

С.О. Зорина

ФГУП «ЦНИИгеолнеруд», Казань
root@geolnerud.com

О СИНХРОННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ГРАНИЦ В СРЕДНЕЮРСКИХ-ПАЛЕОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ

Проведение ярусных границ по новым требованиям Международной комиссии по стратиграфии позволило реконструировать пространственно-временные взаимоотношения среднеюрских-палеоценовых лито- и биостратонов востока Русской плиты и выявить возрастное скольжение их оснований. Для проведения глобальной границы, максимально приближенной к изохронной линии, необходимо выбрать самое высокоскоростное событие из всех доступных для регистрации и проследить его в как можно большем числе разрезов. Делается вывод о том, что историко-геологические этапы, в течение которых формировались лито- и биостратоны, могли пересекаться во времени.

В опубликованном Международной комиссией по стратиграфии (МКС) варианте Международной стратиграфической шкалы (МСШ) – Шкале геологического времени – 2004 (ШГВ – 2004) (Gradstein et al., 2004) фактически предложены новые правила проведения ярусных границ в осадочных бассейнах. В понятие «ярус» вложен однозначный хронологический смысл. Его начало определяется конкретной временной датой, которая закреплена «золотым гвоздем» в стратотипе ярусной границы. Прослеживание ярусной границы рекомендуется проводить с применением руководящего корреляционного события (principal correlative event).

Для проведения нижних границ ярусов выбраны самые разнообразные руководящие корреляционные события – по смене разных фаунистических групп (для маастрихта – 12 равнозначных биособытий), по основанию магнитных хронов (апт, танет), по наличию глобальной геохимической аномалии (даний) и т.д. Причем руководящие биособытия могут быть основаны на смене (появлении или исчезновении) различных фаунистических групп: двустворок (коньяк, сантон), лилий (кампан), аммонитов (турон, баррем, готерив, титон, кимеридж, келовой, бат, байос, аален и др.), планктонных фораминифер (сеноман), известкового наннопланктона (танет, зеландий, альб) (Gradstein et al., 2004). В большинстве случаев для проведения ярусной границы предложено несколько событий, и лишь в исключительных случаях (пример – апт) МКС не удалось увязать ярусную с глобальным исчезновением или появлением организмов.

Несмотря на то, что ярусные границы провозглашены МКС изохронными, при их прослеживании на основе рекомендованного корреляционного события синхронными они быть не могут в силу диахронности самих событий. На этот неоспоримый факт исследователи обращают внимание уже около 140 лет (Головкинский, 1868; Лазарев, 2003). Диахронность биозональных и литологических границ впервые была установлена Н.А. Головкинским, который на примере пермской формации Центральной части Волжско-Камского бассейна открыл чечевичеобразное строение лито- и биостратиграфических горизонтов, формирование которых он связывал с миграцией береговой линии. Говоря современным языком, «чечевичи» Головкинского явились «прасеквенциями» (Кринари, 2004) или «праклиноформами», а их автор – родоначальником хроностратиграфической концепции.

Генетической связи мезозойских литостратонов востока РП с глобальными изменениями уровня моря были посвящены некоторые публикации (Зорина, 2003, 2005; Найдин, 1995). В последних разработках на примере северо-востока Ульяновско-Саратовского прогиба (юго-запад Татарстана) было показано, что на востоке Русской плиты (РП) среднеюрские-палеоценовые свиты (толщи) четко группируются в секвенции, которые сформировались под действием пульсирующей эвстатике, разделены длительными гиазусами и имеют в большинстве своем монотонный (преимущественно глинистый для средней юры–нижнего мела; карбонатно-кремнистый и кремнисто-карбонатный – для верхнего мела) литологический состав (Рис. 1, 2). Характер кривой эвстатических колебаний для рассмотренного участка платформы был реконструирован на основе современных требований к проведению мезозойских ярусных границ (Gradstein et al., 2004). Было показано, что эвстатическая кривая в среднеюрском-меловом временном интервале на востоке РП носит в целом достаточно плавный характер и не диссонирует с глобальными построениями Б. Хака и соавторов (Haq et al., 1988). Устанавливаются высокие скорости эвстатических повышений в начале формирования каждой из секвенций, затем следовали длительные этапы стабильного стояния моря с последующим плавным снижением его уровня. Очевидно, что в длительные (3 – 12 млн. лет) интервалы формирования литологически однородных фрагментов секвенций создались благоприятные условия для бесстрессовой эволюции аммонитовых комплексов и их провинциализма. Последнее, как известно, существенно затрудняет проведение бореально-тетических корреляций и, как следствие, – сопоставление с ШГВ – 2004.

На рисунке 3 представлена генерализованная временная модель одностадийного эвстатического цикла и зависимость литологического строения разрезов от изменения скорости эвстатических колебаний. Первая половина цикла представляет собой этап повышения уровня моря от нуля до максимума, вторая – этап снижения до нуля. Рассмотрено несколько потенциально возможных вариантов повышения уровня моря: мгновенное повышение с последующей стабилизацией (А), равномерное повышение (В), медленное повышение с последующим увеличением скорости (С), быстрое повышение с последующим уменьшением скорости (D). Вверху рисунка приведена фаціальная зональность осадков, связанная с глубиной бассейна и выраженная

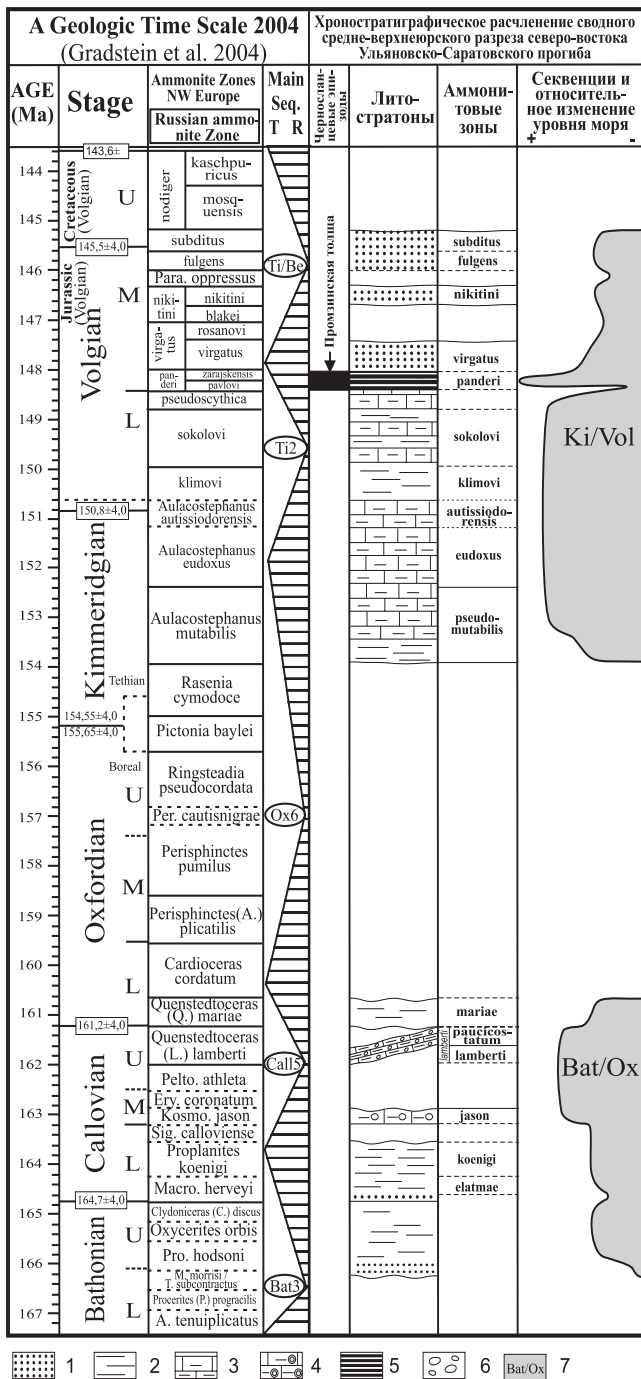


Рис. 1. Хроно- и секвенстратиграфическое расчленение средне-верхнеюрских отложений сводного разреза Ульяновско-Саратовского прогиба. Усл. обознач. к рис. 1 и 2: 1 – пески, песчаники, алевроиты; 2 – глины; 3 – мергели; 4 – оолитовые мергели; 5 – горючие сланцы; 6 – галька и гравий; 7 – секвенции.

в переходе от грубых фаций к тонким илам. Осадочные разрезы, сформированные при каждом из рассмотренных вариантов, представляют собой проекции на временную ось этапов накопления тех или иных фаций в зависимости от абсолютной величины уровня моря. В варианте А присутствует только фация, соответствующая достигнутому уровню моря: в рассматриваемом случае это самая глубоководная фация. В варианте В при равномерном повышении – наоборот, в разрезе отмечается весь фациальный спектр осадков; варианты С и D являются промежуточными. Подобная картина отмечается и на втором этапе эвстатического цикла только с обратной последовательностью смены фаций. Безусловно, представленная модель является генерализованной и

максимально упрощенной. Реальная геологическая обстановка, как известно, чрезвычайно сложна и многофакторна. Преимущество данной модели в том, что она является основополагающей при накоплении морских осадочных толщ. Все остальные факторы, оказывающие влияние на их формирование – эпейрогенические, гидродинамические, климатические и иные должны быть наложены на эту основу, тем самым усложнить ее и приблизить к реальности.

Н.А. Головкинский (1868) отмечал: «... с каждым новым исследованием открывались новые факты, обнаруживающие неправильность учения об одновременном существовании и одновременном исчезновении повсеместных фаун. Понятие о медленном изменении органического населения и о фациях постепенно вырабатывалось и теперь едва ли какой-нибудь геолог..., будет отвергать для различных местностей разновременное существование одинаковых форм и одновременность различных». Остается только констатировать, что идеи Н.А. Головкинского, не принятые и не понятые его современниками, реализовались через 140 лет в новом варианте МСШ.

Руководящее корреляционное событие, как и любое событие в геологической истории, имело некоторую скорость распространения. И чем она меньше, тем больше будет отклонена прослеживаемая граница от виртуальной изохронной линии. Учитывая, что разные фаунистические группы в разные геологические эпохи осваивали морские бассейны и исчезали из них с разной скоростью, границы, проведенные на основе прослеживания биособытий, будут в различной степени диахронными. Ниже будет показано, как можно выявить диахронность нижних границ лито- и биостратонов, используя признак «наибольшего веса» (Мейен, 1981), за который принято событие с наибольшей скоростью распространения.

Черносланцевые эпизоды – отражение синхронных (мгновенных) эвстатических событий

Важнейшими эвстатическими событиями в истории формирования верхнеюрских-нижнемеловых секвенций востока РП явились средневожжский и раннеапский черносланцевые эпизоды (Рис. 1, 2). Их формирование многими исследователями (Гаврилов, Копаевич, 1996) связывается с короткопериодными высокоамплитудными трансгрессивно-регрессивными (Т – Р) циклами.

Последствием средневожжского эпизода (фаза panderi) на востоке РП явилась высокоуглеродистая промзинская толща, представленная горючими сланцами и битуминозными глинами (Рис. 1). Эвстатическому максимуму, с которым связывается образование толщи, предшествовало падение уровня моря, регрессия и развитие процессов заболачивания. Затем, в условиях быстро развивающейся трансгрессии, последовал размыв образовавшихся торфяно-болотных накоплений, всплеск биопродуктивности, приведший в итоге к образованию слоев с повышенными концентрациями органического вещества. Сходная модель образования высокоуглеродистых нефтематеринских слоев в вожжско-берриасских осадках Гренландско-Норвежского пролива предложена немецкими исследователями (Mutterlose et al., 2003). Выводы Й. Муттерлоуза с соавторами базируются на представлении о низком уровне моря в вожжско-берриасское время, в условиях которого в придон-

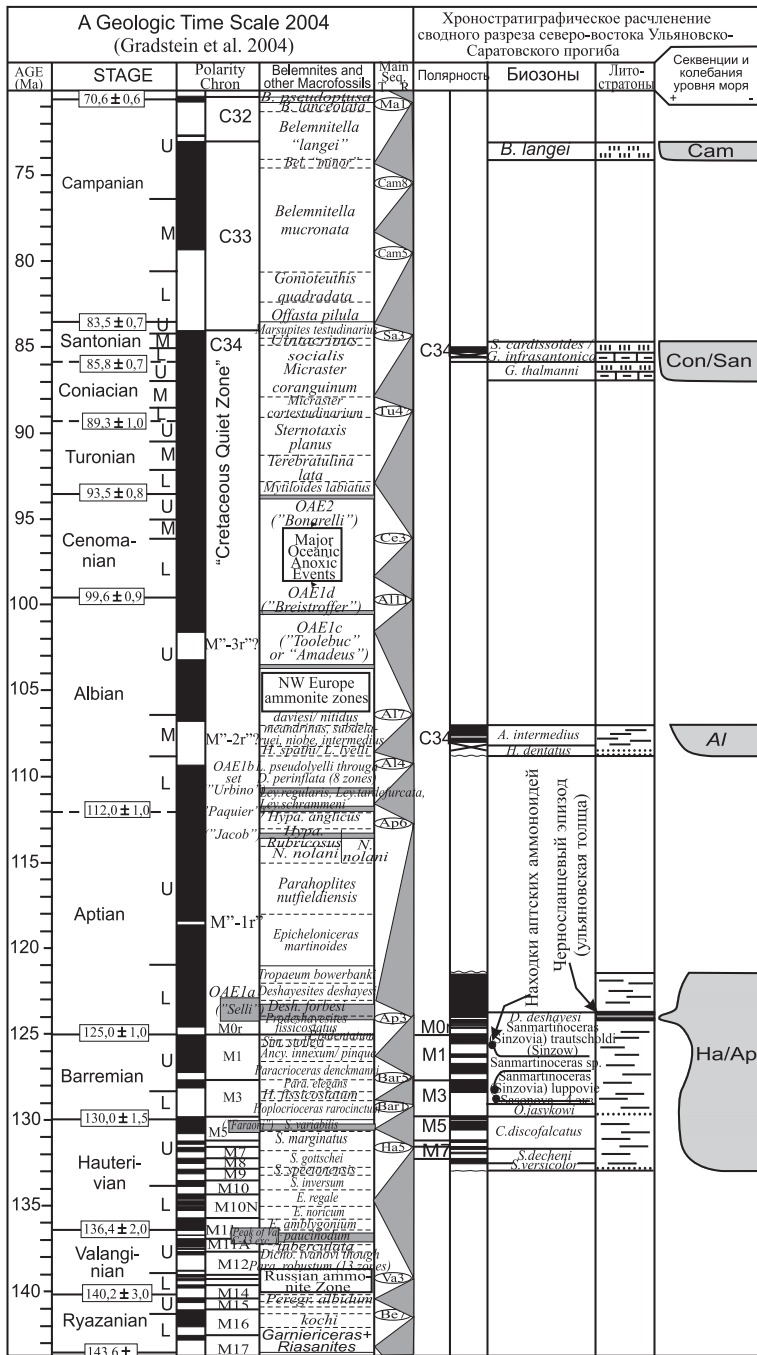


Рис. 2. Хроно- и секвенстратиграфическое расчленение меловых отложений сводного разреза Ульяновско-Саратовского прогиба.

ных водах пролива возникла аноксия, слабо вентилируемая обстановка, и образовались слои с высокими концентрациями органического углерода. По-видимому, данное глобальное короткопериодное снижение уровня моря в конце ранневожжского времени проявилось и на РП заболачиванием обширных равнинных территорий с накоплением болотных отложений – источника органического вещества растительного происхождения в горючих сланцах. Эвстатический максимум, зафиксированный битуминозной пачкой, отвечает участку глобальной кривой Б. Хака с наиболее высоким для средней-поздней юры стоянием моря (средняя часть цикла LZB – 1.1) (Зорина, 2005), после которого началось его стремительное падение, продолжавшееся до конца юрского периода (Наг et al., 1988).

Глобальное океанское аноксическое событие OAE – 1a, длительностью около 1 млн. лет (Gradstein et al., 2004),

отразилось на востоке РП в битуминозной ульяновской толще (= аптской плите) (Рис. 2). Нижняя граница данной событийной толщи может быть сопоставлена с возрастным интервалом, занимаемым событием OAE – 1a в ШГВ – 2004. Это единственное в рассматриваемом сводном разрезе литостратон, который увязывается со шкалой физического времени без привлечения дополнительных корреляционных критериев.

Возрастное скольжение верхнекелловейских слоев

Границы большинства мезозойских ярусов рекомендовано проводить по смене аммонитовых фаз (Gradstein et al., 2004). На РП вопрос детального (зонального, подзонального, инфразонального) аммонитового расчленения мезозойских разрезов и их сопоставления с современными Западно-Европейскими и Сибирскими схемами достаточно успешно проработан недавними исследованиями Е.Ю. Барабошкина (2001, 2005), Д.Б. Гуляева (2001), Д.Н. Киселева (1999, 2001, 2005, 2006), М.А. Рогова (2002, 2006) и других. По мнению МКС, геосторическая смена почти всех мезозойских ярусов может быть прослежена в осадочных бассейнах и, в том числе, на РП, путем выделения в разрезах и сопоставления последовательной смены скоррелированных с Западно-Европейским стандартом аммонитовых зон.

Примеры диахронности слоев выявлены по результатам более детального – подзонального аммонитового расчленения. Так, В.В. Митта (2004) исследовал верхнекелловейские оолитовые мергели в береговом обнажении р. Волга у Тархановской Пристани (Республика Татарстан). Западная часть выхода оолитового мергеля отнесена к горизонту рауциостатум зоны lamberti верхнего келловея, восточная – к горизонту lamberti этой же зоны (Рис. 1). Подошва данного слоя на протяжении 15 км испытала возрастное скольжение на 0,5 млн. лет. Следует подчеркнуть, что данный вывод справедлив только при условии последовательной смены подфаз рауциостатум и lamberti. Т.е. более детальное расчленение, или более точное измерение длительности формирования слоя позволило подробнее реконструировать условия его образования в пределах длительности одной аммонитовой фазы.

Синхронность верхнеготеривских и асинхронность нижнеаптских аммонитовых зон

Диахронность стратиграфических границ особенно отчетливо проявляется при сопоставлении готерив-аптских отложений РП с ШГВ – 2004. Готерив-аптская (Ha/Ap) секвенция выделена на всей территории востока РП в возрастном интервале от позднего готерива по ранний (на отдельных участках – средний) апт и имеет глобальное распространение (Наг et al., 1988). Детальность и комплексность, с которой были изучены в последние годы готерив-аптские отложения РП, позволили выявить асинхронность зональных границ в барреме-апте как на РП, так и в разрезах Западной Европы (Гужиков, Барабошкин, 2006).

Исследованиями А.Ю. Гужикова и Е.Ю. Барабошкина

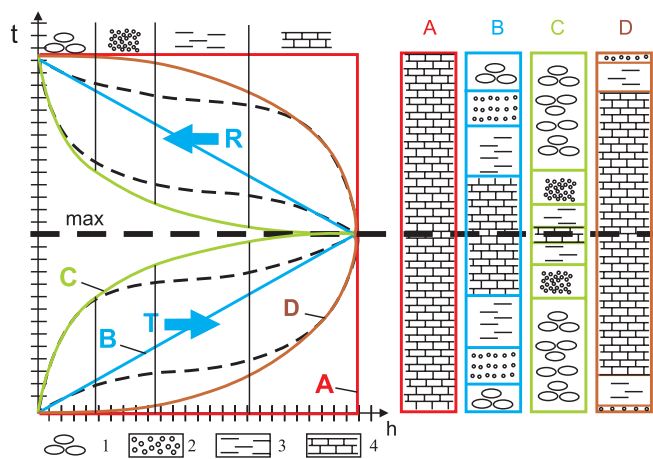


Рис. 3. Генерализованная временная модель одностадийного эвстатического цикла и зависимость литологического строения разрезов от изменения скорости эвстатических колебаний. *h* – уровень моря в абс. единицах, *t* – время, *T* – трансгрессивная часть цикла, *R* – регрессивная часть цикла, *A* – мгновенное повышение/стабилизация уровня моря, *B* – равномерное повышение уровня моря, *C* – медленное/быстрое повышение уровня моря, *D* – быстрое/медленное повышение уровня моря, 1 – 4 – фациальный переход от грубых осадков к тонким илам.

показано, что сопоставление готеривских субзон Поволжья с магнитными хронами, увязанными с зональным стандартом Западного Средиземноморья, не противоречит представлениям о корреляции тетического и бореального стандартов верхнего готерива. Подошвы зон *Balearites balearis*, *Pseudothurmannia angulicostata* в Средиземноморье и *Milanowskia speetonensis* (= *S. decheni*), *Craspedodiscus discofalcatus* Поволжья, соответственно, по данным Е.Ю. Барабошкина, могут быть признаны синхронными. В контексте настоящего исследования возраст нижних границ верхнеготеривских зон *S. decheni* и *C. discofalcatus* оценивается с точностью, принятой для соответствующих стандартных зон *B. balearis* и *Pseudothurman. ohmi* (Рис. 2).

Как уже выше отмечалось, единственной мезозойской ярусной границей, проведение которой должно быть основано не на биособытии, а на идентификации магнитного хрона, является граница апта. Магнитный хрон *M0* прослежен в большом числе разрезов РП (Гужиков, Барабошкин, 2006; Зорина, 2006). Смена магнитной полярности, как наиболее высокоскоростное событие, применяемое в корреляционных целях, представляет собой тот критерий, при помощи которого можно провести границу, наиболее приближенную к изохронной. Выявление магнитного хрона *M0* в разрезах РП позволило не только обосновать проведение аптской ярусной границы по требованиям МКС, но и доказать, что диахронность аммонитовой зоны *deshayesi* на северо-востоке Ульяновско-Саратовского прогиба достигает 6 млн. лет.

Диахронность палеоценовых свит

Зональная шкала по известковому наннопланктону, разработанная для палеоцена (Martini, 1977), является отражением, по-видимому, достаточно высокоскоростного видового изменения наннопланктона, и, что не менее важно, – широкого субглобального его распространения. Подтверждением этого являются разные возрастные датировки одних и тех же палеоценовых свит, полученные разными авторами на основе наннопланктонного расчле-

нения разрезов дания-танета Среднего и Нижнего Поволжья. Обобщение многочисленных и разнообразных данных по наннопланктонному расчленению палеоценовых свит позволило приблизиться к решению дискуссионного вопроса о хроностратиграфическом взаимоотношении фациальных разновидностей свит и обосновать возрастное скольжение подошв региональных литостратонов на востоке РП (Зорина, Афанасьева, 2006) (Рис. 4). Представляется, что скорости распространения биособытий, выбранных для ярусного расчленения палеоцена, значительно превышали скорости формирования оснований литостратонов и, следовательно, эвстатических флуктуаций, с которыми нами связывается образование последних.

На основе составленной хроностратиграфической схемы взаимоотношения пограничных стратонов верхнего мела и палеоцена удастся реконструировать характер эвстатических колебаний в конце маастрихта-танете на рассматриваемой территории (Рис. 4). В изученном интервале разреза отчетливо выделяются три секвенции: терминальная позднемеловая (маастрихтская), даний-зеландская и танетская. Начало формирования каждой связано с эвстатическими максимумами, которые обусловили трансгрессивное залегание секвенций на данной территории.

Проведенное сопоставление высокоскоростных биособытий (смены наннопланктонных фаз) с менее длительными литологическими событиями (формирование оснований свит при эвстатических колебаниях) позволило установить, что окончание формирования основания верхнесызранской свиты и начало образования подошвы саратовской свиты совпадает со временем формирования основания наннопланктонной зоны NP5 Шкалы Мартини, т.е. виртуальная изохронная линия, проведенная по основанию зоны NP5, пересекает всю верхнесызранскую свиту от подошвы до кровли. Скорость повышения уровня моря при формировании основания даний-зеландской

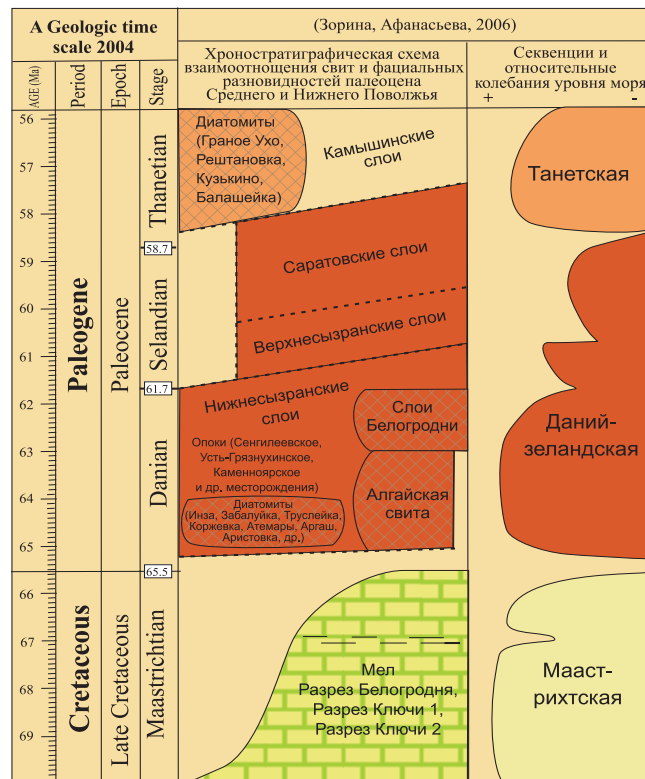


Рис. 4. Возрастное скольжение палеоценовых свит Среднего и Нижнего Поволжья (Зорина, Афанасьева, 2006).

секвенции сопоставима со скоростью внутрисеквенционных эвстатических падений и значительно превышала скорости внутрисеквенционных повышений уровня моря.

В соответствии с проведенными построениями представляется, что возраст нижних границ палеоценовых свит, последовательности которых вскрываются на разных участках востока РП, неодинаков. Это доказывается посредством выделения в каждой последовательности свит зон известкового наннопланктона и сопоставления результатов расчленения между собой.

Выводы

Диахронность мезозойских литостратонов проявляется по результатам детального – подзонального аммонитового расчленения.

Скорость формирования нижних границ черносланцевых эпизодов (средневожского и раннеаптского) превышали скорости образования оснований остальных местных мезозойских литостратонов востока РП.

Регистрация в многочисленных разрезах готерива–апта РП магнитного хрона М0, основание которого признано МКС ответственным за прослеживание ярусной границы апта, позволяет констатировать возможность проведения на РП данной изохронной границы. Сопоставление последовательности аммонитовой и палеомагнитной зональности баррема-апта свидетельствует об асинхронности основания зоны *deshayesi* на РП.

На примере сопоставления последовательности палеоценовых свит с ШГВ – 2004, выполненного по результатам выделения в них наннопланктонных зон, показано, что литостратоны имеют пространственно-временную конфигурацию «чечевиц» (по Н.А. Головкинскому), пересекающихся во времени.

Подшвы всех лито- и биостратонов испытывают возрастное скольжение в большей или меньшей степени. Если для определения временного промежутка, в течение которого начинал формироваться лито- или биостратон, использовать несколько последовательностей событий, одна из которых будет представлять собой смену более скоростных событий, возрастное скольжение основания данного стратона проявится отчетливо. Следовательно, историко-геологические этапы, в течение которых происходит формирование лито- или биостратонов, в той или иной степени пересекаются во времени. Ярким примером правомерности данного вывода, актуализованного в историю общественного развития, является начало и конец любой исторической эпохи, которые часто носят затяжной характер. В момент начала очередной эпохи продолжают происходить события из предшествующих этапов, а при ее окончании часто присутствуют признаки, характерные для последующих эпох. Хотя, как известно, нередки случаи и резкой (революционной) смены этапов общественного развития. Если применить принцип аналогии к геологическим этапам, то, действительно, станет возможным одновременное существование видов организмов, по последовательной смене которых построено сейчас большинство зональных шкал. Следовательно, для проведения глобальной границы, максимально приближенной к изохронной линии, требуется выбрать самое высокоскоростное событие из всех доступных для регистрации и проследить его в как можно большем числе разрезов.

Именно по причине возможного пересечения во вре-

мени смежных историко-геологических этапов в новом варианте МСШ (ШГВ – 2004) осуществлен переход к шкале физического времени, в которой понятие «ярус» нельзя истолковать по-разному.

Литература

- Гаврилов Ю.О., Копаевич Л.Ф. О геохимических, биохимических и биотических следствиях эвстатических колебаний. *Стратиграфия. Геол. корреляция*. Том 4. № 4. 1996. 3-14.
- Гужиков А.Ю., Барабошкин Е.Ю. Оценка диахронности биостратиграфических границ путем магнитохронологической калибровки зональных шкал нижнего мела тетического и борельного поясов. *Доклады АН*. Т. 409. № 3. 2006. 365-368.
- Головкинский Н.А. *О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна*. Сп.-б.: Тип. Импер. Акад. Наук. 1868.
- Зорина С.О. История развития и палеогеография мезозоя. *Геология Татарстана: стратиграфия и тектоника*. М.: ГЕОС. 2003. 221-226.
- Зорина С.О. *К стратиграфии мезозоя востока Восточно-Европейской платформы: свитный, секвенный, событийный и хроностратиграфический подходы*. Казань: ЦНИИГеолнеруд. 2005.
- Зорина С.О. Изохронные и диахронные границы в готеривапских отложениях востока Русской плиты. *Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии*. Сб. мат.-лов. Саратов. Изд-во: СО ЕАГО. 2006. 68-70.
- Зорина С.О., Афанасьева Н.И. О хроностратиграфическом соотношении пограничных стратонов верхнего мела и палеоцена в Среднем и Нижнем Поволжье. *Известия ВУЗов. Геология и разведка*. № 4. 2006. 3-7.
- Крибари Г.А. Закон Головкинского и современная секвенс-стратиграфия: математический формализм, следствия. *Мат.-лы чтений, посв. 200-летию геол. музея*. Казань: Изд-во Казан. ун-та. 2004. 96-101.
- Лазарев С.С. Метод «золотого гвоздя»: возможно ли совмещение времени геологического и физического? *Стратиграфия. Геол. корреляция*. Т. 11. № 5. 2003. 111-116.
- Мейен С.В. От общей к теоретической стратиграфии. *Сов. геология*. № 9. 1981. 58-69.
- Митта В.В. Терминальные горизонты келлова в Среднем Поволжье. *Вопросы стратиграфии Поволжья и Прикаспия: сб. науч. трудов*. Саратов: СГУ. 2004. 144-154.
- Найдин Д.П. Эвстазия и континентальные моря Восточно-Европейской платформы. Ст. 2. Верхнемеловые секвенции платформы. *Бюлл. Моск. о-ва исп. природы. Отд. геол.* Т. 70. № 5. 1995. 49-65.
- Рогов М.А. Стратиграфия нижневожских отложений Русской плиты и их корреляция с титонем. *Стратиграфия. Геол. корреляция*. Т. 10. № 4. 2002. 35-51.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G. et al. *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge: Cambridge University Press. 2004.
- Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and eustatic cycles. *Sea-level changes: an integrated approach. Society of Economist, Paleontologist and Mineralogist, Special Publication*. № 42. 1988. 71-108.
- Martini E. Neue Daten zum Palaeozan und Unter-Eozan im sudlichen Nordseebecken – Das Nordwestdeutsche Tertiärbecken. *Beitr. Newslett. Stratigr. Bd.* 6(2). 1977. 97-105.
- Mutterlose J., Brumsack H. -J., Floegel S., Hay W. W., Klein C., Langrock U., Lipinski M., Ricken W., Soeding E., Stein R., Swientek O. The Greenland-Norwegian Seaway: A key area for understanding Late Jurassic to Early Cretaceous paleoenvironments. *Palaeoceanography*. № 18(1). 2003.

Светлана Олеговна Зорина
К.г.-м.н., ученый секретарь ФГУП «ЦНИИГеолнеруд». Область научных интересов – хроностратиграфия юрских, меловых и палеогеновых образований востока Русской плиты; реконструкции относительных скоростей геологических событий и диахронности границ на основе комплексирования методов био- и магнитостратиграфии; пространственно-временное моделирование эвстазии палеобассейнов.

