

ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.8:551.763.3(477.75)

Д.П. НАЙДИН

ПАРА ИЗВЕСТНЯК—МЕРГЕЛЬ РИТМИЧНОЙ КАРБОНАТНОЙ ТОЛЩИ
СЕНОМАНА КРЫМА — ПОКАЗАТЕЛЬ РАЗЛИЧНЫХ
ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПОЛУЦИКЛОВ ПРЕЦЕССИИ

Каждая пара известняк—мергель ритмичной карбонатной толщи сеномана Крыма формировалась на протяжении одного прецессионного цикла. Прецессия контролировала действие двух факторов: солнечную радиацию, обеспечивающую первичную продуктивность пелагиали, и геоэвстатические колебания моря, приводившие к изменению его глубины. Режимы действия этих факторов существенно различались для полуциклов прецессии, что и приводило к формированию литологически отличных пар. Мощность и темп образования составляющих пары при равной продолжительности полуциклов прецессии были различными.

Ритмичные толщи различных типов широко распространены в разрезах фанерозоя. Самым сложным при изучении таких толщ оказывается объяснение их происхождения. Высказывался широкий спектр объяснений: от примитивно-беспомощных до фантастически-нереальных.

В последние десятилетия при изучении сложенных ритмично повторяющимися парами пластов известняков и мергелей юрских и меловых толщ в некоторых регионах Европы и Северной Америки наметились реальные пути получения рациональных объяснений ритмичности.

Это оказалось возможным в результате привлечения к объяснению ритмичности астрономической теории колебаний климата четвертичного периода М. Миланковича [9]. Основываясь на математическом обобщении взаимодействия астрономических параметров, М. Миланкович показал, что в четвертичном периоде в результате ритмичного изменения режима солнечной радиации количество солнечной энергии, получаемой земной поверхностью, также ритмично изменялось, что приводило к колебаниям климата.

Теория М. Миланковича опубликована в 20—30-е гг. прошлого века. К сожалению, ее значение для расшифровки ритмичности дочетвертичных разрезов геологами, по выражению А. Гейла [28, с. 217], было «открыто» (?) много позже. В публикациях последних 20—25 лет по стратиграфии, литологии и палеогеографии мезозоя имя М. Миланковича упоминается необычайно часто, нередко без ссылок на его работы, а применение «циклов Миланковича» в геологии пода-

ется как не требующее ни обоснования, ни пояснения¹.

Согласно теории орбитального контроля климатических условий, интенсивность инсоляции земной поверхности солнечной радиацией зависит от действия трех орбитальных параметров: эксцентриситета орбиты, наклона эклиптики планеты и связанной с предварением равноденствий прецессией ее оси вращения. Именно эти параметры часто называют «циклами Миланковича».

Колебания эксцентриситета земной орбиты изменяют общее количество получаемой от Солнца энергии. Вариации двух остальных параметров определяют широтное распределение солнечной радиации по земной поверхности. Величина солнечной энергии для Северного и Южного полушарий планеты, находящейся на эллиптической орбите, попеременно будет то большей, то меньшей, а климатические условия соответственно то теплыми, то прохладными.

Прецессией земной оси называют ее движение по круговому конусу. Это движение коррелируется с предварением равноденствий. Один полный оборот кругового конуса совершается примерно на протяжении полного смещения пунктов равноденствий и солнцестояний по земной орбите, т. е. в среднем за время порядка 22 000 лет. Сле-

¹ На русском языке основные положения астрономической теории М. Миланковича изложены в работах Д. Имбри и К.П. Имбри [5], В.А. Большакова и П.В. Большакова [2], В.И. Шмуратко [22], а ее значение для изучения ритмичности осадочных толщ рассмотрено в статьях Ю.М. Малиновского и П.В. Флоренского [8], И.И. Краснова [7], Д.П. Найдина [12, 13].

довательно, время летнего солнцестояния будет происходить через каждый полуцикл на противоположных сторонах эллиптической орбиты. Это означает, что *интенсивность солнечной радиации и, следовательно, климатические условия будут изменяться каждый полуцикл, т. е. каждые 11 000 лет.*

Обзор обширной современной литературы по ритмичности карбонатных толщ — за рамками настоящей статьи [11, 12, 18, 20]. Публикации на эту тему можно разделить на две группы. В первую входят те, в которых все орбитальные параметры привлекаются для объяснения ритмичности изучаемых разрезов. Ко второй группе относятся публикации, в которых наблюдаемая ритмичность связывается с действием только одного параметра.

Пожалуй, общим для многих публикаций является стремление получаемые результаты представлять как некие обобщения явления ритмичности.

Внимание автора сосредоточено на выяснении происхождения только одной пары известняк—мергель на материалах только одного ритмично построенного разреза.

В качестве единственного разреза выбран разрез сеноманских отложений, вскрытый на южном склоне горы Сельбухра, расположенной в юго-западной части Горного Крыма, близ учебной базы

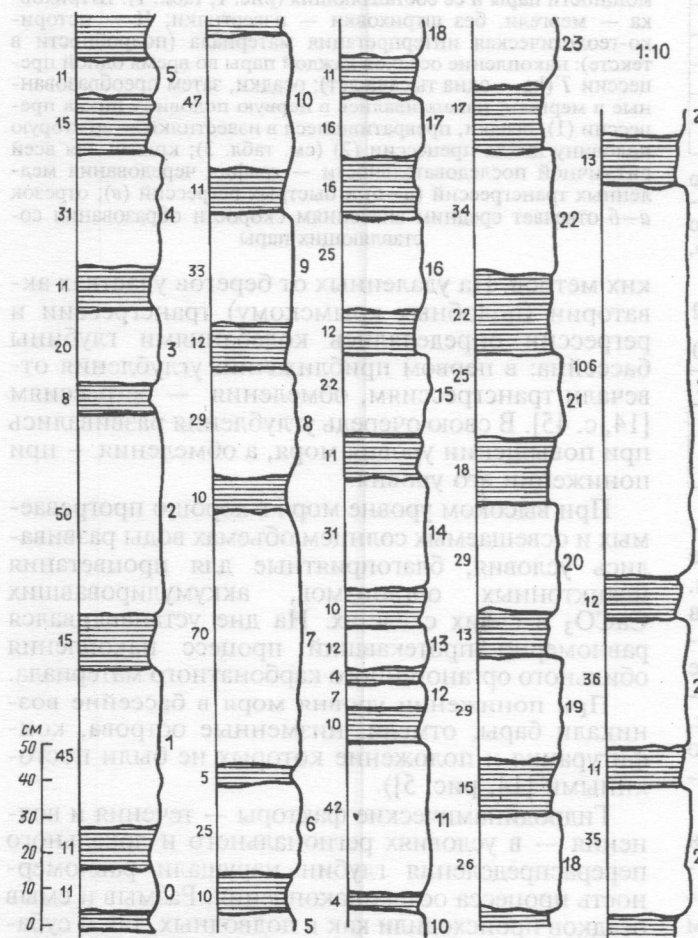


Рис. 1. Интервал ритмичной толщи сеномана разреза горы Сельбухры, Юго-Западный Крым [18, рис. 2]: цифры справа от колонок — номера пар известняк—мергель (табл. 1), слева — мощности (см) составляющих пары. Штриховка — мергели, без штриховки — известняки

Геологического факультета МГУ у с. Прохладное, в 6,5 км восточнее Бахчисарая [3, рис. 14; 6, рис. 1, 3, 4; 17, рис. 1, 2].

Литологическая и палеонтологическая информация о сеномане разреза горы Сельбухры содержится в [1, 3, 4, 16—18, 20, 29].

Исследован 12-метровый интервал ритмично построенных отложений верхней части разреза (рис. 1), сопоставляемый с зоной *Acanthoceras jukesbrownei* среднего сеномана на юго-востоке Англии [29, рис. 3].

По сравнению с нижней частью разреза горы Сельбухры, в которой достаточно ранообразны макрофоссилии, его верхняя часть характеризуется резким сокращением их содержания: исчезают белемниты, почти полностью отсутствуют аммониты, остаются некоторые двусторонки, что, очевидно, свидетельствует об общем углублении бассейна [16, с. 16—20; 18, с. 29—30]. Присутствуют, вероятно, принесенные ветром споры плаунов и пыльца древесных голосеменных.

Мощность всего разреза сеномана разреза горы Сельбухры 50 м.

В литературе по ритмичности мезозойских карбонатных толщ наиболее обычно рассматривается пара известняк—мергель (ПИМ). В современных специальных трудах по литологии термин «мергель» не употребляется. В данной статье этот термин, весьма привычный для многих поколений отечественных геологов, сохранен.

Его рабочие вариации: собственно мергель (30—50% глинистых частиц), глинистый мергель (50—70%). Таким образом, слагающие ПИМ отличаются содержанием CaCO_3 : известняки — достаточно литологически однородные породы с содержанием CaCO_3 не менее 90%, и мергели — литологически более разнообразные породы.

Основная масса ПИМ крымского сеномана образована тонкомикритовым карбонатом кальция кокколлитов, кальцифер (цисты известковистых динофлагеллат), мелких фораминифер. Но количественные соотношения основной массы и включений в составляющих пар различны.

Мощность пары 43—45 см, причем мощность известняков больше таковой мергелей (табл. 1, 2).

Нижняя составляющая ПИМ — тонкоплитчатые полосчато-серые и темно-серые мергели с высоким содержанием пелитовых частиц минералов из группы глин (сметит, гидрослюда и др.), кварца, полевых шпатов, слюды. Заметен мелкий органический детрит — обломочки призматического слоя иноцерамид, раковин крупных фораминифер и т.п. Среди фораминифер преобладают бентосные формы.

Верхняя составляющая ПИМ — светлоокрашенные, почти белые, известняки, практически нацело сложенные микритовым CaCO_3 с ничтожным содержанием нерастворимого остатка. Планктонных фораминифер больше, чем бентосных.

В стенках обнажений известняки образуют выступы, а мергели — неглубокие ниши.

Таблица 1

Мощности (см) пар известняк—мергель и их составляющих ритмичной толщи сеномана разреза горы Сельбухры, Юго-Западный Крым [18, рис. 2]

Номер пары известняк—мергель	M	M _м	M _и
1	56	11	45
2	65	15	50
3	28	8	20
4	42	11	31
5	26	15	11
6	35	10	25
7	75	5	70
8	39	10	29
9	45	12	33
10	58	11	47
11	46	4	42
12	17	10	7
13	16	4	12
14	41	10	31
15	33	11	22
16	37	12	25
17	34	16	18
18	37	11	26
19	44	15	29
20	42	13	29
21	43	18	25
22	56	22	34
23	52	17	35
24	47	11	36
25	118	12	106
Сумма	1132	294	838

Примечание. Пары перенумерованы снизу вверх по разрезу; M — мощность пары; M_м — мощность мергелей; M_и — мощность известняков. При исключении пар мощностью меньше 20 см (12, 13) и больше 70 см (7, 25) суммы: M = 906, M_м = 263, M_и = 643 см.

Таблица 2

Средняя мощность пары и ее составляющих (см) (см. табл. 1)

Количество пар	M	M _м	M _и
25	45,3	11,8	33,5
21 (без 7, 12, 13, 25)	43,1	12,5	30,6

Мергели вверх по разрезу сменяются известняками без перерыва, часто образуя в подошве последних расщепляющиеся тонкие прослоечки. Совершенно иной характер контакта известняков с вышележащими мергелями. Поверхность кровли известняков обычно ровная, а в самой кровле наблюдаются образования «твердого дна» начальных, местами зрелых стадий развития [19, с. 20—29]. Следовательно, совершенно отчетливо распознаются подводные приостановки или замедления осадконакопления.

Крымский разрез верхнего мела формировался в пределах пояса средних широт в обширном эпиконтинентальном море Европейской палеобиогеографической области (ЕПО). На современном земном лике аналоги позднемелового моря ЕПО отсутствуют [14, с. 46]. Глубины моря были 100—200 м, местами и временами больше или меньше — до нескольких десятков и даже несколь-

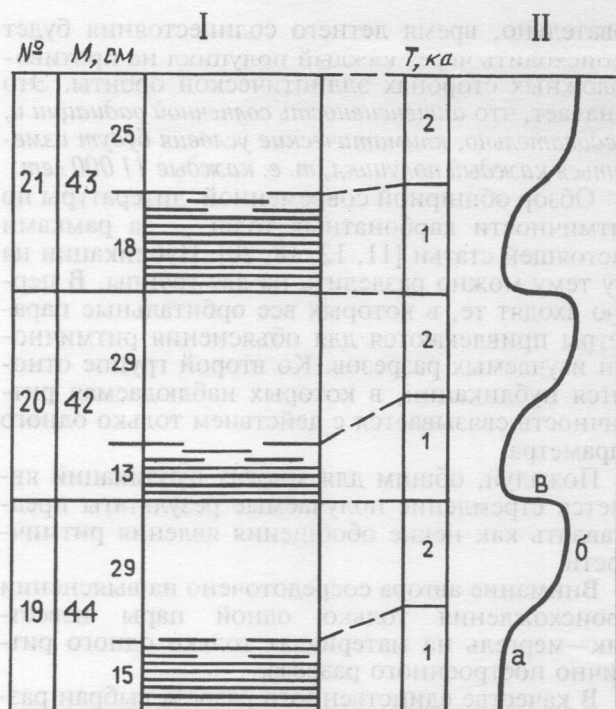


Рис. 2. Реализация прецессии в ритмичной толще сеномана разреза горы Сельбухры, Юго-Западный Крым: I — конкретный материал: стратиграфическая последовательность пар № 19—21; мощности пары и ее составляющих (рис. 1, табл. 1). Штриховка — мергели, без штриховки — известняки; II — историко-геологическая интерпретация материала (подробности в тексте): накопление осадков каждой пары во время одной прецессии (1), осадки, превратившиеся в известняки — во вторую половину цикла прецессии (2) (см. табл. 3); кривая для всей ритмичной последовательности — график чередования медленных трансгрессий (a—б) и быстрых регрессий (v); отрезок a—б отвечает средним значениям скорости образования составляющих пары

ких метров. На удаленных от берегов участках акватории (подобных крымскому) трансгрессии и регрессии определялись колебаниями глубины бассейна: в первом приближении углубления отвечали трансгрессиям, обмеления — регрессиям [14, с. 45]. В свою очередь углубления развивались при повышении уровня моря, а обмеления — при понижении его уровня.

При высоком уровне моря в хорошо прогреваемых и освещаемых солнцем объемах воды развивались условия, благоприятные для процветания планктонных организмов, аккумулировавших CaCO₃ в своих скелетах. На дне устанавливался равномерно протекавший процесс накопления обильного органогенного карбонатного материала.

При понижении уровня моря в бассейне возникали бары, отмели, низменные острова, конфигурация и положение которых не были постоянными [14, рис. 5]).

Гидродинамические факторы — течения и волнения — в условиях регионального и локального перераспределения глубин нарушали равномерность процесса осадконакопления. Размыв и смыл осадков происходили как в подводных, так и субэриальных условиях. В карбонатных осадках повышалась концентрация нерастворимого остатка. Не исключался эоловый принос некоторых его компонентов.

Таким образом, осадки, затем преобразовавшиеся в породы нижней и верхней составляющих каждой ПИМ, накапливались в существенно различных палеобиогеографических обстановках.

Из всех орбитальных параметров цикл прецессии наименьший по продолжительности. Представляется вероятным связывать с его развитием формирование наименьшего по мощности элемента ритмичной последовательности — пары известняк—мергель.

Если пара крымского ритмичного сеномана образовалась за один цикл прецессии (22 000 лет), то логично допустить, что каждая из составляющих пары запечатлевает полуцикл прецессии, т. е. 11 000 лет (рис. 2).

Количество поступающих на дно планктоногенных карбонатов определялось контролируемой климатом первичной продуктивностью пелагиали. Климатический контроль действовал через регулируемые астрономическими факторами солнечную радиацию.

Помимо связки инсоляция—климат прецессия воздействовала еще на один важнейший палеогеографический параметр — уровень моря.

В случае нахождения оси вращения планеты в океаносфере при перемещениях оси возникали колебания уровня моря. Явление геоэвстазии² обычно маскируется другими более энергичными и масштабными типами эвстазии. Н.А. Мернер, специально изучавший явление геоэвстазии, не исключал возможность привлечения к объяснению развития орбитальных сил [32, с. 143—144].

Осадки нижней составляющей ПИМ (мергели) накапливались в первую половину прецессионного цикла, когда получаемая поверхностью моря солнечная радиация была достаточной для обеспечения относительно невысокой продуктивности пелагиали, а геоэвстатические колебания уровня приводили к нарушению равномерного накопления планктоногенных карбонатов и обогащению их глинистыми частицами.

Осадки верхней составляющей ПИМ (известняки) формировались во время второго прецессионного полуцикла при углублении моря, связанном с геоэвстатическим повышением его уровня. В бассейне устанавливался режим равномерного осадконакопления. Вследствие усиления солнечной радиации резко возрастала продуктивность пелагиали и, следовательно, масса продуцируемых органогенных карбонатов.

Возникали условия, принципиально близкие описанным А. Кароззи [24] по разрезам нижнего карбона Северной Америки. А. Кароззи рассмотрел вопрос о соотношении медленного эвстатического повышения уровня моря при трансгрессии и карбонатной продуктивности пелагиали. Возможны два варианта: продуктивность отстает от эвстатического повышения уровня и она опережает повышение уровня, что может завершиться обмелением бассейна.

В сеноманском бассейне Крыма, как можно полагать, в целом преобладал первый вариант. Но

² Геоэвстазия — колебания уровня моря, связанные с изменением формы и величины геоида, перемещением полюсов, изменением скорости вращения планеты [11, с. 13].

в конце цикла прецессии развивался второй вариант: темп накопления карбонатов стал опережать повышение уровня моря. При его повышении происходило обмеление.

О значительном обмелении крымского бассейна свидетельствуют образования «твердого дна» (хардграунды) в кровле пластов известняков верхней составляющей ПИМ.

Затем, с началом нового цикла прецессии, в соответствии со сменой режима как солнечной радиации, так и геоэвстазии резко изменился характер осадконакопления — началось формирование «мергелей» следующей ПИМ.

Прецессия контролировала работу двух факторов, непосредственно управлявших накоплением планктоногенных карбонатов эпиконтинентального моря средних широт. Первый фактор — солнечная радиация, обеспечивавшая первичную продуктивность пелагиали. Второй — геоэвстазия, изменявшая глубину мелководного (и сверхмелководного) моря.

Режим действия этих факторов был существенно различным для полуциклов прецессии, что и приводило к формированию пары известняк—мергель. Именно пары естественно связанных происхождением составляющих.

Следует особо подчеркнуть, что мощность и темп формирования слагающих пары при равной продолжительности полуциклов прецессии были различными (табл. 2, 3).

Выяснение условий образования одной пары известняк—мергель необходимо для реконструк-

Таблица 3

Средняя скорость (X) образования составляющих пары (см/1000 лет) при $T = 22\ 000$ лет (см. табл. 1)

Количество пар	X_m	X_n
25	1,1	3,0
21 (без 7, 12, 13, 25)	1,1	2,8
№ 19	1,4	2,6
№ 20	1,2	2,6
№ 21	1,6	2,3

Примечание. Скорости образования: X_m — мергелей, X_n — известняков

ции происхождения всей ритмичной последовательности. На рис. 2 приведен лишь короткий фрагмент кривой ритмичной последовательности крымского сеномана, но иллюстрирующий основную особенность — асимметричность «зубцов» кривой.

По этому признаку кривая принципиально близка к пилообразному графику берегового перекрытия пассивной континентальной окраины Северной Америки, представляющего фактический материал сейсмостратиграфического исследования и по которому составлена общеизвестная кривая эвстатических колебаний уровня моря — так называемая кривая Вейла [14, с. 45, 46, рис. 3; 15, с. 49, 50; 31, рис. 3].

График берегового перекрытия инструментально регистрирует постепенное или умеренно быстрое с замедлением во времени наступление моря на сушу (landward) (наклонный протяженный участок каждого асимметричного зубца гра-

фика) и его практически мгновенный уход с суши (basinward) (прямой короткий отрезок, горизонтальная ступенька графика).

Иными словами: трансгрессия развивается медленно, регрессия — очень быстро.

Чередование медленно развивавшихся трансгрессий и очень быстрых регрессий весьма наглядно представлено графиками с асимметричными зубцами, построенными по разрезам ритмичных толщ нижнего карбона в США [24, рис. 5, 7].

То обстоятельство, что пилообразные графики с асимметричными зубцами построены на материалах совершенно различных по своему структурному положению разрезов, как будто бы позволяет рассматривать полученные результаты в качестве некоего эмпирического обобщения: трансгрессии происходят очень медленно, регрессии — очень быстро.

Однако необходимо иметь в виду, что если графики берегового перекрытия достаточно убедительно обосновываются развитием структур океанической литосферы и в первую очередь меняющимся режимом (отнюдь не ритмическим!) развития срединно-океанических хребтов [14, с. 46, 47], то для крымского сеномана привлечение тектоноэвстазии, да к тому же ритмично совершавшейся, представляется крайне сомнительным. Очевидно, действовала *геоэвстазия*, но почему особо энергично на рубежах циклов прецессии — осталось не ясным.

Автор предполагает провести специальное изучение этого «пограничного вопроса» с целью реконструкции особенностей палеогеографии морей ЕПО именно на рубежах пар ритмичной последовательности верхнего мела ЕПО. Для этого надлежит значительно расширить круг привлекаемых для исследования разрезов ритмичных толщ. Как можно ожидать, особенно интересную информацию по «пограничному вопросу» можно будет получить по разрезам, где нет пар, но ритмичность весьма четко регистрируется горизонтами «твердого дна» на различных стратиграфических уровнях верхнего мела Горного Мангышлака [13, с. 38—40, рис. 3, 4; 19, с. 15, 16, рис. 2].

Нельзя обойти вниманием тот факт, что задолго до «открытия геологической общественностью» объяснения возникновения ритмичных толщ действием астрономических сил, это было сделано американским геологом Г.К. Гильбертом в 1895 г. [12, с. 43; 13, с. 34; 25—27].

Г.К. Гильберт выразил сомнение в доказательности объяснения действием земных сил возник-

новение в меловых разрезах Колорадо поразительного равномерно-многократного чередования состоящих из слоя известняка и слоя известковой глины пар слоев (pair of beds) мощностью 18 дюймов (45,7 см). По его заключению, *только равномерная астрономическая цикличность способна создать земную ритмичную последовательность*, а «колорадский феномен» ритмичности может быть объяснен воздействием прецессионного цикла [30, с. 124]. В разрезах «цикл накопления коррелируется с циклом прецессии — предварения равноденствий (precession-perihelion cycle), так как из различных циклов, известным автору, только он один представляется способным объяснить явление. Способность прецессионного цикла продуцировать климатические осцилляции постулируется без аргументации» [30, с. 127].

Продолжительность формирования ритмичных толщ П.Л. де Бур и А. Вондерз [23, с. 187] предложили оценивать «единицами гильберта» (gilbert unit), под которыми понимается время, соответствующее продолжительности цикла прецессии.

Статья Г.К. Гильберта представляет пример блестящего научного предвидения. В ней рассмотрено значение ритмичности не столько для решения стратиграфических задач расчленения и сопоставления разрезов, сколько для количественных определений геологического времени. В статье, опубликованной в конце позапрошлого (!) века и более чем за 10 (!) лет до получения первых радиометрических датировок, Гильберт наметил ясно сформулированную перспективу получения количественных оценок продолжительности интервалов прошлого времени по седиментометрическим особенностям (и не только ритмическим!) разрезов.

В сложившейся геологической практике для количественной оценки прошедшего времени широко используются радиометрические датировки. В силу различных причин (которые здесь не рассматриваются) радиометрические оценки стратиграфических границ мезозоя и кайнозоя часто весьма далеки от желаемой точности. Для некоторых типов разрезов меловой системы более приемлемые результаты доставляет применение основанных на определениях скорости процесса осадконакопления седиментометрических методов [10, с. 15].

Актуальность совместного применения седименто- и радиометрических методов для получения надежных значений временных оценок границ биостратиграфических подразделений представляется очевидной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А.С. Верхний отдел меловой системы // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 123—166.
2. Большаков В.А., Большаков П.В. Астрономическая теория палеоклимата — новая концепция // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1999. Т.7. № 6. С. 3—13.
3. Габдуллин Р.Р. Ритмичность верхнемеловых отложений Русской плиты, северо-западного Кавказа и юго-западного Крыма (строение, классификация, модели формирования). М.: Изд-во МГУ, 2002. 303 с.
4. Джаякришнан С., Плюснина И.И., Копаевич Л.Ф. Исследование известняков Юго-Западного Крыма методом ИК-спектроскопии // Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология. 1995. № 4. С. 57—66.
5. Имбри И., Имбри К.П. Тайны ледниковых эпох. М.: Прогресс, 1988. 263 с.
6. Йолкичев Н.А., Найдин Д.П. Верхний мел Северной Болгарии, Крыма и Мангышлака. Статья 2. Стратиграфия верхнего мела юго-западной части Горного Крыма // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1999. Т.74. В. 5. С. 48—59.
7. Кранов И.И. Опыт прогноза геологического и физико-географического развития Земли по ритмостратиграфическим схемам и астрономическим расчетам // Изв. АН СССР. Сер. географ. 1973. № 2. С. 9—19.

8. Малиновский Ю.М., Флоренский П.В. О связи циклических астрономических явлений с колебаниями климата и ритмичностью осадочных толщ // Проблемы планетарной геологии. М., 1963. С. 122—128.
9. Миланкович М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. М.-Л.: ГОНТИИ, 1939. 194 с.
10. Найдин Д.П. Новая радиометрическая шкала фанерозоя // Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология. 1983. № 6. С. 12—17.
11. Найдин Д.П. Уровень Мирового океана в конце мезозоя // Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология. 1985. № 3. С. 12—22.
12. Найдин Д.П. Астрономические вариации, флуктуации климата и ритмичность карбонатных толщ. Статья 1. Актуалистические предпосылки. Параметры земной орбиты и климат // Изв. вузов. Геология и разведка. 1989. № 10. С. 35—47.
13. Найдин Д.П. Астрономические вариации, флуктуации климата и ритмичность карбонатных толщ. Статья 2. Климатические флуктуации и ритмичные карбонатные толщи мезозоя // Изв. вузов. Геология и разведка. 1990. № 6. С. 29—43.
14. Найдин Д.П. Эвстазия и эпиконтинентальные моря Восточно-Европейской платформы в поздне меловую эпоху. Статья 1. Океаносфера и моря платформы // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1995. Т. 70. В. 2. С. 41—58.
15. Найдин Д.П. Эвстазия и эпиконтинентальные моря Восточно-Европейской платформы. Статья 2. Верхнемеловые секвенции платформы // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1995. Т. 70. В. 5. С. 49—65.
16. Найдин Д.П., Алексеев А.С. Разрез отложений сеноманского яруса между речью Качи и Бодрака (Крым) // Изв. вузов. Геология и разведка. 1980. № 4. С. 11—25.
17. Найдин Д.П., Алексеев А.С. Значение данных океанского бурения для интерпретации обстановки накопления и условий обитания фауны сеномана Горного Крыма // Эволюция организмов и биостратиграфия середины мелового периода. Владивосток, 1981. С. 7—21.
18. Найдин Д.П., Кияшкоч С.И. Геохимическая характеристика пограничных отложений сеноман/турон Горного Крыма. Статья 1. Литологический состав, содержание органического углерода и некоторых элементов // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1994. Т. 69. В. 1. С. 28—42.
19. Найдин Д.П., Копеевич Л.Ф. Внутриформационные перерывы верхнего мела Мангышлака. М.: Изд-во МГУ, 1988. 140 с.
20. Фролов В.Т., Джайаكريшнан С. Циклиты верхнемеловых известняков Горного Крыма и их возможная природа // Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология. 1996. № 4. С. 59—66.
21. Циклическая и событийная седиментация // Под ред. Г. Эйнзелье, А. Зейлахера. М.: Мир, 1985. 502 с.
22. Шмуратко В.И. Теория М. Миланковича и функциональное моделирование палеоклиматов. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 151 с.
23. Voer P.L. de, Wonders A.A.H. Astronomically induced rhythmic bedding in Cretaceous pelagic sediments near Moria (Italy) // Milankovitch and Climate. Pt 1. Dordrecht. 1984. P. 177—190.
24. Carozzi A. New eustatic model for the origin of carbonate cyclic sedimentation // Archives des Sciences Geneve. 1986. V. 39. fasc. 1. P. 53—65.
25. Fischer A.G. Gilbert-bedding rhythms and geochronology // Geol. Soc. America Spec. Pap. 183. 1980. P. 93—104.
26. Fischer A.G. Cyclostratigraphy of Cretaceous chalk-marl sequences // W.G.E. and E.G. Kauffman (eds). Evolution of the Western Interior Basin. Geol. Ass. Canada Spec. Pap. 39. 1993. P. 283—295.
27. Fischer A.G., Bottjer D.J. Orbital forcing and sedimentary sequences // J. Sedimentary Petrology. 1991. V. 61, P. 1063—1069.
28. Gale A.S. Cyclostratigraphy // Advances in Modern Stratigraphy. P. Doyle and M.R. Bennett (eds). 1998. P. 195—220.
29. Gale A.S., Hancock J.M., Kennedy W.J. Biostratigraphical and sequence correlation of the Cenomanian successions in Mangyshlak (W. Kazakhstan) and Crimea (Ukraine) with those in southern England // Bulletin Institut royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre. V. 69. Suppl.A. 1999. P. 67—86.
30. Gilbert G.K. Sedimentary measurement of Cretaceous time/ Journal of Geology. 1895. V.3. P. 121—127.
31. Haq B.U., Hardenbol J., Vail P.R. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic // Science. 1987. V. 235. P. 1156—1176.
32. Morner N.-A. Eustasy and geoid changes // J. of Geology. 1976. V. 84. P. 123—151.

Московский государственный университет
Рецензент — В.М. Цейлер