

УДК 551.7

Р.Р. Габдуллин

ВЕРХНЕМЕЛОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ РУССКОЙ ПЛИТЫ: СЕКВЕНТНАЯ СТРАТИГРАФИЯ И ЦИКЛЫ МИЛАНКОВИЧА

Статья посвящена комплексному секвентно-циклостратиграфическому анализу верхнемеловых отложений на основе 9 разрезов Русской плиты (Воронежская антеклиз и Ульяновско-Саратовский прогиб). Впервые в разрезах этого региона выделены тракты (трансгрессивный и высокого стояния) и сопоставлены с пачечным делением, пластовыми циклитами и генерирующими их циклами Миланковича с указанием их порядка. Некоторые циклиты и вызвавшие их циклы Миланковича привязаны к циклостратиграфической шкале верхнемеловых отложений. Приведены данные по палеогеографической обстановке седиментации (глубина, температура, скорость седиментации и т.д.), палеоценозам и воссозданы палеогеографические модели формирования циклитов.

Введение. В последнее время становится актуальным изучение разреза с позиций секвентной стратиграфии и циклостратиграфии. Статья посвящена впервые проведенному единому секвентно-циклическому анализу изученных автором 9 разрезов верхнемеловых отложений Русской плиты, которые локализованы в Воронежской антеклизе (ВА: Бетово, Чернетово и Фокино в Брянской области и Стойленский ГОК в Белгородской области) и Ульяновско-Саратовском прогибе (У.-СП: Сенгилей в Ульяновской области и Хвалынский, Вольск, Белгородня и Нижняя Банновка в Саратовской области). Обобщен огромный фактический материал по условиям формирования осадков позднемелового возраста (глубина, температура, гидродинамика и т.д.). Расположение, стратиграфическое описание, циклический анализ, результаты комплексных аналитических исследований, модели и скорости формирования этих разрезов приведены в работах [Gabdullin et al., 2002; Габдуллин, 2002; Габдуллин, Иванов, 2001; 2002а, б; 2003а, б, в; Габдуллин, 2004а–г; Алексеев и др., 2005а, б; Олферьев и др., 2005; Габдуллин и др., 2007].

Методика исследования. Основные принципы и методы секвентной стратиграфии изложены в работах [Найдин, 1996; Никишин, 1999; Ковалевский, Маргулис, 2000]. В сводном разрезе Русской плиты Д.П. Найдиным (1996) было выделено 6 секвенций с использованием 6 ключевых разрезов, два из которых (Вольск и Нижняя Банновка) изучены автором. Системы трактов тогда не были выделены. Секвенция I₁ отвечает сеноману, I₂ — почти всему турону (ее граница в конце позднего турона), II — концу турона и коньяку, III — сантону, IV — раннему кампану, V — позднему кампану, а VI — маастрихту. Границы секвенций хорошо опознаются в разрезе по смене режима седиментации [Габдуллин, 2004в] — им отвечают фазы крупных региональных перерывов и начинающие разрез маркирующие горизонты. Гра-

ницы между II и III, IV и V, V и VI секвенцией маркируются фазами фосфатонакопления. Рубеж I₁–I₂ отмечен фазой накопления бентонитовых глин, а рубеж II–III — фазой железнакопления.

Сравнительно мелководные эпиконтинентальные позднемеловые бассейны Русской плиты образовывались преимущественно во время трансгрессий с юга вод из близлежащего Тетического океана на этот приподнятый стабильный блок земной коры, поэтому очевидно, что в разрезах Русской плиты будут присутствовать только тракты трансгрессивной системы и высокого стояния. Скорость седиментации пелагических карбонатных и кремнистых осадков в позднемеловом бассейне Русской плиты обычно составляет несколько миллиметров — несколько сантиметров в тысячу лет с максимумом (2–3 см/тыс. лет) в Прикаспийской синеклизе. Единственным исключением могут считаться в основном терригенные и кремнисто-терригенные толщи сантона–нижнего маастрихта на юге Ульяновско-Саратовского прогиба, накапливавшиеся со скоростью до 1–3 м/тыс. лет [Габдуллин и др., 2007].

Обсуждение результатов. Ниже приводится секвентный анализ изученных отложений. *Отложения сеноманского яруса* (пачка I, по Р.Р. Габдуллину (2002), и секвенция I₁, по Д.П. Найдину (1996)) на Русской плите во всех изученных автором разрезах представлены терригенной толщей кварц-глауконитовых песков и песчаников, трансгрессивно залегающих на образованиях позднего альба (рис. 1). Толща имеет 2–3 горизонта конденсации, т.е. фосфоритовые горизонты (фаза фосфатонакопления внутри секвенции), которые затрудняют определение альб-сеноманской границы из-за переотложенной альбской макрофауны. Зернистость породы уменьшается стратиграфически снизу вверх. Макрофоссилии представлены двустворчатыми моллюсками (в том числе устрицами, образующими банки), обилием остатков акуло-

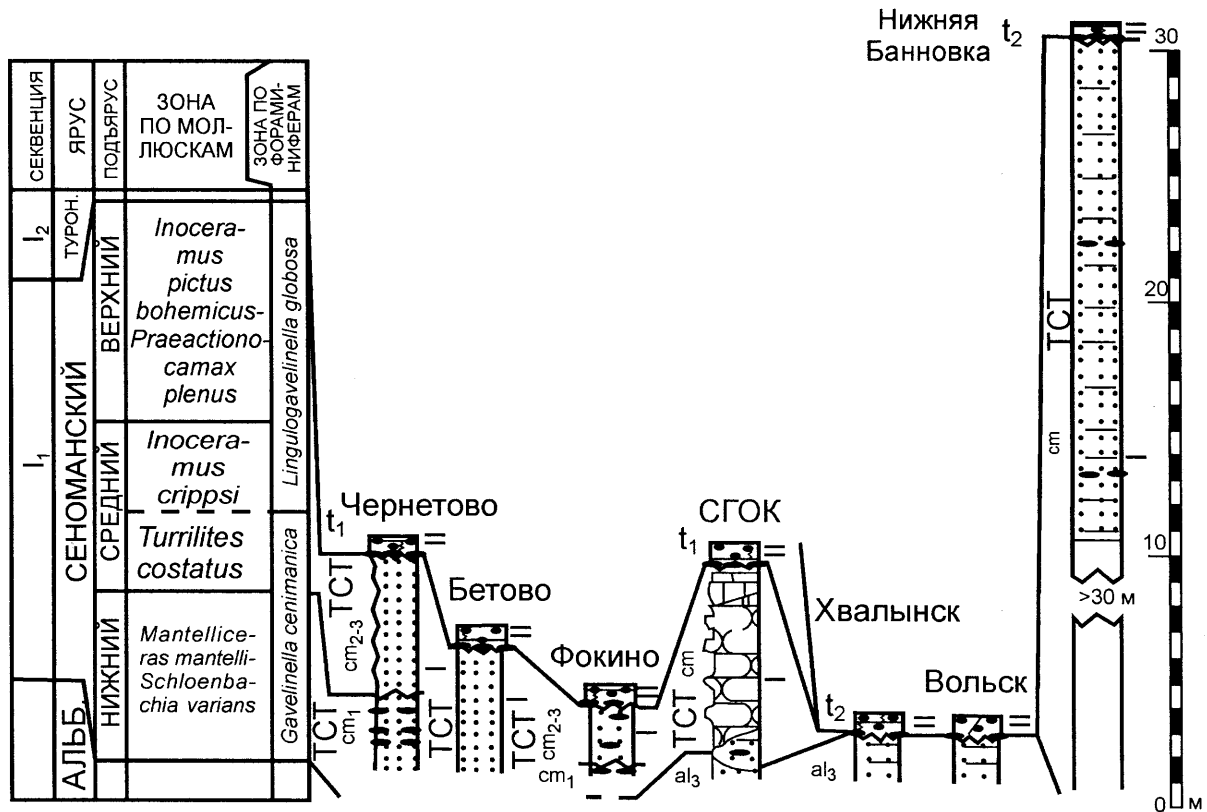


Рис. 1. Схема сопоставления разрезов сеноманских отложений Воронежской антеклизы и Ульяновско-Саратовского прогиба: 1 — глины; 2 — алевроиты; 3 — пески, рыхлые песчаники; 4 — песчаники; 5 — опоки; 6 — известковистые глины; 7 — сильноглинистые мергели; 8 — песчаные мергели; 9 — мергели; 10 — глинистые мергели; 11 — глинистые известняки; 12 — песчаные известняки; 13 — известняки; 14 — писчий мел; 15 — битуминозные мергели; 16 — фосфориты; 17 — конкреции лимонита; 18 — стилолиты; 19 — призматический слой иноцерам; 20 — задернованная часть разреза; границы стратонов: 21 — согласные; 22 — несогласные. “Пустыми” интервалами в разрезе показаны фрагменты, не изученные автором

вых, химеровых, костистых рыб, рострами белемнитов, редкими аммонитами. Встречаются окаменевшие стволы деревьев и копролиты больших морских рептилий. Многие из фоссилий окатаны. Палеонтологические находки и их сохранность указывают на крайнюю мелководность бассейна седиментации (не более 50 м [Габдуллин, 2002]), отвечающего ТСТ. Таким образом, секвенция I представлена только одним элементом — трансгрессивной системой трактов. Возможно, в конце сеноманского века даже сформировались отложения перекрывающей ее системы ТВС, но их следов в современном разрезе нет. Скорее всего они, как и терминальные части ТСТ, были размыты во время следующей, более мощной туронской трансгрессии и “заменены” на отложения ТСТ секвенции I₂ (пачка II, по Р.Р. Габдуллину (2002)). Мощность пачки 0–50 м.

Туронские отложения (пачки II (K₂t₁₋₂) и III (K₂t₁₋₃), по Р.Р. Габдуллину (2002), и секвенция I₁, по Д.П. Найдину (1996)) демонстрируют изохронность на территории Русской плиты, которая объясняется проникновением вод сначала в южную часть плиты (ВА), а потом с небольшим запазданием на миллион лет (ранний турон) в более северные части региона — в У.-СП (рис. 2). В их основании находится хард-граунд, а выше него — пачка “сурки” (пачка II, по Р.Р. Габдул-

лину (2002)), состоящая из песчаного мела с глауконитом и рассеянными фосфоритовыми желваками, иногда образующими единый горизонт — “фосфоритовую плиту”. Этот горизонт конденсации встречен в основании турона во всех разрезах, кроме Вольского. Порода содержит раковины устриц, кубки губок, зубы и позвонки акул. Многие из фоссилий окатаны: их состав, а также условия образования фосфоритов указывают на крайнюю мелководность бассейна (мелководный пролив или полуизолированное море). Мощность “плиты” составляет 0–0,2 м, а пачки — 2–3 м. Пачка II — типичный пример ТСТ. Возраст пачки — основание нижнего турона на ВА и основание среднего турона в У.-СП. Элементарная пластовая цикличность не установлена. Температура воды 12,8–13,4 °С [Тейс, Найдин, 1973].

Вышележащая пачка III — писчий мел белый, светло-серый, желтовато-сероватый с многочисленными макрофоссилиями: белемнитами, иноцерамами, брахиоподами, морскими ежами, зубами акул, чешуей рыб, копролитами и ихнофоссилиями. Комплекс фауны отвечает сравнительно более глубокому (хотя тоже мелководному бассейну глубиной 40–100 м [Габдуллин, 2002]), а литологический состав породы указывает на удаление источника сноса (береговой линии суши), поэтому пачка интерпретируется как

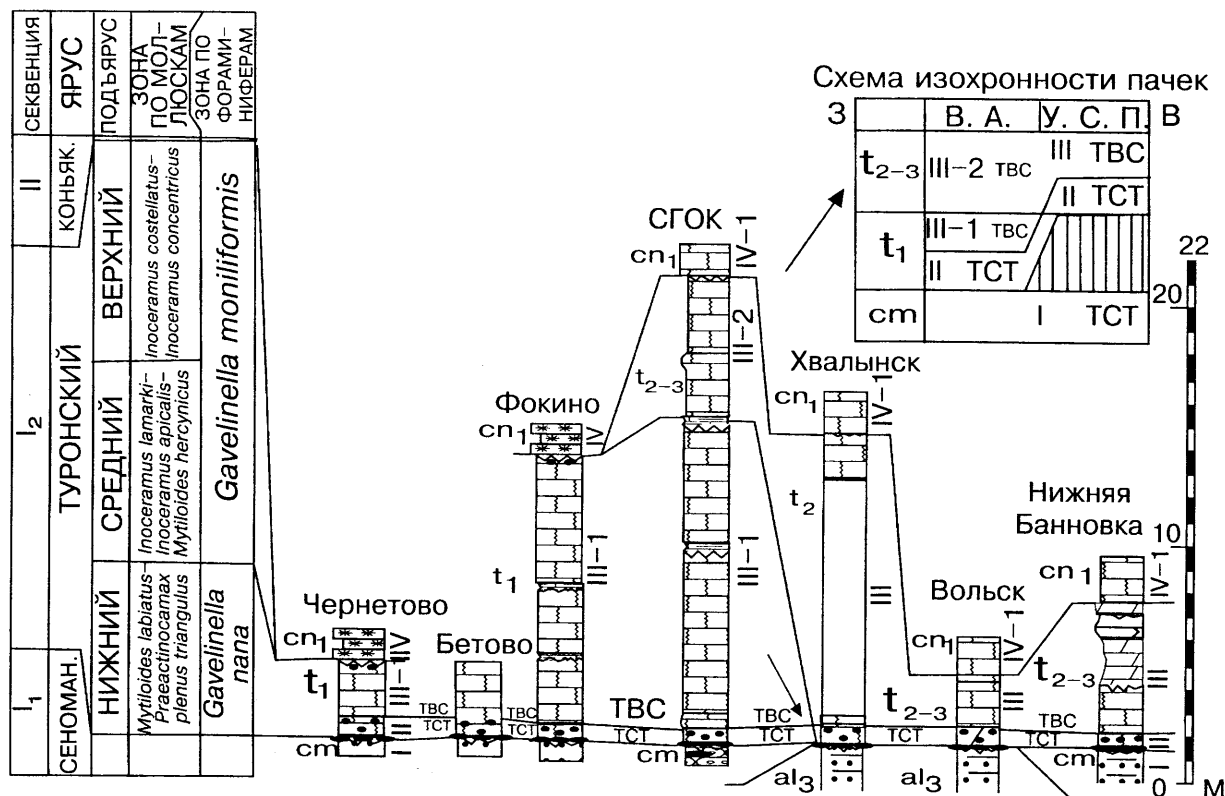


Рис. 2. Схема сопоставления разрезов туронских отложений Воронежской антеклизы и Ульяновско-Саратовского прогиба. Условные обозначения см. на рис. 1

ТВС. Пачка изохронна: ей отвечает нижний и верхний турон на Воронежской антеклизе, а также средний и верхний турон в У.-СП. Установлена цикличность переслаивания пластов: мергеля и мела в разрезе Нижняя Банновка (2 циклита), мела и бентонитовой глины (2 циклита) в разрезе Фокинского карьера, мела и бентонитовой глины (1 циклит) и мела и мергеля (1 циклит) в разрезе Стойленского ГОКа. Везде, где установлена пластовая цикличность, наблюдаются только 2 циклита E_3^{6-7} (номер по циклостратиграфической шкале [Габдуллин, 2004в]).

Циклы эксцентриситета E_2 и E_4 определены спектральным анализом, а циклы E_{2-3} — методом ручного подсчета [Габдуллин, 2002, 2004б] для разреза Стойленского ГОКа, где они реализовались в виде циклов биопродуктивности, а также в разрезе Фокино. Циклы эксцентриситета E_2 и E_4 определены методом ручного подсчета [Габдуллин, 2004б, г] для разреза Нижняя Банновка. Они проявились в виде циклов растворения и биопродуктивности. В нижней части пачки на Воронежской антеклизе имеются два бентонитовых прослоя, перекрывающие эрозионные горизонты типа панцирей. Мощность пачки составляет 2,5–20 м. Температура воды 14–15 °С (вторая половина турона, Саратовское Поволжье, по [Тейс, Найдин, 1973]). Скорость седиментации: 0,786 см/тыс. лет (разрез Стойленского ГОКа, турон–коньяк); 0,735 см/тыс. лет (разрез Нижняя Банновка, средний турон–нижний коньяк); 0,1–0,9 см/тыс. лет (разрезы Фокино и Чернетово, средний–верхний турон,

зона *Gavelinella moniliformis* — тускарьевская свита) [Габдуллин и др., 2007]).

Коньякские отложения (пачка IV (K_2cn_{1-3}), по Р.Р. Габдуллину (2002), и секвенция II, по Д.П. Найдину (1996)) демонстрируют фаціальную изменчивость (рис. 3). Желтовато-серые, иногда зеленоватые кремнистые мергели и опоки (запад Воронежской антеклизы) или чистый белый песчаный мел с губковым горизонтом в верхней части (подпачка IV-2) на остальной части изученной территории. Возраст: весь коньякский ярус (подпачка IV-1) — нижний сантон (подпачка IV-2) на ВА и только его нижний подъярус (вследствие эрозии) в У.-СП. Деление на подпачки проведено по биостратиграфическим данным. Сравнительно скудный состав макрофауны, в основном представленный иноцерамами, брахиоподами, морскими ежами и ракообразными, свидетельствует о глубоководности бассейна. Имело место нарушение циркуляции морских течений, возникали области стагнации с пиритовыми конкрециями. Температура воды 13–15 °С (поздний коньяк, по [Тейс, Найдин, 1973]).

Цикличность установлена на ВА только в породах среднего–верхнего коньяка: один циклит E_3^{10} (номер по циклостратиграфической шкале [Габдуллин, 2004в]) переслаивания плотного и рыхлого мела (Стойленский ГОК), а в У.-СП — только в отложениях нижнего коньяка 23 циклита чередования слоев мела и поверхностей размыва. Нижний коньяк ацикличен, но отвечает E_3^9 . Циклы эксцентриситета E_2 и E_4 определены спектральным анализом для разреза

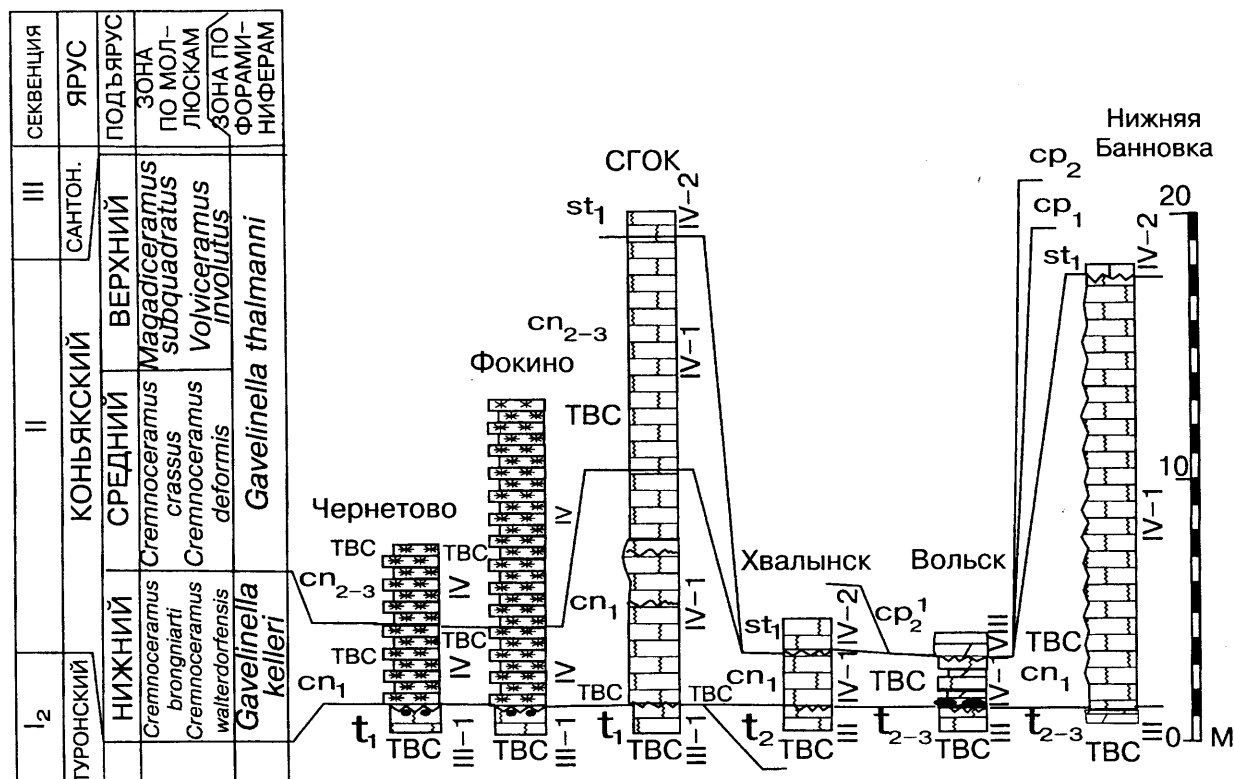


Рис. 3. Схема сопоставления разрезов коньякских отложений Воронежской антеклизы и Ульяновско-Саратовского прогиба. Мощности ритмов в разрезах Чернетово, Фокино и Нижняя Банновка показаны условно. Условные обозначения см. на рис. 1

Стойленского ГОКа [Габдуллин, 2002], а E_3 — методом ручного подсчета [Габдуллин, 2004б]. Они реализовались в виде циклов биопродуктивности и вариации климата. Мощность пачки варьирует от 4–9 (запад ВА) до 30 м (юг ВА) и от 1,5 до 30 м в У.-СП. Во всех разрезах (кроме Нижней Банновки) наблюдается хард-граунд в основании пачки. В разрезах нет литологических и палеонтологических свидетельств мелководности бассейна, регрессии (огрубление обломочного материала) или трансгрессии (утонение обломочного материала). Облик пород говорит о стабильной глубоководной обстановке ТВС. Отсутствие ТСТ в коньякской секвенции можно объяснить более поздней эрозией из-за эвстагических колебаний уровня моря. Скорость седиментации: 0,136 см/тыс. лет (вольская свита–коньяк, Вольск); 0,3 см/тыс. лет (чернетовская свита–нижний коньяк, зона *Gavelinella kelleri*, Фокино) [Габдуллин и др., 2007].

Породы *сантонского яруса* (пачки IV, V нижнего сантона и VI верхнего сантона (Ульяновско-Саратовский прогиб), по Р.Р. Габдулину (2002), и секвенция III, по Д.П. Найдину (1996)), трансгрессивно, с перерывом (кроме разреза Стойленского ГОКа) залегают на нижележащих отложениях (рис. 4). Пачки IV и V демонстрируют фаціальную изменчивость. Разрез сантона начинается подпачка IV-2, представленная в У.-СП губковым горизонтом — плотным желтоватым слабопесчанистым ожеженным песчим мелом с фосфоритами (желвачки размером 1–5 см) с большим количеством кубков губок, рако-

вин устриц, обломков призматического слоя иноцерам и редкими рострами белемнитов (мощность составляет 0,3–1,5 м). В основании подпачки установлена эрозионная поверхность, циклитов в подпачке нет. Подобные мелководные прослои с губками характерны для периферии отмелей и/или перегибов в рельефе дна бассейна, где остатки губок составляют концентрированные скопления, которые могут быть многократно переотложены. По периферии этих отмелей в более глубоких участках дна губки образуют автохтонные и субавтохтонные захоронения в два-три уровня по поселениям типа “лугов” [Габдуллин, Первушов, Толстова, 2007]. Губковый горизонт — типичный пример ТСТ.

Подпачка IV-2 на ВА (разрез Стойленского ГОКа) — чистый песчаный мел мощностью 21 м, согласно залегающий на отложения коньяка. В основании подпачки выявлено 5 горизонтов обломков призматического слоя иноцерам. Мощность прослоев до 10 см, интервал между ними составляет 30–50 см. В кровле подпачки за несколько дециметров до границы с пачкой V замечена поверхность размыва. Глубина бассейна с почти полным отсутствием макрофауны составляла около 100 м [Габдуллин, 2002]. Два циклита переслаивания плотного и рыхлого мела отвечают циклам эксцентриситета E_3^{11-12} и E_2^{31-34} (номера по циклостратиграфической шкале [Габдуллин, 2004в]) и имеют связь с циклами E_4 (метод спектрального анализа) и E_1 (метод ручного подсчета), которые реализовались в виде циклов биопродук-

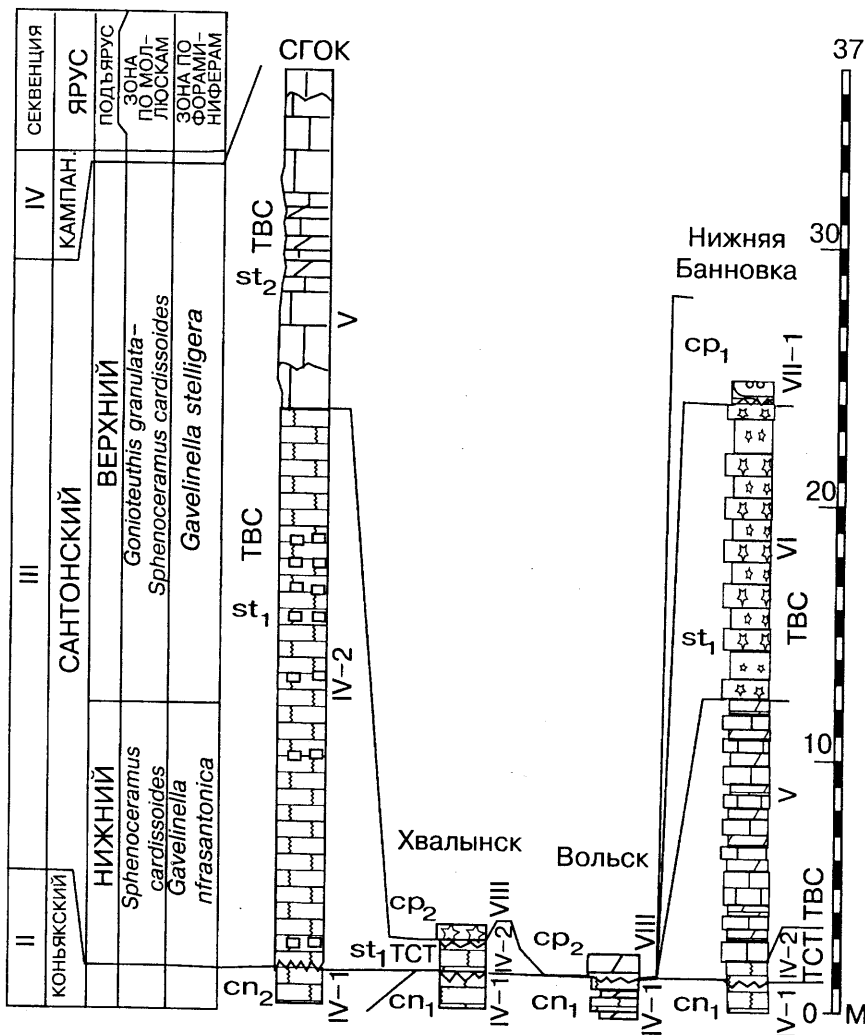


Рис. 4. Схема сопоставления разрезов сантонских отложений Воронежской антеклизы и Ульяновско-Саратовского прогиба. Мощности ритмов в верхнем сантоне разреза Нижняя Банновка показаны условно. Условные обозначения см. на рис. 1

тивности. Здесь породы отвечают нижней части ТВС, а его верхняя часть — это вышележащая пачка V, которая вместе с подпачкой IV-2 образует характерный регрессивный ряд, ТСТ отсутствует. Скорость седиментации после коррекции по циклостратиграфической шкале [Габдуллин, 2004в] — более 0,786, но менее 3,2 см/тыс. лет.

Пачка V на ВА (разрез Стойленского ГОКа) — 4 цикла переслаивания белых биокристаллокастических известняков и мергелей в толще мощностью 10–15 м. Макрофауна очень редка. Генезис циклитов и их связь с циклами Миланковича, их реализация аналогичны таковым в подпачке VI-2. Однако из-за своей небольшой мощности они больше похожи на прецессионные циклиты. В основании пачки эрозионной поверхности нет, что вместе с астрономо-климатическими данными подтверждает принадлежность этой пачки вместе с нижележащей подпачкой к единой секвенции. Наличие кластической компоненты и тип пород свидетельствуют о приближении источника сноса (суши) и обмелении бассейна, т.е. о верхней части ТВС.

Пачка V в У.-СП (разрез Нижняя Банновка) — это “кардиссоидные слои”, занимающие промежуточное положение между губковым слоем и “полосатой серией”. Мощность толщи 10,3–12 м. “Кардиссоидные слои” — циклостратиграфический аналог одноименной пачки на Воронежской антеклизе. Здесь есть 9 циклитов переслаивания светлых кремнистых, известковистых мергелей, мергелистых известняков и сизых, серых глинистых мергелей. Генезис цикличности пока не определен. В подошве слоя наблюдаются редкие фосфоритовые желваки размером около 1 см. По сравнению с мелководными подстилающими отложениями губкового слоя “кардиссоидные слои” с частыми раковинами иноцерам формировались в более глубоководной обстановке ТВС.

Пачка VI (“полосатая серия”) — цикличное переслаивание темных кремнистых глин, глин и светлых плотных ожелезненных опок верхнего сантона. Подсчитать полное число циклитов невозможно из-за развития оползневых процессов. Генезис циклитов прецессионного облика пока не изучен. В пачке встречаются ростры белемнитов. Мощность 15–20 м. Пачка согласно залегает на “кардиссоидных слоях”, в ее верхней части наблюдается поверхность перерыва. Пелагические осадки “полосатой серии” наращивают разрез ТВС.

Кампанские отложения — это пачка VII нижнего кампана, по Р.Р. Габдуллину (2002), соответствующая IV секвенции, по Д.П. Найдину (1996); пачки VIII и IX верхнего кампана, по Р.Р. Габдуллину (2002), отвечающие V секвенции, по Д.П. Найдину (1996) (рис. 5).

Пачка VII (“птериевые слои”) представлена циклическим переслаиванием темно-серых, сизых кремнистых глин, опок и мергелей. Макрофауна представлена двустворчатыми моллюсками и белемнитами. Мощность около 32,2 м и менее. В разрезе Нижняя Банновка возможно разделение пачки на четыре подпачки:

- подпачка VII-1 (5,2–6,2 м), песчаники глауконитовые мелкозернистые с периодически изменяющейся степенью биотурбации;

- подпачка VII-2 (6 м). Переслаивание светлых опок и темных глин. Мощность слоев составляет 0,05–0,1 м. Границы слоев нерезкие, “расплывчатые”;

- подпачка VII-3 (6 м) аналогична подпачке VIII-1;

- подпачка VII-4 (12 м) идентична подпачке VIII-2.

Цикличность в этой пачке установлена на уровне подпачек (переслаивание опок и глин, подпачки

VIII-2 и VIII-4), а более высокого порядка — на уровне пачки, т.е. цикличное переслаивание подпачек. Таким образом, для данных отложений характерна цикличность двух порядков, скорее всего имеющая эвстатическую природу, их связь с циклами Миланковича пока не определена.

На севере У.-СП в разрезе Хвалынска пачка представлена 4 циклитами (видна 1/4 от всей мощности разреза) переслаивания серых, сизых плотных кремнистых мергелей и белых плитчатых мергелей, а еще севернее, в разрезе карьера Сенгилейского цементного завода, — циклитами переслаивания серых алевроитовых глин и серо-коричневых песчаных мергелей, вызванных одним циклом эксцентриситета E_1 , реализованным через циклы разбавления. Глубина бассейна составляла 60 м и более [Габдуллин, 2002], а его температура — 14 °С [Тейс, Найдин, 1973]. Пачка трансгрессивно залегает на подстилающих отложениях и в целом характеризуется трансгрессивным рядом фаций, что типично для ТСТ. Регрессивного ряда фаций не наблюдается, ТВС отсутствует (возможно, был эродирован позднекампанской трансгрессией).

Пачка VIII фациально изменчива: рыхлый писчий мел, в основании песчанистый, с фосфоритами и глауконитом (аналог “сурки”), с обильными скелетами морских ежей (Сенгилей, Хвалынск, Вольск) или чередование серых окремнелых песчанистых глауконитовых плитчатых глин, опок и серых окремнелых глауконитовых песчаников (Нижняя Банновка). Кремнистость к кровле пачки усиливается. Мощность пачки 2–3 м. Пачка содержит множество макрофоссилий: рostrы белемнитов, фрагменты губок, раковины брахиопод, устриц, гастропод и скелеты морских ежей, ихнофоссилии.

В разрезе Вольска отложения кампана (белый писчий мел с тонкими прослоями зеленовато-серого мелоподобного мергеля, или “полосчатый мел”) несогласно, с размывом перекрывают породы коньяка, амплитуда “волнистости” эрозионной поверхности может достигать до 5 см. Цикличность представлена 10 циклитами типа мел–глинистый мергель, вызванными одним циклом эксцентриситета E_2 и частью цикла E_4 , реализованным через циклы биопродуктивности. В кровле слоев мела наблюдаются частые эрозионные поверхности.

В визуальном ациклическом разрезе карьера Сенгилейского цементного завода установлены циклы разбавле-

ния, вызванные климатическими вариациями вследствие одного цикла эксцентриситета E_1 и двух циклов наклона эклиптики O_2 . Скорость седиментации — 0,049 см/тыс. лет (писчий мел сенгилеевской свиты–верхний кампан, зона *mucronata*) [Габдуллин и др., 2007]).

Глубина бассейна составляла несколько десятков метров, а его температура — 13–14 °С [Тейс, Найдин, 1973]. Трансгрессивная граница в основании пачки, трансгрессивный набор фаций, состав пород и палеоценоза однозначно свидетельствуют о ее принадлежности к ТСТ второй кампанской секвенции.

Пачки VIII–IX ($K_2cp_2^{2-3}$) в Вольском разрезе невозможно биостратиграфически расчленить. Это толща узловатых белых мергелей, заключенных в серозеленом мергеле (“брекчированный мел”, или “микрастрова кладбище”), мощность 4 м. В середине верхней пачки наблюдается эрозионная поверхность с закатившимися в эрозионные ниши панцирями

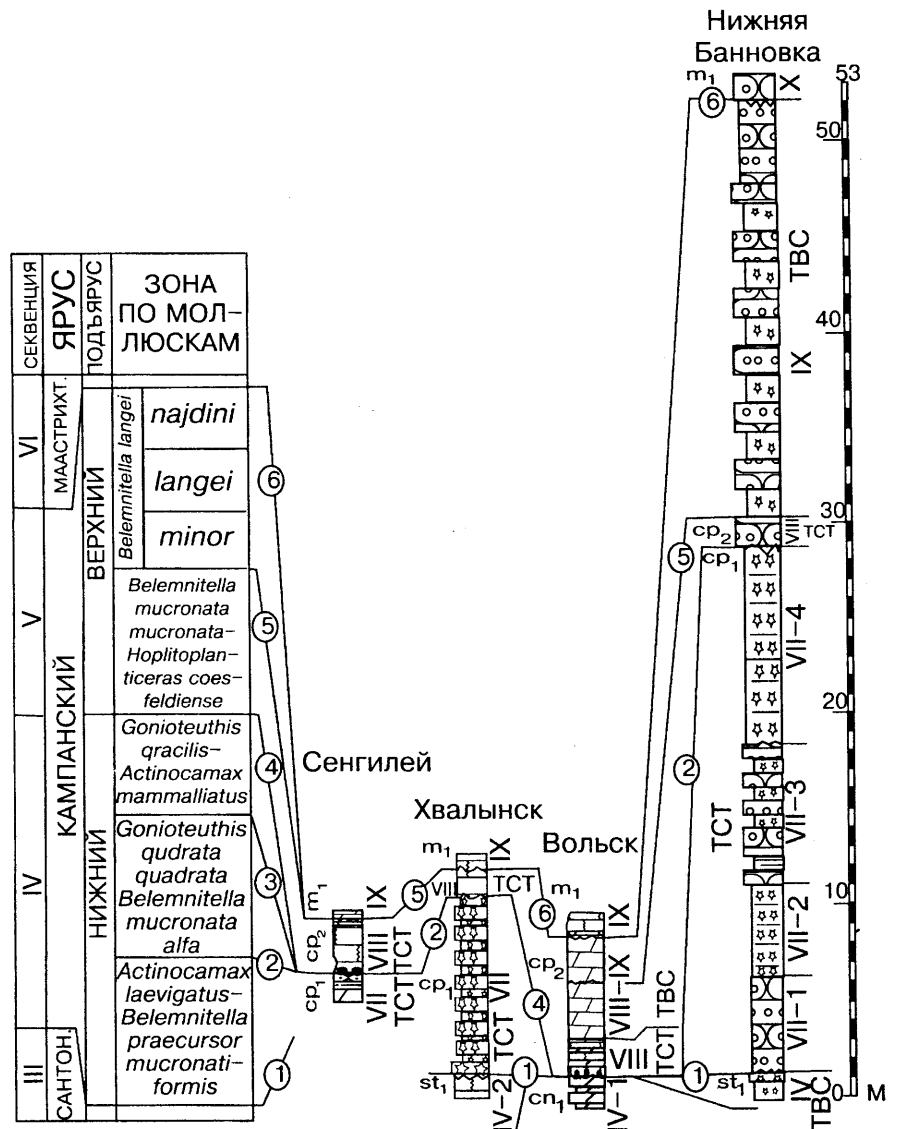


Рис. 5. Схема сопоставления кампанских отложений разрезов Ульяновско-Саратовского прогиба. Мощности ритмов в разрезе Хвалынска показаны условно. Условные обозначения см. на рис. 1

морских ежей. Встречаются белемниты и другие моллюски, брахиоподы, морские ежи. Установлено три цикла переслаивания массивных и глинистых мергелей, отвечающих 3 циклам эксцентриситета E_2 (метод ручного подсчета), реализованным через циклы биопродуктивности. По данным спектрального анализа установлены циклы E_{2-3} [Габдуллин, 2002, 2004б]. Отложения более глубоководные, высококарбонатные без терригенной примеси — ТВС. Скорость седиментации — 0,395 см/тыс. лет (ардымская свита — часть верхнего кампана) [Габдуллин и др., 2007].

Пачка VIII отчетливо опознается в разрезе Нижняя Банновка. Чередование серых окремнелых песчаных глауконитовых плитчатых глин, опок и серых окремнелых глауконитовых песчаников. Кремнистость к кровле усиливается. Мощность оценивается визуально в 0,8 м. Найдены ростры белемнитов. В основании пачки — эрозионная граница.

Пачка IX (мощность 20 м, видимая 10 м) отчетливо видна в разрезе Нижняя Банновка. Пачка IX, или “третий горизонт кампана”, — это переслаивание серо-белых мергелей, слабокремнистых, песчаных, карбонатных песчаников и светло-серых, песчаных, мелкозернистых опок. Карбонатность вверх по разрезу растёт. Встречаются ростры белемнитов. В основании пачки — согласная граница.

Пачки VIII–IX в разрезе Нижняя Банновка демонстрируют регрессивный ряд фаций существенной мощности с преобладанием песчаников в верхней части разреза, т.е. ТВС.

Маастрихтские образования — это пачки X ($K_2m_1^1$), XI ($K_2m_1^2$) нижнего маастрихта и изохронная пачка XII ($K_2m_1^3 - K_2m_2^{1-2}$) нижнего–верхнего маастрихта, по Р.Р. Габдуллину (2002), соответствующие VI секвенции, по Д.П. Найдину (1996) (рис. 6).

Пачка X (7–8 м) установлена на юге У.-СП в разрезе Нижняя Банновка, где представлена глинами черными, в подошве охристыми, гидрослюдистыми, плитчатыми. Пачка содержит ростры белемнитов. Ее фациальная разновидность — серовато-белый песчаный мел с тонкими глинистыми прослоями (0,3–0,4 м) в центре У.-СП (Вольск). Пачка имеет трансгрессивную подошву и представляет ТСТ.

Пачка XI (10–21 м) фациально изменчива: писчий мел (север У.-СП — Сенгилей), мел с прослоями зеленовато-серого мергеля (центральная часть прогиба — Вольск) либо песчаники известковистые, глауконитовые, выше по разрезу сменяющиеся песчаными опоками и алевроитами (юг прогиба — Нижняя Банновка).

Юг: возможно выделение трех подпачек на юге У.-СП в ациклической терригенно-кремнистой толще мощностью около 21 м:

— подпачка XI-1 (2,7–2,9 м) имеет в основании эрозионную границу. Песчаники желтовато-зеленые, частично ожелезненные, содержащие фосфоритовые желвачки диаметром до 3–4 см. Пачка включает прослой, обогащенный рострами белемнитов и раковинами устриц. Трансгрессивный ряд фаций;

— подпачка XI-2 (10 м) имеет в основании эрозионную границу. Опоки серо-белые, массивные в нижней части и плитчатые в верхней части пачки, песчаные, гидрослюдистые, с глауконитом. Граница с вышележащей подпачкой нерезкая, расплывчатая. Регрессивный ряд фаций мелющего бассейна;

— подпачка XI-3 (6–8 м). Алевроиты грязно-серые, белесые, бледно-желтые. Встречены раковины устриц и ростры белемнитов. В кровле подпачки — поверхность размыва (контакт с циклической палеоценовой толщей переслаивания более кремнистых и менее кремнистых опок). Регрессивный ряд фаций мелководного бассейна.

Пачка XI отвечает ТВС.

Центр: белый писчий мел (10–15 м) с прослоями зеленовато-серого мергеля. Установлено 11 циклов переслаивания писчего мела и глинистого мергеля, связанных с циклами эксцентриситета E_{2-3} (метод спектрального анализа), отвечают трем циклам E_1 (метод “ручного” подсчета), реализованным через циклы биопродуктивности, ТВС [Габдуллин, 2002, 2004б].

Север: в основании разреза наблюдается пласт мергелистого известняка (0,5 м), с размывом залегающего на верхнекампанских отложениях, — ТСТ. Далее идет визуально ациклический писчий мел (10,5 м) — ТВС. Встречаются ростры белемнитов, скелеты губок, раковины брахиопод, устриц, гастропод и фрагменты скелетов морских ежей. Пачка с угловым несогласием перекрывается толщей переслаивания светлых и темных опок палеоцена.

Скрытоциклическая толща соответствует 4 циклам эксцентриситета E_1 и 8 циклам наклона эклиптики O_2 (метод “ручного” подсчета) [Габдуллин, 2002, 2004б], реализованных через циклы разбавления. Скорость седиментации 1,6 см/тыс. лет (писчий мел карсунской свиты — нижний маастрихт, зона *lanceolata*) [Габдуллин и др., 2007].

Изохронная пачка XII, охватывающая отложения нижнего маастрихта (Вольск, Белогродня) и нижнего–верхнего маастрихта (Хвалынский). Писчий мел с прослоями глин и мергелей, сверху сменяющийся глауконитовыми песчаными мергелями, мощность 30–57 м. Изохронность объясняется временем (3,33 млн лет), потребовавшимся для проникновения вод ТВС в северную часть У.-СП, видимо, после слабого эвстатического падения уровня моря в конце ТСТ — начале ТВС, а также размывом верхних горизонтов маастрихта в южной части прогиба во время палеоценовой трансгрессии с юга.

В разрезе Белогродни (самый южный разрез в южной части У.-СП) виден писчий мел с бакулитами, сверху сменяющийся глауконитовыми песчаными мергелями. Регрессивный ряд фаций ТВС. В кровле пачки присутствует поверхность размыва. Верхняя часть нижнего маастрихта в данном обнажении полностью ациклическа (видимая мощность 4 м).

В разрезе Вольска (севернее Белгородни) пачка представлена белым песчим мелом ($K_2m_1^3$) с прослоями глин (>30 м). Толща демонстрирует цикличность нескольких порядков. Есть 6 циклитов переслаивания песчого мела и глинистого мергеля. Закономерно чередуются элементарные циклиты мощностью 1 м с циклитами мощностью 2 м, что позволяет сгруппировать их в 4 циклита второго порядка в интервале 12 м от основания пачки. Далее толща ациклична на протяжении 11 м. Выше следуют два элементарных циклита мел-глина 3-го порядка или 1 циклит 2-го порядка. Затем на протяжении 10 м толща опять ациклична. Ациклические интервалы в 10–12 м — элементы циклитов 1-го порядка, чередующиеся с циклическими интервалами. Циклиты сформированы циклами разбавления, вызванными 11 циклами эксцентриситета E_1 , 2 циклами E_2 , а весь маастрихтский интервал разреза отвечает одному циклу E_3 . Циклы эксцентриситета трех порядков E_{1-3} , и наклоения эклиптики выявлены методом “ручного” подсчета.

Богатый нижнемаастрихтский палеоценоз разреза Вольска включает ежей, устриц, пектенид, губок, кораллов, брахиопод, аммонитов (бакулиты и др.), гастропод и ихнофоссилий, свидетельствующий о глубине 40–75 м [Габдуллин, 2002]. Скорость седиментации 3,44 см/тыс. лет (лохская свита — весь нижний маастрихт) [Габдуллин и др., 2007].

В разрезе Хвалынска (самый северный разрез) большая часть белого песчого мела (32 м) имеет раннемаастрихтский возраст, а верхняя часть разреза (25 м) отвечает позднему маастрихту. Общая мощность мела 55–57 м.

Секвенции, циклиты и циклы Миланковича. В секвенциях выделены циклиты, вызванные разнопорядковыми циклами Миланковича. Доминируют циклы эксцентриситета. В секвенции I_1 циклиты не установлены. ТВС секвенции I_2 — пачка III представлен 2 элементарными циклитами, отвечающими 2-м циклам эксцентриситета E_3^{6-7} и имеющими связь с циклами E_2 . Вся секвенция II (ТВС) — пачка IV отвечает 2-м циклитам E_3^{9-10} , имеющим связь с циклами эксцентриситета $E_{2,4}$. В породах нижнего коньяка в У.-СП установлено 23 мелких пластовых циклита, генезис которых еще не определен. В секвенции III в подпачке IV-1 в ТСТ в У.-СП элементарных пластовых циклитов не установлено, а в ТВС на ВА — 2 циклита эксцентриситета E_3^{11-12} , имеющие также

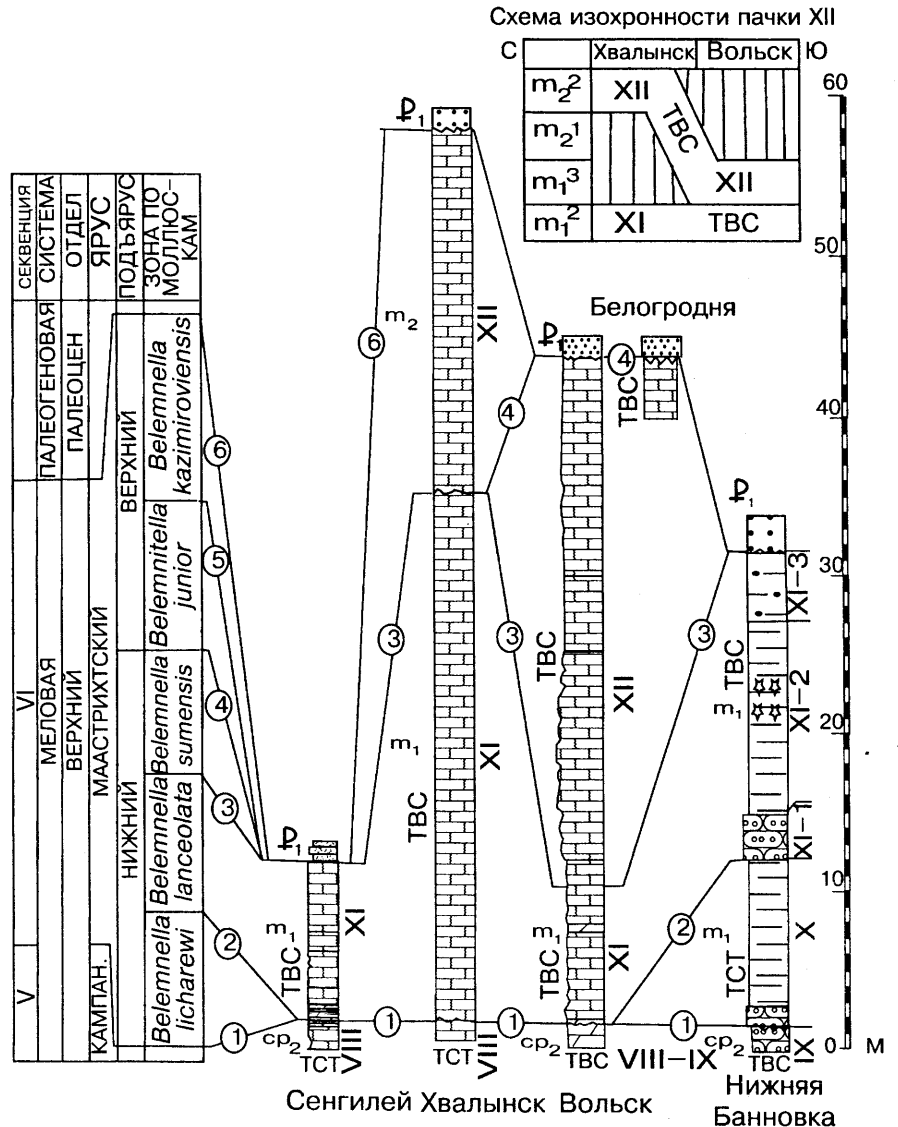


Рис. 6. Схема сопоставления разрезов маастрихтских отложений Ульяновско-Саратовского прогиба. Условные обозначения см. на рис. 1

связь с циклами $E_{1,2,4}$. По циклостратиграфической шкале идентифицированы номера циклов — E_2^{31-34} . ТВС пачки V на ВА имеет 4 прецессионных циклита и 9 циклитов неясного генезиса в У.-СП. ТВС пачки VI полностью состоит из неопределенного пока числа циклитов прецессионного облика. ТСТ секвенции IV (пачка VII) имеет 4 циклита, связанных с циклом E_1 . ТСТ секвенции V (пачка VIII) включает 10 циклитов, вызванных одним циклом эксцентриситета E_2 и частью цикла E_4 (Вольск), и скрытоциклическую толщу, возникшую вследствие одного цикла эксцентриситета E_1 и двух циклов наклоения эклиптики O_2 (Сенгилей). Нерасчлененная толща ТСТ-ТВС пачек VIII–IX (Вольск) имеет 3 циклита, отвечающих 3 циклам эксцентриситета E_2 , связанным также с циклами E_3 . ТВС пачек VIII–IX (Нижняя Банновка) демонстрируют элементарную пластовую цикличность неопределенного генезиса. В ТСТ секвенции VI (пачка X) циклиты не найдены. ТВС пачки

XI ациклический (Нижняя Банновка) или имеет 11 циклов, отвечающих 3 циклам E_1 и связанных с циклами E_{2-3} (Вольск). Скрытоциклическая толща ТСТ пачки XI (Сенгилей) соответствует 4 циклам эксцентриситета E_1 и 8 циклам наклона эклиптики O_2 . ТВС пачки XII либо ациклический (Белогродня), либо имеет 6 циклов 3-го, 4 — 2-го и 1 — 1-го порядка (Вольск), вызванных 11 циклами эксцентриситета E_1 , 2 циклами E_2 .

Выводы. 1. В 9 разрезах верхнемеловых отложений Русской плиты выделены секвенции и тракты, привязанные к пачечному расчленению.

2. В результате секвентного анализа подтвердилось число ранее предложенных Д.П. Найдиным (1996) верхнемеловых секвенций Русской плиты.

3. В изученных разрезах (секвенциях) выделены трансгрессивная система трактов и тракты высокого стояния. На рис. 7 отображены пачки, секвенции и тракты в масштабе серии шкал, в том числе и времени [Габдуллин, 2004в]. Секвенция I_1 (сеноман, пачка I) сейчас представлена только ТСТ, ее следующий элемент, ТВС, видимо, был эродирован во время туронской трансгрессии. В секвенции I_2 (турон) есть ТСТ — изохронная пачка II (K_2t_{1-2}) и ТВС — изохронная пачка III (K_2t_{1-3}). Секвенция II (коньяк, пачка IV) представлена только ТВС. Отсутствие ТСТ можно объяснить более поздней эрозией из-за эвстатических колебаний уровня моря. Секвенция III (сантон) в Ульяновско-Саратовском прогибе имеет ТСТ (подпачка IV-2) и ТВС (пачки V, VI), а на Воронежской антеклизе не имеет (подпачка IV-2, пачки V и VI отвечают ТСТ). Секвенция IV (нижний кампан, пачка VII) — ТСТ, ТВС отсутствует (возможно, был эродирован позднекампанской трансгрессией). Секвенция V включает ТСТ (верхний кампан, пачка VIII) и ТВС (пачка IX верхнего кампана). Секвенция VI имеет ТСТ (пачка X, $K_2m_1^1$) и ТВС (пачка XI, $K_2m_1^2$ и изохронная пачка XII, $K_2m_1^3 - K_2m_2^{1-2}$).

4. Во всех секвенциях установлены разнопорядковые циклы эксцентриситета, а в некоторых и более короткие циклы — наклона эклиптики и прецессии. В ТСТ циклическость обнаружена только в секвенции V, в остальных трансгрессивных трактах она не установлена. ТВС почти всегда циклически. Ключевую роль в развитии трансгрессий и формировании секвенций играли циклы эксцентриситета

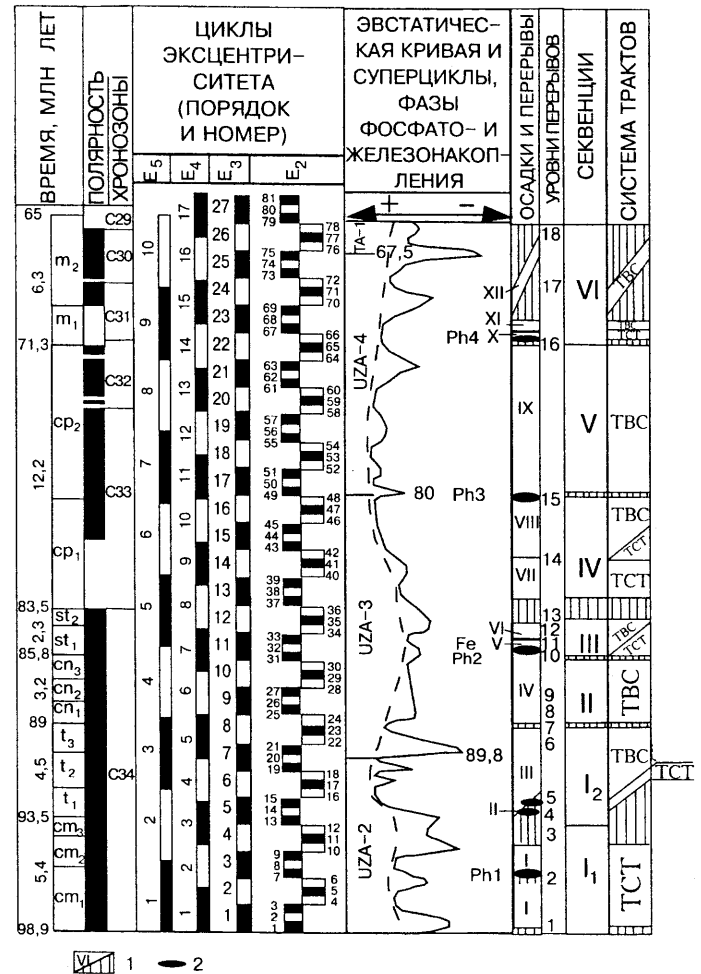


Рис. 7. Циклостратиграфическая шкала верхнего мела Русской плиты, совмещенная с кривой эвстатических вариаций уровня океана, этапами седиментации (с выделением пачек и анализом состава осадков) и перерывообразования (с выделением уровней перерывов), с фазами железо- (Fe) и фосфатонакопления (Ph) и секвентной шкалой; 1 — этапы седиментации (показаны белым цветом и пронумерованы римскими цифрами) и перерывообразования (вертикальная штриховка); 2 — фосфоритовые горизонты

3-го и более высокого порядка. Циклы меньшего порядка генерировали разные виды циклитов в зависимости от конкретной палеогеографической модели седиментации.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 05-05-65157а, МК 7281.2006.5, НШ 5280.2006.5).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев А.С., Копеевич Л.Ф., Барабошкин Е.Ю. и др. Палеогеография юга Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления в позднем мелу. Ст. 1. Введение и стратиграфическая основа // Бюл. МОИП. Сер. геол. 2005а. Т. 80, вып. 2. С. 80–92.
2. Алексеев А.С., Копеевич Л.Ф., Барабошкин Е.Ю. и др. Палеогеография юга Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления в позднем мелу. Ст. 2. Палео-

географическая обстановка // Там же. 2005б. Т. 80, вып. 2. С. 30–44.

3. Габдуллин Р.Р. Ритмичность верхнемеловых отложений Русской плиты, Северо-Западного Кавказа и Юго-Западного Крыма (строение, классификация, модели формирования). М., 2002.

4. Габдуллин Р.Р. Литологические ритмы и астрономические циклы позднего мела Русской плиты и ее южного

обрамления // Вопросы региональной и местной стратиграфии фанерозоя Поволжья и Прикаспия. Саратов, 2004а. С. 181–193.

5. *Габдуллин Р.Р.* Циклостратиграфическая шкала верхнего мела Русской плиты и ее южного обрамления. Ст. 1. Предпосылки и принципы создания шкалы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2004б. № 2. С. 11–20.

6. *Габдуллин Р.Р.* Циклостратиграфическая шкала верхнего мела Русской плиты и ее южного обрамления. Ст. 2. Совмещение шкал и циклов Миланковича // Там же. 2004в. № 3. С. 28–34.

7. *Габдуллин Р.Р.* Циклостратиграфическая шкала верхнего мела Русской плиты и ее южного обрамления. Ст. 3. Апробация шкалы // Там же. 2004. № 4. С. 17–21.

8. *Габдуллин Р.Р., Бадулина Н.В., Иванов А.В., Лаврентьев Е.А.* Скорости осадконакопления в поздне меловом эпиконтинентальном бассейне Русской плиты // Там же. 2007. № 3.

9. *Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Комплексное изучение ритмичности карбонатного осадконакопления на примере поздне мелового бассейна Ульяновско-Саратовского прогиба // Тр. НИИГеолСГУ. Нов. сер. 2001. Т. 8. С. 69–90.

10. *Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Ритмичность карбонатного осадконакопления в поздне меловом бассейне юга Воронежской антеклизы (на примере разреза карьера Стойленского горно-обогатительного комбината) // Там же. 2002а. Т. 10. С. 41–55.

11. *Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Ритмичность карбонатных толщ. Саратов, 2002б.

12. *Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* О гетерохронности верхнемеловых карбонатных отложений Русской плиты // Изв. вузов. Геология и разведка. 2003а. № 6. С. 3–18.

13. *Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Поздне меловые циклы Миланковича Восточного Тетиса и Перитетиса // Тр. НИИГеолСГУ. Нов. сер. 2003б. Т. XVI. С. 15–42.

14. *Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Результаты изучения ритмичности осадконакопления на севере Ульяновско-Саратовского бассейна в поздне меловое и раннепалеоценовое время // Недра Поволжья и Прикаспия. 2003в. Вып. 33. С. 24–30.

15. *Габдуллин Р.Р., Первушов Е.М., Толстова Н.В.* Строе-ние и генезис цикличной толщи переслаивания губковых и безгубковых горизонтов нижнего маастрихта Бахчисарайского района Юго-Западного Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2007. № 1.

16. *Ковалевский О.П., Маргулис Л.С.* Дополнение 1. Секвенс-стратиграфические подразделения // Дополнение к Стратиграфическому кодексу России. СПб., 2000. С. 59–66.

17. *Найдин Д.П.* Эвстазия и эпиконтинентальные моря Восточно-Европейской платформы. Ст. 2. Верхнемеловые секвенции платформы // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1995. Т. 70, вып. 5. С. 49–65.

18. *Никишин А.М.* Анализ сейсмических профилей // Геоисторический и геодинамический анализ осадочных бассейнов. М., 1999. С. 148–166.

19. *Олферьев А.Г., Копеевич Л.Ф., Валащик И.* и др. Новые данные о строении сеноман-коньякских отложений западного склона Воронежской антеклизы (Брянская область) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2005. № 4. С. 3–16.

20. *Тейс Р.В., Найдин Д.П.* Палеотермометрия и изотопный состав кислорода органогенных карбонатов. М., 1973.

21. *Gabdullin R.R., Guzhikov A. Ju., Bogachkin A.B.* et al. Periodities below and above the K/T boundary // Bull. de Inst. Roy. Sci. Natur. de Belgique. Sci. de la Terre. 1999. Vol. 69. Supp. A. P. 87–101.

Поступила в редакцию
07.01.2007