвстатическим колебаниям исключительную роль в формировании сейсмокомплексов и подчеркиваются трудности отделения эвстатического эффекта от результата действия региональных тектонических сил.

Л. Джейнс [29] заметил, что циклы 3-го порядка (именно они являются «рабочими» в КВ) могут привлекаться для решения глобальных геологических проблем лишь для областей с одинаковым внутриплитным стрессовым режимом. Весьма важным представляется его вывод о том, что «успех в распознавании глобальных эвстатических колебаний лежит в исчерпывающем стратиграфическом анализе бассейнов, принадлежащих различным континентальным окраинам. Для того что-

¹ Статья 1. Океаносфера и моря платформы//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1995. Т. 70, вып. 2. С. 41—58.

бы отличить локальные термально-тектонические колебания от глобальных, необходима детальная стратиграфическая информация по крайней мере по трем различным плитам» [29, с. 363].

Еще раньше группа авторов, в составе которой и П. Вейл, призвала до применения сеймостратиграфической секвентной модели Вейла к какому-либо бассейну учитывать местные факторы: климат, принос осадков, тектоническое строение [33].

Следовательно, применению КВ в качестве инструмента межбассейновых (межконтинентальных) стратиграфических корреляций должна предшествовать тщательная проработка региональных стратиграфических материалов. Такая проработка неизбежно приводит к выявлению недостатков в стратиграфической обоснованности ряда отрезков КВ. Это прежде всего связано с тем, что табличный раздел КВ «Биостратиграфия», призванный быть стратиграфическим каркасом кривых, содержит ошибки [28]. Для интервала сеноман/турон такие ошибки были рассмотрены Д. Ханкоком [24]. Отмечалось явно ошибочное трактование границы маастрихт/даний [11]. Совершенно неоправданно «раздуты» криноидные зоны сантона и т. п. Некритическое применение КВ в качестве эталона неоднократно отмечалось [11, с. 16—20; 24].

Вот еще один пример. М. Харт [26, фиг. 3.1] привязывает число видов и появление новых видов планктонных фораминифер к эвстатической кривой в варианте Б. Хака и др. [28]. Рубеж маастрихт/даний (М/Д) на кривой датирован 66,5 млн лет и размещается выше зоны *Abathomphalus mayaroensis*. Такое же соотношение границы, радиометрической даты и планктонной зоны приводит Р. Олссон [32]. Но Харт границу М/Д совмещает с очень резким пиком на графике эвстатической кривой. При этом граница отвечает дате 67,5 млн лет и она оказывается ниже зоны *A. mayaroensis*. Как видим, имеет место крупная неувязка, касающаяся весьма ответственной границы. Неувязка не замечается при заимствовании данных Харта в статье, в которой предлагается «корреляция» некоторых геологических событий с кратковременными изменениями уровня Мирового океана [10].

Таким образом, привлечение КВ в качестве эталона для расшифровки действия эвстазии в конкретном регионе должно сопровождаться выполнением двух условий. Первое, самое главное: должна быть принята во внимание тектоническая тональность исследуемого региона в сопоставлении с пассивной континентальной окраиной Северной Америки, на которой разработана модель Вейла (рис. 1). Второе: дол-

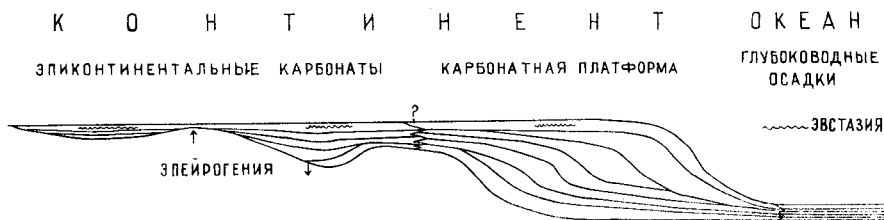


Рис. 1. Тектонические типы карбонатов и эвстазия

жны быть рассмотрены возможные варианты снятия отсчета по шкале-эталону. Что же используется: 1) сами графики «кривых», 2) предлагаемые биостратиграфические разбивки или же 3) радиометрические датировки?

О «стабильности» Восточно-Европейской платформы

Идея использования относительно стабильных структур земной коры для количественной оценки амплитуды эвстатических колебаний позднего мела высказывалась рядом авторов [36, 40]. В качестве таких структур внимание прежде всего привлекают Северо-Американская и Восточно-Европейская платформы, в пределах которых верхнемеловые отложения широко распространены, а их стратиграфия хорошо изучена.

В осадочном чехле плиты ВЕП стратиграфическая полнота и мощности верхнего мела существенно различны в пределах подвижных (синеклизы и впадины) и относительно более устойчивых (антеклизы) структур [7—9]. Ведущая роль в развитии осадочного чехла принадлежала синеклизам и впадинам, тогда как антеклизы получали структурную обособленность в результате прогибания соседних синеклиз и впадин [18]. Во время позднемеловой талассократии (инундационного этапа, по [7, 9]) даже щиты ВЕП частично или полностью перекрывались морем!

На северо-западе Украинского щита местами сохранились сеноманские и туронские отложения; верхний мел (сеноман — маастрихт) заполняет обособленную Конкско-Ялыньскую впадину, осложняющую южный склон щита.

В южной части Балтийского щита, на п-ове Сконе (Швеция) различные горизонты верхнего мела лежат на докембрии; наиболее полные разрезы расположены в грабенообразных впадинах; так, во впадине Вомб к северу от г. Истад мощность разреза от сеномана до маастрихта достигает 800 м [19, 21]. По находкам конкреций кремней в четвертичной морене и прибрежных осадках реконструируется былое широкое распространение верхнемеловых отложений на юге щита [20, 41]; намечается несколько позднемеловых трансгрессивных фаз [21].

Представления Н. С. Шатского [18] об унаследованных и наложенных тектонических формах имеют первостепенное значение при проведении историко-геологического анализа, направленного на определение типа структур, в сложении которых участвует верхний мел. Накопленные обширные геолого-геофизические (и прежде всего буровые) материалы по ВЕП ждут своего обобщения в этом аспекте. Несомненно, что некоторые крупные структуры наследуют древние авлакогены, и их можно отнести к рифтогенам по терминологии В. К. Гавриша и его соавторов [6]. Менее определено положение более мелких структур: Ульяновско-Саратовского, Пензо-Муромского и других прогибов [8].

А. Д. Архангельский и его сотрудники [3, табл. VIA] показали, что степень стабильности и подвижности отдельных структур ВЕП в позднемеловую эпоху целесообразно оценивать по абсолютным отметкам контакта сеноман/турон (С/Т). Выбор этого контакта связан с тем, что на большей части платформы к нему приурочена резкая смена литологического состава: сеноман представлен преимущественно терригенными осадками (пески с фосфоритами), а начиная с турона в сложении верхнемеловой толщи существенно преобладают карбонатные породы, на севере — спонголиты. Поэтому граница С/Т хорошо прослеживается как в естественных обнажениях, так и в разрезах буровых скважин.

Схематическая карта рельефа кровли сеномана значительной части ВЕП демонстрирует большие колебания абсолютных отметок этой кровли [4, рис. 1].

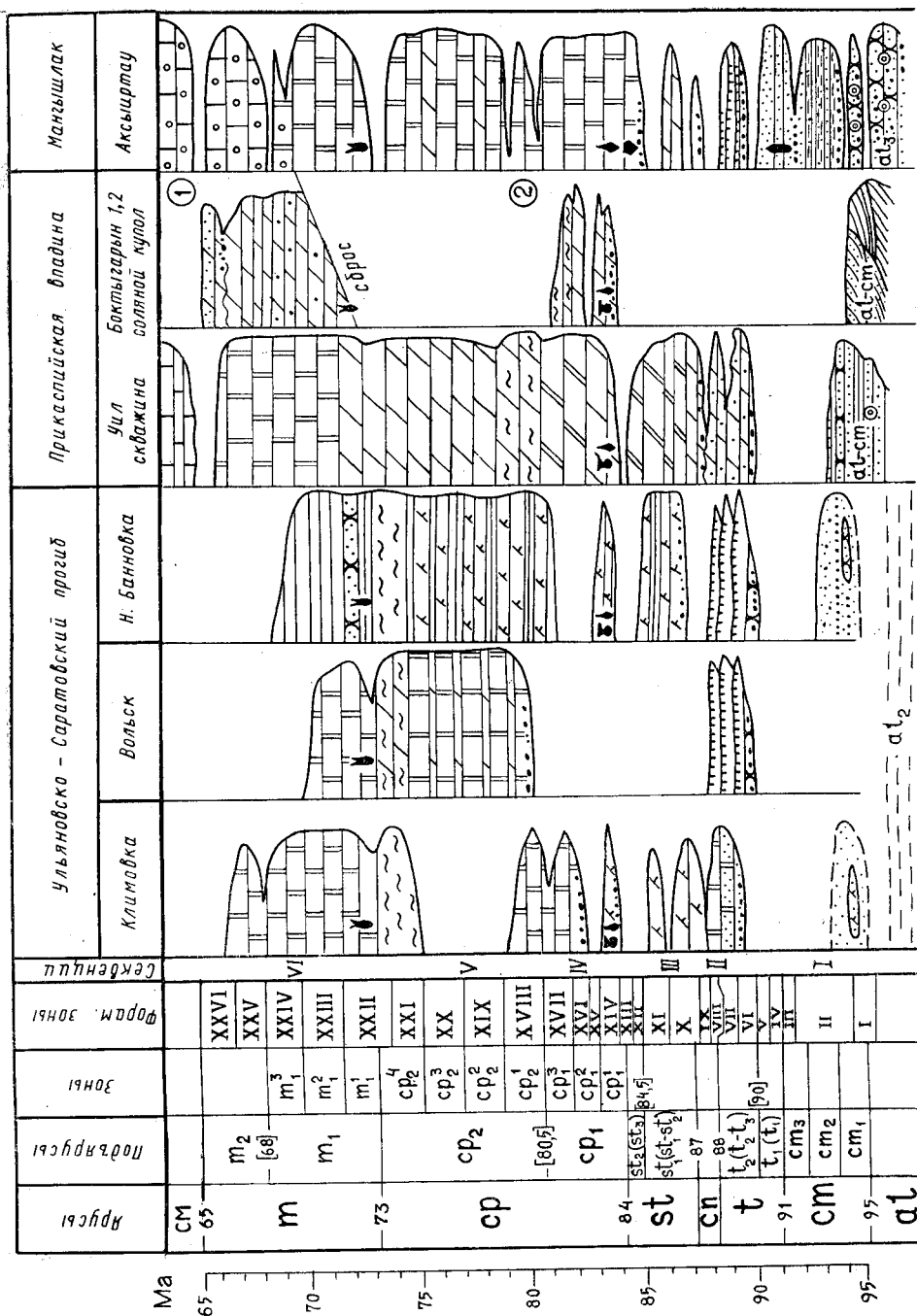


Рис. 2. Некоторые разрезы верхнего мела Поволжья, Прикаспия и Мангышлака. В круглых скобках — Европейское трехчленное деление, в квадратных — цифры, полученные по седиментометрическим данным. I—VI — секвенции (см. рис. 3, 4). I — преобладают пески с прослоями песчаников; в Поволжье они резко отделены как от подстилающих альбских черных глин, так и от секвенции II; в Восточном Прикаспии связаны постепенным переходом с подстилающими континентальными косослоистыми

Постулируемая некоторыми авторами [36—38] «стабильность» ВЕП критически рассмотрена в статье [13]. «Стабильность» платформы становится особенно сомнительной в свете данных о блоковом строении наиболее устойчивых ее элементов. Так, на Украинском щите распознаются блоки, в пределах которых абсолютные отметки поверхности докембрия колеблются от 40—100 до 160—300 м. Разломы осложняют также Балтийский щит [19, 20]. Более уместно говорить не о стабильности, а о мобильности ВЕП. Подвижность многих элементов платформы в позднемеловую эпоху четко выступает при рассмотрении карты мощности верхнемелового чехла платформы [5].

Секвенции и эвстатические события

В вариант «кривых Вейла» 1987 года введен раздел «Секвентная стратиграфия» [28]. Тем самым получила дальнейшее развитие концепция секвенций Л. Слосса, см. [11, с. 16—21].

Под секвенцией в данной статье понимается седиментационный комплекс генетически связанных слоев, пачек, толщ, ограниченных поверхностями несогласий и соответствующих им границами согласного залегания слоев. Секвентная стратиграфия устанавливает последовательность таких комплексов. По существу, секвенции приближаются к формациям в понимании многих отечественных авторов. Однако термин «секвенция» придает формациям более конкретное стратиграфическое содержание. «Секвентная стратиграфия» существенно расширяет пространственный аспект стратиграфических исследований.

Обособление комплексов, которые можно назвать секвенциями, в толще верхнего мела ВЕП давно известно. В статье рассматриваются секвенции восточной части площади распространения верхнего мела ЕПО (рис. 2—4). Их краткая литологическая характеристика сообщается в подписи к рис. 2.

песками алтыкудукской свиты. Обычны двустворки, главным образом устрицы; изредка — фосьдра аммонитов. II — грубый мел и известняки, часто песчанистые с горизонтами «твердого дна» и обломков мела (в Поволжье это «киноцерамовый мел» А. П. Павлова, 1887); в Прикаспии — мелоподобные и песчанистые мергели, сменяющиеся к востоку песчаниками. Наиболее многочисленны иноцерами, обычно представленные лишь обломками; характерны брахиоподы; в районе Вольска — морские ежи. III — кремнистые мергели, опоковидные глины, опоки, в основании — «губковый слой» с фосфоритами; верхняя часть секвенции представлена «полосатой серией» А. Д. Архангельского (1912); в Прикаспии — мел, мелоподобные и глинистые мергели, в Примугоджарье замещающиеся песчаниками и песками с рассеянными фосфоритами, горизонтами фосфоритов и фосплитами. Двустворки (иноцерамы, устрицы и др.); появляются ростры первых белемнителл. IV — мел и мергели, опоки и кремнистые мергели; к нижней части секвенции относятся «птириевые слои» (с фосфоритами в основании), залегающие на различных горизонтах от верхней юры до сантона; в Восточном Прикаспии местами несогласие в основании «птириевых слоев» приобретает форму углового. Обычны различные двустворки; появляются первые представители *Belemnitella gr. mucronata*, сверху к ним присоединяются белемнеллокамаксы, по исчезновению которых намечается кровля секвенции. V — чередование либо прослоев опок, кремнистых глин и глауконитовых песчаников, либо мела и мелоподобных мергелей; в верхней части секвенции в Поволжье располагается выдержанная пачка темно-серых глин или глинистых мергелей. Завершается развитие линии *B gr. mucronata*, развивается линия *B. gr. langei*. VI — в большинстве районов Поволжья и Прикаспия — чистый белый псидий мел; южнее Саратова — глауконитовые песчаники, песчанистые мергели и глины; на востоке Прикаспия преобладают песчанистые мергели, замещающиеся в Примугоджарье песчаниками и песками. В основании секвенции прослеживаются то перерыв, то рассеянные фосфориты, то какие-либо видимые признаки перерыва в меловой толще отсутствуют, и основание секвенции отбивается по массовым находкам ростров белемнелл. 1 — *Praeactinocamax plenus*, 2 — *Actinocamax laevigatus*, 3 — белемнеллы, 4 — *Oxytoma tenuicostata*, 5 — *Marsupites testudinarius*

Анализ совместного действия эпейрогении и эвстазии позволяет выделить в верхнемеловой толще 6 секвенций. Секвенции разделены крупными перерывами. Перерывы, ограничивающие секвенции, прослеживаются и за пределами платформы. Действие эвстазии выражается не только в формировании перерывов, но и в регистрации в разрезах событий инстантного (мгновенного) типа. Это, во-первых, биологические события (трансгрессии «пленусовая» рубежа С/Т, «марзупитовая» терминального сантона, «птериевая» начала кампана, появление белемнелл в начале маастрихта и т. п.). Во-вторых, геохимические маркеры: позитивный сдвиг значений $\delta^{13}\text{C}$ на границе С/Т, иридиевая аномалия на рубеже М/Д.

Секвенция I (верхи альба — сеноман — нижний турон) отделена от альба либо резким перерывом, либо связана с ним постепенным переходом. В Восточном Прикаспии к ней должна быть отнесена альб-сеноманская алтыкудукская свита [15].

Секвенция II (верхний турон — коньяк) отделена от секвенции I весьма резко выраженным и прослеживаемым на больших площадях перерывом. Величина hiatus различна: от верхней части сеномана — нижних горизонтов турона до всего сеномана — нижнего турона. Перерыв давно замечен. Его объясняли усилением колебательных движений, что отражалось на уровне моря [2, с. 84].

В ряде пунктов платформы на контакте С/Т развиты горизонты стратиграфической конденсации («иноцерамовый известняк» Вольно-Подоллии, «сурка» и фосфориты центра платформы, «песчанистый мел» Поволжья). Возникновение горизонтов связано с местными обмелениями моря, вызванными либо локальными тектоническими поднятиями, либо засыпанием моря осадками.

Между тем к рубежу С/Т приурочена глобально прослеживаемая трансгрессия, с которой связано развитие бескислородных событий фазы ОАЕ2 [12]. За пределами платформы, в разрезах Крыма, на этой границе обнаружена пачка обогащенных $\text{C}_{\text{орг}}$ «черных прослоев», в которых установлен позитивный сдвиг значений $\delta^{13}\text{C}$ [12].

Наличие горизонтов «твердого дна» — одна из характерных особенностей секвенции II, прослеживаемая и за пределами платформы на Мангышлаке (рис. 2). Осадки секвенции накапливались в очень мелководных условиях, при которых возникали локальные перерывы седиментации, вызываемые различными причинами. Не исключено, что начало формирования секвенции отвечает пику 89,8 млн лет на графике берегового перекрытия КВ (2 на этом графике, см. рис. 3).

В статье 1 (с. 46) было отмечено, что график берегового перекрытия «кривых Вейла» может быть использован при корреляциях. Каждый зубец — «пик» графика несет двойную информацию: горизонтальная ступенька означает смещение береговой линии в сторону бассейна (регрессия), а наклонный участок графика отражает перемещение берега на сушу (трансгрессия) (см. рис. 3 в статье 1).

Отложения секвенции II во многих районах платформы размывались в эпоху предсантонских поднятий, отвечающих субгерцинскому орогенезу [2, с. 35]. В Германии после илседской фазы (первая фаза субгерцинского орогенеза) один за другим происходили импульсы трансгрессии, последний из которых (так называемая «марзупитовая» трансгрессия) развивалась в конце сантонского века [22].

Секвенция III (сантон) отчетливо трансгрессивна [16, с. 46—48]. В ее основании прослеживается «губковый слой». При приближении к берегу позднемелового моря на востоке платформы с ее отло-

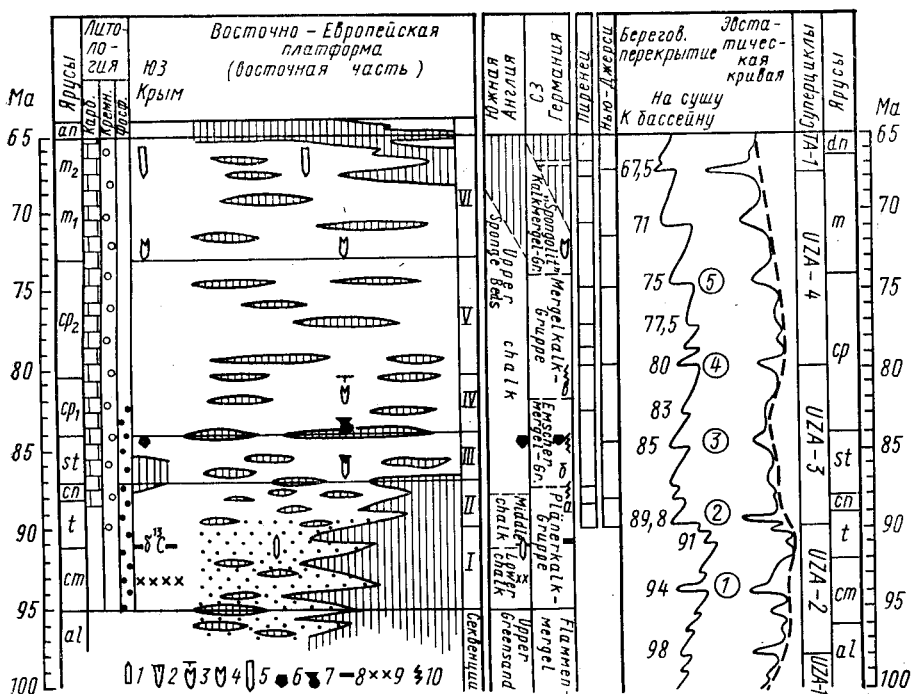
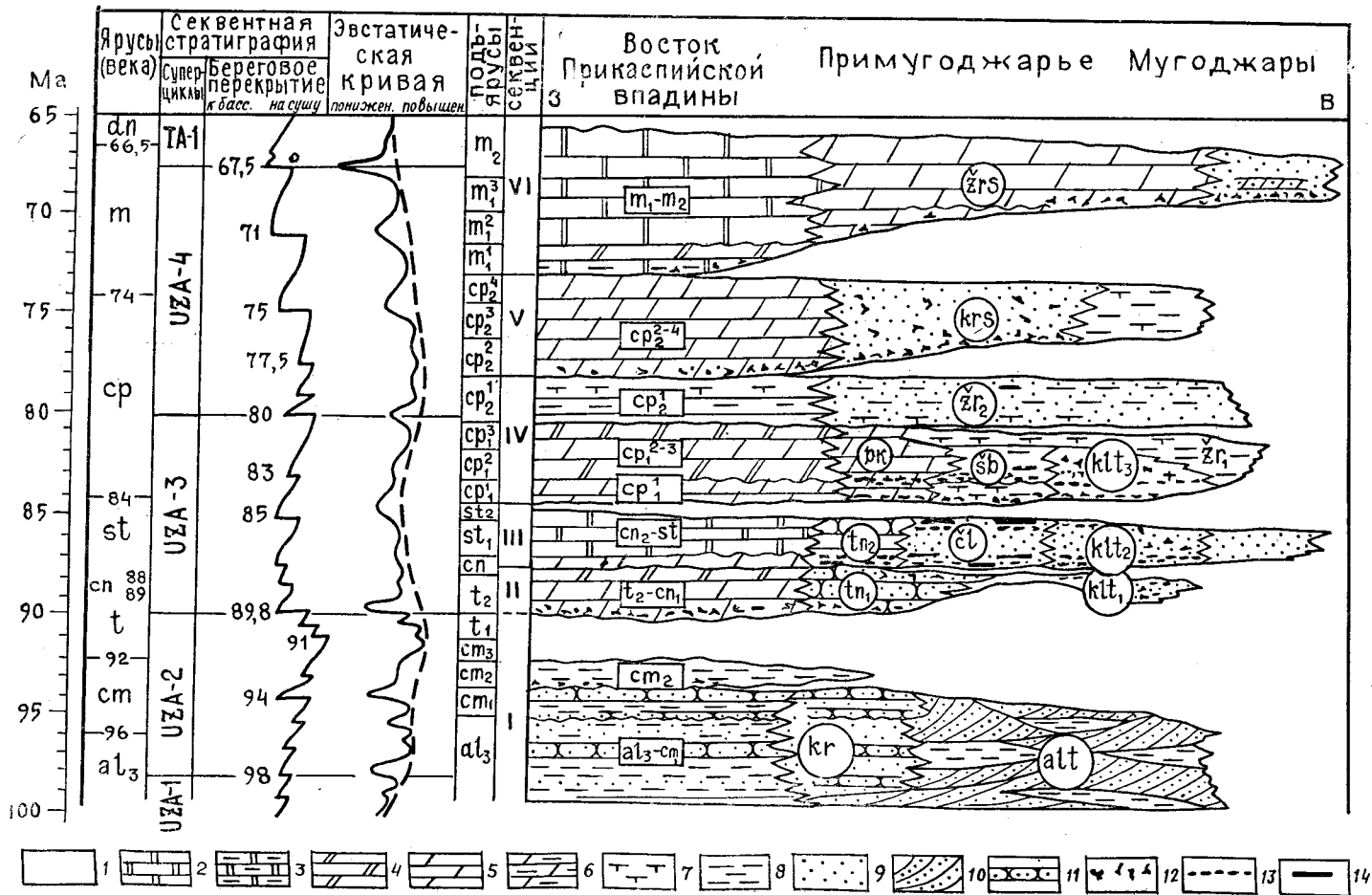


Рис. 3. Сопоставление секвенций восточной части Восточно-Европейской платформы с КВ и некоторыми событиями других регионов: 1 — *Praeaetinoceps rebus*, 2 — появление белемнителл, 3 — исчезновение белемнеллокамасков, 4 — массовое появление белемнителл, 5 — *Neobelemnella kazimiroviensis*, 6 — *Marsupites testudinaris*, 7 — *Oxytoma tenuicostata*, 8 — прослой, обогащенные *Sordg*, 9 — признаки углубления моря, 10 — тектонические фазы: а — илседская, б — вернигеродская, в — пейнерская. Южная Англия, по [35], Северо-Западная Германия, по [22]. Для Нью-Джерси [32] и Пиренеев [23] горизонтальными линиями показаны границы секвенций, выделяемых по планктонным фораминиферам. Цифрами в кружках отмечены участки КВ, которым предположительно отвечают аналогичные колебания на ВЕП

жениями связаны фосфоритовые горизонты (рис. 4). Это является очевидным доказательством беспокойных, менявшихся условий седиментации вследствие эвстатических колебаний уровня. Об этом свидетельствует общий стиль строения секвенции на огромном протяжении: на востоке — горизонты фосфоритов, на западе (Германия) — следы ряда трансгрессивных импульсов [22, фиг. 31].

Граница сантон/кампан, с которой предлагается граница между секвенциями III и IV, отражает один из весьма важных рубежей в развитии палеогеографии позднего мела ЕПО.

Остатки *Marsupites testudinaris* известны из стратиграфически очень узкого интервала терминального сантона от Северной Америки через запад Евразии до Австралии. Такое всесветное и геологически практически мгновенное распространение этой морской лилии можно объяснить только существованием широких морских коммуникаций. Поэтому термин «марзупитовая» трансгрессия немецких авторов представляется вполне приемлемым [22]. Крайне скоротечная трансгрессия в Европе развивалась одновременно с вернигеродской фазой субгерцинского орогенеза (рис. 3). Затем следовала глобальная эвстатическая регрессия, которую Ю. А. Елецкий [30] отмечает даже в Арк-



тической Канаде, а Д. Ханкок [24, фиг. 11; 25, фиг. 1] регистрирует в Западной Европе. В платформенном море при понижении уровня накапливались «регрессивные» осадки. Это событие, по всей видимости, отвечает пику 85 млн лет перемещения береговой линии в сторону океана на «кривых Вейла» (3 на рис. 3).

Секвенция IV начинается лежащими трансгрессивно «птериевыми слоями», знаменующими начало раннекампанской стадии эволюции поздне мелового бассейна платформы, когда установилась его связь с морями Борейальной палеобиогеографической области. В Западной Европе это *ritula*-трансгрессия [22, фиг. 31; 25, фиг. 1]. Трансгрессия развивалась в интервале 85—83 млн лет «кривых Вейла» (рис. 3).

Граница секвенций IV и V (граница между нижним и верхним кампаном) отмечается рядом локальных перерывов, приводящих к выпадению пограничных отрезков разрезов. В карьерах окрестностей Вольска мергели и мел секвенции V с фосфоритами и очень редкими переотложенными рострами белемнеллокамаксов в основании перекрывают нижнеконьякские известняки верхней части секвенции II. В относительно полных разрезах Поволжья граница проводится по исчезновению ростров *Belemnellocamax mammillatus*, а в разрезах Донбасса и более западных районов — по исчезновению представителей *Goniotenthis gr. quadrata*. Таким образом, рубеж IV/V отражает изменявшиеся условия осадконакопления, что можно объяснить как локальными колебательными движениями, так и эвстазией. Возможно, этот рубеж близок к импульсу 80 млн лет КВ (4 на рис. 3). В Германии основанию секвенции V, по-видимому, соответствует начало *pisconata*-трансгрессии [22, фиг. 31].

Верхняя часть секвенции V в Поволжье выражена выдержанной пачкой темно-серых глин или глинистых мергелей зоны *Belemnitella langei*, отделенных от подстилающих отложений секвенции поверхностью «твердого дна». Происхождение пачки, несомненно, связано с эвстатическим повышением уровня.

Действие эвстазии в конце кампанского века наглядно демонстрируется восточнее, на западном склоне Южного Урала прислонением мергелей зоны *B. langei* к палеозойским породам (см. рис. 4 в статье 1). По Д. Ханкоку, максимально высокое стояние уровня Мирового океана в позднем мелу, оцененное им по материалам Западной Европы, происходило во время *B. langei* с пиком 73,5 млн лет [24, фиг. 11]. Как отмечает Ханкок, этот вывод подтверждается результатами изучения разрезов Нью-Джерси, Алабамы-Миссисипи и Западного Внутреннего бассейна США.

На КВ к обсуждаемой границе близок пик графика берегового перекрытия 75 млн лет [5 на рис. 3]. Можно предположить, что пик намечает начало повышения уровня, достигшее максимума позже (73,5 млн лет, по Ханкоку).

Маастрихтский писчий мел — наиболее характерная порода секвенции VI. Нижнее ограничение секвенции на обширных пространствах ЕПО выражено различно. К сообщенному в подписи к рис. 2

Рис. 4. Сопоставление поздне меловых трансгрессивно-регрессивных циклов Восточного Прикаспия и Примугодзарья с КВ: I—VI — секвенции; в кружках — индексы свит; 1 — отложения отсутствуют, 2 — мел, 3 — глинистый мел, 4 — мелоподобные мергели, 5 — мергели, 6 — глинистые мергели, 7 — карбонатные глины, 8 — некарбонатные глины, 9 — алевриты и пески, 10 — косослоистые пески, 11 — песчаники, 12 — рассеянные фосфориты, 13 — горизонты фосфоритов, 14 — фослиты

добавим, что нижний маастрихт залегает несогласно на различных горизонтах кампана в Донбассе, местами на альбе в Поволжье, на юре в Литве и т. п.

В маастрихте началось снижение уровня Мирового океана [14, 16, 17, 24]. Верхний маастрихт на ряде участков платформы, а также в Крыму, на Мангышлаке и в Средней Азии имеет отчетливо выраженный регрессивный характер. Тем не менее верхний маастрихт на Южном Урале и в Мугоджарах перекрывает палеозой и даже докембрий. Трансгрессивное залегание маастрихта (преимущественно верхнего маастрихта) отмечено во многих других регионах: в Центральных Кызылкумах, в Бельгии, Германии, Северной Италии, Болгарии, Омане и др.

Высказано предположение [16, с. 51] о том, что в морях ЕПО на протяжении маастрихтского века было два импульса трансгрессии: 1) раннемаастрихтский, завершивший общую эвстатическую трансгрессию позднего мела, и 2) позднемаастрихтский, осложнявший эвстатическое снижение уровня в конце эпохи. Позднемаастрихтский импульс, по-видимому, соответствует junior-трансгрессии Западной Европы [22, фиг. 31; 24, фиг. 11; 25, фиг. 1]. Пик трансгрессии, по Ханкоку, датирован 68—68,5 млн лет.

Кровля секвенции VI (маастрихт) в ЕПО выражена весьма отчетливо: либо выпадает значительный интервал последовательности маастрихт — даний, либо на границе М/Д развит прослеживаемый на громадных пространствах стратиграфически узкий гиатус. На востоке ЕПО в непрерывных карбонатных разрезах Мангышлака между маастрихтом и данием развит прослой так называемых «пограничных глин» с повышенными концентрациями Ig и ряда других элементов [12].

К рубежу М/Д был приурочен импульс эвстатического понижения уровня океаносферы, повлекший за собой уменьшение глубины эпиконтинентального моря ЕПО, сопровождавшееся сокращением его акватории. В самом конце маастрихтского века и в начале дания происходила перестройка палеогеографии эпиконтинентального моря ЕПО. Изменился общий характер карбонатной седиментации. Нет никаких сомнений в эвстатической природе рубежа М/Д и связи его происхождения со скоротечными тектоническими событиями в океанах [12, с. 50]. Это непременно должно быть уловлено «кривыми Вейла», из которых наиболее объективным представляется график перемещения береговой линии. Его пики и ступеньки отражают реально происходивший на континентальной окраине процесс. Поэтому, как и М. Харт [26], рубеж М/Д я совмещаю с пиком 67,5 млн лет КВ. Как можно думать, этот пик в ходе дальнейших исследований должен получить несколько иную радиометрическую датировку и другую корреляцию с биостратиграфическими данными.

«Инцидент с пиком 67,5 млн лет» заставляет настороженно относиться к возможности использования характерных изломов графика берегового перекрытия (если рассматривать график как фактический материал) в качестве надежных временных реперов эвстазии.

Границы секвенций I—VI формировались под воздействием эвстазии. Каждая граница отражает сдвоенный импульс: относительно кратковременное понижение уровня Мирового океана, сменяющееся несколько растянутым во времени его повышением. В эпиконтинентальном бассейне при понижении уровня широкое распространение получали «регрессивные» фации, а при его повышении осадконакопление становилось более стабильным.

Формирование верхнемеловой части осадочного чехла ВЕП про-

исходило в палеогеографических условиях, в развитии которых намечаются две тенденции [14, рис. 45Б; 16, рис. 6Б; 31, фиг. 2В].

Эвстатическая трансгрессия, начавшаяся в позднем альбе, привела к возникновению в сеноманском веке обширного мелководного бассейна, в котором в гидродинамически неспокойных условиях, контролировавшихся эвстатическими колебаниями океаносферы, накапливались преимущественно богатые фосфоритами песчано-глинистые фации. Такие условия сохранялись и в раннем туроне на юго-востоке платформы. После выравнивания рельефа поверхности осадконакопления (см. статью 1, с. 54), начиная с туронского века в большей части моря платформы широкое распространение получили карбонатные фации, а на его северной периферии накапливались кремнистые осадки. В сеномане и туроне морские условия существовали даже на Украинском щите. В сантоне началось сокращение акватории платформенного моря.

Вторая тенденция — изменение глубины моря. В сеномане (на юго-востоке платформы еще и в раннем туроне) глубины были очень небольшими — метры и первые десятки метров. Затем глубины (при сокращении акватории) возрастали. Наибольшие глубины (в среднем порядка 200 м) были в кампане — раннем маастрихте.

В соответствии с изменениями акватории и глубин находится общая литологическая характеристика секвенций различных стратиграфических уровней на большей части платформы (за исключением ее юго-запада): карбонаты и силициты характерны, начиная с верхнего турона. Терригенные фации участвуют в сложении всех секвенций, но для сеномана (и нижнего турона юго-востока) они являются преобладающими (секвенция I). Фосфориты желвакового типа характерны для сеномана — нижнего кампана (секвенции I—IV). В верхнем кампане — маастрихте (секвенции V и VI) меньше горизонтов «твердого дна», желваки фосфоритов встречаются редко, меньше перерывов, которые можно было бы связать с эвстазией. Это связано с углублением моря.

Кардинальные физико-географические перемены в эпиконтинентальном море ВЕП происходили в конце сеномана — раннем туроне. Резкие изменения в это время хода осадочного процесса, приведшие к смене песчано-глинистых отложений мергельно-меловыми, были отмечены еще А. Д. Архангельским [1]. Среди причин, вызывавших эти изменения, Архангельский называет, во-первых, уменьшение размеров суши и снижение высоты горных хребтов, обрамлявших платформу и, во-вторых, климатический фактор: энергия эрозивных процессов понизилась и создались благоприятные условия для пышного развития кокколитофорид, из скелетов которых состоит главная масса мергельно-меловых пород. Однако установить основную причину (или причины) изменений, как заключил Архангельский более 70 лет тому назад, «при современном состоянии наших знаний мы не можем» [1, с. 110]. Ныне влияние общего эвстатического повышения уровня моря представляется ведущей причиной рассмотренного изменения характера осадконакопления.

В восточной части ВЕП отсутствуют обнажения, в которых можно было бы наблюдать последовательную смену по вертикали различных стратиграфических горизонтов в терригенных отложениях сеномана. Это обстоятельство затрудняет выделение в них латерально прослеживаемых на далекие расстояния отдельных стратиграфических уровней. В непосредственной близости к платформе, в хорошо обнаженных карбонатных разрезах Горного Крыма, очень четко регистрируется по па-

леонтологическим и литологическим признакам углубление в начале среднего сеномана (рис. 5). Напрашивается возможность сопоставления крымских данных с отметкой 94 млн лет КВ (1 на рис. 3) и датой 94,6 млн лет Р. Скотта и др. для Мексиканского залива и Омана [39, фиг. 1, 3, с. 281], а также с материалами по сеноману Южной Англии [27] (рис. 3, 5).

В истории развития палеогеографии ВЕП в сеномане — раннем туроне одним из неясных вопросов, требующих проведения дальнейших исследований, является выяснение соотношения между общим явно регрессивным характером этого интервала на платформе и глобальным повышением уровня океаносферы на рубеже С/Т.

На рис. 3 предлагается предварительное сопоставление секвенций ВЕП с аналогичными по своей сущности, давно известными подразделениями верхнего мела Южной Англии и Северо-Западной Германии, а также с суперциклами П. Вейла и его соавторов.

Синхронности рубежей подразделений, показанных на рис. 3, нет и, по всей видимости, быть не может даже при условии достижения высокой точности стратиграфического сопоставления. Пока совершенно не учитывается возможность эффекта геоэвстазии, при которой трансгрессии на различных участках геоида не могут быть синхронными. Но самое главное: не всегда должна быть синхронность проявления трансгрессий и регрессий и особенно их максимумов в разных регионах и на различных структурах [16, с. 53].

Время формирования карбонатных секвенций II—VI укладывается в интервал между двумя крупнейшими переломами в развитии геологических и биологических событий: сеноман-туронского и маастрихт-датского. По наиболее характерным событиям эти переломы получили, так сказать, «визитные карточки»: аноксию для первого и вымирание для второго. В палеогеографии земного лика переломы отмечаются эвстазией, связанной с глубинной геодинамикой. Периодичность различных событий (вымирание, аноксия, излияние базальтов, орогенез и т. д.), несомненно согласующаяся с инверсиями магнитного поля Земли, оценивается для последних 250 млн лет от 26 до 36 (среднее 31) млн лет [34]. Промежуток времени между геохронологическими границами С/Т и М/Д по нескольким радиометрическим шкалам оценивается от 24,6 до 26 млн лет. Очевидно, начало, кульминация и завершение событий различной природы относились различно к этим геохронологическим границам, а причинно-следственные связи между событиями были сложными.

В целом использование «кривых Вейла» в качестве инструмента глобальной корреляции различных геологических и биологических событий (фаз орогенеза и рифтогенеза, темпа спрединга океанического дна, трансгрессивно-регрессивных циклов, качественных и количественных переломов в развитии биоты и т. д.) ограничено слабым и часто неверным биостратиграфическим обоснованием многих интервалов КВ. Следует при этом заметить, что график эвстатической кривой американских авторов построен по материалам пассивной континентальной окраины Северной Америки, тогда как регистрация эвстатических событий на платформе — совсем иной по своему положению и развитию тектонической структуре — корректируется изостазией и эпейрогеней (см. рис. 1).

Вместе с тем несомненны большие перспективы использования для точных межбассейновых (межконтинентальных) корреляций инстантных событий, запечатленных в разрезах и привязанных к графикам эвстатических колебаний. Материалы по древним платформам —

ЮЗ Горного Крыма Поволжье, Прикаспий

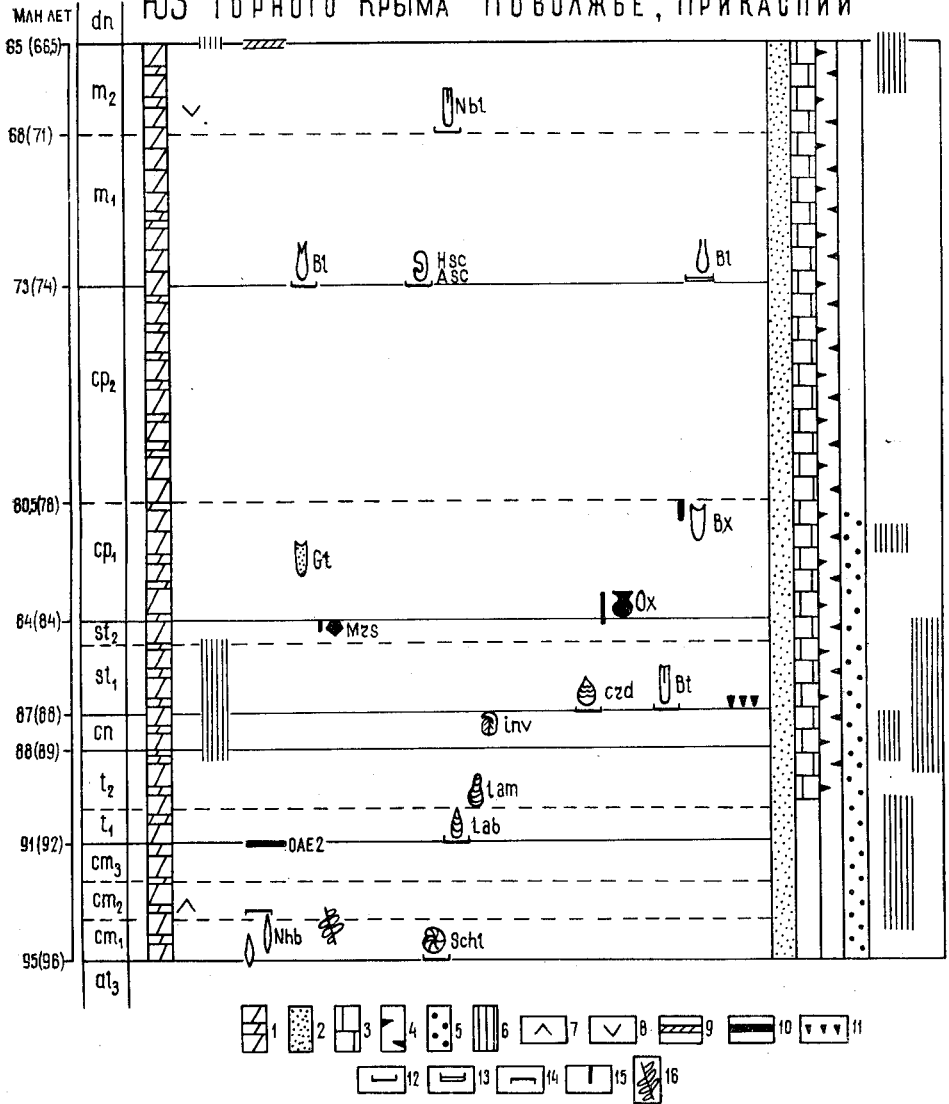


Рис. 5. Некоторые события позднего мела на востоке Европейской палеобиогеографической области. Осадочная толща: 1 — мергели, известняки, 2 — пески, песчаники, 3 — карбонатные породы с преобладанием писчего мела, 4 — кремнистые породы, 5 — желваковые фосфориты, 6 — гнатусы. Некоторые события: 7 — начало углубления, намечающееся по возрастанию доли планктона и почти полному исчезновению макрофауны. На платформе углубление начинается позже, чем в Крыму — в раннем туроне сменой преобладающего терригенного осадконакопления карбонатным и кремнистым (на севере); 8 — начало обмеления, регистрируемое по увеличению содержания песчаного материала и появлению устричных и пектеновых банок; 9 — полная смена биоты беспозвоночных; 10 — развитие местами (Крым) бескислородных условий, соответствующих ОАЕ2; 11 — широкое распространение губок — «губковый горизонт»; 16 — флора папоротниковых маршей (cm₁) термофильная, возможно, мангровая растительность (cm₂). Рубежи в развитии некоторых групп органического мира: 12 — появление, 13 — начало массового распространения, 14 — исчезновение, 15 — интервал вертикального распространения. Стратиграфически важные макрофоссилии: криноидеи: Mzs — Marsupites; белемниты: Nhb — Neohibolites, Gt — Goniotooth, Bx — Belemnellocomax, Bt — Belemnitella, Bl — Belemnella, Nbl — Neobelemnella; аммониты: Schl — Schloenbachia, Hsc — Hoploscapites, Asc — Acanthoscapites; иноцерамы: lab — Inoceramus gr. labiatus, lam — I. gr. lamarcki, inv — I. involutus, crd — I. cardissoides; другие двустворки: Oxytoma

Восточно-Европейской, Северо-Американской и Африканской, — на которых верхнемеловые отложения широко распространены, имеют первостепенное значение.

Заключение

Верхнемеловая толща Восточно-Европейской платформы (в силу обширности ее распространения и относительной стабильности отдельных участков платформы) является благодарным объектом для изучения эвстатических событий позднемеловой эпохи.

1. В дальнейшем распознавание действия эвстазии на платформе отнюдь не будет основываться только на анализе перерывов, что особенно важно при изучении удаленных от прежней береговой линии участков бывшего моря.

Намечаются два наиболее перспективных пути. Первый: прослеживание в верхнемеловой толще следов глобальных биологических событий инстантного (мгновенного) типа. Перечислим некоторые из них: а) резкое и быстрое углубление моря, регистрируемое по возрастанию числа планктонных фораминифер и сокращению бентоса в среднем сеномане Крыма и Западной Европы (рис. 3, 5). Другие кратковременные эпизоды, выявленные по микрофоссилиям: например, *elegans*-трансгрессия конца маастрихта [12]; б) горизонт *Praeactinopsites repletus* терминального сеномана, прослеживаемый от Англии на западе до Таджикистана на востоке; в) «марзупитовая» трансгрессия; г) массовое появление белемнелл в начале маастрихта (рис. 3, 5). Второй путь: использование геохимических маркеров. Так, например, позитивный сдвиг значений $\delta^{13}\text{C}$ на рубеже С/Т практически установлен глобально. Д. Ханкок [24, с. 580] не без оснований рассматривает этот сдвиг как самый надежный и точный репер границы С/Т.

Совершенно очевидна огромная роль результатов геохимических исследований не только для познания физико-географических параметров (соленость, температура и т. п.) бассейнов прошлого, но и как инструмента стратиграфического сопоставления. Должны быть продолжены определения содержания $\text{C}_{\text{орг}}$, а также изотопного состава углерода CaCO_3 и $\text{C}_{\text{орг}}$ и кислорода органических карбонатов. Необходима постановка исследований по определению отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и распределению ряда химических элементов в разрезах верхнего мела ЕПО.

2. При межбассейновой (межконтинентальной) корреляции, как важное дополнение к биостратиграфическим и геохимическим методам, несомненно, имеют тефрохронологические данные. Должно быть возобновлено изучение бентонитов, пепловых прослоев и т. п. в верхнемеловых отложениях ВЕП и ее обрамления.

3. Перерывы являются важнейшими реперами для определения так называемых трансгрессивно-регрессивных циклов. Необходимы проведение возможно более детального изучения типов перерывов (по величине hiatus и пространственному распространению) и их стратиграфическая индексация. По величине стратиграфического hiatus можно определить продолжительность перерывов, что вместе с данными о их пространственном развитии позволяет подойти к выяснению их природы — эвстатической или эпейрогенической. К категории эвстатических пока относятся лишь перерывы на секвентных рубежах.

4. Формирование перерывов в платформенном бассейне определяется действием гидродинамических факторов. Поэтому следует уделять больше (чем уделялось ранее) внимания их изучению — прежде всего изучению течений.

5. Наконец, самое главное. Сугубое внимание должно быть уделено совершенствованию стратиграфической (и в первую очередь — биостратиграфической) основы предлагаемых графиков: будь-то кривые или таблицы сопоставления каких-то событий. «Успех в распознании глобальных эвстатических колебаний лежит в исчерпывающем стратиграфическом анализе бассейнов» [29, с. 363]. Не имеющие стратиграфического обоснования «корреляции» эвстатических кривых, темпа спрединга, фаз рифтогенеза, численности фораминифер и т. п., и т. д. представляют собой лишь расположенные рядом на одном листе и никак не увязанные во времени какие-то графики якобы сопоставляемых событий или процессов.

Очевидна взаимосвязь данных по океанам и по платформам. Из океанов приходят импульсы колебания уровня. На платформах они регистрируются. Платформы доставляют важнейшую информацию о времени проявления импульсов по геохронологической шкале. Несомненно, эта информация должна быть использована при выявлении характера происходивших в океанах событий и обеспечить их историко-геологическую интерпретацию.

Представляется целесообразным проведение исследований по специально подготовленной международной программе сравнительного изучения предположительно относительно устойчивых районов Восточно-Европейской и Северо-Американской (желательно также Африканской) платформ. Непремено должны быть использованы материалы по изостазии и палеогеографии этих платформ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельский А. Д. Введение в изучение геологии Европейской России. Ч. 1. М., 1923. 145 с.
2. Архангельский А. Д. Геологическое строение СССР. Западная часть. Вып. 1. М.; Л., 1934. 427 с.
3. Архангельский А. Д., Крестовников В. Н., Шатский Н. С. Сеноманские и третичные фосфориты Южно-Русской впадины//Фосфориты СССР. Л., 1927. С. 45—63.
4. Бланк М. Я., Найдин Д. П., Олферьев А. Г. Рельеф кровли сеномана Днепровско-Донецкой впадины, Воронежской антеклизы и прилежащих к ним структур Восточно-Европейской платформы//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1992. Т. 67, вып. 6. С. 43—47.
5. Бронгулеев В. В. (гл. ред.) Карта мощности осадочного чехла Восточно-Европейской платформы (мезозой). Масштаб 1 : 5 000 000. М., 1989.
6. Гавриш В. К., Забелло Г. Д., Рябчун Л. И. и др. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие. Киев, 1989. 208 с.
7. Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 1. Русская платформа. В. Д. Наливкин и К. Э. Якобсон (ред.). Л., 1985. 356 с.
8. Герасимов П. А., Мигачева Е. Е., Найдин Д. П. и др. Юрские и меловые отложения Русской платформы. М., 1962. 195 с.
9. История развития и минерагения чехла Русской платформы. Ред. Ю. Г. Старицкий//Тр. ВСЕГЕИ. Т. 308. Л., 1981. 224 с.
10. Милановский Е. Е., Никишин А. М., Копаевич Л. Ф. и др. О корреляции фаз реорганизации кинематики литосферных плит и короткопериодных изменений уровня Мирового океана//ДАН. 1992. Т. 326, № 2. С. 313—317.
11. Найдин Д. П. Позднемеловые события на востоке Европейской палеобиогеографической области. Ст. 1//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1992. Т. 67, вып. 5. С. 14—29.
12. Найдин Д. П. Позднемеловые события на востоке Европейской палеобиогеографической области. Ст. 2//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1993. Т. 68, вып. 3. С. 33—53.
13. Найдин Д. П., Барабошкин Е. Ю. Об использовании стратиграфических данных по Русской плите для реконструкции юрских и меловых эвстатических колебаний уровня моря//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1994. Т. 69, вып. 5. С. 118—127.
14. Найдин Д. П., Беньямовский В. Н., Копаевич Л. Ф. Методы изучения трансгрессий и регрессий. М., 1984. 163 с.

15. Найдин Д. П., Беньямовский В. Н., Сегедин Р. А. и др. Верхнемеловые свита Вост. Прикаспия и Примугоджарья//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1991. Т. 66, вып. 1. С. 46—60.
16. Найдин Д. П., Похилайнен В. П., Кац Ю. И. и др. Меловой период. Палеогеография и палеоокеанология. М., 1986. 262 с.
17. Найдин Д. П., Сазонова И. Г., Пояркова З. Н. и др. Меловые трансгрессии и регрессии Восточно-Европейской платформы, Крыма и Средней Азии//Бюл. МОИП. Отд. геол. 1980. Т. 55, вып. 5. С. 27—41.
18. Шатский Н. С. Основные черты строения и развития Восточно-Европейской платформы. Сравнительная тектоника древних платформ. Ст. 1//Изв. АН СССР. Сер. геол. 1946. № 1. С. 5—62.
19. Bergström J., Christensen W. K., Johansson C. et al. An extension of Upper Cretaceous rocks to the Swedish west coast at Särda//Bull. Geol. Soc. Denmark. 1973. Vol. 22, N 2. P. 83—154.
20. Chatziemmanouil J. P. The Upper Cretaceous of the Vomb Trough, Southern Sweden. Part 1//Stockholm Contr. Geol. 1982. Vol. 38. P. 57—161.
21. Christensen W. K. The Albian to Maastrichtian of Southern Sweden and Bornholm, Denmark: a review//Cretaceous Research. 1984. Vol. 5, N 4. P. 313—327.
22. Ernst G., Schmid F. The Upper Cretaceous of central and eastern Lower Saxony. 26th Intern. Geol. Congr. Excursion 069. The Upper Cretaceous and Danian of NW Europe. 1980. P. 83—113.
23. Fondécave-Wallez M.-J., Souquet P., Gourinard Y. Enregistrement sédimentaire de l'eustatisme et de la tectonique dans la série turbiditique du Crétacé des Pyrénées centro-méridionales//C. r. Acad. Sci. Paris. Ser. 2. 1989. T. 308, N 11. P. 1011—1016.
24. Hancock J. M. Sea-level changes in the British region during the Late Cretaceous//Proc. Geol. Ass. London. 1989. Vol. 100, pt. 4. P. 565—594.
25. Hancock J. M. Transatlantic correlations in the Campanian-Maastrichtian stages by eustatic changes of sea-level//Geol. Soc. Spec. Publ. 1992. N 70. P. 241—256.
26. Hart M. B. Major evolutionary radiations of the planktonic Foraminifera//Major evolutionary radiations. P. D. Taylor & G. P. Larwood (eds.). Oxford, 1990. P. 59—72.
27. Hart M. B., Tarling D. H. Cenomanian palaeogeography of the North Atlantic and possible Mid-Cenomanian eustatic movements and their implications//Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1974. Vol. 15, N 2. P. 95—108.
28. Haq B. U., Hardenbol J., Vail P. R. Chronology of the fluctuating sea level since the Triassic//Science. 1987. Vol. 235. N 4793. P. 1156—1167.
29. Jansa L. F. Processes affecting paleogeography, with examples from the Tethys//Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1991. Vol. 87, N 1—4. P. 345—371.
30. Jeletzky J. A. Causes of Cretaceous oscillations of sea level in Western and Arctic Canada and some general geotectonic implications//Geol. Sur. Canada. 1978. Paper 77—18. P. 1—44.
31. Naidin D. P. Late Cretaceous transgressions and regressions on the Russian Platform//Zitteliana. 1983. Bd 10. S. 107—114.
32. Olsson R. K. Cretaceous to Eocene sea-level fluctuations on the New Jersey margin//Sediment. Geol. 1991. Vol. 70, N 2/4. P. 195—208.
33. Posamentier H. W., Jervey M. T., Vail P. R. Eustatic controls on clastic deposition — conceptual framework//Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ. 1988. Vol. 42. P. 109—124.
34. Rampino M. R., Caldeira K. Major episodes of geologic change: correlations, time structure and possible causes//Earth Planet. Sci. Lett. 1993. Vol. 114, N 2/3. P. 215—227.
35. Rawson P. F., Curry D., Dilley C. et al. A correlation of Cretaceous rocks in the British Isles//Geol. Soc. London Spec. Rep. 1978. N 9. P. 1—70.
36. Sahagian D. Epeirogeny of Europe and Western Asia//Cretaceous Research. 1989. Vol. 10, N 1. P. 33—48.
37. Sahagian D. L., Holland S. M. Eustatic sea-level curve based on a stable frame of reference: preliminary results//Geology. Vol. 19, N 12. P. 1209—1212.
38. Sahagian D., Jones M. Quantified Middle Jurassic to Paleocene eustatic variations based on Russian Platform stratigraphy: stage level resolution//Geol. Soc. Amer. Bull. 1993. Vol. 105, N 8, P. 1109—1118.
39. Scott R. W., Frost S. H., Shaffer B. L. Early Cretaceous sea-level curves, Gulf Coast and Southeastern Arabia//Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ. 1988. Vol. 42. P. 275—284.
40. Sleep N. H. Platform subsidence mechanism and «eustatic» sea-level changes//Tectonophysics. 1976. Vol. 36, N 1—3. P. 45—56.

41. Werner M. Flintförekomsterna på Svenska västkusten//Rapp. Naturgeogr. Inst. Göteborgs Univ. 1974. N 7. S. 1—190.

Московский
государственный университет

Поступила в редакцию
17.08.94

EUSTASY AND EPICONTINENTAL SEAS OF EAST-EUROPEAN PLATFORM. 2. LATE CRETACEOUS PLATFORM SEQUENCES

D. P. Naidin

The Upper Cretaceous interval of central and eastern parts of East-European platform is subdivided into 6 sequences which represent the complex of genetically related beds, members and formations. In their origin the sequences are related to eustasy. Some of sequence boundaries are correlated with «spikes» of coastal onlap graph in Vail curve. The critical evaluation of the Vail curves use as an instrument of worldwide correlation of diverse geologic and biologic events is given. The numerous parts of the Vail curves has poor biostratigraphic control and they are not applied to the Precambrian craton. The perspectives of global correlation of the Late Cretaceous eustatic sea-level fluctuations are connected with detailed biostratigraphic dating of sequences in different tectonic structures.