

УДК 551.763.3 (6+4+7)

Р.Р. Габдуллин

ЦИКЛОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ВЕРХНЕГО МЕЛА РУССКОЙ ПЛИТЫ И ЕЕ ЮЖНОГО ОБРАМЛЕНИЯ. СТАТЬЯ 1. ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ШКАЛЫ

Введение. Послойная циклостратиграфическая корреляция верхнемеловых отложений позволяет сопоставлять разрезы как внутри одного бассейна седиментации, так и разрезы удаленных бассейнов, находящихся на одних или разных палеоширотах. Расчленение проводится лито-, ритмо- и биостратиграфическими методами. Теоретическую основу этого метода и его практическое приложение автор подробно изложил в работе [8]. Циклическая седиментация, детально проанализированная на уровне элементарных пластовых циклитов, позволяет не только связать процесс осадконакопления с астрономо-климатическими циклами Миланковича (ЦМ), но и сгруппировать пластовые циклиты в ЦМ разных порядков. Логично предположить, что при дальнейшем сравнении астрономических циклотом с событийными и секвентными стратиграфическими шкалами для одного региона границы большинства выделенных крупных последовательностей осадочных пород должны будут совпасть, так как все они отражают определенные историко-геологические этапы эволюции осадочного бассейна.

Секвентные шкалы опубликованы для многих мезозойско-кайнозойских впадин Европы и эпиплатформенных бассейнов Русской и Северо-Американской плит. Они могут быть совмещены с событийными шкалами, на которые, как правило, вынесены эвстатические вариации уровня океана, типы осадков и перерывы, интервалы существования руководящих форм и т.д. [20, 29, 33, 34, 36].

Вместе с тем оценка объема перерывов в осадконакоплении в отдельных, даже максимально стратиграфически полных, разрезах — эталонах (стратотипах или "ключевых") — на уровне даже детальной биостратиграфии не всегда адекватно отражает действительность, если принять во внимание факт потенциальной диахронности границ биозон [7, 12]. Это особенно заметно, когда биостратиграфические данные не соответствуют седиментометрическим. Например, в карбонатном разрезе карьера Стойленского ГОКа [7, 10] на Воронежской антеклизе (рис. 1) номинативно присутствует полный набор фораминиферозных зон (по данным А.Г. Олферьева), отвечающих туронскому (*Gavellinella nana* и *G. moniliformis*), коньякскому (*G. kelleri* и *G. thalmani*) ярусам и нижнему сантону (*G. infrasantonica*). Таким образом, эти отложения банновского, вольского и терепшанского горизонтов с суммарной мощностью 70 м должны документировать

приблизительно 8,9 млн лет геологической летописи, если придерживаться временной шкалы Й. Харденбола и соавторов 1998 г. [30]. Разрез представлен писчим мелом (турон—нижний сантон) мощностью 56 м и известняками и мергелями (терминальная часть нижнего сантона) мощностью 14 м.

Если разделить предполагаемую длительность формирования разреза (8900 тыс. лет) на его мощность (7000 см), получим скорость седиментации, равную 1,27 см/тыс. лет. Отметим, что расчет ведется без учета длительности перерывов в осадконакоплении, которые наблюдаются в разрезе. Для седиментометрической оценки возможной длительности формирования разреза необходимо знать величину скорости осадконакопления.

При делении мощности разреза на минимальную из возможных скоростей осадконакопления для этой карбонатной толщи, равную 0,5 см в 1000 лет [15], получим 11,2 млн лет. Этот результат заведомо неверен, так как без учета скрытых или явных перерывов толща писчего мела турона—нижнего сантона не могла формироваться более 8,9 млн лет согласно используемой в расчетах шкале Й. Харденбола. Но при средней скорости седиментации 2,6 см/тыс. лет [31] получим 2,15 млн лет, а при максимальной (5,4 см/тыс. лет [16]) — 1,037 млн лет. Автор пока не располагает результатами специальных седиментометрических исследований, которые позволили бы определить скорость осадконакопления в данном разрезе, поэтому расчет длительности циклитов проведен по шкале времени [30].

В разрезе верхнемеловых отложений карьера Стойленского ГОКа (рис. 1) с суммарной мощностью 70 м автор по вариациям кривых распределения максимального диаметра норок, содержанию органического углерода, разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения ($H'cs$) и остаточной намагниченности насыщения (Jrs) выделил 8 циклитов. Среднее арифметическое значение мощности циклита должно составлять 8,75 м. Циклиты не равны по мощности: минимальное значение — 6 м, максимальное — 14 м. Определим их длительность. Если считать, что толща сформировалась за 8,9 млн лет, то, разделив этот диапазон времени на 8 (число циклов), получим 1,1125 млн лет. Такая продолжительность цикла близка к величине длительности цикла эксцентриситета третьего порядка E_3 (1,29 млн лет). При длительности накопления толщи, равной 2,15 млн лет, продолжи-

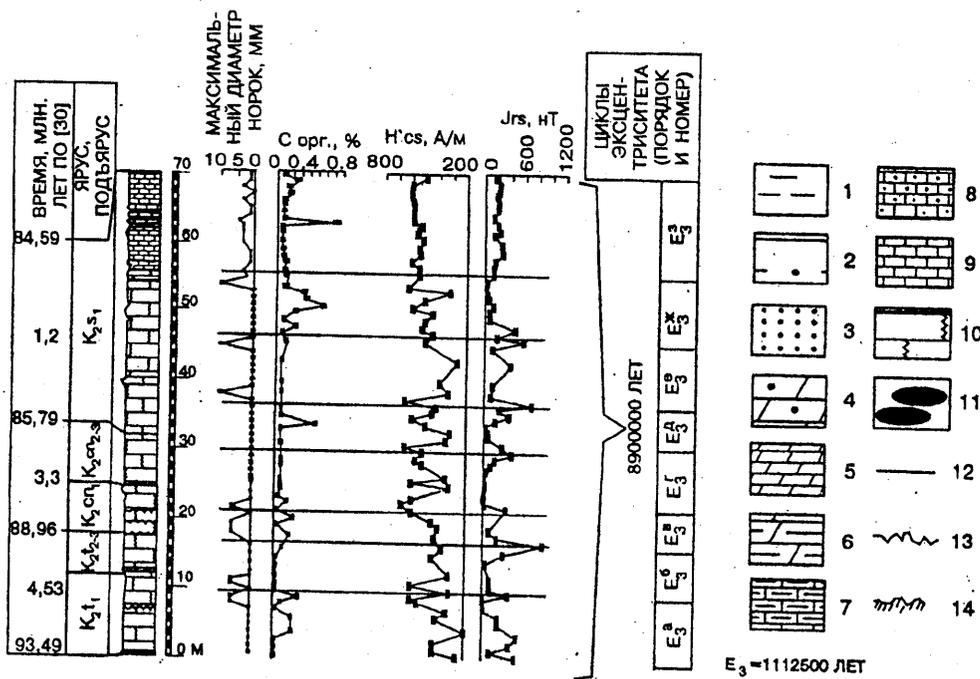


Рис. 1. Распределение максимального диаметра порок, $C_{орг.}$, разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения (H'_{cs}) и остаточной намагниченности насыщения (J_{rs}); привязка выделенных циклов Миланковича в разрезе верхнемеловых отложений в карьере Стойленского ГОКа (Белгородская область): 1 — глины; 2 — алевроиты; 3 — песчаники; 4 — песчаные мергели; 5 — мергели; 6 — глинистые мергели; 7 — глинистые известняки; 8 — песчаные известняки; 9 — известняки; 10 — писчий мел; 11 — фосфоритовые конкреции; 12—14 — геологические границы (12 — согласные; 13 — несогласные; 14 — то же, но с неопределенным положением в разрезе)

тельность одного цикла составляет 0,26875 млн лет. Такое значение не совпадает с известной длительностью циклов Миланковича. Если время аккумуляции толщи составляет 1,037 млн лет, то получим значение продолжительности цикла, равное 0,129625 млн лет, что близко к величине цикла эксцентриситета Миланковича первого порядка E_1 (0,1 млн лет). Как же можно достоверно определить величину длительности выделенных циклов?

Проанализируем оценки скоростей седиментации и мощности пластовых циклитов циклически построенных пелагических карбонатных толщ верхнего мела. В толще циклического переслаивания известняков и мергелей кампанского возраста в Северной Германии (карьер "Германия IV"), накапливавшихся со скоростью 0,07—0,1 см/тыс. лет, мощность пластовых циклитов непостоянна (от нескольких дециметров до нескольких метров), при этом мощность циклита эксцентриситета первого порядка (E_1) в разрезе составляет 6 м [34]. Кроме таких сверхмалых величин скоростей аккумуляции карбонатных циклических осадков существуют и другие оценки. Прецессионные пластовые циклиты мощностью от нескольких дециметров до нескольких метров (редко) сеномана—турона во Внутреннем бассейне США (разрез Пуэбло г. Денвер, штат Колорадо) накапливались со скоростью 0,7—2,1 см/тыс. лет [35], или 0,5—1 см/тыс. лет [22], или 0,35—1,77 см/тыс. лет по шкале времени Кауфманна [37], или 0,42—0,62 см/тыс. лет по шкале времени

Градштейна [37]. Мощность элементов циклитов колеблется от нескольких сантиметров до нескольких дециметров. Прецессионные пластовые циклиты известняк—мергель (известняк) маастрихтского яруса в Испании накапливались в разрезе Зумая со скоростью 1,9—3,5 см/тыс. лет, в разрезе Агост — 1,19—1,51 см/тыс. лет, а в разрезе Реллеу — 0,65—1,78 см/тыс. лет [40].

Элементарные циклиты метровой мощности двух разностей писчего мела маастрихтского возраста в Северном море (Дания) сгруппированы в циклиты эксцентриситета первого порядка (2 м) и прецессии (0,6 м) [39]. Скорость седиментации карбонатного ила предварительно оценивается в 2,6 см/тыс. лет [39]. Цик-

литы аналогичного литологического состава, но кампанского возраста в разрезе г. Демополиса (США, штат Алабама) накапливались со скоростью 3,5 см/тыс. лет [32], а в разрезе скважины глубоководного бурения 762 на плато Эксмаут в Индийском океане (на северо-западе акватории Австралии) — со скоростью 1,82 см/тыс. лет [22]. В последнем случае средняя мощность пластового циклита составляет 40 ± 32 см, а его элементов — 18 ± 14 (светлый мел) и 22 ± 18 см (темный глинистый мел). Приблизительно такие же мощности характеризуют прецессионные циклиты сеномана Юго-Западного Крыма в разрезе горы Сельбухра [24]. В нижнем сеномане установлены циклиты мергель (10—40 см) — песчаный мергель (20—40 см) мощностью от 30 до 80 см. В среднем сеномане описаны циклиты переслаивания пластов известняка (8—44 см) и мергеля или глинистого известняка (10—60 см) мощностью 18—60 см. В верхнем сеномане обнаружены циклиты чередования слоев известняка (40—470 см) и глинистого известняка (10—50 см) мощностью (50—520 см).

Резюмируя изложенное, можно заключить, что формирование пелагических карбонатных циклически построенных осадков в позднюю эпоху мелового периода происходило со скоростью от 0,07 до 3,5 см/тыс. лет, при этом мощность слоев и/или циклитов может варьировать от нескольких сантиметров до нескольких метров. Предложены разные значения скорости аккумуляции для одного разреза, например

Пуэбло. При использовании разных шкал времени для расчета величины скорости осадконакопления получены значительно отличающиеся величины. Расчет скорости седиментации проведен, как правило, без учета явных или скрытых перерывов в осадконакоплении, происшедших во время накопления осадков и впоследствии отнесенных к одной биостратиграфической зоне. Как можно определить длительность перерыва?

Обычно геологи связывают перерыв с каким-либо историко-геологическим событием, например с эвстатическим циклом, что в большинстве случаев правильно. Однако и при таком подходе оценить его длительность, т.е. точно зафиксировать его нижнюю и верхнюю границы, не представляется возможным. Чтобы оценить длительность этапов накопления и ненакопления циклически построенных осадков, необходим циклостратиграфический анализ полноты геологических разрезов с определением не только типов ЦМ, но и их порядкового номера при помощи циклостратиграфической шкалы (ЦШ). Нумерация ЦМ даст точный астрономический календарь, а привязка к нему циклически построенных толщ позволит точнее установить положение интервалов накопления и ненакопления осадков. Совмещение ЦШ с событийной и секвентной шкалами даст более точное представление об истории геологического развития региона.

В качестве объекта исследований для построения ЦШ взят верхнемеловой интервал разреза Русской плиты и ее южного обрамления (Крым и Кавказ). Выбор этого региона обусловлен его хорошей биостратиграфической изученностью, опубликованными событийной и секвентной шкалами и обилием циклично построенных разрезов, которые детально исследованы автором. Актуальность этому исследованию придает отсутствие опубликованных ЦШ для рассматриваемого интервала геологического времени. Циклостратиграфические построения для сеноманского и туронского ярусов Западной Европы выполнил Э. Гэйл [26—28], но их нельзя воспринимать в качестве ЦШ [8]. Опубликованная наноциклитная геохронологическая шкала венда—фанерозоя С.Л. Афанасьева [2] была построена с целью определения длительности веков, но по иным принципам и не обладает такой детальностью, как разрабатываемая шкала.

Цели и задачи исследований. Для создания любой ЦШ, например для верхнего мела указанного региона, необходимо решить ряд задач. Во-первых, в циклически построенных толщах необходимо выявить связь пластовых циклитов с ЦМ и определить их порядок, что автор сделал для 22 разрезов: Воронежской антеклизы (с. Бетово, с. Чернетово, пгт. Фокино, карьер Стойленского ГОКа в г. Старый Оскол) [7, 10], Ульяновско-Саратовского прогиба (г. Сенгилей, карьер цементного завода, г. Хвалынский, г. Вольск, с. Нижняя Банновка) [7, 9, 11], Юго-Западного Крыма (горы Беш-Кош, Сельбухра, Мендер; овраг Аксу-Дере;

р. Кача у с. Кудрино; с. Малое Садовое) [7, 24, 25], Северо-Западного Кавказа (с. Азербиевка, окрестности с. Бетта, Андреевский перевал) [7, 25]. Во-вторых, необходимо привязать установленные ЦМ к пластовым циклитам, т.е. зафиксировать их положение в разрезе, что уже частично сделано [7]. Для разрезов Воронежской антеклизы (г. Старый Оскол), Ульяновско-Саратовского прогиба (с. Нижняя Банновка, г. Сенгилей, г. Вольск) и Юго-Западного Крыма (г. Кизил-Чигир в с. Трудолюбовка) такую привязку рассмотрим далее. В-третьих, нужно определить порядковый номер ЦМ, привязанных к конкретным слоям с помощью циклостратиграфической корреляции. Био- и циклостратиграфическая корреляция совокупности рассматриваемых разрезов с использованием ЦШ даст их привязку к конкретным ЦМ. Для уточнения циклостратиграфической корреляции следует решить еще одну задачу — сопоставить ЦШ с событийной и секвентной шкалами (вместе с тем для построения ЦШ необходимо решить еще ряд частных задач, которые рассмотрим в следующей статье).

Автор использовал шкалу времени Й. Харденбола и соавторов 1998 г. [30], а также биохроностратиграфическую шкалу Й. Харденбола и соавторов 1998 г. [31] для седиментометрических расчетов. В качестве стратиграфической основы автор принял проект общей и региональной стратиграфических шкал верхнемеловых отложений для Восточно-Европейской платформы (согласно решению совещания регионального межведомственного стратиграфического комитета от 11—12.01.2001). Статья посвящена определению времени формирования пластовых циклитов и их привязке к ЦМ, а также некоторым возможностям циклостратиграфической корреляции.

Методика исследований и некоторые дополнительные возможности циклостратиграфии. Суть циклостратиграфического метода описана в работе [5], а принципы построения шкалы сформулированы выше в виде отдельных задач. Кроме непосредственного послыонного сопоставления циклически построенных толщ циклостратиграфия позволяет сопоставить кривые распределения тех или иных параметров по разрезу, при этом привязка параметрических кривых происходит не путем отсчета расстояния в метрах от какого-либо маркера, соответствующего стратиграфической границе или определенному литологическому горизонту, а на послыонном уровне, что намного точнее.

В качестве примера (рис. 2) рассмотрим три разреза терминального сеномана Франции, Украины (Крыма) и США, которые были циклостратиграфически сопоставлены и подробно охарактеризованы в работе [8]. На схему вынесены только некоторые из многочисленных ранее опубликованных корреляционных линий, необходимых для совмещения кривых распределения содержания карбоната кальция. На рис. 2 видно, что все три кривые характеризуются

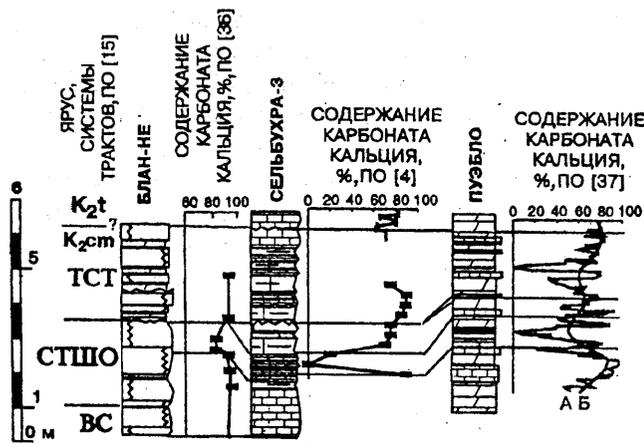


Рис. 2. Циклостратиграфическая корреляция и распределение содержания CaCO_3 в терминальном сеномане Европы и Северной Америки: ТСТ — трансгрессивная система трактов; СТШО — система трактов шельфовой окраины; ВС — состояние систем трактов высокого стояния; остальные условные обозначения см. на рис. 1; А — нормальная кривая содержания карбоната кальция, Б — усредненная кривая

одним трендом, но при этом больше всего сходны кривые для разрезов Крыма (Сельбухра-3) и США (Пуэбло). Для американского разреза также приведена усредненная сглаженная кривая, которая хорошо коррелируется с кривой для разреза Блан-Не (Франция). Общий минимум концентрации CaCO_3 отчетливо виден во всех трех разрезах, но в разрезе Блан-Не он расположен стратиграфически немного выше и отличается по количественным характеристикам. Последние два обстоятельства можно объяснить разными палеогеографическими условиями осадконакопления в трех указанных разрезах, что в принципе возможно.

Второе объяснение этого факта — сравнительно большая длительность перерыва осадконакопления в разрезе Блан-Не (по сравнению с перерывом на г. Сельбухра), по которому проведена граница единиц секвенной стратиграфии — трактов, а точнее, системы трактов шельфовой окраины (СТШО) и трансгрессивной системы трактов (ТСТ), что придает ему большую историко-геологическую значимость. Нижней части данного разреза отвечает состояние систем трактов высокого стояния (ВС). В разрезе г. Сельбухра установлен хардграунд. В стратиграфически более полном разрезе Пуэбло уровню перерывов в разрезах Сельбухры и Блан-Не соответствует слой известняка. Таким образом, детальная циклостратиграфия — ключ к детальным корреляционным построениям и сильный инструмент при анализе перерывов, палеогеографических условий формирования разреза и выделении секвенций.

Привязка циклов Миланковича к пластовым циклитам. Результаты комплексного исследования 22 разрезов и характеристика циклов М. Миланковича приведены в работах [7–12, 24, 25], там же [7] даны обоснование подбора скоростей седиментации и привязка циклов прецессии (Р-циклы) оси вращения Земли, наклона оси вращения к плоскости орбиты — эк-

липтики (О-циклы) и эксцентриситета орбиты вращения Земли (Е-циклы) к конкретным слоям в разрезах Юго-Западного Крыма с разделением ЦМ на коротко- и долгопериодические вариации и разные порядки, а также обоснована скорость осадконакопления для рассматриваемых здесь разрезов.

Разрез у с. Нижняя Банновка в Саратовской области охватывает все ярусы верхнего отдела меловой системы и расположен на склоне г. Сырт южнее с. Нижняя Банновка, на правом берегу Волги. Разрез хорошо изучен и описан в ряде работ [1, 6, 13–15, 17, 18]. Циклический карбонатный интервал разреза относится к банновской и вольской свитам (рис. 3), отвечает среднему турону—нижнему коньяку и суммарно соответствует 3,33 млн лет по шкале Харденбола. Толща подстилается терригенными образованиями среднего—верхнего сеномана, перекрывается карбонатными породами нижнего сантона и отвечает определенному циклу (этапу) седиментации.

Определим скорость седиментации, разделив интервал времени (3330 тыс. лет) на мощность (2450 см), в результате получим 1,34 см/тыс. лет. В действительности скорость осадконакопления была больше или же породы документируют значительно меньший отрезок времени, так как в разрезе установлены 23 поверхности перерывов типа хардграунд.

Крупноамплитудные всплески на кривых концентрации карбоната кальция (CaCO_3) и органического углерода ($C_{\text{орг}}$) отвечают долгопериодическим ЦМ. На рис. 3 отчетливо видны симметричные пики, причем началу и концу цикла соответствуют относительный минимум содержания CaCO_3 и максимум концентрации $C_{\text{орг}}$, а большая часть цикла характеризуется обратным соотношением этих параметров. Кривую содержания CaCO_3 автор специально развернул в другую сторону (этот прием был впервые предложен зарубежными исследователями для облегчения восприятия [28]); таким способом иллюстрированы только два разреза: у с. Нижняя Банновка (рис. 3) и в карьере Стойленского ГОКа (рис. 1).

Интервал разреза с толщиной писчего мела, приблизительно равный 7 м, отвечает одному циклиту. Исследуемая толща однородна, поэтому соседние циклы следует искать на 7 м ниже и выше определенного по характерному соотношению параметров. Еще один менее четко выраженный полный циклит установлен в интервале 5–13 м масштабной линейки (рис. 2). Оставшиеся две части разреза отвечают еще двум неполным циклитам, которые частично уничтожены эрозией в подошве и кровле данной толщи. В терминальной части разреза видны характерные пики на кривых, которые могли бы маркировать конец последнего циклита, но расположенный выше перерыв не позволяет однозначно установить это. Таким образом, в разрезе выделены четыре циклита. Определим их длительность и потенциальную связь с ЦМ.

Длительность накопления карбонатной толщи составляет менее 3,33 млн лет (тогда продолжитель-

ность каждого циклита составляет $\frac{1}{4}$, т.е. менее 832 500 лет) и не может соответствовать величине цикла эксцентриситета третьего порядка (E_3) — 1 290 000 лет. Ближайшее значение цикла эксцентриситета второго порядка составляет 0,4 млн лет. Это связано с тем, что 23 перерыва “изъяли” из геологической летописи значимый отрезок времени. Кроме того, мощности полных выделенных циклов здесь составляют 7—8 м. Такие значения более типичны для цикллитов эксцентриситета первого порядка (E_1), которые могут достигать 6 м [34]. Присутствие 7—8 перерывов внутри цикллитов значительно сокращает их возможную мощность. Вообще, при определении величины длительности циклов и их привязке к ЦМ практически невозможно получить точную величину длительности цикла, что связано также с особенностями стратиграфического расчленения разрезов и геохронологических шкал, с эволюцией продолжительности ЦМ в геологическом времени и другими факторами, подробно описанными в [7], такая погрешность допустима.

Присвоим выделенным циклам E_2 индексы “а”, “б”, “в” и “г”. Циклы E_2 объединяют четыре цикла E_1 длительностью около 0,1 млн лет. В каждый полный цикл E_2 должен входить набор из четырех малоамплитудных циклов. На рис. 3 предлагается схема интерпретации границ цикллитов E_{1-2} . Отмечу, что цикллиты одного порядка должны быть приблизительно равны по мощности. Их мощность, равная 1 м и более, при отсутствии перерывов была бы недопустима для монотонных толщ, сложенных пелагическими, относительно глубоководными карбонатными осадками. В частности, в разрезе маастрихтских отложений в Северном море (Дания) мощность цикллитов эксцентриситета первого порядка (E_1) равна 2 м, а циклы прецессии составляют 0,6 м при скорости аккумуляции 2,6 см/тыс. лет [42]. В разрезе у с. Нижняя Банновка встречено 23 поверхности перерывов, которые распределены следующим образом: 2 — в цикллите E_2^a , 9 — в цикллитах $E_2^{б-в}$, 3 — в цикллите $E_2^г$. Привязка двух нижних поверхностей перерыва дана точно, остальных — приблизительно, так как этот интервал разреза образует отвесный скальный утес.

Дальнейшее выделение цикллитов меньшего порядка на данном фактическом материале невозможно. В цикллите E_2^a отсутствует первый цикл эксцентриситета E_1 , поэтому разрез соответствует 3,25 цикла E_2 . Таким образом, осуществлены выделение и привязка ЦМ к слоям в данном разрезе. Присвоив порядковые номера ЦМ в рассматриваемом разрезе, на этой стадии можно только определить их очередность, но не точную привязку к шкале времени.

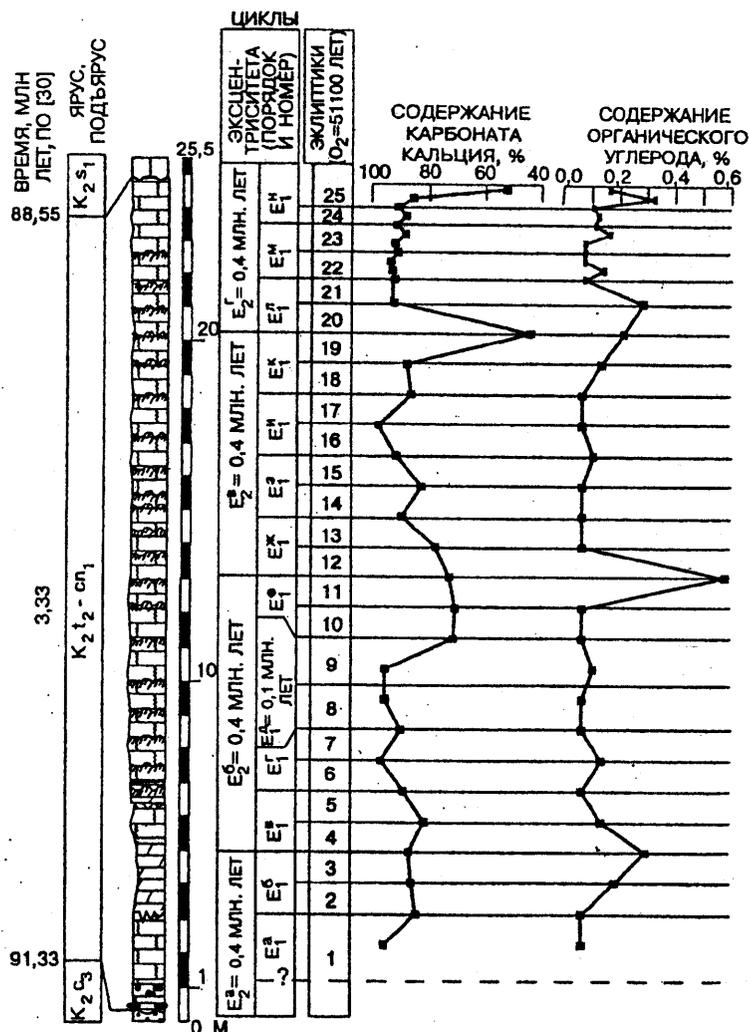


Рис. 3. Распределение содержания $CaCO_3$ и $C_{орг}$ и привязка выделенных циклов Миланковича в разрезе верхнемеловых отложений у с. Нижняя Банновка (Саратовская область). Условные обозначения см. на рис. 1

Карьер Стойленского ГОКа (рис. 1), который расположен в Белгородской области, был ранее исследован автором. Здесь в разрезе установлены циклы эксцентриситета методом спектрального анализа (циклы E_{1-2}) и методом ручного подсчета числа осцилляций параметров (циклы E_2, E_4) по шкалам времени [7, 10], в этих же работах приведены и другие параметрические кривые, не всегда циклического облика. Привязка ЦМ к разрезу сделана автором ранее в соответствии с существующими механизмами образования цикллитов (циклами разбавления, растворения и биопродуктивности) [7, 10].

На рис. 1 представлены четыре параметрические кривые циклического облика, соответствующие распределению максимального диаметра норок, содержанию $C_{орг}$, разрушающему полю остаточной намагниченности насыщения ($H'cs$) и остаточной намагниченности насыщения (Jrs). В разрезе вскрыта карбонатная толща нижнего турона—нижнего сантона (тускарьевская, чернянская и истобнинская свиты) с суммарной мощностью 70 м (рис. 1). Восемь циклических интервалов на параметрических кривых в этом интер-

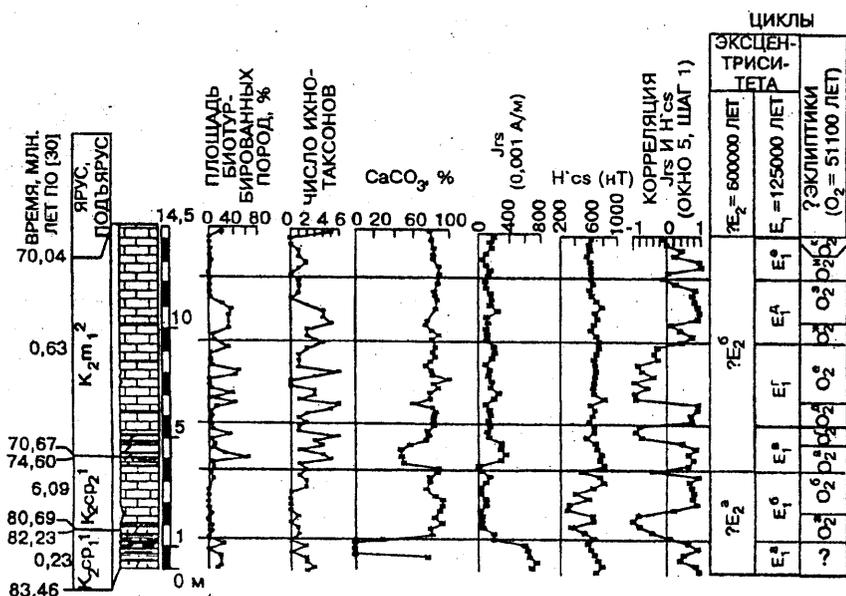


Рис. 4. Распределение площади биотурбированных пород, числа ихнотаксонов, содержания CaCO₃, остаточной намагниченности насыщения (Jts), разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения (H'cs) и их корреляция, привязка выделенных циклов Миланковича в разрезе верхнемеловых отложений карьера Сенгилейского цементного завода (Ульяновская область). Условные обозначения см. на рис. 1

Саратовского Поволжья или верхней части мезинолапшинской свиты, зона *laevigatus* [13] (83,46—83,23 млн лет, по [31]). Видимая мощность отложений пачки составляет 1,8 м, поэтому для этой части разреза скорость седиментации и длительность циклов не рассчитаны.

Выше залегает карбонатная толща верхнего кампана—нижнего маастрихта (рис. 4), сначала представленная рыхлым писчим мелом, в основании пачки — песчанистым, с фосфоритами и глауконитом сенгилеевской свиты. В подошве и в кровле пачки присутствуют поверхности размыва, зона *micronata* (80,69—74,60 млн лет, по [31]), мощность 3 м. Длительность зоны составляет 6,09 млн лет. Скорость седиментации равна 20,3 см/тыс. лет (300 см за 6090 тыс. лет). Очевидно, что такая величина скорости осадконакопления пелагических относительно глубоководных осадков сильно завыше-

на из-за перерывов. вале разреза соответствуют циклам, равным по длительности 1 112 500 лет, т.е. циклитам E₃. Присвоим им индексы “а—з”. Мощности циклитов не выдержаны: в некоторых встречены поверхности перерывов типа хардграунд. Так, в циклитах E₃^а и E₃^{д—з} обнаружен один перерыв, в циклите E₃^б — три. Интересно, но приблизительно половина разреза по мощности соответствует нижнему сантону (1,2 млн лет), а вторая половина — турону—коньяку (суммарно 7,7 млн лет). При этом первая поверхность перерыва установлена в средней части нижнетуронских отложений, вторая — в кровле верхнетуронских, третья и четвертая — в нижнеконьякских, пятая — в кровле верхнеконьякских и последняя — в нижнесантонских. Туронско-коньякская толща мощностью 32 м сформировалась за четыре цикла E₃ с порядковыми номерами “а—г” (рис. 1). Мел сантонского возраста мощностью 24 м накопился за три цикла E₃^{д—ж}. Во время последнего цикла E₃^з произошла смена палеогеографических условий и началось формирование известняк-мергельной толщи, именно поэтому и предложена такая группировка ЦМ.

Разрез Сенгилейского цементного завода сформировался в Ульяновско-Саратовском прогибе. Разрез расположен к северу от г. Сенгилей (Ульяновская область), юго-восточнее г. Гранное Ухо на правом берегу Волги, ниже с. Шиловка. Принципиально он идентичен разрезу на правом берегу Волги выше Сенгилея или разрезу в окрестностях с. Шиловка, описанному в ряде работ [1, 13—15, 19].

В забое карьера наблюдается переслаивание серых алевроитовых глин, серо-коричневых песчанистых мергелей, соответствующих “птериевым слоям”

на из-за перерывов.

Затем залегает писчий мел карсунской свиты Ульяновского Поволжья мощностью 10,5 м, свита является одновозрастным аналогом лохской свиты в Саратовском Поволжье. В основании мела наблюдается пласт мергелистого известняка (0,5 м), с размывом залегающего на верхнекампанских отложениях, встречаются ростры *B. lanceolata*, что свидетельствует о присутствии в данном разрезе одноименной зоны (70,67—70,04 млн лет, по [31]; длительность — 0,63 млн лет). В кровле пачки наблюдается поверхность перерыва. Пачка с угловым несогласием перекрывается толщей переслаивания светлых и темных палеоценовых опок. Скорость аккумуляции карбонатного осадка в маастрихте составляет 0,6 см/тыс. лет (1050 см за 630 тыс. лет).

Пять циклов, ранее выделенных автором в карбонатной толще верхнего кампана и нижнего маастрихта по кривой корреляции Jts и H'cs [7, 11], соответствуют циклам E₁ и характеризуются мощностью от 3 до 4 м. Циклы E₁ с продолжительностью 0,1 млн лет ранее выделены автором методом подсчета по десяти шкалам времени [7, 11]. Цикл E₁^б значительно меньше по мощности, чем все остальные, так как в его основании и в середине встречены поверхности перерыва типа хардграунд. Нижнему маастрихту соответствуют 4 цикла E₁ (E₁^{б—е}), которые можно предположительно объединить в один цикл E₂^б, длительность которого равна 0,4 млн лет. Циклы E₁^а и E₁^б, отвечающие нижнему и верхнему кампану, входят во вторую половину цикла E₂^а. Каждый цикл E₁ можно разделить на две части с выделением циклов длительностью по 0,5 млн лет, которые приблизительно похожи на циклы на-

клонения эклиптики (O_2), судя по перегибам кривой корреляции Jrs и $H'cs$. В позднемеловую эпоху циклы наклонения эклиптики составляли 39 328 и 51 100 лет, а прецессии — 18 641 и 22 474 [21].

Несовпадение величин предлагаемых циклов E_2 и O_2 предположительно можно объяснить скрытыми внутриформационными перерывами. Результаты расчета, полученные по шкале Й. Харденбола, близки к ранее сделанным оценкам длительности циклов маастрихта. Циклиты E_1^{a-c} вместе соответствуют 630 тыс. лет, соответственно продолжительность каждого составляет $1/4$ этого интервала, т.е.

157,5 тыс. лет, что близко к величине циклов эксцентриситета первого порядка — 0,1 млн лет. Таким образом, можно скорректировать оценку длительности интервала зоны *lancoolata*. В действительности в данном разрезе присутствует около 400 тыс. лет.

Интервал разреза мощностью 3 м, отвечающий зоне *micronata*, не следует соотносить с ней полностью (6,09 млн лет), иначе получится сильно завышенное значение скорости седиментации. Литологическая идентичность писчего мела зон *micronata* и *lancoolata* позволяет предположить, что скорости осадконакопления были приблизительно одинаковыми, т.е. более 0,6 см/тыс. лет (но не менее 20,3 см/тыс. лет). В таком случае фрагмент зоны *micronata* соответствует одному циклу эксцентриситета E_1^b , или E_1^c , тогда этот интервал разреза отвечает 0,1 млн лет.

Видимый фрагмент зоны *laevigatus* предположительно относится к циклу эксцентриситета первого порядка, т.е. E_1^a .

Разрез цементного завода "Большевик" в г. Вольске Саратовской области приведен на рис. 5 и 6. Разрезы в окрестностях г. Вольска и в карьерах цементных заводов детально изучены, их описание приводится в работах [1, 6, 9, 11–15, 17–19].

Вернемеловые отложения несогласно залегают на глинах верхнего альба. Нижняя часть карбонатной формации мощностью 3,5 м представлена писчим мелом с фосфоритовыми желваками в основании, визуально ациклична, соответствует банновской свите и датируется средним и поздним туроном. Выше залегают толща писчего мела вольской свиты мощностью 2,5 м, датируемая здесь, как ранне-среднеконьякская. Граница между туронскими и коньякскими отложениями проходит внутри толщи мела и выражена слабо [19]. Этот интервал разреза (91,68–87,28 млн лет, по [31]) длительностью 4,4 млн лет формировался со скоростью 7,3 см/тыс. лет (600 см за 4400 тыс. лет). Скорее

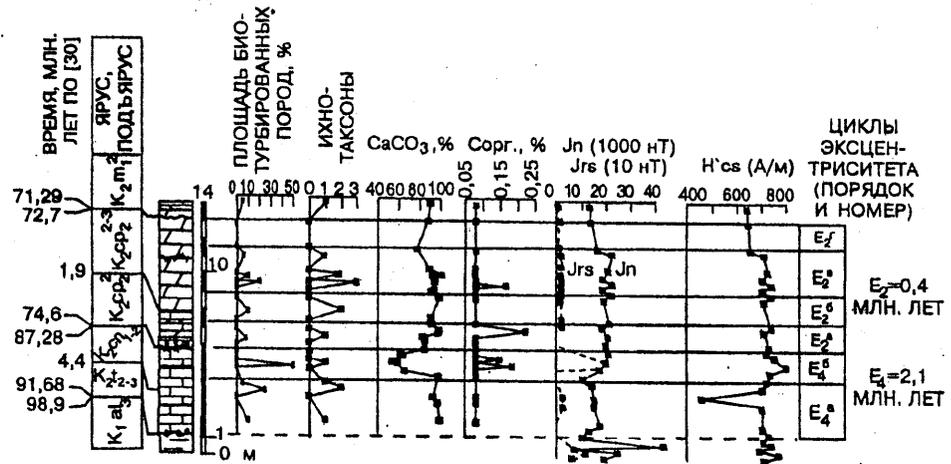


Рис. 5. Распределение площади биотурбированных пород, числа икхотаксонов, содержания $CaCO_3$ и $C_{орг}$, естественной остаточной намагниченности (J_n), остаточной намагниченности насыщения (J_{rs}), разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения ($H'cs$); привязка выделенных циклов Миланковича в разрезе верхнемеловых отложений в карьере цементного завода "Большевик" (Саратовская область, г. Вольск). Условные обозначения см. на рис. 1

всего такая высокая величина скорости осадконакопления связана с перерывом в основании и кровле толщи писчего мела, а также, возможно, с внутриформационными перерывами. Два цикла, выделяемые автором, имеют длительность около 2 млн лет каждый, что сравнимо с циклами эксцентриситета четвертого порядка (2090 тыс. лет).

На писчем мелу с размывом и слоем фосфоритовых желваков залегают высококарбонатные циклические мергели ардымской свиты верхнего кампана, отвечающие зонам *langei* и *minor* (74,6–72,7 млн лет, по [31]), они имеют мощность около 7,5 м и три уровня перерывов. Формирование описываемой толщи происходило со скоростью менее 2,53 см/тыс. лет (750 см за 1900 тыс. лет). В кампанских отложениях по характерным перегибам на кривых ряда параметров (рис. 5), в том числе и естественной остаточной намагниченности (J_n), выделены четыре циклита длительностью менее 475 тыс. лет каждый. Это значение близко к величине цикла E_2 . Кстати, ранее в данном разрезе автором методом спектрального анализа распределения J_n , J_{rs} и $H'cs$ были установлены циклы E_3 и E_2 [7]. Результаты некоторых исследований не представлены на рис. 5, так как в распределении этих параметров не выявлена циклическая, но они приведены в работах [7, 9].

Толща циклического переслаивания в разной степени карбонатных разностей писчего мела лохской свиты (нижний маастрихт, зоны *licharewi* и *sumensis*, 70,67–69,42 млн лет, по [31], рис. 6) мощностью 43 м сформировалась за 1,25 млн лет со скоростью осадконакопления 0,31 см/тыс. лет (4300 см за 1250 тыс. лет). Этот интервал времени — 1,25 млн лет — близок к величине цикла эксцентриситета третьего порядка (1,29 млн лет). На кривой $H'cs$ можно выделить 3 цикла E_2 длительностью по 0,4 млн лет. Они находят продолжение на кривых других параметров. При этом

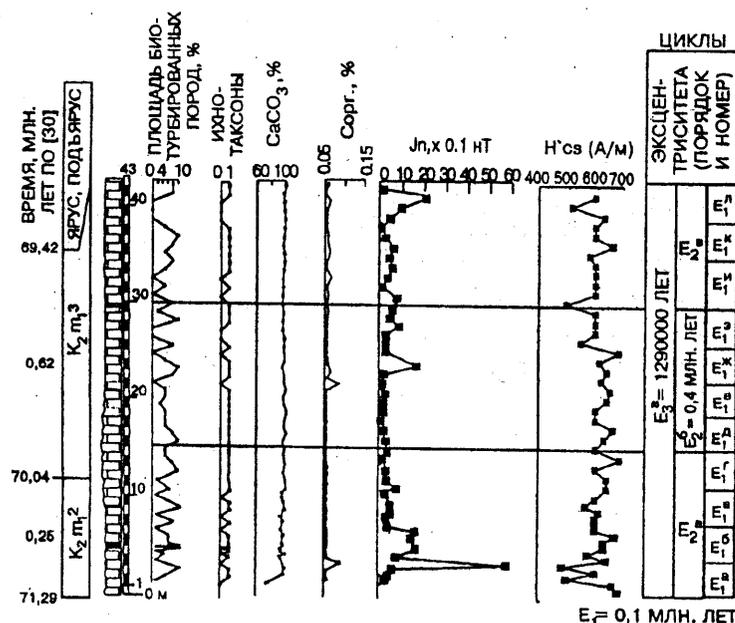


Рис. 6. Распределение площади биотурбированных пород, числа ихнотаксонов, содержания CaCO_3 и $\text{C}_{\text{орг}}$, естественной остаточной намагниченности (J_n), разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения (H'_{cs}), привязка выделенных циклов Миланковича в разрезе маастрихтских отложений карьера цементного завода "Большевик" (Саратовская область, г. Вольск). Условные обозначения см. на рис. 1

их мощность составляет около 15 м из возможных 24 м, что вполне допустимо, так как мощность циклов первого порядка в пелагических относительно глубоководных карбонатных породах может составлять 2–6 м.

Ранее автор в описываемом разрезе выделил методом подсчета по шкалам времени циклы O_2 и E_{1-3} , а методом спектрального анализа петромагнитных параметров [7, 9] для кампан-маастрихтских образований — циклы E_1 .

Разрез г. Кизил-Чигир в Бахчисарайском районе Юго-Западного Крыма содержит 12 элементарных пластовых циклитов переслаивания мергелей или глинистых известняков с глинами, относимых к кудринской свите (нижний кампан, зоны *arca* (аналог *elevata*) и *ventricosa*, 83,2–76,2 млн лет, по [31]). Привязка циклитов осуществлена непосредственно по границам слоев согласно выделенным циклам разбавления и растворения [7]. Толща с видимой мощностью 14 м (верхняя граница зоны *ventricosa* не установлена) и двумя поверхностями перерывов (в основании пачки и в ее середине) могла сформироваться за 7 млн лет при скорости осадконакопления 0,2 см/1000 лет (1400 см за 7000 тыс. лет). При этом длительность каждого из 12 циклитов равна 583333,3(3) лет.

Сверхнизкая рассчитанная скорость осадконакопления, перерывы, глинистые прослой (кил) и неустановленная верхняя граница зоны *ventricosa* свидетельствуют о том, что здесь содержится менее 7 млн лет геологической летописи. В таком случае 12 цикли-

тов соответствуют циклам эксцентриситета второго порядка (циклы E_2) продолжительностью 0,4 млн лет. Мощности циклитов в среднем превышают 30 см и обычно равны 0,5–1 м. Такие значения мощности характеризуют циклы эксцентриситета первого порядка (0,1 млн лет), которые в зависимости от темпа седиментации могут также достигать 6 м [34]. Тогда мощности циклитов E_2 должны быть в четыре раза больше, т.е. 6–24 м, и разрез мощностью 14 м мог бы объединить не более двух циклитов E_2 . Ранее автором [7] методом подсчета по 10 шкалам времени здесь были выделены циклы E_1 , которые вместе документируют около 1,2 млн лет геологической летописи. Предлагается понизить ранг элементарных циклитов с E_2 до E_1 , а "высвободившееся" геологическое время (менее 5,8 млн лет) связать с перерывами и малой скоростью накопления глинистых прослоев.

Закключение. Циклостратиграфическая схема сопоставления терминального сеномана [8] дополнена распределением систем трактов и корреляцией кривых концентрации CaCO_3 в разрезах Франции (Блан-Не), Крыма (Сельбукра) и США (Пуэбло). В двух разрезах (за исключением разреза Блан-Не) установлены общие минимум концентрации CaCO_3 и уровень перерыва в разрезах Франции и Украины. Доказана возможность циклостратиграфического сопоставления не только пластовых циклитов, но и параметрических кривых распределения, что необходимо для выделения ЦМ и создания ЦШ.

Проведена оценка длительности формирования циклически построенных разрезов Нижняя Банновка, Вольск и Сенгилей, Старый Оскол и г. Кизил-Чигир и слагающих их отдельных пластовых циклитов с использованием шкалы Й. Харденбола [31]. В толще писчего мела турона—нижнего сантона в карьере Стойленского ГОКа выделено 8 циклитов эксцентриситета третьего порядка (E_3) с мощностью 5–16 м длительностью 1,2 млн лет каждый. Мощность полных циклитов обычно составляет около 9 м. Для писчего мела среднего турона—нижнего коньяка в разрезе у с. Нижняя Банновка установлены четыре циклита эксцентриситета второго порядка (E_2) и длительностью по 0,4 млн лет и мощностью около 7–8 м, а также 13 циклитов эксцентриситета первого порядка (E_1) продолжительностью 0,1 млн лет и мощностью 1,5–2 м, а также 25 циклитов наклона эклиптики (O_2) мощностью 0,5–1 м и длительностью 51 тыс. лет каждый. Мощности циклитов резко занижены из-за 23 перерывов, расположенных в карбонатной толще.

В разрезе Сенгилейского карьера предположительно установлены 2 циклита E_2 (мощность полного циклита около 11 м), 6 циклитов E_1 мощностью от 1,5

до 4 м и циклиты наклонения эклиптики O_2 мощностью от 0,5 до 3 м. В карьере "Большевик" в толще писчего мела среднего и верхнего турона и нижнего и среднего коньяка выделены циклиты эксцентриситета четвертого порядка (E_4) мощностью 2—3 м и продолжительностью 2,1 млн лет каждый. В пачке мергелей и писчего мела верхнего кампана определены четыре циклита E_2 мощностью 1,5—2 м. В писчем мелу нижнего маастрихта установлены один циклит эксцентриситета E_3 с мощностью 43 м и три циклита E_2 с мощностью около 15 м. В разрезе г. Кизил-Чигир выделено 12 циклитов E_1 переслаивания мергелей и известняков с глинами, мощность 0,5—1 м. ЦМ разделены по рангам, пронумерованы и сопоставлены с единицами биостратиграфической шкалы. Нумерация ЦМ дана в хронологическом порядке, но пока не несет хроностратиграфического смысла.

По шкале времени [31] рассчитана скорость осадконакопления для разрезов пелагических относительно глубоководных карбонатных отложений. Толща писчего мела турона—нижнего сантона в карьере Стойленского ГОКа накапливалась со ско-

ростью менее 1,27 см/тыс. лет. Писчий мел в разрезе у с. Нижняя Банновка (средний турон—нижний коньяк) аккумуляровался со скоростью менее 1,34 см/тыс. лет. В Сенгилейском карьере карбонаты зоны *micronata* формировались со скоростью 0,6—20,3 см/тыс. лет, а зоны *lanceolata* — менее 0,6 см/тыс. лет. В разрезе у завода "Большевик" карбонатный ил в туроне и коньяке формировался со скоростью менее 7,3 см/тыс. лет, в позднем кампане (зоны *langei* и *minor*) — со скоростью менее 2,53 см/тыс. лет, а в раннем маастрихте (зоны *licharewi* и *sumensis*) — со скоростью 0,31 см/тыс. лет. В разрезе нижнего кампана на г. Кизил-Чигир осадконакопление происходило со скоростью более 0,2 см/1000 лет.

Автор глубоко признателен А.С. Алексею за консультации и рецензирование работы. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 02—05—64576 и № 03—05—06221—мас и гранта научных школ НШ—326.2003.5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архангельский А.Д.* Верхнемеловые отложения востока Европейской России // *Материалы для геологии России* // Зап. Имп. Минерал. Об-ва. 1912. Т. XXV. С. 138—353.
2. *Афанасьев С.Л.* Наноциклитная геохронологическая шкала венда — фанерозоя // *Бюл. МОИП. Отд. геол.* 1993. Т. 68. Вып. 2. С. 24—30.
3. *Алексеев А.С.* Верхний мел // *Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя* / Под ред. О.А. Мазаровича, В.С. Милеева. М., 1989. С. 123—135.
4. *Алексеев А.С., Венгерцев В.С., Конаевич Л.Ф., Кузьмичева Т.А.* Литология и микропалеонтология пограничных отложений сеномана—турона Юго-Западного Крыма // *Тр. Крымского геол. научно-учебного центра им. А.А. Богданова.* 1997. Вып. 1. С. 54—73.
5. *Барышникова В.И.* Распространение и микрофаунистическая характеристика зоны *Belemnitella americana* в Саратовском Поволжье // *Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья.* 1966. № 2. С. 274—285.
6. *Волго-Уральская нефтеносная область. Юрские и меловые отложения* / Под ред. Т.Л. Дервиз. Л., 1959. С. 8—352.
7. *Габдуллин Р.Р.* Ритмичность верхнемеловых отложений Русской плиты, Северо-Западного Кавказа и Юго-Западного Крыма (строение, классификация, модели формирования). М., 2002.
8. *Габдуллин Р.Р.* Циклостратиграфическая корреляция карбонатных разрезов терминального сеномана Европы, Африки и Северной Америки // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология.* 2003. № 4. С. 17—24.
9. *Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Комплексное изучение ритмичности карбонатного осадконакопления на примере позднемелового бассейна Ульяновско-Саратовского прогиба // *Тр. НИИ геологии СГУ. Нов. сер.* 2001. Т. 8. С. 69—90.
10. *Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Ритмичность карбонатного осадконакопления в позднемеловом бассейне юга Воронежской антеклизы (на примере разреза карьера Стойленского горно-обогатительного комбината) // *Там же.* 2002. Т. 10. С. 41—55.
11. *Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* Результаты изучения ритмичности осадконакопления на севере Ульяновско-Саратовского бассейна в позднемеловое и раннепалеоценовое время // *Недра Поволжья и Прикаспия.* 2003. Вып. 33. С. 24—30.
12. *Габдуллин Р.Р., Иванов А.В.* О гетерохронности верхнемеловых карбонатных отложений Русской плиты // *Изв. вузов. Геология и разведка.* 2003. № 6.
13. *Герасимов П.А., Мигачева Е.Е., Найдин Д.П., Стерлин Б.П.* Юрские и меловые отложения Русской платформы // *Очерки региональной геологии СССР.* Вып. 5. М., 1962. С. 88—181.
14. *Глазунова А.Е.* Палеонтологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Поволжья. Верхний мел. М., 1972. С. 7—41.
15. *Камышева-Елпатьевская В.Г.* Маркирующие горизонты юрских, меловых и палеогеновых отложений Саратовского Поволжья // *Учен. зап. СГУ им. Н.Г. Чернышевского.* 1951. Т. 28. С. 10—35.
16. *Кулал З.* Скорость геологических процессов. М., 1987.
17. *Матесова М.Н.* Геологические экскурсии в окрестности города Вольска // *Тр. Вольского окружного научно-образов. музея. Вольск,* 1930. Вып. 3.
18. *Матесова М.Н.* Полезные ископаемые Вольского Поволжья. Ч. 1 // *Там же.* 1935. Вып. 4.
19. *Милановский Е.В.* Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья. Л., 1940.
20. *Найдин Д.П.* Позднемеловые события на востоке Европейской палеобиогеографической области. Ст. 1. Со-

бьтия мелового периода в океанах и морях // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1992. Т. 67. Вып. 5. С. 14—29.

21. *Berger A.L.* Pre-Quaternary Milankovitch frequencies // *Nature*. 1989. Vol. 342. P. 133.

22. *Boyd R., Huang Z., O'Connell S.* Milankovitch cyclicity in Late Cretaceous sediments from Exmouth Plateau of NW Australia // *Orbital forcing and the Milankovitch Theory / Spec. Publ. of the Intern. Assoc. of Sedimentology*, 1994. P. 145—166.

23. *Elder W.P., Kirkland J.I.* Stratigraphy and depositional environments of the Bridge Creek Limestone Member of the Greenhorn Limestone at Rock Canyon Anticline near Pueblo, Colorado / Eds. L.M. Pratt, E.G. Kaufmann, F.B. Zelt. *Fine grained Deposits and biofacies of the Cretaceous Western Interior Seaway: evidence of cyclic Sedimentary processes // SEPM, field trip guidebook*. 1985. Vol. 4. P. 122—134.

24. *Gabdullin R.R., Guzhikov A.Yu., Dundin I.A.* Origin of rhythmically bedded Cenomanian carbonate rocks of the Bahchisarai region (SW Crimea) // *Geologica Carpathica*. 1999. Vol. 50 (1). P. 49—61.

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

26. *Gale A.* Cyclostratigraphy and correlation of the Cenomanian Stage in Western Europe // *Sequence stratigraphy in British Geology // Geol. Soc. Spec. Publ.* 1995. N 85. P. 177—197.

27. *Gale A.* Turonian correlation and sequence stratigraphy of the Chalk in southern England // *Ibid.* 1996. N 103. P. 177—195.

28. *Gale A.* Cyclostratigraphy // *Unlocking the Stratigraphical Record: Advances in Modern Stratigraphy / Eds. P. Doyle, M.R. Bennett. L.*, 1998. P. 195—220.

29. *Gröfe K.-U., Widmann J.* Sequence stratigraphy on a carbonate ramp: the Late Cretaceous Basco-Cantabrian basin (Northern Spain) // *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European basins // SEPM Spec. Publ.* 1998. Vol. 60. P. 333—341.

30. *Hardenbol J., Thierry J., Farley M.B.* et al. Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins // *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins // SEPM Spec. Publ.* 1998. Vol. 60. Ch. 1.

31. *Hardenbol J., Thierry J., Farley M.* et al. Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins // *Ibid.* 1998. Vol. 60. Ch. 5.

32. *Locklair R., Savrda C.* Ichnology of rhythmically bedded Demopolis Chalk (Upper Cretaceous, Alabama): implications for paleoenvironment, depositional cycle origins, and tracemaker Behavior // *Palaios*. 1998. Vol. 13. P. 422—438.

33. *Naidin D.P., Volkov Yu.V.* Eustasy and Late Cretaceous seas of the East-European Platform // *Zbl. Geol. Palaeont.* 1996. T. 1, N 11/12. P. 1225—1232.

34. *Niebuhr B.* Cyclostratigraphic correlation in quarries and boreholes (Campanian, North Germany) // *Beringeria*. 1999. Vol. 23 P. 47—54.

35. *Pratt L. M.* Influence of paleoenvironmental factors on the preservation of organic matter in the middle Cretaceous Greenhorn Formation near Pueblo, Colorado // *Bull. of Amer. Ass. of Petr. Geol.* 1984. Vol. 68. P. 1146—1159.

36. *Robaszynski F., Gale A., Juignet P.* et al. Sequence stratigraphy in the Upper Cretaceous series of the Anglo-Paris Basin: Exemplified by the Cenomanian Stage // *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins // SEPM Spec. Publ.* 1998. N 60. P. 363—386.

37. *Sageman B.B., Rich J., Arthur M.A.* et al. Evidence for Milankovitch periodicities in Cenomanian-Turonian lithologic and geochemical cycles, western interior U.S.A // *Sedim. res. Sec. B*. 1997. Vol. 67 (2). P. 286—302.

38. *Stage M.* Signal analysis of cyclicity in Maastrichtian pelagic chalks from the Danish North Sea // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 1999. Vol. 173. P. 75—90.

39. *Stolle P.* Formation and diagenesis of bedding cycles in uppermost Cretaceous chalks of the Dan Field, Danish North Sea // *Sedimentology*. 1998. Vol. 45. P. 223—243.

40. *Ten Kate W., Sprenger A.* Orbital cyclicities above and below the Cretaceous / Paleogene boundary at Zumaya (N Spain), Agost and Rellu (SE Spain) // *Rhythmicity in deep water sediments, documentation and interpretation by pattern and spectral analysis, Proefschr. Amsterdam*, 1992. P. 87—117.

41. *Wilmsen M., Niebuhr B.* Stratigraphic revision of the upper Lower and Middle Cenomanian in the Lower Saxony Basin (Northern Germany) with special reference to the Saltzgirter area // *Cret. Res.* 2002. Vol. 23. P. 445—460.

42. *Wiese F.* Stable isotope data ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) from Middle and Upper Turonian (Upper Cretaceous) of Liencres (Cantabria, Northern Spain) with comparison to Northern Germany (Söhlde & Saltzgirter-Salder) // *Newsl. Stratigr.* 1999. Vol. 37 (1/2). P. 37—62.