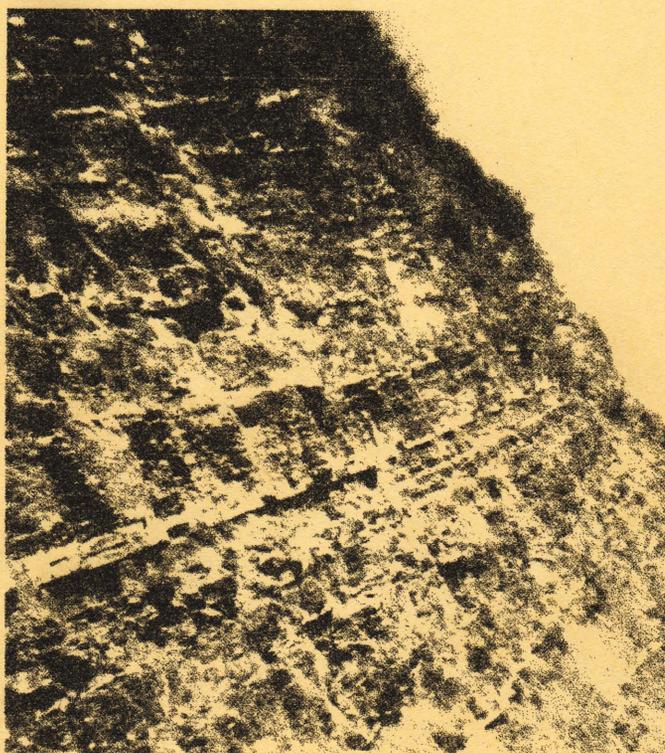


Р.Р. ГАБДУЛЛИН

РИТМИЧНОСТЬ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ РУССКОЙ ПЛИТЫ,
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА
И ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА
(СТРОЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ,
МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ)



Издательство Московского университета

Р.Р. Габдуллин

**РИТМИЧНОСТЬ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ РУССКОЙ ПЛИТЫ,
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА
И ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА
(СТРОЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ,
МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ)**

*250-летию Московского государственного университета
им. М.В. Ломоносова посвящается*



1755-2005

Издательство
Московского университета
2002

УДК 551.7
ББК 26.323
Г 12

Габдуллин Р.Р. Ритмичность верхнемеловых отложений Русской плиты, Северо-Западного Кавказа и Юго-Западного Крыма (строение, классификация, модели формирования). – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 304 с.

В книге систематизированы существующие представления о терминологии, классификации, механизмах и моделях формирования ритмичности карбонатных толщ. Впервые приведены результаты исследования ритмично построенных карбонатных толщ верхнего мела Русской плиты, ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа комплексированием литолого-геохимических, палеонтологических, петромагнитных и статистических методов на современном научном уровне. Предложена новая единая классификация типов ритмов для эпиплатформенных нефлишевых и флишевых разрезов. Установлена батиметрическая зональность типов ритмов и моделей условий их формирования. Для ряда разрезов определено время формирования ритмов и их связь с астрономо-климатическими циклами Миланковича.

Для студентов геологических специальностей и специалистов — геологов, изучающих строение и генезис ритмичных толщ.

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук *Д.П. Найдин*,
доктор геолого-минералогических наук *В.Т. Фролов*

Печатается по постановлению Ученого совета
геологического факультета МГУ

Монография удостоена первой премии
Всероссийского конкурса на лучшую работу
по актуальным проблемам геологических наук
и геологоразведочных работ в 2001 г

Издание осуществлено в авторской редакции

ISBN 5-211-04631-5

© Габдуллин Р.Р., 2002

Введение

Природа ритмичности карбонатных толщ на уровне элементарных ритмов хорошо изучена за рубежом и слабо изучена в России и странах СНГ. Между тем этот вопрос имеет важное теоретическое и практическое значение. Природа карбонатных ритмов весьма проблематична: часто она для одних и тех же разрезов интерпретируется по-разному с привлечением ряда противоречащих друг другу климатических, палеогеографических моделей. В настоящее время отмечена связь формирования нефтематеринских пород с ритмичным колебанием уровня моря. Циклические изменения климата и ландшафтно-географических условий, восстанавливаемые по ритмичным разрезам - важный аспект для прогноза и поиска месторождений полезных ископаемых. Широкая площадная распространённость и выдержанность ритмичных пачек в изученных разрезах позволяет опознавать и прослеживать отложения при проведении геологосъёмочных работ.

В качестве объекта исследования автором были выбраны ритмичные карбонатные толщи верхнемеловых отложений Русской плиты, СЗ Кавказа и ЮЗ Крыма. Их всестороннее изучение и стало основной целью работы. Конкретные задачи состояли из изучения строения ритмов и их классификации, определения механизмов и моделей формирования ритмичных толщ, а также палеогеографических условий седиментации.

Автором были впервые комплексно, на современной теоретической основе изучены ритмично построенные карбонатные толщи верхнего мела Русской плиты, ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа комплексированием литолого-геохимических, палеонтологических и петромагнитных методов на современном научном уровне. Предложена классификация петротипов элементарных ритмов для эпиплатформенных нефлишевых и флишевых разрезов. Систематизированы представления о терминологии, существующих механизмах и моделях формирования ритмичности карбонатных толщ. Одна модель, постулирующая циклическое растворение карбонатного осадка предложена впервые для ритмичных толщ, содержащих глинистые прослои и закономерно повторяющиеся в разрезе панцири, разделяющие пласты мергеля (известняка) и глины. Установлена батиметрическая зональность петротипов ритмов и моделей условий их формирования.

Практическая ценность работы заключается в возможности использования полученных результатов при расчленении и корреляции верхнемеловых отложений Русской плиты и её южного обрамления и для построения литолого-палеогеографических карт указанных территорий, прогнозирования районов распространения нефтематеринских пород.

Сбор фактического материала на протяжении 1995-1998 гг. заключался в описании 22 разрезов верхнемеловых отложений (рис. 1) в естественных обнажениях и карьерах Русской плиты (Брянская область — 3, Белгородская область — 1, Ульяновская область — 1, Саратовская область — 4), ЮЗ Крыма (Бахчисарайском район — 9) и СЗ Кавказа (Краснодарский край — 4). Отобранные из этих разрезов 617 образцов горных пород затем были изучены с применением физико-химических, петрографических, литологических, палеонтологических и петромагнитных методов. Изучено 135 шлифов. 442 образца были подвергнуты комплексным петромагнитным исследованиям, 434 образца — определению концентрации диоксида углерода, 399 образцов — определению содержания органического углерода. Масс-спектральный анализ изотопов $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ был проведён по 137 образцам, рентгено-фазовый анализ — по 6 образцам. Образцы



Условные обозначения: ■ -1; ▲ -2; ● -3; - - -4;

Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов. Условные обозначения: 1 — города; 2 — разрезы; 3 — Бахчисарайский район ЮЗ Крыма (разрезы: Сельбухра, Мендер, Аксу-Дере, Кизил-Чигир, Беш-Кох); 4 — административные и государственные границы

использован при составлении палеогеографических карт для позднего сеномана, раннего кампана и позднего маастрихта в рамках проекта «Peri-Tethys» на заседаниях рабочих групп в Москве в 1997 и 1998 гг.

Автор глубоко признателен Е.Ю.Барaboшкину за многочисленные рекомендации и советы. Автор выражает признательность за консультации, помощь в определении ископаемого материала, совместные полевые наблюдения и лабораторные исследования, а также предоставленный фактический материал А.С.Алексееву и Л.Ф.Копаевич (МГУ), Е.М.Первушову (СГУ), А.Ю.Гужикову, А.В.Иванову, Е.В.Попову и А.Б. Богачкину (НИИ Геологии СГУ), Н.А.Бондаренко (КубГУ), А.М.Никишину (МГУ), Т.В.Любимовой (КубГУ), А.В.Маринину и Т.А.Кузьмичёвой (МГУ), А.Б.Выдрику и Ф.С.Кочкину (МГУ). Автор выражает благодарность Е.Кеппенсу (Брюссельский Университет, Бельгия), А.Донт (Королевский музей естественной истории, г. Брюссель, Бельгия), В.Хю (Геомар, г. Киль, ФРГ), Г.Вайсерту (Геологический институт, г. Цюрих, Швейцария), М.Н.Щербаковой (МГУ), В.С.Вишневской (Институт литосферы окраинных и внутренних морей РАН), М.А.Левитану (Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН), А.Г.Олферьеву («Геосинтез-Центр»), Ю.О.Гаврилову (ГИН РАН), Е.А.Щербининой (ГИН РАН), В.Н.Беньямовскому (ГИН РАН), Е.В.Щепетовой (ГИН РАН), за консультации, рецензирование и помощь при лабораторных исследованиях.

Особую благодарность автор выражает Д.П.Найдину и В.Т.Фролову за помощь и рецензию работы.

пород анализировались в лабораториях геологического факультета МГУ, ГИН РАН, НИИ Геологии СГУ (Саратов) и Института земных технологий Брюссельского Университета (Бельгия).

Акцент был сделан на изучении строения и происхождения терригенно-карбонатных ритмичных толщ верхнего мела. Ритмы в терригенно-кремнистых и кремнистых верхнемеловых толщах автором не изучались.

Материал, собранный в процессе работы над монографией был

Глава 1. Методика изучения ритмичности в карбонатных толщах

Методика изучения ритмичности в карбонатных толщах является частным случаем методики исследования циклитов и приложением циклического анализа. По В.Т.Фролову (Фролов, 1995) изучение циклитов включает: 1) процедуру опробования каждого элемента цикла и даже слойка с прицелом на оценку изменения свойств пород по телу циклита; 2) сбор максимально возможного объёма количественных данных, особенно по толщине слоёв для обнаружения “вложенной”, более мелкой цикличности; 3) зарисовку и фотографирование циклитов. Зарубежные исследователи придерживаются аналогичной схемы изучения ритмичных толщ.

На стадии полевых наблюдений (Иванов, Македонов, Иванов, 1975) автор производил описание разреза и отбор образцов для петрографических, физико-химических и петромагнитных исследований. Также на этой стадии производились палеоэколого-палеонтологические наблюдения. Отбор образцов из ритмичных толщ осуществлялся автором двумя способами. Первый способ заключался в отборе минимум одного, максимум четырёх — пяти образцов из выделенных элементов ритма. Для уточнения распределения физико-химических параметров отдельные интервалы разреза отбирались детально с постоянным шагом в 5—25 см.

Отобранные образцы подвергались комплексному исследованию, включавшему основные петрографические, химические и петромагнитные методы. Ввиду невозможности проведения массовых исследований по ряду методов для всех изученных разрезов, для небольшой их части были выполнены дополнительные исследования, включавшие: рентгено-фазовый анализ (3 разреза), масс-спектральный анализ изотопов $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ (2 разреза), ряд палеоэколого-палеонтологических анализов (4 разреза).

Полученные автором данные физических, химических и др. анализов изображались графически. Данные располагались справа от литологических колонок. При рисовке литологической колонки подчёркивался профиль выветривания, что сразу придавало разрезу ритмичный облик, значительно облегчая восприятие графики.

Следующим шагом являлось генетическое истолкование данных изучения (Фролов, 1995 а) — выяснение генетического типа циклита. Генетическое истолкование облегчается при прослеживании циклитов на площади, при построении или наличии ранее созданных фациально-палеогеографических карт.

Одним из видов исследования и интерпретации природы ритмичности являются методы математического (статистического) изучения цикличности. Это направление, по мнению В.Т.Фролова (Фролов, 1995 а) ещё находится на стадии накопления материала. Тем не менее, эти данные используются в работах российских учёных (Афанасьев, 1980). За рубежом, напротив, это направление активно развивается на протяжении последних 10—15 лет. Компьютерные методы математической статистики, основанные на разложении периодических функций в ряды Фурье и Уолша, подсчитывают вероятную связь флуктуаций определённых параметров по разрезу с астрономическими циклами Миланковича. При наличии этой связи компьютер идентифицирует тип цикла (прецессии, эклиптики и эксцентриситета) и их количество в рассматриваемом разрезе (Schwarzacher, 1993). Результаты компьютерного моделирования при изучении

ритмов не всегда принимаются зарубежными исследователями (Ricken, 1994). Автором для трех разрезов был проведен спектральный анализ (Фурье).

Методы изучения ритмичности карбонатных толщ

Для решения поставленных задач автором был проведён ряд основных (петрографических, химических, палеонтологических, палеоэкологических) исследований. Одним из видов основных методов были петромагнитные исследования пород, выполненные сотрудниками НИИ Геологии СГУ по образцам, собранным автором. Дополнительные исследования были произведены сотрудниками геологического факультета МГУ, ГИН РАН, ВСЕГЕИ на образцах, отобранных автором. Они включали ряд физико-химических и палеоэколого-палеонтологических методов. Исследования состояли из полевого и лабораторного этапов изучения. Для ряда ритмичных разрезов были применены также компьютерные методы математической статистики.

Петрографические методы. Данные методы (Фролов, 1992) направлены на определение цвета, структуры, формы зёрен, текстуры, минерального состава, включений, физических свойств и вторичных изменений пород. Они осуществлялись как на полевой стадии изучения разреза, так и в лабораторных (камеральных) условиях.

Макроскопическое изучение пород на обнажении. Автором производилось описание 23-х разрезов верхнемеловых отложений Русской плиты, ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа. Кроме визуального макроскопического определения литологических типов осадочных пород производилось послойное описание разреза с замером мощностей слоёв. В основу выделения ритмичности были положены петрографические признаки (критерии). Они заключались в установлении различий чередующихся элементов ритмов по цвету, структуре, текстуре, минеральному составу, включений, физическим свойствам и вторичным изменениям. Среди вторичных изменений следует отметить различие элементов ритмов по профилю выветривания. Выветривание чередующихся в разрезе элементов ритмов с разными физическими свойствами приводит к формированию “зализованных лбов” и “западин”. Это обстоятельство делает ритмично построенные разрезы хорошо заметными и облегчает картирование ритмичных пачек.

Микроскопическое изучение пород в шлифах. Методика изучения пород в шлифах подробно описана в работе В.Т.Фролова (Фролов, 1992). Шлифы были сделаны в шлифовальной лаборатории геологического факультета МГУ. Описание шлифов производилось на микроскопах МИН-8 и ПОЛАМ на кафедрах литологии и петрографии Геологического факультета МГУ. Фотографирование шлифов осуществлялось автором на микроскопе МИН-5 в фотолаборатории геологического факультета МГУ. При съёмке использовалась фотоплёнка “Свема-100”, фотографии печатались на глянцево-контрастной бумаге с разбросом увеличений от 36 до 175 крат.

В результате проведённых петрографических исследований в верхнемеловых отложениях Русской плиты, СЗ Кавказа и ЮЗ Крыма были выделены ритмичные и аритмичные толщи, установлены литотипы карбонатных ритмов.

Химические методы нацелены на определение минерального, элементного состава исследуемых пород в лабораторных условиях (Фролов, 1992) и включали: *определение содержания диоксида углерода (CO_2)* объёмным методом на аппарате Кнопша-Фрезениуса (Методы изучения осадочных пород, 1957), *определение содержания органического углерода (Сорг.)* методом авто-

матического кулонометрического титрования по величине рН на экспресс-анализаторе АН-7529 (Гусева, Соболева, 1989), а также масс-спектральный анализ. *Масс-спектральный анализ изотопов $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$* производился автором и сотрудниками института геологических наук Свободного Университета г. Брюссель (Бельгия) относительно стандарта NBS на масс-спектрометре «Delta E» Методика масс-спектроскопии изотопов углерода и кислорода, типовые схемы масс-спектрометра и установки для получения масс-спектроскопических проб CO_2 , а также формула пересчёта данных $\delta^{13}\text{C}$ по стандарту NBS в стандарт PDB описаны в работе Э.М.Галимова (1968). Основной целью применения данного метода было определение температуры воды в палеобассейне.

В большинстве разрезов в результате химических исследований получено циклическое распределение концентраций CO_2 и Сорг., изотопов кислорода и углерода, подтверждающее обоснованность выделения карбонатных ритмов по данным петрографических методов. Данные химических методов позволили уточнить минеральный состав литотипов ритмов и оценить условия их формирования.

Физические методы. *Рентгено-фазовый анализ* производился на рентгеновском дифрактометре ДРОН-4. Результаты анализа автоматически обрабатывались на ЭВМ в программе «X-ray». Методика рентгеновского анализа описывается в работе В.Г.Шлыкова (1991). Рентгеновский анализ является очень информативным методом определения минерального состава пород, а для достоверной диагностики глинистых минералов - единственным. Таким образом, основной целью этого метода являлось определение глинистых минералов. Данные исследования проведены В.Г.Шлыковым на кафедре инженерной геологии геологического факультета МГУ.

Итогом *рентгено-фазового* исследования стало определение ряда глинистых минералов, не установленных по данным петрографических методов. Уточнённые данные о минеральном составе мергелистых известняков и мергелей позволили более точно восстановить условия их формирования.

Петромагнитные методы. Магнитная дифференциация пород в стратиграфическом разрезе обусловлена изменениями условий формирования осадков. Скачкообразные петромагнитные изменения обусловлены резкой сменой седиментационных обстановок, в связи с размывами и перерывами в осадконакоплении. Петромагнитная ритмика в разрезах адекватно отражает седиментационную ритмичность (Молостовский, Храмов, 1997). Петромагнитная ритмичность также может являться следствием диагенетических процессов, однако эта связь пока слабо изучена. Таким образом, применение петромагнитных методов целесообразно для изучения ритмичных разрезов.

Целью петромагнитных исследований являлось воссоздание обстановки седиментации в палеобассейне путём комплексного анализа минералов-магнетиков в изученных разрезах. Достоинством данного метода можно считать возможность определения тонкодисперсных ферромагнитных минералов, не диагностируемых при макро- и микроскопическом изучении пород.

Петромагнитные исследования состояли из определения: *магнитной восприимчивости (k); естественной остаточной намагниченности (Jn); остаточной намагниченности насыщения (Jrs); разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения (Hcs) и прироста магнитной восприимчивости после нагрева до 500°C в воздушной среде (dk)*. Кроме этого, с целью диагностики видов минералов-носителей остаточной намагниченности, проводился *дифференциальный термический магнитный анализ (ДТМА)*.

Карбонатные породы обладают слабой естественной магнитностью. Для измерения *остаточной намагниченности* и *магнитной восприимчивости* пород использовались приборы JR-4 и ИМВ-2, соответственно. Иногда значения k варьируют от 1 до $2 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, а J_n — от 0.01 до 0.05 нТ. Столь малые величины петромагнитных параметров сравнимы с погрешностью измерений аппаратуры и в таких случаях не использовались для анализа. При детритной природе J_n начальные (регрессивные) стадии ритмов характеризуются обычно накоплением осадков с повышенной магнитностью, в конечных (трансгрессивных) стадиях происходят заметные спады намагниченности. Если магнитная ритмика обусловлена изменениями геохимических обстановок в палеобассейнах, то заметные повышения J_n и k сопряжены с трансгрессивными стадиями, когда в условиях восстановительной среды идёт активное формирование аутигенных магнитных фаз: пирротина и грейгита в ассоциации с тонкодисперсным магнетитом (Молостовский, Храмов, 1997).

Величины *магнитной восприимчивости* и *остаточной намагниченности* пород существенно возрастают после воздействия на них лабораторным магнитным полем или температурой. Величину *остаточной намагниченности насыщения* возможно определить только при относительно равномерном поступлении магнитного материала в осадок, когда вариации значений J_n и k невыразительны. Магнитная дифференциация усиливается до значимой путём воздействия на породу постоянным магнитным полем, вплоть до её насыщения, с последующим замером J_{rs} . Примером использования такой методики могут служить слабомагнитные верхнемеловые отложения Волго-Донского района (Молостовский, Храмов, 1997).

Прирост магнитной восприимчивости. Петромагнитная дифференциация разрезов по параметрам, связанным с температурным воздействием на породы (например, dk), объективно отражает вариации в концентрациях изначально немагнитных или слабомагнитных железосодержащих минералов (пирит, марказит, сидерит, гидроксиды железа), которые отчётливо фиксируются магнитометрически при искусственных нагревах за счёт своего превращения в ферромагнитные соединения в окислительной или восстановительной среде (Молостовский, Храмов, 1997). Происхождение ряда вышеперечисленных минералов (например, пирита и марказита) связано с восстановительной средой в осадке или в бассейне седиментации. Однако, в некоторых случаях нельзя исключать и диагенетической природы этих слабых ферромагнетиков.

Оценка *разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения* позволяет определять минеральный состав тонкодисперсных ферромагнетиков.

Кроме замеренных параметров анализировались графики расчетных параметров - линейного коэффициента корреляции между J_{rs} и H'_{cs} и, в особенности, дисперсий J_{rs} , H'_{cs} . Коэффициенты корреляций и дисперсии рассчитывались в скользящем окне в 5 образцов, с шагом окна в 1 образец. Как правило, при неясной ритмичности замеренных параметров, рассчитанные по ним параметры (например, дисперсия) имеют отчётливо выраженный ритмичный характер. Сопоставление расчётных параметров при петромагнитных исследованиях (например, медиан, средних арифметических) с замеренными целесообразно для вычисления аномального эффекта возмущения объекта, его геофизической природы (Павловский, Галичанина, 1977).

Данный комплекс исследований и их интерпретация проводилась сотрудниками НИИ геологии СГУ А.Ю.Гужиковым, А.Б.Богачкиным и студентом И.А.Дундиным в г. Саратове. Методика петромагнитных исследований,

геологическая интерпретация петромагнитных данных с применением типовых литолого-магнитных моделей изложена в работе Э.А.Молостовского и А.Н.Храмова (1997).

В большинстве разрезов была выявлена петромагнитная ритмичность. Анализ петромагнитной ритмичности в изученных разрезах позволил получить ценную информацию об условиях их формирования. В ряде разрезов была установлена ритмичность поступления терригенного магнитного материала в палеобассейны седиментации и/или ритмичные вариации газового режима придонных вод с формированием сульфидов железа. Установлена петромагнитная ритмичность в визуально аритмичном разрезе (Сенгилей). Петромагнитная ритмичность позволила произвести более детальное расчленение изученных разрезов, разделив их на петромагнитные комплексы. Сопоставление данных петромагнитных исследований с результатами петрографических, физико-химических и литологических методов позволило оценить эволюцию палеобассейнов (фазы трансгрессий и регрессий).

Палеоэкологические методы. Объектом изучения для палеонтологических методов являются фоссилии. Цель методов заключается в восстановлении условий среды седиментации в палеобассейне.

Палеоэкологический анализ палеонтологических остатков организмов и следов их жизнедеятельности можно отнести как к палеонтологическим, так и литологическим методам исследования осадочных пород (Геккер, 1957). По В.Т.Фролову (1992), палеоэкологический анализ относится к литологическим методам. Основными задачами палеоэкологии является выяснение образа и условий жизни тех или иных форм или целых сообществ геологического прошлого. Полученные данные позволяют реконструировать палеогеографические условия в бассейне седиментации. Методика комплексных палеоэкологических исследований, объединяющих ряд методов, подробно изложена в работе Р.Ф.Геккера (1957). Следует отметить, что наиболее благоприятными для палеоэкологического анализа являются толщи, состоящие из чередования слоёв различного литологического состава и, в связи с этим, заключающие различные комплексы фауны и флоры (Геккер, 1957). Таким образом, данный метод целесообразно применять к ритмично построенным карбонатным толщам.

Актуалистический метод. Использование сведений об образе жизни и условиях обитания живущих организмов разного таксономического ранга и биоценозов для суждения об образе жизни и условиях обитания родственных организмов и палеоценозов, существовавших в геологическом прошлом (Захаров, 1988). В изученных разрезах автором был установлен нижеследующий ряд родов двустворчатых моллюсков, брахиопод и морских ежей, существующих ныне. Данные по экологии этих организмов приведены на таб. 1. Экология морских ежей родов *Echinocorys*, *Micraster* и *Comulus* изучена менее основательно. Известно (Бондаренко, Михайлова, 1997), что все они заселяли рыхлые грунты, а роды *Echinocorys* и *Micraster* обитали в норах на глубине 2—5 см.

Сравнительный анализ групп организмов различных одновременных ископаемых фаций (Геккер, 1957) использовался автором на заключительной стадии палеоэкологических исследований, когда анализировались данные по ряду разрезов, принадлежащих одному бассейну седиментации.

Близкими к палеоэкологическим исследованиям являются палеоэколого-палеонтологические методы.

Палеоэколого-палеонтологические методы. Исследование фоссилизации организмов безусловно является очень важным аспектом исследования.

Таблица 1

	Род	Глубина, м	Газовый режим	Температура воды, °С	Солёность, ‰	Примечание
1	<i>Pecten</i> (J—Q)	0,5—900, обычно 10-50	эвриоксидный	8,8—23,5	стеногалинный, редко — эвригалинные формы	Заселяют все типы грунтов. Необходимы течения. Волновое воздействие нежелательно. Питаются диатомеями и мелкими ракообразными.
2	<i>Chlamys</i> (J—Q)	1—90, обычно 2-50	эвриоксидный	1—5	2—38	Заселяют все типы грунтов, кроме илистых. Питаются диатомеями, спорами водорослей, ракообразными, форамениферами и личинками моллюсков.
3	<i>Ostrea</i> (T—Q)	4—100	эвриоксидный (до 15 суток)	0—32, теплолюбивы	12—30	Питаются растительным и животным детритом, личинками моллюсков и червей, веслоногими рачками
4	<i>Glycymeris</i> (K—Q)	эврибатный, 0—1000	стенооксидный	9—12, 18—21	25—33, стено- и эвригалинные формы	Заселяют любой грунт. Предпочтительнее — песчаный. Питаются детритом.
5	<i>Pteria</i> (S—Q)	1—374, обычно 6-60	стенооксидный	14—16, 25-32	стеногалинный, не выносят опреснения	Заселяют твердый грунт. Избегают течений и прибоев. Обитают в чистой и прозрачной воде. Питаются диатомеями и инфузориями.
6	<i>Pholadomya</i> (J—Q)	нет данных	нет данных	теплолюбивы	нормальная	Заселяют илистые грунты, тихие заводи.
7	<i>Nucula</i> (S—Q)	эврибатный, 2—2000	эвриоксидный (до 17 суток)	3—10, эвритермны	33—25	Зарываются в рыхлый илистый или песчано-илистый субстрат. Поедаются рыбами и хищными гастроподами.
8	<i>Lingula</i> (S—Q)	до 40—100 м	нет данных	теплолюбивы	выносят опреснение	Заселяют рыхлые грунты. Переносят загрязнение воды.
9	<i>Cidaris</i> s. l. (T ₃ —Q)	до 4000, обычно 75—100	стенооксидный	стенотермны	стеногалинный	Заселяют илистые грунты. Питаются губками и горгонидами.

Экология родов пеллеципод (1—7), брахиопод (8) и морских ежей (9), установленных в изучаемых разрезах (Давиташвили, Мерклин, 1966; Михайлова, Бондаренко, 1997; Arduini, Teruzzi, 1986; Bromley, 1996; Walker, Ward, 1992)

Тафономический метод нельзя в строгом смысле отнести к палеоэкологическим исследованиям, скорее всего это пропалеоэкологический метод (Захаров, 1988). Таким образом, данный метод находится на стыке палеонтологических и палеоэкологических методов. Проведённая автором, оценка автохтонности/аллохтонности остатков организмов, растворения, деформации и окатанности раковин организмов позволяет определить динамический режим седиментации.

Важным аспектом в изучении условий формирования ритмичности являются ихнофоссилии. Пелагические и гемипелагические ритмичные карбонатные разрезы могут быть практически лишены остатков макрофауны и хорошо определяемой микрофауны. В таком случае информация об условиях седиментации может быть получена при помощи ихнофоссилий. Данному вопросу посвящена серия работ (Ricken, 1994; Savrda, Bottjer, 1994; Bromley, 1996 и др.). Изучение комплексов ихнофоссилий позволяет установить: 1) примерную глубину бассейна седиментации (по ассоциациям ихнофоссилий (таб.2)); 2) газовый режим в придонных частях бассейна (по количеству и таксономическому составу ихнофоссилий (таб. 3)); 3) систематические группы бентосных организмов, от которых не сохранились фрагменты скелета, но остались следы их жизнедеятельности. Последнее обстоятельство позволяет контролировать и существенно дополнять данные палеоэкологического анализа по макрофоссилиям.

Таблица 2

Особенности батиметрического распределения ихнофоссилий и их ассоциаций (Хэллем, 1983). Примечание: жирно выделены ихнофоссилии, встречающиеся в изученных разрезах

Абиссаль - батиналь, глубоководные условия	«Промежуточные» условия	Шельф, мелководные условия	Формы, встречаемые более чем в одной ассоциации
ассоциация <i>Nereites</i>	ассоциация <i>Zoophycos</i>	ассоциация <i>Cruziana</i>	
<i>Nereites</i> s. str., <i>Dictyo-dora</i> , <i>Helmintoida</i> , <i>Cosmorhapha</i> , <i>Urohelmin-toida</i> , <i>Paleomeandron</i> , <i>Scolicia</i> меандрирующая, <i>Spirophycos</i> , <i>Spirodesmos</i> , <i>Spirorhapha</i> , <i>Lophoctenium</i> , <i>Oldhamia</i> , <i>Palaeodictyon</i> , следы акропод	<i>Zoophycos</i>	<i>Cruziana</i> , <i>Teichichnus</i> , <i>Thalassinoides</i> , <i>Ophiomorpha</i> , <i>Rhizocorallum</i> , <i>Asteracites</i> , <i>Bergaueria</i> , <i>Conostichus</i> , <i>Solicycl</i> , <i>Lockiea</i> , <i>Curvolithus</i> , <i>Gyrochorte</i> , <i>Phycodes</i> , <i>Diplocraterion</i> , <i>Asterosoma</i>	<i>Chondrites</i> , <i>Phycosiphon</i> , <i>Scolicia</i> , <i>Taenidium</i> , <i>Fucusopsis</i> , <i>Nereites</i> (<i>Scalarituba</i>)

Определение примерной глубины палеобассейна основано на использовании данных о батиметрическом распределении современных следов жизнедеятельности бентосных организмов. Эти результаты были получены с помощью океанографических наблюдений аквалангистов и пилотов глубоководных спускаемых аппаратов, а также глубоководного фотографирования ложа Мирового океана при помощи зондов.

Таблица 3

Характеристика выделенных ихноценозов (по Bromley, 1996; Gingras et al., 1998; Olivero, 1996).

Ассоциация	<i>Cruziana</i>		<i>Zoophycos</i>	Формы, встречаемые более чем в одной ассоциации		
Ихнофоссилии	<i>Thallass.</i>	<i>Teichichnus</i>	<i>Zoophycos</i>	<i>Chondrites</i>	<i>Planolites</i>	<i>Phycosiphon</i>
Следы	питания			питания или хемосимбиоза	питания	
Следы жизнедеятельности	ракообразных	пеллеципод	ксенофор, полихет, пеннатуляций	нет данных	? иглокожих, скафопод, пеллеципод, гастропод	нет данных
Субстрат	рыхлый, мягкий					
Ландшафтно-геоморфологическая область	дистальная дельта, береговой склон	устье, береговой вал, продельта, дельта, береговой склон	продельта, береговой склон	устье, береговой вал, продельта, дельта, береговой склон		
O ₂ режим	стенооксигенные		эвриоксигенные		стенооксигенные	эвриоксигенные
диаметр норки	> 1,5 см	< 1,5 см	мм - см	мм	> 1,5 см	> 1,5 см
относительная глубина проникновения в осадок	небольшая	небольшая	очень большая	большая	средняя	средняя - большая

Тип, морфология, размер и количество биотурбаций на единицу площади или объема — вот критерии для определения кислородного режима в поровой воде осадка и придонной воде. В случае обилия ихнофоссилий, их разнообразия и большой плотности осадок формировался в аэробных условиях и наоборот, однотипность ходов (обычно *Chondrites*) и их небольшое количество свидетельствуют о дизаэробных условиях (Ricken, 1994; Savrda, Bottjer, 1994). На данный момент разработана методика подсчета площади биотурбированных пород в разрезе (Miller, Smail, 1997). В случае сильной аноксии признаки биотурбаций исчезают вовсе и имеет место формирование сезонных прослоев (“варв”).

При аэробных условиях возрастает скорость метаболизма бактериального мира в поровой воде осадка и, следовательно, повышается температура осадка. При анаэробных условиях происходит понижение температуры и растворение карбоната кальция, однако при сильной аноксии разложение органики и

растворение карбонатов не происходит. Известны случаи нахождения чистых известняков с полным отсутствием ихнофоссилий в обстановках почти полной аноксии (Эйнзеле, 1985).

Цикличность в распределении ихнофоссилий (следствие циклических изменений кислородного режима) известна и хорошо изучена в верхнемеловых ритмичных карбонатных разрезах Апеннин и Западного Внутреннего Бассейна США (Savrda, Bottjer, 1994).

Следует отметить, что по степени деформации норок возможно оценить уплотнение (компакцию) осадка. Автор не производил количественную оценку компактизации ихнофоссилий. Однако, в своих наблюдениях на разрезах автором фиксировалась значительная степень деформации норок.

Количественные методы. Количественные методы свойственны как палеонтологии, так и палеоэкологии. В разрезе карьера Сенгилейского цементного завода автором анализировалось *таксономическое распределение* макрофоссилий по разрезу (*палеонтологический метод*). С позиции палеоэкологии автором применялся *количественный метод* для *сравнительного анализа групп организмов разновременных фаций* (Геккер, 1957). В палеоэкологии позволяют количественно оценить разнообразие и популяционную плотность составляющих видов (Захаров, 1988). Проблемой является отсутствие общепринятых методов количественного учёта окаменелостей. Поэтому часто применяются полуколичественные методы, когда частота встречаемости экземпляров оценивается не цифрами, а приближенными числовыми оценками (1—2 экземпляра — «очень редко», 3—5 экземпляров — «редко» и т.д.). Кроме работы Р.Ф.Геккера (1957) методика проведения этих исследований подробно описана в работе В.А.Захарова (1988).

Подсчёт отношения планктонных и бентосных фораминифер. Количественное отношение бентосных и нектонных форм микрофоссилий в разрезе позволяет приблизительно оценивать глубину бассейна (Горбачик и др., 1996). Т.А.Кузьмичёвой (МГУ) был произведён подсчёт отношения планктон (*Rotalipora cushmani* (Morrow), *R. greenhornensis* (Morrow), *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), *Pr. gibba* Klaus, *Hedbergella planispira* (Tappan), *H. portsdownensis* (W.-Mitchel), *Dicarinella* sp., *Whiteinella archeoretacea* Pessagno, *W. brittonensis* (Loeblich et Tappan)) / бентос (*Lenticulina* sp.) по шести образцам для пластов известняка и мергеля из сеноманских ритмичных карбонатных разрезов.

В результате проведённых палеоэкологических и палеоэколого-палеонтологических исследований были получены данные о предполагаемой температуре, глубине, солёности, гидродинамическом режиме, структуре дна бассейна седиментации, газовом режиме в момент формирования карбонатных разрезов, хорошо коррелируемые с данными химических методов (масс-спектрокопия). В ряде ритмичных разрезов было установлено циклическое изменение вышеуказанных параметров, что позволило определить ведущие факторы формирования карбонатных ритмов. В визуальном ритмичном Сенгилейском разрезе установлена циклическая смена палеогеографических условий (глубины, газового режима, и т.д), хорошо коррелируемая с ритмичным распределением химических и петромагнитных параметров.

Математические методы анализа периодичности геологических процессов. Изученные комплексом методов разрезы были исследованы на закономерность повторения литологических компонент (элементов) ритмов и вариаций различных параметров одновременно с определением времени формирова-

ния ритмов. Автором были использованы три метода. Первый – восстановление сводного ритморазреза с последующим определением времени формирования ритмов по шкале времени (Hardenbol et al, 1998) путем деления продолжительности временного интервала на соответствующее ему число ритмов. Таким методом были исследованы разрезы верхов среднего сеномана-верхнего сеномана (6 разрезов) и маастрихта (1 разрез) Бахчисарайского района ЮЗ Крыма.

Второй – подсчет среднего числа осцилляций параметров по разрезу с последующим делением продолжительности интервала на число пиков. Используются 10 шкал времени: van Hinte, 1975; Harland, 1982; Palmer, 1983; Naq, 1987; Harland, 1989; Cowie, 1989; Odin, 1990; Obradovich, 1993; Gradstein & Ogg, 1994 и Hardenbol et al, 1998. Попутно считалось совпадение (%): отношение числа шкал по которому выделены циклы Миланковича к общему числу шкал. Вторым методом был применен для всех карбонатных ритмичных интервалов разрезов.

Третий – спектральный Фурье-анализ на ЭВМ. Для трех разрезов (СГОК, Вольск, Сельбухра) был применен метод *спектрального анализа (разложение в ряд Фурье)* периодического распределения замеренных параметров. Подробно математическая основа этого метода и ряда других методов изложены в ряде работ (Айнемер, Одесский, 1975; Schwarzacher, 1993). А.И. Айнемер и И.А. Одесский (1975) разделяют математические методы анализа ритмичности (метод Бюи-Балло), цикличности (метод Маркова) и периодичности (метод Фурье). Одним из методов анализа периодичности является метод Уолша (Schwarzacher, 1993). В последнее время (Sbigneu, 1997) высказывается точка зрения о целесообразности комбинативного Марков-Миланкович (Фурье) подхода в циклостратиграфии. Выбор метода Фурье был обусловлен задачей оценки вероятной связи ритмичных флуктуаций параметров с циклами Миланковича путем анализа частоты распределения точек экстремума на осцилляционных кривых параметров. Необходимыми «граничными» условиями данного метода являются: 1) ритмичное распределение замеренных параметров в разрезе; 2) обильная фактологическая база (не менее 200 образцов или замеров); 3) равенство временного интервала между точками с результатами измерений.

Последнее обстоятельство вызывает определенное затруднение, т.к. даже в случае равенства шага отбора проб по разрезу невозможно гарантировать соблюдение равенства временных интервалов. К сожалению, необходимым условиям для применения этого метода отвечали только три разреза. Время седиментации в рассматриваемых карбонатных разрезах было рассчитано для скоростей седиментации 2, 3 и 5 см/тыс. лет.

Полученные результаты по трем методам подтвердили возможную связь ритмичности в ряде разрезов с астрономо-климатическими циклами. Следует отметить, что результаты трех методов не всегда хорошо коррелируются друг с другом.

Проведенный комплекс исследований позволил выделить ритмы в карбонатных породах верхнего мела Русской плиты и её южного обрамления, определить минеральный состав и установить циклическое распределение физических, химических и др. характеристик в выделенных ритмах, произвести типизацию ритмов, оценить существующие модели условий формирования карбонатных ритмов и ряд моделей применить для интерпретации природы ритмов.

Глава 2. Стратиграфия верхнемеловых отложений Русской плиты, Северо-Западного Кавказа и Юго-Западного Крыма

2.1. Стратиграфия верхнемеловых отложений Русской плиты

Общая характеристика верхнемеловых отложений Русской плиты

Верхнемеловые отложения Русской плиты широко распространены и представлены в основном морскими отложениями, в состав которых входят карбонатные и кремневые породы. Автором исследовались разрезы Воронежской антеклизы (г. Фокино и др. в Брянской области; г. Старый Оскол в Белгородской области) и Ульяновско-Саратовского прогиба (гг. Сенгилей, Хвалынский, Вольск, сел. Нижняя Банновка и др.). Сеноманские отложения Воронежской антеклизы и Ульяновско-Саратовского прогиба представлены песками и песчаниками. Туронские и коньякские — в основном пясчым мелом. В Брянской области распространены опоки коньякского яруса. На большей части рассматриваемой территории сантонские отложения — это пясчий мел, известняки и мергели. Глины и опоки получают широкое развитие в сантонских отложениях в разрезе у сел. Нижняя Банновка. Кампанские и маастрихтские отложения отсутствуют в изученных разрезах Воронежской антеклизы и присутствуют в разрезах Ульяновско-Саратовского прогиба, где представлены карбонатными и кремневыми породами.

В результате полевых работ установлены реперные уровни для сопоставления разрезов: внутри Ульяновско-Саратовского прогиба — толщина пясчего мела турона—коньяка; в пределах Воронежской антеклизы — два бентонитовых прослоя в пясчем мелу нижнего турона; Ульяновско-Саратовского прогиба и Воронежской антеклизы — фосфоритовые горизонты в песках и песчаниках сеномана; Русской плиты и Крыма — генетические эквиваленты ОАЕ-2 (поздний сеноман-ранний турон): «фосфоритовая плита» (Русская плита) и чёрные битуминозные сланцы (Крым). Синхронность образования фосфоритов Русской плиты, аккумуляции чёрных сланцев Крыма и битуминозных сланцев «уровня Бонарелли» позволяет коррелировать разрезы, рассматриваемые в работе с разрезами Европы и Атлантики (Ильин, Найдин, 1995).

Сеноманский ярус

Отложения сеномана на Восточно-Европейской платформе подразделяются на две или три части. В данной работе использовалась схема биостратиграфического расчленения верхнемеловых отложений по данным А.С.Алексеева, А.Г.Олферьева и С.М.Шик (рис. 2).

Нижнесеноманские отложения широко распространены на территории Русской плиты и представлены песками и песчаниками с горизонтами фосфоритовых конкреций. Вышележащие отложения сеномана полностью сохранились в пределах Польско-Литовской синеклизы и частично известны в некоторых других районах плиты (Герасимов и др., 1962).

Сеноманские отложения изучались автором в разрезах Воронежской антеклизы (карьер Стойленского ГОКа в Белгородской области, Фокинский карьер, сел. Бетово, Чернетово в Брянской области) и Ульяновско-Саратовском

		общая шкала			
МААСТРИХТСКИЙ ЯРУС	ПОДЪЯРУС нижний верхний	зоны и подзоны по аммонитам		зоны по планктонным	зоны по радиоляриям
		Belemnitella kazimiroviensis	Sphenodiscus binkhorsti	Abathomphalus mayaroensis	26 Neopholithus frequens
Belemnitella junior	Pachydiscus neubergicus	Gansserina gansseri	Globotruncana acgyptiaca	24 Reinhardtites levis	
Belemnella lanceolata	Sphenodiscus ubaghsi	Globotruncanella havanensis		23 Tranolithus phacelosus	
КАМΠΑНСКИЙ	верхний	Bostrychoceras polyplocum	Globotruncanita calcarata	22 Quadrum trifidum	
		Hoplitoplanticeras marroti	Globotruncana ventricosa	21 Quadrum nitidum	
	нижний	Delawarella campaniensis	Globotruncana elevata	20 Ceratolithoides aculeus	
		Placenticeras bidorsatum		19 Calculites ovalis	
САТОНСКИЙ	верхний	Eulophoceras australicum	Dicarinella asymmetrica	17 Calculites obscurus	
		Placenticeras polyopsis	Dicarinella concavata	16 Lucianorhabdus cayexii	
	нижний	Textanites gallicus		15 Reinhardtites anthrophoros	
КОНЫЯКСКИЙ	верхний	Paratextanites serratomarginatus	Dicarinella primitiva	14 Micula strarophora	
		Gauthiericeras margae			
	средний	Peroniceras tridorsatum	Marginotruncana sigali	13 Marthasterites furcatus	
ТУРОНСКИЙ	нижний	Forresteria (Harleites) petrocoriensis	Helvetoglobotruncana helvetica	12 Lucianorhabdus maleformis	
		Sabpronocyclus neptuni			
	средний	Romaniceras deverianum	Whiteinella archaeocretacea	11 Quadrum gardneri	
	нижний	Romaniceras ornatiissima			
	нижний	Romaniceras kallei			
СЕНОМАНСКИЙ	верхний	Kamerceroceras taronienae	Rotalipora cushmani	10 Microrabdulus decoratus	
		Mammites nodosoides			
	нижний	Watincoceras coloradoense	Rotalipora reicheli	9 Eiffellithus turriseiffii	
	нижний	Neocardioceras juddi			
	нижний	Metoicoceras geslinianum			
	нижний	Calicoceras guerangeri			
	нижний	Aliceras mihoceras			
нижний	Acanthoceras thotomagense				
нижний	Mantelliceras dixonii	Rotalipora brotzeni			
нижний	Mantelliceras saxbii				
нижний	Neostlingoceras caritabense				

Рис. 2. Корреляционная схема верхнего мела Русской плиты (по Алексею, Олферьеву, Шик, 1995 с дополнениями) прогибе (разрез у сел. Нижняя Банновка, Саратовская область).

Автором произведено попачечное расчленение верхнемеловых отложений Русской плиты. Сенومانским отложениям соответствует пачка I. Схема сопоставления сеноманских отложений в изученных разрезах приведена на рис. 3.

Воронежская антеклиз

Разрез верхнемеловых отложений Воронежской антеклизы неполный и характеризуется сокращенной мощностью его горизонтов. Сеноманские отло-

региональные подразделения		Воронежская антеклизва			Ульяновско-Саратовский прогиб (юг)	
зоны и подзоны по моллюскам		зоны и слои по фораминиферам		горизонт	юго-запад	центр
Hoplodiscus constriatus	Neobelempitella kazimiroviensis	Hanzawaia ekbloми		Новгородский Верхний	Новгородская серия	Суджанская свита
	Belemnitella junior	Brotzenella complanata				
	Belemnella sumensis	Spiroplectamina suturalis				
	Belemnella lanceolata	Globoprotalites embyensis				
Belemnitella langei	Belemnella licharewi	Brotzenella monterelensis		Новгородский Нижний	Новгородская серия	Суджанская свита
	Belemnitella langei naidini	Cibicides temirensis				
	Belemnitella langei langei	Gavelinella clementiana clementiana				
Belemnitella mucronata misonata Hoplitopraetiaceras coeseldiense	Belemnitella langei minor	Gavelinella stelligera		Алексеевский	Уничицкая свита	Пушкарёвская свита
	Goniotenthis gracilis - Belemnellocomax mammaliatus	Gavelinella thalmani				
Goniotenthis quadrata quadrata	Belemnitella mucronata alfa	Gavelinella kelleri		Дубенко-Дубенковский	Дубенко-Дубенковская свита	Роговская свита
Belemnitella mucronata alfa	Gavelinella moniliformis					
Actinocomax laevigatus - Belemnitella praecursor mucronatiformis	Goniotenthis granulata - Sphenoceramus patootensis	Gavelinella nana		Подгорно-Ивановский	Новоспольская свита	Мезинональный Роговская свита
Goniotenthis granulata - Sphenoceramus patootensis	Gavelinella cepomanica					
Sphenoceramus cardissoides	Magadiceramus subquadratus	Gavelinella globosa		Терепешанский	Севская свита	Можевелово-Ражная свита
Volviceras involutus	Cremnoceras crassus	Lingulogavelinella globosa				
Cremnoceras deformis	Cremnoceras brongniarti	Gavelinella globosa		Губкинский	Верхний	Мандрынская свита
Cremnoceras waltersdorffensis	Cremnoceras waltersdorffensis	Gavelinella globosa				
Inoceramus costellatus	Inoceramus striatocentricus	Gavelinella globosa		Губкинский	Нижний	Тускарвская свита
Inoceramus lamarccki - Inoceramus apicalis - Mytiloides hercynicus	Mytiloides labiatus - Praeactinocomax plena triangularis	Gavelinella globosa				
Inoceramus pictus bohemicus	Praeactinocomax plena	Gavelinella globosa		Брянский	Брянская серия	Дятьковская свита
Inoceramus pictus	Inoceramus crippsi	Gavelinella globosa				
Turrelites costatus	Mantelliceras mantelli - Schloenbachia varians	Gavelinella globosa		Брянский	Брянская серия	Полпинская свита
Mantelliceras mantelli - Schloenbachia varians	Gavelinella globosa					

жения Воронежской антеклизы представлены глауконит-кварцевыми песками (4—8 м), с фосфоритовыми гальками и стяжениями в основании и обычно лежащих на альбских песчано-глинистых отложениях. Горизонты с фосфатизированными остатками позвоночных и беспозвоночных животных в сеноманских песчаных отложениях Воронежской антеклизы называют «северским остеолитом» или «курским самородом» (Москвин и др., 1986). В сеноманских отложениях Воронежской антеклизы выделяются полпинская свита (нижний сеноман — зона *Turrilites costatus* среднего сеномана) и дятьковская свита (зона *Inoceramus crippsi* среднего сеномана — верхний сеноман), стратотипические разрезы которых расположены у сел. Полпино и Дятьково Брянской области. Полпинская и дятьковская свиты входят в состав брянской серии брянского горизонта (рис. 2).

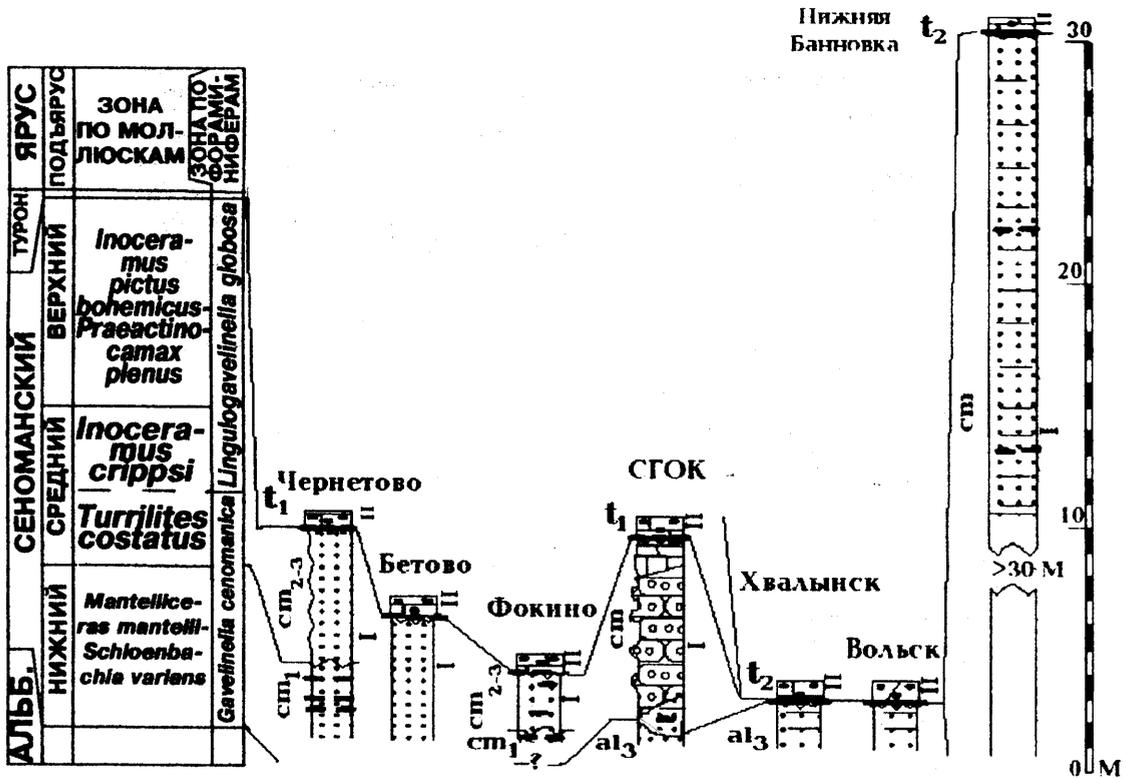


Рис. 3. Схема сопоставления разрезов сеноманских отложений Воронежской антеклизы и Ульяновско-Саратовского прогиба. Условные обозначения: 1 — глины; 2 — алевроиты; 3 — пески, рыхлые песчаники; 4 — песчаники; 5 — опоки; 6 — известковистые глины; 7 — сильно глинистые мергели; 8 — песчаные мергели; 9 —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

В работе рассматриваются разрезы карьера Стойленского ГОКа (г. Старый Оскол, Белгородская область), разрез карьера цементного завода у г. Фокино, сел. Бетово и Чернетово (Брянская область).

Ульяновско-Саратовский прогиб

Сеноманские отложения Ульяновского и Саратовского Поволжья представлены фосфоритонесными песками и алевроитами мощностью от 0 до 75—80 метров (Камышёва-Елпатьевская, 1967). В разрезах гг. Хвалынска и Вольска (север Саратовской области) они отсутствуют. Южнее, у сел. Нижняя Банновка туронские породы с размывом ложатся на сеноманские отложения (север Саратовской области). Отложения сеномана в Ульяновско-Саратовском прогибе

изучались в разрезе у сел. Нижняя Банновка (юг Саратовской области) на правом берегу р. Волги. Сеноманские отложения Ульяновско-Саратовского прогиба объединены в меловатскую свиту (рис. 2), стратотипический разрез которой находится в районе сел. Меловатка Волгоградской области на правом берегу р. Медведицы.

Пачка I. Пески зеленовато-сероватые, бурые, среднезернистые, глауконитовые. Песчаники бурые, ожелезнённые, плотные. Пачка содержит 2 или 3 горизонта фосфоритовых конкреций. Макрофоссилии представлены двусторонними моллюсками, в том числе устрицами, образующими банки; обилием остатков акул, химеровых и костистых рыб; рострами белемнитов, редкими аммонитами. Встречаются окаменевшие стволы деревьев *Cupressinoxylon kipri-janovi* и копролиты больших морских рептилий (Ильин, 1997). Мощность пачки - 0—50 м.

Нижний — верхний подъярусы

Разрез карьера цементного завода у г. Фокино (Брянская область). Разрез расположен в юго-восточном борту карьера цементного завода города Фокино в Брянской области. Сводный разрез сеноман—коньякских отложений Брянской области (на основе разрезов у г. Фокино, сел. Бетово и Выгоничи) приведён в работе А.В.Ильина и Д.П.Найдина (1995).

Пески зеленовато-сероватые, среднезернистые, глауконитовые. Видимая мощность составляет 2,5 м. Максимальная мощность пород сеномана в Брянской области составляет около 9,6 м (Ильин, Найдин, 1995). Пачка охарактеризована большим разнообразием макрофауны: *Amphidonte obliquatum*, *Entolium orbiculare*, *Merklinia aspera*, *Neithea* sp., а также *Praeactinocamax primus primus* (Ильин, Найдин, 1995). Встречены остатки акул (?*Acrolamna* sp., ?*Cretoxyrina* sp., *Paraorthacodus* sp., *Eostriatolamia subulata*, химеровых (*Elasmodus* sp.) и костистых (сем. *Enchodontidae*) рыб (определения выполнены Е.В.Поповым). Данная ассоциация беспозвоночных и позвоночных указывает на принадлежность этих отложений к нижнему и, возможно, среднему сеноману. В кровле пачки встречены ихнофоссилии *Thalassinoides*, *Teichnichmus*. Ритмичность в данном разрезе не обнаружена.

Разрез на окраине сел. Чернетово (Брянская область). Разрез расположен у южной окраины сел. Чернетово на правом берегу р. Десны выше Брянска.

Литологически данный разрез практически идентичен разрезу Фокинского карьера. В данном разрезе заключены два фосфоритовых горизонта. Видимая мощность разреза составляет более 8 метров. Находки ростров белемнитов *Praeactinocamax primus primus* характеризуют верхнюю часть нижнего сеномана. На возможную принадлежность пачки к верхнему сеноману могут указывать находки ростров белемнитов *Praeactinocamax cf. plenus longus* (зона plenus).

Разрез у сел. Нижняя Банновка (Саратовская область). Разрез верхнемеловых отложений расположен на склоне горы Сырт южнее селения Нижняя Банновка в Саратовской области на правом берегу р. Волги. Данный разрез хорошо изучен и описан в ряде работ (Архангельский, 1912; Милановский, 1940; Дервиз и др., 1959; Герасимов и др., 1962; Камышёва-Елпатьевская, 1967; Глазунова, 1972).

Пески и песчаники с двумя линзовидными фосфоритовыми горизонтами и поверхностями типа «твёрдое дно». Мощность пачки (видимая) составляет более 16,4 м. Полная мощность сеномана в данном разрезе оценивается в 50 м

(Милановский, 1940). Макрофауна: устричные банки *Amphidonte obliquatum*; раковины *Schloenbachia varians*; зубы акул. Отсюда происходят находки наннопланктона зоны CC10 (*Microrabdulus decoratus*) и планктона *Whiteinella archaeocretacea* (по неопубликованным данным А.Г. Олферьева).

Ритмичность проявляется в чередовании двух линзовидных фосфоритовых прослоев (0—0,35 м) и трёх интервалов песчаников и песков (6—7 м).

Нижний и средний (?) подъярусы

Разрез карьера Стойленского ГОКа (Белгородская область). Данный разрез расположен в северо-западном борту карьера Стойленского ГОКа КМА в г. Старый Оскол Белгородской области. Разрез был описан и изучен в ряде работ (Митнеев и др., 1958 ф.; Лионенко и др., 1967 ф.; А.Г. Олферьев, 1993 ф.).

В разрезе карьера Стойленского ГОКа в нижней части наблюдается пачка ритмичного переслаивания песчаников серых, серо-зелёных с бурыми железными плотными песчаниками (7—8 м). Макрофауна: зубы химер *Ischyodus «bifurcatus»* и акул *Protosquales sp.*; раковины *Neitheia sp.*; ростры *Praeactinocamax primus* (по определению А.С. Алексеева). Микрофауна: присутствуют сеноман—маастрихтские формы известкового наннопланктона *Manivitella redimiculata*, *Prediscosphaera cretacea* и сеноман—туронские *Broissonia matalosa*, и др. (материал определён М.Н. Овечкиной, МГУ).

Пачку песчаников подстилают линзообразные прослои глин, глинистых песков с фосфоритами (0—2,5 м). Ниже линзообразного прослоя располагается пачка песков и песчаников верхнего альба, из которых происходит найденный автором *Mortoniceras inflatum* (по определению Е.Ю. Барабошкина). Таким образом, граница верхнего альба и нижнего сеномана проходит по уровню линзообразных песков с фосфоритами.

В пачке прослеживается ритмичность (4 ритма типа «А»: плотный песчаник (0,2—0,3 м) — песок, песчаник (0,5—0,7 м).

Средний и верхний подъярусы

Разрез на окраине сел. Бетово (Брянская область). Разрез расположен в береговом обрыве у ставка на северо-западной окраине сел. Бетово, между сел. Бетово и Чернетово на правом берегу Десны выше Брянска.

В плохо обнажённом, покрытом оползневыми телами береговом обрыве видны отдельные выходы сеноманских песков пачки I. Видимая мощность составляет 4 м. В разрезе встречаются ростры белемнитов *Praeactinocamax primus primus* и *Actinocamax primus* (Ильин, Найдин, 1995).

Ритмичность не установлена.

Присутствие реперного уровня из двух фосфоритовых горизонтов в разрезах нижнего сеномана у сел. Чернетово и Нижняя Банновка, и трёх в разрезе у сел. Бетово позволяет хорошо коррелировать разрезы Ульяновско-Саратовского прогиба и Воронежской антеклизы. Отсутствие фосфоритовых горизонтов в разрезе у г. Фокино может быть объяснено выходом на поверхность верхней части отложений пачки I (Ильин, Найдин, 1995).

Туронский ярус

Схемы двучленного деления отложений турона на Восточно-Европейской платформе можно встретить в ряде работ (Герасимов и др., 1962; Москвин и др., 1986). В схеме биостратиграфического расчленения верхнемеломел-

вых отложений Русской плиты по данным А.С.Алексеева, А.Г.Олферьева и С.М.Шик, используемой в данной работе (рис. 2), использовано трёхчленное деление туронского яруса.

Отложения нижнего турона имеют локальное распространение: Польско-Литовская синеклиза, Калужская и Урало-Эмбенская область. Они представлены мергелями с *Inoceramus labiatus* и *In. hercynicus* (Герасимов и др., 1962). Нижнетуронские отложения присутствуют в разрезах Воронежской антеклизы (карьер СГОКа, карьер у г. Фокино, обнажения у сел. Бетово и Чернетово).

Средне- и верхнетуронские отложения широко распространены. Это мел, мелоподобные мергели и известняки с фосфоритовыми и кремнёвыми стяжениями. Они содержат *Scaphites geitnizi*, *Lewesiceras peramplum*, в северо-восточной провинции — *Actinocamax intermedius*, *Inoceramus lamarcki*, *In. apicalis*, *Micraster corbovis*, *M. leskei*, *Conulus subrotundus*, *C. subconicus*, Верхнетуронские отложения содержат *Micraster corstetudinarium*, *Holaster planus*. Данная ассоциация морских ежей и иноцерамов характерна для разрезов г. Вольска. Наибольшая мощность туронских отложений составляет 40—60 м в Польско-Литовской синеклизе. На значительных пространствах верхнетуронские отложения ложатся на нижний сеноман или различные горизонты более древних пород (Герасимов и др., 1962). Средне- и верхнетуронские отложения представлены писчим мелом в разрезах Воронежской антеклизы (карьер Стойленского ГОКа, г. Старый Оскол, Белгородская область и Ульяновско-Саратовского прогиба (обнажение на северной окраине г. Хвалынска, карьер цемзавода «Большевик» на окраине г. Вольска и разрез у сел. Нижняя Банновка, Саратовская область).

Воронежская антеклиза

В основании пачки туронских карбонатных отложений присутствуют «фосфоритовая плита» и «сурка» — песчанистая разновидность мела с фосфоритовыми желваками. «Фосфоритовая плита» и «сурка» маркируют асинхронный (изохронный) перерыв в осадконакоплении, охватывающий на Воронежской антеклизе временной интервал с сеномана по коньяк (Москвин и др., 1986). Возраст «сурки» в разрезах Брянской области в работах разных авторов варьирует от верхнего сеномана до турона (Ильин, Найдин, 1995). Вследствие этого положение сеноман—туронской границы в разрезах Брянской области остаётся дискуссионным (Ильин, Найдин, 1995). В изученных разрезах отложения нижнего турона перекрывают с размывом пески сеномана. Отложения нижнего турона представлены преимущественно писчим мелом с двумя прослоями бентонита. Присутствие бентонитовых прослоев в средней и верхней части нижнего турона позволяет хорошо коррелировать разрезы Брянской (Фокино и др.) и Белгородской (карьер Стойленского ГОКа) областей. По данным А.С.Алексеева, А.Г.Олферьева и С.М.Шик (1995), отложениям турона Воронежской антеклизы соответствует тускарьевская свита нижнего подгоризонта губкинского горизонта (рис. 2).

Схема сопоставления туронских отложений в изученных разрезах приведена на рис. 4.

Ульяновско-Саратовский прогиб

Нижнетуронские отложения зоны *labiatus* в Ульяновско-Саратовском

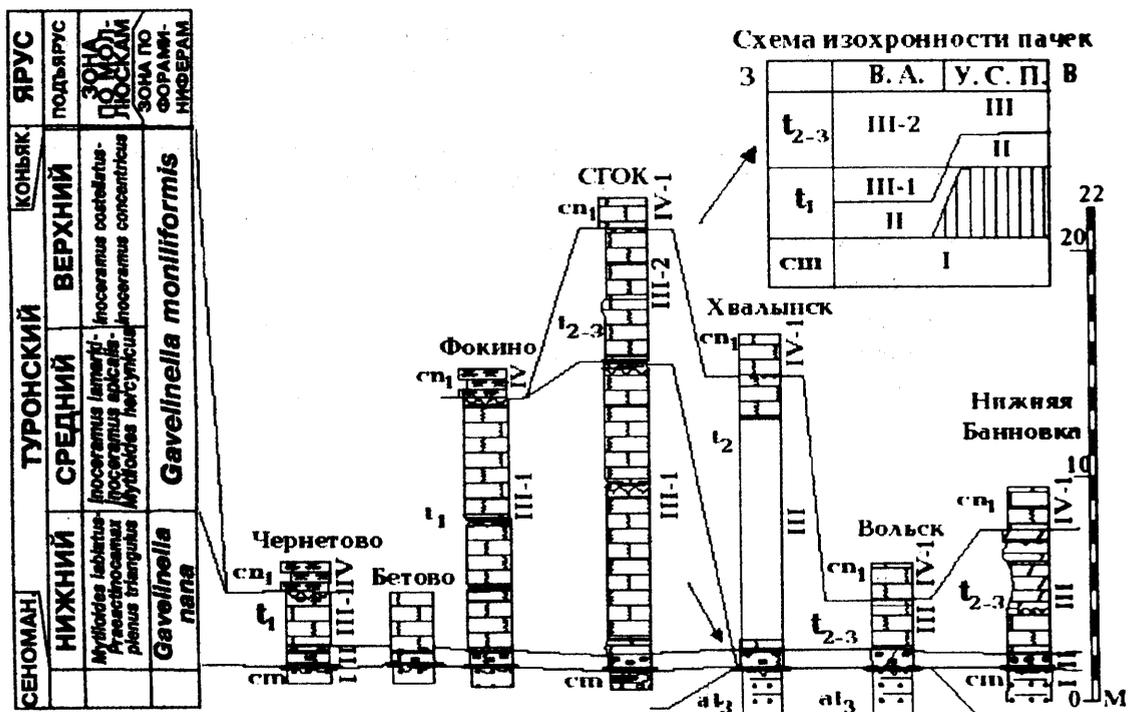


Рис. 4. Схема сопоставления разрезов туронских отложений Воронежской антеклизы и Ульяновско-Саратовского прогиба. Условные обозначения приведены на рис. 3

прогибе пользуются локальным распространением (Москвин и др., 1986) и не изучались автором. Средне-верхнетуронские отложения Ульяновско-Саратовского прогиба изучались в трёх разрезах Саратовской области, хорошо коррелируемых между собой (Хвалынский, Вольск, Нижняя Банновка). Данная толща имеет название «иноцерамовый мел», предложенное А.П.Павловым в 1887 г. Турон представлен пачкой писчего мела, в основании которой находится «фосфоритовая плита». Выше неё расположена «сурка». «Сурка» перекрывается белым чистым писчим мелом. Мощность туронских отложений в Вольско-Хвалынской впадине составляет 8—10 м (Камышёва-Елпатьевская, 1967). Визуально неотличимые от туронских, вышележащие коньякские отложения литологически идентичны туронским отложениям. Хорошим маркирующим горизонтом (реперным уровнем) при корреляции разрезов турона Саратовского Поволжья является фосфоритовый конгломерат в основании турона — «фосфоритовая плита» (Камышёва-Елпатьевская, 1951). Имеет место тенденция к увеличению мощности турона с севера на юг Вольско-Хвалынской впадины от 1 до 7 м (Дервиз, 1957). Туронские карбонатные отложения предлагается объединить в банновскую свиту (рис. 2). Стратотипическим разрезом следует считать разрез на горе Сырт у сел. Нижняя Банновка (Саратовская область).

Пачка II. «Сурка». Песчанистый мел (в Вольском разрезе — мергель) с равномерно рассеянными фосфоритовыми желвачками и горизонтами обломков призматического слоя иноцерам. В основании пачки присутствует «фосфоритовая плита» (отсутствует в Вольском разрезе) — сильно сконденсированный прослой сцементированных фосфоритовых желваков различной формы, степени окатанности чёрного и коричневого цвета с глауконитом. В пачке содержатся раковины устриц, кубки губок, окатанные зубы и позвонки акул. Мощность «фосфоритовой плиты» составляет 0,2 м, а пачки - 0,5—2 м. Ритмичность в данной пачке не установлена.

Нижний подъярус

Разрез карьера Стойленского ГОКа. Песчанистый мел с равномерно рассеянными фосфоритовыми желвачками. Туронский возраст «сурки» в данном разрезе подтверждается находками кальцисфер *Broisonia matalosa*, *Br. parca*, *Zygodiscus chelmiensis*, *Prediscosphaera spinosa*, совместно существовавших в туроне (по определению М.Н. Овечкиной). Макрофоссилии: раковины устриц, кубки губок рода *Ventriculites*, окатанные зубы и позвонки акул. Мощность «фосфоритовой плиты» - 0,2 м, а всей пачки - 0,7—1 м.

Разрез на окраине сел. Чернетово. Песчанистый мергелистый глауконитовый мел с фосфоритовыми желвачками и рострами белемнитов *Pr. plenus triangulus* (по данным Д.П.Найдина, МГУ), что указывает на нижнетуронский возраст пород. В основании пачки находится «фосфоритовая плита» (0,25 м). Мощность пачки составляет 0,9 м.

Разрез на окраине сел. Бетово. В основании пачки находится «фосфоритовая плита». Пачка плохо обнажена. Нижнетуронский возраст пачки в данном разрезе обоснован литологической идентичностью пачки II в разрезах Бетово и Чернетово. Мощность пачки составляет 1 м.

Нижний – верхний подъярусы

Разрез карьера цементного завода у г. Фокино. Песчанистый мергелистый глауконитовый мел с рассеянными фосфоритовыми желвачками. Отличительной особенностью пород этой пачки в данном разрезе от аналогичных отложений Белгородской области является светло-голубой, зеленоватый цвет мела, вызванный значительным содержанием глауконита. В разрезе встречаются раковины пелеципод и ростры белемнитов *Pr. plenus triangulus*, что указывает на нижнетуронский возраст пород данной пачки (Ильин, Найдин, 1995). По неопубликованным данным Л.Ф.Кобаевич (МГУ) и Л.М.Осиповой («Геосинтез») в пачке установлен ниже-верхнетуронский комплекс фораминифер *Ataxophragmium nautiloides* и *Gavelinella praeinfrasantonica*, что значительно расширяет стратиграфический диапазон. В основании пачки находится «фосфоритовая плита», содержащая большой комплекс макрофауны: губки, черви-серпулиды, пелециподы, обломки аммонитов, фрагменты скелета ракообразных (*Eryma* sp.), стволы деревьев с ходами древоточцев; зубы и позвонки акулорыб; зубы, позвонки и фрагменты костей ихтиозавров. Большинство фоссилий представлены переотложенными фосфоритовыми ядрами (*Schloenbachia* sp.), окатаны или деформированы. «Фосфоритовая плита» маркирует сеноман—туронскую границу. Мощность «плиты» равна 0,2—0,3 м, а пачки — 0,5—0,7 м.

Средний и верхний подъярусы

Разрез карьера цемзавода «Большевик», г. Вольск (Саратовская область). Данный разрез расположен в северо-западном борту карьера цементного завода «Большевик» (г. Вольск Саратовской области). Разрезы окрестностей г. Вольска и карьеров цементных заводов детально изучены, их описание приводится в ряде работ (Архангельский, 1912; Матесова, 1930; Милановский, 1940; Дервиз и др., 1959; Герасимов и др., 1962; Камышёва-Елпатьевская, 1967; Глазунова, 1972).

Туронские отложения представлены карбонатными породами среднего-верхнего подъяруса с раковинами *Inoceramus lamarcki* и панцирями морских ежей, с размывом перекрывающими альбские песчанистые тёмно-серые глины.

Мергель с фосфоритовыми желваками и горизонтами обломков призматического слоя мощностью 2 м. Мощности иноцерамовых горизонтов убывают снизу вверх по разрезу от 0,1—0,25 м до 0,04—0,05 м. Встречены ожелезненные обломки мела. В основании пачки — аналог «фосфоритовой плиты» (0,3 м). Мергель, переполненный стяжениями фосфоритов разной формы, в основном полуокатанными. Их максимальная концентрация сосредоточена в средней части аналога «плиты».

Разрез у селения Нижняя Банновка. Песчанистый мел (0,8 м) с равномерно рассеянными фосфоритовыми желвачками. В слое встречены раковины устриц. В основании пачки — «фосфоритовая плита» (0,3—0,4 м). Фосфоритовые желваки хорошо окатаны, чёрного и коричневого цвета.

Пачка III. Писчий мел белый, светло-серый, желтовато-сероватый. Пачка содержит многочисленные макрофоссилии: белемниты, иноцерамы, брахиоподы, морские ежи, зубы акул, чешую рыб, копролиты и ихнофоссилии. Пачка изохронна: нижний и верхний турон на Воронежской антеклизе и средний и верхний турон в Ульяновско-Саратовском прогибе. В пачке установлена ритмичность. Мощность пачки составляет 2,5—20 м. В нижней части (*подпачка III-1*) — с двумя бентонитовыми прослоями и панцирями (Воронежская антеклиза).

Разрез карьера Стойленского ГОКа. Нижний подъярус. Подпачка III-1. Писчий мел (13 м) с двумя прослоями бентонита и тремя поверхностями размыва. Второй прослой маркирует границу с основанием верхнего турона, представленного писчим мелом. Нижний турон (зона *Gavelinella nana*, по данным А.Г. Олферьева). Установлена ритмичность, аналогичная таковой в разрезе Фокинского карьера. Выделен один ритм «мел — глина» (петротип «Л») и один ритм «мел — мергель» (петротип «М»). Количество ритмов в данном разрезе совпадает с числом ритмов в туронских отложениях Фокинского карьера.

Средний и верхний подъярусы. Подпачка III-2. Чистый писчий мел мощностью 6,5—7 м с *Inoceramus lamarcki*, что подтверждает присутствие среднего турона. По микрофауне, по данным А.Г. Олферьева, эта толща соответствует зоне *Gavelinella moniliformis* (средний и верхний турон). Выделены три панциря. Ритмичность представлена переслаиванием пластов плотного и рыхлого мела в интервале разреза. Мощность слоёв плотного мела всегда в 2-3 раза меньше мощности пластов рыхлого мела и составляет (0,4—0,5 м). Встречены ритмы типа: «мел — мел» (петротип «Н»).

Пачка III содержит богатый комплекс фауны, это: двустворки *Dianchora spinosa*, устрицы «*Ostrea*» sp., пектениды, морские ежи-цидароиды, акулы *Cretoxyrhina* sp. Встречены следы жизнедеятельности *Teichichmus* и *Planolites*. Нижний турон содержит 2 ритма, средний и верхний турон — 1 ритм.

Разрез карьера цементного завода у сел. Фокино. Нижний подъярус. Подпачка III-1. Писчий мел (12 м) с тремя поверхностями размыва в средней части разреза. Порода микроскопически представляет собой биокристаллокластический известняк, в большинстве своём сложенный из скелетов кокколитофорид (Ильин, Найдин, 1995). Присутствуют два глинистых прослоя, возможно, близких к бентониту (фото 68). Пачка содержит большое количество раковин брахиопод (ринхонеллид *Cretirhynchia robusta* и теребратуллид), иноцерам, устриц («*Ostrea*» sp.), зубы акул (*Cretoxyrhina* sp.), чешую рыб и копролиты, полностью состоящие из чешуи рыб. Следует отметить находки ростров белемнитов *Pr. plenus* subsp. (материал определён Д.П. Найдиным, МГУ), подтверждающие нижнетуронский возраст пачки (зона *plenus triangulus*). В кровле пачки присут-

ствует поверхность размыва. В пачке установлены следы жизнедеятельности *Thalassinoides*, *Teichichnus* и *Planolites*.

В данной подпачке установлена ритмичность, представленная переслаиванием пластов мела с глинистыми прослоями. Чередующиеся слои разделяются поверхностями размыва. Таким образом, возможно выделение 2-х ритмов типа: мел — глина (петротип «Л»), или 3-х ритмов типа: мел — «хард граунд».

Разрез на окраине сел. Чернетово. Нижний подъярус. Подпачка III-1. Писчий мел (2,5—3 м) с раковинами брахиопод (ринхонеллид *Cretirhynchia robusta* и теребратуллид), обломками призматического слоя иноцерам. Подпачка литологически идентична аналогичной подпачке в разрезе у г. Фокино. В отложениях пачки не установлены зональные формы макрофауны однако возраст пачки определяется как нижнетуронский из-за литологического сходства с Фокинским разрезом. В кровле пачки наблюдается серо-розовый окремнелый «хард-граунд».

Ритмичность в данной подпачке не установлена.

Разрез на окраине сел. Бетово. Нижний подъярус. Подпачка III-1. Писчий мел с обломками иноцерам и ростров белемнитов, зубами акул *Cretoxyrhina* sp. Туронские отложения перекрываются четвертичными, представленными суглинками и почвой. Мощность подпачки составляет 3 м.

Отложения турона данного разреза по своему составу аналогичны отложениям в разрезах у г. Фокино и сел. Чернетово. Ритмичность в данном разрезе не установлена.

Разрез на северной окраине города Хвалынска (Саратовская область).

Данный разрез верхнемеловых отложений расположен на склоне горы Богданихи на правом берегу Волги в окрестностях г. Хвалынска в Саратовской области. Разрез хорошо изучен и описан в ряде работ (Архангельский, 1912; Милановский, 1940; Герасимов и др., 1962).

Средний и верхний подъярусы. Белый писчий мел, слабо биотурбированный (10 % от объема породы) с роcтрами *Actinocamax intermedius*, фрагментами панцирей морских ежей и обломками призматического слоя иноцерам. Порода микроскопически представляет собой известняк биокристаллокластический. Видимая мощность составляет 2 м. Основная часть разреза скрыта под оползневыми телами, общая мощность турона оценивается приблизительно в 15 м (Архангельский, 1912).

Ритмичность в данных отложениях не обнаружена (фото 67).

Разрез карьера цемзавода «Большевик», г. Вольск (Саратовская область). Желтовато-серый мел, иногда окремнелый, мощностью 2,5 м. Микроскопически данная порода представляет собой известняк биокристаллокластический. Отложения пачки содержат: *Inoceramus lamarcki*, *In. apicalis*, *Scaphites geitnitsi*, *Lewesiceras peramplum*, *Micraster corbovis*, *M. leskei*, *M. corstetudinarium*, *Holaster planus*, *Conulus subrotundus*, *C. Subconicus*. Среднетуронский возраст отложений данной пачки устанавливается по присутствию зональных видов *Inoceramus lamarcki*, *In. apicalis*. Верхний турон устанавливается по находкам иглокожих *Micraster corstetudinarium*, *Holaster planus*. В работе М.Н.Матесовой (Матесова, 1930) из туронских отложений отмечались также массовые находки устриц, брахиопод, зубов и обызвествленных позвонков акулловых рыб. Фаунистический комплекс турона Вольска во многом похож на одновозрастных комплекс Старого Оскола. В туронских отложениях встречены следы жизнедеятельности *Chondrites*, *Teichichnus* и *Planolites*.

Ритмичность отсутствует.

Разрез у селения Нижняя Банновка. Писчий мел, мергелистый мел и мергели. Зона *lamarcki*, средний—верхний турон (пачка III). Отсюда также происходят находки *Actinocamax intermedius*. Мощность отложений пачки составляет около 5,5—6 м. Без видимого резкого контакта толща переходит в «губковый слой».

Пачка III. Плитчатый мел, микроскопически представляющий собой известняк биокристаллокластический и мелоподобные биокристаллокластические мергели (5,8 м). Ритмичность представлена переслаиванием пластов мергеля (0,5—2 м) и мела (1—2,2 м). Выделено 2 ритма петротипа «М».

Коньякский ярус

Схемы двучленного деления коньякских отложений на Восточно-Европейской платформе можно встретить в ряде работ (Герасимов и др., 1962; Москвин и др., 1986). В данной работе принято трехчленное деление.

Рассматриваемые в работе коньякские отложения наблюдались в разрезах Воронежской антеклизы (карьер Стойленского ГОКа, г. Старый Оскол, Белгородская область и разрез карьера цементного завода у сел. Фокино и у сел. Чернетово, Брянская область) и Ульяновско-Саратовского прогиба (карьер цементного завода «Большевик», г. Вольск и обнажение на северной окраине г. Хвалынска в Саратовской области).

Воронежская антеклиза

Коньякские отложения Воронежской антеклизы представлены писчим мелом, опоками и трепелами. Нижнеконьякские отложения всегда представлены писчим мелом. Опоки и трепела верхнего коньяка в Брянской области несогласно перекрывают нижележащие породы турона. В верхнем течении р. Десны (Брянская область) выпадают из разреза верхние горизонты верхнего турона и нижнего коньяка. В Белгородской области писчий мел верхнего подъяруса с небольшим размывом ложится мел нижнего подъяруса. Автором изучена толща писчего мела нижнего и верхнего подъяруса в разрезе карьера Стойленского ГОКа, пачка кремнистых мергелей и опок верхнего подъяруса в разрезе карьера у г. Фокино, пачка опок у сел. Чернетово.

На Воронежской антеклизе отложения чернетовской свиты соответствуют нижнему коньяку, а жиздринской свиты — среднему и верхнему коньяку.

Ульяновско-Саратовский прогиб

Писчий мел нижнего коньяка Ульяновско-Саратовского прогиба согласно сменяет аналогичные породы турона (гг. Хвалыnsk, Вольск). Достоверно присутствие среднеконьякских отложений подтверждается находками *S. crassus*, *S. schloenbachi* и *Echinocorys gravesi* (Москвин и др., 1986). Верхнеконьякские отложения устанавливаются по находкам *Volviceramus involutus*. Мощность коньякских отложений в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба не превышает 20—30 м (Москвин и др., 1986). В Вольско-Хвалынской впадине мощность отложений коньяка меняется от 1,5—2 м в Хвалынске до 3—4 м в Вольске (Камышёва-Елпатьевская, 1967). Отложения коньяка объединяются в вольскую свиту (решения совещания РМСК 11—12.01.2001). В работе рассмотрены разрезы окрестностей гг. Хвалыnsk и Вольск.

Схема сопоставления коньякских отложений приведена на рис. 5.

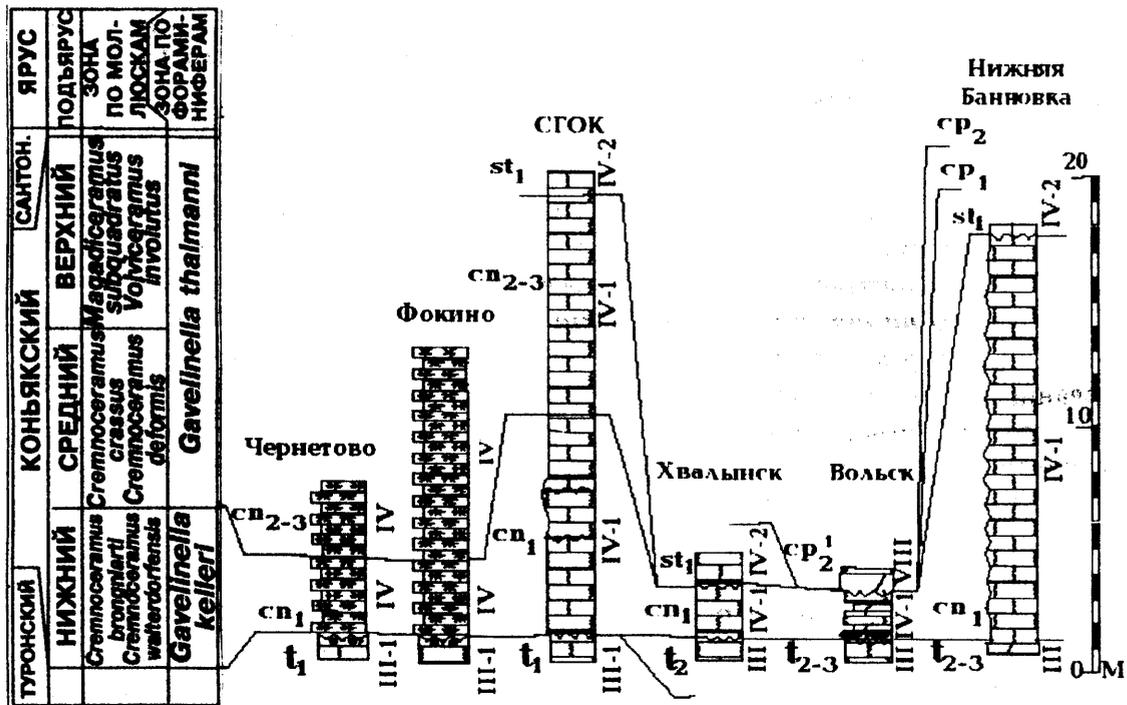


Рис. 5. Схема сопоставления разрезов коньякских отложений Воронежской антеклизы и Ульяновско-Саратовского прогиба. Примечание: мощности ритмов в разрезах Чернетово, Фокино и Н. Банновка показаны условно. Условные обозначения приведены на рис. 3

Пачка IV. Желтовато-серые, иногда зеленоватые кремнистые мергели и опоки (запад Воронежской антеклизы) или чистый белый писчий мел с губковым горизонтом в верхней части. Породы содержат многочисленные ихнофоссилии и фоссилии: иноцерамы, устрицы, губки, брахиоподы. Мощность пачки варьирует от 4—9 м (запад Воронежской антеклизы), до 30 м (юг Воронежской антеклизы). Пачка охватывает отложения коньяка — нижнего сантона.

Нижний и верхний подъярус

Разрез карьера Стойленского ГОКа. Писчий мел пачки IV соответствует в разрезе СГОКа нижнему и верхнему коньяку (*подпачка IV-1*), а также нижнему сантону (*подпачка IV-2*). Деление данной пачки на подпачки основано не столько на литологических, сколько на биостратиграфических критериях.

Подпачка IV-1. Писчий мел. Микроскопически — известняк биокристаллокластический. По данным А.Г.Олферьева, в разрезе представлены отложения нижнего и верхнего подъяруса. Нижний коньяк (зона *Gavelinella kelleri*) представлен писчим мелом (6,5 м) с одной поверхностью размыва. Эрозионный контакт и вышележащий горизонт обломков призматического слоя иноцерам маркируют несогласную границу нижнего и верхнего коньяка. Верхний коньяк (зона *Gavelinella thalmani*) — это писчий мел (9 м). Отсюда происходят находки *Volviceramus involutus* (Герасимов и др., 1962).

Встречен следующий комплекс макрофауны: спатангоидные ежи *Micraster rogalae* (Лионенко и др., 1967 ф.), цидароидные ежи, устрицы рода *Ostrea*. В коньякских отложениях СГОКа установлены следы жизнедеятельности *Thalassinoides*, *Teichichmus* и *Planolites*.

Ритмичность установлена только в породах верхнего коньяка: один ритм петротипа «Н»: плотный мел (1 м) — рыхлый мел (5,5 м).

Разрез карьера цементного завода у г. Фокино. Желтовато-серые кремнистые мергели и опоки с *Cremonoceras rotundatus* и *C. walterdorfensis* (по данным А.Г.Олферьева, «Геосинтез») и *Magadiceramus subquadratus* (по данным Д.П.Найдина, МГУ). В основании пачки — прослой серого мергеля мощностью 1—2 м, в подошве которого находится окремненный панцирь бежевого цвета. Пачка перекрывается вышележащими четвертичными отложениями, представленными суглинками и почвой. Мощность пачки составляет 7—9 м.

Слабая ритмичность проявляется в профиле выветривания.

Разрез на окраине сел. Чернетово. Зеленовато-серые опоки с ржавыми пятнами, содержащие аналогичный Фокинскому комплекс макрофауны. В основании пачки находится поверхность окремненного «твёрдого дна». Пачка перекрывается четвертичными отложениями (суглинками и почвой). Мощность пачки составляет 4 м.

Ритмичность не установлена.

Нижний подъярус

Разрез на северной окраине города Хвалынска. Подпачка IV-1. Белый, светло-серый крупноглыбовый твёрдый пясчистый мел (микроскопически — известняк биокристаллокластический) с фрагментами раковин теребратуллитид и ринхонеллитид, устриц «*Ostrea*» sp., обломками призматического слоя иноцерам и скелетов морских ежей *Micraster* sp. Мощность отложений пачки составляет 3,5 м. На нижнеконьякский возраст данной пачки указывают находки *Cremonoceras brongniarti* (Архангельский, 1912). Мощность коньякских отложений в окрестностях г. Хвалынска по данным В.Г.Камышёвой-Елпатьевской (1967) составляет 1,5—2 м.

В данной пачке ритмичность не обнаружена.

Разрез карьера цемзавода «Большевик». Подпачка IV-1. Желтовато-серый мел (микроскопически — известняк биокристаллолитокластический) мощностью 1,5—2 м. В верхней части наблюдается зеленовато-серый мергелистый мел с фосфоритовыми стяжениями и глауконитом, мощностью 0,5 м. Общая мощность отложений коньяка составляет 2—2,5 м. На принадлежность данных отложений к нижнему подъярису указывают находки *Cremonoceras wandereri*. Морские ежи в изобилии встречаются в разрезах района г. Вольска (Матесова, 1930, 1935; Герасимов, 1962). Отмечались находки устриц и аммонитов (Матесова, 1930).

Ритмичность в данных отложениях не установлена.

Разрез у селения Нижняя Банновка. Подпачка VI-1. Серовато-белый мел (биокристаллокластический известняк), мощность 15—16 м. Ритмичность представлена чередованием слоёв мела (тип «Н») и поверхностей размыва. Число ритмов оценивается равным 25, мощность равна 19—20 м (фото 69).

Сантонский ярус

Сантонский ярус на Восточно-Европейской платформе подразделяется на две части. В основании сантонских отложений почти повсеместно выражен перерыв. Основание сантона в Поволжье (например, в разрезе у сел. Нижняя Банновка, Саратовская область) представлено «губковым слоем». Это пачка мергелей, обогащённых фосфоритовыми стяжениями с ядрами моллюсков и

обильными кубками губок. В некоторых районах Поволжья, например в Вольске, сантонские отложения отсутствуют (Герасимов и др., 1962). Следует отметить неоднозначность в трактовке положения пограничных с кампаном слоёв, а особенно полосатой серии и ее аналогов. В работах исследователей «саратовской школы» слои с *Hypoxytoma tenuicostata* хотя и относят к верхам сантона, но и не рекомендуют для использования этого вида в качестве зонального (Иванов, 1995). По мнению Д.П. Найдина (Герасимов и др., 1962), «птериевые слои» соответствуют нижним слоям кампана. В любом случае положение сантон — кампанской границы остаётся дискуссионным. В работе принимается точка зрения «московской школы». Сантонские отложения изучены на Воронежской антеклизе в карьере Стойленского ГОКа (Белгородская область) и в Ульяновско-Саратовском прогибе у сел. Нижняя Банновка (Саратовская область).

Сопоставление сантонских отложений приведено на рис. 6.

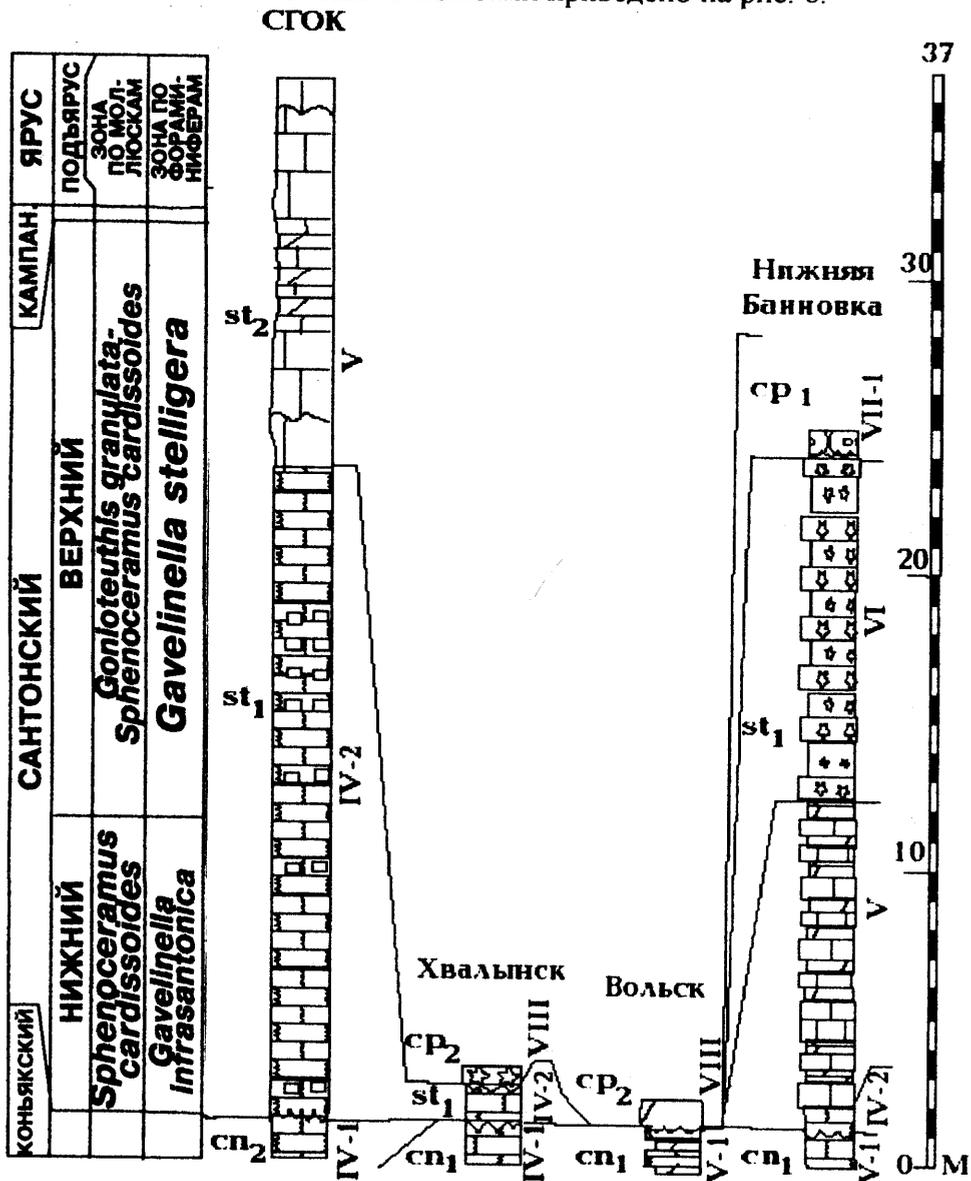


Рис. 6. Схема сопоставления разрезов сантонских отложений Воронежской антеклизы и Ульяновско-Саратовского прогиба. Примечание: мощности ритмов в верхнем сантоне разреза Н. Банновки показаны условно. Условные обозначения приведены на рис. 3

Воронежская антеклиза

Сантонские отложения либо с перерывом, либо согласно перекрывают нижележащие отложения коньяка. В Белгородской области низы сантона литологически не отличимы от верхов коньяка (разрез карьера Стойленского ГОКа) и продолжают наращивать толщу писчего мела турона—коньяка. Верхняя часть сантонских отложений представлена ритмичной толщей известняков и известковистых мергелей и визуальна отличима от нижележащей толщи писчего мела. Здесь мощность нижнего сантона составляет до 30 м (Москвин и др., 1986). Севская свита Воронежской антеклизы соответствует нижнему сантону, а роговская — верхнему сантону и нижнему кампану (рис. 2).

На территории Брянской области сантонские отложения могут отсутствовать. В полосе от г. Брянска до западных районов Воронежской области распространены кремнистые мергели, опоки и трепела сантона. В этом регионе встречаются отложения обоих подъярусов сантонского яруса. Мощность верхнего сантона составляет 30—40 м (Москвин и др., 1986).

Сантонские отложения Воронежской антеклизы изучались автором в разрезе карьера Стойленского ГОКа.

Ульяновско-Саратовский прогиб

Отложения сантона изучались автором на севере Саратовской области в окрестностях г. Хвалынский и на юге — у сел. Нижняя Банновка. В центральной части области (например, в Вольске) сантонские отложения отсутствуют. В Саратовском Поволжье общая мощность сантонских отложений составляет 25—30 м (Герасимов и др., 1962). Хорошим реперным уровнем при корреляции разрезов сантона Саратовского Поволжья является губковый слой, встречаемый в основании сантона (Камышёва-Елпатьевская, 1951). Нижнесантонские «кардиссоидные слои», представленные ритмичным переслаиванием мергелей и известняков, переходят в верхнесантонскую «полосатую серию» переслаивания кремнистых глин и опок. Цветовая дифференциация и профиль выветривания придают сантонским отложениям Поволжья отчетливый полосчатый облик, что значительно облегчает картирование данных отложений.

Можжевелоовражная свита соответствует нижнему сантону, а мезинолапшиновская — верхнему сантону (рис. 2).

Нижний подъярус

Разрез карьера Стойленского ГОКа. Карбонатные породы, представленные в нижней части писчим мелом (*подпачка IV-2*), а в верхней — мергелями и известняками (пачка V). Они согласно ложатся на подстилающие их породы коньяка. По данным А.Г.Олферьева, это — отложения нижнего сантона (зона *Gavelinella infrasantonica*). Автором отмечались находки *Sphenoceramus cardissoides* (Goldf.), что подтверждает присутствие нижнего сантона.

Подпачка IV-2. Писчий мел, микроскопически представляющий собой биокристаллокластический известняк). В основании подпачки автором наблюдались 5 горизонтов обломков призматического слоя иноцерам. Мощности прослоев до 10 см, интервал составляет 30—50 см. В кровле подпачки за несколько дециметров до границы с пачкой V замечена поверхность размыва. Мощность подпачки — 21 м.

Пачка V. Пачка ритмичного переслаивания белых биокристаллокластических известняков и мергелей, мощностью 10—15 м (фото 71). В верхней части пачки наблюдается поверхность перерыва.

В сантонских отложениях СГОКа установлены ихнофоссилии *Thallassinoides*, *Teichichnus*, *Chondrites*, *Zoophycos* и *Planolites*.

Нижний сантон демонстрирует ритмичность двух типов. Подпачка IV-2 содержит 2 ритма петротипа «Н». Пачка переслаивания мелоподобных мергелей и известняков содержит 4 ритма петротипа «З»: мелоподобный мергель (0,3—0,5 м) — известняк (0,6—0,75 м). Ритмичность хорошо подчёркивается профилем выветривания.

Разрез на северной окраине города Хвалынска. Подпачка IV-2. «Губковый слой». Плотный желтоватый ожелезнённый писчий мел с большим количеством кубков губок *Ventriculites spinosus*, *V. interruptus*, *Coeloptychium subagarioides* и др., раковин устриц «*Ostrea*» sp., обломками призматического слоя иноцерам и редкими рострами белемнитов. В основании подпачки установлена слабо видная эрозионная поверхность. Мощность отложений подпачки составляет 1—1,5 м.

Ритмичность не установлена.

Разрез у сел. Нижняя Банновка. Подпачка IV-2. «Губковый слой». Слабо песчанистый ожелезнённый мел с фосфоритами (желвачки размером 1—5 см). Он несогласно ложится на туронскую толщу писчего мела. Слой охарактеризован большим количеством кубков губок: *Maendroptychium regulare*, *M. goldfussi*, *Ventriculites spinosus*, *V. interruptus*, *Coeloptychium subagarioides*. Мощность пачки — 0,3—0,4 м. Ритмичность отсутствует.

Пачка V. Встречена только в данном разрезе. Для Ульяновско-Саратовского прогиба характерны также «кардиссоидные слои» (с раковинами *Sph. cardissoides*, рострами *Act. verus fragilis*, *B. propinqua*, *B. praecursor*), занимающие промежуточное положение между «губковым слоём» и «полосатой серией». Мощность толщи — 10—12 м (Герасимов и др., 1962). В обнажении эта часть разреза составляет по мощности 10,3 м. «Кардиссоидные слои» (фото 70) представлены ритмично переслаивающимися кремнистыми светлыми известковистыми мергелями, мергелистыми известняками (0,5—1,5 м, обычно 0,5—0,8) и сизыми, серыми глинистыми мергелями (0,4—0,6 м). Ритмичность в пачке представлена 9 ритмами петротипа «З». В подошве слоя наблюдаются редкие фосфоритовые желваки размером около 1 см. «Кардиссоидные слои», по мнению автора, соответствуют отложениям пачки V на Воронежской антеклизе (СГОК). Это утверждение основывается на: 1) наличии раковин *Sph. cardissoides*; 2) схожей мощности; 3) одном петротипе ритмичности и похожих мощностях элементов ритмов.

Верхний подъярус

Пачка VI. Установлена только в данном разрезе. «Полосатая серия». Пачка ритмичного переслаивания тёмных кремнистых глин, глин и светлых опок. В пачке встречаются ростры *Act. verus fragilis*, *B. propinqua*, *B. praecursor*. Мощность 15—20 м. В верхней части пачки наблюдается поверхность перерыва (Герасимов и др., 1962). Автор наблюдал нижнюю часть «полосатой серии», согласно залегающей на «кардиссоидных слоях». Остальная часть разреза была недоступна для изучения ввиду оползневых процессов. Мощность плотной ожелезнённой рыжей опоки варьирует от 0,6 до 0,9 м. Глинистые прослои характеризуются мощностями от 0,8 до 1,3 м. Выделено 2 ритма.

Кампанский ярус

Положение сантон—кампанской границы на Русской плите является дискуссионным. В стратиграфических схемах птериевые слои рассматриваются в качестве эквивалента верхнего сантона. Это видно в унифицированных схемах 1956 и 1964 гг., а также на ряде других схем. «Саратовская школа» придерживается этих взглядов. Птериевые слои (Герасимов и др., 1962) относятся к нижнему кампану на основании находок *Actinocamax mammillatus* в верхней части нижнего кампана в Саратовском Поволжье. Дело в том, что А.Д. Архангельский в 1912 году считал возможным сопоставлять птериевые слои с нижнекампанским «квадратовым мелом» Западной Европы, заключающем вместе *Goniotheus quadrata* и *Huroxytoma tenuicostata*. «Квадратовый мел» Южной Швеции и северо-западной Германии содержит находки *A. mammillatus*, известного из Саратовского Поволжья.

Отложения кампана на Воронежской антеклизе присутствуют, но не встречены в изученных разрезах. «Птериевые слои», изобилующие находками раковин *Huroxytoma tenuicostata* Roem. обнажаются на р. Десне выше г. Новгород-Северский, где установлены зоны *Belemnitella praecursor* и *Actinocamax laevigatus* (низы нижнего кампана), и *Goniot euthis quadrata quadrata* (средняя часть нижнего кампана). Мощность нижнего кампана составляет 3—5 м. Верхний кампан (35—50 м) представлен зонами *micronata* и *langei*. Верхняя часть нижнего кампана и низы верхнего кампана представлены преимущественно мергелями и писчим мелом. Терминальная часть кампана (зона *langei*) — писчим мелом. Мощность кампанских отложений составляет 0—50 м (Москвин и др., 1986).

Исследованные разрезы кампанских отложений расположены в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба. Схема их корреляции приведена на рис. 7.

Ульяновско-Саратовский прогиб

Нижнекампанские отложения широко развиты в Ульяновском Поволжье и юге Саратовской области. Мощность отложений нижней части нижнего кампана («птериевых слоёв») может составлять 15—25 м. Вышележащие отложения зоны *micronata* могут местами выпадать из разреза. Их максимальная мощность оценивается в 10—15 м. Отложения верхней части нижнего кампана, содержащие *Actinocamax mammillatus*, характеризуются мощностью в 10—30 м (Москвин и др., 1986). В центральных частях Саратовской области, как, например, в разрезах Вольска, нижний кампан отсутствует. Однако на севере Хвалынского-Вольской впадины (Хвалынский) и на юге Саратовской области (Нижняя Банновка) эти отложения присутствуют. Верхнекампанские отложения повсеместно распространены в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба. Хорошим маркирующим горизонтом при сопоставлении разрезов кампана в пределах Саратовского Поволжья могут служить «птериевые слои» — фарфоровидный мергель с *Huroxytoma tenuicostata*, установленные в основании кампана, и песчаники с фосфоритовыми желваками в основании зоны *micronata* (Камышёва-Елпатьевская, 1951).

Кампанские отложения Ульяновско-Саратовского прогиба были изучены автором в четырёх разрезах. Первый разрез — разрез карьера Сенгилейского цемзавода, Ульяновская область. Три разреза расположены в Саратовской об-

ласти: обнажение на северной окраине г. Хвалынска, карьер цемзавода «Большевик» в г. Вольск и окрестности с. Н. Банновка. Следует отметить сильную фа-

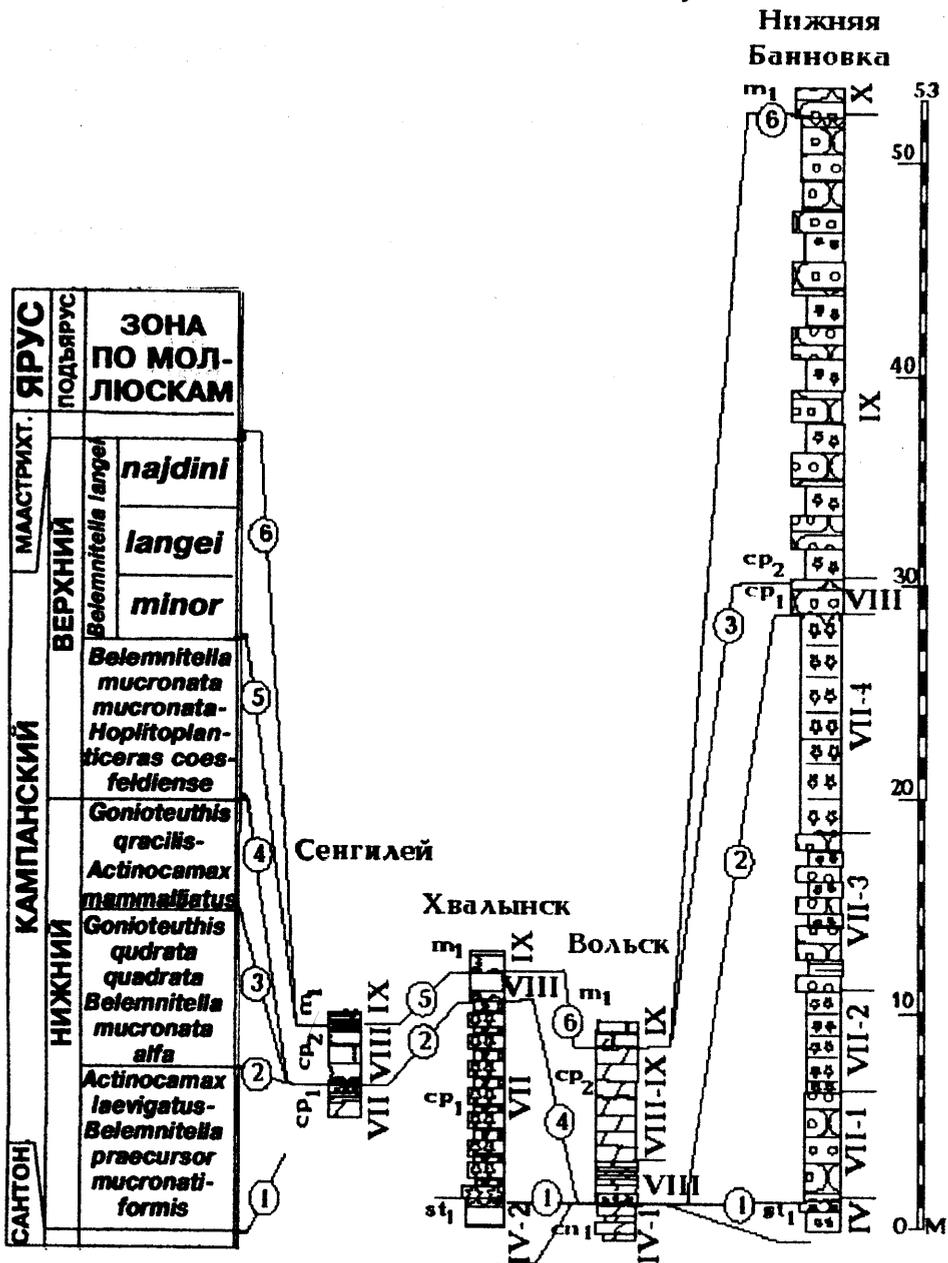


Рис. 7. Схема сопоставления кампанских отложений разрезов Ульяновско-Саратовского прогиба. Примечание: мощности ритмов в разрезе Хвалынска показаны условно. Условные обозначения приведены на рис. 3

циальную изменчивость изученных отложений кампанского яруса. Нижний кампан представлен глинами и песчанистыми мергелями (Сенгилей), мергелями и окремнелыми мергелями (Хвалынск), глинами, опоками и мергелями (Нижняя Банновка). Верхний кампан охарактеризован писчим мелом (Сенгилей), писчим мелом и мергелями (Вольск), мергелями, опоками, глинами и песчаниками (Нижняя Банновка).

Пудовкинская свита (*Actinocamax mammillatus* – *B. mucronata mucronata*), Ардымская свита (*B. mucronata minor* – *B. langei langei*) и Налитовская свиты (*B. langei najdini*) соответствуют кампану в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба.

Нижний подъярус. Пачка VII. «Птериевые слои». Они представлены ритмичным переслаиванием тёмно серых, сизых кремнистых глин, опок и мергелей. Макрофоссилии: *Hypoxytoma tenuicostata*, *Sphenoceramus lobatus*, *Act. laevigatus*, *B. praecursor* (Герасимов и др., 1962). В кровле и подошве «птериевых слоёв» наблюдаются поверхности перерыва. Мощность - около 32,2 м. Возможно разделение пачки на четыре подпачки.

Разрез карьера Сенгилейского цемзавода (Ульяновская область). Разрез расположен к северу от г. Сенгилей (Ульяновская область), юго-восточнее горы «Гранное Ухо» на правом берегу р. Волги ниже сел. Шиловка. Принципиально он идентичен разрезу правого берега Волги выше Сенгилея или разрезу окрестностей сел. Шиловка, описанному в ряде работ (Архангельский, 1912; Милановский, 1940; Герасимов и др., 1962; Камышёва-Елпатьевская, 1967; Глазунова, 1972).

В забое карьера наблюдается переслаивание серых алевроитовых глин, серо-коричневых песчаных мергелей. Эти отложения Ульяновского Поволжья по своему стратиграфическому положению соответствуют «Птериевым слоям» Саратовского Поволжья. Из них известны находки *Hypoxytoma tenuicostata*, *In. lobatus*, *Actinocamax laevigatus* (Герасимов и др., 1962). Зона *Actinocamax laevigatus*. Видимая мощность отложений пачки составляет 1,8 м.

Разрез на северной окраине города Хвалынска. Ритмичное переслаивание серых, сизых плотных кремнистых мергелей (0,35-0,5 м) и белых плитчатых мергелей (0,1-0,15 м). Макрофоссилии представлены пеллециподами, в том числе зональным видом *Hypoxytoma tenuicostata*. В основании пачки на границе с нижележащими отложениями сантона видна эрозионная поверхность типа «твёрдое дно». Видимая мощность данной пачки на момент изучения автором составила 2,25 м. Полная мощность пачки оценивается в 7-8 м (Архангельский, 1912).

Установлено 4 ритма.

Разрез у сел. Нижняя Банновка. 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 тёмных глин. Мощности слоёв составляют 0,05-0,1 м. Границы слоёв нерезкие, «расплывчатые».

Подпачка VII-3. Песчаники, по составу аналогичные подпачке VIII-1. Мощность подпачки составляет 6 м.

Подпачка VII-4. Переслаивание светлых опок и тёмных глин, идентичное подпачке VIII-2. Мощность — 12 м.

Ритмичность в данной пачке установлена на уровне подпачек (переслаивание опок и глин, подпачки VIII-2 и VIII-4), и более высокого порядка — на уровне пачки: ритмичное переслаивание подпачек. Таким образом, для данных отложений характерна ритмичность двух порядков.

Верхний подъярус

Пачка VIII. Рыхлый писчий мел с обильными скелетами морских ежей (Сенгилей, Хвалынск, Вольск) или чередование серых окремнелых песчаных глауконитовых плитчатых глин, опок и серых окремнелых глауконитовых песчаников (Нижняя Банновка). Кремнистость к кровле пачки усиливается. Мощность пачки - 2-3 м. Пачка содержит макрофоссилии: *Belemnitella mucronata mucronata*, *Belemnitella mucronata senior*, *Isomicraster sp* и др.

Разрез карьера Сенгилейского цемзавода (Ульяновская область). Рыхлый писчий мел (микроскопически — биокристаллолитокластический известняк). В основании пачки — песчанистый, с фосфоритами и глауконитом. Нижняя часть разреза пачки (0,45 м) чем-то напоминает «сурку». В подошве и в кровле пачки присутствуют поверхности размыва. Встречаются ростры *Belemnitella mucronata senior* Now., фрагменты губок, раковины брахиопод, устриц, гастропод и скелеты морских ежей. Редкие ихнофоссилии *Teichichnus* и *Zoophycos*.

Ритмичность отсутствует. Мощность пачки составляет 2,7-3 м.

Разрез на северной окраине города Хвалынска. Рыхлый писчий мел с рострами *Belemnitella mucronata*. Мощность пачки составляет 2 м (Архангельский, 1912). Ввиду плохой обнаженности автором данный интервал разреза г. Богданихи не изучался.

Разрез карьера цемзавода «Большевик». Отложения кампана несогласно, с размывом перекрывают породы коньяка. Амплитуда «волнистости» эрозионной поверхности может достигать до 5 см. Кампанские отложения представлены карбонатными породами верхнего кампана мощностью 6 м.

Белый писчий мел (микроскопически — биокристаллолитокластический известняк) с тонкими прослоями зеленовато-серого мелоподобного мергеля, или «полосчатый мел» (фото 73), по М.Н. Матесовой (1930), мощностью 2 м. Граница между нижней и верхней пачками — эрозионная. Пачка «полосчатого мела» ($K_2cp_2^1$) характеризуется в районе Вольска находками *Belemnitella mucronata mucronata* Schlot., *Isomicraster sp.* Она относится к нижней зоне верхнего кампана — *Belemnitella mucronata senior*. Пачка «полосчатого мела» характеризуется в районе Вольска находками *Echinocorys sp.*, *In. dariensis*, *B. m. volgensis* (Герасимов и др., 1962).

Пачки VIII-IX. Толща узловатых белых биокристаллолитокластических мергелей, заключённых в серо-зелёном биокристаллолитокластическом мергеле («брекчированный мел», по М.Н. Матесовой), мощностью 4 м. В середине верхней пачки наблюдается эрозионная поверхность с закатившимися в эрозионные ниши панцирями морских ежей. Возможно, эта поверхность является границей пачек IX и X. Толща «брекчированного мела» ($K_2cp_2^{2-3}$) в Вольском районе содержит ростры *Belemnitella langei*, *B. m. mucronata*, *B. m. senior*, морские ежи *Micraster grimmensis* и *Coraster cubanicus*. Соответственно, она относится к верхнему кампану и представлена вторым и третьим горизонтами кампана (Герасимов и др., 1962). Таким образом, данный стратиграфический интервал разреза охарактеризован зонами *mucronata* и *langei*.

Из кампанских отложений района Вольска также отмечены находки родов головоногих (*Bostrychoceras*), двустворчатых (*Spondylus*) и лопатоногих моллюсков (*Dentalium*), брахиопод и одиночных кораллов (*Parasmilia*). Этот интервал разреза получил название «микрастрово кладбище» из-за обилия находок панцирей морских ежей (Матесова, 1930). В кампанских отложениях Вольского разреза установлены следы жизнедеятельности *Thalassinoides*, *Teichichnus* и *Planolites*.

Ритмичность в толще «полосчатого мела» представлена 10 ритмами петротипа «М»: мел (0,4-0,1 м) - глинистый мергель (0,02 - 0,05 м). В кровле более карбонатных элементов ритма (БКЭР) - слоёв мела наблюдаются эрозионные поверхности. Ритмичность в «брекчированном меле» представляет собой пере-слаивание массивных (2,5 - 0,6 м) и глинистых (0,03 - 0,05 м) мергелей. Установлено три ритма, отнесённых к петротипу «Ж».

Разрез у сел. Нижняя Банновка. Пачка VIII. Наиболее характерная форма этого горизонта в Поволжье — *B. m. senior*. Отсюда также происходят находки ростров белемнитов *Actinosamux mammilatus*. (Герасимов и др., 1962). Чередование серых окремнелых песчанистых глауконитовых плитчатых глин, опок и серых окремнелых глауконитовых песчаников. Кремнистость к кровле подпачки усиливается. Мощность подпачки оценивается визуально в 0,8 м.

Пачка IX. «Третий горизонт кампана». Хорошо опознается только в данном разрезе. Пачку характеризуют ростры *B. langei*, *B. m. minor* (Герасимов и др., 1962). Переслаивание мергелей серо-белых, слабокремнистых, песчанистых, и опок светло-серых, песчанистых, мелкозернистых. Мощность чередующихся слоёв примерно равна 0,5 м. Карбонатность в подпачке возрастает вверх по разрезу. Видимая мощность пачки - 9-10 м (частично покрыта осыпью). Максимальная мощность пачки - 20 м (Герасимов и др., 1962).

Маастрихтский ярус

На Русской плите маастрихтские отложения разделяются на две части (Москвин и др., 1986). На Воронежской антеклизе присутствуют отложения маастрихта, однако они не встречены в изученных разрезах. Маастрихтские отложения, представленные писчим мелом мощностью в первые метры (нижний маастрихт, ланцеолятовая зона), известны на юго-западной периферии антеклизы в бассейнах рек Десна и Сейм (Герасимов и др., 1962). Предположительно к маастрихту (Москвин и др., 1986) относятся также отложения хопёрского горизонта, распространённые от Десны до Хопра, представленные бурыми железными рудами, пластовыми фосфоритами, глинами, песчаниками и песками, мощностью 10-12 м. Стратиграфическое положение этого горизонта остаётся дискуссионным. Выделенный Н.Х.Платоновым в 1930 г. горизонт относили к коньяку, сантону (Герасимов и др., 1962) и маастрихту (Москвин и др., 1986).

Изученные автором разрезы маастрихтских отложений расположены в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба. Их схема сопоставления приведена на рис. 8.

Ульяновско-Саратовский прогиб

Маастрихтские отложения Ульяновско-Саратовского прогиба представлены терригенными, кремнистыми и карбонатными породами. Нижний подъярус охарактеризован глинистыми породами (зона *licharewi*) и перекрывающими их карбонатными породами (зоны *lanceolata* и *sumensis*). Мощность отложений зоны *licharewi* сокращается с севера на юг с 16 до 4 м. Разрезы зон *lanceolata* и *sumensis* демонстрируют сильную фациальную изменчивость. Меловые породы характерны для Ульяновского Поволжья и севера Саратовской области (гг. Хвалы́нск, Вольск). Мел-мергельные породы типичны для центральной части Саратовской области (г. Саратов) постепенно фациально замещаясь на запад кремнистыми и терригенными отложениями Воронежской антеклизы. Мощность маастрихта в пределах Саратовского Поволжья варьирует от 30 м (сел. Нижняя Банновка) до 120 м (гг. Хвалы́нск, Вольск). Таким образом, мощность маастрихта возрастает с юга на север Саратовской области (Первушѐв, 1992).

В Ульяновском Поволжье толща писчего мела (микроскопически — биокристаллокластического известняка) нижнего маастрихта (15-45 м) в своей верхней части содержит формы, близкие к *Bel. lanceolata sumensis*. В основной

части пачки содержатся роостры *Bel. lanceolata* и ядра *H. constrictus*, что свидетельствует о достоверном присутствии в данном районе средней подзоны ниж-

Схема изохронности пачки XII
С Ю

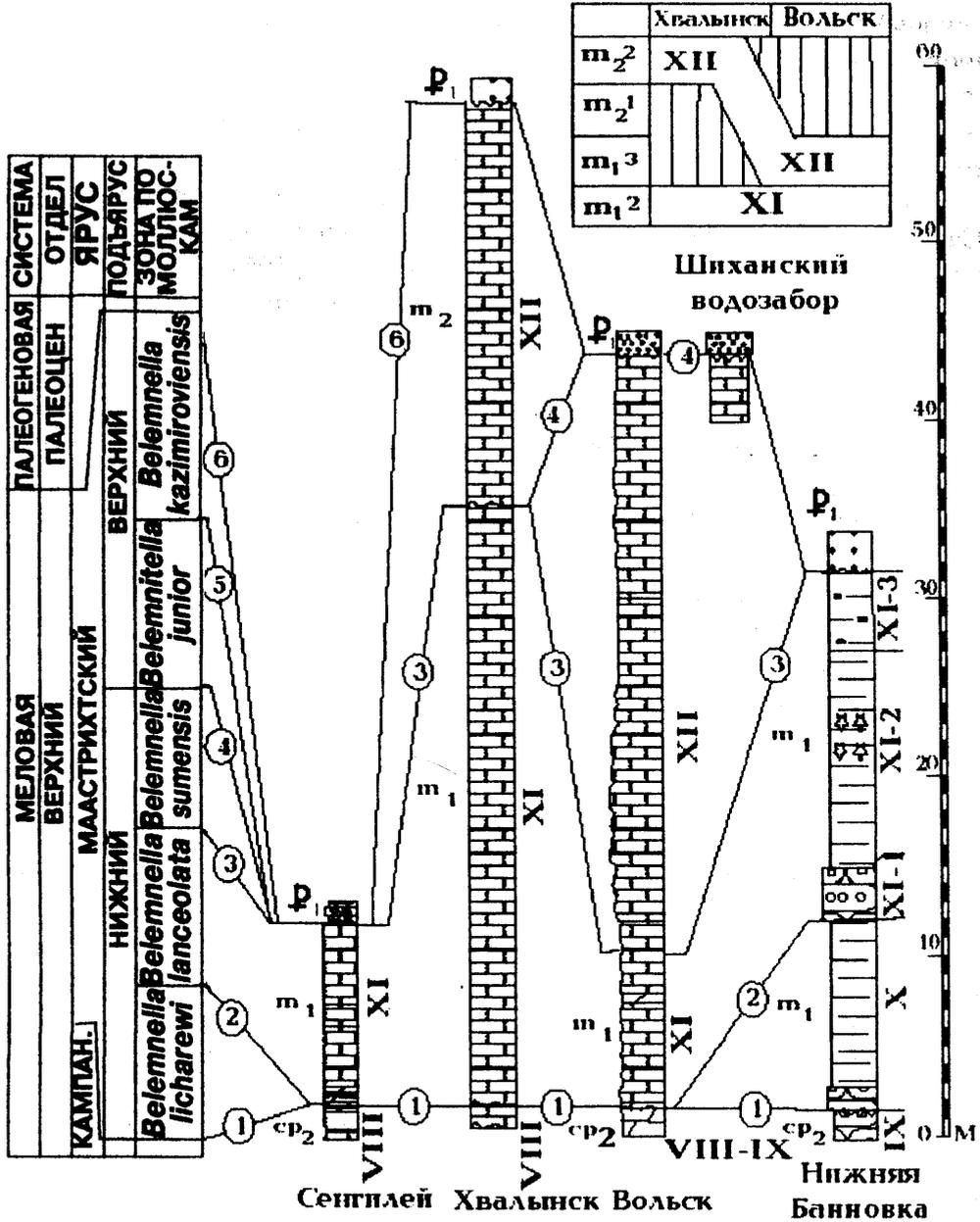


Рис. 8. Схема сопоставления разрезов маастрихтских отложений Ульяновско-Саратовского прогиба. Условные обозначения приведены на рис. 3

него маастрихта (Герасимов и др., 1962).

Карбонатные породы нижнего маастрихта изучались в разрезах: карьера Сенгилейского цементного завода и карьера цементного завода «Большевик». Песчаники, опоки и алевролиты нижнего маастрихта характерны для разреза у сел. Нижняя Банновка. В большинстве исследованных разрезов, кроме разреза северной окраины г. Хвалынска, присутствуют отложения только нижнего маастрихта, несогласно перекрывающиеся палеоценовыми опоками. Ниже Вольска, в Вольском районе на правом берегу реки Волги автором производились наблюдения у Шиханского водозабора, где нижнемаастрихтские карбонатные породы

перекрываются терригенными «слоями Белогродни» (дат). Выше слоёв Белогродни залегают палеоценовые опоки.

Находки верхнемаастрихтских *Bel. americana* (ранее являвшихся зональным видом) в разрезах Ульяновского Поволжья и Вольско-Хвалынского района неоднократно упоминались в ряде работ (Милановский, 1940; Камышёва-Елпатьевская, 1967). По своему стратиграфическому положению зона *americana* соответствует зоне *kazimiroviensis*. Мощность верхнемаастрихтских отложений в разрезе г. Богданихи на северной окраине г. Хвалынска составляет 25 м.

Хорошим реперным уровнем при сопоставлении разрезов маастрихта для Саратовского Поволжья может служить глауконитовый песчаник (0,2-0,3 м) в основании зоны *lanceolata* (Камышёва-Елпатьевская, 1951).

Лохская свита соответствует отложениям нижнего маастрихта, а карамышевская – отложениям верхнего маастрихта.

Нижний подъярус

Разрез у сел. Нижняя Банновка. Пачка X. Пачка установлена только в данном разрезе. Глины чёрные, на ощупь жирные, в подошве охристые, гидрослюдистые, плитчатые. Пачка содержит ростры *Belemnella licharewi* (по данным Е.В. Попова и А.В.Иванова). Следовательно, пачка соответствует нижней подзоне нижнего маастрихта. Мощность 7-8 м.

Пачка XI. Писчий мел, мел с прослоями зеленовато-серого мергеля либо песчаники известковистые, глауконитовые, выше по разрезу сменяющиеся песчанистыми опоками и алевролитами (Нижняя Банновка). Возможно выделение трёх подпачек. Пачка характеризуется находками *Bel. lanceolata*, *Baculites anceps leopoldiensis*, *Acanthoscaphites tridens*, *Hoploscaphites constrictus* и др.

Мощность пачки - 10-21 м.

Разрез у сел. Нижняя Банновка. Неритмичные терригенно-кремнистые породы с рострами *Bel. lanceolata* (вторая подзона нижнего маастрихта) мощностью около 21 м.

Подпачка XI-1. Песчаники желтовато-зелёные, частично ожелезнённые, содержащие фосфоритовые желвачки диаметром до 3-4 см. Пачка содержит прослой, обогащённый рострами белемнитов и раковинами устриц. В кровле пачки присутствует поверхность типа «твёрдое дно». Мощность подпачки 2,7-2,9 м.

Подпачка XI-2. Опоки серо-белые, массивные в нижней части и плитчатые в верхней части пачки, песчанистые, гидрослюдистые, с глауконитом. Граница с вышележащей подпачкой нерезкая, «расплывчатая». Мощность около 10 м.

Подпачка XI-3. Алевролиты грязно-серые, белесые, бледно жёлтые. Встречены раковины устриц и ростры белемнитов. В кровле подпачки - поверхность размыва (контакт с цикличной палеоценовой толщей переслаивания более кремнистых и менее кремнистых опок). Мощность подпачки составляет 6-8 м.

Разрез карьера Сенгилейского цементного завода. Визуально ритмичный писчий мел, мощностью 10,5 м. В основании разреза наблюдается пласт мергелистого известняка (0,5 м), с размывом лежащего на верхнекампанские отложения. Встречаются ростры *B. lanceolata*, свидетельствующие о присутствии в данном разрезе одноимённой зоны. Также встречаются скелеты губок, раковины брахиопод, устриц, гастропод и фрагменты скелетов морских ежей. Ихнофоссилии: *Zoophycos*, *Teichnium*, *Planolites*. В кровле пачке наблюдается по-

верхность перерыва. Пачка с угловым несогласием перекрывается толщей переслаивания светлых и тёмных опок палеоцена.

Разрез карьера цементного завода «Большевик». Мощность отложений нижнего маастрихта в Вольском районе составляет до 40-60 м. Следует отметить, что в разрезе карьера цементного завода «Коммунар» (Вольск) присутствуют отложения самой первой подзоны ($K_2m_1^1$) — *Belemnella licharewi*, но не встречены в изученном разрезе. Они представлены серовато-белым песчаным мелом с тонкими глинистыми прослоями (0,3-0,4 м). Таким образом, в Вольском районе присутствуют отложения пачки X.

Пачка XI. Белый писчий мел с прослоями зеленовато-серого мергеля (10-15 м). Нижнемаастрихтский возраст отложений подтверждается находками *Bel. lanceolata*, *Baculites anceps leopoldiensis*, *Acanthoscaphites tridens*, *Hoploscaphites constrictus* (Герасимов и др., 1962). Это сообщество форм характеризует среднюю подзону нижнего маастрихта ($K_2m_1^2$).

Пачка XI содержит 11 ритмов петротипа «М»: писчий мел (2,5-0,2 м) - глинистый мергель (0,03-0,17 м). Ритмы хорошо подчёркиваются профилем выветривания и не выдержаны по мощности (0,35-2,6 м).

Пачка XII. Нижний и верхний подъярусы. Изохронная пачка, охватывающая отложения нижнего маастрихта (Вольск, Шиханский водозабор) и нижнего-верхнего маастрихта (Хвалынский). Писчий мел с прослоями глин и мергелей, сверху сменяющийся глауконитовыми песчанстыми мергелями, мощностью 30-57 м.

Разрез на северной окраине города Хвалынска. В небольших выемках на склоне горы Богданихи видны выходы белого писчего мела (55-57 м). Большая часть разреза была недоступна для изучения. Нижнемаастрихтский возраст отложений подтверждается находками *Bel. lanceolata* и *Baculites anceps leopoldensis*, известных из нижней части разреза (32 м). Верхняя часть разреза (25 м) содержит фоссилии, свидетельствующие о верхнемаастрихтском возрасте (Барышникова, 1966).

Разрез карьера цементного завода «Большевик». Пачка представлена белым писчим мелом (>30 м). Третья подзона нижнего маастрихта ($K_2m_1^3$) устанавливается в исследованном разрезе по находкам *Bel. lanceolata sumensis*, *Bac. anceps leopoldensis*, *Asc. tridens*, *H. constrictus*, *In. balticus*.

Пачка XII представлена ритмами петротипа «М»: писчий мел (1,1-2 м) - глинистый мергель, глина (0,03-0,05 м). Ритмы хорошо проявляются в профиле выветривания и хорошо выдержаны по мощности (1,15-2,05 м). Более того, возможно выделение ритмов более высокого порядка путём группировки ритмов по парам. Иными словами, закономерно чередуются ритмы мощностью в 1 м с ритмами мощностью в 2 м. Таким образом, возможно выделение 6 ритмов третьего порядка петротипа «Н» и 4 ритма петротипа «М» второго порядка в интервале 12 метров от основания пачки. Далее толща аритмична на протяжении 11 метров. После чего наблюдаются два ритма мел-глина третьего порядка (мощность ритмов 1- 2,5 м) или 1 ритм второго порядка. Затем на протяжении 10 метров толща опять аритмична. Возможно, что аритмичные интервалы в 10-12 метров есть ни что иное, как элементы ритма первого порядка, чередующиеся с ритмичными интервалами.

В нижнемаастрихтских породах Вольска также содержатся ежидароиды (*Cidaris*, *Salenia*), спатангоиды (*Echinocorys*), устрицы (*Spondylus*,

Ostrea), пектениды (*Janira*), губки (*Ventriculites*) и кораллы (*Cylicosmila*); редко встречаются брахиоподы, брюхоногие моллюски (*Pleurotomaria?*) (Матесова, 1930; 1935). В маастрихтских отложениях Вольского разреза установлены ихнофоссилии *Thalassinoides*, *Teichichnus* и *Planolites*.

Разрез у Шиханского водозабора (Саратовская область). Данный разрез расположен в береговом обрыве Волги у Шиханского водозабора, в окрестностях сел. Белогродня, ниже Вольска в Саратовской области.

Разрезы верхнего мела и палеоцена района окрестностей сел. Рыбное, Воскресенское, Белогродня и Шиханского водозабора изучены и описаны в ряде работ (Архангельский, 1912; Милановский, 1940; Мусатов, Ермохина, 1997 и др.).

Писчий мел с *Bac. anceps leopoldiensis* и *Bel. lanceolata sumensis*, кверху сменяющийся глауконитовыми песчанистыми мергелями. В кровле пачки присутствует поверхность размыва. Верхняя часть нижнего маастрихта в данном обнажении полностью аритмичны (видимая мощность — 4 м).

В данном разрезе была доступна для изучения мел—палеогеновая граница. Контакт нижнемаастрихтских карбонатных пород с достоверно палеоценовыми опоками проходит через терригенные «слои Белогродни», занимающие промежуточное стратиграфическое положение. Стратиграфическая позиция слоёв Белогродни является дискуссионной. Последние исследования (Мусатов, Ермохина, 1997) показали целесообразность выделения Белогродненской свиты (верхняя часть датского яруса).

Приведено описание верхнемеловых отложений Русской плиты. Отмечены ритмичные и неритмичные интервалы. Ритмичные толщи классифицированы по петротипам.

2.2. Стратиграфия верхнемеловых отложений Юго-Западного Крыма

Общая характеристика верхнемеловых отложений Юго-Западного Крыма

Верхнемеловые отложения широко распространены на территории Крыма. В Горном Крыму они образуют возвышенности Второй гряды и хорошо обнажены. Общая мощность верхнемеловых отложений в Горном Крыму составляет 450—480 м.

Верхнемеловые отложения Юго-Западного Крыма представлены преимущественно известняками и мергелями.

Ввиду отсутствия отложений, начиная с верхней части нижнего коньяка по верхний сантон на правом берегу р. Качи, и по нижнюю часть нижнего кампана на водоразделе Кача — Бодрак, в работе не рассматриваются отложения коньяка и сантона. Схема расположения изученных разрезов верхнемеловых отложений Юго-Западного Крыма приведена на рис. 9.

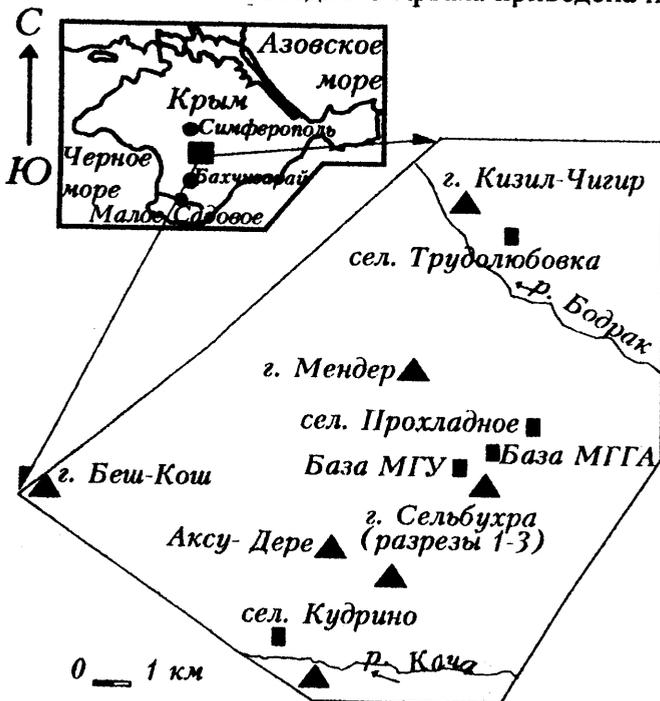


Схема сопоставления изученных разрезов приведена на рис. 10.

Сеноманский ярус

Сеноманские отложения залегают в основании трансгрессивной толщи верхнего мела, сложены преимущественно мергелями и глинистыми известняками, широко развиты в Юго-Западном Крыму. Мощность отложений варьирует от 20 до 70 метров, хотя в районе г. Симферополя они полностью отсутствуют (Алексеев, 1989).

В большинстве случаев породы сеноманского яруса залегают с размывом на глауконит кварцевых желваковых песчаниках средней и верхней части верхнего альба (зоны *Mortoniceras inflatum*, *Stoliczkaia dispar*). Отложения нижнего и верхнего сеномана в Юго-Западном Крыму имеют эродированную кровлю.

Предложено (Алексеев, 1989) деление сеномана на шесть пачек, согласно которому в данной работе освещается стратиграфия сеноманских отложений Бахчисарайского района Крыма.

Нижне-среднесеноманские отложения хорошо фаунистически охаракте-

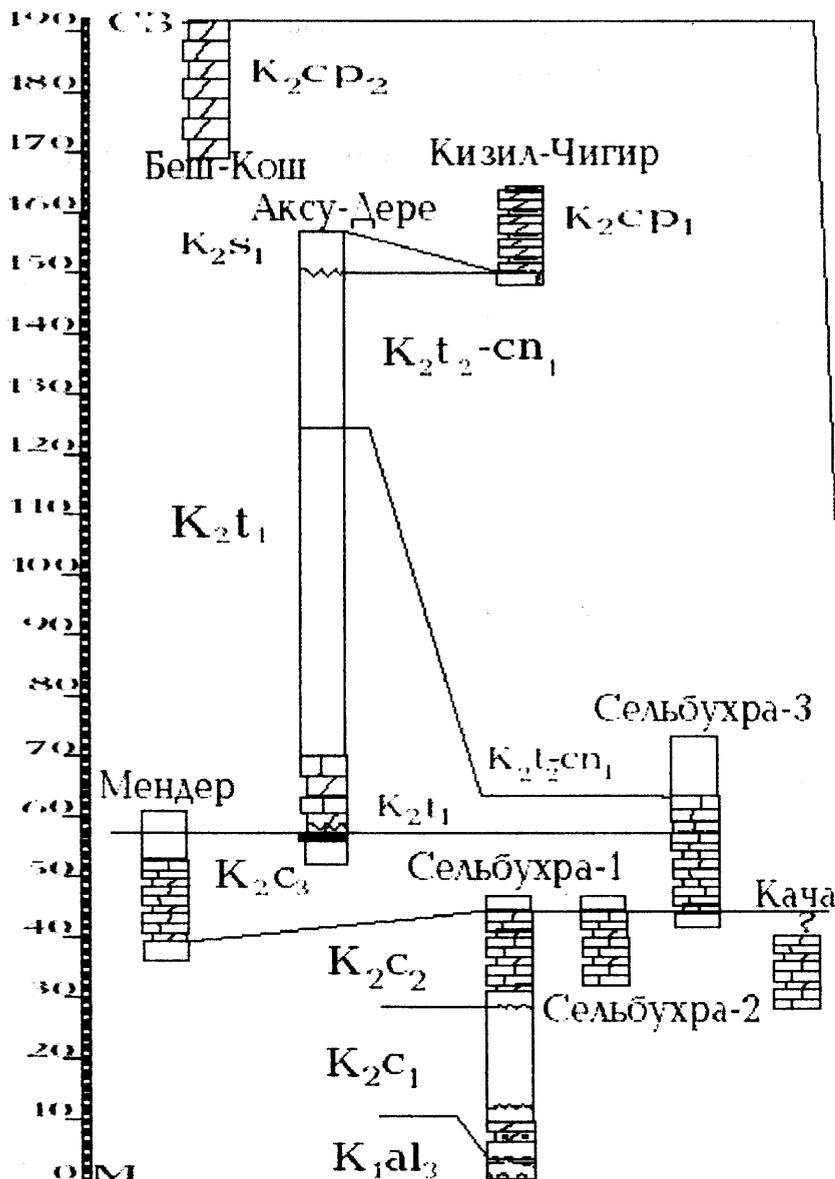
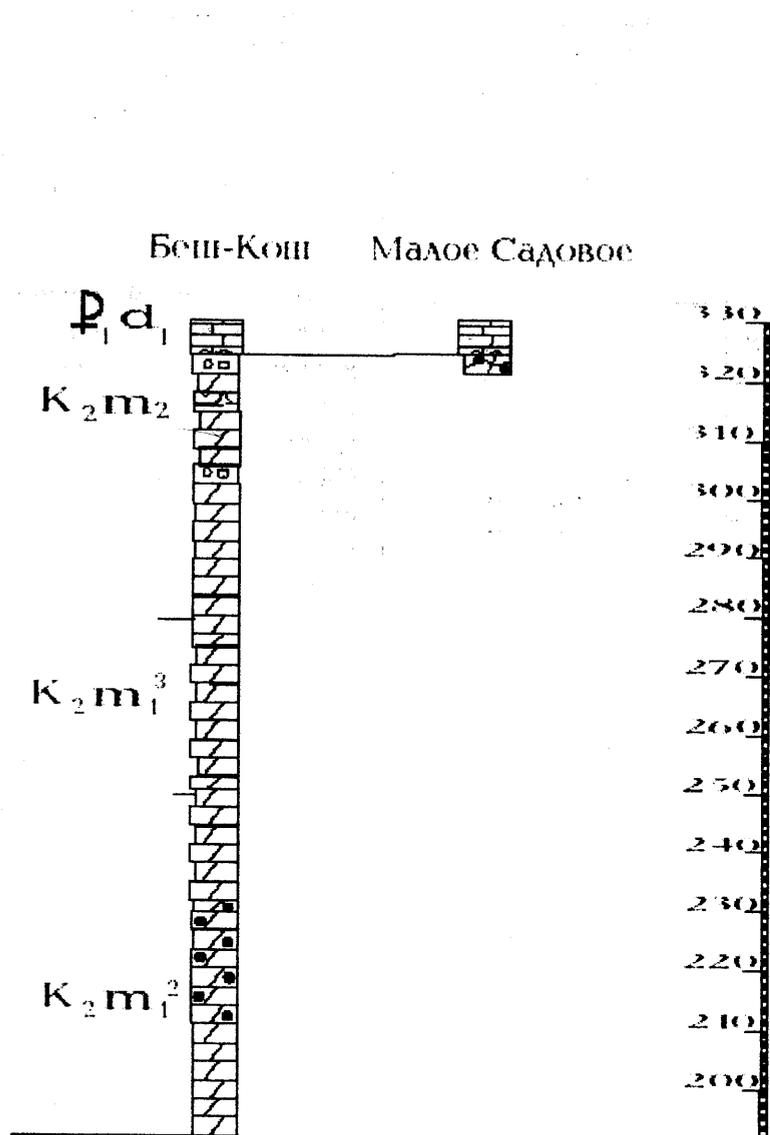


Рис. 10. Схема сопоставления изученных разрезов ЮЗ Крыма. Примечание: без крапа интервалы разреза, не изученные автором. Мощности ритмов показаны вне масштаба. Условные обозначения приведены на рис. 3

ризованы и содержат богатый комплекс макрофоссилий. Поэтому для их био-стратиграфического расчленения используются моллюсковые зоны (рис. 11).

Отложения верхов среднего сеномана и верхнего сеномана практически лишены макрофоссилий, поэтому в них моллюсковые зоны не выделены (Алиев и др., 1986; Алексеев, 1989). Белогорская свита, выделяемая в ЮЗ Крыму, соответствует сеноману и нижнему турону (рис. 12).

Корреляция сеноманских отложений Восточно-Европейской платформы и Юго-Западного Крыма затрудняется: 1) отсутствием моллюсковых зон в средне-верхнесеноманских отложениях Юго-Западного Крыма; 2) совместным нахождением *Mantelliceras mantelli* и *Inoceramus crippei* в нижнесеноманских отложениях Юго-Западного Крыма в то время, как для Восточно-Европейской платформы зона *Mantelliceras mantelli* характеризует нижний сеноман, а зона *Inoceramus crippei* — верхнюю часть среднего сеномана; 3) нижний, средний и верхний сеноман Юго-Западного Крыма характеризуется находками фораминифер *Gavelinella cenomanica* и *Lingulogavelinella globosa*, когда сеноман Восточно-Европейской платформы по фораминиферам расчленяется на две зоны *Gavelinella cenomanica* (нижний-средний сеноман) и *Lingulogavelinella globosa* (средний-верхний сеноман).



Нижний подъярус

Ритмичные породы нижнего подъяруса с размывом трансгрессивно залегают на известковистых песчаниках верхнего альба и несогласно, с размывом перекрываются карбонатными отложениями среднего сеномана. В междуречье Кача — Бодрак отложения нижнего подъяруса сеноманского яруса распространены от г. Сельбухры на севере до долины р. Качи на юге и изучались в разрезе на южном склоне г. Сельбухры. В разрезе г. Сельбухры (рис. 14) отложения нижнего сеномана состоят из четырех па-

чек (последняя из которых разделена на подпачки): I — IV-1 (Алексеев, 1989). Мощность нижнесеноманских отложений — 15-20 м (Алиев и др., 1986).

Разрез горы Сельбухры (Сельбухра-1) расположен в окрестностях сел. Прохладное, базы МГУ, в глубокой промоине на южном склоне горы Сельбухры восточнее опоры №64 ЛЭП. Разрезы северного и южного склонов горы Сельбухры хорошо изучены и описаны в ряде работ (Найдин и др., 1975; Алексеев, 1989; Алексеев и др., 1997 и др.).

Пачка I представлена мергелями сильнопесчанистыми и песчаниками с глауконитом в основании пачки. Пачка содержит бедный фаунистический комплекс (Алексеев, 1989): белемниты *Neoholites menjailenkovi* Gust., аммониты *Puzosia planulata* (Sow.), *Schloenbachia* sp., двустворчатые моллюски *Inoceramus crippsi crippsi* Mant., ринхолиты *Hadrochleilus ratus* Shim., усонogie рачки *Cretiscopellum gamigense* (Gein.). Мощность пачки составляет 2 м.

Ритмичность не установлена.

Пачка II представлена чередованием серо-зеленых песчанистых биокристаллокластических мергелей (0,14—0,46 м) и серо-зеленых биокристаллокла-

Юго-Западный Крым Алев и др., 1986		Юго-Западный Крым, Бахчисарайский район Алексеев, 1989	
МАСТРОИТСКИЙ	верхняя зона	зоны, слои по моллюскам и иглокожим	
	нижняя зона	<i>Neobelemnitella kazimiroviensis</i>	<i>Neobelemnitella kazimiroviensis</i>
КАМПАНСКИЙ	верхняя зона	<i>Belemnella lanceolata - Acanthoscapites tridens</i>	<i>Belemnella sumensis</i>
	нижняя зона	<i>Belemnella lanceolata</i>	<i>Belemnella lanceolata</i>
	верхняя зона	<i>Belemnitella langei</i>	<i>Belemnitella langei</i>
	нижняя зона	<i>Belemnitella mucronata senior</i>	
САМОИТСКИЙ	верхняя зона	<i>Hayericeras pseudogardeni</i>	<i>Micraster shroederi</i>
	нижняя зона	<i>Micraster shroederi</i>	
САМОИТСКИЙ	верхняя зона	<i>Marsupites testudinarius</i>	<i>Marsupites testudinarius</i>
	нижняя зона	<i>Sphenoceras cardissoides</i>	<i>Sphenoceras cardissoides</i>
КОЛЬЯКОВСКИЙ	верхняя зона	<i>Volviceras involutus</i>	<i>Volviceras involutus</i>
	нижняя зона	<i>Cremnoceras schloenbachi</i>	<i>Cremnoceras schloenbachi</i>
ТУРОИТСКИЙ	верхняя зона	<i>Inoceramus costellatus</i>	<i>Inoceramus costellatus</i>
	нижняя зона	<i>Inoceramus lamarcki - Inoceramus apicalis</i>	<i>Inoceramus lamarcki - Inoceramus apicalis</i>
	нижняя зона	<i>Mytiloides labiatus</i>	<i>Mytiloides labiatus</i>
СЕНОМАНСКИЙ	верхняя зона	_____	зоны не выделены
	средняя зона	слой с <i>Turrilites costatus</i>	<i>Turrilites costatus</i>
СЕНОМАНСКИЙ	нижняя зона	<i>Mantelliceras mantelli</i>	<i>Mantelliceras mantelli</i>

Рис. 11. Схема сопоставления верхнемеловых подразделений ЮЗ Крыма

стических мергелей (0,23-0,4 м). Они соответствуют петротипу «Е». Наблюдалось 7 ритмов более или менее выдержанной мощности.

Фаунистический комплекс пачки охарактеризован находками отпечатков *Puzosia plamulata* (Sow.), ядер *Inoceramus crippsi* (Mantell). Пачка II соответствует зоне *Mantelliceras mantelli*. Отмечаются находки остатков флоры (папоротники, покрытосеменные) и единичные находки насекомых. Мощность пачки равна 8 м (Алексеев, 1989). Отложения пачки содержат трудно диагностируемые ихнофоссилии.

На момент изучения данного разреза автором видимая мощность пачки составляла 6 м (верхняя часть пачки была не обнажена).

Пачка III представлена тёмно-серыми мергелями (12 м). Она содержит аммониты *Mesogaudryceras sp.*, *Zelandites dozei dozei*, *Scaphites obliquus*, *Puzosia*

plamulata, *Schloenbachia varians*, *Mantelliceras sp.*, *Hyphoplites curvatus*, пелециподы *Inoceramus crippsi crippsi*, *I. crippsi hoppenstedtensis*, *I. virgatus*, *Propeamussium ninae*. Отмечаются редкие находки остатков усоногих рачков и растений (Алексеев, 1989).

Пачка IV отвечает верхам нижнего сеномана и среднему сеноману (7 м). Она подразделяется на две подпачки. Подпачка IV-1 (1,8 м) представлена чередованием мергелей и крепких светло-серых известняков с богатым комплексом аммонитов (8 родов, 12 видов), двустворчатых моллюсков *Inoceramus crippsi crippsi*, *I. virgatus*, *Propeamussium ninae* и белемнитов *Neohibolites ultimus*. На принадлежность к нижнему сеноману указывают находки *Mantelliceras picteti* Nyatt. (Алексеев, 1989). В кровле подпачки наблюдается поверхность размыва.

Автором исследовались ритмичные отложения пачки II. Отложения пачек I, III и подпачки IV-1 были не доступны для изучения из-за плохой обнажённости.

Юго-Западный Крым, Бахчисарайский район				
Алексеев, 1989		Свиты		
ярус	зона	свой по моллюскам и иглокожим		
МАСТРИХТСКИЙ	В.	<i>Neobelemnitella kazimiroviensis</i>	не выделены	
		<i>Belemnella sumensis</i>		
	нижний	<i>Belemnella lanceolata</i>		
<i>Belemnella langei</i>				
КАМΠΑНСКИЙ	нижний	<i>Micraster shroederi</i>		
		<i>Marsupites testudinarius</i>		
САНТОНСКИЙ	В.	<i>Sphenoceras cardissoides</i>		
	Н.	<i>Volviceras involutus</i>		
КОНЬЯКСКИЙ	В.	<i>Степноцерас schloenbachi</i>		Прохладенская свита
	Н.	<i>Inoceramus costellatus</i>		
ТУРОНСКИЙ	Н. верхний	<i>Inoceramus lamarecki</i> <i>Inoceramus apicalis</i>		
		<i>Mytiloides labiatus</i>		
СЕНОМАНСКИЙ	Н. сред-верх.	зоны не выделены	Белогорская свита	
		<i>Turrilites costatus</i>		
		<i>Mantelliceras mantelli</i>		

Рис. 12. Схема сопоставления общих и региональных верхнемеловых подразделений ЮЗ Крыма

Средний подъярус

Отложения среднего подъяруса сеноманского яруса с размывом ложатся на отложения нижнего сеномана и согласно перекрываются породами верхнего сеномана. В изучаемом районе представлены разрезами г. Сельбухры (№№ 1—3), р. Качи и г. Мендер. В состав среднего сеномана входят карбонатные отложения пачек IV-2 и V.

Подпачка IV-2 представлена мергелями тёмно-серыми слабо песчанистыми с пятью пластами серых известняков (5 м). Известняки образованы преимущественно кальцисферулидами (60—85 %) и радиоляриями (3—25 %) с небольшим количеством планктонных фораминифер. Пачка содержит богатый комплекс макрофоссилий (Алексеев, 1989). Также отмечается фитокомплекс из 18 видов растений (цикадовые, хвойные, папоротники, беннетитовые, архаичные покрытосеменные и однодольные). На принадлежность к зоне *Turrilites costatus* указывает присутствие зонального вида. Для реконструкции палеогеографических условий бассейна, следует отметить присутствие морских ежей рода *Echinocorys*, пелеципод родов *Spondylus*, *Lima*, *Pycnodonte*, *Amphiodonte*, акул родов *Creto-*

lamna, *Pseudoisurus*, *Cretoxyrina*, *Notidamus*, *Paleoanacorax* и ската рода *Ptychodus*. В разрезе Сельбухра-1 встречен интервал, отвечающий пачке VI-2 среднего сеномана, видимой мощностью около 1 м, с двумя ритмами известняк-мергелистый известняк, принадлежащий зонам *Turrilites costatus* (рис. 13).

Пачка V. Ритмичные отложения пачки V (рис. 13, 14) представлены разрезами на г. Сельбухре (разрезы №1—3) и р. Каче, и содержат более или менее разнообразный комплекс макрофоссилий только в нижней части пачки на границе с подпачкой VI-2 среднего сеномана. Комплекс включает: аммонитов *Mesogaudryceras leptonema*, *M. rarecostatum*, *Calycoceras* (?) sp., двустворчатых моллюсков *Inoceramus virgatus*. (Алексеев, 1989). Отложения принадлежат зоне *Rotalipora cushmani*, представленной чередованием темно-серых, реже белых биокристаллокластических мергелей, мергелистых известняков с белыми, реже серыми биокристаллокластических известняками. Пачка хорошо прослеживается

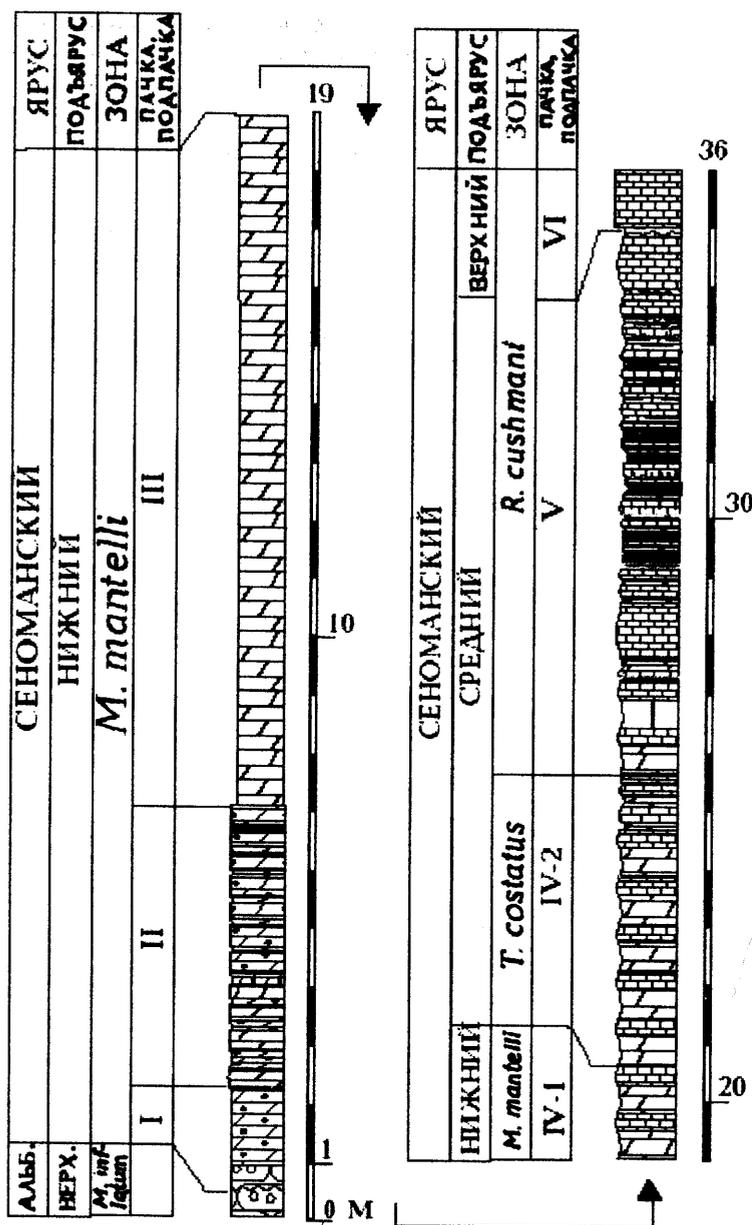


Рис. 13. Разрез ниже- и среднесеноманских отложений юго-западного склона г. Сельбухры (Сельбухра-1), ЮЗ Крым. Условные обозначения приведены на рис. 3

ся на местности. Максимальная мощность пачки 13,1 м (разрез Сельбухра-1), минимальная — 8 м.

Ритмичность пачки V представлена петротипом «3» (мергель — известняк).

Разрез горы Сельбухры (Сельбухра-1). Мощность разреза составляет 13,1 м (рис. 14). Чередуются два элемента ритма: менее карбонатный элемент ритма (МКЭР) — серый, сизый известковистый мергель, мергелистый биокристаллокластический известняк мощностью 0,01-0,06 м и более карбонатный элемент ритма (БКЭР) — белый биокристаллокластический известняк мощностью 0,01-

1,3 м. Выделен 21 ритм петротипа «3». В разрезе встречены ихнофоссилии: *Chondrites* sp., *Teichichmus* sp., *Zoophycos* sp., *Planolites* sp., *Thalassinoides* sp.

Разрез горы Сельбухры (Сельбухра-2) находится в нескольких десятках метров к востоку от разреза I в соседней промоине на южном склоне г. Сельбухры, несёт в себе характерные черты последнего разреза, что даёт возможность сопоставить эти разрезy по выделенным ритмам (рис. 14, фото 63). Выделено 27 ритмов петротипа «3», видимая мощность разреза составляет 12,4 м. В разрезе были установлены ихнофоссилии: *Chondrites* sp., *Teichichmus* sp., *Zoophycos* sp., *Planolites* sp., *Thalassinoides* sp., *Phycosiphon* sp.

Разрез горы Сельбухры (Сельбухра-3), или «Сельбухра-юг» (Алексеев и др., 1997) находится в нескольких десятках метров к западу от разреза №1 на южном склоне г. Сельбухры, ниже опоры № 64 ЛЭП.

Видимая мощность разреза составляет 1 м (рис. 15). Корреляция разрезов 1—3 проводилась по прослою бентонитовых глин мощностью 0,05—0,09 м в

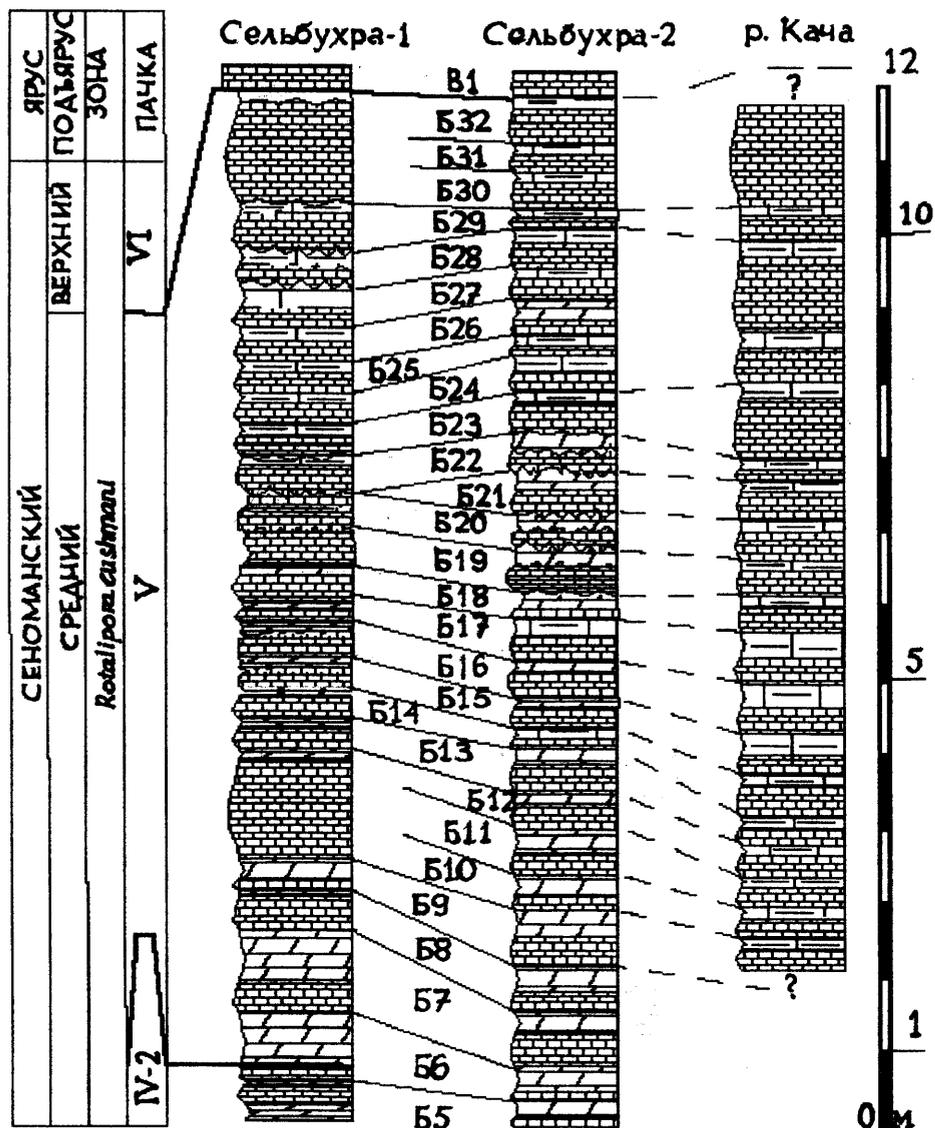


Рис. 14. Схема сопоставления ритмов в среднем сеномане (зона *cushmani*, пачка V) в разрезах Бахчисарайского района ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 3

кровле пачки 5. Выделено 1,5 ритма петротипа «3». Встречены редкие трудно диагностируемые ихнофоссилии.

Разрез реки Качи (рис. 14, фото 64) Разрез расположен в окрестностях сел. Кудрино на левом борту русла р. Качи. Здесь в береговых обрывах наблюдается чередование серых, белых биокристаллокластических известняков мощностью 1—0,12 м (БКЭР) с сизыми, серыми глинистыми известняками, известковистыми мергелями мощностью 0,01—0,32 м (МКЭР). Выделено 19 ритмов петротипа «3». На основе принадлежности данного разреза к зоне *Rotalipora cushmani* (по данным Т.А.Кузьмичёвой, МГУ) и схожего петротипа ритмичности автор относит данный разрез к пачке V. В разрезе встречены ихнофоссилии: *Chondrites* sp., *Teichichmus* sp., *Zoephycos* sp., *Planolites* sp.

Разрез горы Мендер расположен в окрестностях сел. Трудолюбовка и Прохладное на юго-восточном склоне горы Мендер в небольшой промоине возле ставка. Пачка V представлена одним ритмом (видимый интервал разреза составил 1,5 м (рис. 15) с редкими трудно диагностируемыми ихнофоссилиями.

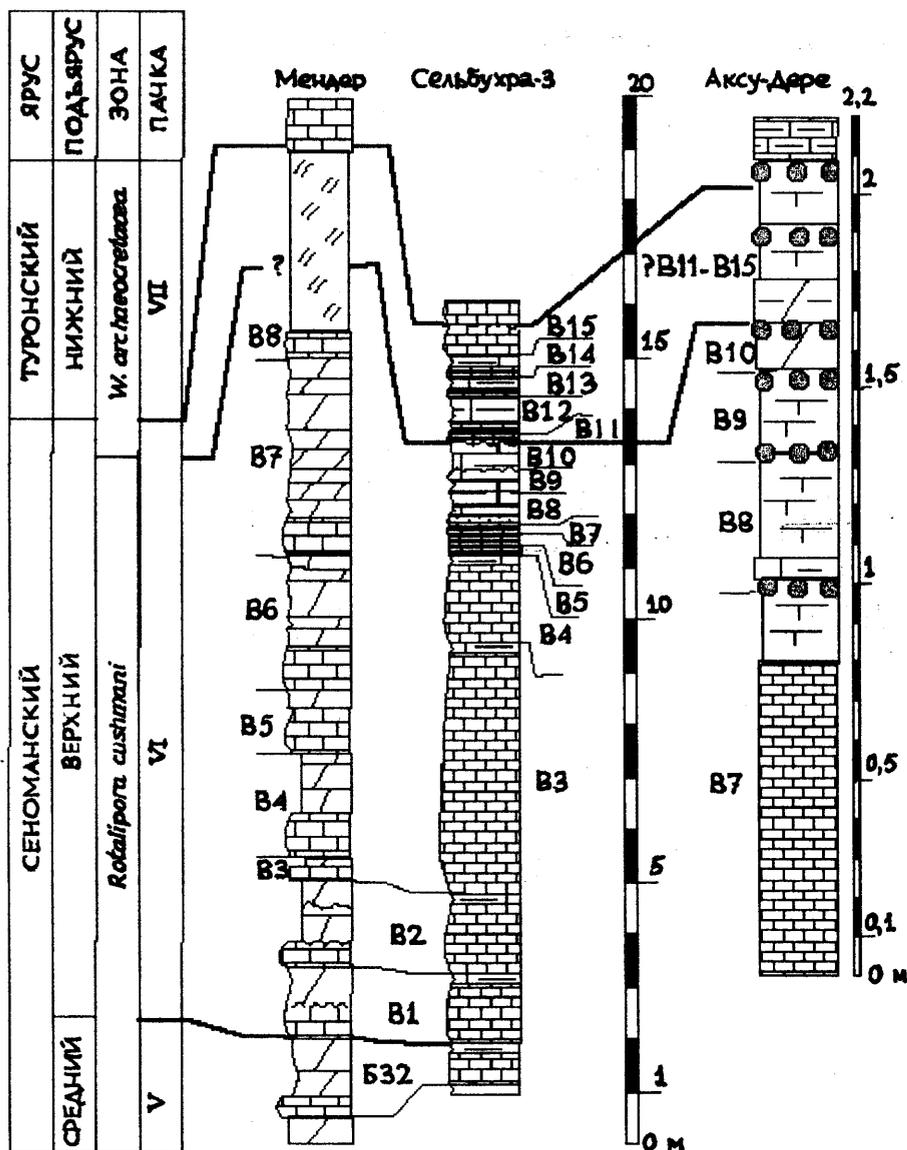


Рис. 15. Схема сопоставления ритмов в среднем сеномане (зона *cushmani*, пачка V) и верхнем сеномане (зона *cushmani*, пачка VI) в разрезах Бахчисарайского района ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 3

Верхний подъярус

Верхнесеноманские отложения представлены наиболее карбонатными разностями – белыми и светлоокрашенными окремнелыми и мелоподобными известняками, мергелями, а также битуминозными мергелями.

Пачка VI. Отложения верхнего подъяруса установлены в разрезах Сельбухра-3 и Аксу-Дере. Пачка VI (рис. 15) представлена известняками и мергелями. Встречаются редкие прослойки тёмных битуминозных мергелей. Пачке VI соответствуют зоны *Rotalipora cushmani* и *Whiteinella archeocretacea*. Пачка практически лишена идентифицируемых макрофоссилий. Известны находки брахиопод *Lingula belbekensis*. Верхние части разрезов окрашены в зеленоватые, сероватые оттенки. Мощность пачки составляет 10–20 м (Алексеев, 1989).

Пачка разделена на три подпачки. Подпачки IV-1, VI-2 и нижняя часть подпачки IV-3 отвечают зоне *Rotalipora cushmani*, а верхняя часть подпачки IV-3 — зоне *Whiteinella archeocretacea*. Подпачка IV-3 с размывом ложится на отложения средней подпачки (Алексеев и др., 1997). В разрезе Сельбухры (разрез

№3) мощность верхнего сеномана составляет 18,27 м, в разрезе г. Мендер — 16 м. Автором исследовался 12-ти метровый интервал разреза верхнего сеномана г. Мендер. Верхняя часть разреза была недоступна для изучения. Кровля отложенной пачки VI несёт поверхность размыва на границе с туронскими отложениями и согласно налегает на породы среднего сеномана. Отложения верхнего подъяруса развиты немного шире, чем — среднего (Алексеев, 1989).

Ритмичность данной пачки охарактеризована тремя петротипами. Петротипом «И» (известняк — известняк) — в разрезе Сельбухра-3. Петротип «З» (мергель — известняк) наблюдался в разрезе горы Мендер. Петротип «Д» (мергель — глина) свойственен разрезу Аксу-Дере. В этом разрезе наблюдается ритмичность в битуминозном мергеле («чёрном прослое»).

Разрез Сельбухра-3. Подпачка IV-1 (10,58 м) характеризуется ритмично переслаивающимися биокластическими мергелями, глинистыми известняками и биоморфными известняками (Алексеев и др., 1997).

Подпачка IV-2 представлена массивными известняками. Мощность подпачки составляет 5,39 м (Алексеев и др., 1997).

Подпачка IV-3 состоит из глинистого прослоя (0, 12 м) и перекрывающего его слоя песчанистого известняка (3, 18 м). Мощность подпачки оценивается в 3,30 м (Алексеев и др., 1997).

Выделено 9 ритмов. Отмечено ритмичное переслаивание белых, желтоватых биоморфных известняков (БКЭР) мощностью 0,4-4,7 м и белых мергелистых биокластических известняков (МКЭР) мощностью 0,1-0,5 м. Ритмичность хорошо диагностируется в подпачке IV-1 и значительно слабее проявлена в подпачках IV-2, IV-3. В разрезе значительно преобладают известняки, цветовая дифференциация отсутствует. Встречены плавные переходы между ЭР, когда невозможно определить точно местоположение границы, а возможно лишь указать переходный интервал (транзит) мощностью в первые см. Обнаружена также микрослоистость (микроритмичность) внутри ЭР (обычно МКЭР), представленная чередованием желтых, зеленых и светлосерых полос толщиной в первые миллиметры. Пиритовые конкреции встречаются редко, биотурбация проявлена слабо, почти отсутствует. Разрез почти не охарактеризован макрофоссилиями, принадлежность его к верхнему сеноману определяется по микрофауне, имеющей зональное значение. В разрезе установлены зоны *Rotalipora cushmani*, *Whiteinella archeocretacea*. Разрез включает в себя сеноман — туронскую границу, на 6 м ниже которой находится пласт известняка мощностью 4,7 м. Пласт аналогичной мощности (рис. 16) встречен Ф. Робажинским в разрезе Блан-Не, Булонь, Франция, Англо-Парижский бассейн (Robaszynski, 1992). Схема расположения разреза Блан-Не и ряда других разрезов, рассматриваемых в работе, приведена на рис. 17.

Разрез горы Мендер. Подпачка IV-1 (видимая мощность — 12 м). Выше лежащие подпачки на момент изучения автором разреза были не обнажены. Описано 9 ритмов. Цветовая дифференциация отсутствует, разрез невыветренный, неконтрастный, описание ритмов было очень затруднительно, несмотря на чередование разных литотипов (МКЭР — биокристаллокластический мергель или мергелистый известняк, как правило, большей мощности 0,3—2,24 м, БКЭР — биокристаллокластический известняк, как правило, меньшей мощности, 0,8-1,2 м) и присутствие одиночных выступающих пластов известняка. Встречены в осыпи одиночные конкреции пирита, ядра и отпечатки иноцерам. Мощность МКЭР растет вверх по разрезу при сокращении или постоянстве мощности

БЛАН НЕ, СЕЛЬБУХРА-3.
СЗ ФРАНЦИЯ ЮЗ КРЫМ

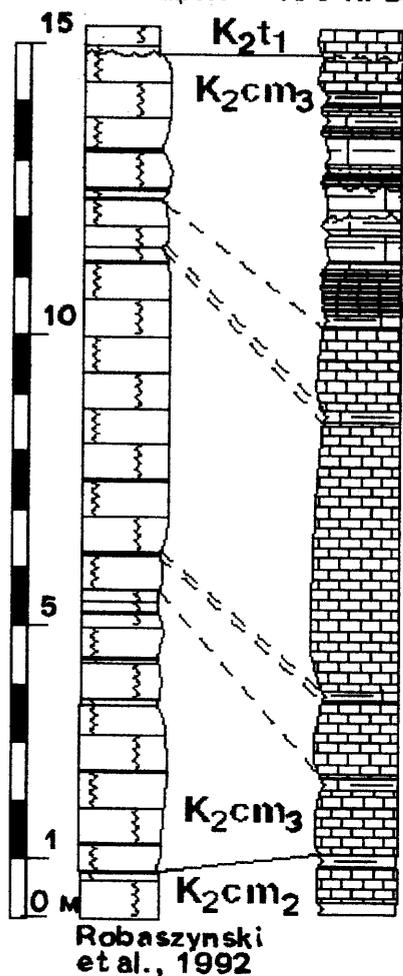


Рис. 16. Авторская схема сопоставления верхнесеноманских отложений разрезов Блан-Не и Сельбухры-3. Условные обозначения приведены на рис. 3

БКЭР. Биотурбация присутствует в разрезе, но является беспорядочной и не проявляет каких-либо тенденций к росту или уменьшению по разрезу. Данный разрез — единственный среди изученных автором разрезов сеномана Юго-Западного Крыма, где преобладают мергели над известняками, и разрез представлен действительно чередованием известняков и мергелей, а не переслаиванием близких по литологии известковистых мергелей и мергелистых известняков.

Разрез Аксу-Дере расположен недалеко от подножья мыса, отделяющего с востока овраг, по которому ранее проходила дорога из Бахчисарая в село Биасала (ныне с. Верхоречье). Разрез хорошо изучен и описан в ряде работ (Алексеев, 1989; Найдин, Кияшко, 1993; 1994; Гаврилов, Копачевич, 1996; Алексеев и др., 1997 и др.).

Автором была изучена подпачка VI-3. Нижележащие отложения верхнего сеномана были недоступны для изучения. Отложения средней (приблизительно 2 м) и нижней подпачек (более 1,5 м) верхнего сеномана присутствуют в разрезе Аксу-Дере, однако в

этом разрезе приходится делать внушительную расчистку даже для описания верхней подпачки (Алексеев и др., 1997).

Подпачка VI-3. Переслаивание линзообразных прослоев мергелей и карбонатных глин с горизонтами лимонитовых конкреций. Выделено 5 ритмов. Данная ритмичность наблюдается внутри битуминозных мергелей (битуминозного горизонта, «чёрных сланцев», «пачки чёрных прослоев»).

В разрезе встречены ихнофоссилии *Chondrites*.

Туронский ярус

В Юго-Западном Крыму туронские отложения представлены главным образом известковистыми мергелями и известняками. Они тесно связаны в литологическом и структурном планах с отложениями сеномана. Максимальные значения мощности составляют 50 м, минимальные — 10. Они могут с размывом ложиться на сеноманские породы (г. Сельбухра, овраг Аксу-Дере), либо согласно перекрывать отложения сеномана (долины рек Качи и Бельбек). Отложения туронского яруса подразделяются на две части (Алексеев, 1989; Москвин и др., 1986).

Соотношение фораминиферовых и моллюсковых зон турона Юго-Западного Крыма приведено на рис. 18.



Рис. 17. Схема расположения верхнемеловых ритмичных разрезов Западной Европы и Северной Африки. Условные обозначения приведены на рис. 1

В работе рассматривается нижнетуронские ритмичные известняк-мергельные породы разреза Аксу-Дере. Прохладненская свита ЮЗ Крыма соответствует верхнему турону-коньяку (рис. 12).

Корреляция туронских отложений Русской плиты и Юго-Западного Крыма хорошо производится по моллюсковым зонам, идентичным для этих двух регионов.

Моллюсковая зонация туронских отложений Юго-Западного Крыма и Восточно-Европейской платформы позволяет их сопоставлять несмотря на трёхчленное деление турона Восточно-Европейской платформы (по данным А.С.Алексеева, А.Г.Олферьева и С.М.Шик) и двучленное деление турона Юго-Западного Крыма.

Нижний подъярус

Отложения нижнего турона в Юго-Западном Крыму представлены пачками VII—IX и относятся к зоне *Mytiloides labiatus* (Алексеев, 1989).

Разрез Аксу-Дере (рис. 19). Пачка VII. Пачка ритмичного переслаивания мелоподобных мергелей и известняков. Отсюда отмечаются находки *Mytiloides labiatus*. Принадлежность отложений данной пачки к нижнему турону (зона

Mytiloides labiatus) устанавливается по присутствию зонального вида. Мощность пачки варьирует от 5 до 15 м (Алексеев, 1989).

ЯРУС	ПОДЯРУС	Алексеев, 1989; Korajevich, Walazsyk, 1990 КРЫМ		Алексеев и др., 1995 РУССКАЯ ПАМТА	
		ЗОНАЛЬНО МОЛЛОСКАМ	ЗОНАЛЬНО ФОРАМЕ- НИФЕРАМ	ЗОНАЛЬНО МОЛЛОСКАМ	ЗОНАЛЬНО ФОРАМЕ- НИФЕРАМ
ТУРОНСКИЙ	НИЖНИЙ	<i>Cremnoceramus brongniarti</i>	<i>Marginotruncana reinzi- coronata</i>	<i>Cremnoceramus brongniarti</i>	<i>Gavelinella kelleri</i>
		<i>Cremnoceramus rotundatus</i>		<i>Cremnoceramus waltersdorfensis</i>	
		<i>Cremnoceramus waltersdorfensis</i>	<i>Marginotruncana marginata</i>	<i>Inoceramus costellatus</i>	
		<i>Inoceramus costellatus</i>		<i>Inoceramus striato- concentricus</i>	
		<i>Inoceramus lamarcki</i>		<i>Inoceramus lamarcki</i>	
	<i>Inoceramus apicalis</i>	<i>Inoceramus apicalis</i>			
	<i>Mytiloides hercynicus</i>	<i>Marginotruncana pseudo- linneiana</i>	<i>Mytiloides hercynicus</i>		
	НИЖНИЙ	<i>Mytiloides labiatus</i>	<i>Helvetoglobotruncana helvetica</i>	<i>Mytiloides labiatus</i>	<i>Gavelinella dana</i>
		<i>Mytiloides mytiloides</i>	<i>Whiteinella archaeo- cretacea</i>	<i>Praeaeticamax- plenus trian- gulus</i>	
	СЕНОМАНСКИЙ	ВЕРХНИЙ	не выделены	<i>Rotalipora cushmani</i>	<i>Inoceramus pictus bohemicus</i>
<i>Praeaeticamax- plenus plenus</i>					
СРЕДНИЙ		не выделены	не выделены	<i>Inoceramus sp. sp.</i>	<i>Inoceramus pictus</i>
					<i>Inoceramus sp. sp.</i>
					<i>Turrilites costatus</i>
НИЖНИЙ	<i>Mantelliceras dixoni</i>	<i>Rotalipora deecke</i>	<i>Mantelliceras mantelli</i>	<i>Gavelinella cenomani- ca</i>	
	<i>Mantelliceras mantelli</i>	<i>Rotalipora appenninica</i>	<i>Schloenbachia variata</i>		

Рис. 18. Сопоставление схем биостратиграфического расчленения сеноманско-нижнеконьякских отложений Крыма и Русской плиты

В основании пачки присутствует пласт массивного известняка (2,5 м), на который с размывом ложится ритмичная толща известняков и мелоподобных мергелей видимой мощности 7,28 м.

В разрезе установлена ритмичность петротипа «З» (5 ритмов): известняк (0,3-0,25 м) — мергель (1,25-0,45 м). Следует отметить две закономерности этой ритмичной толщи.

Во-первых, мощность МКЭР уменьшается вверх по разрезу (1,25—0,7—0,5—0,45—0,5 м), а мощность БКЭР хорошо выдержана (0,3—0,25 м). Во-вторых, величина мощности пластов известняка циклически изменяется (0,3—0,25—0,3—0,25—0,3 м). Это обстоятельство позволяет выделить два порядка ритмичности (5 ритмов 2 порядка и 2,5 ритма 1 порядка). В разрезе встречены плохо диагностируемые ихнофоссилии.

Пачка VIII. Мергели мелоподобные с тонкими прослоями зеленовато-серых глинистых мергелей и конкрециями кремня с *Mytiloides labiatus*, *Liostrea sp.* Мощность пачки 8—12 м (Алексеев, 1989). Пачка автором не изучалась ввиду плохой обнаженности.

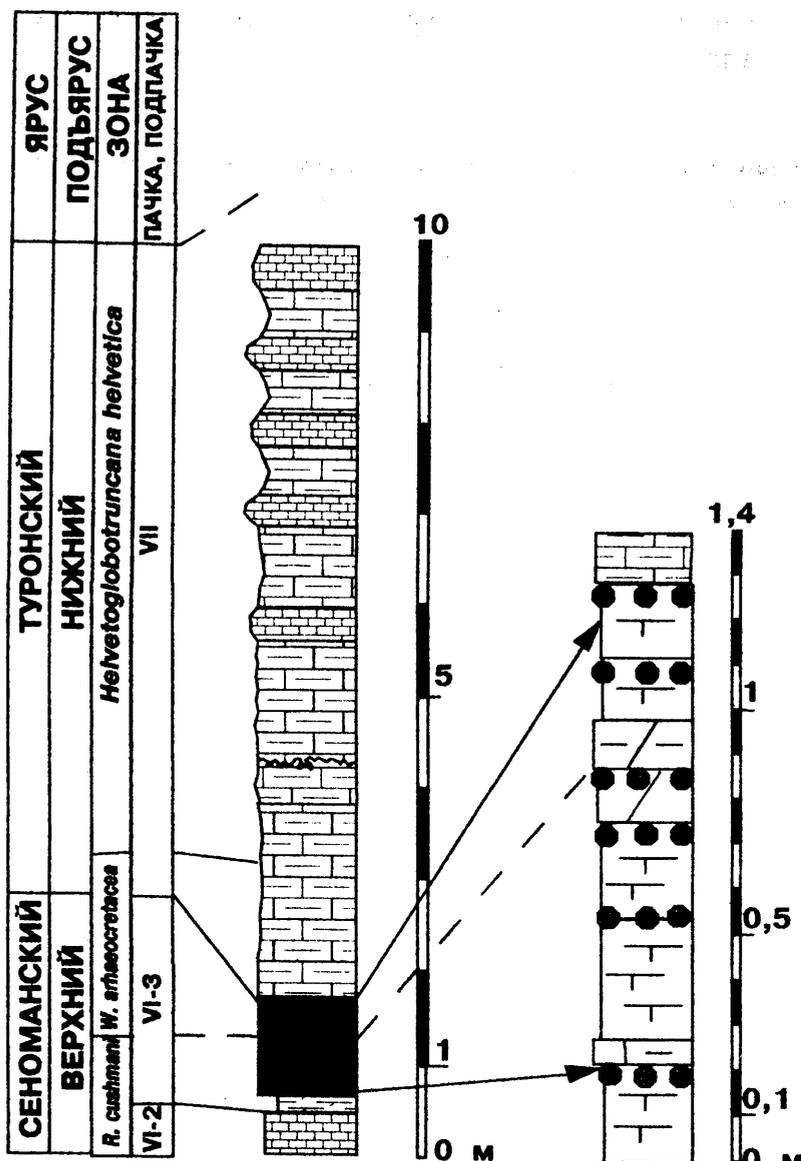


Рис. 19. Пограничные сеноман-туронские отложения разреза Аксу-Дере, Бахчисарайский район, ЮЗ Крым. Условные обозначения приведены на рис. 3

Пачка IX.

Мергели мелоподобные и известняки с пластообразными стяжениями серых кремней, 12-16 м. Встречаются редкие брахиоподы *Ornatothyris* sp. и иноцерамы *Mytiloides* ex gr. *labiatus* (Алексеев, 1989). Автором отложения пачки не изучались ввиду плохой обнажённости.

Верхний подъярус

Отложения верхнего подъяруса пользуются большим распространением. Они пред-

ставлены пачкой X — толщей микритовых крепких белых, часто брекчиевидных известняков со стилолитовыми швами и многочисленными горизонтами перемыва, содержащих конкреции кремней (Алексеев, 1989).

Пачка X соответствует зонам верхнего турона: *Mytiloides hercynicus*, *Inoceramus apicalis*, *I. lamarcki*, *I. costellatus* и *Cremonoceramus waltersdorfensis*. Об этом свидетельствуют находки зональных видов. Пачка содержит богатый комплекс макрофоссилий: аммониты, пелециподы, брахиоподы, шестилучевые кораллы, морские ежи. Часто встречаются морские ежи *Echinocorys gravesi*, *Comulus subconicus*, *Influaster excentricus* и зубы акул (Алексеев, 1989). Средняя мощность отложений пачки в Юго-Западном Крыму составляет 25—30 м (Алиев и др., 1986).

Ритмичность в пачке отсутствует. Отложения пачки автором детально не изучались и наблюдались в овраге Аксу-Дере и разрезе г. Сельбухры.

Отложения коньяка и сантона не изучались автором, ввиду отсутствия отложений, начиная с верхней части нижнего коньяка (кровля пачки XI) по верхний сантон (середина пачки XV) на правом берегу р. Качи, и по нижнюю часть нижнего кампана (граница пачек XVII-XVIII) на водоразделе Кача —

Бодрак. Отложения коньяка и сантона в работе не рассматриваются, их краткая характеристика приведена в таб. 4.

Таблица 4

Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Бахчисарайского района ЮЗ Крыма с выделенными петротипами карбонатных ритмов (по Алексееву, 1989 с дополнениями)

Ярус	Подъ-ярус	Зона	Пачка	Характеристика отложений	Петротип
маастрихтский	верхний	Neobelemnella kazimirovicensis	XXIV	мергели алевроитовые, глауконитовые с многочисленными рострами белемнитов и раковинами пектенид. Сохранились местами (р. Бельбек). 0—5 м.	Ж
			XXIII	алевролиты, известняки, песчаники, обычно глауконитовые. 20—30 м.	А, В, Е, Д
			XXII	мергели желтовато-серые с рассеянным окремнением. 25—50 м.	Е
	нижний	Belemnella sumensis	XXI	мергели серые с рассеянным окремнением. 25—50 м.	Ж
			XX	мергели серые, иногда глинистые, слабо алевроитовые. 50 м.	Е, Ж
кампанский	верхний	Belemnitella langei	XIX	мергели серые и желтовато-серые с тонкими примазками зелёного глинистого материала. 100—120 м.	Ж
	нижний	Micraster schroederi	XVIII	чередование известняков белых и светло-серых, и зеленовато-серых мергелей. До 55 м.	
			XVII	известняки белые мелоподобные, мергели с прослоями кила и стяжениями кремней. 10—15 м.	Д
			XVI	мергели зеленовато-серые с прослоями светло серых мергелей. Бельбек, Кача, левобережье Бодрака. 0—20 м.	
сантонский	верхний	Marsupites testudinarius	XV	известняки мелоподобные с прослоями глин, базальная часть - песчанистая (междуречье Кача-Бодрак). Аксу-Дере, долины Бельбека и Качи. 0—26 м	
			XIV	известняки глинистые с прослоями глин. В основании известковые конгломераты. Водораздел Бельбек-Кача. 0—15 м.	

1	2	3	4	5	6
	нижний	<i>Sphen. cardissoides</i>	XIII	известняки глинистые с прослоями глин. Водораздел Бельбек-Кача. 0-23 м.	
КОНЬЯКСКИЙ	верхний	<i>Volv. involutus</i>	XII	известняки с прослоями глины. Сохранились местами в долинах Бельбека и Качи. 0—20 м.	
	нижний	<i>Cretn. schloenbachi</i>	XI	известняки с многочисленными стилолитовыми швами. Долины Бельбека и Качи, северо-восточнее водораздела Кача-Бодрак (Сельбухра). 12—16 м.	
ТУРОНСКИЙ	верхний	<i>I. costellatus</i>	X	известняки белые со стилолитовыми швами и многочисленными горизонтами перемыва. От р. Чёрной до правобережья р. Альмы. 0—20 м.	
		<i>I. lamarcki - I. apicalis</i>			
	нижний	<i>Mytiloides labiatus</i>	IX	мергели мелоподобные и известняки с стяжениями кремней. 12—16 м.	
VIII			мергели мелоподобные с тонкими прослоями глинистых мергелей и конкрециями кремня. 8—12 м.		
VII			мергели мелоподобные и известняки с тонкими прослоями зеленовато-серых мергелей. 5—15 м.	З	
СЕНОМАНСКИЙ	верхний	зоны не	VI	мергели и известняки с редкими прослоями мергелей (в т. ч. битуминозных). 10—25 м.	Д, З, И
	средний	выделены	V	чередование мергелей, глинистых известняков и известняков. 8—12 м.	З
			IV-2	мергели с пятью пластами известняков. 1,5—8 м.	З
	нижний	<i>Turrilites costatus</i>	IV-1	мергели с двумя пластами известняков. Долины Качи и Бодрака. 0—2 м.	З
			II+III	мергели глинистые, песчанистые и известковистые. Междуречье Кача-Бодрак. 0—35 м.	Е (пачка II)
I			песчаники и песчанистые мергели. Междуречье Кача-Бодрак. 0—8 м.		

Кампанский ярус

Карбонатные породы кампана образуют наиболее мощный (до 200 м) и выдержанный комплекс верхнего мела. На большей части Юго-Западного Крыма отложения кампана согласно залегают на сантоне, однако, начиная с меридиана долины р. Бодрак (район исследований) и далее на северо-восток они залегают на различных горизонтах турона. В районе г. Симферополя породы кампана ложатся на отложения нижнего мела. Обнажения кампанских пород обычно приурочены к продольным долинам между куэстовыми грядами. Из-за мягкости мергелей выходы кампана плохо обнажены: задернованы, элювиированы (Алексеев, 1989).

В Горном Крыму кампанский ярус принимается в объеме четырех зон. Нижний кампан подразделяется на зоны (снизу вверх): *Micraster schroederi* и *Hauericeras pseudogardeni*. Верхний кампан в большинстве разрезов Горного Крыма подразделяется на две белемнитовые зоны (снизу вверх): *Belemnitella mucronata* и *Belemnitella langei* (Москвин и др., 1986).

Отложения кампанского яруса в Юго-Западном Крыму представлены зонами: *Micraster schroederi* (нижний кампан) и *Belemnitella langei* (верхний кампан). Нижний кампан представлен отложениями пачек XVI—XVIII. Пачка XIX соответствует верхнему кампану. Достоверные находки *Belemnitella langei* происходят из верхней части пачки XIX (Алексеев, 1989).

Редко встречаемые макрофоссилии в кампане Юго-Западного Крыма, вынуждают исследователей оперировать стратиграфическим расчленением по фораминиферам. По неопубликованным данным А.В.Федько (МГУ), в разрезе г. Кизил-Чигир зоне *Micraster schroederi* соответствуют две фораминиферовые зоны (снизу вверх): *Globotruncana arca* и *G. ventricosa*. Зона *G. ventricosa* также характеризует низы верхнего кампана. Верхний кампан представлен зоной *G. morozovae*. Ранее (Алексеев, 1989) в кампане выделялись две фораминиферовые зоны *G. elevata* (верхний сантон — верхний кампан) и *G. morozovae* (верхний кампан).

Таким образом, пачка XVI соответствует зоне *G. arca*. Пачка XVII представлена верхней частью зоны *G. arca* и нижней частью зоны *G. ventricosa*. Пачка XVIII характеризуется зоной *G. ventricosa*. Пачка XIX представлена зонами: *G. ventricosa* (нижняя часть пачки) и *G. morozovae* (Алексеев, 1989).

В работе рассматриваются следующие разрезы кампанских отложений: Кизил-Чигир (зоны *G. arca*, *G. ventricosa*, пачка XVII, нижний кампан) и Беш-Кош (*G. morozovae*, пачка XIX, верхний кампан).

Корреляция кампанских отложений отложений Восточно-Европейской платформы и Юго-Западного Крыма по макрофауне осложняется менее детальным биостратиграфическим расчленением кампана Юго-Западного Крыма: для Юго-Западного Крыма выделены две зоны (нижняя, по иглокожим и верхняя, по моллюскам), в то время как на Восточно-Европейской платформе установлены семь моллюсковых зон.

Корреляция кампанских отложений двух регионов по фораминиферовым зонам осложняется: 1) использованием различных зональных видов фораминифер для Юго-Западного Крыма и Русской плиты; 2) выделением трёх зон в кампане Юго-Западного Крыма и — четырёх зон в кампане Русской плиты.

Нижний подъярус

Пачка XVI. Мергели зеленовато-серые с прослоями светло-серых мергелей. В основании пачки встречаются роостры белемнитов *Actinocamax sp.*, *Go-*

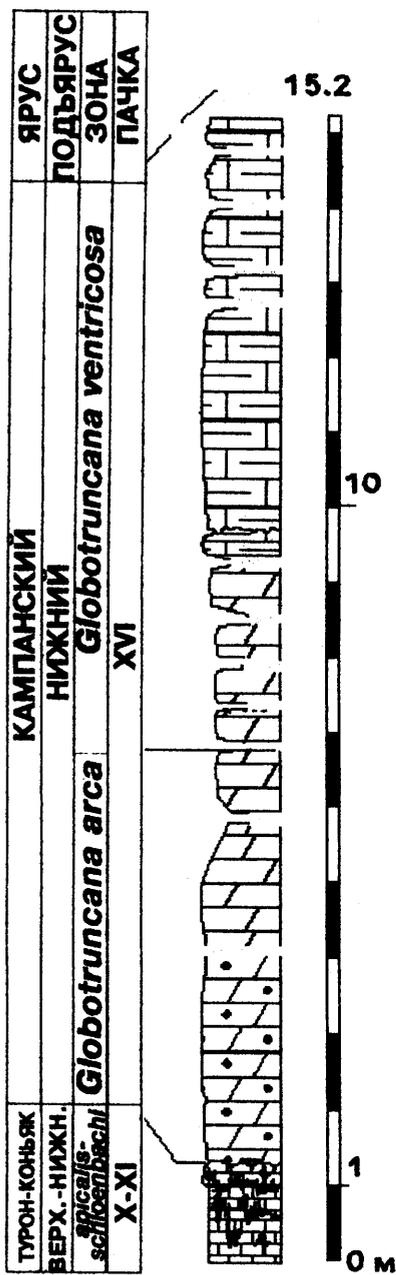


Рис. 20. Разрез туронских, коньякских и нижнекампанских отложений г. Кизил-Чигир, Бахчисарайского район, Крым. Примечание: серым цветом показаны прослои бентонита. Условные обозначения приведены на рис. 3

rothpletzi, панцири морских ежей *Micraster schroederi* (Алексеев, 1989). Автором не изучалась.

Сопоставление нижнекампанских разрезов Русской плиты и Горного Крыма приведено на рис. 21.

Верхний подьярус

Пачка XIX. Мергели светло-серые и желтовато-серые, с тонкими призмами зелёного глинистого материала по плоскостям напластования. В ниж-

nioteuthis sp. Мощность отложений пачки составляет 0—20 м (Алексеев, 1989). Автором не изучалась.

Разрез г. Кизил-Чигир (рис. 21, фото 72) расположен на юго-западном склоне горы Кизил-Чигир в скальном выступе, расположенном в 25—30 метрах от автомобильной дороги Скалистое — Научный, между сел. Скалистое и Трудолюбовка, в окрестностях сел. Трудолюбовка, на правом берегу Бодрака, в Бахчисарайском районе.

Пачка XVII. Известняки белые, мергели серо-зелёные с прослоями кила и глин. В разрезе г. Кизил-Чигир этот петротип ритмичности представлен переслаиванием мергелистых биокристаллокластических известняков (0,2—3 м) и кристаллобиокластических глин (0,1—0,2 м). Обнаружено 7 ритмов петротипа «Д», которые перекрываются 6 ритмами петротипа «К». Мощность пачки составляет 10—15 м (14 м, видимая мощность, разрез Кизил-Чигир). 3 ритма соответствуют зоне *Globotruncana arca* (6 м), 10 ритмов характеризуют зону *Globotruncana ventricosa* (8 м). Мощность ритмов варьирует от 0,4 до 3,3 м. В разрезе редки находки макрофоссилий, встречен комплекс ихнофоссилий (*Planolites*, *Zoophycos*, *Teichichnus*, *Chondrites*, *Thalassinoides*).

Пачка XVIII. Чередование известняков белых и светло-серых и зеленовато-серых мергелей. Мощность пачки оценивается в 55 м (Алексеев, 1989). Автором не изучалась.

Макрофаунистическая характеристика отложений нижней половины кампана очень ограничена. Пачки XVII-XVIII в районе исследо-

ваний практически не содержат остатки макрофауны. В долине р. Бельбек нижнекампанские отложения содержат иноцерамы *Inoceramus azerbaijansis*, *I. brancoi*, редкие раковины устриц и брахиопод, фрагменты стеблей морских лилий *Isocrinus (?) carinatus*, *Austinocrinus*

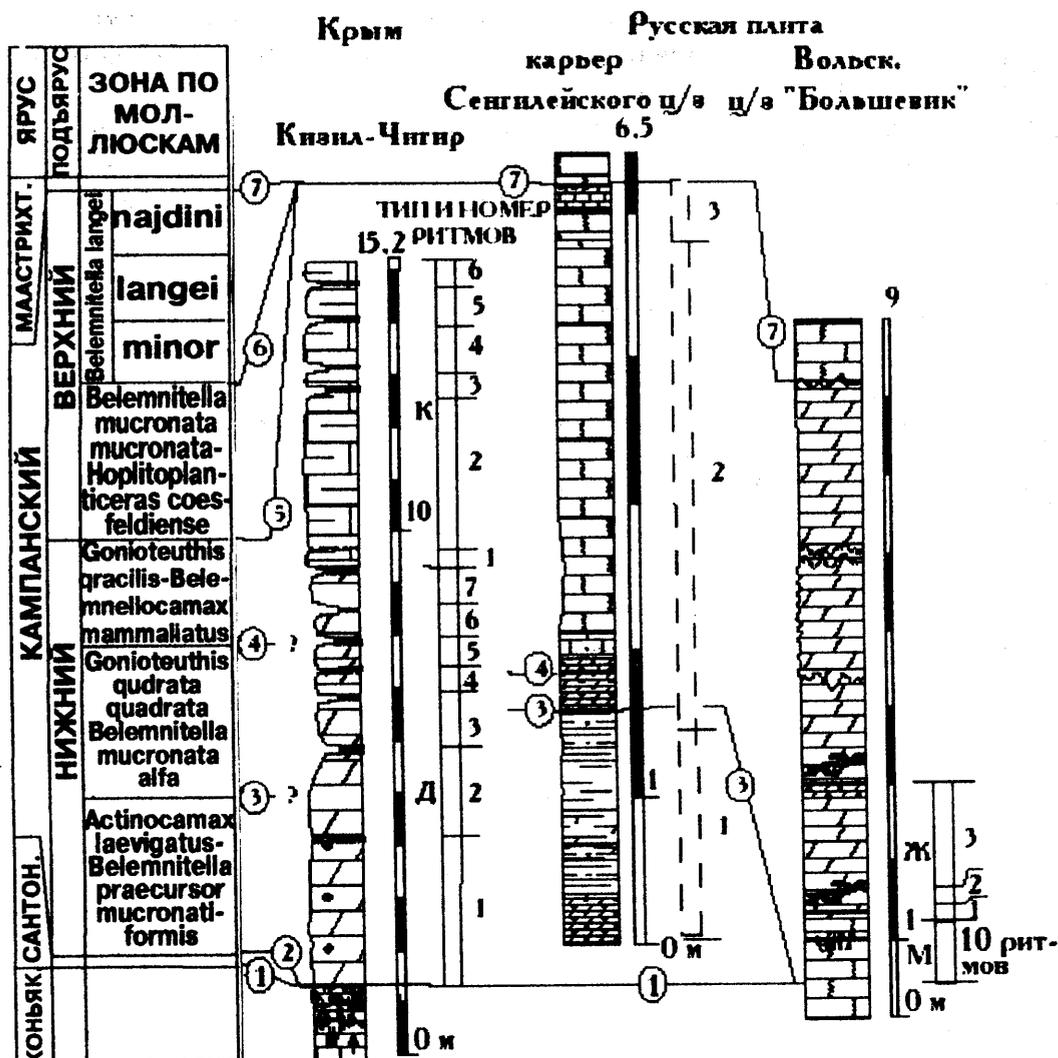


Рис. 21. Схема сопоставления скрыторитмичных (Сенгилей) и ритмичных карбонатных кампанских отложений разрезов Ульяновско-Саратовского прогиба (Русская плита) и Горного Крыма. Примечание: пунктиром показаны предполагаемые ритмы. Условные обозначения приведены на рис. 3

ней части пачки встречаются головоногие: белемниты *Belemnitella mucronata profunda*, *Belemnitella mucronata mucronata*, аммониты *Pachydiscus koeni*. В верхней части пачки макрофоссилий намного больше, чем в нижней. Характерны ростры белемнитов *Belemnitella mucronata mucronata*, *Belemnitella langei*, *Belemnitella conica* находки ядер раковин аммонитов *Bostrychoceras polyplacum*, раковины брахиопод и пелеципод, трубки червей и мшанки. Белемниты и аммониты указывают на верхнекампанский возраст (Алексеев, 1989). Мощность пачки — 100—120 м.

Разрез г. Беш-Кош (рис. 22) расположен на юго-западном склоне горы Беш-Кош в окрестностях города Бахчисарай. Разрез был описан и изучен в ряде работ (Алексеев, Кораевич, 1997; Найдин, Беньямовский, 2000).

Автором исследовался интервал в 25 м ниже кампан — маастрихтской границы в разрезе г. Беш-Кош. Из-за плохой обнажённости разреза исследовать ритмичность не удалось. Однако, отмечается чередование светлых массивных и тёмных тонкоплитчатых мергелей. Скорее всего, этот интервал разреза содержит ритмы петротипа «Ж» (мергель — мергель).

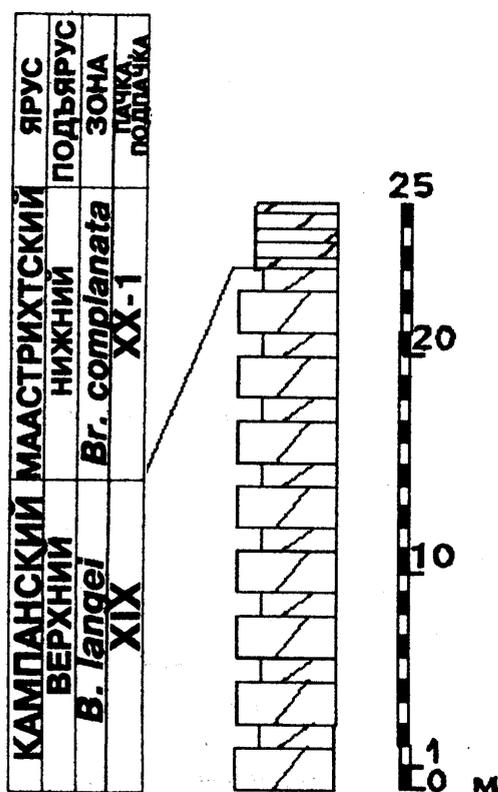


Рис. 22. Разрез кампанских отложений г. Беш-Кош, Бахчисарайский район, ЮЗ Крым. Примечание: мощности ритмов в кампане проказаны условно. Условные обозначения приведены на рис. 3

Маастрихтский ярус

Отложения маастрихта протягиваются узкой полосой вдоль Второй гряды Крымских гор. Они согласно (со следами небольшого перерыва) залегают на породах верхнего кампана. В кровле они с несогласием различной амплитуды перекрываются отложениями (известняками и известковистыми песчаниками) датского яруса палеоцена.

В Юго-Западном Крыму нижний маастрихт принимается в объеме двух зон: нижней — *Belemnella lanceolata* (подпачки XX-1 и XX-2 пачки XX) и верхней — *Belemnella sumensis* (подпачка XX-3 пачки XX и пачка XXI). Верхний маастрихт охарактеризован зоной *Neobelemitella kazimirovicensis*. Мощность преимущественно карбонатных с небольшой долей терригенных отложений маастрихтского яруса в Юго-Западном Крыму варьирует от 0 до 150 м (Алексеев, 1989). По фораминиферам в нижнемаастрихтских отложениях горы Беш-Кош (Alekseev, Koraevich, 1997) выделены зоны *Brotzenella complanata* (подпачки XX-1, XX-2 и низы подпачки XX-3 пачки XX), *Gavelinella midwayensis* (верхи подпачки XX-3 пачки XX и низы пачки XXI) и *Brotzenella praeacuta* (верхи пачки XXI). В верхнем маастрихте горы Беш-Кош установлены зоны *Brotzenella praeacuta* (основание — верхняя часть пачки XXII) и *Hanzawaia ekblomi* (верхи пачки XXII — пачка XXIII).

В нижнемаастрихтских отложениях встречаются макрофоссилии: аммониты *Haploscaphites constrictus*, *Diplomoceras cylindraceum*, *Hauriceras sulcatum*, *Baculites ex. gr. anceps*, морские ежи *Echinocorys pyramidata* и др. Верхний маастрихт охарактеризован находками аммонитов *Pachydiscus neubergicus*, *P. gollivillensis*, пелеципод *Chlamys acuteplicatus*, *Pycnodonte mirabilis* и др. Аммониты *Haploscaphites constrictus* типичны для нижнего и верхнего маастрихта (Москвин и др., 1986).

В работе рассматриваются отложения маастрихта разреза горы Беш-Кош. В разрезе г. Беш-Кош автором исследовались отложения нижнего (пачки XX-XXI) и верхнего (пачки XXII—XXIII) маастрихта. Пачка XXIV верхнего маастрихта отсутствует в изучаемом разрезе.

Корреляция маастрихтских отложений Русской плиты и Юго-Западного Крыма по моллюсковым зонам затруднена менее детальным биостратиграфическим расчленением маастрихта Юго-Западного Крыма. В нижнем маастрихте Юго-Западного Крыма выделено две моллюсковые зоны, в верхнем — одна. На Русской плите в состав нижнего маастрихта входят три моллюсковые зоны, а в состав верхнего — две. Выделенные на Русской плите зоны *licharewi* (основание нижнего маастрихта) и *junior* (основание верхнего маастрихта) не установлены в маастрихтских отложениях Юго-Западного Крыма.

Нижний подъярус

Мощность отложений нижнего маастрихта (пачки XX-XXI) выдержана и обычно составляет 75—80 м (Алексеев, 1989).

В разрезе г. Беш-Кош (рис. 23, 24) мощность нижнего маастрихта равна 94 м (Алексеев, Кораевич, 1997). Пачка XX. Мергели и известняки темные, светло-серые, внизу иногда глинистые, слабо алевроитистые (66 м, Беш-Кош). Принадлежность этой пачки к нижнему маастрихту подтверждается присутствием аммонитов *Hoploscaphites constrictus*, *Hauericeras sulcatum*, *Diplomoceras cylindroceum*, редких белемнитов *B. lanceolata*, *B. sumensis occidentalis*. Пачка содержит богатый комплекс пелеципод: *Chlamys*, *Entolium*, *Nucula*, *Lopha*, *Rynodonte*, *Acutostrea*, *Pholadomya* (Алексеев, 1989). Пачка подразделяется на 3 подпачки (Алексеев, Кораевич, 1997).

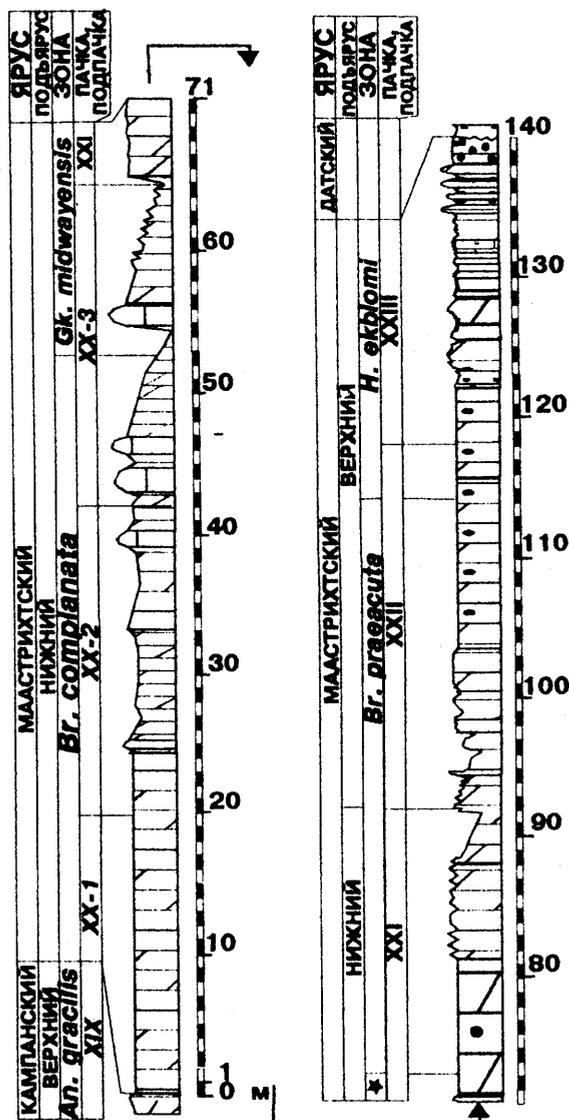
Подпачка XX-1. Светло-серые пятнистые мергели. Содержание нерастворимого остатка возрастает вверх по разрезу: от 7% в основании до 14—20% в кровле. Пачка плохо обнажена. Ритмичность не установлена. Мощность в разрезе Беш-Кош составляет 20 м (Алексеев, Кораевич, 1997).

Подпачка XX-2. Светло-серые и желтоватые песчаные мергелистые известняки. Мощность данной подпачки в разрезе Беш-Кош составляет 23 м. Содержание нерастворимого остатка: 10—28% (Алексеев, Кораевич, 1997).

Ритмичность представлена четырьмя ритмами петротипа «Е» (мергель — песчаный мергель). Масштаб этих ритмов позволяет предположить, что это ритмы второго порядка (см. описание подпачки XX-3). МКЭР представлен песчаным мергелем с постоянно уменьшающимся значением мощности (8—6—2,8—1 м). БКЭР — это плотный светло-серый мергель (1,2—1,7—1,2 м). В первом ритме БКЭР отсутствует: видна поверхность размыва.

Подпачка XX-3. Серые песчаные мергели с пиритовыми конкрециями. Мощность — 23 м. Содержание нерастворимого остатка варьирует от 17% до 22% (Алексеев, Кораевич, 1997).

В средней и верхней подпачках пачки XX установлены



Примечание: * - *Gk. midwayensis*

Рис. 23. Разрез маастрихтских отложений г. Беш-Кош, Бахчисарайский район, ЮЗ

Крым. Условные обозначения приведены на рис. 3

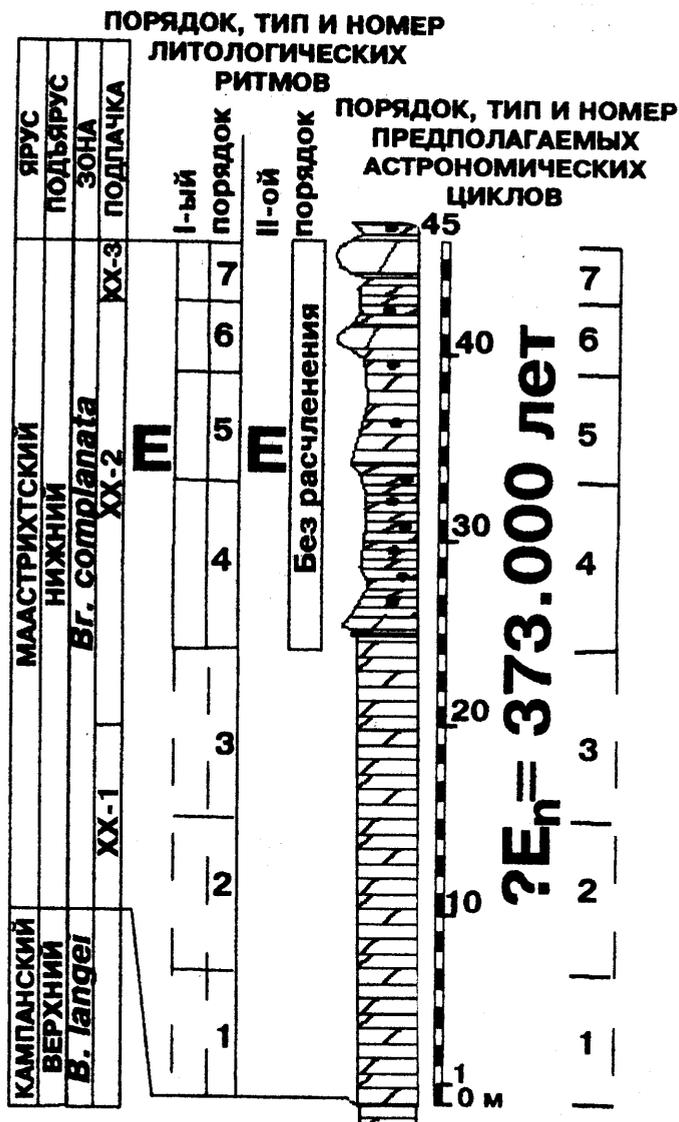


Рис. 24. Соотношение литологических ритмов и предполагаемых астрономических циклов в нижнем маастрихте разреза г. Беш-Кош, Бахчисарайский район, ЮЗ Крым. Условные обозначения приведены на рис. 3

ихнофоссилии *Thalassinoides*.

Ритмичность представлена ритмами двух порядков двух петротипов. Ритмы второго порядка петротипа «Д» представлены переслаиванием трёх ЭР (мергель — мергель — мергель). Ритмы первого порядка петротипа «В» состоят из двух элементов. Ритмы первого порядка выделяются в пределах всей подпачки, ритмы второго порядка наблюдались в интервале в 1,75 м выше границы с нижележащей подпачкой. Петротипы ритмов второго порядка содержатся в первом МКЭР первого ритма первого порядка. Степень обнажённости разреза позволила изучать ритмы второго порядка

лишь в ограниченном интервале.

Ритмы второго порядка (9 ритмов) представлены переслаиванием мелоподобных слабо биотурбированных (0,15—0,4 м), серо-зелёных биотурбированных (0,1—0,35 м) и серо-жёлтых мергелей (0,05—0,2 м).

Ритмы первого порядка представляют собой чередование светло-серых массивных известковистых (1—1,5 м) и песчанистых (8—6 м) мергелей. Наблюдается 2 ритма, однако присутствие внутри пачки поверхности размыва между двумя МКЭР даёт возможность предположить о ранее существовавших трёх или более ритмах. Чётко прослеживается закономерное уменьшение мощности МКЭР вверх по разрезу (8—7,2—6 м).

Пачка XXI формирует скальный уступ. Мергели тёмно-серые и светло-серые, слабо алевроитовые с пиритовыми конкрециями, мощность 25—30 м. В разрезе горы Беш-Кош мощность пачки составляет 28 м (Alekseev, Kopaevich, 1997). Нижнемаастрихтский возраст этой пачки подтверждается по находкам белемнитов *B. sumensis occidentalis*. Присутствие белемнитов *B. sumensis praerkhangeliskii*, аммонитов *Phylloporhynchoceras surya* указывает на верхнюю часть

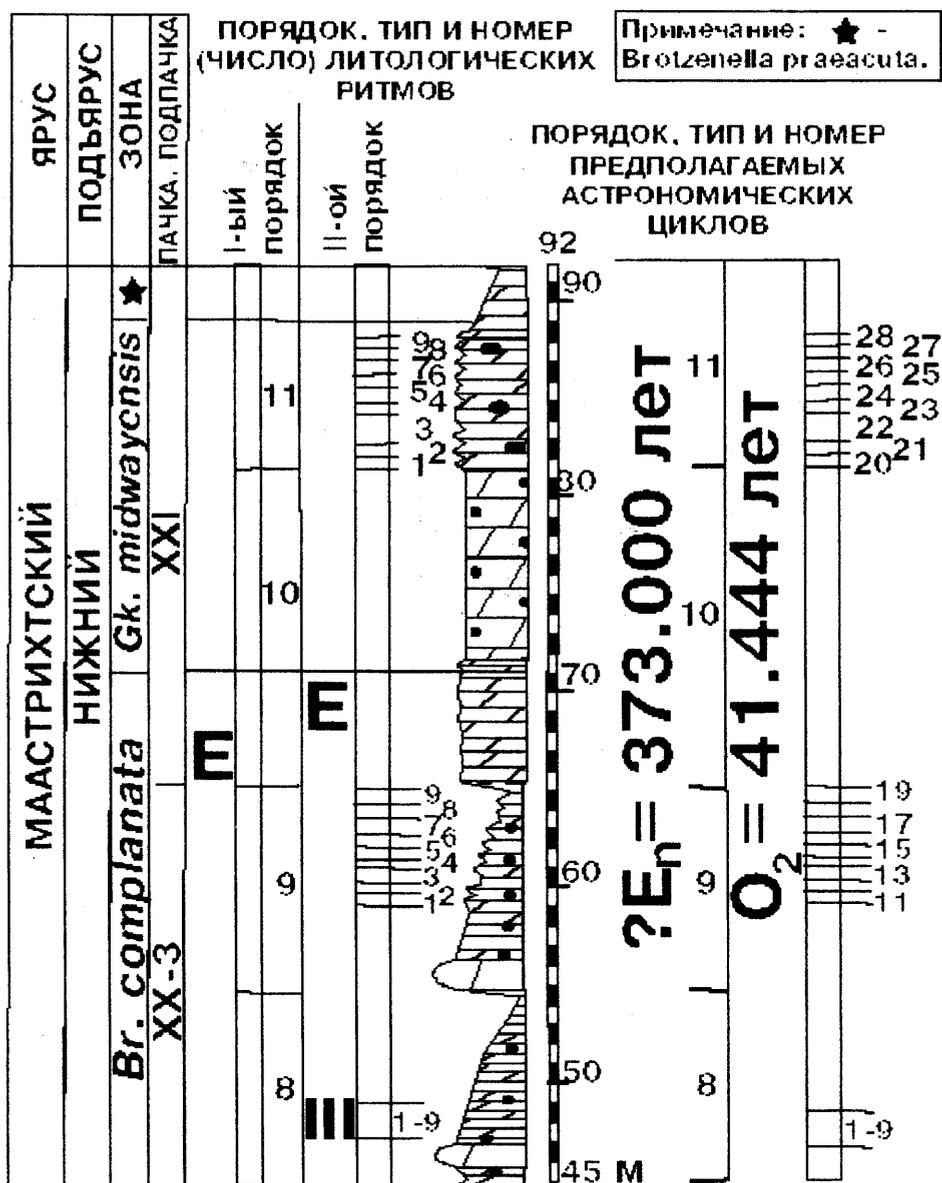


Рис. 24. Окончание

нижнего маастрихта и на переход от нижнего маастрихта к верхнему. В средней части пачки присутствует поверхность перерыва типа «хард граунд». В пачке встречены ихнофоссилии *Thalassinoides*.

Пачки XX и XXI содержат богатый комплекс гастропод (*Haustator* sp., *Athleta* sp. и др.), шести- (*Parasmilia biseriata* и др. и восьмилучевых кораллов, брахиопод, ракообразных и губок. Известны находки чешуй и костей рыб. Редко встречаются морские ежи *Echinocorys* sp., морские звёзды и морские лилии (Алексеев, 1989).

Ритмичность пачки XXI представлена ритмами петротипа «Ж» (мергель — мергель). В основу выделения ритмов положена разная плотность алевроитовых мергелей (плотный и рыхлый). Наблюдались 8 ритмов второго порядка в интервале в 8 м в основании пачки от границы с нижележащей пачкой. Мощность БКЭР составляет 0,45—1,05 м, МКЭР — 0,17—0,32 м. Выделено 7 ритмов второго порядка в кровле пачки в интервале 4,67 м ниже границы с вышележащей пачкой. Мощность МКЭР изменяется от 0,1 до 0,15 м, БКЭР — от 0,4 до 0,8. Средняя часть пачки была недоступна для исследований.

Ритмы **первого** порядка видны с большого расстояния в профиле выветривания и содержат в себе ритмы **второго** порядка. В ритмах **второго** порядка преобладает по мощности БКЭР, а в ритмах **первого** порядка - МКЭР. Мощности МКЭР варьируют от 1,1 до 19,8 м и закономерно уменьшаются вверх по разрезу (19,8—2,8—2,7—1,9—1,1 м). В основании пачки находится МКЭР мощностью в 19,8 м. Мощность БКЭР **первого** порядка выдержана и составляет 0,2-0,25 м. Можно выделить 4,5 ритма **первого** порядка.

На рис. 25 приведена схема сопоставления ряда разрезов нижнего мааст-

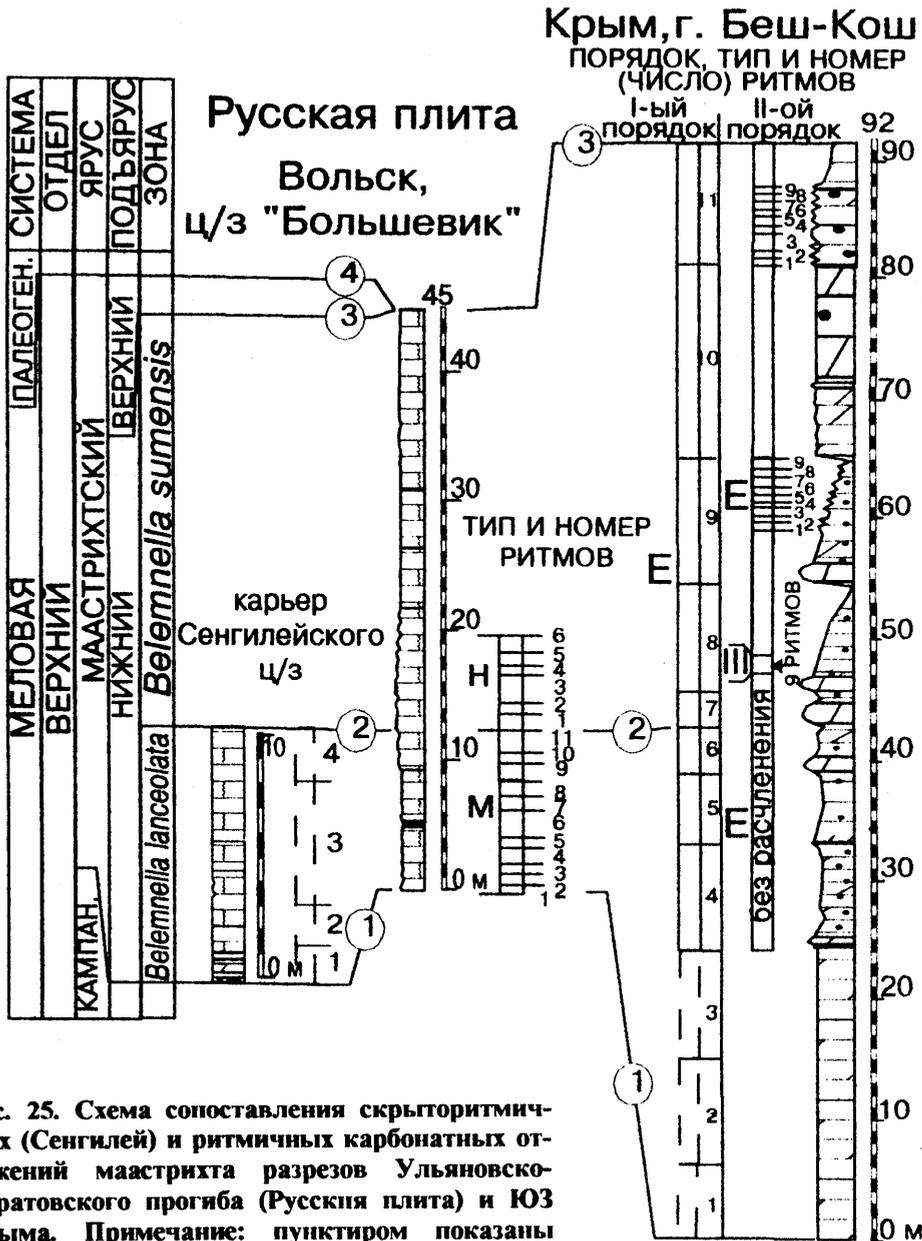


Рис. 25. Схема сопоставления скрыторитмичных (Сенгилей) и ритмичных карбонатных отложений маастрихта разрезов Ульяновско-Саратовского прогиба (Русская плита) и ЮЗ Крыма. Примечание: пунктиром показаны предполагаемые ритмы. Условные обозначения приведены на рис. 3

рихта Русской плиты и Крыма.

Верхний подъярус

Отложения верхнего маастрихта представлены пачками XXII-XXIII и изучались автором в разрезе г. Беш-Кош и у сел. Малое Садовое в долине р.

Бельбек. Породы верхнего маастрихта согласно перекрывают отложения нижнего маастрихта. Их мощность составляет 40—80 м (Алексеев, 1989).

В разрезе г. Беш-Кош (рис. 23, 26) мощность верхнемаастрихтских отложений оценивается в 48 м (Alekseev, Koraeovich, 1997).

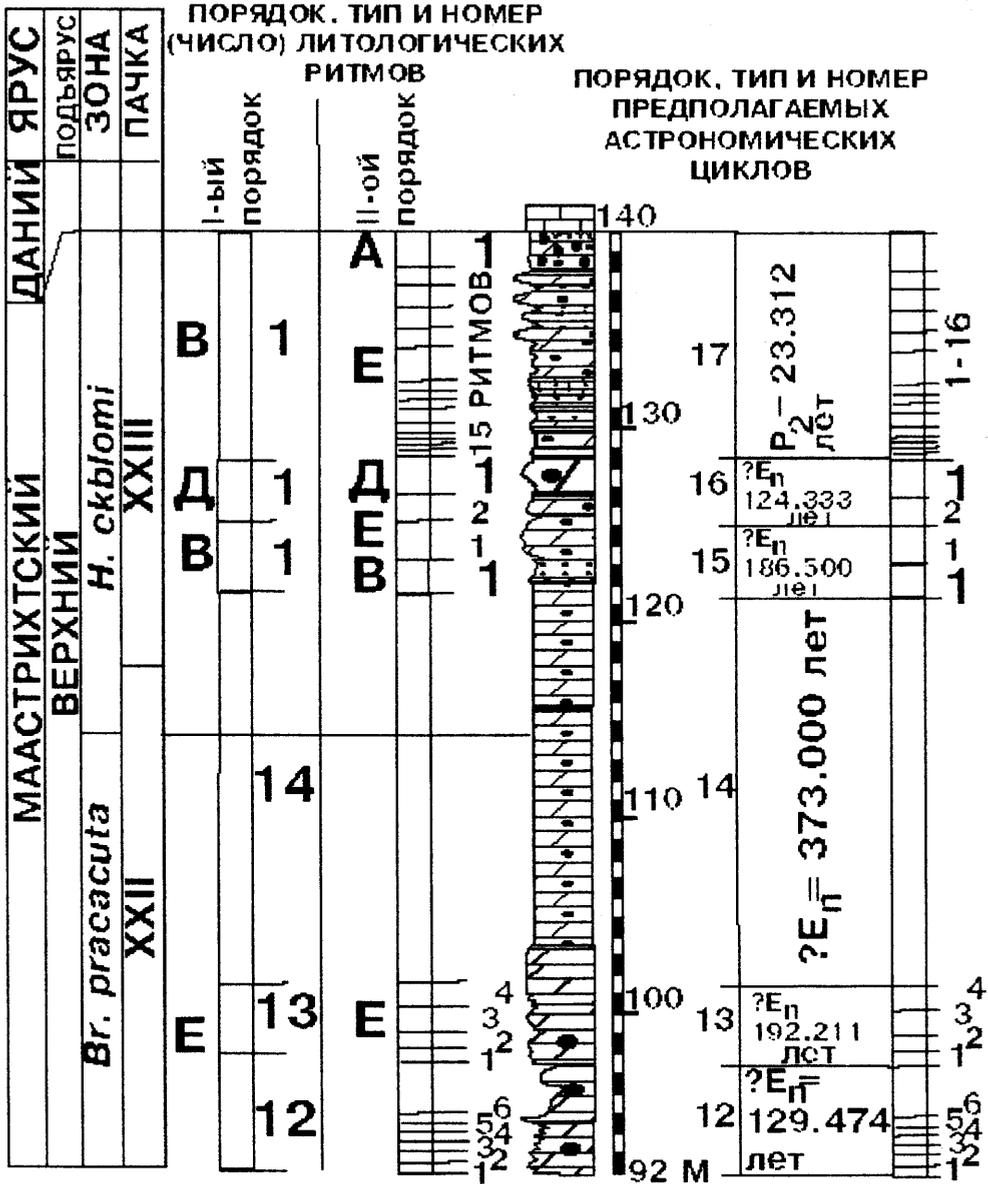


Рис. 26. Соотношение литологических ритмов и предполагаемых астрономических циклов в верхнем маастрихте разреза г. Беш-Кош, Бахчисарайский район, ЮЗ Крым. Условные обозначения приведены на рис. 3

Пачка XXII. Серые и жёлто-серые песчанистые мергели с фрагментами губок и кремневыми ходами ихнофауны (*Thalassinoides*). Присутствует несколько пластов плотных мергелей, выделяющихся в профиле выветривания. Позднемаастрихтский возраст пачки определён по комплексу спор (*Dacrydimites* sp. и др.) и пыльцы (*Interleaculaticolpites seii* и др.). Содержание терригенной примеси достигает 32—38%. Мощность пачки составляет 25—50 м (Алексеев, 1989), в разрезе Беш-Кош — 26 м (Alekseev, Koraeovich, 1997).

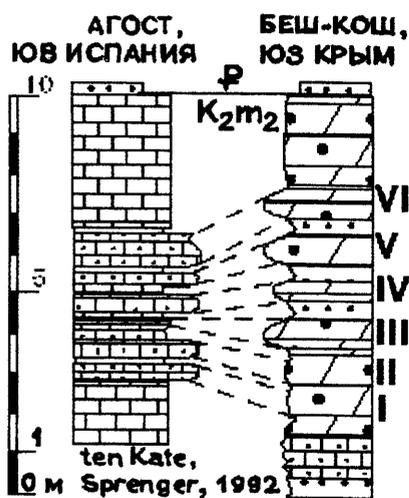
В основании пачки (интервал в 8,47 м) выделено 4 ритма петротипа «Ж» (мергель — мергель). Ритмы подчёркиваются профилем выветривания. МКЭР — биотурбированный ячеистый мергель (0,1—0,17 м). БКЭР — белый массив-

ный кремнистый мергель (1—3,7 м). Замечена цикличность в распределении значений мощности этого ЭР (1,1—2,2—1—3,7 м). Это позволяет выделить 2 ритма второго порядка. Интервал в 9,83 м (середина пачки) не был доступен для изучения.

Ритмичность в кровле представлена петротипом «Е» (мергель — песчаный мергель). Выделено 10 ритмов в интервале 7,7 м ниже границы с пачкой XXIII. Мощность МКЭР варьирует от 0,05 до 0,9 м (обычно 0,05—0,1 м). Мощность БКЭР изменяется в пределах от 0,2 до 0,9 м (обычно 0,5—0,7 м).

Пачка XXIII. Желтовато-серые, песчаные, глауконитовые известняки с большим количеством поверхностей петротипа «твёрдое дно», линзами устриц (рода: *Exogyra*, *Gryphaeostrea*, *Rynodonte*, *Lopha* и др.) и пектинид (*Chlamys*, *Entolium*, *Camptonectes*). Следует отметить присутствие пелеципод рода *Pholadomya*. Пачка содержит ростры белемнитов *Neobelemnella kazimiroviensis* и ядра аммонитов *Pachydiscus ex. gr. neubergicus*, подтверждающие её верхнемаастрихтский возраст. Породы, слагающие пачку, содержат богатый комплекс макрофоссилий. В кровле — зеленовато-серые глауконитовые карбонатные (до 65% карбоната) песчаники (Алексеев, 1989). Мощность пачки оценивается в 20—30 м, в разрезе Беш-Кош — 22 м (Алексеев, Кораевич, 1997). В пачке установлены следы жизнедеятельности *Thalassinoides*.

Ритмичность представлена чередованием песчаных мергелей и мергелей (петротип «Е», 5 ритмов) и известковистых песчаников и рыхлых песчаников (петротип «А», 6 ритмов). Следует отметить присутствие 1 ритма петротипа «Д» (мергель — глина) и 1,5 ритма петротипа «В» (песчаник — мергель). В основании пачки автором наблюдались 2 ритма петротипа «Е» (мощность МКЭР составляет 1—1,5 м, мощность БКЭР — 0,3 м). Далее следует толща (6,7 м) с многочисленными поверхностями петротипа «твёрдое дно» и ожелезненными ихнофоссилиями, представленная двумя слоями плотных серо-бурых известковистых песчаников (1,1—1,6 м) и слоем грязно-жёлтого песчаного мергеля (3,6 м). Границы между ЭР — эрозионные. Таким образом, присутствуют 1,5 ритма петротипа «В». Выше по разрезу обнаружен 1 ритм петротипа «Д». Мощность известковистого песчаного мергеля составляет 1,8 м, а слоя глины — 0,01 м. Выше встречено 5 ритмов петротипа «Е». МКЭР представлен песчани-



стым мергелем (0,1—1 м), БКЭР — плотным мергелем (0,3—1 м). Заканчивается пачка ритмами петротипа «А» (6 ритмов). Известковистый плотный песчаник (2,13—0,5 м) чередуется с рыхлым песчаником (0,13—0,32 м). Аналогичное число «последних» ритмов терминального маастрихта близкой литологии (рис. 27, фото 74) характерно для разрезов Испании (Агост и др.).

Пачка XXIV. Мергели желтовато-сиреневые, алевроитовые, глауконитовые с многочисленными рострами белемнитов *Neobelemnella kazimiroviensis* и крупными раковинами пектинид *Entolium sp.* Мощность пачки составляет 0-5 м (Алексеев, 1989). Данная пачка в разрезе Беш-Кош отсутствует (Алексеев, Кораевич, 1997).

Рис. 27. Схема сопоставления отложений терминального маастрихта разрезов Агост и Беш-Кош. Условные обозначения приведены на рис. 3

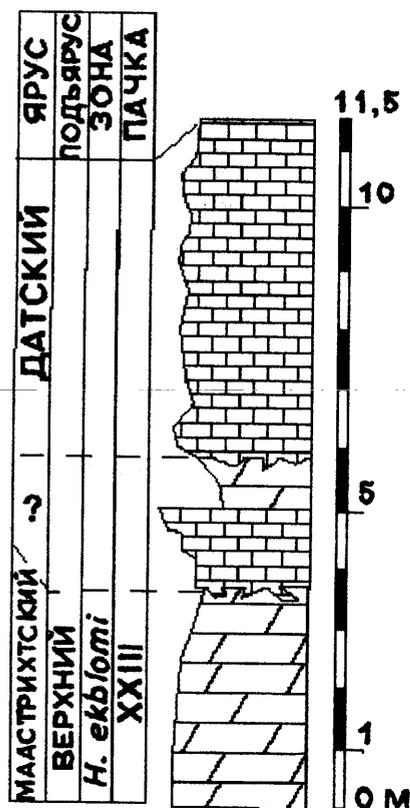


Рис. 28. Разрез пограничных маастрихт-датских отложений окрестностей сел. Малое Садовое, долина р. Бельбек, ЮЗ Крым. Условные обозначения приведены на рис. 3

Разрез у сел. Малое Садовое (рис. 28) расположен севернее сел. Малое Садовое, в долине р. Бельбек в Бахчисарайском районе ЮЗ Крыма и описан в геологической литературе (Найдин, Беньямовский, 2000).

Пачка XXIV. Мергели и известковистые мергели желтовато-зеленовато-серые, алевроитовые, глауконитовые с многочисленными рострами белемнитов *Neobelemnella kazimiroviensis*. Проведение маастрихт—датской границы в терминальной части верхнего маастрихта в рассматриваемом разрезе осложняется присутствием двух поверхностей перерыва. Верхний хардграунд, также как и нижний, содержит ростры белемнитов. Расстояние между эрозионными поверхностями в разрезе составляет 2,3—2,4 м. Мощность пачки составляет 3,5—5,9 м. Установлен 1 ритм петротипа «Ж» (мергель-известковистый мергель).

Приведено описание верхнемеловых отложений Юго-Западного Крыма. Отмечены ритмичные и неритмичные интервалы. Ритмичные толщи классифицированы по петротипам.

2.3. Стратиграфия верхнемеловых отложений Северо-Западного Кавказа

Общая характеристика верхнемеловых отложений Северо-Западного Кавказа

Верхнемеловые отложения Северо-Западного Кавказа представлены карбонатной флишевой формацией, которая характеризуется широким площадным распространением.

В целом разрез флишевых отложений построен довольно однообразно, однако особенности внутреннего строения и вещественного состава слагающих его стратиграфических подразделений позволяют выделить в составе верхнего отдела меловой системы следующие литофациальные комплексы: сеноманский мергельный флиш, турон-сантонский карбонатный флиш с переходом к фации плитчатых известняков (гениохская свита), кампанский — типичный флиш, маастрихтский — “темный” мергельный флиш.

Автором изучались верхнемеловые (туронские, сантонские и маастрихтские) отложения СЗ Кавказа в Андреевском (турон и сантон) и Адербиевском разрезах (турон), разрезе окрестностей сел. Бетта и Колхозной Щели (маастрихт). Соответственно в работе рассматривается стратиграфия туронских, сантонских и маастрихтских отложений изученного района (Новороссийский прогиб). Схема расположения разрезов приведена на рис.29.



Рис. 29. Схема расположения изученных разрезов СЗ Кавказа. Условные обозначения: 1 — города, населенные пункты, 2 — разрезы

Изученные автором верхнемеловые разрезы СЗ Кавказа содержали большое количество перерывов, что отмечалось и ранее (Афанасьев, 1993). Сложное тектоническое строение верхнемеловых отложений СЗ Кавказа

(складчато-надвиговые структуры, тектонические границы в разрезах), не всегда хорошая обнажённость и исключительно редкие находки макрофоссилий создают большую трудность для их биостратиграфического расчленения и сопоставления с верхнемеловыми отложениями Русской плиты и ЮЗ Крыма.

История развития взглядов на стратиграфию верхнего мела и сопоставление стратиграфических схем СЗ Кавказа приведены на таб. 5.

Сопоставление стратиграфических схем СЗ Кавказа (Афанасьев, 1993)

Ярус	Подъярус	Афанасьев, Маслакова, 1993			Келлер, 1947	Вялов, 1931			
		Серия	Свита	Подсвита					
Маастрихтский	верхний	Супсехинская	Снегуревская	в н	Котх				
			Васильевская	в н					
	нижний		Лихтеровская	в с н					
			Мысхакская	в с н					
Кампанский	верхний		Мефодиевская	Куниковская		в с н	Котх	Пенай- ская	
				Бединовская		в н			
	нижний			Пенайская		в с н			
				Ореховская		в с н			
Сантон.	в	Маркотская		Гениохская	в	Гениох.		в н	
	н				н				
Коньяк.	в			Натухайская	Натухайская	4		Натух.	
	н					3			
Турон.	верхний		2						
	нижний		1						
Сеноман.	верхний		Керкетская	Керкетская	в н	Керкет.	в н		
					нижний			Ананурская	в с н
	нижний	Кохотская					в с н		Кохот.

За основу стратиграфического расчленения разрезов автором была взята стратиграфическая схема верхнего мела СЗ Кавказа (Афанасьев, 1993) и региональная стратиграфическая схема верхнего мела Северного Кавказа и Предкавказья (Смирнов, 1998). Схема сопоставления изученных разрезов СЗ Кавказа приведена на рис. 30. Стратиграфическое расчленение верхнемеловых отложе-

ний СЗ Кавказа производится по свитам. Зоны по моллюскам и фораминиферам в верхнем мелу Северо-Западного Кавказа и Таманского полуострова не выделены.

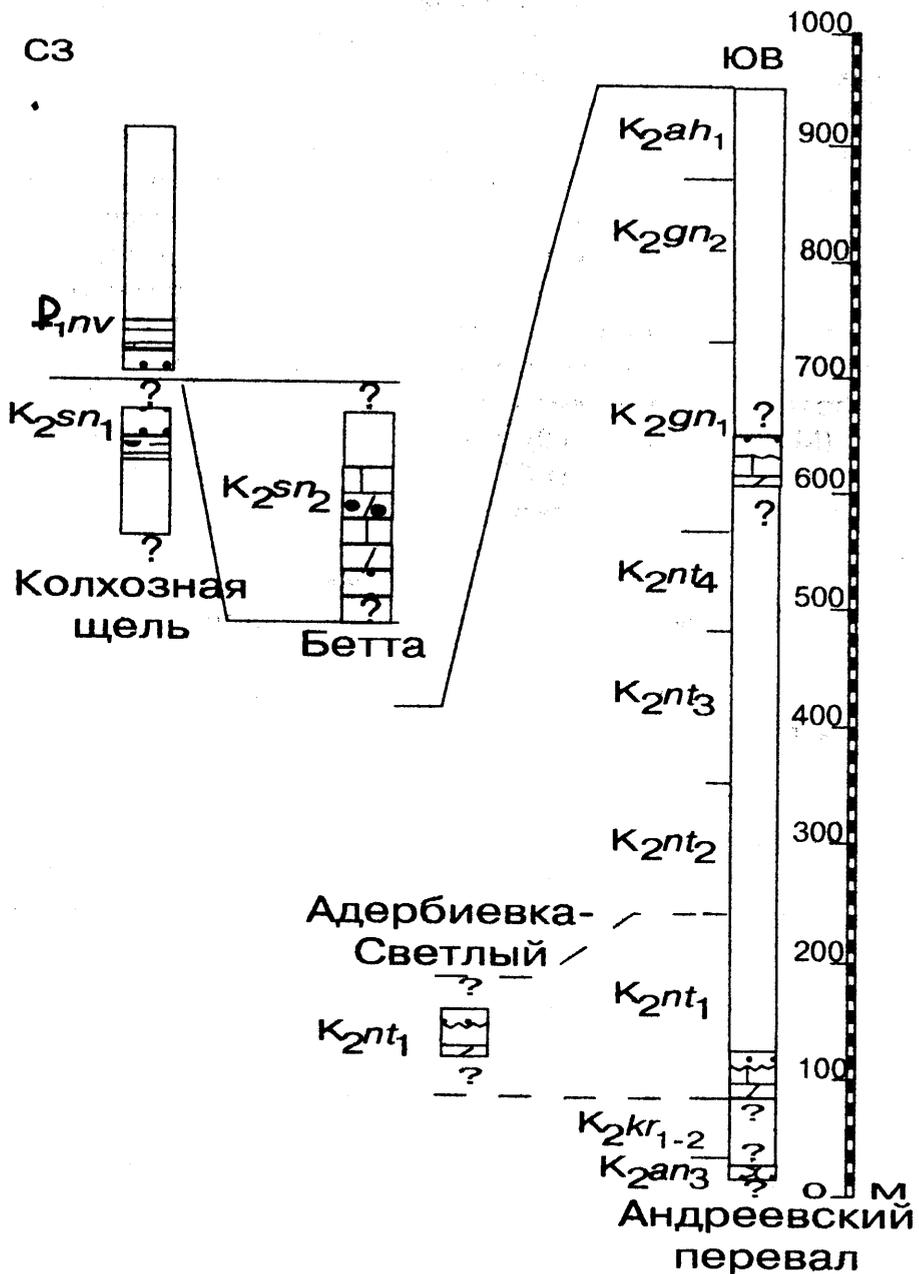


Рис. 30. Схема сопоставления изученных разрезов СЗ Кавказа. Примечание: вне масштаба крпом показаны изученные автором интервалы разреза. Условные обозначения см. рис. 3

Корреляция разрезов ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа осуществлялась по региональной стратиграфической схеме верхнего мела юга СССР (Алиев и др., 1986) с использованием корреляционной стратиграфической схемы верхнего мела Северного Кавказа (Алиев и др., 1986).

Туронский ярус

В составе туронского яруса на СЗ Кавказе выделяются нижний и верхний подъярусы. К нижнему подъярису туронского яруса в описываемом районе от-

носятся толща переслаивания окремненных песчаников, алевролитов, известняков, мергелей, вулканогенных пород и глин ананурской свиты (соответствующей лоне *Mytiloides labiatus*) и толща тонкоплитчатых известняков керкетской свиты (лона *Mytiloides latus*?). Выше керкетской свиты выделяется натухайская свита, состоящая из двух подсвит. Нижннатухайская подсвита относится к верхнему подъярису туронского яруса (соответствующей лоне *Inoceramus lamarki*). В действительности в туроне Северо-Западного Кавказа достоверные находки иноцерам известны только из керкетской свиты. Возраст ананурской свиты и нижннатухайской подсвиты датируется по микрофауне. Сопоставить их с зонами по иноцерамам возможно лишь с использованием корреляционной стратиграфической схемы Северного Кавказа (Алиев и др., 1986). Корреляция туронских отложений СЗ Кавказа и Крыма осуществляется по региональной стратиграфической схеме верхнего мела юга СССР (Алиев и др., 1986). Корреляция турона Крыма и Русской плиты описана в разделе «Туронский ярус» главы «Стратиграфия верхнемеловых отложений ЮЗ Крыма». Последние исследования (Милеев и др., 2000) показали, что существующее стратиграфическое расчленение верхнего мела СЗ Кавказа существенно устарело, существуют новые интерпретации генезиса ритмов (Габдуллин и др., 2000).

Нижний подъярус

Ананурская свита выделена В.П.Ренгартеном и Н.Б.Вассоевичем в 1930 г. в разрезе по Военно-Грузинской дороге. Состав отложений и общий облик ананурской свиты сохраняется постоянным на огромных расстояниях, что позволяет ее использовать как маркирующий горизонт в нижней части верхнего мела.

Ананурская свита в Новороссийском прогибе представлена мелкоритмичным флишевым переслаиванием окремненных песчаников, алевролитов, известняков, мергелей и глин. В составе свиты выделяются три подсвиты: нижнеананурская (17 м), среднеананурская (8 м) и верхнеананурская (16 м). Мощность свиты составляет 41 м. Нижнеананурская подсвита характеризуется сравнительно высокой карбонатностью и долей осадочных брекчий, среднеананурская — низкой карбонатностью и высоким содержанием алевролитов и кремнистых мергелей, верхнеананурская — высоким содержанием известняков и килов. Верхнеананурской подсвите свойственна тонкая цикличность (Афанасьев, 1993).

Возраст ананурской свиты в Новороссийском прогибе определяется как нижнетуронский по находкам *Dicarinella imbricata*, *D. oraviensis* (Афанасьев, 1993).

В результате послыного описания фрагмента разреза ананурской свиты автором была установлена ритмичность малого порядка. Мощность ритмов может составлять миллиметры или первые сантиметры.

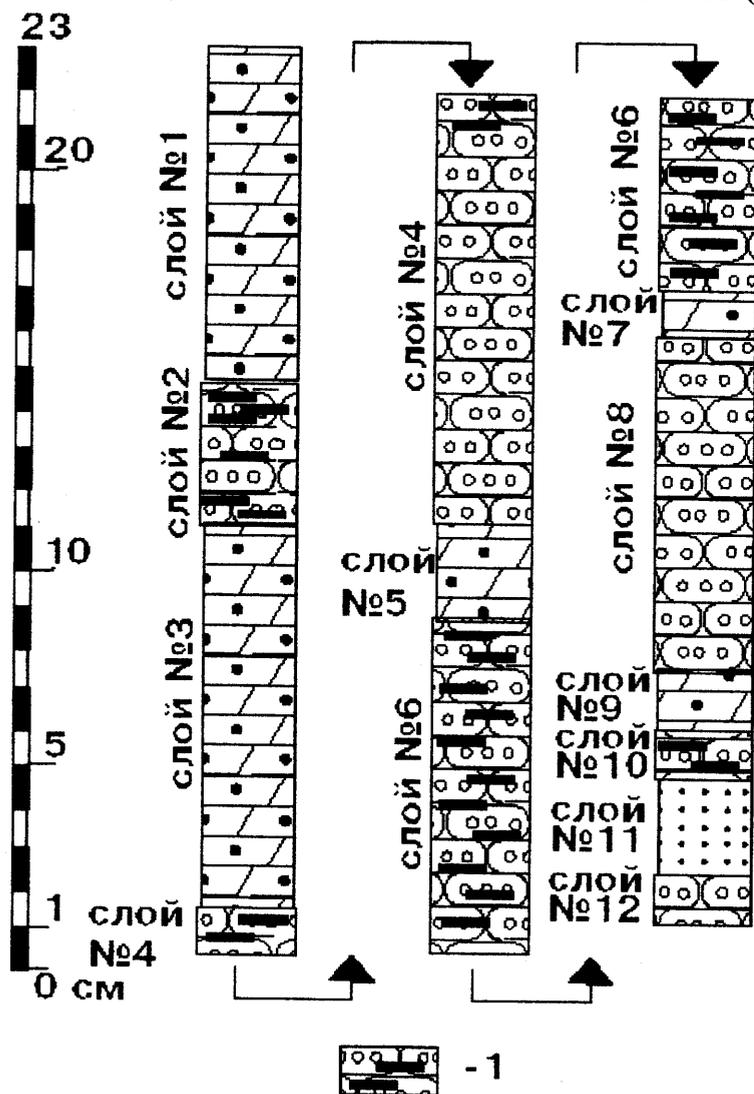
Разрез Андреевского перевала расположен на Андреевском перевале в обрывах у автомобильной дороги («горный серпантин») и заброшенном карьере, выше г. Новороссийска. Данный разрез изучен и описан в ряде работ (Афанасьев, 1993). Разрез охватывает турон-кампанские отложения, однако автором изучена небольшая его часть (турон, сантон). В работе С.Л.Афанасьева (1993) подчеркивается важность данного разреза, включающего отложения керкетской, натухайской, и гениохской свит и нижнеахейанской подсвиты общей мощностью 908 м. Приблизительно в 300-х метрах восточнее водораздела Андреевского пе-

ревала в небольшом придорожном обрыве в запрокинутом залегании обнажаются выходы отложений ананурской свиты.

Автором исследовалась верхнеананурская подсвита (рис. 31, фото 65), представленная переслаиванием преимущественно песчанистых мергелей, известковистых песчаников с линзами и горизонтами битуминозных прослоев и киллов. В данном разрезе (видимая мощность — 8 м 01 см) в результате послойного описания было выделено 88 слоёв, 43 двухэлементных ритма. Установлена ритмичность трёх петротипов: «А» (песчаник — песчаник), «В» (песчаник-мергель) и «Ж» (мергель — мергель).

Стратиграфически снизу вверх выделены:

1. 5 ритмов петротипа «В», представленные переслаиванием песчанистых мергелей (0,01—0,08 м) и известковистых песчаников (более 0,07—0,13 м). Наблюдалось 6 тонких (миллиметровых) прослоев песчанистых битуминозных мергелей;



2. 2 ритма петротипа «А» — переслаивание бурых, бурокрасных, серозелёных слоистых плотных песчаников (0,01—0,06 м) и рыхлых песчаников (0,003—0,02 м). 3 прослоя битуминозных мергелей установлены в двух слоях плотного песчаника.
3. 2 ритма петротипа «В», представленные чередованием песчанистых мергелей (0,005—0,01 м) и известковистых песчаников (0,015—0,13 м). Установлены 2 тонких (миллиметровых)

Рис. 31. Фрагмент разреза (слои №№ 1 — 12) верхней подсвиты ананурской свиты на Андреевском перевале, СЗ Кавказ. Примечание: 1 — линзы битуминозных сланцев, мергелей. Условные обозначения приведены на рис. 3

прослоя битуминозных мергелей, тяготеющих к песчаникам;

4. 1 ритм петротипа «А» — переслаивание жёлтых слоистых плотных песчаников (0,005) и буро-красных рыхлых песчаников (0,01 м);

5. 3 ритма петротипа «В», представленные переслаиванием песчанистых мергелей (0,003—0,05 м) и известковистых песчаников (0,001—0,04 м). В последних встречены 2 тонких (миллиметровых) прослоя битуминозных мергелей;
6. 8 ритмов петротипа «А» — чередование бурых слоистых плотных песчаников (0,01—0,15 м) и жёлтых рыхлых песчаников (0,005—0,015 м);
7. 1 ритм петротипа «Ж», представленный переслаиванием глинистых мергелей (0,05 м) и мергелей (0,004 м). Породы слабо песчанистые;
8. 14 ритмов петротипа «А» — переслаивание бурых слоистых плотных песчаников (0,01—0,32) и жёлтых рыхлых песчаников (0,003—0,02 м);
9. 7 ритмов петротипа «В», представленные чередованием песчанистых мергелей (0,002—0,02 м) и известковистых песчаников (0,015—0,4 м);
10. 1 ритм петротипа «Ж», представленный переслаиванием мергелей (0,6 м) и глинистых мергелей (0,005 м).
11. Бежевый массивный известняк с нечёткой микрослоистостью. Внутри этого пласта наблюдается серия тонких прослоев килов. Видимая мощность составляет более 2,5 м.

По образцам, отобранным в данном разрезе в 1998 г., Е.А.Щербининой (ГИН) по наннопланктону установлена зона СС11 (*Quadrum gartneri*), подтверждающая туронский возраст отложений.

Туронский ярус — коньякский ярус

Натухайская свита выделена Б.М.Келлером (1947 г.) при изучении верхнемелового флиша Западного Кавказа. Впоследствии (1953 г.) М.Г.Немировской произведено расчленение ее на две подсвиты: нижнюю и верхнюю; при этом нижняя подсвита отнесена ею к туронскому ярусу, а верхняя — к коньякскому. Б.М.Келлером (1947 г.) в образованиях нижненатухайской подсвиты было установлено массовое присутствие кальцисфер *Pithonella ovalis*, характерное для верхнего турона (так называемые “сферовые известняки”). Определение наннопланктона, проведённое Е.А.Щербининой (ГИН) по образцам, отобранным в 1998 г. автором из нижней части данной свиты позволило установить зону СС11 (*Quadrum gartneri*) по присутствию зонального вида, подтверждающую туронский возраст свиты.

Натухайская свита в Новороссийском прогибе (Афанасьев, 1993) состоит из четырёх подсвит (первой, второй, третьей и четвёртой). Первая подсвита (156 м) — аяксы тонкого и грубого флиша, песчаники, алевролиты, мергели. Отложения второй, третьей и четвертой подсвит автором не изучались. По данным С.Л.Афанасьева (1993), в Новороссийском прогибе мощность натухайской свиты составляет 500 м.

Натухайская свита согласно залегает на нижележащей керкетской свите. Подошва ее устанавливается по резкому увеличению мощности ритмов, значительному возрастанию содержания мергелей, песчаников и алевролитов. Кроме того, исчезает пестрая окраска известняков и окремнение пород, характерные для подстилающих образований керкетской свиты.

Граница между нижненатухайской подсвитой и верхненатухайской подсвитой согласная и проводится по увеличению карбонатности пород, уменьшению количества мергелей, песчаников, алевролитов, по кровле мощного пласта песчаника (9—15 см).

Возраст свиты на СЗ Кавказе определяется, как турон-нижний коньяк. В нижней части свиты (два нижних подгоризонта подсвиты) установлены: *Pithonella ovalis*, *Ptychodus decurrensis* и обломки, близкие к *I. lamarcki*? В двух верхних подсвитах найдены моллюски *V. involutus* и фораминиферы *Margino-truncana coronata*. Первая подсвита натухайской свиты соответствует нижнему подъярису туронского яруса, а вторая — верхнему подъярису. Третья и четвертая подсвиты отвечают, соответственно, нижнему и верхнему коньяку (Афанасьев, 1993).

Автор исследовал туронскую (нижнюю) часть натухайской свиты. Отложения нижней части натухайской свиты изучались по Андреевскому разрезу.

Верхний подъярус туронского яруса

Разрез Андреевского перевала. Отложения были отнесены автором к натухайской свите по отсутствию в разрезе пестро окрашенных карбонатных пород керкетской свиты и установленному по наннопланктону туронскому возрасту отложений, а также зеленовато-серой, зелёной окраске пород, характерной для натухайской свиты.

Первая подсвита. Породы представляют собой (Афанасьев, 1993) среднеритмичное (20—30 см) флишевое переслаивание преимущественно известняков (77%), темно-серых глинистых мергелей (18%) и известковистых алевролитов (5%). Ритмы прямые. Видимая мощность составляет 44 метра. Далее наблюдается задернованный участок с отдельными пластами известняков (150 м). Граница между первой и второй подсвитами, верхняя часть первой и нижняя часть второй подсвиты не обнажены.

Изученные отложения находились в запрокинутом залегании, нумерация слоёв убывает стратиграфически снизу вверх. В результате послойного описания разреза автором была установлена ритмичность меньшего порядка. Мощность слоёв составляет миллиметры — первые сантиметры. Мощность ритмов оценивается в сантиметры — первые дециметры. Изученная автором часть разреза Андреевского перевала представлена тремя фрагментами достоверно туронских отложений, разделённых двумя тектоническими границами. Четвёртый фрагмент (слои №№300—254) палеонтологически не охарактеризован, выше перекрывается достоверно сантонскими отложениями (пятый фрагмент разреза). Сопоставить первые четыре фрагмента друг с другом, к сожалению, не удалось. Хроностратиграфическая типизация ритмичности изученных отложений разреза Андреевского перевала приведена в приложении (прил. 1). Следует отметить, что в прил. 1 и 2 при выделении петротипов и группировке ритмов автором не производилось их разделение на «прямые» и «обратные».

По мнению автора целесообразно выделять четвёртый фрагмент разреза в пределах слоёв №№298—255 — пачки, включающей 24 ритма петротипа «З» (известняк-мергель). Стратиграфически ниже слоя №298 выделяется пачка из шести ритмов петротипа «К» (слои №№310—299), в которой в слое №301 установлен туронский комплекс наннопланктона. В слое №253, или первом ритме пачки, состоящей из 54 ритмов петротипа «З» обнаружен сантонский комплекс наннопланктона. Четвёртый фрагмент разреза, на взгляд автора, целесообразно относить к сантону, т. к. он литологически идентичен достоверно сантонским отложениям. Фрагмент разреза приведен на рис. 32.

В первом фрагменте (слои №№908—846) было выделено 4 петротипа двухэлементных ритмов: мергель-песчаник («В»), известняк-песчаник («Г»), известняк-мергель («З») и известняк-глина («К»). Было описано 20 ритмов пет-

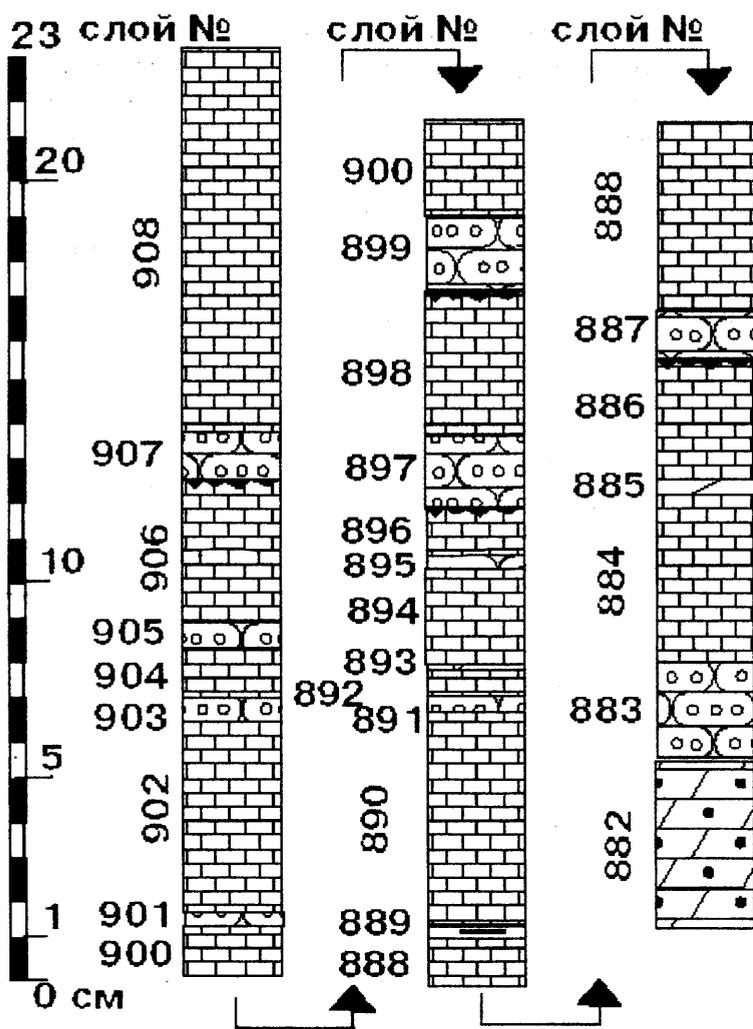


Рис. 32. Фрагмент разреза (слои №№ 908—882) первой подсвиты натухайской свиты на Андреевском перевале, СЗ Кавказ. Условные обозначения приведены на рис. 3

няк — известняк). Выделено 107 ритмов петротипа «К», 46 ритмов петротипа «З», 12 ритмов петротипа «Г», 4 ритма петротипа «И», 1 ритм петротипа «Д» и 1 ритм петротипа «Ж». Установлено присутствие в разрезе 14-ти хард-граундов и 20-ти эрозионных поверхностей. Последние наблюдались автором внутри слоя мергеля (№346). Мощность третьего фрагмента равна 3 м 93 см.

Автором было выполнено послойное описание интервала разреза в 8 м 92 см, выделено 609 слоёв, 301 двухэлементный ритм семи петротипов. Всего было установлено 147 ритмов петротипа «К», 76 ритмов петротипа «З», 71 ритм петротипа «Г», 4 ритма петротипа «И», по одному ритму петротипов «В», «Д» и «Ж».

В разрезе были встречены ихнофоссилии *Planolites* sp., *Thalassinoides* sp.

Разрез окрестностей сел. Адербиевка расположен в обрывах автомобильной дороги между населёнными пунктами Адербиевка и Светлый, приблизительно в 5 км от г. Геленджик.

Определение фораминифер, выполненное Н.А.Тур (ВСЕГЕИ) по образцам, отобранным автором из разреза в 1998 г., подтверждает верхнетуронский возраст отложений свиты на основании планктонных фораминифер *Margi-notruncana pseudolinneiana*, *M. coronata*, *M. sigali*. Такая ассоциация форамини-

петротипа «Г», 6 ритмов петротипа «З», 4 ритма петротипа «К» и 1 ритм петротипа «В»; всего — 31 ритм. Мощность данного интервала разреза составляет 1 м 09 см (фото 66). Отмечены две поверхности «твёрдое дно».

Во втором фрагменте (слои №№ 844—645) установлено 99 ритмов трёх петротипов («Г», «К», «З»). Описано 39 ритмов петротипа «Г», 36 ритмов петротипа «К», 24 ритма петротипа «З». Мощность данного интервала разреза — 3 м 90 см. Выделено 6 хард-граундов.

Третий фрагмент (слои №№ 644-299) охарактеризован 171 ритмом шести петротипов. Помимо ранее встреченных петротипов «Г», «К», «З» установлены петротипы: «Д» (мергель — глина), «Ж» (мергель — мергель) и «И» (извест-

фер установлена в слое №216. В слое №142 обнаружены раковины *Marginotruncana pseudolinneiana*. Данный комплекс микрофоссилий, по данным Н.А.Тур указывает на присутствие в данном разрезе зоны *Sigalitruncana schneegansi* (= зоне *M. coronata*, = зоне *Globotruncana lapparenti*, соответствующей зоне *lamarcki* по моллюскам). Автором было произведено послойное описание разреза туронских отложений и выделен 241 слой, 121 ритм.

Изученный автором разрез представляет собой шесть фрагментов, разделённых тектоническими границами или задернованными участками. Залегание запрокинутое, нумерация слоёв убывает стратиграфически снизу вверх. Сопоставить данные шесть фрагментов между собой не удалось. Хроностратиграфическая типизация ритмичности изученных отложений рассматриваемого разреза приведена в прил. 2., а фрагмент разреза — на рис. 33.

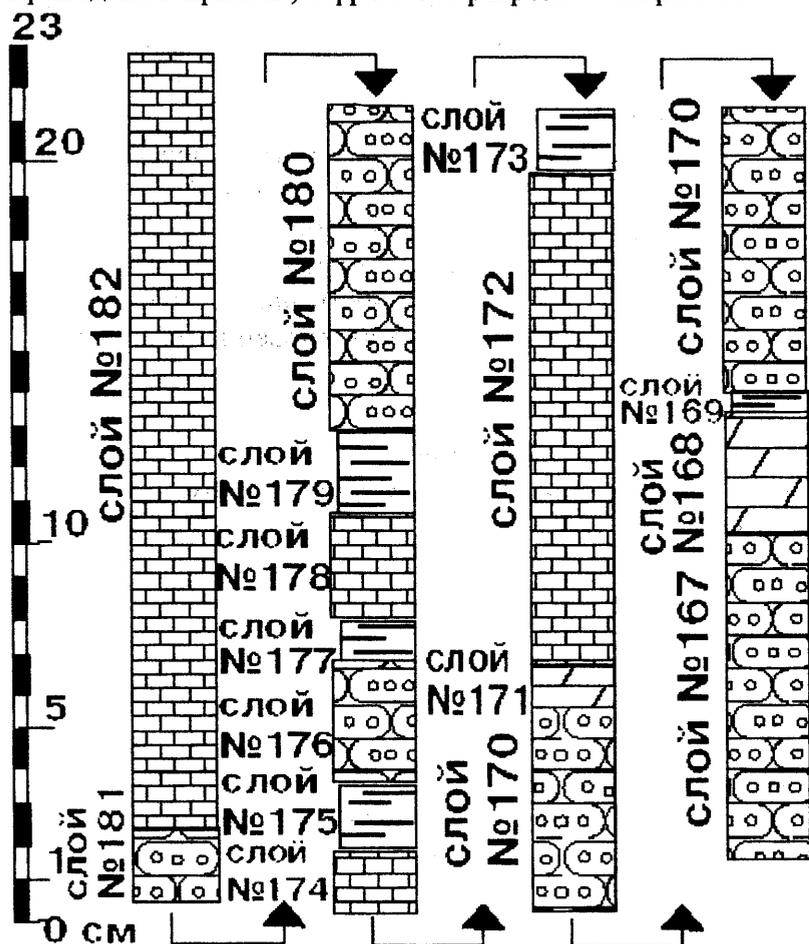


Рис. 33. Фрагмент разреза (слои №№ 182—167) первой подсвиты натухайской свиты между сел. Адербиевка и Светлый, СЗ Кавказ. Условные обозначения приведены на

ми — тектоническая (зеркало скольжения).

Третий фрагмент (слои №№214—128) представлен 47-ю ритмами семи петротипов («В» — 12 ритмов, «К» — 11 ритмов, «Г» — 8 ритмов, «Б» — 7 ритмов, «З» — 5 ритмов, «И» — 3 ритма, «Д» — 1 ритм). Мощность фрагмента — 5 м 38 см. Далее следует задернованный участок (10 м).

Четвёртый фрагмент (слои №№127—56). 36 ритмов шести петротипов («Б» — 10 ритмов, «К» — 10 ритмов, «Г» — 8 ритмов, «З» — 4 ритма, «В» — 3 ритма, «И» — 1 ритм). В подошве фрагмента — зеркало скольжения. Мощность

Первый фрагмент (слои №№241—226). Выделено 8 ритмов пяти петротипов. Установлено 3 ритма петротипа «З», 2 ритма петротипа «Г», 1 ритм петротипа «К», 1 ритм петротипа «Б», 1 ритм петротипа «И». Мощность данного фрагмента составляет 2 м 13 см. Далее — задернованный участок (2,5 м).

Второй фрагмент (слои №№225—216). Описано 5 ритмов двух петротипов. Наблюдалось 4 ритма петротипа «Г» и 1 ритм петротипа «К». Мощность фрагмента — 89 см. Граница между вторым и третьим фрагментами

Четвёртый фрагмент (слои №№127—56). 36 ритмов шести петротипов («Б» — 10 ритмов, «К» — 10 ритмов, «Г» — 8 ритмов, «З» — 4 ритма, «В» — 3 ритма, «И» — 1 ритм). В подошве фрагмента — зеркало скольжения. Мощность фрагмента равна 7 м 20 см. Граница между четвёртым и пятым фрагментами — тектоническая (зеркало скольжения).

Пятый фрагмент (слои №№54—34) охарактеризован 11-ю ритмами четырёх петротипов. Выделено 8 двухэлементных ритмов (4 ритма петротипа «К», 2 ритма петротипа «Б» и 2 ритма петротипа «Г») и 2 трёхэлементных (песчаник-глина-известняк, петротип «П»). Мощность фрагмента составляет 1 м 32 см. Далее — задернованный участок (1 м).

Шестой фрагмент (слои №№33—1) включает 14 ритмов пяти петротипов. Установлено 9 двухэлементных ритмов (3 ритма петротипа «В», 3 ритма петротипа «Г», 2 ритма петротипа «Б» и 1 ритм петротипа «З») и 5 трёхэлементных (песчаник — глина — известняк). Мощность фрагмента оценивается в 1 м 71 см. Далее вдоль дороги наблюдается задернованный участок.

В шести фрагментах установлен 121 ритм восьми петротипов в 241-м слое. Описано 113 двухэлементных ритмов (27 ритмов петротипа «Г», 27 ритмов петротипа «К», 22 ритма петротипа «Б», 18 ритмов петротипа «В», 13 ритмов петротипа «З», 5 ритмов петротипа «И», 1 ритм петротипа «Д») и 8 трёхэлементных ритмов петротипа «П». Суммарная мощность шести фрагментов разреза составляет 18 м 63 см. В разрезе установлено чередование петротипов ритмов (прил. 2).

Коньякский ярус? — сантонский ярус

Верхний подъярус коньякского яруса? — сантонский ярус

Гениохская свита получила название при работах Б.М.Келлера (1947 г.) в Новороссийском районе. Породы гениохской свиты являются отличным сырьем для получения высококачественных сортов цемента.

В Новороссийском прогибе (Афанасьев, 1993) гениохская свита (304 м) состоит из двух подсвит: нижнегениохской с самым высоким содержанием известняков и, соответственно, самой высокой карбонатностью, повышенной долей очень сильноглинистых мергелей и крайне низким содержанием аяксов (165 м) и верхнегениохской (139 м) с самым высоким содержанием известняков, повышенной толщиной циклитов, возросшей долей глин, появлению пород с красной и палевой окраской.

Отложения гениохской свиты протягиваются узкими полосами юго-восточного простирания, обнажаясь на крыльях Коцехурской синклинали и Семигорской антиклинали. Гениохская свита, представленная плитняковой фацией известняков, является прекрасным маркером для Западного Кавказа. Она согласно перекрывает образования натухайской свиты. Контакт четко проводится по резкой смене флишевого переслаивания последней светло-серыми плитчатыми известняками в основании сантонского яруса.

Недавно (Афанасьев, 1993) возраст нижней части нижнегениохской подсвиты (17 м) условно принимался как верхнеконьякский, т. к. ранее (Афанасьев, Маслакова, 1967) эта часть разреза входила в состав четвертой подсвиты натухайской свиты. В подтверждение верхнеконьякского возраста приводились находки верхнеконьякских-сантонских фораминифер в отложениях гениохской свиты. Указывался комплекс (Афанасьев, 1993), включавший находки *M. coro-*

сантон, а верхняя подсвита предположительно сопоставлялась с верхним сантоном.

Определение наннопланктона, выполненные Е.А.Щербининой (ГИН) по образцам, отобраным автором в 1998 г. из изученного разреза (Андреевский перевал, СЗ Кавказ) подтверждают нижнесантонский возраст части разреза нижнегениохской подсвиты по присутствию нижнесантонской зоны *SS14* (*Micula decussata*).

Сантонские отложения на Кавказе подразделяются на две части (Смирнов, 1998, Алиев и др., 1986). В действительности в сантоне Северо-Западного Кавказа не известны достоверные находки руководящих макрофоссилий и возраст отложений определяется по микрофауне. Сопоставить сантонские отложения с зонами по макрофауне возможно лишь с использованием корреляционной стратиграфической схемы Северного Кавказа (Алиев и др., 1986). Однако в данной схеме не разработаны лоны по микрофауне. Это обстоятельство, сильно затрудняет корреляцию сантонских отложений Кавказа, Крыма и Русской плиты.

Корреляция сантонских отложений СЗ Кавказа и Крыма производится по региональной стратиграфической схеме верхнего мела юга СССР (Алиев и др., 1986). Сопоставление сантона Крыма и Русской плиты описано в разделе «Сантонский ярус» главы «Стратиграфия верхнемеловых отложений ЮЗ Крыма».

Отложения свиты изучались в южном крыле Семигорской антиклинали по разрезу Андреевского перевала.

Автором было выполнено послойное описание небольшого интервала разреза нижней пачки нижнегениохской подсвиты.

Нижнегениохская подсвита

В разрезе нижнегениохской подсвиты на Андреевском перевале по неопубликованным данным А.В.Маринина (МГУ) выделяются две пачки. Автором изучены отложения первой пачки.

Первая пачка. Среднеритмичное (15—20 см) переслаивание светло-серых плитчатых известняков (87%), известковистых алевролитов (3%) и глинистых мергелей (10%). Ритмы прямые, реже — обращенные. Мощность — 85 м.

Четвёртый фрагмент (слои №№ 298—255) — 24 ритма петротипа «З». Выделено четыре хард-граунда. По последнему автором проводится граница между четвёртым и пятым фрагментом разреза. Мощность данного интервала разреза составляет 24 см.

Отсутствие в изученном разрезе достоверно коньякских отложений может быть объяснено часто встречаемыми хард-граундами. В отнесённом к сантонским отложениям четвёртом фрагменте разреза содержится четыре поверхности петротипа «твёрдое дно». Достоверно туронские и достоверно сантонские отложения разделены в общей сложности пятью хард-граундами.

Пятый фрагмент (слои №№ 254—1) представлен 95-ю ритмами петротипа «З» и четырьмя ритмами петротипа «И». Всего описано 99 ритмов. Выделено 6 хард-граундов и 20 эрозионных поверхностей. Мощность пятого фрагмента составляет 2 м 28 см. Часть разреза данного фрагмента представлена на рис. 34.

Хроностратиграфическая типизация выделенных ритмов приведена в прил. 1. Сантонская часть изученного интервала разреза Андреевского перевала охарактеризована 123-мя ритмами двух петротипов, выделенных в 298 слоях. Встречено 10 хард-граундов и 20 эрозионных поверхностей. Послойно описан интервал в 2 м 52 см.

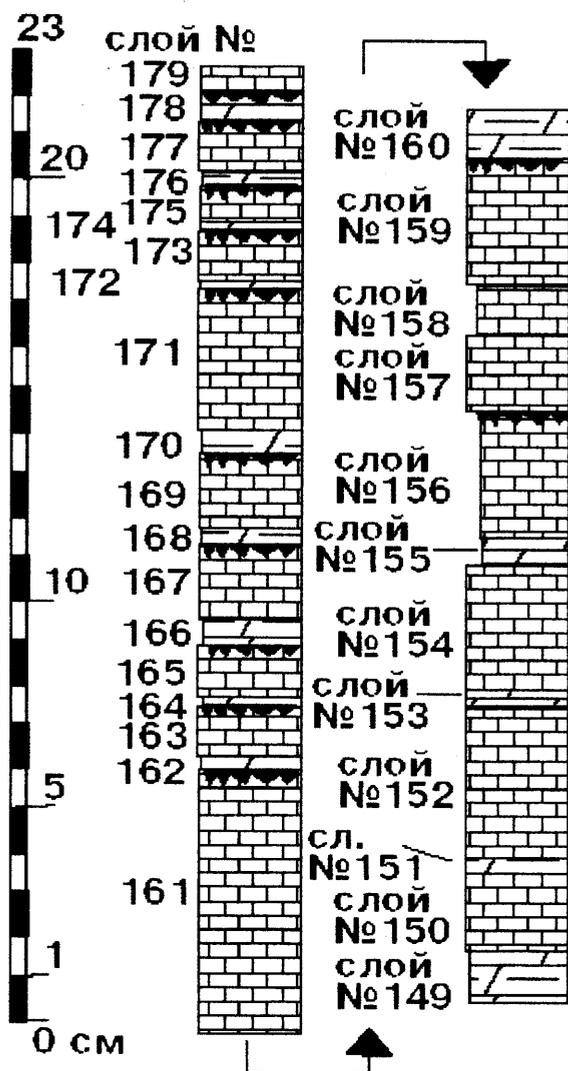


Рис. 34. Фрагмент разреза (слои №№ 179-149) нижней подсвиты гениохской свиты на Андреевском перевале, СЗ Кавказ. Условные обозначения приведены на рис. 3

рофоссилий. Возраст отложений определяется по микрофауне. Сопоставить верхнемаастрихтские отложения (свиты) с зонами по макрофауне возможно лишь с использованием корреляционной стратиграфической схемы Северного Кавказа (Алиев и др., 1986). Следует отметить, что в данной схеме не разработаны лоны по микрофауне, что затрудняет сопоставление верхнемаастрихтских отложений Кавказа, Крыма и Русской плиты.

Корреляция верхнемаастрихтских отложений СЗ Кавказа и Крыма производится по региональной стратиграфической схеме верхнего мела юга СССР (Алиев и др., 1986). Сопоставление маастрихта Крыма и Русской плиты описано в разделе «Маастрихтский ярус» главы «Стратиграфия верхнемеловых отложений ЮЗ Крыма».

Верхний подъярус

Снегуревская свита выделена С.Л.Афанасьевым (1958 г.) в Новоросийском районе по Снегуревой щели. Терригенно-карбонатные отложения сне-

В разрезе были встречены ихнофоссилии *Planolites* sp., *Thallassinoides* sp.

Мощность нижнегениохской подсвиты равна 146 м. Полная мощность свиты по разрезу, по неопубликованным данным А.В.Марицина (МГУ), составляет 232 метра.

Маастрихтский ярус

Отложения маастрихтского яруса пользуются широким площадным развитием, слагая ряд антиклинальных и синклиналиных структур вдоль прибрежной Черноморской полосы. В пределах южного склона отложения маастрихтского яруса представлены флишевым переслаиванием, в котором четко выделяются породы нижнего и верхнего подъярусов (Афанасьев, 1993).

Нижний подъярус представлен наиболее известковистой частью разреза маастрихтских отложений, выделяемой в свиту мысхако.

В составе отложений верхнего подъяруса на описываемой территории выделяются лихтеровская, васьильевская и снегуревская свиты. Автором изучались отложения снегуревской свиты.

В верхнем маастрихте Северо-Западного Кавказа не известны достоверные находки руководящих макро-

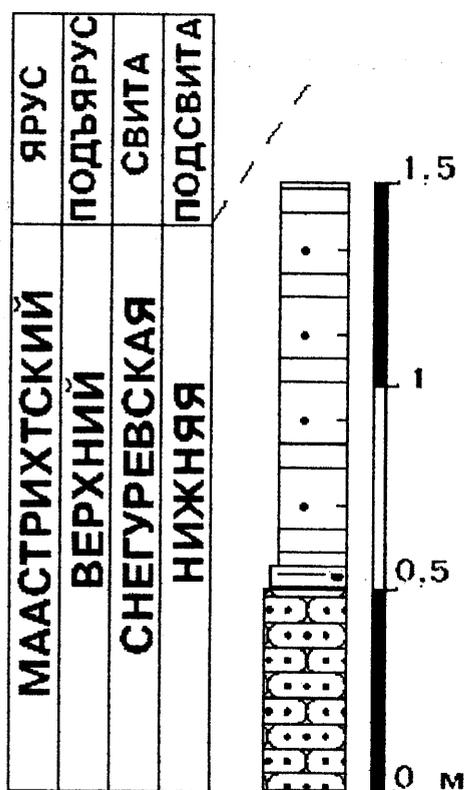


Рис. 35. Один ритм из разреза нижнеснегуревской подсвиты из окрестностей оврага Колхозная Щель, СЗ Кавказ. Условные обозначения приведены на рис. 3

мергельями федотовского горизонта и подошвой первого мощного (до 80 см) пласта в основании датского яруса.

Нижнеснегуревская подсвита

Нижнеснегуревская подсвита сложена крупными циклитами с повышенным содержанием песчаников, алевролитов и аяксов грубого флиша. Мощность 260 м (Афанасьев, 1993).

Мощность нижнеснегуревской подсвиты в Озереевском разрезе составляет 245 м.

Автором был изучен 1 ритм из нижнеснегуревской подсвиты в окрестностях Колхозной Щели.

Разрез у оврага «Колхозная Щель» расположен северо-западнее пляжа пос. Бетта, базы отдыха СКВО на Черноморском побережье СЗ Кавказа (рис. 30), где в береговых обрывах видны выходы нижнеснегуревской подсвиты (фото 75). Изученный трёхэлементный ритм (песчаник — алевролит — алевролит, петротип «I») приведён на рис. 35. Мощность ритма составляет 1,5 м. В ритме резко доминирует аргиллит (0,9 м) над алевролитом (0,1 м) и песчаником (0,5 м). Данный ритм типичен для толщи крупноритмичного переслаивания нижней части этой подсвиты.

Для нижнеснегуревской подсвиты характерны ихнофоссилии *Nereites* sp., *Zoophycos* sp., ?*Thalassinoides* sp.

гуревской свиты слагают северо-восточное крыло Навагирской синклинали по левобережью р. Сукко и в среднем течении р. Дюрсо.

Свита представлена слабоалевритовым очень сильно силтовым сильномергельным крупноритмичным биогенным тонким парафлишем: в основном тёмно-серыми сильноалевритистыми слабоизвестковистыми мергельями с прослоями известняков, реже алевролитов, песчаников, ещё реже сильноизвестковистых и глинистых мергелей. Мощность свиты составляет 416 м. В Озереевском разрезе (расположенном на Черноморском побережье выше Новороссийска) мощность свиты составляет 325 м (Резников, 1978 ф.).

Возраст снегуревской свиты в Новороссийском прогибе определяется как верхнемаастрихтский на основании находок *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncanella havaensis* и др. (Афанасьев, 1993). В составе свиты выделяются две подсвиты.

Контакт снегуревской свиты с подстилающими мергельными отложениями васильевской свиты согласный и проводится по подошве абраусского горизонта. Кровля свиты четко ограничивается сильно глинистыми

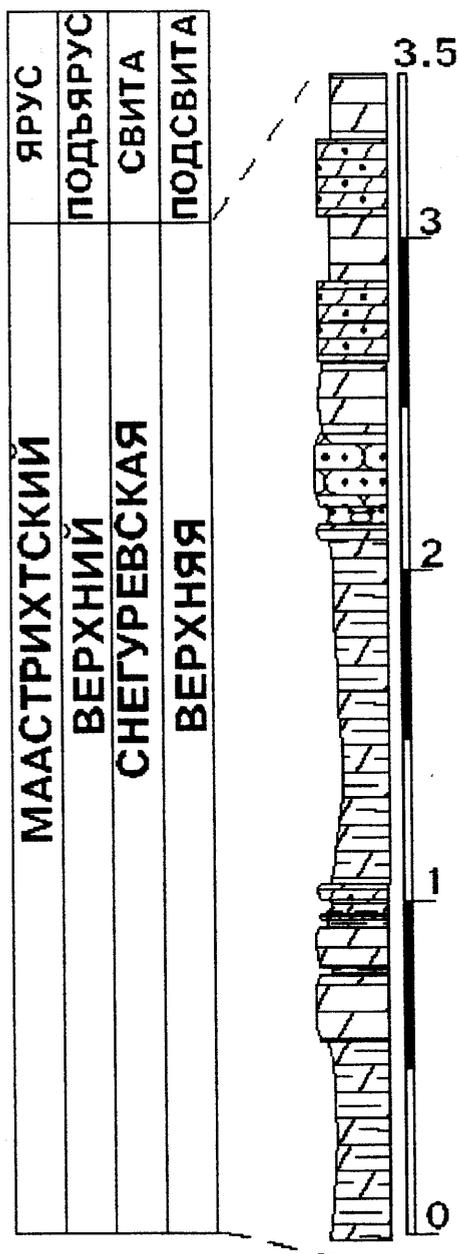


Рис. 36. Фрагмент разреза верхнеснегуревской подсвиты из окрестностей сел. Бетта, СЗ Кавказ. Условные обозначения приведены на рис. 3

Верхнеснегуревская подсвита

Верхнеснегуревская подсвита характеризуется самым высоким содержанием тонкообломочных отложений второго элемента циклита и грубых силтов, повышенной долей известняков, слабо и сильноглинистых мергелей, породами с красной окраской. Мощность подсвиты — 156 м (Афанасьев, 1993).

Автором был изучен небольшой фрагмент разреза верхнеснегуревской подсвиты.

Разрез юго-восточнее сел. Бетта расположен на Черноморском побережье Северо-Западного Кавказа, юго-восточнее сел. Бетта, где в береговых обрывах обнажается верхнеснегуревская подсвита. В нескольких километрах на юго-восток от устья р. Бетты автором был исследован интервал в 3,5 м разреза верхнеснегуревской подсвиты (фото 76).

В разрезе (рис. 36) стратиграфически снизу вверх выделены:

1. 3 ритма петротипа «Ж», представленные чередованием мергелей (0,05—0,5 м) и глинистых мергелей (0,05—1,17 м);
2. 1 ритм петротипа «Е» — чередование мергелей (0,05 м) и песчаных мергелей (0,1 м);
3. 1 ритм петротипа «Ж» — переслаивание мергелей (0,1 м) и глинистых мергелей (2,15 м);
4. 1 ритм петротипа «А», представленный чередованием известковистых плотных песчаников (0,35 м) и рыхлых песчаников (0,1 м);
5. 2 ритма петротипа «Е», представленные чередованием мергелей (0,4—0,6 м) и песчаных мергелей (0,5 м);

6. Мергель (0,4 м).

Выше по разрезу — пачка ритмичного переслаивания петротипа «Е».

В изученном интервале разреза выделено 8 ритмов трёх петротипов. В изученном интервале разреза установлены ихнофоссилии *Thalasssinoides* sp., *Chondrites* sp., *Planolites* sp., *Teichichnus* sp.

Таким образом, произведено описание изученных ритмичных верхнемеловых разрезов СЗ Кавказа. Суммируя данные по разрезам Русской плиты, ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа возможно составить таблицу выделенных петротипов ритмов (таб. 6). Следует отметить, что в таблице помещены только результаты исследований разрезов (или их частей), на которых работал автор.

Таблица 6

Хроностратиграфическое распределение выделенных типов ритмов в изученных разрезах. Сокращения: К. — Кавказ, Кр. — Крым

Петротип ритмов/ярус	сеноман	турон	коньяк	сантон	кампан	маастрихт
А	Р. плита, СГОК	К., Андр. перевал				Крым, Беш-Кош
Б		Кавказ, Андреевский перевал, Азербиевка				
В						Крым, Беш-Кош
Г						
Д	Кр., Аксу-Дере				Крым, Кизил-Чигир	Крым, Беш-Кош
Е	Кр., Сельбухра					Кр., Беш-Кош, М. Садовое
Ж		К., Андреевский перевал		К., Андреевский перевал	Р. плита, Вольск, Хвалынский; Кр., Беш-Кош.	Кавказ, Бетта
З	Кр., Сельбухра, Мендер, Кача	Кр, Аксу-Дере; К., Андр. перевал		Р. плита, СГОК; К., Азербиевка, Андр. перевал	Русская плита, Н. Банновка	Крым, Беш-Кош
И	Кр., Сельбухра	К., Андр. перевал, Азербиевка		К., Азербиевка		
К						
Л		Р. плита, Фокино, СГОК				Р. плита, Вольск
М		Р. плита, Н. Банновка			Р. плита, Вольск	
Н		Р.плита, СГОК, Н. Банновка		Русская плита, СГОК	Русская плита, Сенгилей (?), Вольск	
И						К., Колхозная Щель
П		К., Азербиевка				
Ш						Крым, Беш-Кош

Видно (таб. 6), что на основе изучения разрезов верхнемеловых отложений автором было выделено 13 петротипов терригенных, терригенно-карбонатных и карбонатных двухэлементных и 3 петротипа трёхэлементных ритмов.

Ритмичность была установлена в отложениях всех ярусов верхнего мела. Минимальное количество выделенных петротипов ритмов (1 петротип) характерно для коньякского яруса. Максимальное число установленных петротипов ритмов приходится на отложения туронского яруса (13). В сеномане изученных регионов выделено 5 петротипов ритмов, в сантоне — 3 петротипа, в кампане — 5 петротипов, в маастрихте — 11 петротипов. Причины такого хроностратиграфического распределения типов ритмов будут рассмотрены в заключении.

В верхнемеловых отложениях Кавказа установлено 12 петротипов ритмов, Крыма — 7 петротипов, Русской плиты — 6 петротипов.

Трёхэлементные ритмы (I—III) были выделены только в разрезах южного обрамления Русской плиты (Кавказ — 2 петротипа (I, II); Крым — 1 петротип (III)).

В верхнемеловых отложениях Русской плиты были выделены ритмы петротипов «А», «Ж», «З», «Л», «М», «Н». Для верхнего мела Крыма свойственны ритмы петротипов «А», «В», «Д» — «И», «Ш». В верхнем мелу Кавказа установлены ритмы петротипов «А» — «К», «М», «Н», «I», «II».

На основе произведенного описания рассмотрим строение выделенных петротипов ритмов.

Глава 3. Типизация и строение выделенных петротипов ритмов верхнемеловых отложений Русской плиты, Юго-Западного Крыма и Северо-Западного Кавказа

Терминология

Почти повсеместно в отложениях фанерозоя и докембрия встречены ритмично построенные толщи пород.

Существует ряд определений процесса формирования чередующихся слоев (ритмичность, периодичность, цикличность) и результата этого процесса (такие, как ритм, ритмит, периодит, цикл, циклит и т.д.). До сих пор в трактовке и ранге этих основополагающих понятий существуют значительные расхождения (Япаскурт, 2002). Ритмичность - многократная закономерная повторяемость слоёв определённого состава. Каждый ритм характеризуется более или менее постоянным для данной толщи числом слоёв, сменяющих друг друга в одном неизменном порядке и более или менее постоянным для ритма значением мощности ("Геологический словарь", 1955 г.).

Ритмичность вызывает формирование ритма, который - по Н.Б.Вассоевичу (1977), представляет собой мерность чередования реальных и / или их элементов.

На взгляд автора, ритм (*rhythmos*, греч.) — закономерное чередование двух и более слоёв в разрезе, границами между которыми служат естественные поверхности подошвы, кровли, размыва или прочие выделяемые поверхности на основе изменения определённых свойств пород (механических, химических, физических и т.д.). Следует добавить, что в некоторых случаях поверхность раздела (например, типа «hard ground») также может периодически встречаться в разрезе и маркировать границы ритмов. При постепенных, нерезких границах элементов ритмов, выделение ритмов возможно проводить по профилю выветривания. Элемент ритма (ЭР) — один из двух или более закономерно чередующихся составных частей ритма. В карбонатных породах ритм составляют элементы ритма: более карбонатный (БКЭР) и менее карбонатный (МКЭР). Эти сокращения, на взгляд автора, целесообразно использовать при двучленном строении ритма. Ритмы также можно встретить в терригенных породах, где, по мнению автора, целесообразно выделять ЭР согласно зернистости пород. Например, грубозернистый и тонкозернистый элементы ритма. Критерии выделения элементов ритмов в циклически построенных толщах осадочных пород могут быть различными. При чередовании трех и более разнотипных слоёв, на взгляд автора, элементы ритма следует называть по их литологии.

Помимо понятия "ритм" существует понятие "цикл" (*kyklos*, греч.), господствующее в зарубежной литературе. На русский язык его лучше перевести, как "циклит" — парагенез слоёв, связанных более тесно друг с другом, чем со смежными парагенезами, от которых они отделены границами "большой" резкости (Фролов, 1995). В этом случае циклит - продукт цикла. Соответственно, синонимом ритмичности становится слово «циклитовость», часто употребляемое В.Т. Фроловым. Цикл как элемент разреза может обозначаться как «литоцикл» (Ботвинкина, Алексеев, 1991).

А.А.Трофимук и Ю.Н.Карагодин (1977) определяют элементарный циклит как простейшую слоевую систему, элементы (слои) которой, следуя друг за

другом или чередуясь, связаны между собой (сонахождением или сопроисхождением), образуют единое целое, т. е. не делимое на более дробные целые части («циклиты»). Развивая терминологию цикличности и определяя ранговый статус циклитов, эти авторы предложили называть элементарные циклиты — циклитами, мезоциклиты — просто циклитами, мегациклиты — циклитинами, суперциклиты — циклититами.

На взгляд автора, термин “цикл” — это очень широкое понятие. Существуют циклы Бертрана, Миланковича, Уилсона, Фишера — Артура, эксцентриситета, эклиптики, прецессии, растворения, разбавления и биопродуктивности. Таким образом, слово “цикл” несёт большую смысловую нагрузку.

Интересное толкование данного термина можно встретить у зарубежных исследователей. Согласно В.Шварцахеру (Schwarzacher, 1993) седиментационные циклы подразделяются на: секвентные циклы (регулярное изменение литологии пород), мощностные циклы (регулярные вариации мощностей чередующихся слоёв) и временные циклы (регулярное изменение времени формирования слоёв). Примером циклической последовательности (периодической функции) может являться синусоида. Комбинация периодических функций есть квазипериодическая функция. Астрономические циклы (эксцентриситета, эклиптики, прецессии) являются периодическими последовательностями, а их взаимодействие имеет квазипериодический характер и называется «циклы Миланковича». Естественно, что «геологическим циклам невозможно дать строгого математического определения», хотя существовали определения секвентных циклов, как последовательностей типа ABCABC... или ABCBABC... Циклы любого рода могут генерироваться механизмом, называемым осциллирующей системой. Седиментационные циклы (СЦ) отражают условия окружающей среды, являющейся осциллирующей системой. Осциллирующая система динамична, — это система переменных и параметров, описывающих условия окружающей среды в любой момент седиментации. Самым главным признаком этой системы является то, что эти переменные взаимодействуют друг с другом таким образом, чтобы генерировались повторяющиеся осцилляции. Определение СЦ через осциллирующую систему, по мнению В.Шварцахера, является «важным логическим шагом», позволяющим их классифицировать на аллоциклы и автоциклы. Автоциклы генерируются внутри осциллирующей системы, а аллоциклы формируются под воздействием осциллирующей системы, но за её пределами. Таким образом, седиментационные циклы являются аллоциклами (по мнению В.Т.Фролова — могут быть и автоциклами), т.к. возникают под воздействием приливов и климатических флуктуаций. Примером автоциклов может считаться цикличность отложений меандрирующего русла реки.

Менее употребляемый и синонимичный первым двум терминам “периодит” (periodite) — некий результат периодического процесса (периодичности, по Н.Б. Вассоевичу (1977) — более или менее регулярной, равномерной повторяемости какой-либо реалии (явления, предмета) во времени и/или в пространстве через равные или близкие по величине интервалы времени). В этом случае акцентируется внимание на равенстве времени образования ЭР (Фролов, 1995 а). Существуют и другие определения этого термина. Периодит — это постепенно и периодически изменяющиеся осадочные последовательности; или, периодит — чистый тип циклических осадков с равными интервалами образования циклов (Эйнзеле, Зейлахер, 1985).

Существует и другое значение этого термина. Периодиты, или известково—мергельные циклы — генетический тип циклитов, который близок по дли-

тельности (около 41000 лет) к изменениям наклона эклиптики и, таким образом, вероятно, имеет астрономическую первопричину (Фролов, 1995 а).

Не выдержали испытание “временем” термины: “циклотема” Дж.Веллера (1930), “циклокомплекс” Ю.Н.Карагодина (1974), “циклолитон” В.Е.Хаина (1975), “цикломинералон” или “цикломинерон” Ю.П.Смирнова (1975) “циклома” или “циклосома” Н.Б.Вассоевича (1977) ввиду “громоздкости” терминов и не совсем понятной их смысловой нагрузки (Фролов, 1995 а).

Подводя итог обсуждению терминов, можно заключить, что, во-первых, в результате «терминотворчества», пик которого приходится на 70-е годы, в отечественную научную литературу рядом авторов было введено огромное количество синонимичных терминов.

Во-вторых, многие термины, например, типа «цикломинералон», «циклитин» или «циклитит» трудно произносимы, длинны и не всегда однозначно переводимы на иностранные языки.

В-третьих, А.А.Трофимук и Ю.Н.Карагодин, не всегда точно и логично выстраивая ранговую классификацию циклитов, допустили обозначение одного и того же явления тремя различными терминами: «циклокомплекс», «элементарный циклит» и «циклолитан» (Ботвинкина, Алексеев, 1991).

В-четвёртых, на данный момент общеупотребимыми терминами являются «ритм», «цикл» и «периодит». Разные научные школы используют различные термины. В.Т. Фролов настаивает на термине “циклит”, предложенным С.Л. Афанасьевым в 1974 г. “Ритм” встречается в работах В. Рикена (Ricken, 1994), С. Саврда и Дж. Боттье (Savrda, Bottjer, 1994). А. Спренгер и Д. Тен Катэ (Sprenger et al., 1992; Ten Kate, Sprenger, 1992 (а, б)) используют термин “периодит”, В. Шварцахер (Schwarzacher, 1993) — “цикл”.

Ввиду сложности и неоднозначности трактования понятия “циклит”, неодинаковой скорости седиментации МКЭР и БКЭР, автор предлагает использовать термины “ритмичность”, “ритм”. Ритм — это литифицированные, закономерно чередующиеся породы, сформировавшиеся под воздействием седиментационных циклов или диагенеза.

Карбонатные ритмы — это частный случай ритмов осадочных пород. Они представлены чередованием карбонатных и кластогенно—карбонатных пород. Это мергели, карбонатные глины, известняки, мел. Они характерны для карбонатных платформ (например, отложения норийского яруса в Австрийский Альпах), пелагических и гемипелагических обстановок, и озёрных отложений — подавляющее большинство известных докембрийских и фанерозойских (юрских, меловых) карбонатных ритмов из разрезов Европы, Азии, С. Америки, Австралии (Фролов, 1995 а, б; Эйнзеле, Зейлахер, 1985; Hart, Turlihg, 1974; Lamolda, Wan, 1996; Ricken, 1994; Savrda, Bottjer, 1994; Sprenger et al., 1992; Sprenger, Ten Kate, 1992; Schwarzacher, 1993; Ten Kate, Sprenger, 1992 а, б).

Критерии типизации ритмов

Критерии выбора границ ритмов и их последующей типизации пребывают в состоянии разработки (Япаскурт, 2002). Автор при типизации ритмов в основном использовал литологические критерии (петрографический, цветовой дифференциации элементов ритмов (ЭР)), критерий вариации мощностей ЭР, палеонтологический критерий (по циклической смене состава и численности фоссилий в разрезе) и некоторые другие. Это позволило произвести типизацию элементарных ритмов в исследуемых разрезах с выделением петрографических

разностей ритмов, или петротипов (Фролов, 1992), которые выделяются не только по минеральному составу и структуре, но и по степени литификации пород. Исследование начинается от элементарных ритмов и идет далее «вверх» по иерархической «лестнице» ритмов. Такой подход не является новым и единственным. Так, в работе Н.К.Фортунаковой (2000) можно встретить подробную классификацию петротипов элементарных ритмов. Кроме изученных и типизированных в поле автором ритмов по литературным данным таким же способом были типизированы ритмы в преимущественно карбонатных разрезах меловых бассейнов Евразии, Африки, Северной Америки и Австралии. Места их расположения изображены на рис. 17 и 37—40.



Рис. 37. Место расположения разреза Гамба Зонг Шан (Китай). Условные обозначения приведены на рис. 1

Разрезы верхне-меловых отложений Европы и Северной Африки (рис. 17) характеризуются близкими по литологии и мощностям типами ритмов, во многом по-

хожими на ритмы из разрезов Русской плиты и ЮЗ Крыма.

В Азии (рис. 37) на юге Китая у границы с Непалом, Индией и Бутаном в Тибетских горах расположен разрез Гамба Зонг Шан (сеноман — турон), содержащий сходные типы ритмов, что и в сеномане ЮЗ Крыма.



На СЗ части шельфа Австралии на плато Эксмот (рис. 38) расположен разрез скважины глубоководного бурения, содержащий ритмично построенную карбонатную толщу маастрихта, содержащую ритмы типа «мел — мел».

Рис. 38. Место расположения разреза на плато Эксмот (Австралия). Условные обозначения приведены на рис. 1



Рис. 39. Схема расположения разрезов Западного Внутреннего бассейна США. Условные обозначения приведены на рис. 1

В Северной Америке на территории штата Колорадо (рис. 39) расположены известные и хорошо изученные ритмичные карбонатные разрезы Западного Внутреннего бассейна США Боулдер и Пуэбло (далее — «разрез Западного Внутреннего бассейна США»), вскрывающие отложения верхов сеномана - низов турона и коньяка — сантона. На территории штата Алабама в окрестностях гг. Порт Эпес и Демополис (далее — «Алабама») и в Мексиканском заливе



Рис. 40. Схема расположения разрезов на юго-востоке США. Условные обозначения приведены на рис. 1

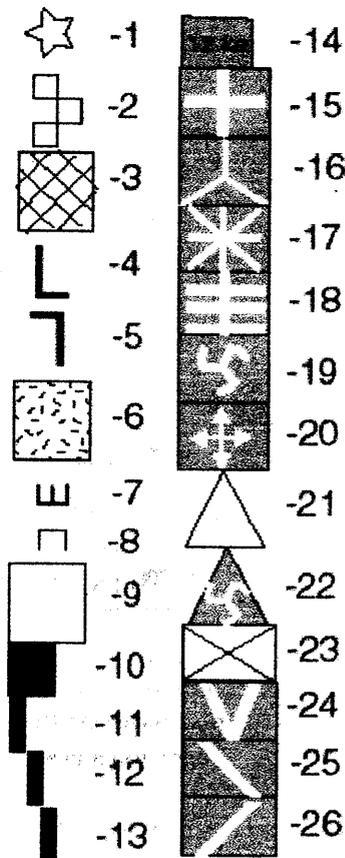
(рис. 40) развиты поля кампан — маастрихтских отложений, содержащих ритмы типа «мел - мергель» и «известняк — глина».

Хроностратиграфическая типизация ритмов в ритмичных верхнемеловых разрезах Евразии (в т. ч. изученных автором), Африки, Северной Америки и Австралии приведены на рис. 41—44. Из них

видно, что большинство выделенных автором типов ритмов в разрезах Русской плиты, ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа установлены в верхнемеловых разрезах Евразии, Африки, Северной Америки и Австралии.

Ниже приводятся результаты изучения выделенных типов ритмов. В табличной форме для двухэлементных ритмов (Р) приведена характеристика менее карбонатного элемента ритма (МКЭР) и более карбонатного элемента ритма (БКЭР).

Условные обозначения к рис. 41—58: Двухэлементные ритмы: 1 — кремнистые ритмичные толщи; 2 — крипторитмичные толщи; 3 — неритмичные толщи; 4 — первичные ритмы; 5 — ритмы с наложенным диагенезом. Механизмы формирования ритмов (Эйнзель, 1985), циклы: 6 — разбавления (ЦР); 7 — растворения (ЦРС); 8 — биопродуктивности (ЦБ). 9 — нет данных. Циклы Миланковича (ЦМ): 10 — все ЦМ; 11 — циклы прецессии; 12 — циклы наклона эклиптики; 13 — циклы эксцентриситета; 14 — астрономические циклы, несовпадающие по продолжительности с ЦМ. Состав породообразующих биогенных компонент карбонатов: 15 — фораминиферы; 16 — кальцисферы; 17 — известковые наннофоссилии; 18 — красные водоросли; 19 — бентосные зоофоссилии (губки, иглокожие); 20 — иноцерамы, брахиоподы; 21 — биокласты неопределенного состава; 22 — то же, определенного состава. 23 — породы некарбонатного состава. Обстановки седиментации: 24 — прибрежная; 25 — гемипелагическая; 26 — пелагическая



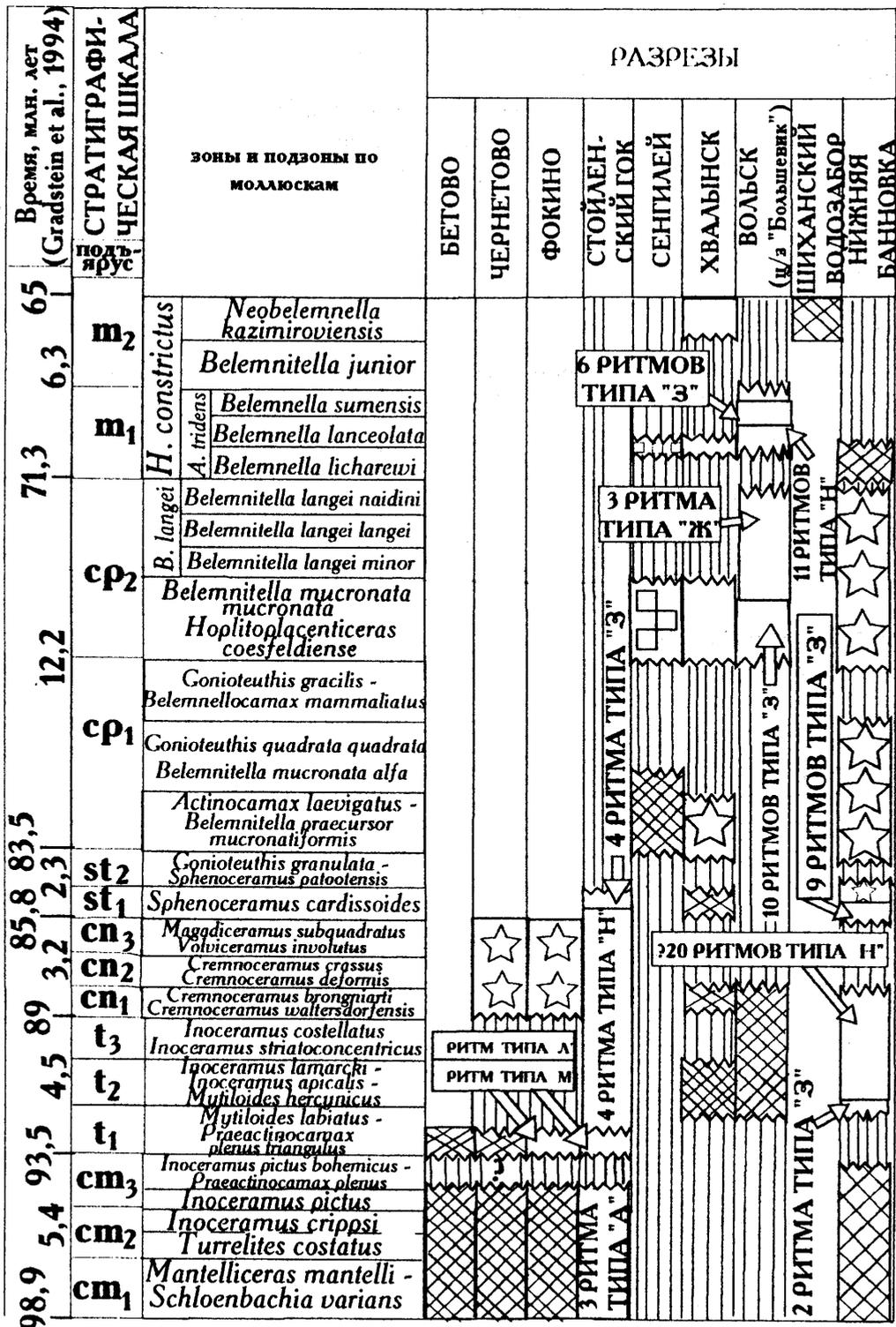


Рис. 41. Хроностратиграфическое распределение типов терригенно-карбонатных и карбонатных ритмов, кремнистых ритмичных, крипторитмичных и неритмичных толщ в верхнемеловых разрезах Русской плиты. Примечание: здесь и далее: вертикальная штриховка — перерывы в осадконакоплении (гиатусы)

Вопросы генезиса карбонатных ритмов вообще будут рассмотрены далее в одноименном разделе, а выделенных петротипов ритмов — в заключении.

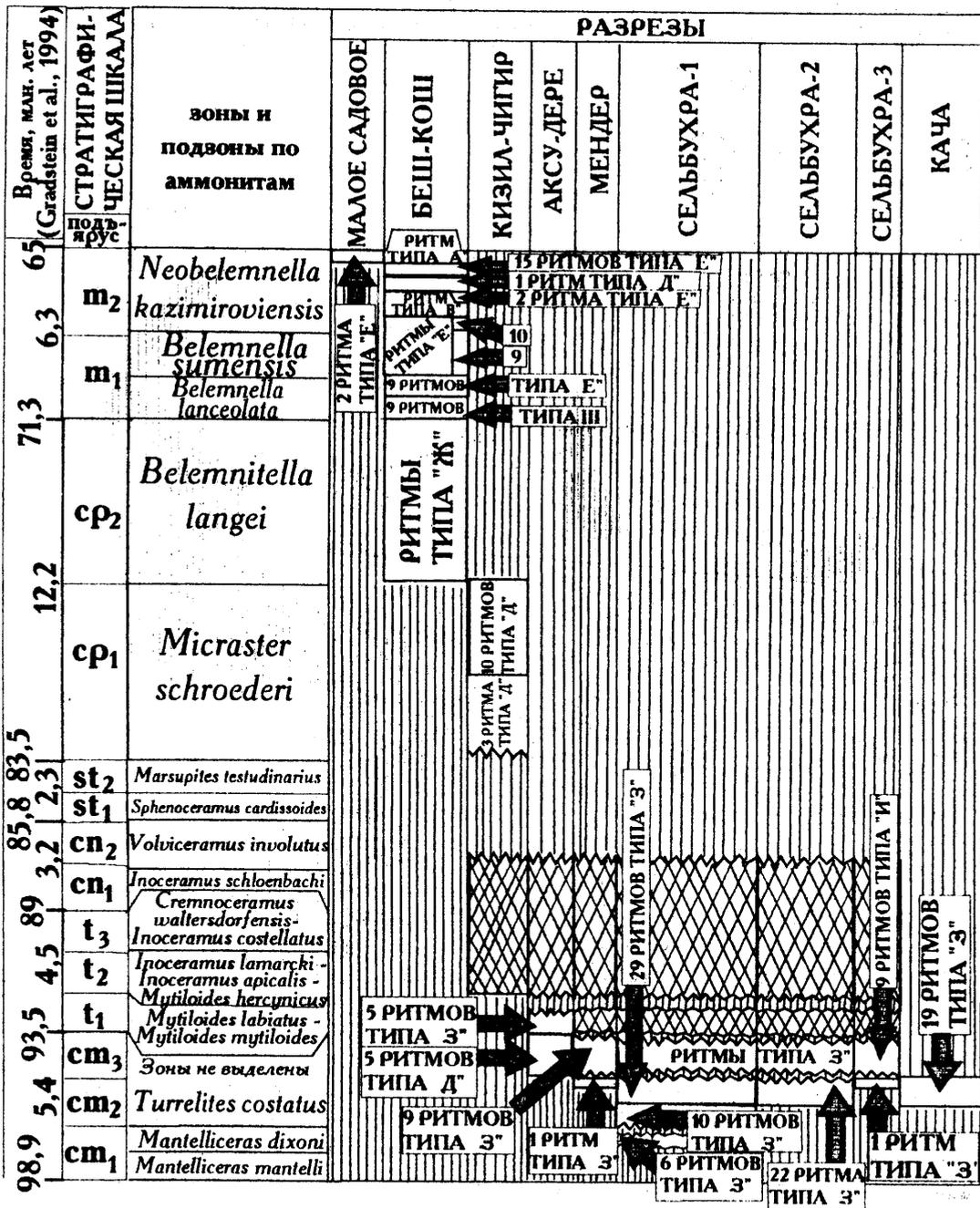


Рис. 42. Хроностратиграфическое распределение типов терригенно-карбонатных и карбонатных ритмов, аритмичных толщ в верхнемеловых разрезах ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 41

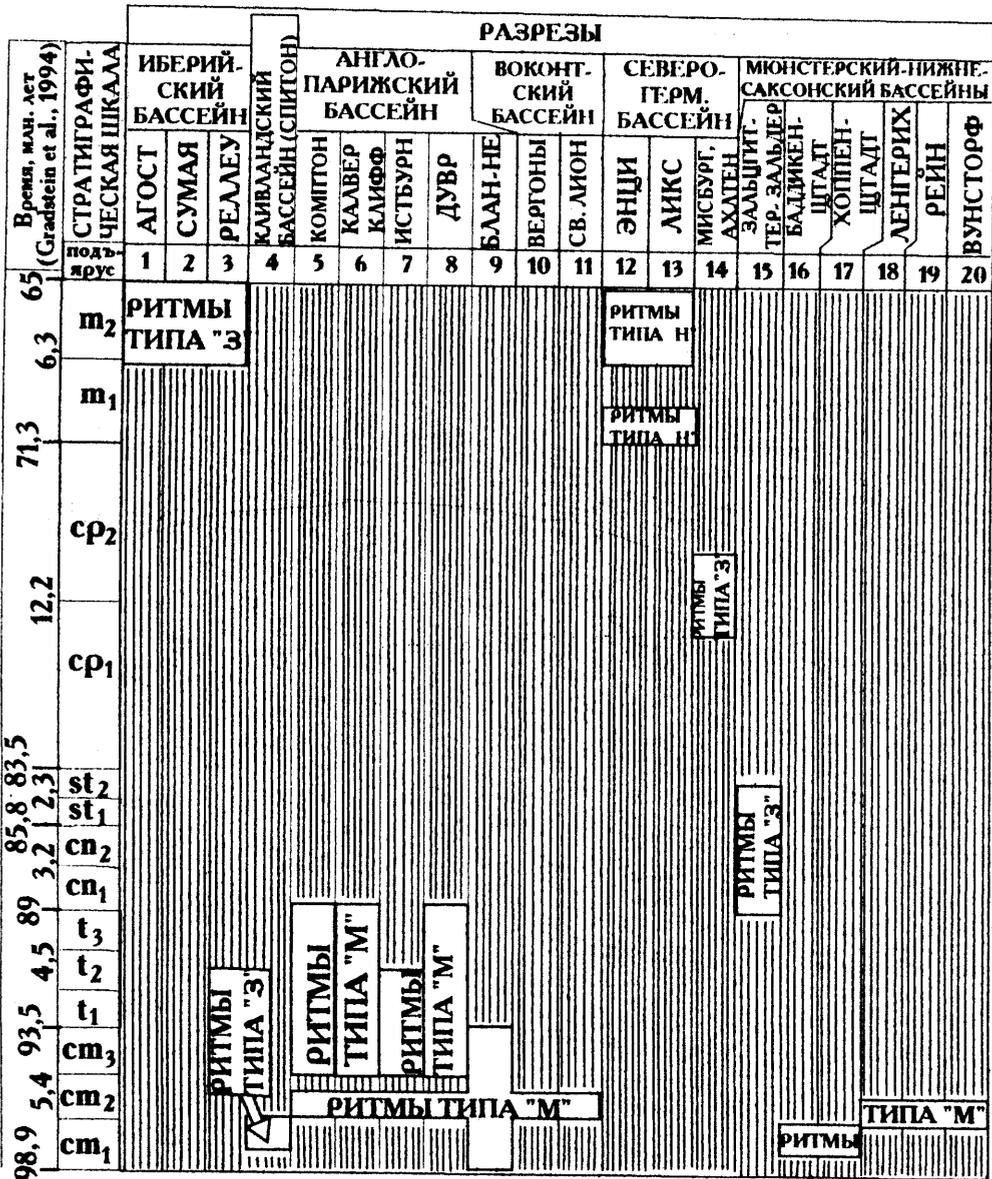


Рис. 43. Хроностратиграфическое распределение ритмов в верхнемеловых разрезах эпиплатформенных бассейнов Европы: 1—3 — Испания (Ten Kate, Sprenger, 1992); 4—8 — Великобритания, 9—11 — Франция (Gale, 1995, 1996); 12 — Нидерланды, 13 — Бельгия (Molenaar, Zijlstra, 1997); 14 — ФРГ (Niebuhr, 1999); 15 — ФРГ (Wood, 1984); 16—20 — ФРГ (Gale, 1995, 1996). Условные обозначения приведены на рис. 41

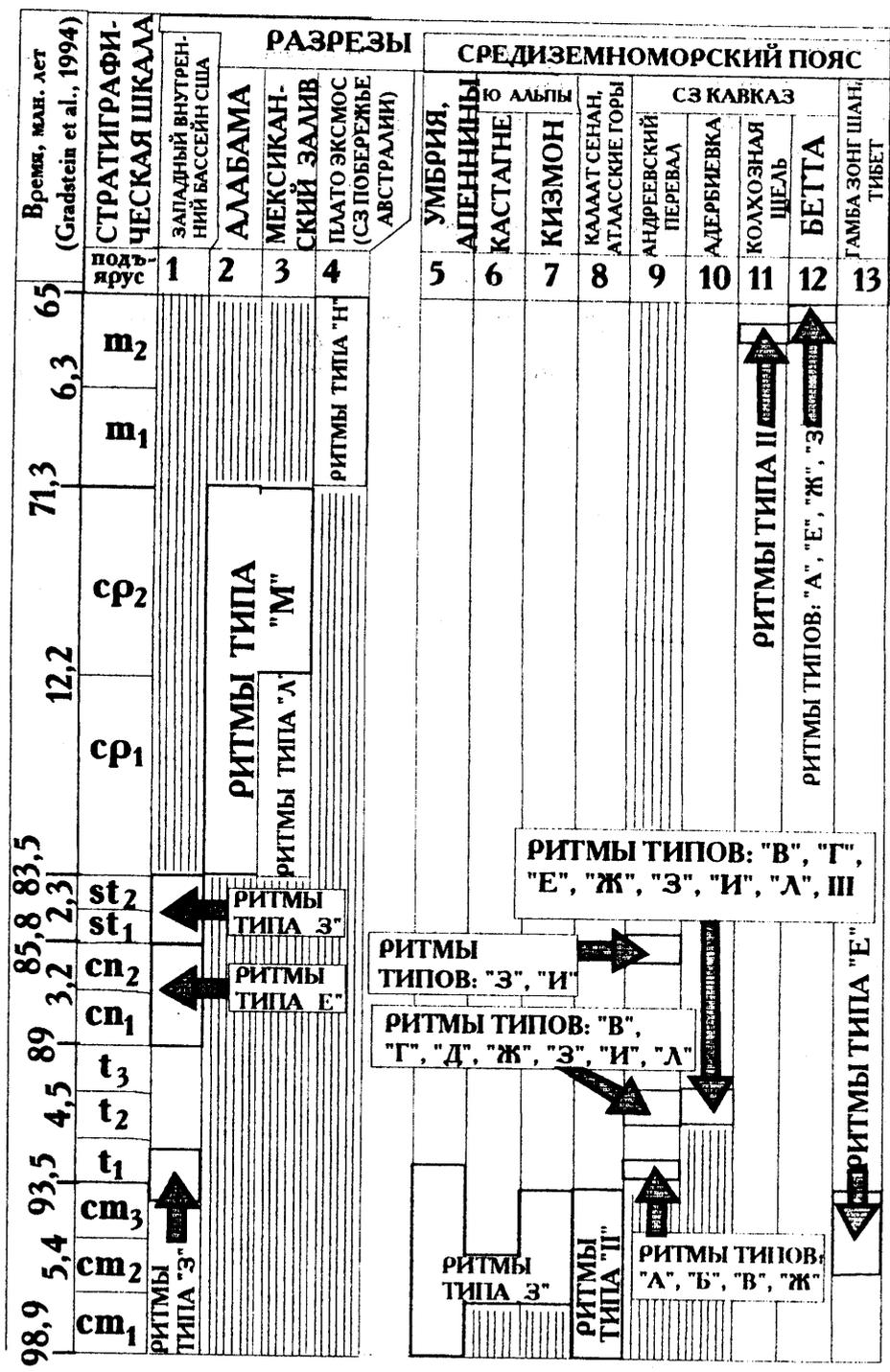


Рис. 44. Хроностратиграфическое распределение ритмов в верхнемеловых разрезах эпиплатформенных бассейнов С. Америки и Австралии, геосинклинальных бассейнов С. Африки и Евразии: 1 — США (Ricken, 1994); 2 — США (Savrda, Bottjer, 1994); 3 — Мексиканский залив (Кауфманн, 1985); 4 — Австралия (Boyd, 1994), 5 — Италия (Schwarzacher, 1991); 6—7 — Италия (Schwarzacher, 1991), 8 — Тунис (Robaszynski et al., 1993); 9—12 - Россия; 13 — Китай (Lamolda, Wan, 1996). Условные обозначения приведены на рис. 41

ПЕТРОТИП «А»

Данный петротип ритмов (песок — песчаник, пссок) на изученной территории установлен в сеноманских (СГОК), туронских (ананурская свита, Андреевский перевал) и маастрихтских отложениях (Беш-Кош). Как правило, данный

тип ритмов легко диагностируется в поле по профилю выветривания. В нижней части ритма присутствует слой менее плотного грубозернистого песка или песчаника. Мощности ЭР не выдержаны. ЭР могут нести различную или одинаковую окраску. Строение ритмов данного петротипа приведено на таб. 7.

Таблица 7

Сравнительная характеристика строения элементов ритмов петротипа «А». Примечание: “-” — данных нет

	МКЭР		
	К ₂ ст ₁ , пачка I, СГОК	К ₂ ап ₂ , Андреевский перевал	К ₂ т ₂ , пачка XXIII, Беш-Кош
петротип	песок, рыхлый песчаник	рыхлый песчаник	рыхлый песчаник
мощность, м	0,2—0,3	0,003—0,02	0,13—0,32
цвет	бурый	буро-красный	серо-бурый
биотурбация, %	-	-	5
количество элементов ритмов	3	14	6
	БКЭР		
	рыхлый песчаник, песчаник	плотный слоистый песчаник	известковистый песчаник
петротип	рыхлый песчаник, песчаник	плотный слоистый песчаник	известковистый песчаник
мощность, м	0,5—0,7	0,01—0,32	2,13—0,5
цвет	серый, серо-зелёный	буро-красный	серый
биотурбация, %	-	-	5—15
количество элементов ритмов	3	14	6

ПЕТРОТИП «Б»

Петротип «Б» — переслаивание слоев песчаников (0,005—0,16 м) и глин (0,002—0,07 м). Был установлен в туронских отложениях разреза Андреевского перевала, где было описано 13 ритмов. Как и предыдущий тип ритмов, без труда диагностируется в поле по профилю выветривания. В базальной части ритма обычно находится песчаник, а в верхней — глина.

ПЕТРОТИП «В»

Рассматриваемый тип ритмов (песчаник — мергель) характерен для туронских (Азербайджан и Андреевский перевал) и маастрихтских (г. Беш-Кош) отложений. Ритмы хорошо диагностируются по профилю выветривания, цветовой дифференциации. Мощности ЭР обычно выдержаны. В нижней части ритма залегают песчаники, которые перекрываются мергелями. Под мергелем автор понимает породу с содержанием карбоната кальция до 50% (Фролов, 1993). Мергель находится «на стыке» карбонатных и обломочных пород, представлен целым спектром петрографических разновидностей и может рассматриваться одновременно как литотип или как петротип. Такая двойственность создает трудности при выделении ритмов и их последующей типизации.

Сами термины «литотип» (Фролов, 1992) и «петротип» (Фролов, 1992) не могут быть до конца универсальны и самостоятельны. Ряд петротипов могут образовывать один литотип (например, лесс) и, наоборот — много литотипов формируют один петротип (например, песчаник). Причина такой разнородности

кроется в экзогенной природе осадочных пород, формируемых в условиях интерференции множества факторов среды (в противоположность эндогенным породам), когда на образование осадка в конкретном месте большее влияние оказывают местные, локальные агенты седиментации.

В качестве примера ритмов данного типа может быть рассмотрено строение одного ритма из верхнемастрихтских отложений г. Беш-Кош (таб. 8). Ритмы из туронских отложений Андреевского перевала характеризуются значительно меньшими (на два — три порядка) мощностями ЭР.

Таблица 8

Сравнительная характеристика строения элементов ритма петротипа «В»

	МКЭР			
	K _{2an2} , верхнеананурская подсвита, Андреевский перевал	K _{2nt1} , первая подсвита натухайской свиты,		K _{2m2} , пачка XXIII, Беш-Кош
		Андреевский перевал	Адербиевка	
петротип	песчаник	песчаник	песчаник	известковистый песчаник
мощность, м	0,015—0,4	0,02	0,09—0,43	1,1—1,6
цвет	серо-бурый	серо-зеленый	серо-зеленый	серо-бурый
биотурбация, %	-	-	-	15—40
CaCO ₃ , %	-	-	-	29,02
Сорг., %	-	-	-	0,1
число образцов	-	-	-	1
выделено элементов ритма	14	1	18	1
	БКЭР			
литология	мергель	мергель	мергель	песчанистый мергель
мощность, м	0,003—0,02	0,035	0,01—0,1	3,6
цвет	бурый	серый	серый	грязно-жёлтый
биотурбация, %	-	-	-	10—50
CaCO ₃ , %	-	-	-	45,4—63,56
Сорг., %	-	-	-	0,2—0,23
число образцов	-	-	-	2
выделено элементов ритма	14	1	18	1

ПЕТРОТИП «Г»

Переслаивание песчаников (в нижней части) и известняков (в верхней части) в туронских отложениях СЗ Кавказа (Андреевский перевал, Адербиевка). Петротип характеризуется резкой цветовой дифференциацией, обилием эрозионных границ. Мощности известняков, как правило, больше, чем песчаников. Данный тип ритмов легко диагностируется в полевых условиях. Сравнительная характеристика ЭР данного типа приведена на таб. 9.

Таблица 9

Сравнительная характеристика строения ЭР петротипа «Г». Турон. Первая подсвита натухайской свиты

	МКЭР	
	Андреевский перевал	Адербиевка
петротип	известковистый песчаник	
мощность, м	0,001—0,12	0,005—>2,2
цвет	зелёный	
CaCO ₃ , %	20—28	28,5
Сорг., %	<0,05	<0,07
выделено элементов ритма	61	28
число образцов	2	1
	БКЭР	
	Андреевский перевал	Адербиевка
литология	известняк	
мощность, м	0,001—0,3	0,01—0,52
цвет	зеленовато-серый	
CaCO ₃ , %	72—75	77—87,3
Сорг., %	<0,05—4	<0,07
выделено элементов ритма	61	28
число образцов	3	3

Микроскопически МКЭР типа «Г» в разрезе Андреевского перевала представляет собой биокластический тонкозернистый слоистый известковистый песчаник со слоистой текстурой (шлиф КВ 98/15-809; фото 1, 2), включающий: 25% биокластического материала:

20% — обломки раковин фораминифер размером около 0,05—0,1 мм;

5% — биокласты неясного генезиса 0,01 мм;

32% кристаллокластов:

10% — полуокатанные зерна кварца размером 0,5 мм;

10% — полуокатанные обломки зёрен кальцита размером 0,1 мм;

7% — слабоокатанные, угловатые, реже полуокатанные зёрна глауконита (0,1 мм);

5% — пирит (0,1—0,2 мм);

43% матрикса:

32% — пелит;

11% — микритовый кальцит.

Микроскопическое изучение МКЭР в разрезе у сел. Адербиевка показало его литологическую близость с МКЭР Андреевского перевала. Описание шлифа приведено в приложении 3.

Микроскопически БКЭР типа «Г» в разрезе Андреевского перевала представляет собой биокластический слоистый известняк с массивной текстурой (шлиф КВ 98/15-810, фото 3, 4), включающий:

45% биокластического материала:

25% — обломки раковин фораминифер размером около 0,05—0,1 мм;

15% — обломки призматического слоя бивальвий размером 0,5—1 мм;

5% — фрагменты известковых спикул губок размером до 0,05 мм;

10% кристаллокластов — обломки пирита размером около 0,05—0,1 мм;

45% матрикса:

38% — микритовый кальцит;

7% — глауконит, размер зёрен 0,1—0,5 мм.

Микроскопическое описание БКЭР из разреза у сел. Адербиевка приведено в приложении 4.

ПЕТРОТИП «Д»

Чередование слоёв мергеля (внизу) и глины (вверху) обнаружено в сеноманских (Аксу-Дере), туронских (Андреевский перевал, Адербиевка), кампанских (Кизил-Чигир) и маастрихтских отложениях (Беш-Кош). Особенностью данного этих ритмов является наиболее отчётливый, выразительный профиль выветривания относительно всех других выделенных типов ритмов.

Внутри данного типа возможно выделения ряда подтипов, представленных переслаиванием: собственно мергелей и глин (Андреевский перевал, Адербиевка, Беш-Кош); битуминозных мергелей и глин (Аксу-Дере), формировавшихся в дизоксидной или аноксидной обстановке; мергелей и глин, в основном бентонитовых, монтмориллонитовых, смектитовых (Кизил-Чигир), сформировавшихся в результате подводного выветривания вулканического пепла. Сравнительная характеристика строения МКЭР приведена на таб. 10, а БКЭР — на таб. 11.

Таблица 10

Сравнительная характеристика строения МКЭР петротипа «Д». Примечание: ¹Alekseev, Koraevich, 1997; ²Гаврилов, Копаевич, 1996; ³Найдин, Кияшко, 1994; ⁴Алексеев и др., 1997

	К _{2сз} , пачка VI, Аксу-Дере	К _{2ср1} , пачка XVII, Кизил-Чигир	К _{2м2} , пачка XXIII, Беш-Кош	К _{2м1} , первая под-свита натахайской свиты	
				Андреевский перевал	Адербиевка
петротип	известковистая глина, глинистый мергель с конкрециями лимонита	глина			
мощность, м	0,01—0,05	0,1—0,2	0,01	0,001	0,025
цвет	бледно-серый	серо-зеленый			
СО ₂ , %	-	20—30	-	-	-
СаСО ₃ , %	45 ² , 42 ⁴	30—35	36,56	-	-
Сорг., %	0—9 ² , 0—7 ³	0,1—0,5	0,25	-	-
кварц ⁴	10—30	-	-	-	-

сметит ⁴	10—30	-	-	-	-
гидрослюда ⁴	3—8	-	-	-	-
площадь биотурбированных пород, %	биотурбация отсутствует, редко-единичные ходы	0—10	5	-	-
количество элементов ритма	6	12	1	1	1
число образцов	3 ¹ , 2 ² , 3 ³	12	1	-	-

Таблица 11

Сравнительная характеристика строения БКЭР петротипа «Д». Примечание: ¹Alekseev, Kopaevich, 1997; ²Гаврилов, Копяевич, 1996; ³Найдин, Кияшко, 1994; ⁴Алексеев и др., 1997

	K ₂ e ₃ , пачка VI, разрез Аксу-Дере	K ₂ cp ₁ , пачка ка XVII, разрез г. Кизил-	K ₂ m ₂ , пачка XXIII, разрез г. Беш-Кош	K ₂ m ₁ , первая подсвита натухайской свиты	
				Андреевский перевал	Адерби-евка
петротип	глинистый мергель, мергель	известняк, мергель	известковистый песчаный мергель	мергель	
мощность, м	0,1—0,25	0,2—3	1,8	0,005	0,035
цвет	серый, чёрный	зеленовато-белый	желтовато-серый	зеленовато-белый	
CO ₂ , %	-	37—45	-	-	-
CaCO ₃ , %	65—70 ² 60—70 ⁴	78—95	-	-	-
Сорг., %	0—9 ² 0—2 ³	0,1—1,2	-	-	-
нерастворимый остаток, %*	-	-	38	-	-
П/Б, %*	-	-	3	-	-
кварц ⁴	7—25	-	-	-	-
сметит ⁴	10—17	-	-	-	-
гидрослюда ⁴	0—6	-	-	-	-
площадь биотурбированных пород, %	единичные ходы	10—50	5—15	-	-
выделено элементов ритма	6	13	1	1	1
число образцов	8 ¹ , 5 ² , 9 ³	13	1	-	-

Микроскопически МКЭР в разрезе г. Кизил-Чигир представляет собой песчанистую глину кристаллобиокластическую (фото 5, 6), состоящую из: 25% кристаллокластического материала (10% рудного минерала (0,1—0,5 мм), 10% гидрогетита (мм), 5% кварца (0,1 мм)); 15% биокластов фораминифер (0,1—1,5 мм); 60% матрикса (50% — глинистое вещество пелитовой размерности, 10% - микритовый кальцит).

Микроскопически БКЭР (фото 7, 8) в разрезе г. Кизил-Чигир представлен известняком биокластическим. Состав: 45% биокластического материала (35% — раковины фораминифер и их обломки (0,1—1,5 мм); 10% — фрагменты призматического слоя бивальвий (0,1—0,5 мм)); 5% кристаллокластов рудного минерала (мм); 50% матрикса (20% — глинистое вещество пелитовой размерности, 25% — микритовый кальцит, 5% — среднезернистый кальцит).

ПЕТРОТИП «Е»

Данный петротип ритмов (внизу — песчанистый мергель, сверху — мергель) установлен в сеноманских (Сельбухра) и маастрихтских отложениях (Беш-Кош, Малое Садовое, Бетта). Обычно характеризуется нерезкими, иногда постепенными границами ЭР, слабой цветовой дифференциацией. Ритмы не всегда отчётливо устанавливаются по профилю выветривания. Сравнительная характеристика строения ЭР данного петротипа приведена на таб. 12, 13. Микроскопически песчанистый мергель (МКЭР) в разрезе г. Сельбухры («Сельбухра-1») представляет собой органогенный биокластический песчанистый мергель (шлиф 608, см. фото 9, 10) брекчиевидной структуры с глинисто — карбонатным матриксом. 45% биогенных компонент (35% — раковины и обломки раковин фораминифер размером 0,01—0,2 мм, сложенные кальцитом; 8% — обломки призматического слоя иноцерамов (0,4 мм); 2% — обломки неясного генезиса); на 25% из кристаллокластов: 10% — кальцит, размер зерен 0,12 мм; 4% - кварц (0,1 мм); 4% — плагиоклаз (0,7 мм); глауконит и хлорит по 3%, (1,3 — 0,3 мм). На 30% — из глинисто — карбонатного микритового матрикса.

Мергель (БКЭР типа «Е») в разрезе нижнесеноманских отложений г. Сельбухры микроскопически представляет собой (шлиф 609, см. фото 11, 12) органогенную биокластическую породу брекчиевидной структуры с глинисто-карбонатным матриксом, аналогичную песчанистому мергелю. Различие: большее (55%) содержание биогенных компонент, меньшее содержание “глинистой примеси” (на 10%). Описание шлифов ЭР данного типа из разреза у сел. Бетта приведено в прил. 5, 6.

В разрезе г. Беш-Кош возможно выделение ритмов первого (таб. 14) и

Таблица 14

Сравнительная характеристика строения ритмов первого порядка петротипа «Е». Прим.: ¹-Alexeev, Koraeovich, 1997

	K ₂ m ₁ , подпачка XX-2, разрез г. Беш-Кош		K ₂ m ₁ , подпачка XX-3, разрез г. Беш-Кош	
	МКЭР	БКЭР	МКЭР	БКЭР
петротип	песчанистый мергель	мергель	песчанистый мергель	мергель
мощность, м	1—8	1,2—1,7	6—8	1—1,5
цвет	серый	светло-серый	серый	серый
биотурбация, %	5	10	10	10—40

Сравнительная характеристика строения МКЭР типа «Е». Примечание: ¹ — О.В. Заика (устн. сообщ.); ² — Alekseev, Koraevich, 1997

	К ₂ с ₁ , пачка II, разрез «Сельбухра-1»	К ₂ т ₁ , пачка XXI, Беш-Кош	К ₂ т ₂ , пачка XXII, Беш-Кош	К ₂ т ₂ , пачка XXII, Беш-Кош	К ₂ т ₂ , пачка XXIII, Беш-Кош	К ₂ т ₂ , пачка XXIV, Малое Садовое	К ₂ sn ₂ , верхнеснегуровская подсви-та, Бетта
литология	песчанистый мергель	алевритовый мергель	песчанистый мергель	песчанистый ячеистый мергель	песчанистый мергель	песчанистый мергель с глауко-нитом	песчанистый мергель
мощность, м	0,4—0,1	0,1—0,32	0,05—0,9	0,1—0,17	0,1—1	0,9—3,7	0,1—0,6
цвет	серо-зеленый	светло - серый	серый	серый, жёлто - серый	серый	серый, серо-зелёный	серо-жёлтый
CaCO ₃ , %	60—70	-	-	56,75—61,25	63,56	-	50
Сорг., %	0,05	-	-	<0,08	0,25	-	<0,05
площадь биотур-бированных пород, %	-	-	-	5	5	-	10
число ихнотаксонов	-	-	-	-	-	-	2
ПФ, % ¹	-	7	-	8,3	-	-	-
секрционный бентос, % ¹	-	2	-	12,5	-	-	-
агглютинирующий бентос, % ¹	-	91	-	79,2	-	-	-
нерастворимый остаток, % ²	-	-	29	-	-	-	-
П/Б, % ²	-	-	5	-	-	-	-
к. 10 ⁻⁵ ед. СИ	-	-	-	-	-	-	7
δ ¹³ C, ‰ PDB	-	-	-	-	-	1,35—1,9	-
δ ¹⁸ O, ‰ PDB	-	-	-	-	-	-2,6 — -1,85	-
выделено элементов ритма	1	15	10	4	5	?2	3
число образцов	7	2	1	2	1	12	1

Таблица 14

Сравнительная характеристика строения БКЭР типа «Е». Примечание: ¹ — О.В. Заика (устн. сообщ.); ² — Alekseev, Koraeovich, 1997

	К ₂ с ₁ , пачка II, разрез «Сельбух-ра-1»	К ₂ т ₁ , пачка XXI, Беш-Кош	К ₂ т ₂ , пачка XXII, Беш-Кош	К ₂ т ₂ , пачка XXII, Беш-Кош	К ₂ т ₂ , пачка XXIII, Беш-Кош	К ₂ т ₂ , пачка XXIV, Малое Садовое	К ₂ т ₂ , верхнеснегуровская подвига, Бетта
литология	мергель	алевритовый окремненный плотный мергель	мергель	массивный ячеи-окремненный мергель	мергель	известковистый плотный мергель	песчанистый мергель
мощность, м	0,2—0,4	0,45—1,05	0,2—0,9	1—3,7	0,3—1	1,3	0,05—0,5
цвет	серый	темно-серый	желто-серый	серый	желто-серый	серо-зелёный	светло-серый
CaCO ₃ , %	65—71	-	-	65,83—74,91	68,1—72,64	-	50
Сорг., %	0,05	-	-	<0,08	0,1—0,17	-	<0,08
площадь биотурбированных пород, %	-	-	-	10	10	-	15—20
число ихнотаксонов	-	-	-	-	-	-	2
ПФ, % ¹	-	2,9	-	32,5	-	-	-
секреционный бентос, % ¹	-	8,6	-	5,3	-	-	-
агглютинирующий бентос, % ¹	-	91	-	62,2	-	-	-
нерастворимый остаток, % ²	-	-	35	-	-	-	-
П/Б, % ²	-	-	10—13	-	-	-	-
k, 10 ⁻⁵ ед. СИ	-	-	-	-	-	-	8,7
δ ¹³ C, ‰ PDB	-	-	-	-	-	1,2—1,5	-
δ ¹⁸ O, ‰ PDB	-	-	-	-	-	-3,3 — -2,4	-
выделено элементов ритма	1	15	10	4	2	1	3
число образцов	7	2	1	2	5	5	3

Окончание таблицы 14

нерастворимый остаток, % ¹	17—20	15—25	28—32	32
П/Б, % ¹	27—42	27—60	10—29	20—23
число образцов ¹	4	3	5	2
выделено	4 ритма		2 ритма	

второго (рис. 112) порядков. В нижнем маастрихте (подпачка ХХ-3) ритмы второго порядка — это ритмы типа «III» и ритмы типа «Е», «вложенные» в МКЭР типа «Е». В нижележащей подпачке ХХ-2 двухэлементные ритмы типа «Е» установлены внутри МКЭР более высокого ранга. Подсчёт и детальное изучение ритмов второго порядка в подпачке ХХ-2 автором не производились.

ПЕТРОТИП «Ж»

Данный тип ритмов представлен переслаиванием пластов мергелей и выявлен в туронских (Андреевский перевал), кампанских (Вольск) и маастрихтских (Бетта) отложениях. Как правило, ритмы хорошо проявляются в профиле выветривания, характеризуются цветовой дифференциацией и выдержанными мощностями ЭР. На таб. 15 приведена сравнительная характеристика МКЭР данного типа.

Таблица 15

Сравнительная характеристика строения МКЭР петротипа «Ж»

	K ₂ cp ₂ , пачка VII, ц/з «Большевик»	K ₂ an ₂ , Андреевский перевал	K ₂ nl ₁ , Андреевский перевал	K ₂ sn ₂ , Бетта
петротип	известковистый мергель	глинистый мергель	глинистый мергель	глинистый мергель
мощность, м	0,05—0,08	0,005—0,05	0,005	0,1—1,15
цвет	зелёный, серый	бурый	сине-зелёный	серый, сизый
CaCO ₃ , %	61,27	-	-	44,9—47
Сорг., %	<0,08	-	-	<0,08—0,11
площадь биотурбированных пород, %	0	-	-	-
k, x10 ⁻⁵ ед. СИ	0—2,5	-	-	12
dk, x10 ⁻⁵ ед. СИ	0—2,5	-	-	-
Jn, нТ	0,03—0,10	-	-	-
Jrs, x10 нТ	0,68—3,13	-	-	-
H'cs, А/м	682—783	-	-	-
выделено элементов ритма	3	2	1	4
число образцов	3	-	-	2

Микроскопически МКЭР типа «Ж» в разрезе у сел. Бетты представляет собой кристаллобиокластический глинистый мергель с массивной текстурой (шлиф КВ 2119-10 А), включающий:

39% кристаллокластов:

15% — слабоокатанные обломки рудных минералов размером 0,05—1,5 мм;

по 7% — полуокатанные зёрна глауконита и кварца (0,05—1,5 мм);
 по 5% — полуокатанные зёрна плагиоклаза и хлорита (0,05—0,1 мм);
 17% биокластического материала:

7% — обломки раковин фораминифер размером около 0,1 мм, иногда замещённые рудным минералом;

10% — биокласты неясного генезиса размером 0,0—1,5 мм;

44% матрикса:

34% — микритовый кальцит;

10% — глинистое вещество.

Сравнительная характеристика БКЭР типа «Ж» приведена на таб. 16. Микроскопически БКЭР типа «Ж» в разрезе у сел. Бетты представляет собой биокластический известняк с массивной текстурой (шлиф КВ 2119-9 А), включающий:

37% биокластического материала:

Таблица 16

Сравнительная характеристика строения БКЭР петротипа «Ж»

	K_{2cp2} , пачка VII, ц/з «Большевик»	K_{2an2} , Андреевский перевал	K_{2nt1} , Андреевский перевал	K_{2sn2} , Бетта
петротип	мергель	мергель	мергель	мергель
мощность, м	0,1—1,15	0,004—0,6	0,005	0,05—0,5
цвет	белый	буро-красный	серо-зелёный	светло-серый
$CaCO_3$, %	56—58	-	-	54,8—69
Сорг., %	<0,08—0,16 (ед. знач.)	-	-	<0,08
площадь биотурбированных пород, %	0-10	-	-	-
k , $\times 10^{-5}$ ед. СИ	1,25—2,5	-	-	8,7
dk , $\times 10^{-5}$ ед. СИ	0—2,5	-	-	-
Jn , нТ	0,03—0,13	-	-	-
Jrs , $\times 10$ нТ	0,53—2,64	-	-	-
$H'cs$, А/м	683—708	-	-	-
выделено элементов ритма	3	2	1	3
число образцов	4	-	-	3

15% — обломки раковин фораминифер размером 0,01—0,25 мм, иногда замещены рудным минералом;

12% — фрагменты призматического слоя бивальвий размером 0,1—1 мм;

7% — обломки спикул губок, 0,2—0,35 мм;

3% — фрагменты скелета иглокожих размером 0,2 мм;

8% кристаллокластов:

5% — полуокатанные обломки зёрен рудного минерала размером 0,01—0,05 мм;

3% — полуокатанные зёрна глауконита, 0,05 мм;

55% матрикса:

32% — глинистое вещество;

13% — микритовый кальцит.

В разрезе Беш-Кош возможно выделение ритмов первого и второго порядков. Критерием выделения ритмов первого и второго порядков в пачке XXI стала цикличность в распределения значений мощности БКЭР (1,1 — 2,2 — 1 — 3,7 м). Это позволяет выделить 2 ритма 1 порядка (таб. 17).

Таблица 17

Сравнительная характеристика строения элементов ритмов второго порядка петротипа «Ж». К₂т₁, пачка XXI, Беш-Кош, Крым. Прим.: ¹-Alexeev, Koraeovich, 1997

	МКЭР	БКЭР
петротип	мергель	мергель
мощность, м	1,1—19,8	0,2—0,25
цвет	серый	серый
нерастворимый остаток, % ¹	29—30	35
П/Б, % ¹	12—30	15
выделено элементов ритмов	2	2
число образцов ¹	4	1

ПЕТРОТИП «З»

Данный тип ритмов (мергель, мергелистый известняк — известняк) установлен в сеноманских (Сельбухра, Мендер, Кача), туронских (Аксу-Дере, Андреевский перевал, Азербиевка), сантонских (СГОК, Нижняя Банновка, Андреевский перевал), и маастрихтских (Беш-Кош) отложениях.

В разрезе г. Мендер мощности ЭР не выдержаны, цветовая дифференциация отсутствует. Имеется интервал разреза, где МКЭР “растёт” по мощности при постоянстве мощности БКЭР. МКЭР доминирует в разрезе.

Цветовая дифференциация отсутствует в разрезе Аксу-Дере, мощности ЭР выдержаны. В разрезах г. Сельбухры, Качи, Стойленского ГОКа и Нижней Банновки ритмичность отчётливо подчёркивается профилем выветривания, ритмы пёстро окрашены (МКЭР почти всегда темнее и БКЭР). В разрезе доминирует БКЭР (значения мощностей МКЭР обычно меньше в 2-3 раза величины мощности БКЭР).

Ритмы типа «З» в сеноманских отложениях Крыма контрастные, их границы резкие, иногда с размывом, иногда - постепенные. Имеются редкие интервалы разреза с серой окраской обоих ЭР и полным отсутствием в них следов биотурбации, что на взгляд автора, является свидетельством локального аноксидного события.

Сравнительная характеристика строения МКЭР данного типа приведена на таб. 18. Изучение в шлифе МКЭР из разреза Стойленского ГОКа показывает, что данная порода представлена известковистым биокластическим мергелем (шлиф Оск 68, фото 13—16) обломочной структуры:

25% — биокластический материал—обломки раковин фораминифер и кальцисферулид, часть которых выполнена окисленным глауконитом, и множество обломков неясного генезиса размером менее 0,1 мм;

12% — кристаллокласты рудных минералов размером 0,25 мм;

63% — микритовый кальцит.

МКЭР в разрезе г. Сельбухры микроскопически представляет собой мергелистый биокластический известняк обломочной структуры (шлиф 113, см. фото 17—18):

50% — биокласты и раковины фораминифер размером 0,1—1 мм;

15% — кристаллокласты.

Таблица 19

Сравнительная характеристика строения МКЭР типа «З». Прим.:¹ — по В.Т.Фролову (Фролов, 1993)

	K _{2st1} , пачка VI, СГОК	K _{2c2} , пачка V, разрезы «Сельбухра-1, 2*»	K _{2c2-3} , пачки V-VI, Мендер	K _{2t1} , пачка VII, Аксу-Дере	K _{2nt1} , первая подсвита натухайской свиты, Азербиевка	K _{2nt1} , первая подсвита натухайской свиты, Андреевский перевал	K _{2gn1} , нижнегениокская подсвита гениокской свиты, Андреевский перевал
литология	мелоподобный мергель	мергель, мергелистый изв-к	мергель	мелоподобный мергель	мергель	мергель	глинист., песчанистый мергель
мощность, м	0,3—0,5	0,1—0,6	0,3—2,24	1,25—0,45	0,01—0,07	0,001—0,02	0,001—0,01
цвет	серовато-зеленоватый	серый	белый	белый	зеленовато-серый	зеленовато-серый	зеленовато-серый
CaCO ₃ , %	57,88—76,38	92—65	80—65	70	-	55	72
Сорг., %	<0,08—0,1	0,44	0,29	0,17	-	<0,05	1
площадь биотурб. пород, %	10—20	0—40	-	-	-	-	-
число ихнотаксонов	1—3	0—4	-	-	-	-	-
dk, x10 ⁻⁴ ед. СИ	-	0—2,1	0—6,5	-	-	-	-
Jn, x 0,1 nT	0	-	-	-	-	-	-
Jrs, nT	25—37,5	0—15	18—35	-	-	-	-
H'cs, A/м	510	600—925	760—780	-	-	-	-
дисперсия Jrs	-	0—2000	1100—9750	-	-	-	-
фораминиферы, П/Б	-	5	3	-	-	-	-
δC ¹³ , % PDB	-	2,55—2,75; 0,5 ^{1*}	-	-	-	-	-
δO ¹⁸ , % PDB	-	-3 — -2,5; -5 ^{1*}	-	-	-	-	-
T воды °C ⁻¹	-	14—15	-	-	-	-	-
выделено элементов ритма	4	20, 29*	10	5	13	76	119
число образцов	2	43, 29*	12	1	-	1	1

- 5% — плагиоклаз — зёрна угловатой формы размером 0,5—0,1 мм;
- 5% — рудный минерал, размер зёрен 0,25—0,01 мм;
- 5% — глауконит — размер зёрен угловатой формы 0,05 мм;
- 10% — микритовый кальцит;
- 30% — пелит.

Микроскопическое исследование МКЭР в разрезах р. Качи и г. Мендер показало их литологическую идентичность менее карбонатному элементу ритма в разрезе г. Сельбухры. Описание шлифов приведено в приложениях 7 и 8.

Сравнительная характеристика строения БКЭР типа «3» приведена на таб. 19. БКЭР в разрезе Стойленского ГОКа представлен известняком биокластическим обломочной структуры (шлиф Оск 66, фото 19—20):

25% — биокластический материал (20% — раковины и обломки раковин фораминифер и кальцисфер, размером 0,05—1 мм, небольшая часть которых выполнена пиритом; 5% — фрагменты призматического слоя двустворчатых моллюсков размером 0,2—1,5 мм);

5% — кристаллокласты магнетита, размером 0,05—0,25 мм;

70% — микритовый кальцит.

БКЭР в разрезе г. Сель-Бухры микроскопически представляет собой известняк биокластический обломочной структуры (шлиф 114, фото 21, 22):

45% — раковины фораминифер и их обломки размером 0,45—0,15 мм;

5% — глобулярный глауконит, размер глобулей — 0,15 мм;

5% — пирит, размер угловатых зёрен — 0,015—0,1 мм;

45% — микритовый кальцит.

БКЭР в разрезах р. Качи и г. Мендер характеризуется схожим литологическим составом. Описание шлифов приведено в приложении (прил. 9 и 10).

Содержание и состав глинистой компоненты в ЭР данного типа в разрезе г. Сельбухры более подробно были исследованы методом рентгено — фазового анализа (таб. 20). Это исследование значительно дополнило данные микроскопического изучения пород.

Таблица 20

Минеральный состав элементов ритма из среднего сеномана г. Сельбухры (по данным рентгено — структурного анализа)

Содержание, %	мергелистый известняк	известняк
Кальцит	69,7	88,8
Иллит	12,6	4,5
Смешаннослойные	0	0,7
Кварц	8,4	5,3
Рутил	0	0,8
Хлорит	0,4	0
Микроклин	1,4	0
Монтмориллонит	7,5	0
Число образцов	1	1

Данный тип ритмов — самый распространённый в карбонатных породах мезозоя. Примеры ритмов этого типа: 1) средний — верхний сеноман, зона *R. cushmani*, разреза Кизмон, Ю.Альпы, С.Италия (Claps, Masetti, 1994); 2) средний сеноман разреза Кастагне, Ю.Альпы, С.Италия (Claps, Masetti, 1994); 3) средний — верхний сеноман, формация Scaglia Bianca, Умбрия, Италия (Coccone, 1996); 5) средний — верхний сеноман, пачка Bridge Creek Limestone, Внут-

Таблица 20

Сравнительная характеристика строения БКЭР типа «З». Прим.: ¹ — по В.Т.Фролову (Фролов, 1993)

	K _{2st1} , пачка VI, СГОК	K _{2c2} , пачка V, разрезы «Сельбухра-1, 2*»	K _{2c2-3} , пачки V-VI, Мендер	K _{2t1} , пачка VII, Аксу-Дере	K _{2nt1} , первая подсвита натухайской свиты, Азербиевка	K _{2nt1} , первая подсвита натухайской свиты, Андреевский перевал	K _{2gn1} , нижнегениохская подсвита гениохской свиты, Андреевский перевал
литология	известняк	известняк	известняк	известняк	известняк	известняк	известняк
мощность, м	0,6—0,75	0,08—1,3	0,8—1,2	0,3—0,25	0,02—>1	0,005—0,07	0,001—>0,2
цвет	белый	белый	белый	белый	бежевый	бежевый	бежевый
CaCO ₃ , %	67,75—74,91	95—70	81—70	95	-	58—75	59—75
Сорг., %	<0,08—0,7	0,08	0,1	0,06	-	<0,05	<0,05—4,5
площадь биотурбированных пород, %	0—35	5—50	-	-	-	-	-
число ихнотаксонов	0—4	1—5	-	-	-	-	-
dk, x10 ⁻⁴ ед. СИ	-	1—2,3	0—6	-	-	-	-
Jn, x 0,1 nT	0	-	-	-	-	-	-
Jrs, nT	37,5—42	7—19	16—25	-	-	-	-
H'cs, A/м	400—620	600—780	680—800	-	-	-	-
дисперсия Jrs	-	350—4100	1000—9600	-	-	-	-
фораминиферы П/Б	-	5,5	>3	-	-	-	-
δC ¹³ , ‰ PDB	-	2,4—3; 2—3 ^{1*}	-	-	-	-	-
δO ¹⁸ , ‰ PDB	-	-3 — -2,35; -2 ^{1*}	-	-	-	-	-
T воды °C ¹	-	23—25	-	-	-	-	-
выделено элементов ритмов	4	20, 30*	9	5	13	76	119
число образцов	14	67, 50*	8	1	-	5	4

ренный Бассейн США (Savrdá, Bottjer, 1994; Ricken, 1994); 6) верхний турон - средний коньяк, пачка Fort Hays Limestone, Внутренний Бассейн США (Ricken, 1994); 7) берриас разреза скважин № 550, 534, 535 океанического бурения, Атлантический океан (Schwarzacher, 1991); 8) оксфорд разреза Тюбингена, ФРГ (Ricken, 1994) и др.

ПЕТРОТИП «И»

Переслаивание известняков установлено в разрезах сеномана (Сельбухра), турона (Андреевский перевал, Азербиевка) и сантона (Азербиевка). В основании ритма выделяются слои известняка с меньшим содержанием карбоната кальция, выше — высоко карбонатные разности известняков.

Типичным примером данного типа ритмов может служить ритмичная толща верхнего сеномана г. Сельбухры. Мощности ЭР крайне не выдержаны, нет цветовой дифференциации ЭР, породы сильно известковистые, в разрезе есть интервал, где БКЭР “растёт” по мощности при постоянстве мощности МКЭР. Границы неоднородные (резкие и постепенные, согласные и несогласные). БКЭР доминирует в разрезе. Сравнительная характеристика МКЭР типа «И» приведена на таб. 21.

Таблица 21

Сравнительная характеристика строения МКЭР петротипа «И». Прим.: ¹ — Алексеев и др., 1997

	K _{2cs} , пачка VI, разрез «Сельбухра-3»	K _{2m1} , первая подсвита на-тухайской свиты		K _{2gn1} , нижняя подсвита гени-охской свиты, Андреевский пе-ревал
		Азербиевка	Андреев-ский перевал	
петротип	известняк	песчанистый известняк	глинистый известняк, известняк со стилолитами	мергелистый, глинистый, песчанистый из-вестняк
мощность, м	0,1—0,5	0,08—0,18	0,003—0,03	0,01—0,05
цвет	белый	серо-белый		серый, серо-зеленый
CaCO ₃ , %	94—70	-	-	-
Сорг., %	0,17	-	-	-
dk, x10 ⁻³ ед. СИ	1,5—15	-	-	-
Jrs, нГ	400—1000	-	-	-
H'cs, А/м	615—780	-	-	-
карбонат-ность, % ¹	40—90	-	-	-
песок, % ¹	6—20	-	-	-
алеврит, % ¹	1—8	-	-	-
глина, % ¹	0—60	-	-	-
бескилевые форамини-феры, % ¹	10—30	-	-	-
килевые фо-рам., % ¹	75—25	-	-	-

Окончание таблицы 21

бентосные форам., % ¹	15—65	-	-	-
количество элементов ритма	7	2	3	4
максим. число образцов	6, 7 ¹	-	-	-

МКЭР микроскопически представлен биокластическим мергелистым известняком обломочной структуры (шлиф 517, см фото 23, 24):

- 25% — раковины фораминифер и их обломки размером 0,1—0,3 мм;
- 5% — пирит, размер угловатых зёрен 0,01 мм;
- 5% — хлорит, размер чешуек 0,1—0,01 мм;
- 50% — микритовый кальцит;
- 15% — пелит.

Сравнительная характеристика БКЭР данного типа приведена на таб. 22.

Таблица 22

Сравнительная характеристика строения БКЭР типа «И». Прим.: ¹ - Алексеев и др., 1997

	К _{2с3} , пачка VI, разрез «Сельбухра-3»	К _{2m1} , первая подсвита на-тухайской свиты		К _{2gn1} , нижняя подсвита гени-охской свиты, Андреевский пе-ревал
		Азербиевка	Андреев-ский перевал	
петротип		известняк		известняк, крем-нистый извест-няк
мощность, м	0,4—4,7	0,01—0,045	0,015—0,05	0,015—0,23
цвет	белый	-	-	-
CaCO ₃ , %	95—75	-	-	-
Сорг., %	0,06	-	-	-
dk, x10 ⁻³ ед. СИ	1,5—7	-	-	-
Jrs, нГ	200	-	-	-
H'cs, А/м	600—720	-	-	-
карбонат-ность, % ¹	20—100	-	-	-
песок, % ¹	0—20	-	-	-
алеврит, % ¹	0,5—10	-	-	-
глина, % ¹	0—60	-	-	-
бескилевые форамини-феры, % ¹	10—50	-	-	-
килевые фо-рам., % ¹	30—75	-	-	-

бентосные форам., % ¹	15—20	-	-	-
количество элементов ритма	7	2	3	4
максим. число образцов	10, 10 ¹	-	-	-

БКЭР микроскопически представляет собой биоморфный известняк (см. шлиф 518, см фото 25, 26):

- 30% — раковины фораминифер размером 0,4—0,1 мм;
- 5% — пирит, размер зёрен 0,01 мм;
- 5% — пелит;
- 60% — микритовый кальцит.

ПЕТРОТИП «К»

Ритмы типа «К» (известняк — глина) обнаружены в разрезах Андреевского перевала и у сел. Адербиевка. В основании ритма залегает слой известняка, а выше него — тонкий слой глины. Такой петротип легко диагностируется по контрастному профилю выветривания. Сравнительная характеристика строения элементов ритмов данного типа приведена на таб. 23.

Таблица 23

Сравнительная характеристика строения элементов ритмов петротипа «К» в отложениях первой подсвиты натухайской свиты

	МКЭР		БКЭР	
	Адербиевка	Андреевский перевал	Адербиевка	Андреевский перевал
петротип	глина	глина	известняк	известняк
мощность, м	0,005—0,06	0,001—0,06	0,015—0,9	0,001—0,06
цвет	серо-зелёный	серо-зелёный	серо-белый	серо-белый
выделено элементов ритмов	28	148	28	148

ПЕТРОТИП «Л»

Переслаивание пластов мела (внизу) и тонких прослоев глин или глинистых мергелей (вверху) установлено в туронских отложениях (Фокино, СГОК). Сравнительная характеристика строения элементов ритмов этого типа приведена на таб. 24.

Таблица 24

Сравнительная характеристика строения элементов ритмов петротипа «Л»

	МКЭР		БКЭР	
	K ₂ t ₁ , пачка III, СГОК	K ₂ t ₁ , пачка III, Фокино	K ₂ t ₁ , пачка III, СГОК	K ₂ t ₁ , пачка III, Фокино
петротип	бентонит	бентонит	мел	мел
мощность, м	0,025	0,01—0,025	5,1	2,9
цвет	серо-зелёный	серо-зелёный	белый	белый
CaCO ₃ , %	40	-	90—95	-

Окончание таблицы 24

Сорг., %	0,3	-	<0,05—0,3	-
выделено элементов ритма	1	2	1	2
число образцов	1	-	5	-

ПЕТРОТИП «М»

Чередование пластов писчего мела (наверху) и мергеля или глинистого мела (внизу). Ритмичность хорошо проявляется в профиле выветривания. Цветовая дифференциация, как правило, слабо выражена. Следует отметить, что макро- и микроскопически наблюдаются прослой «глинистых мергелей». Однако, по результатам анализов в лабораторных условиях значения содержания карбоната кальция оказываются значительно больше (около 90%). Таким образом, «глинистые мергели», являются глинистым мелом. Однако, учитывая внешний облик ритмов и существование ритмичных толщ переслаивания плотного и рыхлого писчего мела (для которых совпадают результаты микро-, макро- и лабораторных исследований) автор рассматривает ритмичность данного типа, как переслаивание мергелей и мела.

Ритмичность данного типа установлена в разрезе г. Вольска («Большевик») в Ульяновско-Саратовском прогибе. Она характеризует верхнекампанские и нижнемаастрихтские породы. Кампанские отложения характеризуются цветовой дифференциацией, в то время, когда маастрихтские окрашены в однообразный белый цвет. Ритмичность проявляется в профиле выветривания. В кровле более карбонатных элементов ритма (БКЭР) — слоёв мела наблюдаются эрозионные поверхности. Сравнительная характеристика МКЭР данного типа приведена на таб. 25.

Таблица 25

Сравнительная характеристика строения МКЭР петротипа «М»

	K ₂ t ₂ , пачка III, Нижняя Банновка	K ₂ sr ₂ , пачка VIII, ц/з «Большевик»	K ₂ m ₁ , пачка XII, ц/з «Большевик»
петротип	визуально — «мергель»	визуально — «глинистый мергель»	визуально — «глинистый мергель»
	аналитически — глинистый мел		
мощность, м	0,6—2,1	0,02—0,05	0,03—0,05
цвет	бледно-зеленоватый		белый
CaCO ₃ , %	92—95	85,12—94,54	97,16—98,29
Сорг., %	<0,07—0,31	<0,08	<0,08—0,65
биотурбация, %	-	0	0—6
k, x10 ⁻⁵ ед. СИ	-	0	0
dk, x10 ⁻⁵ ед. СИ	-	0—2,5	0
Jn, нТ	-	0,02—0,1	0,02—0,06
Jrs, x10 нТ	-	0,38—1,33	0,17—0,51
H'cs, А/м	-	645—683	566—668
выделено элементов ритма	2	10	11
число образцов	3	6	8

Микроскопически МКЭР представлен мергелем биокластическим (шлиф 43 Вол, фото 27—30) обломочной структуры, включающим:

24% биокластического материала: 20% — биокласты фораминифер и кальцисферулид размером 0,1—1 мм (1/3 которых замещена рудным минералом); 4% — фрагменты раковин двустворчатых моллюсков размером около 1 мм;

16% неокатанных и слабоокатанных кристаллокластов рудных минералов размером 0,1—0,05 мм (в т. ч. магнетит);

матрикс, представленный 25% микритового кальцита и 35% глинистого вещества пелитовой размерности.

Сравнительная характеристика более карбонатного элемента ритма петротипа «М» приведена на таб. 26.

Таблица 26

Сравнительная характеристика строения БКЭР петротипа «М»

	К ₂ t ₂ , пачка III, Нижняя Бан- новка	К ₂ ср ₂ , пачка VIII, ц/з «Большевик»	К ₂ m ₁ , пачка XII, ц/з «Большевик»
петротип	мел		
мощность, м	1—2,2	0,4—0,1	1,1—2
цвет	белый		
CaCO ₃ , %	90—95	89,66—96,13	97,38—100
Сорг., %	<0,07—1,1	<0,08—0,16 (ед. знач.)	<0,08—0,26
биотурбация, %	-	15—25	5—10
k, x10 ⁻⁵ ед. СИ	-	0—1,25	0
dk, x10 ⁻⁵ ед. СИ	-	0	0
Jn, нТ	-	0,01—0,1	0,01—0,59
Jrs, x10 нТ	-	0,76—1,07	0,2—1,86
H'cs, А/м	-	674—707	486—650
выделено элемен- тов ритмов	2	10	11
число образцов	3	3	13

Микроскопически БКЭР представляет собой мел биокластический (шлиф 38 Вол, фото 31, 32) и состоит из:

42% биокластического материала: 40% — биокласты кальцисферулид и фораминифер размером 0,3—0,05 мм (1/4 которых замещена рудным минералом); 2% — фрагменты раковин двустворчатых моллюсков размером около 1 мм;

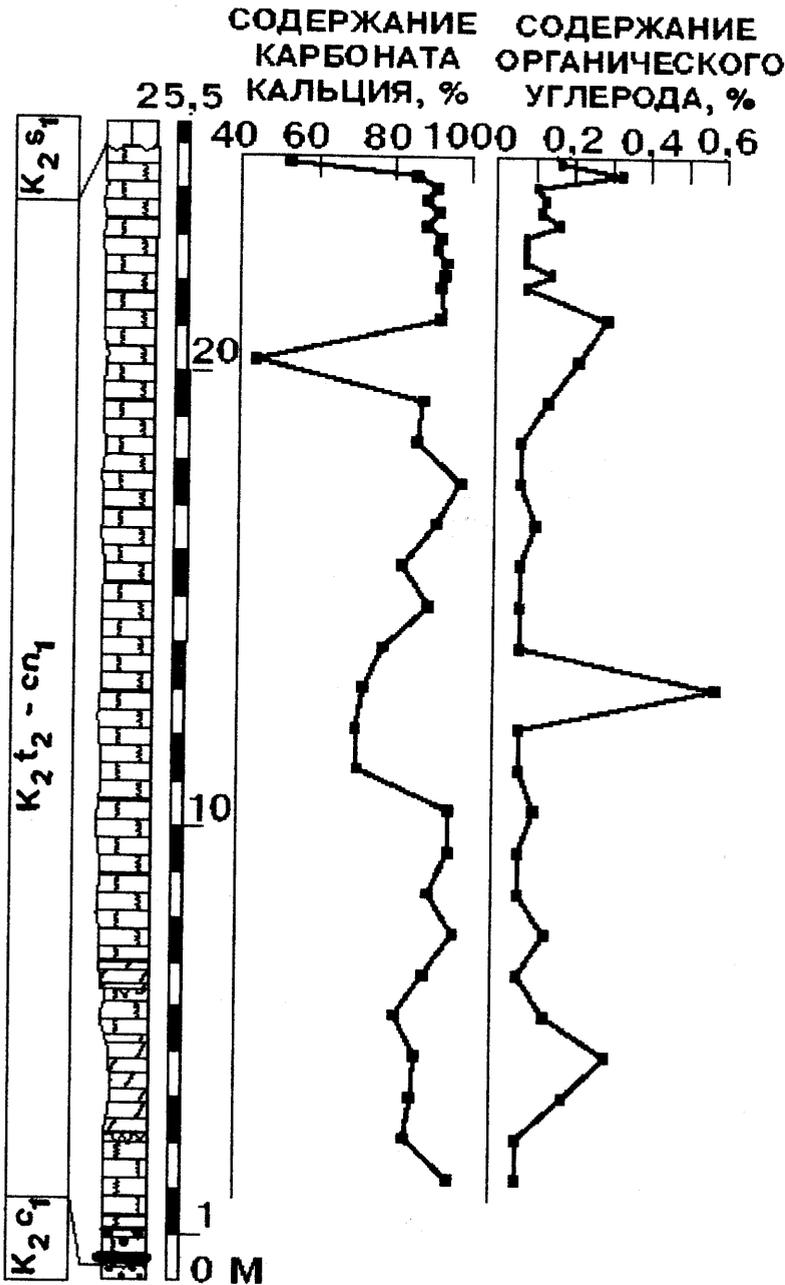
10% неокатанных и слабоокатанных кристаллокластов рудных минералов размером 0,1—0,05 мм (в т. ч. магнетит);

матрикс, представленный 43% микритового кальцита и 5% глинистого вещества пелитовой размерности.

Пример ритмов: сеноман Англо — Парижского бассейна, Франция, Блан-Нэ (Robaszynski et al., 1994); Великобритания, графство Сассекс (Gale, 1993); кампанские породы Мексиканского залива (Кауфманн, 1985); формация «Deerpolis Chalk» (кампан), Западная Алабама (Savrdá, Bottjer, 1994) и др.

ТИП «Н»

Чередование пластов плотного и рыхлого мела. Ритмичность слабо проявляется в профиле выветривания. Цветовая дифференциация, как правило, отсутствует. Данный тип ритмичности был изучен на Воронежской антеклизе (разрез Стойленского ГОКа) и в Ульяновско-Саратовском прогибе (у г. Вольск). Ритмичность охватывает верхнетуронские — нижесантонские отложения Воронежской антеклизы и нижнемаастрихтские отложения Ульяновско-Саратовского прогиба. Также этот тип ритмичности был установлен в среднетуронских отложениях разреза окрестностей сел. Нижняя Банновка. К сожалению, подсчитать точное количество ритмов не удалось из-за скального выступа, отвечающего выходу этих отложений. Распределение содержания карбоната кальция и органического углерода по разрезу приведено на рис. 45. Циклическое



распределение карбоната кальция и профиль выветривания позволяют выделить ЭР. Описание шлифов приведено в приложениях 11, 12.

При микроскопическом изучении данных пород в шлифах автором установлены литологические различия с сравнительно меньшим и большим содержанием карбоната в визуальном ритмичном разрезе нижнемаастрихтских карбонатных пород карьера Сенгилейского цементного завода

(Ульяновско-Саратовский прогиб), которые могут быть отождествлены с МКЭР и БКЭР.

Рис. 45. Распределение карбоната кальция и органического углерода в среднетуронских - нижнеконьякских отложениях разреза у сел. Нижняя Банновка, Саратовская область. Условные обозначения приведены на рис. 4

Следует отметить ритмичное распределение ихно- и макрофоссилий, карбоната кальция и органического углерода, петромагнитных параметров по визуально аритмичному разрезу. Характер этого распределения будет изложен далее, в главе 6.

Сравнительная характеристика МКЭР данного типа приведена на таб. 27.

Таблица 27

Сравнительная характеристика строения МКЭР петротипа «Н»

	К ₂ t ₂ , пачка III	К ₂ сп ₁ , подпачка IV-1	К ₂ st ₁ , подпачка IV-2	К ₂ m ₁ , пачка XII, ц/з «Большевик»
	Стойленский ГОК			
петротип	рыхлый мел			
мощность, м	3,5—4	5,5	5,5	0,03—0,05
цвет	белый			зеленовато-серый
СаСО ₃ , %	68,1—90,8	88,53—93,07	92,5—98,04	94,43—97,83
Сорг., %	<0,08—0,35	<0,08—0,3	<0,08—0,57	<0,08
биотурбация, %	0—10	0—18	0—18	0—5
k, x10 ⁻⁵ ед. СИ	0	0—2	0—1	0
dk, x10 ⁻⁵ ед. СИ	-	-	-	0
Jn, нТ	0,02—1,38	0,04—1,76	0,01—11,53	0,05—0,09
Jrs, нТ	37—367	5—862	24—571	(0,57—1,99) x10
H'cs, А/м	313—600	375—668	269—649	661
выделено элементов ритма	1	1	3	6
число образцов	6	7	20	2

Микроскопически МКЭР в разрезе у г. Вольска («Большевик») представляет собой писчий мел биокластический (шлиф Вол 63, фото 33, 34), включающий:

22% биокластического материала (20% — биокласты фораминифер и кальцисферулид размером 0,05—0,25 мм, 1/4 часть фораминифер выполнена рудным минералом; 2% — фрагменты скелета пелеципод размером 0,5—1 мм);

20% кристаллокластов рудного минерала (полуокатанные и неокатанные зёрна магнетита и гематита размером 0,05—0,1 мм);

58% микритового кальцита.

Изучение в шлифе МКЭР из разреза Стойленского ГОКа (шлиф Оск 41, фото 35, 36) показало схожесть литологического состава образцов писчего мела из разрезов Ульяновско-Саратовского прогиба и Воронежской антеклизы. Следует отметить сравнительно большее содержание биокластов (фораминиферы - 20%, биокласты призматического слоя двустворчатых моллюсков — 10%), меньшее содержание полуокатанных, неокатанных и окатанных зёрен магнетита (7%) при отсутствии гематита и большие значения концентрации микритового кальцита (63%).

«МКЭР» в разрезе карьера Сенгилейского цемзавода микроскопически представлен писчим мелом биокластическим с 20% биокластов (15% — фораминиферы и кальцисферулиды; 4% — фрагменты призматического слоя двустворчатых моллюсков, 1% — фрагменты скелета иглокожих), 15% кристаллокластов рудных минералов, в т. ч. магнетита, запечатанных в матрице (65% — микритового кальцита). Приведено описание шлифа 97 Ухо 130, фото 37, 38.

Сравнительная характеристика БКЭР данного петротипа приведена на таб. 28.

Таблица 28

Сравнительная характеристика строения БКЭР петротипа «Н»

	K ₂ t ₂ , пачка III	K ₂ sp ₁ , под- пачка IV-1	K ₂ st ₁ , подпач- ка IV-2	K ₂ m ₁ , пачка XII, ц/з «Большевик»
	Стойленский ГОК			
петротип	крепкий мел			
мощность, м	0,4—0,5	1		0,03—0,05
цвет	белый	белый	белый	белый
CaCO ₃ , %	90,8	93,07	97,04—98,06	97,38—100
Сорг., %	<0,08	0,1	<0,08—0,3	<0,08—0,26
биотурбация, %	0	0	0	5—10
k, x10 ⁻⁵ ед. СИ	0	0	0—1	0
dk, x10 ⁻⁵ ед. СИ	-	-	-	0
J _n , нТ	0,03	0,02	0,07—0,52	0,02—0,16
J _{rs} , нТ	39	21	59—217	(0,25—1,39) x10
H'cs, А/м	600	600	416—613	493—683
выделено эле- ментов ритма	1	1	3	6
число образцов	1	1	3	10

Микроскопически БКЭР в разрезе у г. Вольска («Большевик») представляет собой писчий мел биокластический (шлиф Вол 67, фото 39, 40), включающий:

25% биокластического материала (20% — биокласты фораминифер и кальцисферулид размером 0,05—0,1 мм; 5% — фрагменты скелета пелеципод размером 0,5—1,5 мм);

10% кристаллокластов магнетита (полуокатанные и неокатанные зёрна размером 0,1 мм);

65% микритового кальцита.

Отличительной особенностью данного ЭР является полное отсутствие рудного минерала внутри раковин фораминифер, меньшее содержание рудных минералов и большее содержание кальцита.

Макроскопически образцы писчего мела Воронежской антеклизы (Стойленский ГОК) и Ульяновско-Саратовского прогиба (Вольск) очень похожи. Микроскопически БКЭР в разрезе Стойленского ГОКа представляет собой писчий мел биокластический (шлиф Оск 49), во многом идентичный БКЭР из разреза у г. Вольска. Следует отметить крайне низкое содержание магнетита (3%), высокое содержание микритового кальцита (70%) и близкое значение концентрации биокластов (19% — биокласты фораминифер и кальцисферулид, 8% — биокласты пелеципод).

«БКЭР» в разрезе карьера Сенгилейского цементного завода микроскопически представляет собой писчий мел биокластический, состоящий из 20% биокластов (16% — фораминиферы и кальцисферулиды; 2% — фрагменты призматического слоя двустворчатых моллюсков, 2% — фрагменты скелета иглокожих), 10% кристаллокластов рудных минералов, в т. ч. магнетита и матрикса (70% микритового кальцита). Приведено описание шлифа 97 Ухо 120, фото 41, 42.

Строение и состав кластической компоненты элементов ритмов данного типа изучались с применением рентгено — фазового метода (таб. 29), результаты которого значительного дополняют микроскопическое исследование пород в шлифах.

Таблица 29

Распределение содержания минералов в толще писчего мела нижнего маастрихта в карьере «Большевик» (по данным рентгено — фазового анализа)

Содержание, %	МКЭР — глинистый мел	БКЭР — писчий мел
кальцит	76,7	96,4
иллит	5	1
хлорит	2,5	0
альбит	2,5	0
кварц	12,2	2,2
микроклин	1,1	0,3

Кроме выше рассмотренных двухэлементных ритмов, в разрезах Кавказа и Крыма были встречены терригенные (тип «I»), терригенно-карбонатные (тип «II») и карбонатные (тип «III») трёхэлементные ритмы.

ПЕТРОТИП «I»

Данный тип ритмов установлен в верхнем маастрихте (верхнеснегуровская подсвета) на черноморском побережье Кавказа (Колхозная Щель). Он представлен ритмичным флишевым переслаиванием песчаников, алевролитов и алевролитов, хорошо выраженном в профиле выветривания и цветовой дифференциации. Сравнительная характеристика строения элементов ритма рассматриваемого типа приведено на таб. 30. Автором был описан один ритм, подсчёта количества ритмов не производилось.

Таблица 30

Сравнительная характеристика строения элементов ритма типа «I» из верхнего маастрихта (верхнеснегуровская подсвета), Колхозная Щель

	ЭР ₁	ЭР ₂	ЭР ₃
петротип	песчаник	алевролит	алевролит
мощность, м	0,5	0,1	1,9
цвет	серо - жёлтый	серо - зелёный	серый
площадь биотурбированных пород, %	15—20	10	0—10
число ихнотаксонов	1—2	3	0—2
число образцов	3	1	6

ПЕТРОТИП «II»

Устойчивое субфлишевое чередование (стратиграфически снизу вверх) пластов песчаников с градационной слоистостью, глин и известняков позволило

выделить ритмы в первой подсвите натухайской свиты (турон) в разрезе у сел. Адербиевка. Сравнительная характеристика их строения приведена на таб. 31. Ритмы отчётливо проявлены в профиле выветривания, а их элементы обладают цветовой дифференциацией.

Таблица 31

Сравнительная характеристика строения элементов семи ритмов типа «II» из турона (первая подсвита натухайской свиты), Адербиевка

	ЭР ₁	ЭР ₂	ЭР ₃
петротип	песчаник	глина	известняк
мощность, см	0,5—9	1—5	1—30
цвет	серо - жёлтый	серо - зелёный	серый
площадь биотурбированных пород, %	15—20	10	0—10
число ихнотаксонов	1—2	3	0—2

ПЕТРОТИП «III»

Чередование трёх петрографических разностей мергелей было установлено в подпачке XX-3 нижнего маастрихта, Беш-Кош. Ритмы хорошо проявляются в профиле выветривания. Карбонатность возрастает от подошвы ритма к его кровле. Цветовая дифференциация нечёткая. Сравнительная характеристика элементов ритмов данного типа приведена на таб. 32.

Таблица 32

Сравнительная характеристика строения элементов 9 ритмов типа «III» из нижнего маастрихта, подпачка XX-3, Беш-Кош. Прим. ¹ – О.В.Зайка, устное сообщение

	ЭР ₁	ЭР ₂	ЭР ₃
петротип	мергель	мергель	мелоподобный мергель
мощность, м	0,05—0,2	0,1—0,35	0,15—0,4
цвет	серо - жёлтый	серо - зелёный	белый
биотурбация	слабая	сильная	слабая
планктонные фораминиферы, % ¹	4,3	0,8	4
секретионный бентос, % ¹	7,3	3,2	11
агглютинирующий бентос, % ¹	88,4	96	85

Рассмотрено строение типов ритмов в изученных разрезах. Проанализируем их возможный генезис.

Генетические типы карбонатных ритмов

В генетическом аспекте карбонатные ритмы могут быть представлены пелагическими отложениями (хемогенно — биогенный генетический ряд, биогенная группа; Фролов, 1984), турбидитами (механогенный ряд, флювиальная группа). Подводно — элювиальный ряд генетических типов морских отложений, представленный ихнитолитами, или биотурбитами, гальмиролититами, горизоннтами конденсации, панцирями и некоторыми другими типами элювия ши-

роко встречается в верхнемеловых отложениях Русской плиты, ЮЗ Крыма (Фролов, 1984) и СЗ Кавказа. Более того, разные типы элювия часто циклически распределены по разрезу, позволяя исследователям рассматривать их как один из элементов ритма.

Турбидиты формируются при наличии достаточных масс рыхлого материала в геоморфологически или сейсмически неустойчивом положении на склоне. Сход мутьевых потоков и оползней происходит при достижении предела устойчивости откоса рыхлых масс осадков под действием гравитации. Дополнительным катализатором к началу движения рыхлых масс осадков могут служить штормы, пеплопады, землетрясения и, в последние годы, техногенная деятельность человека (антропогенный фактор). На суше этот спазматический механизм реализуется, например, селями и снежными лавинами, перемещающимися на километры — десятки километров. В водной же среде поток обломочного материала (далее «турбидиты») перемещается на значительно большие расстояния (сотни километров). Турбидиты формируются в наиболее глубоководных условиях (подножие континентального склона и ложе океана). Для пород, слагающих эти циклические толщи характерна градационная слоистость, отсутствующая у периодитов. Формирование огромных масс осадков в турбидитах происходит в геологическом смысле «мгновенно» (часы — дни). В состав турбидитов в основном входят терригенные породы (глины, алевроиты, пески). Эти толщи принято называть «флишем». Если в составе турбидитов присутствует и / или доминирует карбонатный ил или вулканический пепел, то эти специфические генотипы называют, соответственно, карбонатным флишем (кальцитурбидиты) или туфовым флишем (Фролов, 1995).

Следует отметить, что карбонатный флиш, как частный случай флиша, должен быть представлен механически перемещённым кластическим материалом карбонатного состава. Однако, часто к карбонатному флишу относят терригенно — карбонатные, карбонатные циклически построенные толщи. Таким примером (по С.Л.Афанасьеву, 1993) может служить карбонатный флиш верхнего мела Новороссийского прогиба. При этом пласты карбонатных пород в терригенных циклитах трактуются как фоновые осадки, а в карбонатных — как карбонатный флиш.

Существуют два подхода к формулировке определения флиша (Чалышев, Сорвачёв, 1977). Первый — литологический, по которому, флиш представляет собой литологический комплекс, обладающий определённой (флишевой) ритмичностью. Второй — геотектонический, формационный, по которому, флиш — геотектоническая формация, отражающая определённую стадию развития геосинклинали. Таким образом, понятие флиш приобретает нежелательную двойственность.

Верхнемеловые глинисто — карбонатные, карбонатные отложения Северного и Северо-Западного Кавказа к югу сменяются типичной флишевой формацией, а к северу — платформенными отложениями, т.е. в геоструктурном плане они занимают промежуточное положение между геосинклиналью и платформой. Следовательно, они являются переходными между геосинклинальными флишевыми и сравнительно маломощными платформенными формациями. В случае наличия в них флишевой ритмичности их следует относить к субфлишу — отдалённую от источника сноса разновидность флиша, связанную с собственно флишем постепенным переходом и отличающимся от него небольшим содержанием терригенных пород.

Большинство двухэлементных КР мезозоя относятся к периодитам. В главе 4 рассматривается генетическое определение периодитов. Карбонатные периодиты формируются в пределах внешнего шельфа или мелководного бассейна ниже штормового волнового базиса, на изолированных платформах или в более глубокой части бассейнов вне пределов распространения турбидитов (Эйнзеле, Зейлахер, 1985).

В процессе описания разрезов Андреевского перевала, Адербиевки и Бетты автором не были встречены толщи типичного карбонатного флиша или парафлиша. Большинство выделенных ритмов состоят из двух элементов, градационная слоистость проявлена слабо, либо не проявлена вовсе. Карбонатные породы значительно доминируют над терригенными. Известняки и мергели Кавказа, также как и большинство меловых пород Русской плиты и ЮЗ Крыма характеризуются тонкой биокристаллокластической структурой, но не содержат литокластов или крупноразмерных био- или кристаллокластов. Возможно, что формирование осадков изученных интервалов данных трёх разрезов Кавказа не было связано с мутьевыми потоками.

Во всех изученных разрезах встречены поверхности перерыва со следами биоэлювиирования, в ряде разрезов — горизонты конденсации с фосфоритовыми конкрециями. Максимум фосфоритов и горизонтов, насыщенных органическим веществом приходится на сеноман — туронский рубеж. В разрезах установлены все генетические типы подводно-элювиального ряда. Значительная часть верхнемеловых разрезов карбонатных разрезов Русской плиты и Крыма относится к пелагическому типу хомогенно — биогенных отложений.

Приведена характеристика 13 типов петрографических разностей двухэлементных и 3 типов трёхэлементных терригенных, терригенно — карбонатных и карбонатных ритмов (таб. 33). Таким образом, в результате проведённой типизации ритмичных толщ установлены 16 типов ритмов. Все двухэлементные ритмы и тип «III» по своему генезису отвечают периодитам, а типы «I» и «II» — турбидитам.

Генезис выделенных петротипов ритмов будет рассмотрен в заключении. Изучив строение ритмов, проанализируем условия их формирования.

Глава 4. Условия формирования ритмичности карбонатных толщ

История изучения ритмичности карбонатных толщ

История изучения происхождения ритмичности карбонатных толщ является частью более чем 200-летней истории исследования геологической цикличности (Фролов, 1995). Проблема происхождения КР стала подниматься в 50-60-х годах нашего столетия, но широкое распространение она получила в 80-х. В действительности это очень «молодое» научное направление.

30-40-е годы. В 1939 году вышла в свет работа Милютина Миланковича «Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата». В ней предлагалась теория связи периодических вариаций положения, площади и объёма полярных ледниковых покровов через изменение климата с возмущениями эксцентриситета земной орбиты и наклона эклиптики планеты.

Продекларированная теория Миланковича не находила поддержки у научного сообщества, однако в свет выходят первые работы по седиментационной ритмичности В. Шварцахера, который в последствии сформирует научную школу (Schwarzacher, 1947). На данном этапе наука ещё не располагала доказательствами теории Миланковича, однако уже началось изучение ритмично построенных толщ. Н.Б. Вассоевич проводит исследование флишевых толщ и разрабатывает методику их изучения (1948). Цикличное переслаивание карбонатных пород с глинистыми и песчанистыми породами в палеозойских разрезах Русской плиты отмечалось в ряде работ (Раузер-Черноусова, Кулик, 1949).

50-60-е годы. Применение компьютеров в научных исследованиях навело В. Шварцахера на мысль о создании специальной программы для исследования периодитов. Его имя ассоциируется с математически (статистически) вычисленными циклами Миланковича в ритмичных толщах палеозоя и мезозоя. Публикуются первые данные статистического анализа известняково — мергельных толщ (Schwarzacher, 1964). Изучено строение и природа ритмичности в каменноугольных отложениях Великобритании, Ирландии и США (Schwarzacher, 1958, 1967, 1968).

К этому времени относится работа Н.С. Морозова (1952), в которой на примере ритмичных (не обязательно карбонатных) разрезов Доно-Медведицких дислокаций предлагается модель формирования ритмичных толщ, связанная с тектоноэвстазией. Трансгрессия (ингрессия) приводит к увеличению объёма терригенного материала, поступающего в бассейн седиментации. Следует отметить, что господствовавшая в те времена парадигма об универсализации единственного механизма формирования ритмичности — тектонических колебаниях земной коры, не всегда находила понимание и вызывала негативную реакцию своим механистическим подходом. Кроме того, с этих позиций трудно было объяснить происхождение ритмов в разрезах платформ. Эти обстоятельства породили борьбу «циклистов» и «нециклистов» и некоторый спад интереса к природе ритмов (Фролов, 1995 а).

70-е годы. Массированное изучение разрезов скважин программы глубоководного бурения показало обилие ритмичных карбонатных разрезов, до этого момента скрытых от глаз геологов. Теория Миланковича оставалась недоказанной до 1976 года, когда Д. Хейз с соавторами установил циклические флюктуа-

ции $\delta^{18}\text{O}$ и других параметров в двух кернах скважин глубоководного бурения в Индийском океане, охватывающих последние 500000 лет, с частотой в 19000, 23000, 41000 и 100000 лет (Hays et al, 1976). Это событие стало рубежным в исследовании ритмично построенных толщ. М.Брискином и Д.Херреллом (Briskin, Hagell, 1980) анализируются разрезы скважин Атлантического и Тихого океанов, где устанавливаются флуктуации $\delta^{18}\text{O}$, отвечающих циклам прецессии и наклона эклиптики.

Циклы разбавления, растворения и биопродукции привлекаются для объяснения происхождения верхнеальбских — сеноманских периодитов в Северной Атлантике (скв. 386, 387). Их природа связывается с циклами прецессии (Arthur, 1979).

Важную роль в изучении карбонатных ритмов занимают исследования В. Шварцхаера (Schwarzacher, 1975). Им были исследованы периодиты разрезов Европы и Северной Америки и систематизированы представления о седиментационных моделях.

Природа ритмичности исследуется А. Фишером и М. Артуром (Fisher, Arthur, 1977), что приводит к появлению «циклов Фишера — Артура» — модели, отвечающей циклам биопродуктивности. В ней постулируется принцип чередования олиготаксонных и политаксонных интервалов на протяжении последних 200 млн. лет, вызванных климатическими флуктуациями.

С 70-х годов рядом исследователей проводятся исследования, направленные на уточнение продолжительности астрономических циклов. Эти исследования (Berger, 1977, 1978) включают методы компьютерной статистики, астрономические методы и т.д.

На данном этапе непосредственно по карбонатным ритмам отсутствовали какие-либо концептуальные публикации отечественных исследователей, однако вышли в свет работы по другим типам ритмов.

80-е годы. В это время исследования карбонатных толщ стали носить более детальный характер. Накопившиеся знания систематизировались, ритмичные разрезы многократно переизучались с применением различных литологических и геохимических методов. Термин «циклостратиграфия» был впервые утверждён научной общественностью на геологическом совещании в Перуджии (Италия) в 1988 году (Gale, 1998).

Важной вехой в истории изучения КР явилась работа 1982 года под редакцией Г. Эйнзеле и А. Зейлахера «Циклическая и событийная седиментация». В нашей стране она была переведена и издана в 1985. В этом сборнике статей были сформулированы, обобщены, и главное, систематизированы взгляды на механизмы и модели формирования КР. Было дано определение периодитам и рассмотрены другие генетические типы отложений (например, турбидиты и темпеститы). Научная общественность ознакомилась с моделями формирования КР. Например, с циклами разбавления в условиях сухого или влажного климата, «циклами углерода» и флуктуацией критической глубины карбонатной компенсации в условиях эвстазии (Эйнзеле, 1985).

Циклическое изменение в объёме терригенного материала, транспортируемого реками, связывалось с вариациями климата (Эйнзеле, 1985). При влажном типе климата возрастал речной сток, и возрастало терригенное разбавление фонового карбоната. При сухом типе климата речной сток сокращался, а вместе с ним и привнос обломочного материала.

Смена сухих и влажных климатических эпох (Эйнзеле, 1985) вызывала сокращение или, соответственно возрастание площади лесов, что изменяло ба-

ланс кислорода и углекислого газа в атмосфере. Эти вариации содержания диоксида углерода в атмосфере сказывались на общепланетарном балансе O_2 и CO_2 в том числе и в гидросфере, где углерод поглощался организмами для постройки известковых скелетов их раковин и для мягкого тела.

Начиная с 80-х годов, за рубежом начался «бум», связанный с изучением периодитов. Ритмичные карбонатные разрезы Западного Внутреннего бассейна США изучаются с применением данных по изотопам (Ditchfield, Marshall, 1989). Исследуются карбонатные ритмичные разрезы Северо-Германской впадины, ФРГ (Wood, 1984) и Мексиканского залива (Кауфманн, 1985).

Изучаются разрезы скважин глубоководного бурения. Предложена модель эолового разбавления пылью для разрезов отложений плейстоцена, плиоцена и голоцена в скважинах 657—661 на западном побережье Сахары (Tiedemann, Sarnthein, Stein, 1989). Обнаружено, что разрезы, содержащие чёрные сланцы расположены на приподнятых участках дна внутри Тихого океана (Dean, Claypool, 1981). Этот факт подтверждал гипотезы формирования стратифицированных водных масс с образованием битуминозных прослоев в сравнительно неглубоких участках бассейнов и/или при эвстатическом подъёме уровня океана.

Продолжаются начатые в 70-х годах исследования длительности астрономических циклов. Установлена эволюция продолжительности циклов прецессии и наклона эклиптики в фанерозое (Berger, 1989), связанная с изменением со временем траектории движения Земли, скорости её вращения и инерции космических тел.

Общие аспекты цикличности, проблемы продолжительности ритмов, ритмичные отложения Кавказа освещались в работах С.Л. Афанасьева (Афанасьев, 1980). Им широко применялись математические, статистические методы исследования ритмов. По применяемой методике в какой-то степени его работы сопоставимы с работами В. Шварцахера. Анализ карбонатных ритмов занимал небольшую часть от общего объёма исследований.

Ритмичности верхнемеловых карбонатных толщ Крыма и Мангышлака, их строению и природе была посвящена серия публикаций ряда авторов (Джайнакришнан, Плюснина, Кобаевич, 1985; Найдин, 1989; Найдин, Кобаевич, 1988).

90-е годы. Концепция «статистического» изучения ритмов на предмет связи с астрономическими циклами при помощи ЭВМ (научная школа В. Шварцахера) стала подвергаться критике со стороны исследователей диагенетического фактора формирования ритмов (школа В. Рикена), что вызывает новую волну переизучения ранее исследованных ритмичных карбонатных разрезов. Проводится комплексное литологическое, геохимическое, палеонтологическое изучение ритмичных разрезов. Этот этап характеризуется массовым применением изотопных исследований КР. Успешно продолжается изучение разрезов скважин глубоководного бурения.

Массовое изучение циклического распределения ихнофоссилий в ритмичных карбонатных разрезах меловых отложений Европы и США приводит к установлению циклов Миланковича по изменению видообразия, максимального диаметра норок, максимальной глубины проникновения, объёму или площади биотурбации (Erba, Silva, 1994; Savrda, Bottjer, 1994; Olivero, 1996; Gingras et al., 1998; Locklair R., Savrda C., 1998a; Locklair, Savrda, 1998b и др.).

Впервые в 1994 году Х. Майер (Mayer, 1994) применяет геофизические (палеомагнитные и петромагнитные) методы изучения КР. Обнаруживается

циклическое распределение магнитной восприимчивости, отвечающее циклам Миланковича в нижнемеловых разрезах Южных Альп (Италия).

Особое место в 90-х гг. отводится работам А. Гэйла (Gale, 1995; 1996), посвященным цикло- или ритмостратиграфии верхнемеловых отложений Англо-Парижского бассейна. Целью работ проводимых автором являлось сопоставление слоёв в ритмичных сеноман — туронских отложениях. Этой послышной корреляцией была подтверждена глобальность и планетарный характер периодитов.

Апогеем исследований В. Шварцахера явился выход в свет его монографии «Cyclostratigraphy and the Milancovitch Theory» (Schwarzacher, 1993). В этой книге подробно описывается методика изучения ритмичных карбонатных толщ карбона, триаса, юры и мела, а также ритмичных эвапоритов палеозоя и других отложений. Приводятся результаты статистической компьютерной обработки данных по периодитам с целью выяснения их связи с циклами Миланковича. Предлагается ряд моделей и механизмов, объясняющих природу периодитов.

Одной из серьёзных ошибок В. Шварцахера была недооценка роли и величины гиатусов в секвенциях. Часто имело место простое арифметическое деление продолжительности века на число ритмов, подсчитанных в разрезе. Позднее в работе В. Рикена (Ricken, 1994), было доказано, что многие ритмы образовались при воздействии диагенеза. Это значит, что первично было совсем не то количество слоёв и не той мощности, значениями которых мы располагаем сейчас. Следовательно, при делении продолжительности века на число слоёв, ритмов мы не получим достоверных значений. Иными словами, многие разрезы «потеряли» свою связь с циклами Миланковича, либо эта связь изменилась.

Аспекты седиментогенеза и палеогеографическую модель условий формирования КР (циклы растворения в условиях эвстазии) была разработана в работе В.Рикена (Ricken, 1994). Определение диагенетического воздействия на осадок, пересчёт значений современных мощностей и концентраций в КР с учётом компакции в первичные значения, позволило более точно установить природу исследуемых периодитов.

Продолжают разрабатываться палеогеографические модели формирования КР. Предлагается модель, связанная с переориентировкой донных течений в рамках циклов растворения (Savrdá, Bottjer, 1994). Анализируется сложное воздействие вулканизма на седиментационную систему. Предложена модель вулканического растворения и разбавления (Hau, 1996). Циклы разбавления могут проявляться в периодическом изменении состава транспортируемого реками с суши в бассейн седиментации при более или менее постоянном объёме терригенного материала (Ruffel, Spaeth, Mutterlose, 1996).

Детально и комплексно исследуются и переизучаются верхнемеловые ритмичные разрезы Евразии: Тибета (Lamolda, Wan, 1996); Умбрийских Апеннин, Италия (Schwarzacher, 1994; Cocconi, 1996); Южных Альп, Италия (Claps, Masetti, 1994; Bellanca, Masetti, Neri, 1997); Северо-Германской впадины, ФРГ (Prokoph, 1996); Испании (Ten Kate, Sprenger, 1992 a, b); Англо-Парижского бассейна, Великобритания и Франция (Robaszynski et al., 1992; Gale, 1996).

Изучены верхнемеловые ритмичные разрезы: Западного Внутреннего бассейна США (Ricken, 1994; Sageman et al., 1997); плато Эксмот в Австралии и Океании (Boyd, Huang, O'Connel, 1994); Атласских гор в Тунисе (Robaszynski et al., 1993).

В России в неизмеримо меньшем масштабе (особенно в 80 - 90-х гг.) велись исследования КР. Основные работы связаны с именами Д.П. Найдина, В.Т.

Фролова и С.Л. Афанасьева. В результате, на данный момент ритмичные карбонатные разрезы верхнего мела Европы, Северной Америки, а также керн, полученный в рамках проекта глубоководного бурения, изучены детально. В то время, как огромное количество верхнемеловых ритмичных разрезов либо не изучено вообще, либо описано на уровне пачек (большая часть верхнемеловых разрезов Русской плиты), что не даёт возможности судить об природе их ритмичности.

КР в нашей стране на данном этапе активно изучались В.Т. Фроловым (Фролов, 1995 а, б). Им рассматривались аспекты классификации ритмичности и общих представлений о природе и проявлении цикличности, её терминологии (Фролов, 1995 а). Непосредственно изучались верхнемеловые периодиты (состав, строение, палеогеографические условия формирования) юго-западного Крыма, рассматриваемые в этой работе (Фролов, 1995 а, б), а также "диагенетические" ритмы девонских отложений Воронежской антеклизы и ордовика, силура Прибалтики.

Д.П. Найдин (Найдин, 1990) изучал общие вопросы ритмичности карбонатных толщ, природу ритмичности верхнемеловых разрезов Крыма и Мангышлака. Кроме этого, изучались битуминозные мергели верхнего сеномана разреза Аксу-Дере (Крым), рассматриваемого автором в данной работе. По мнению автора, данный разрез ритмичен. Данные о его строении, составе и природе были опубликованы в ряде работ (Гаврилов, Копаевич, 1996; Найдин, Кияшко, 1993, 1994).

Предлагается ряд палеогеографических моделей условий формирования КР. Ритмичность внутри «битуминозных мергелей» Аксу-Дере может быть связана с циклами разбавления, биопродуктивности и растворения в условиях эвстатических вариаций (Гаврилов, Копаевич, 1996). При регрессии прибрежные участки суши превращаются в заболоченную местность, где активно накапливается органическое вещество (ОВ). При трансгрессии ОВ частично вовлекается в цикл биопродуктивности динофлагеллят, а частично захоранивается в осадке. Пересыщение органическим веществом вод бассейна приводит к «красным приливам», интоксикации воды и гибели большей части биоты.

Формирование ритмичных толщ с закономерно повторяющимися поверхностями размыва (следствие ненакопления осадков), глинистыми прослоями (следствие конденсации) и пластами известняков (следствие седиментации) интерпретируется как результат циклов растворения, подводного выветривания (Gabdullin, Varaboshkin, 1997).

Условия формирования карбонатных ритмов

Источник карбоната. Карбонатные ритмичные толщи являются частным случаем карбонатных отложений. Карбонатные породы по генезису можно разделить на органогенные, органогенно-обломочные и хемогенные (Уилсон, 1980). По В.Т.Фролову (1993), генезис карбонатных пород (карбонатолитов) более сложный. Карбонатолиты по способу образования подразделяются на вулканогенно-осадочные (эксплозивно — осадочные и гидротермные) и экзогенно-осадочные (седиментационные и метасоматические). Седиментационные карбонатолиты объединяют биогенные, хемогенные и механогенные группы.

По В.Т.Фролову (1993), источник вещества для карбонатных пород — это запасы гидросферы, постоянно пополняющиеся материалом терригенного сноса и гидротермами. Ежегодно с суши в моря поступает 558 млн. т. CaCO_3 , а

его запасы в Мировом океане на пять порядков превышают годовой снос с суши. Гидротермальный привнос CaCO_3 незначителен. Таким образом, биогенная продукция карбоната кальция в гидросфере является главным механизмом возникновения карбонатов.

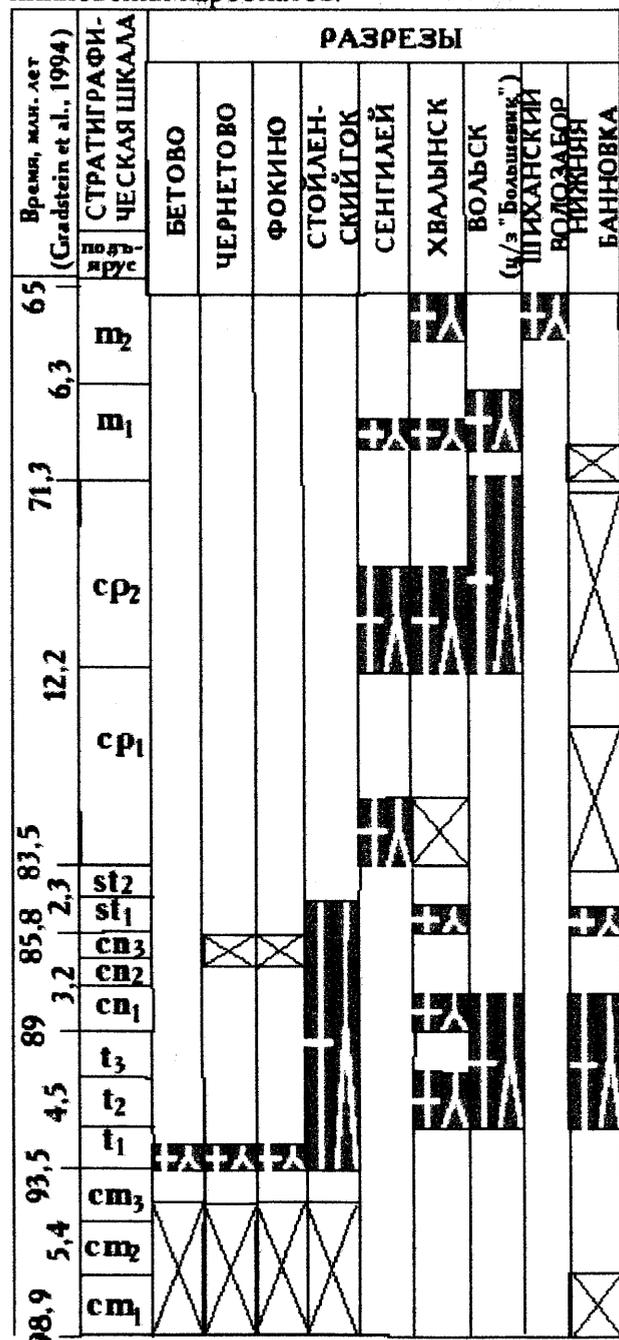


Рис. 46. Хроностратиграфическое распределение состава карбонатов в верхнемеловых разрезах Русской плиты. Условные обозначения приведены на рис. 41

К биогенным источникам карбоната относятся организмы с карбонатным скелетом или адсорбирующие карбонат в результате своей жизнедеятельности. Такими пороодообразователями в геологической истории являлись: цианобионты, тинтиниды, известковые зелёные и красные водоросли, кокколитофориды и харовые водоросли, фораминиферы, кораллы, строматопораты, археоциаты, губки, черви (например, серпулы), гастроподы, цефалоподы, пелециподы, остракоды, мшанки, брахиоподы, членистоногие (например, усонogie рачки-балянусы), и криноидеи (Горбачик и др., 1996; Михайлова, Бондаренко, 1997; Фролов, 1993). Подавляющая масса производимого биогенного карбоната приходится на беспозвоночных животных, растений (водоросли) и цианобионтов. Доля биогенного карбоната, принадлежащего позвоночным животным (слуховые косточки китов, частично или полностью обызвествившиеся позвонки или прочие элементы скелета рыб, копролиты), несравнимо меньше. Планктоногенные карбонаты меловой системы (писчий мел, мергели и известняки) преимущественно состоят из фрагментов скелетов кокколитофорид, фораминифер и зелёных водорослей (кальцисферы). Изученные автором разрезы верхнемеловых отложений Русской плиты, СЗ Кавказа и ЮЗ

Крыма, а также большинство ритмичных верхнемеловых разрезов Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии представлены преимущественно планктоногенными карбонатами. Состав карбонатов ритмичных верхнемеловых разрезов приведен на рис. 46—49.

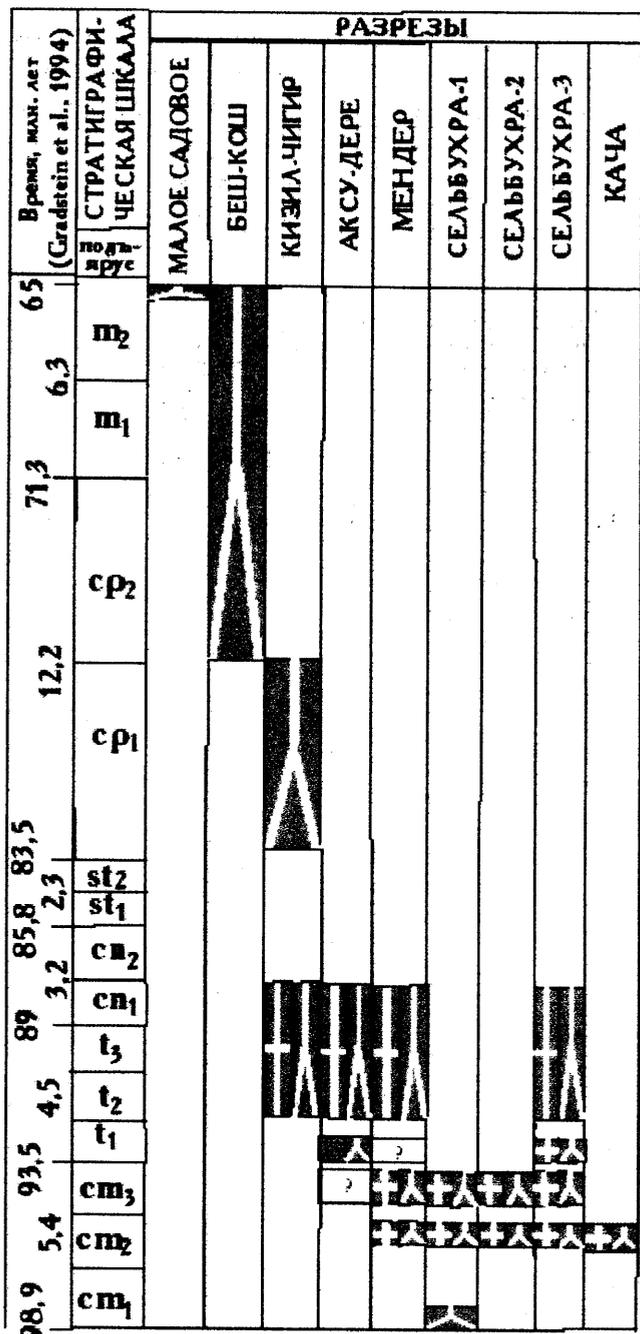


Рис. 47. Хроностратиграфическое распределение состава карбонатов в верхнемеловых разрезах ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 41

ко процессы переноса, отложения и вымывания карбонатных осадков. Восходящие морские течения и активное движение воды катализируют биологическую продуктивность карбонатов *in situ* на шельфовых окраинах. Большой объём карбонатных пород составляют осадки мелководий и приливно—отливных зон (Уилсон, 1980).

Образование карбонатов — в основном автохтонный процесс, в своей основе являющийся биогеохимическим. Организмы имеют важнейшее значение в создании и преобразовании всех типов карбонатных частиц (Уилсон, 1980). Перенос карбонатных зёрен в сумме невелик. Структуры многих карбонатных

Факторы, контролирующие накопление и сохранение карбоната. По Дж. Уилсону (1980) в современных бассейнах преобладающая часть карбонатных осадков формируется в специфических условиях осадкообразования: тёплой, мелководной морской среде, характеризующейся прозрачностью. Следует отметить, что, несмотря на наличие скоплений раковинного детрита в отложениях умеренного и холодного климата, аналогами известняков геологического прошлого являются в основном осадки современных низких широт. Данный вывод основан на многолетнем исследовании строения и природы карбонатов фанерозойских отложений многочисленных разрезов Евразии, Северной и Южной Америки.

Ключевыми факторами, влияющими на карбонатообразование и дифференциацию карбонатных фаций, являются: конфигурация бассейна и гидродинамическая энергия. К важным факторам карбонатообразования относятся: 1) глубина бассейна, определяющая гидродинамическую энергию и развитие фаций карбонатов; 2) свет, ограничивающий биологическую продуктивность пределами своего проникновения. Гидродинамические факторы включают в себя не только

песков больше зависят от характера скелетов организмов, попавших в осадок, чем от агентов внешней среды. Из-за преобладания органогенного состава карбонатолитов существует частая коррелятивная зависимость биофаций и литофаций.

При современном карбонатакопчении в лагуне формируется карбонатный осадок, как правило, представленный сметанообразным густым гелеподоб-

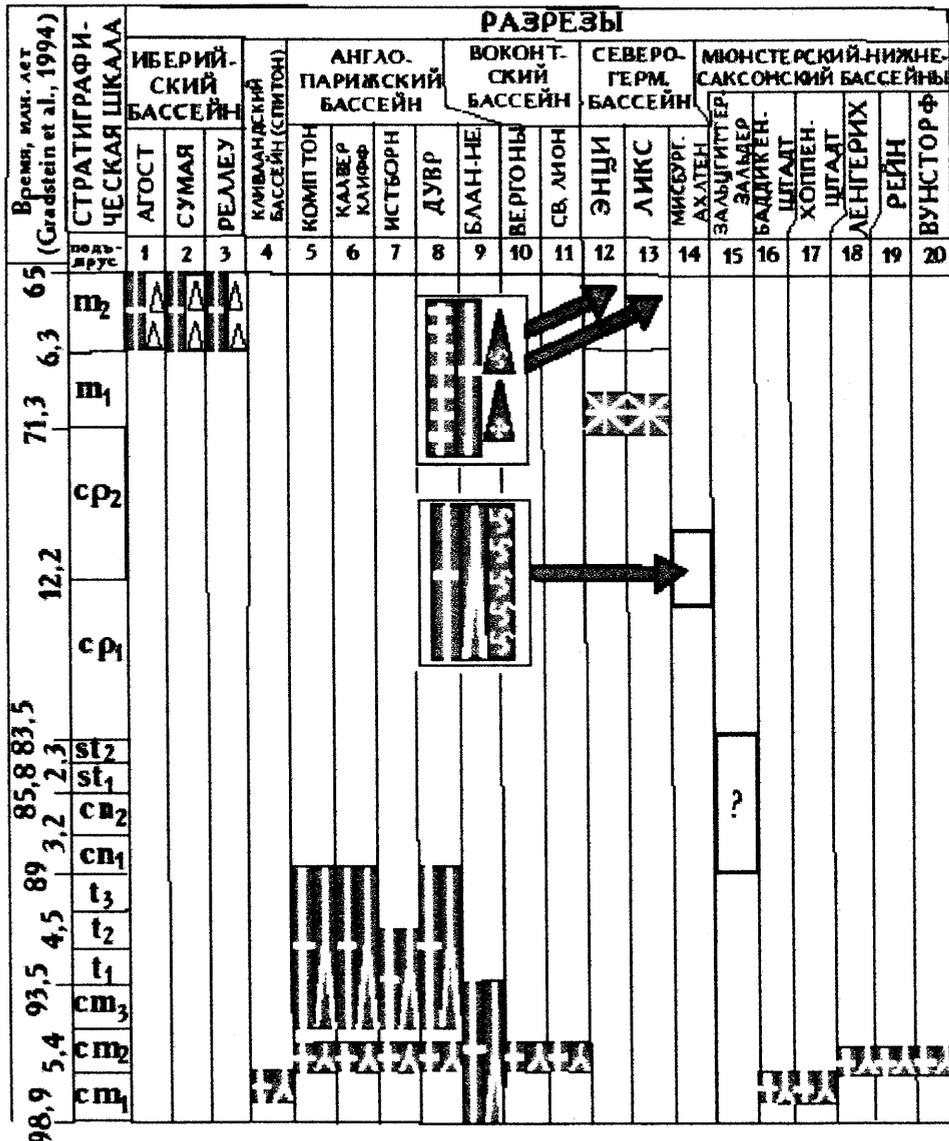


Рис. 48. Хроностратиграфическое распределение состава карбонатов в верхнемеловых разрезах эпициплатформенных бассейнов Европы: 1—3 – Испания (Ten Kate, Sprenger, 1992); 4—8 – Великобритания, 9—11 – Франция (Gale, 1995, 1996); 12 – Нидерланды, 13 – Бельгия (Molenaar, Zijlstra, 1997); 14 – ФРГ (Niebuhr, 1999); 15 – ФРГ (Wood, 1984); 16—20 – ФРГ (Gale, 1995, 1996). Условные обозначения приведены на рис. 41

ным илом органического шлама, арагонитовых иголок, тонких обломков и осколков высокомагнезиального кальцита и кокколитов. На половину геля состоит из воды. Уилсон отмечает (1980), что этот гелевидный ил совершенно не похож на его древний аналог — микритовый кальцит. Карбонатные частицы в море ещё до попадания в осадок могут легко изменяться или уничтожаться, слипаться с образованием агрегатов. Карбонатная порода с лёгкостью поддаётся рас-

творению или минералогическому преобразованию под действием пресной воды или мигрирующих реликтовых вод. Трансформация карбонатных частиц и пород происходит под воздействием биохимических и химических процессов и жизнедеятельности организмов. Обычно в древних карбонатных породах наблюдается реорганизация кристаллической структуры первичных зёрен и цемента (перекристаллизация) и полное минералогическое преобразование.

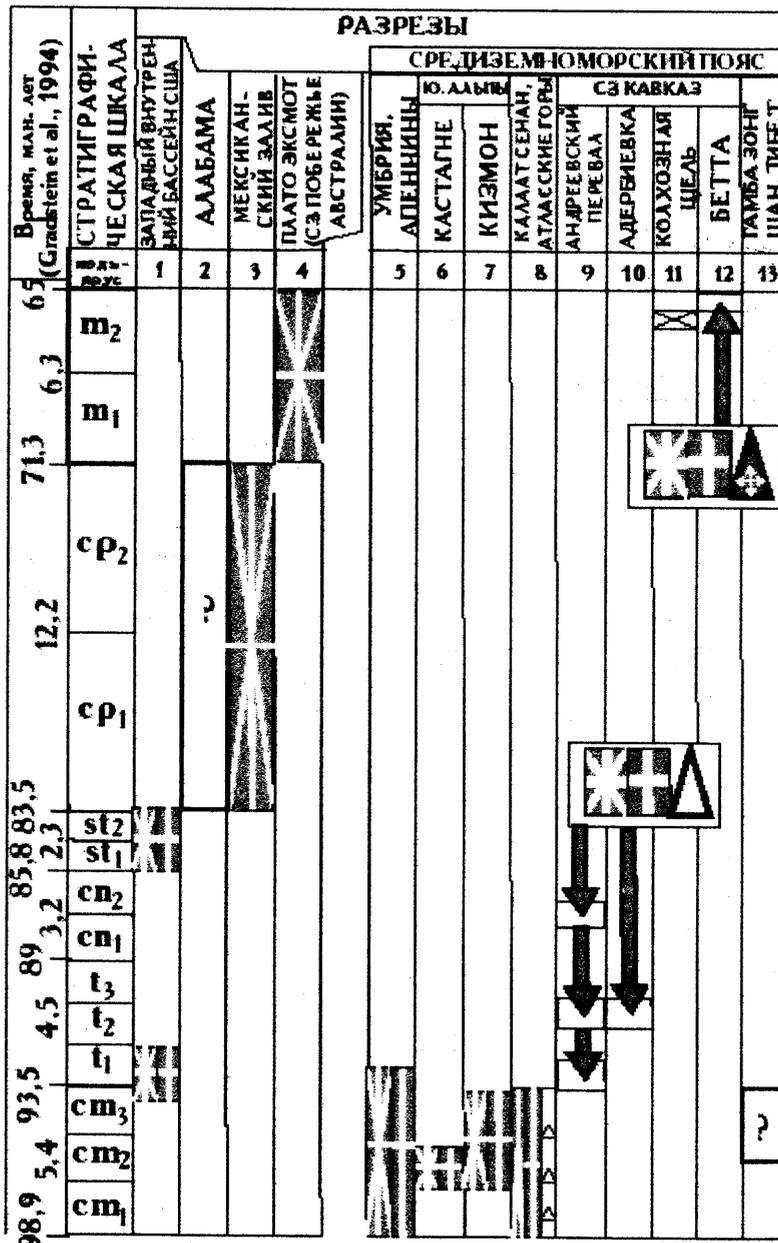


Рис. 49. Хроностратиграфическое распределение состава карбонатов в верхнемеловых разрезах эпиплатформенных бассейнов С. Америки и Австралии, геосинклинальных бассейнов С. Африки и Евразии: 1 – США (Ricken, 1994); 2 – США (Savrd, Bottjer, 1994); 3 – Мексиканский залив (Кауфманн, 1985); 4 – Австралия (Boyd, 1994), 5 – Италия (Schwarzacher, 1991); 6—7 – Италия (Schwarzacher, 1991), 8 – Тунис (Robaszynski et al., 1993); 9—12 – Россия; 13 – Китай (Lamolda, Wan, 1996). Условные обозначения приведены на рис. 41

Такие значительные изменения способны не только значительно преобразовать облик карбонатов, но и скрыть изначально ритмичный характер карбонатных осадков, либо сформировать диагенетическую ритмичность из первично

аритмичного осадка. Также при преобразовании первично ритмичных карбонатных осадков возможно изменение число первичных ритмов. Подробнее природа и механизмы этих диагенетических трансформаций будут рассмотрены ниже в разделе «механизмы формирования карбонатных ритмов».

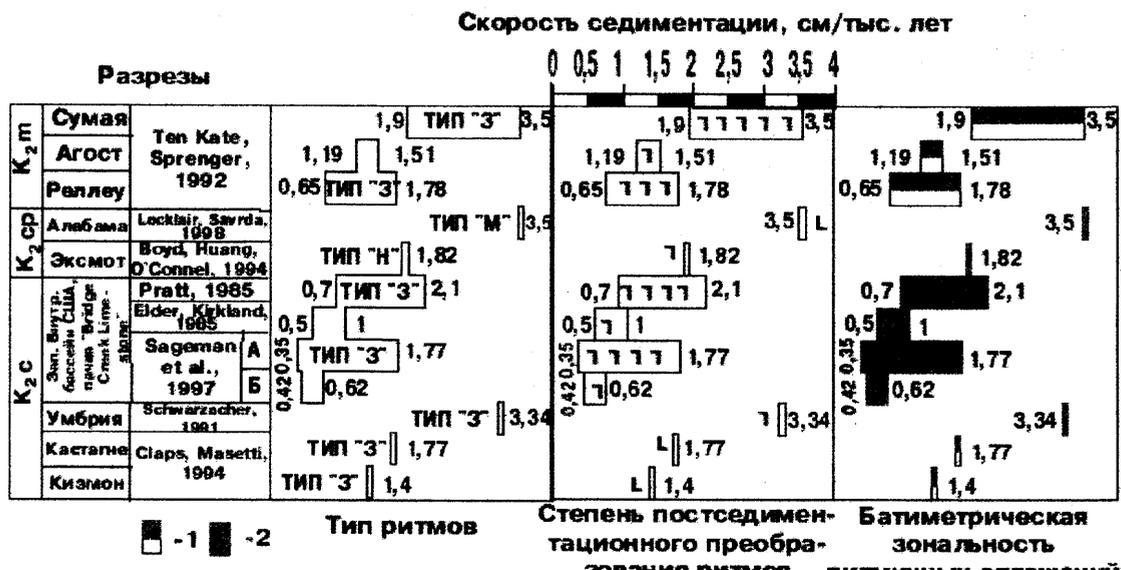


Рис. 50. Зависимость скорости седиментации от петротипов ритмов, степени постседиментационного преобразования и батиметрической зональности ритмичных отложений. Условные обозначения: 1 – гемипелагическая обстановка, 2 – пелагическая, А – по шкале времени Kaufmann, 1993, Б – по шкале времени Gradstein et al., 1994. Прочие условные обозначения см. рис. 41

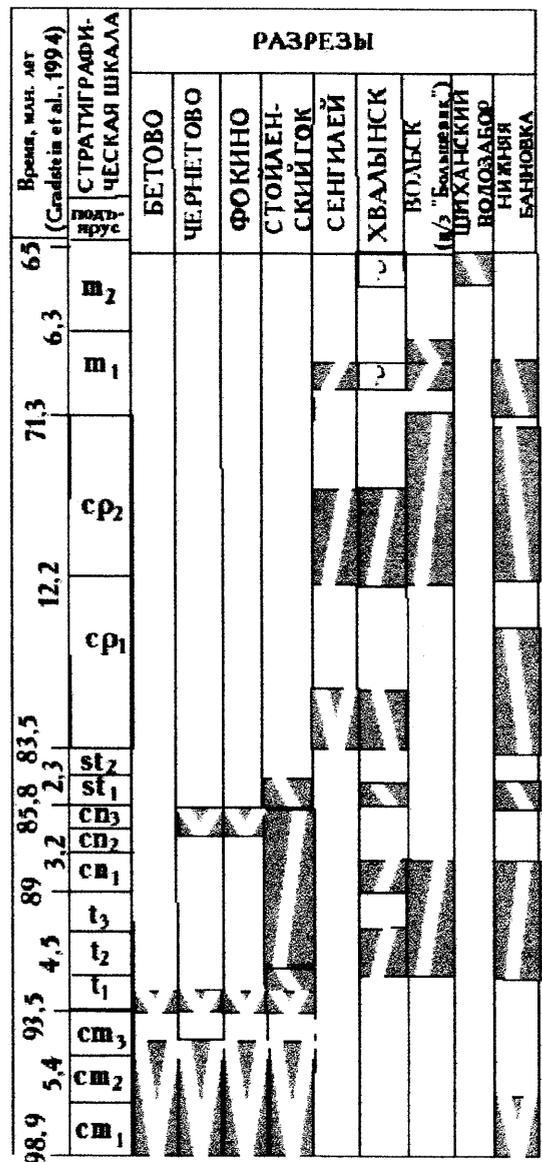


Рис. 51. Батиметрическая зональность верхнемеловых разрезов Русской плиты (по Бодаренко, 1990 с дополнениями). Условные обозначения приведены на рис. 41

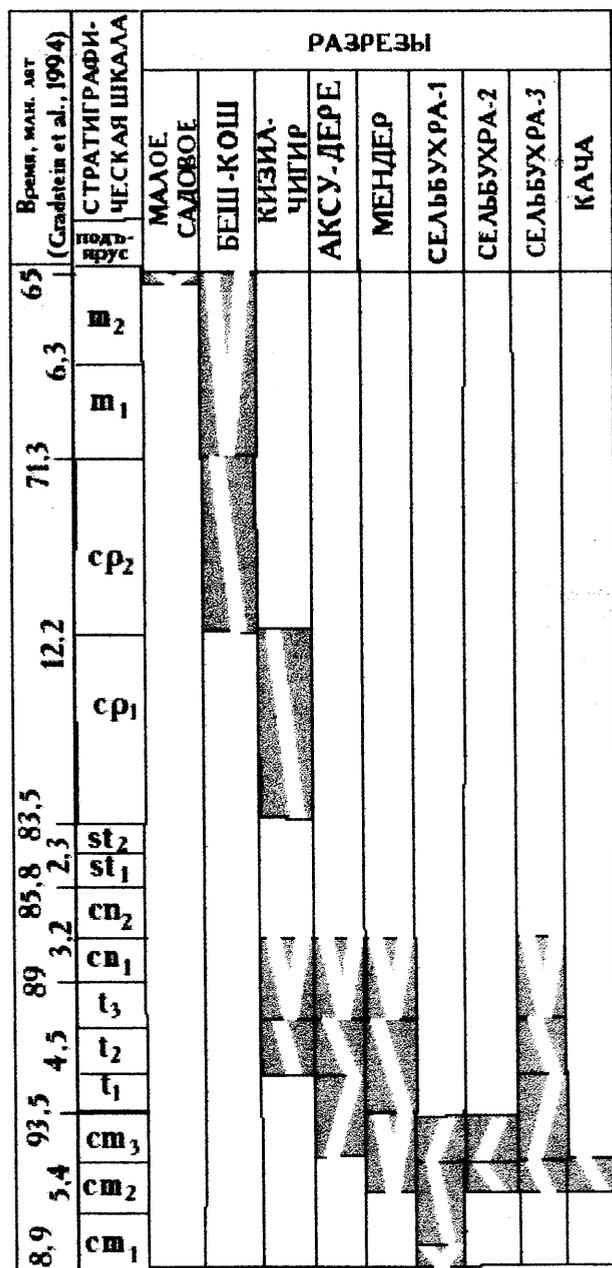


Рис. 52. Батиметрическая зональность верхнемеловых разрезов ЮЗ Крыма (по Алексеву, 1989 с дополнениями). Условные обозначения приведены на рис. 41

зоклина. От соотношения карбонатной и глинистой компонент зависит, какой осадок в данный момент будет формироваться (какой ЭР). При понижении уровня моря и постоянном объеме поступающих в бассейн седиментации осадков, скорость седиментации возрастает, что проявляется в возрастании мощности ЭР или Р. При периодическом изменении мощности одного ЭР при постоянстве мощности второго в разрезе можно сделать вывод о периодическом изменении скорости седиментации и, следовательно, о периодическом изменении в поступлении осадочного материала. Данное утверждение справедливо только в случае первичности ритмов, т.е. когда первопричиной их появления не был диагенетический фактор (Эйнзеле, Зейлахер, 1985; Schwarzacher, 1993).

Большинство ритмичных карбонатных разрезов по генезису можно отнести к периодитам, темпеститам или карбонатным турбидитам (Эйнзеле, Зейлахер, 1985; Schwarzacher, 1993). Следует отметить, что в данном случае термин «периодит» используется как генетический тип, выделяемый рядом авторов (Эйнзеле, Зейлахер, 1985; Фролов, 1995 а). Генетические типы ритмичных карбонатных толщ будут описаны ниже в разделе «типизация карбонатных ритмов».

Механизмы формирования ритмичности. Карбонатные ритмы можно разделить на диагенетические, первичные и первичные с наложенным диагенезом (примерно половина известных ритмов). Ритмы формируются «механизмами».

«Механизмы» образования первичных ритмов — это **циклы биопродуктивности, разбавления и растворения** (Эйнзеле, Зейлахер, 1985). Все эти «механизмы» характерны для периодитов. Кроме них еще известны штормовые, флювиальные, элювиальные и другие.

Циклы биопродуктивности, или циклы Зейболда (Эйнзеле, Зейлахер, 1985) — периодическое изменение количества продуцируемого биогенного карбоната кальция (периодическое изменение, вспышки популяции кальцисфе-

рулид). В 1952 г. Г. Зейболд объяснил этим ритмичность известняк — мергель оксфордских отложений Тюбингена, ФРГ. Сейчас этот механизм привлекается для объяснения природы ритмов аналогичных по составу апт — сеноманских отложений Умбрийских Апеннин (Schwarzacher, 1993).

Циклы разбавления, или циклы Пратта (Эйнзеле, Зейлахер, 1985) — циклическое “разбавление” материалом, сносимым реками с континента, постоянной продукции карбоната (периодическое изменение количества и состава терригенной примеси). В 1984 г. Л. Пратт предложил это в качестве объяснения ритмичной известняк — мергельной толщи отложений сеномана формации Bridge Creek Limestone Внутреннего Бассейна США. Этими же циклами трактуют природу ритмов верхнемеловых отложений Умбрийских Апеннин (Schwarzacher, 1993).

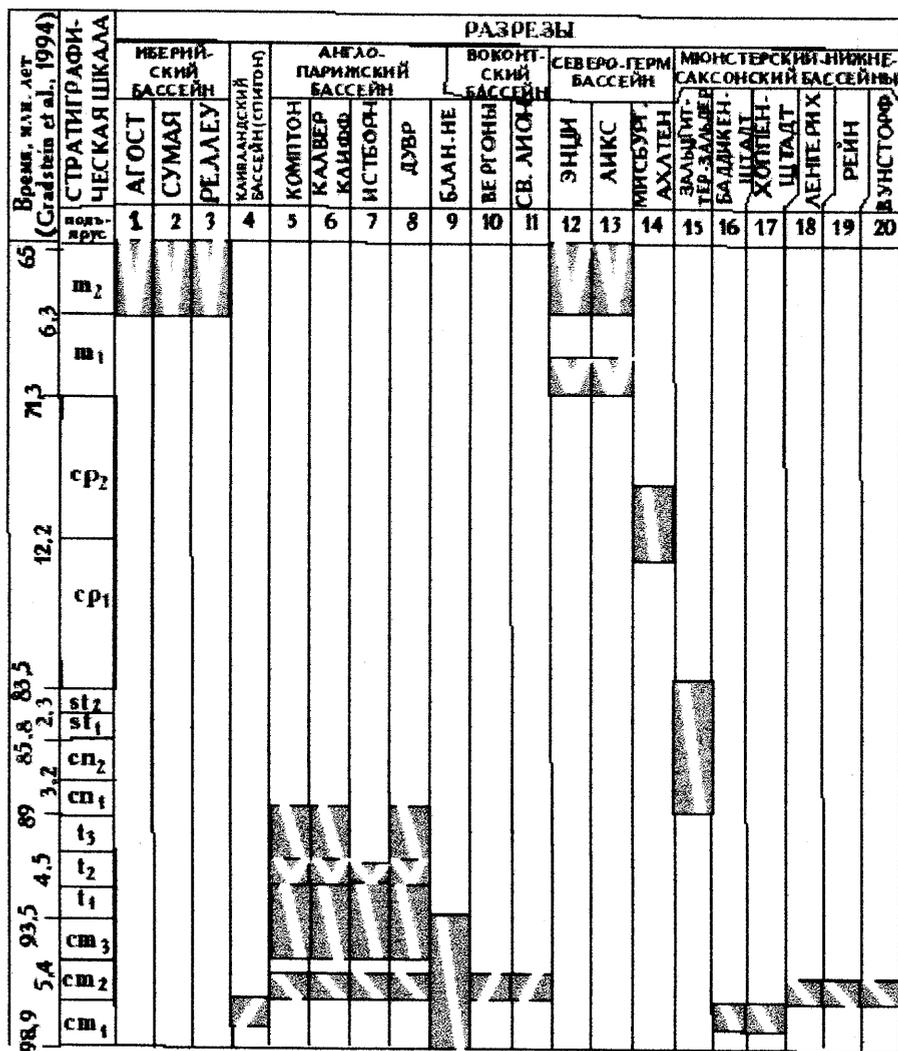


Рис. 53. Батиметрическая зональность верхнемеловых разрезов эпиплатформенных бассейнов Европы: 1—3 — Испания (Ten Kate, Sprenger, 1992); 4—8 — Великобритания, 9—11 — Франция (Gale, 1995, 1996); 12 — Нидерланды, 13 — Бельгия (Molenaar, Zijlstra, 1997); 14 — ФРГ (Niebuhr, 1999); 15 — ФРГ (Wood, 1984); 16—20 — ФРГ (Gale, 1995, 1996). Условные обозначения приведены на рис. 41

Циклы растворения, или циклы Дина (Эйнзеле, Зейлахер, 1985) — периодическое растворение осаждающегося карбоната кальция. Этот механизм

привлекался для интерпретации природы верхнемеловых карбонатных ритмов Умбрийских Апеннин (Schwarzacher, 1993).

Распределение предлагаемых механизмов формирования ритмичных толщ Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии приведено на рис. 55 и 56.

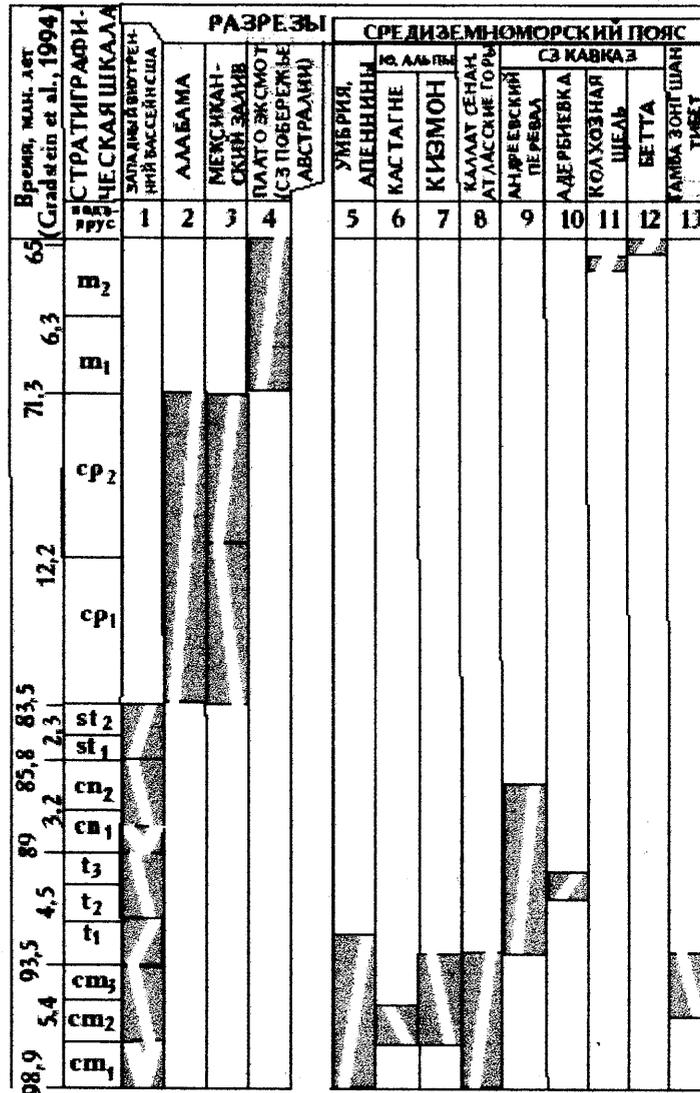


Рис. 54. Батиметрическая зональность верхнемеловых разрезов эпициклонических бассейнов С. Америки и Австралии, геосинклинальных бассейнов С. Африки и Евразии: 1 – США (Ricken, 1994); 2 – США (Savrda, Bottjer, 1994); 3 – Мексиканский залив (Кауфманн, 1985); 4 – Австралия (Boyd, 1994), 5 – Италия (Schwarzacher, 1991); 6–7 – Италия (Schwarzacher, 1991), 8 – Тунис (Robaszynski et al., 1993); 9–12 – Россия; 13 – Китай (Lamolda, Wan, 1996). Условные обозначения приведены на рис. 41

Природа карбонатного флиша связана с циклами разбавления, которые реализуются в виде периодического сноса кластического карбонатного материала из мелководных участков бассейна в более глубоководные.

Периодиты и карбонатный флиш могут быть подвержены в дальнейшем диагенетическим преобразованиям, но существуют представления о диагенетических ритмах.

Механизмы формирования диагенетических ритмов по Г.Эйнзеле (1985)-это 1) ритмическая дифференциация осадка, 2) наложение раннедиагенетических процессов; 3) растворение под давлением, стилолитизация.

Первый механизм был предложен для объяснения ритмичности геттангских известняк — мергельных отложений графства Кент, в Великобритании и такого же типа ритмов в оксфордских отложениях Польши. Суть механизма:

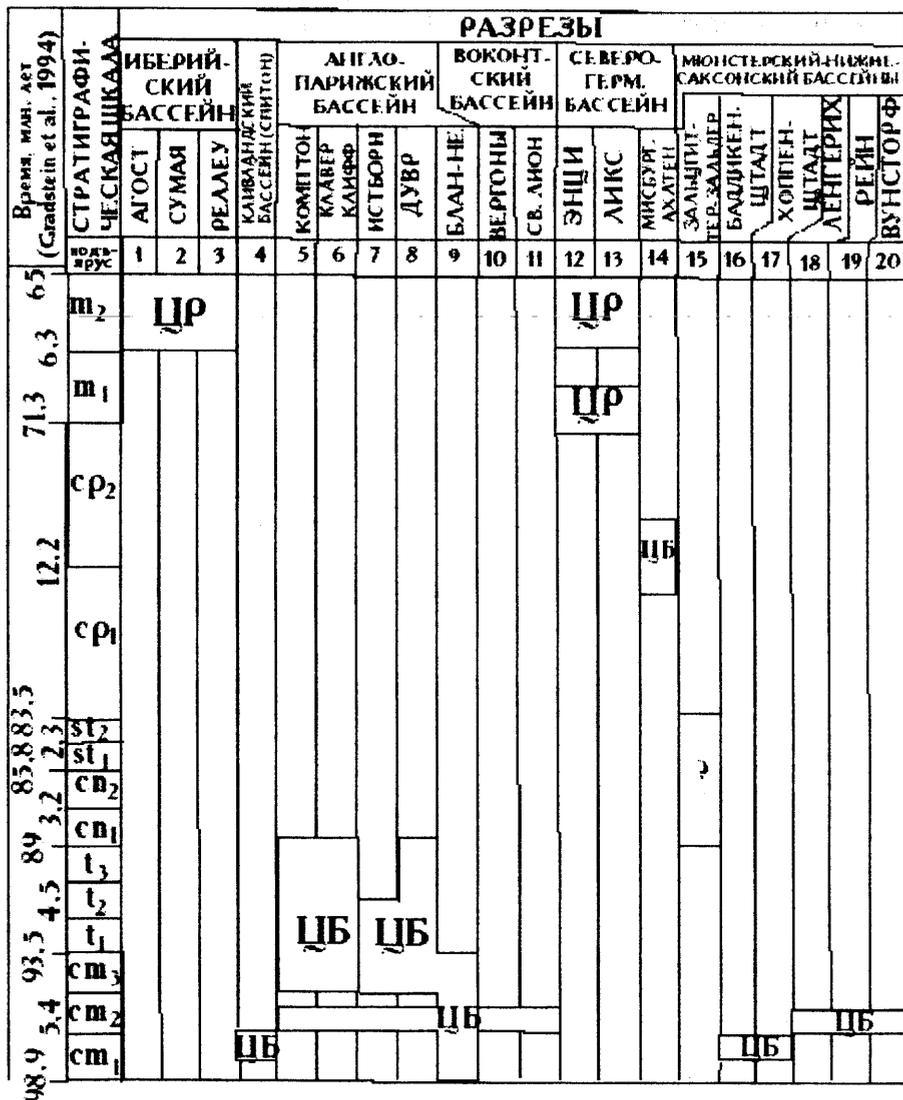


Рис. 55. Механизмы формирования ритмов в верхнемеловых разрезах эпиплатформенных бассейнов Европы: 1—3 – Испания (Ten Kate, Sprenger, 1992); 4—8 – Великобритания, 9—11 – Франция (Gale, 1995, 1996); 12 – Нидерланды, 13 – Бельгия (Molenaar, Zijlstra, 1997); 14 – ФРГ (Niebuhr, 1999); 15 – ФРГ (Wood, 1984); 16—20 – ФРГ (Gale, 1995, 1996)

гомогенная толща осадков трансформируется в гетерогенную. Сейчас этот механизм из-за несостоятельности объяснения его природы полностью отвергнут (Эйнзеле, Зейлахер, 1985).

Второй механизм (Эйнзеле, 1985). Данный механизм рассматривается для модели осадочной колонки с изначально однородным отношением карбонат/глина при условии, что природа и/или структура валового осадка в ней неодородны. Допускается, что: 1) гравитационное уплотнение привело к уменьшению объема первичных пор на 50% прежде, чем начался диагенез; 2) дальнейшего гравитационного уплотнения осадка не происходило, т.е. дальнейшее уменьшение пористости обусловлено только растворением карбоната и его перераспределением в порах; 3) карбонат растворялся только в тех местах, где осадок впоследствии преобразовывался в пласты мергеля, и повторно осаждался на тех

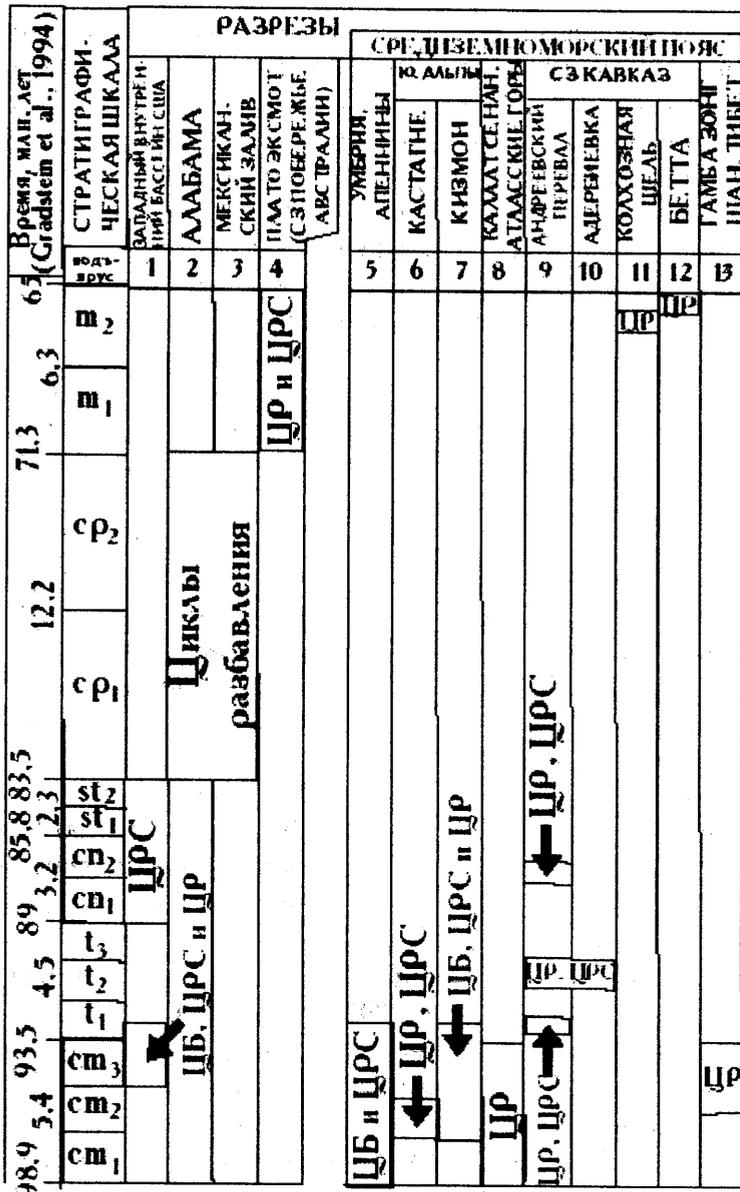


Рис. 56. Механизмы формирования ритмов в верхнемеловых разрезах эпиплатформенных бассейнов С. Америки и Австралии, геосинклинальных бассейнов С. Африки и Евразии: 1 – США (Ricken, 1994); 2 – США (Savrda, Bottjer, 1994); 3 – Мексиканский залив (Кауфманн, 1985); 4 – Австралия (Boyd, 1994), 5 – Италия (Schwarzacher, 1991); 6–7 – Италия (Schwarzacher, 1991), 8 – Тунис (Robaszynski et al., 1993); 9–12 – Россия; 13 – Китай (Lamolda, Wan, 1996).

(Эйнзеле, 1985).

Механизм, включавший: растворение карбоната в одном месте, миграция и осаждение в другом месте, — привлекался для объяснения формирования девонских и нижнекаменноугольных ритмов известняк — глинистый сланец, Рейнские Сланцевые Горы, ФРГ. Ритмичность верхнемеловых отложений Умбри и Внутреннего Бассейна США трактуется аналогичным образом (Эдер, 1985).

Следует отметить, что уже на стадии механического уплотнения может происходить частичное растворение и переотложение карбоната, поэтому растворённый карбонат может переноситься восходящим потоком поровых вод в

структурно различающихся участках осадка, которые впоследствии преобразовались в пласты известняка. Согласно данной модели формируется ритмичная толща чередования пластов известняка и мергеля с отношением мощности слоёв известняка к прослоям мергеля, равным 2,5, тогда как первоначально данное отношение мощностей этих слоёв (после механического уплотнения) составляло 0,6. Содержание карбоната в известняковом слое в результате диagenетических процессов возросло до 90%, однако суммарный объём осадка сократился на 50% за счёт выноса карбоната из мергелей и его переотложения в виде цемента. Мергели потеряли 75% первоначально содержавшегося в них карбоната за счёт его переноса в известняки, но вследствие «химического уплотнения» известняки только на 50% сложены первично-отложенным, преимущественно биогенным карбонатом

вышележащие горизонты. Далее при несколько иных физико-химических условиях начинается его выпадение в виде цемента в таких слоях, которые первоначально содержали много карбоната и/или имели поры более крупные или иной формы, а также лучшую проницаемость, чем выше- и нижележащие осадки. Как только начиналась цементация горизонта, его уплотнение прекращалось, хотя соседние участки продолжали уплотняться. В результате содержание карбоната может достигать максимального значения на определённом уровне и уменьшаться в направлении к кровле и подошве растущего слоя известняка. Таким образом, только по содержанию карбоната нельзя судить о том, были ли колебания в содержании первичной карбонатной фазы в осадке (Эйнзеле, 1985).

Не обязательно максимальная концентрация карбоната должна приходиться на центр слоя. Однако, если карбонаты мигрируют только путём молекулярной диффузии, то скорость их накопления и переноса вверх и вниз становится одинаковыми. Лучшим примером проявления этих процессов могут служить известняковые конкреции внутри пластов мергеля или глины (Эйнзеле, 1985).

Тонкие скелетные части организмов, сложенные арагонитом и магниезальным кальцитом, обычно растворяются первыми. Если давление раствора значительно повышается, при большой глубине захоронения начинают корродироваться или растворяться кальцитовые фораминиферы и нанноископаемые.

В поровом пространстве осаждается кальцитовый цемент. В результате изучения разрезов скважин глубоководного бурения было установлено, что процентное содержание кальцитового цемента в осадке возрастает в среднем на 10% на каждые 100 м мощности. В изначально ритмичной толще карбонатный цемент будет отлагаться в тех слоях, структура которых уже стабилизировалась в результате начавшейся цементации, а, следовательно, осадок уже не будет подвергаться дальнейшему гравитационному уплотнению (Эйнзеле, 1985).

Магний, высвобождающийся при растворении магниезальных кальцитов, может пойти на образование аутигенного доломита (Эйнзеле, 1985).

Третий механизм. Растворение под давлением и образование стилолитов может начинаться уже в течение ранней стадии захоронения и продолжаться до тех пор, пока поровое пространство окружающего осадка не заполнится перекристаллизованным карбонатом. Для того, чтобы происходила миграция карбоната диффузионным путём, поры должны быть заполнены водой. Такая интерстиционная вода находится в более или менее застойных условиях, но как только начинается циркуляция метеорных вод, растворённые карбонаты или, по крайней мере, часть их выносятся, т.е. происходит карстование известняков. В результате растворения под давлением первичные осадочные текстуры обычно разрушаются и с трудом распознаются. Находки стилолитов подтверждают гипотезу о том, что значительная часть материала для цемента известняков заимствуется из сопутствующих слоёв мергеля. В течение главной стадии стилолитообразования не только известняковые слои, но и сами мергели становятся прочными, их каркас стабилизируется. Поэтому стилолитизация — последняя стадия проявления постседиментационных процессов в осадке (Эйнзеле, 1985).

Иногда диагенетическое воздействие проявляется в присутствии теней давления, флазерных текстур, следов растворения карбонатов, формирующих «ложную» слоистость. Переход от слоя известняка к слою мергеля маркируется сетью переплетающихся неправильных, но в основном почти параллельных слоистости прожилков растворения и стилолитов (Эйнзеле, 1985). Эти признаки, например, были установлены в известняково — мергельных оксфордских разрезах Тюбингена (Эдер, 1985). Среди разрезов, изученных автором, данное

явление характерно для верхнемеловых ритмичных карбонатных толщ СЗ Кавказа.

Первичные ритмы с наложенным диагенезом — сочетание, наложение механизмов образования первичных и изначально диагенетических ритмов. Данный тип ритмов сравнительно слабо изучен. Обычно для интерпретации природы таких ритмов сначала определяют виды и степень диагенетических изменений с пересчётом концентраций веществ на додиагенетический момент. Для этого используют кривые декомпрессии или специальные компьютерные программы. Затем, восстановив облик додиагенетической ритмичной толщи, определяют условия её формирования (Ricken, 1994).

Хроностратиграфическое распределение первичных ритмов и первичных ритмов с наложенным диагенезом в ритмичных верхнемеловых разрезах Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии приведено на рис. 57 и 58.

Время, млн. лет (Gradstein et al., 1994)	РАЗРЕЗЫ																							
	ИБЕРИЙСКИЙ БАСЕЙН				АНГЛО-ПАРИЖСКИЙ БАСЕЙН				ВОКОНТСКИЙ БАСЕЙН		СЕВЕРО-ГЕРМ. БАСЕЙН		МЮНСТЕРСКИЙ-НИЖНЕ-САКСОНСКИЙ БАСЕЙНЫ											
	АГОСТ	СУМАЯ	РЕДАЛУ	КЛИБАНДСКИЙ БАСЕЙН (СПИТОН)	КОМПТОН	КАЛВЕР	КЛИФФ	ИСТБОРН	ДУВР	БЛАННЕ	ВЕРГОНЫ	СВ. ЛИОН	ЭНЦИ	ЛИКС	МИСЬУРГ	АХАТЕН	ЗАЛЬЦИТЕР	ЗАЛЬДЕР	БАДДИКЕН-ШТАДТ	ХОППЕН	ЦТАДТ	ЛЕНДЕРИХ	РЕЙН	ВУНСТОФ
65	m ₂																							
71,3	m ₁																							
6,3	cp ₂																							
12,2	cp ₁																							
85,8	st ₂																							
83,5	st ₁																							
89	cn ₂																							
3,2	cn ₁																							
4,5	t ₃				L	L																		
89	t ₂				L	L																		
93,5	t ₁				L	L	L																	
5,4	cm ₃				L	L	L	L	L															
98,9	cm ₂				L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
98,9	cm ₁				L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

Рис. 57. Хроностратиграфическое распределение первичных ритмов и ритмов с наложенным диагенезом в верхнемеловых разрезах эпиплатформенных бассейнов Европы: 1—3 — Испания (Ten Kate, Sprenger, 1992); 4—8 — Великобритания, 9—11 — Франция (Gale, 1995, 1996); 12 — Нидерланды, 13 — Бельгия (Molenaar, Zijlstra, 1997); 14 — ФРГ (Niebuhr, 1999); 15 — ФРГ (Wood, 1984); 16—20 — ФРГ (Gale, 1995, 1996). Условные обозначения приведены на рис. 41

Глава 5. Модели условий формирования карбонатных ритмичных толщ

Седиментационные модели формирования ритмичных карбонатных толщ

Моделирование процессов используется практически во всех науках, в том числе и в геологии. Исследуя особенности осадконакопления, применяются седиментологические модели, описывающие процессы (Нау, 1997): 1) цикличности седиментации; 2) выветривания; 3) эрозии; 4) трансгрессии-регрессии; 5) собственно седиментации; 6) диагенеза. Возможно выделение одно-, дву- и трехмерных моделей цикличности (Tipper, 2000). Следует отметить, что палеогеографические модели не могут достоверно отражать истинные процессы седиментации, протекающие в различных ландшафтно-климатических условиях. Многие модели постулируют постоянство, отсутствие или постоянное изменение тех или иных факторов осадконакопления. Другими словами, мы сильно упрощаем взаимодействие составляющих среду компонент, и это безусловный недостаток моделей.

На данный момент существует ряд моделей (Габдуллин, 19976), объясняющих возникновение карбонатных ритмов. Следует заметить, что эти модели были предложены как для карбонатных, так и терригенных периодитов (модели №1—3). Модели, связанные с поступлением вулканического материала в седиментационную систему (9А, 9Б), рассматриваются в данной работе по причине присутствия в изучаемых разрезах бентонитовых прослоев или близких к ним по минеральному составу глин в составе выделенных типов ритмов (Кизил-Чигир, СГОК).

Модель 1 (Эйнзеле, Зейлахер, 1985). Циклы разбавления (рис. 59). Циклические изменения климата (влажный / сухой)

Рис. 59. Седиментационная модель (Эйнзеле, Зейлахер, 1985) формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения (к рис. 59—69): 1 – планктон с карбонатным скелетом; 2 – планктон с органическим скелетом; 3 – позвоночные; 4 – растительность; 5 – реки; 6 – озера, болота; 7 – золотой привнос; 8 – гляциальный привнос; 9 – регрессия; 10 – трансгрессия; 11 – морские течения; 12 – номер модели; 13 – биогенный материал карбонатного состава; 14 – терригенный (органический) материал; 15 – терригенный (неорганический) материал; 16 – вулканогенный материал; 17 – гляциальный материал; 18 – снег; 19 – конденсация осадка; 20 – стратифицированные вод-



ные массы; 21 – критическая глубина карбонатакопления; 22 – сухой тип климата; 23 – влажный тип климата; 24 – вулканогенный привнос; 25 – ледники; 26 – менее карбонатный элемент ритма; 27 – более карбонатный элемент ритма; 28 – факультативный переход

карбонатный элемент ритма; 28 – факультативный переход

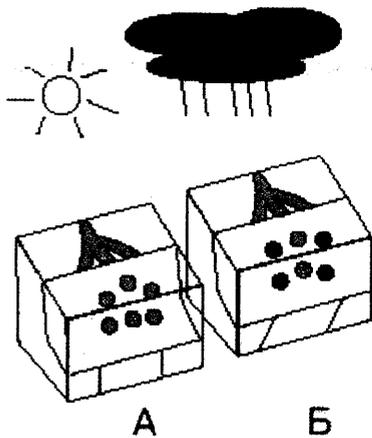


Рис. 60. Седиментационная модель (Ruffel, Spaeth, Mutterlose, 1996) формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения см. рис. 59

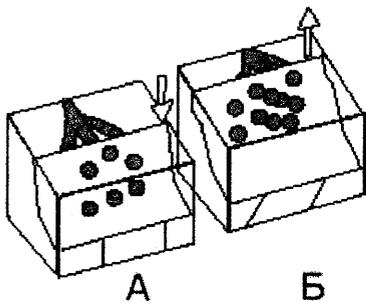


Рис. 61. Седиментационная модель (Морозов, 1952) формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения см. рис. 59

риала — время формирования БКЭР.

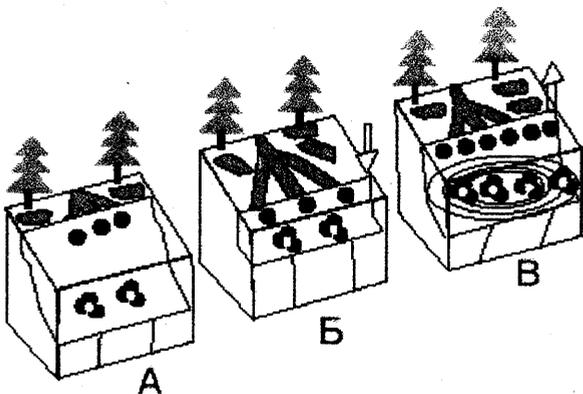


Рис. 62. Седиментационная модель (Гаврилов, Копеевич, 1996) формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения см. рис. 59

приводят к циклическим флуктуациям в объеме силикатного кластического материала (соответственно больше/меньше), поступающего в бассейн седиментации. В условиях сухого климата формируется более карбонатный элемент ритма, а в условиях влажного — менее карбонатный элемент. В настоящее время эту модель можно применить к седиментации в одном из районов Чили (Lamy, Hebbeln, Wefer, 1998).

Модель 2 (Ruffel, Spaeth, Mutterlose, 1996).

Циклы разбавления (рис. 60). Циклическое изменение климата (влажный / сухой) приводит к циклическому изменению в характере выветривания (физическое / химическое) при постоянном речном стоке, следовательно, имеет место циклический привнос различных компонент: обильных органикой соединений во влажный сезон (МКЭР), бикарбонатов в сухой сезон (БКЭР). От-

мечается связь между типом климата, типом выветривания и минералами, сносимыми с суши в бассейн седиментации. Например, индикаторами холодного сухого климата с преобладанием физического типа выветривания могут служить находки в разрезе легко выветриваемых минералов (полевые шпаты, роговая обманка и др.), а индикатором теплого влажного климата может служить каолинит.

Модель 3 (Морозов, 1952). **Циклы разбавления** (рис. 61). Трансгрессия (ингрессия) в условиях тектоноэвстазии приводит к поступлению большого объема терригенного материала в бассейн седиментации с формированием МКЭР. Регрессия, уменьшение объема терригенного мате-

риала — время формирования БКЭР.

Модель 4 (Гаврилов, Копеевич, 1996). **Циклы разбавления и биопродуктивности** (рис. 62). Флуктуации климата вызывают эвстатические колебания уровня океана. Данная модель характеризуется тремя фазами. Первая фаза (до регрессии) отвечает высокому уровню стояния моря. Вторая фаза связана с регрессией. Во время низкого стояния уровня моря прибрежные районы превращаются в заболоченную мест-

ность. Происходит накопление органических соединений. Третья фаза. При трансгрессии происходит смыв этих отложений. Часть тут же захороняется, а часть возвращается в биологический цикл, приводя к резкому всплеску биопродуктив-

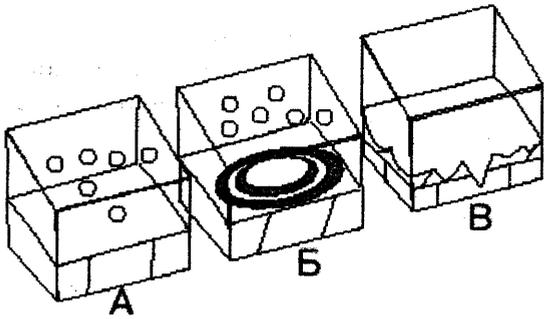


Рис. 63. Седиментационная модель (Gabdullin, Varaboshkin, 1997) формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения см. рис. 59

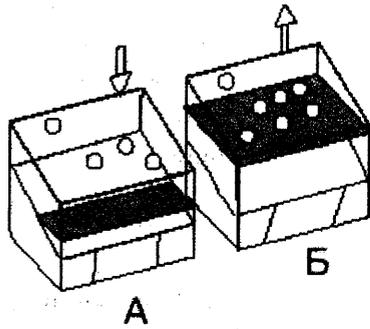


Рис. 64. Седиментационная модель (Эйнзеле, Зейлахер, 1985) формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения см. рис. 59

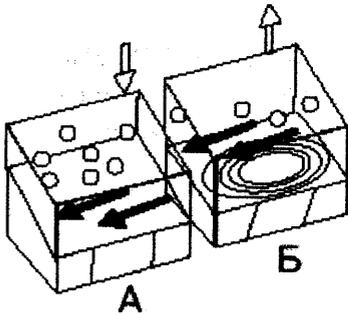


Рис. 65. Седиментационная модель (Ricken, 1994) формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения см. рис. 59

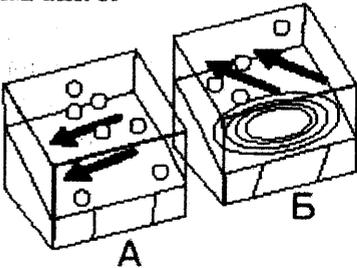


Рис. 66. Седиментационная модель (Savrda, Bottjer, 1994) формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения см. рис. 59

ности. Это приводит к аноكсии, накоплению и захоронению органики, формированию чёрных сланцев.

Модель 5 (Gabdullin, Varaboshkin, 1997). **Циклы растворения** (рис. 63). Характерен для ритмичных толщ, содержащих глинистые прослои и закономерно повторяющиеся в разрезе панцири, разделяющие пласты мергеля (известняка) и глины. Данная модель включает три стадии. Пласт мергеля, известняка соответствует процессу **седиментации**, слой глины — процессу **конденсации** (растворение накопившегося пласта

мергеля), а панцирь отвечает режиму ненакопления и подводного выветривания. Примерами таких ритмичных толщ могут служить разрезы нижнего баррема и дания ЮЗ Крыма (Габдуллин, 1996б; Габдуллин, Выдрик, 1998).

Модель 6. (Эйнзеле, Зейлахер, 1985). **Циклы растворения** (рис. 64). Вариации климата сказываются на изменении уровня моря и, соответственно, изменении глубины ГКК: поднятие уровня моря отвечает времени аккумуляции МКЭР. БКЭР соответствует фазе низкого стояния уровня моря.

Модель 7 (Ricken, 1994). **Циклы растворения** (рис. 65). Изменение климата влечёт за собой изменение уровня моря. При эвстазии в придонных водах могут формироваться области с дефицитом кислорода. При поднятии уровня моря образуется МКЭР, а при опускании — БКЭР.

Модель 8 (Savrda, Bottjer, 1994). **Циклы растворения** (рис. 66). Изменение климата вызывает изменение циркуляции водных масс в бассейне (переориентировку направления течений). В зависимости от рельефа дна бассейна при переориентации течений могут формироваться области с застойными водами. Таким образом, происходит периодическая смена кислородного режима. В аэробных условиях формируется БКЭР, в анаэробных — МКЭР.

Модель 9 (Нау, 1996). **Циклы разбавления и растворения** (рис. 67). В зависимости от силы извержения, объёма вулканического материала и широты на которой расположен вулкан, возможны разные виды воздействия на атмо- и гидросферу.

Даже при постоянной вул-

канической активности, но при разных значениях силы извержения и объема

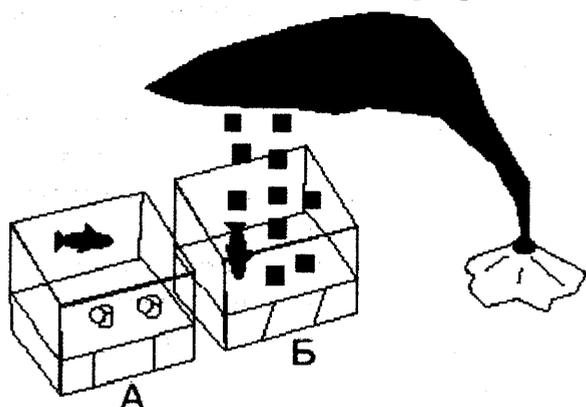


Рис. 67. Седиментационная модель (Нау, 1996) формирования карбонатных периодов. Условные обозначения см. рис. 59

изверженного материала на режим седиментации и климат очень многогранно и представляется сложным однозначно связать формирование чередующихся слоев с режимом извержения (модель № 9 А).

Следует отметить, что возможен и механизм циклической вулканической деятельности (модель № 9 Б) с простым изменением объема материала, поступающего в седиментационную систему (простое количественное разбавление). Новейшие исследования (Адмакин, 1998) показали не только многопорядковую периодичность вулканической активности в истории Земли (65, 250, 575, 850, 1300, 1800, 2200, 5000—7000 лет и др.), но и связь циклов вулканической активности с циклами Миланковича (22000 лет).

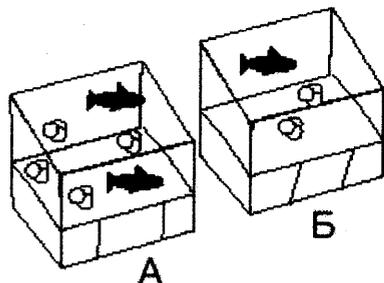


Рис. 68. Седиментационная модель (Fisher, Arthur, 1977) формирования карбонатных периодов. Условные обозначения см. рис. 59

следующее за потеплением – «Ла Нинья» также существенно воздействует на органический мир океана. Таким образом, нельзя однозначно установить прямую зависимость между относительным потеплением вод и появлением сравнительно большего числа таксонов. Можно предполагать, что такие явления могли иметь место и в геологическом прошлом. Ряд моделей возникновения Эль Ниньо приведены в работе В.Л. Сывороткина (1999).

Модель 11 (Эйнзеле, Зейлахер, 1985). Циклы растворения (рис. 69). Глобальные циклы углерода, изменение соотношения кислород/углекислый газ в атмо- и гидросфере, связанное с изменением площади растительного покрова

вулканического материала, происходит: 1) быстрое выпадение вулканического пепла (разбавление) и кислотных дождей (растворение), если пепел находится в пределах тропосферы; 2) превращение смеси водяного пара и газов в аэрозоль H_2SO_4 с последующим медленной диффузией в тропосферу, разрушением озона и медленным выпадением частиц пепла (последние, вместе с аэрозолями отражают

большое количество солнечных лучей) при достижении изверженным материалом стратосферы. Граница стратосферы с тропосферой (тропопауза) расположена на высоте 10 км в полярных областях и 20 км в тропиках. Воздействие извер-

Модель 10 (Fisher, Arthur, 1977). Циклы биопродуктивности (рис. 68). В геологической летописи наблюдается циклическое чередование политаксонных (при относительном потеплении) и олиготаксонных (в случае относительного похолодания) интервалов. Следует отметить, что потепление океанских вод по типу «Эль Ниньо» у берегов Экватора и Перу приводит к гибели ряда морских организмов и миграции других, а также влечет бурный всплеск цветения водорослей («красные приливы») с последующим массовым замором водных организмов (Сывороткин, 1999).

Последующее похолодание океанических вод, следующее за потеплением – «Ла Нинья» также существенно воздействует на органический мир океана. Таким образом, нельзя однозначно установить прямую зависимость между относительным потеплением вод и появлением сравнительно большего числа таксонов. Можно предполагать, что такие явления могли иметь место и в геологическом прошлом. Ряд моделей возникновения Эль Ниньо приведены в работе В.Л. Сывороткина (1999).

Модель 11 (Эйнзеле, Зейлахер, 1985). Циклы растворения (рис. 69). Глобальные циклы углерода, изменение соотношения кислород/углекислый газ в атмо- и гидросфере, связанное с изменением площади растительного покрова

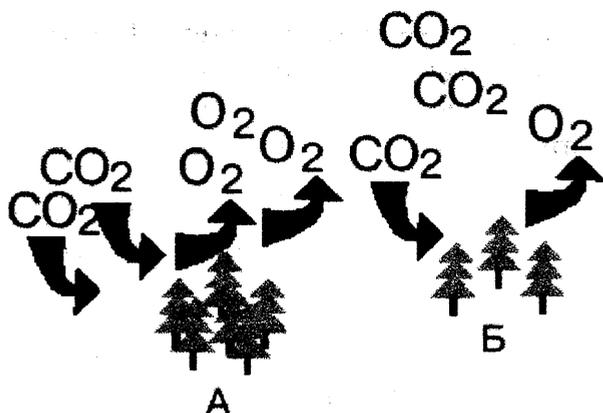


Рис. 69. Седиментационная модель (Эйнзеле, Зейлахер, 1985) формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения см. рис. 59

и его поглощательной способности: больше лесов — больше поглощается углекислого газа и выделяется кислорода, формируется БКЭР, наоборот, при уменьшении площади лесов высвобождается большой объем углекислого газа, и формируется МКЭР. Циклы углерода характеризуются глобальным общепланетарным воздействием на атмо-, гидро-, страти- и биосферы. Уменьшение отношения кислород/углекислый газ вызывает повышение температуры (Тажика, 1998; Voss, Mikolajewicz, 2001), потепление тропосферы и охлаждение стратосферы, возрастание количества высокоуровневых облаков и уменьшение количества низкоуровневых облаков (Ramstein et al, 1998). При увеличении баланса кислород — углекислый газ происходит относительное похолодание, охлаждение тропосферы и потепление стратосферы, возрастание количества низкоуровневых облаков и уменьшение количества высокоуровневых облаков. Возможно, из-за общепланетарного масштаба этой модели пока нет примеров конкретных ритмичных толщ, для которых она была бы предложена.

Таким образом, существуют модели, постулирующие постоянную продукцию карбоната кальция и его периодическое растворение и/или разбавление (модели №1—3, 5—9, 11). Ряд исследователей, наоборот предполагают периодические вариации в объеме продуцируемого карбоната кальция на фоне постоянного разбавления или растворения (например, модель №10). Очевидно, что в природе не может быть такого примитивного постоянного и непрерывного действия или бездействия одних факторов при математически закономерном циклическом влиянии других агентов. В частности, эти сложные взаимоотношения подтверждаются неоднозначностью трактовки, привлечением большого количества моделей (иногда взаимоисключающих) для объяснения одного и того же явления разными авторами. Дефицит данных об изучаемом геологическом объекте и/или «расплывчивость» моделей приводит к тому, что сразу несколько моделей могут описывать обстановку седиментации. Многие в выборе модели зависят от личных убеждений и концепций автора. Привлечение моделей позволяет, во-первых, классифицировать, систематизировать наши знания о возможных обстановках осадконакопления, а во-вторых, с определенной точностью описать процессы седиментации. Вышеописанные модели обычно привлекаются для интерпретации периодитов, формирующихся в нефлишевых бассейнах. Рассмотрим существующие взгляды на природу образования флиша.

Гипотезы образования флишевой формации. Осцилляционная гипотеза, предложенная В.В. Белоусовым в 1938 г., постулировала связь флиша с колебательными движениями, связанными с изменением уровня Мирового океана, а также закономерную смену грубозернистых отложений мелкозернистыми по мере удаления от берега и углубления дна бассейна.

Сейсмическая гипотеза, предложенная Н.Б. Вассоевичем в 1937 г., исходила из того, что подземные толчки вызывают землетрясения и цунами, которые приводят к сбрасыванию обломочного материала с шельфа в трог. Развитие

этой гипотезы привело к возникновению гипотезы **мутевых потоков**. Мутевые потоки представляют собой нагруженные взвешенным осадком придонные потоки, движущиеся вниз по склону. Катализатором начала движения этого суспензионного потока могут быть землетрясения, сильные штормы, оползни (Афанасьев, 1993).

Появление данных о продольном перемещении обломочного материала внутри трога привело исследователей к гипотезе **донных течений**. Она постулирует одновременное образование во флишевом троге как зернистых, так и незернистых пород, миграцию донных течений (Афанасьев, 1993).

Применительно для поздне меловых флишевых образований Большого Кавказа транспортировка осадочного материала осуществлялась (Афанасьев, 1993) тремя различными способами: 1) морскими постоянно действующими течениями, 2) временными мутевыми потоками, 3) воздушными течениями. Чередование эпох сейсмической активности со стабильными эпохами и было первопричиной флишевой цикличности. Находки иглокожих свидетельствуют в пользу нормальной солености в бассейне седиментации. Предполагается (Афанасьев, 1993), что донные течения были способны перемещать обломочный материал вверх по склону конседиментационных поднятий.

Автором было изучено сравнительно малое число флишевых разрезов, поэтому для интерпретации типичных флишевых разрезов использовалась обобщенная «турбидитная модель» (модель № 12). К этому можно добавить темпеститовую модель (модель № 13), которая рассматривается в литературе (Эйнзеле, Зейлахер, 1985), но не предлагается для изученных разрезов.

Распределение вышеописанных моделей для объяснения происхождения ритмичных толщ Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии приведено на рис. 70—72.

Классическими примерами неоднозначности в интерпретации данных является целый ряд работ по ритмичным верхнемеловым карбонатным разрезам Умбрийских Апеннин (формация «Scaglia Bianca») и Внутреннего бассейна США (формация «Greenhorn»). В. Шварцахер в своих исследованиях пренебрегал гиатусами, диагенетическими изменениями и тектоническими границами между ритмами и их элементами, характерными для данных толщ. Его подход заключался в простом арифметическом делении продолжительности какого-либо временного интервала (например, века) на количество ритмов, точек экстремума на кривых распределения тех или иных параметров, без учета вышеперечисленных обстоятельств. Им использовались компьютерные программы, основанные на разложении в ряды Фурье и Уолша. В результате удалось подсчитать определенное количество циклов, которые интерпретировались как циклы Миланковича. Позднее В. Рикен (Ricken, 1994) доказал сильное диагенетическое изменение толщи, произвел пересчет концентраций карбоната кальция и органического углерода на момент, когда толща еще не была литифицирована и представляла собой осадок. Современные концентрации карбоната в слоях известняка и мергеля пачки «Bridge Creek Limestone» различаются почти на 20%, но на стадии осадка разница значений не превышала 8%. Приблизительно такие же соотношения характерны для ритмичных известняк — мергельных пород верхнего турона — коньяка пачки «Fort Haas Limestone», коньякских ритмов мергель-песчанистый мергель пачки «Lower Shale» и сантонских карбонатных ритмов пачки «Middle Chalk» Внутреннего бассейна США.

Эволюция взглядов на условия формирования верхнемеловых ритмов из-

статическим флуктуациям уровня океана. Имели место аperiodическое разбавление вулканическим материалом и изменения в продукции органического материала, приуроченные к аноксидному океаническому событию.

РАЗРЕЗЫ									
СРЕДИЗЕМНОМОРСКИЙ ПОЯС									
СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА		УМБРИЯ АПЕННИНЫ		Ю. АЛЬПЫ		СЗ КАВКАЗ		ГАМБА ЭОНИ ШАН ТИБЕТ	
время, млн. лет (Gradstein et al., 1994)									
		1		2		3		4	
		3		2		1		1	
		m ₂							
		m ₁							
		cp ₂							
		cp ₁							
		st ₂							
		st ₁							
		cb ₂							
		cb ₁							
		t ₃							
		t ₂							
		t ₁							
		cb ₃							
		cb ₂							
		cb ₁							
		m ₃							
		m ₂							
		m ₁							
		cm ₁							
98.9	5.4	93.5	4.5	89	3.2	85.8	2.3	83.5	2.3
M. №10 Schwarzacher, 1991									
M. №7 Ricken, 1994									
M. №13 Coccone, 1996									
Модели №№10 1 8									
Claps, Masetti, 1994									
Mayer, 1996									
Claps, Masetti, 1994									
Bellanca, Masetti, Neri, 1996									
Bellanca, Masetti, Neri, 1996									
M. №12									
M. №1									
M. №5									
M. №№1 и 5									
Модель №1									
Модель №5									
Модель №12									
Модель №1									
Модель №1									

Рис. 71. Модели формирования ритмов в верхнемеловых разрезах геосинклиналичных бассейнов Евразии и С. Африки: 1—3 – Италия (Schwarzacher, 1991), 4 – Тунис (Robaszynski et al., 1993); 5—8 – Россия; 9 – Китай (Lamolda, Wan, 1996)

Во многих работах исследователи оперируют понятиями «сухой» и «влажный» климат для объяснения мел — мергельных ритмов с позиции циклов разбавления. Следует подчеркнуть, что значительный объём терригенного привноса связан с деятельностью рек (в аридных условиях привнос реками уменьшается). Понятия «сухой» и «влажный» не находятся в прямой зависимости от понятий «теплый» и «холодный». Верхнекампанские ритмы известняк-мергель и мел — мергель в Мексиканском заливе по данным Э. Кауфманна (Кауфманн, 1985) демонстрируют зависимость типа: «теплый, сухой» (время формирования более карбонатного пласта) и «влажный, холодный» (менее карбонатный пласт). Плато Эксморт на северо-западном побережье Австралии характеризуется распространением мел — мергельных ритмов верхнего кампана-маастрихта, сформировавшихся под воздействием циклов биопродуктивности с наложенным диагенезом (Boyd et al., 1994). По данным Р.Бойда, «теплый, влаж-

ный» климат приводил к образованию пласта мергеля, а «холодный, сухой» - формировал слой мела.

Время, млн. лет (Gradstein et al., 1994)	РАЗРЕЗЫ										
	ЗАПАДНЫЙ ВНУТРЕННИЙ БАСЕЙН США					АЛАБАМА		МЕКСИКАНСКИЙ ЗАЛИВ		ПЛАТО ЭКСМОТ (СЗ ПОБЕРЕЖЬЕ АВСТРАЛИИ)	
65	1					2		3		4	
71.3	ш ₂									Модели № 1, 10	
6.3	ш ₁										
12.2	ср ₂					Модель № 1		?			
85.8	ср ₁										
83.5	st ₂										
83.5	st ₁										
89	св ₂										
89	св ₁										
4.5	t ₃										
4.5	t ₂										
4.5	t ₁										
93.5	см ₃					1		7		8	
93.5	см ₂					1		7		8	
93.5	см ₁					1		7		8	
98.9	см ₁					1		7		8	

Рис. 72. Модели формирования ритмов в верхнемеловых разрезах эпиплатформенных бассейнов С. Америки и Австралии, геосинклинальных бассейнов С. Африки и Евразии: 1 – США (Ricken, 1994); 2 – США (Savrdá, Bottjer, 1994); 3 – Мексиканский залив (Кауфманн, 1985); 4 – Австралия (Boyd, 1994)

Условия формирования современных и древних периодитов по данным Программы глубоководного бурения

Изучение ритмичных карбонатных толщ, естественно, невозможно вести не учитывая ритмичные разрезы (скважины) глубоководного бурения судов «Гломар Челленджер» и «Джойдес Резолюшн» в рамках программ DSDP (Deep Sea Drilling Project) и ODP (Ocean Drilling Project). В этих скважинах, например, можно наблюдать ритмичность в карбонатных осадках и породах всего кайнозоя и меловой системы. Анализируя современные условия седиментации ритмичных толщ, их облик и характеристики (аналитические данные), исследователь может с большей вероятностью судить о природе древних периодитов.

В современном океане можно наблюдать циклы разбавления, связанные с деятельностью айсбергов (Hay, 1997).

Терригенный привнос включает в себя транспорт морены, которая по мере таяния льда «выпадает» из тела айсберга. При сползании масс льда в Антарктиде с суши в воду, происходит так называемый «бульдозерный эффект». Ледники своей фронтальной частью перемещают значительные массы пород и осадков как на суше, так под водой на поверхности дна. Очевидно, что такой вид разбавления связан с климатом, так как ледники чувствительны к флуктуациям температуры. Температурный фактор контролирует объём ледников, «продолжительность жизни» и их локомоцию.

Циклы эолового разбавления пылью на западном побережье Сахары запечатлены в отложениях плейстоцена, плиоцена и голоцена в разрезах скважин 657—661 (Tiedemann, Sarnthein, Stein, 1989).

Циклы разбавления, растворения и биопродукции привлекаются для объяснения происхождения периодитов. Верхнеальбские — сеноманские периодиты в Северной Атлантике (скв. 386, 387), представленные чередованием чёрных и серо-зелёных, оливковых глин обнаруживают связь с циклами прецессии (Arthur, 1979). Их природа связывается с циклами разбавления и биопродуктивности.

Важным обстоятельством является возможность изучения динамики диagenетических процессов в современных ритмичных толщах, что даёт возможность более глубокого понимания особенности накопления и преобразования ритмичных осадков мезозоя и кайнозоя.

Благодаря проекту глубоководного бурения исследователи получили бесценные знания о компакции и скорости седиментации современных периодитов. Компакция (уменьшение пористости) в терригенных толщах миоцена и голоцена (залив Баффина, скв. 645—647) включает в себя следующие процессы (Busch, 1989): 1) механическое уплотнение осадка; 2) механическое растворение под давлением с деформацией зёрен; 3) химическое растворение и цементация; 4) фазовый переход, трансформация глинистых минералов.

Стилолиты редко описывались в отчётах в рамках программ океанического бурения (Lind, 1993). Примерами разрезов со стилолитами могут служить разрезы скважины 30 (маастрихтские известняки, плато Онтонг Ява) и скважины 13 (баррем — аптские известняки, Средиземноморье). Отмечено возрастание количества стилолитов с глубиной. Отсутствие локальных флуктуаций концентрации изотопов по латерали, вдоль стилолитов, свидетельствует об отсутствии транспортировки растворённого материала. Стилолитизированные толщи никогда не содержали ритмы.

Изучение разрезов скважин глубоководного бурения показало присутствие промежуточных между периодитами и турбидитами генетических типов осадков, представленными ритмами из трёх и более элементов (Graciansky, Chenet, 1979). В некоторых разрезах наблюдалось переслаивание крайне мелководных карбонатных пород с несколькими элементами ритма, представленными терригенными породами. Причём терригенных элементов ритма могло быть два или три, а градационная слоистость присутствовала только в одном. Всё указывало на то, что часть пластов в ритме формировались в крайне мелководных условиях и могла быть отнесена к периодитам. Остальные элементы ритма были типичными турбидитами. Возможно ли закономерное циклическое чередование периодитов и турбидитов?

Таким примером является ритмичная толща нижнего апта — среднего альба мощностью 218.5 метров, содержащая прослой чёрных битуминозных сланцев (скв. 398, северная Атлантика). Ритмы представлены переслаиванием сланцев, тёмно-серого мергелистого мела, алевроитов с параллельной слоистостью и алевроитов с градационной слоистостью (Graciansky, Chenet, 1979).

Важным представляется изучение бентонитовых прослоев, их состава и природы. В ряде скважин, расположенных к северо-западу от Австралии были обнаружены бентониты бериаса — валанжина. Мощность прослоев составляла первые сантиметры (плато Вомбат, скв. 761; абиссальная равнина Арго, скв. 261, 765; южная часть плато Эксмот, скв. 763; абиссальная равнина Гаскон, скв. 766). Исследователи (Thurrow, von Rud, 1992) связали генезис этой толщи, содержащей бентониты, с туфовыми турбидитами. Первоначально вулканический материал накапливался в пределах шельфа, а в последствии переотлагался в окраинных морях, внешнем шельфе и в районе бровки шельфа.

Трудно переоценить значение данных глубоководного бурения для корреляции разрезов, отслеживания глобальных океанических событий, например аноксии и связанных с ней чёрных сланцев. При изучении периодитов как никогда важно оценивать планетарный масштаб тех или иных событий. Ритмостратиграфия требует по возможности строго фиксированных в пространстве и времени границ в масштабах яруса или подъяруса.

По мнению ряда исследователей (Dean, Claypool, 1981) разрезы, содержащие чёрные сланцы обнаруживают интересную закономерность в размещении внутри Тихого океана. Все известные примеры битуминозных прослоев расположены на приподнятых участках дна (плато, гайоты, поднятия): гайот Хорайзон (скв. 171), плато Манихики (скв. 317), поднятие Шатского (скв. 305), поднятие Хесса (скв. 310, 465, 466), Среднетихоокеанские горы (скв. 463), что объясняет моделирование условий возникновения современных и древних битуминозных сланцев (чёрных мергелей) во время высокого уровня стояния океана.

Интересным представляется следующий факт: не всегда ритмичные толщи кайнозоя, на взгляд исследователей, обнаруживают связи с циклами Миланковича. При анализе изучаемой толщи на периодичность получаются значения продолжительности циклов, которые не равны по своей величине циклам прецессии, эклиптики и эксцентриситета. Следовательно, можно сделать вывод о том, что и в более далёком прошлом, например в мезозое, не все ритмичные толщи контролировались астрономическими пертурбациями. Второй вывод: возможно методы изучения периодитов в «морских» и «континентальных» разрезах современности и далёкого прошлого недостаточно совершенны. Следствием этого является то проявление, то отсутствие связи с циклами Миланковича в похожих друг на друга разрезах. В-третьих, существует вероятность неправильной оценки продолжительности перерывов или простое их игнорирование. Наконец встаёт вопрос: может ли периодит быть не связанным с циклами Миланковича? Или наука не располагает надёжными способами оценки этой связи? А если периодит не связан с астрономическими пертурбациями, то уместно ли его называть «периодитом»?

В разрезах скважин 797—799 в Японском море исследовались периодиты миоцена—плейстоцена, представленные ритмичной толщей глин, песчанистых глин и диатомитов (Foellmi et al., 1992). Выделена ритмичность нескольких порядков. Часть ритмов (мощность — 2—15 мм) отвечают ежегодному циклическому взаимодействию Земли и Луны (третий порядок). Астрономические циклы более подробно будут рассмотрены ниже. Ритмы второго порядка (10—160 см) отвечают половине прецессионного цикла (10500 лет). Первый порядок ритмичности (3—5 м) обнаруживает связь с циклами эклиптики и эксцентриситета. Также отмечается не обязательная связь ритмов первого и второго порядков с гляциальными — интергляциальными периодами. Природа периодитов, тем не менее, объясняется как результат астрономических пертурбаций. Ритмы первого и второго порядков «укладываются» по своей продолжительности в ритмы третьего порядка, совпадающие по продолжительности с циклами Миланковича.

Анализ ритмичности в осадках голоцена (24.3 м) и позднего плейстоцена (94 м) в разрезе скважины 893 (бассейн Санта-Барбара), накопившихся за последние 160000 лет демонстрирует не всегда однозначную корреляцию распределения по разрезу магнитной восприимчивости (k), концентраций Corg и CaCO_3 (Rack, Heise, Stein, 1992). Периодиты представляют собой терригенно-карбонатную толщу глин, алевролитов, песков и диатомитов, а также подчинённых биогенных карбонатов. Характерно циклическое распределение магнитной восприимчивости, содержания карбоната кальция и органического углерода, пористости, плотности и содержания воды в осадке. Обычно распределение магнитной восприимчивости «чувствительно» к распределению карбоната и органического углерода. Наибольшие значения k соответствуют терригенным

прослоям, наименьшие — карбонатным. Исключения из этого правила: 1) возрастание расстояния от источника магнитных минералов; 2) разбавление другими седиментационными компонентами помимо магнитных составляющих; 3) диагенетические реакции, и 4) продукция биогенного магнетита. Механизмы циклы разбавления, либо диагенетическое растворение магнетита.

На взгляд автора, уместен комплексный подход к седиментационным моделям формирования периодитов. С одной стороны, если та или иная модель постоянно привлекается для объяснения периодитов, формирующихся сейчас и формировавшихся в мезозое и кайнозое, то есть основание доверять ей. С другой стороны, неприемлемо считать современные ландшафтно-климатические условия и протекающие в них процессы полностью аналогичными таковым в геологической истории.

Суммируя результаты исследования ритмично построенных толщ из разрезов скважин глубоководного бурения, можно сделать следующие выводы.

1. В результате исследований в рамках программы глубоководного бурения подтверждаются механизмы формирования карбонатных ритмов (циклы разбавления, биопродуктивности и растворения). Предлагается ряд моделей (эолового и ледникового разбавления), не отмечавшихся в литературе по карбонатным ритмам (КР) мезозоя. Большинство моделей условий формирования КР мезозоя не привлекаются для объяснения природы карбонатных ритмов кайнозоя.

2. Выделен промежуточный генетический тип ритмично построенных отложений, занимающий положение на границе турбидитов и периодитов.

3. Не всегда периодиты кайнозоя обнаруживают прямую связь с астрономическими пертурбациями. Определённая продолжительность ритмов может не совпадать со значениями циклов Миланковича, либо отдельные порядки ритмов не согласуются с циклами Миланковича.

4. Исследование литологии «новейших» и современных периодитов демонстрирует сложный характер корреляции значений различных параметров (петромагнитных характеристик, концентраций минеральных компонент и т.д.). Это целесообразно учитывать при интерпретации данных лабораторных исследований «древних» периодитов.

5. Не следует недооценивать значение компакции и диагенетических трансформаций периодитов, данные о которых содержатся в результатах исследований разрезов скважин глубоководного бурения и разрезов, расположенных в пределах «суши».

6. Все выделенные автором типы КР присутствуют, по данным глубоководного бурения, в отложениях мезозоя и кайнозоя.

Данные о природе ритмов из разрезов скважин глубоководного бурения также позволяют существенно дополнить палеогеографические модели моделями ледникового (№ 14) и эолового (№ 15) разбавления продуцируемого биогенного карбоната терригенным материалом. Обобщая взгляды на условия формирования периодитов, можно разделить 13 моделей (за исключением «турбидитной» и «темпеститной» моделей) на три группы. В первую группу входят климатические модели, во вторую — эвстатические, третья группа представлена тектоно-магматической моделью.

Климатическая модель. На рис. 73 представлена климатическая мо-

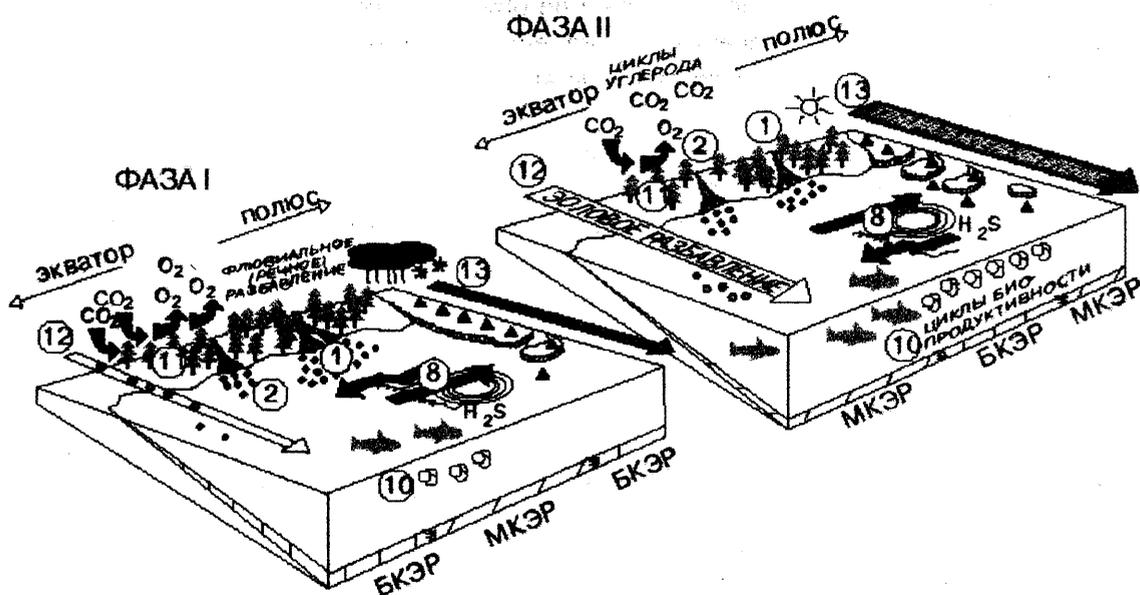


Рис. 73. Климатическая модель формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения приведены на рис. 59

дель условий формирования периодитов. Из неё видно, что ряд вышеуказанных моделей (№ 1, 2, 8, 10, 11, 14, 15) являются частными случаями климатических вариаций в определённых ландшафтных условиях. На взгляд автора, имеет смысл выделять одну общую климатическую модель вместо 7 частных моделей, номера которых указаны на соответствующих им ландшафтных позициях.

Фаза I характеризуется относительно влажным и/или холодным типом климата. В это время реками с суши активно транспортируется кластический материал, разбавляющий продуцируемый планктоном фоновый биогенный карбонат кальция. В этих условиях формируется МКЭР. Эоловый и гляциальный привнос терригенного материала существенно меньше. В этих ландшафтных зонах образуется БКЭР.

Фаза II. В условиях жаркого и/или сухого климата резко доминирует эоловый и гляциальный транспорт терригенного материала при уменьшении речного стока и, соответственно, привноса кластического материала. Таким образом, в ландшафтных зонах подверженных воздействию эолового и гляциального разбавления фонового биогенного карбоната кальция, формируется МКЭР.

БКЭР образуется в зоне влияния ослабевшего речного привноса. Итак, в течение одной фазы МКЭР и БКЭР одновременно формируются в разных ландшафтных зонах. Места их образования симметрично противоположны для следующей фазы.

Также следует отметить, что потепление климата вызывает активную биопродукцию биогенного карбоната кальция (циклы биопродуктивности), поэтому для фазы II характерно сравнительно большее распространение карбонатных осадков, чем для фазы I. Вариации климата могут приводить к изменению ориентации ветров и течений. При наличии на дне бассейна западин, щелей, ступеней возможно формирование стратифицированных масс при изменении ориентировки течений. Таким образом, в локальных структурах дна бассейна могут возникать циклы растворения. Стратифицированные водные массы также могут формироваться в бухтах, лиманах, эстуариях и лагунах. Этому спо-

собствует полужамкнутая форма этих структур и/или смешивание пресных речных и солёных морских вод. Изменение объёма речного стока вызывает вариации солёности в этих бассейнах. Изменение температуры поступающей речной воды и флуктуации температуры воды внутри этих структур тесно связано с вариациями солёности. Колебания температуры и солёности водных масс в бассейне седиментации приводит к изменению гидродинамического режима бассейна, следствием чего может являться стратификация водных масс.

Формирование застойных стратифицированных вод с условиями растворения карбоната и аккумуляции органики можно наблюдать в современных бассейнах. Для оценки режимов с пониженным содержанием растворённого в воде кислорода целесообразно использовать следующую терминологию (таб. 34).

Таблица 34

Рекомендуемая терминология для режимов с низким содержанием кислорода и соответствующие им биофации в морских условиях (Tyson, Pearson, 1991)

Содержание кислорода, мл/л воды	Кислородный режим, фации	Биофации	Физиологический режим
8—2	Оксийные	Аэробные	Нормоксидный
2—0.2 2—1 1—0.5 0.5—0.2	Дизоксийные умеренные суровые экстремальные	Дизаэробные	Гипоксидный
0.2—0	Субоксийные	Квази — анаэробные	Субоксидный
0 (H ₂ S)	Аноксийные	Анаэробные	Аноксидный

Не всегда в стратифицированных водных массах возникает аноксия. Чаще возникает дизоксийный режим. При этом режиме ещё не возникает эффект сероводородного заражения, но уже формируются стратифицированные водные массы. Его периодичность, масштабы и причины — различными (таб. 35). Следует отметить, что небольшая продолжительность (месяцы) и частота этих со-

Таблица 35

Характеристика дизоксийного режима в современных бассейнах (Boesch, Rabalais, 1991)

	Бухта Нью-Йорка	Шельф Луизиана — Техас
<i>Дизоксийный режим</i>		
Частота	редко	ежегодно
Продолжительность	3 месяца	5 месяцев
Глубина пикноклина	16 м	10 м
Причина стратификации	температура	солёность
<i>Донная температура, °C</i>		
Среднегодовая амплитуда	1—16	16—29
Во время гипоксии	10—13	25—29
<i>Донный осадок</i>		
глубина, м	среднезернистый песок	песчанистая глина
Источники углерода	18—50	11—30
	весенний фитопланктон	весенний и летний фитопланктон

бытий (годы) не соответствует циклам Миланковича.

Аридизация климата находится в тесной связи с количеством углекислого газа в атмосфере и гидросфере. Потепление климата вызывает расширение ареалов пустынных, полупустынных ландшафтов и сокращение площади лесных массивов, что приводит к «парниковому» эффекту. Таким образом, циклы углерода взаимосвязаны с флуктуациями климата.

Эвстатическая модель. Суммируя представления об эвстатической природе периодитов, автор предлагает обобщённую эвстатическую модель, объединяющую модели № 3, 4, 6, 7, являющиеся её частными случаями (см. рис. 74). Фаза I отвечает регрессии и обмелению бассейна седиментации. Фаза II

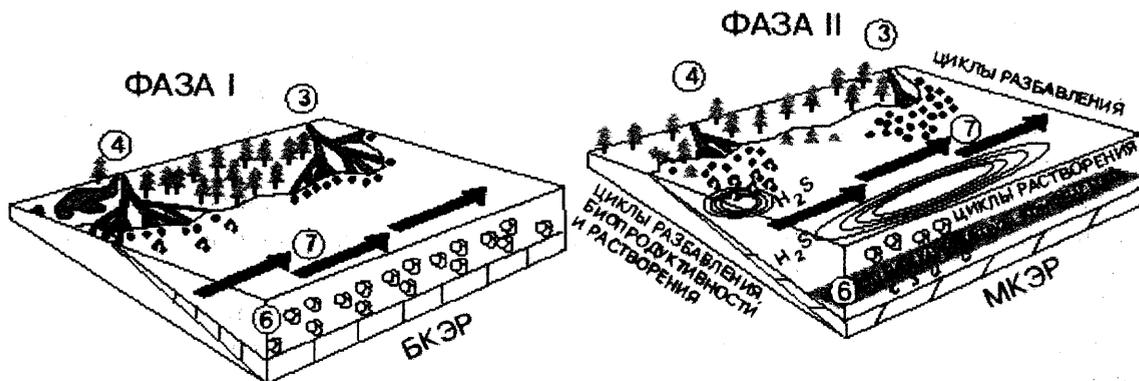


Рис. 74. Эвстатическая модель формирования карбонатных периодитов. Условные обозначения приведены на рис. 59

соответствует подъёму уровня воды в бассейне и трансгрессии (ингрессии). Первая фаза характеризует время образования БКЭР, а вторая, — соответственно, МКЭР.

Современные и древние эвстатические вариации обнаруживают связь с циклами Миланковича (Carter, Naish, 1998; Ulichny, 1999), вариациями $\delta^{13}\text{C}$ (Voigt, 2000) и $\delta^{18}\text{O}$ (Pillans, Chappel, Naish, 1998). Эвстазия определяет режим седиментации: хаотическая, закономерно ритмичная, монотонная (Prokoph, Bartelmes, 1996). Современные данные по эвстатическим циклам в Каспийском море за 1929—1995 гг. показывают, что средняя скорость эвстазии составляет 340 мм в год, а амплитуда полного 65-летнего цикла — 3 м (Kroonenberg *et al.*, 2000). В сеноманских отложениях формации Дакота (Юта, США) установлены эвстатические циклы с частотой в 100000 лет и амплитудой 10—20 м (Ulichny, 1999). Закономерная повторяемость эвстатических циклов в геологическом прошлом и настоящем позволяет прогнозировать их и в будущем. Эвстатический подъем уровня Мирового океана в 2000 г. относительно 1950 г. составил 61 мм. Смоделировано (Russell, Gornitz, Miller, 2000) повышение уровня Мирового океана к 2050 г. на 212 мм относительно уровня 1950 г.

В особом ряду стоит модель, несвязанная с климатическими и эвстатическими флуктуациями: **тектано-магматическая** модель вулканического разбавления и растворения (№ 9). Автор предлагает данное название модели, т. к. вулканизм тесно связан с тектонической и магматической активностью земной коры. По мнению В.Т.Фролова (1995), вулканические процессы — самостоятельный фактор формирования циклитов, хотя и тесно связанный с тектогенезом.

Следует отметить, что тектано-магматическая активность Земли, как космического тела, связана с космическим фактором (процессом эволюции галактик, систем планет и отдельных космических тел).

На взгляд автора, модель циклической смены режима седиментации (модель № 5) на данный момент недостаточно хорошо изучена. Это обстоятельство не позволяет привязать данную модель к эвстатическим или климатическим вариациями. Иными словами, она космополитна.

Таким образом, по мнению автора, целесообразно выделение 3-х моделей условий формирования периодитов: климатической, эвстатической и тектоно-магматической. Некоторые исследователи (Arthur *et al.*, 1986) для туронских ритмичных карбонатных разрезов Великобритании предложили модель более высокого порядка, где эвстатическая и климатическая компоненты, а также ЦР, ЦРС и ЦБ влияют на определенные части одной седиментологической системы, т. е. располагаются в разных частях одной блок-диаграммы.

Для этих трёх моделей ведущими механизмами (факторами) являются циклы разбавления, растворения и биопродукции. В действительности исследователь может достоверно установить циклы разбавления и совместное действие циклов биопродуктивности и растворения. В последнем случае, природа МКЭР может интерпретироваться как уменьшение биопродукции карбоната кальция или как возрастание агрессивности среды при постоянном объёме продуцируемого биогенного карбоната кальция.

По В.Т.Фролову (1995) существуют 5 факторов (и соответствующие им 5 генетических типов), генерирующих циклиты: космический, земной климатический, земной вулканический, земной тектонический и техногенный. Техногенный фактор применим только для интерпретации ритмичности в четвертичных отложениях. Для объяснения природы карбонатных ритмов из верхнемеловых отложений, возможно, применить 4 фактора.

Климатическую, эвстатическую и тектоно-магматическую модели объединяет связь с фактором общепланетарного масштаба — космическим фактором. Эвстатический, тектоно-магматический и космический факторы тесно связаны с климатическим фактором. Климатическая модель формирования КР — частный случай модели изменений климата. Ниже будут рассмотрены основные гипотезы причин изменения климата.

Гипотезы о причинах изменения климата

Климат Земли зависит от множества факторов, как космических, так и планетарных (Синицын, 1967, 1980). Гипотезы можно объединить в две группы: астрономо-физическую и геолого-географическую. Все они обладают общепланетарным воздействием.

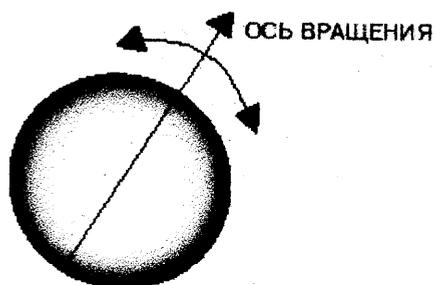
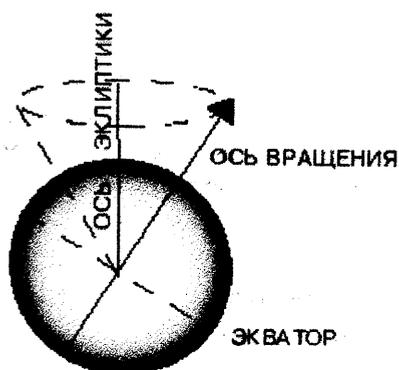
Астрономо-физические гипотезы изменения климата связывают вариации с колебаниями количества и состава солнечной радиации. Они подразделяются на две подгруппы. Первая подгруппа (парадигма Миланковича) исходит из принципа постоянства солнечной радиации и переменности положения поверхности Земли по отношению к потоку солнечных лучей. Вторая подгруппа связана с изменением излучающей способности переменной звезды — Солнца.

Парадигма М.Миланковича. Представления о неравномерном распределении солнечной радиации по поверхности Земли в связи с изменениями элементов земной орбиты впервые были предложены английским астрономом Д.Кроллом в 1875 г. Д.Кролл высказал предположение о связи периодических изменений положения и объёма полярных ледовых шапок, обусловленных колебаниями климата, с вариациями эксцентриситета земной орбиты и наклоном эклиптики планеты (Найдин, Копаевич, 1988). Широкою известностью этой гипо-

тезе придали труды М.Миланковича, впоследствии поддержанные В.Кеппенем и А.Вегенером (Синицын, 1967). Изменение распределения солнечной радиации по поверхности планеты связывалось с периодическими изменениями: наклона земной оси (циклы наклона эклиптики), эксцентриситета земной орбиты и прецессии оси вращения Земли (время перигелия). Схема астрономических циклов М.Миланковича приведена на рис. 75.

ПРЕЦЕССИЯ ОСИ
ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ
(ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ПО
ПРЕЦЕССИОННОМУ
КОНУСУ ОТНОСИТЕЛЬНО
ОСИ ЭКЛИПТИКИ)
ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ
ЦИКЛАМИ В 19000
И 23000 ЛЕТ

НАКЛОНЕНИЕ ОСИ
ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ
ОТНОСИТЕЛЬНО
ПЛОСКОСТИ ОРБИТЫ
(ЭКЛИПТИКИ)
ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ
ЦИКЛАМИ В 41000 ЛЕТ



ЭКСЦЕНТРИСИТЕТ: ИЗМЕНЕНИЕ ФОРМЫ
ЗЕМНОЙ ОРБИТЫ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ
ЦИКЛАМИ В 106000 (E_1), 410000 (E_2), 1290000 (E_3), 2030000 (E_4), 3400000 (E_5) ЛЕТ

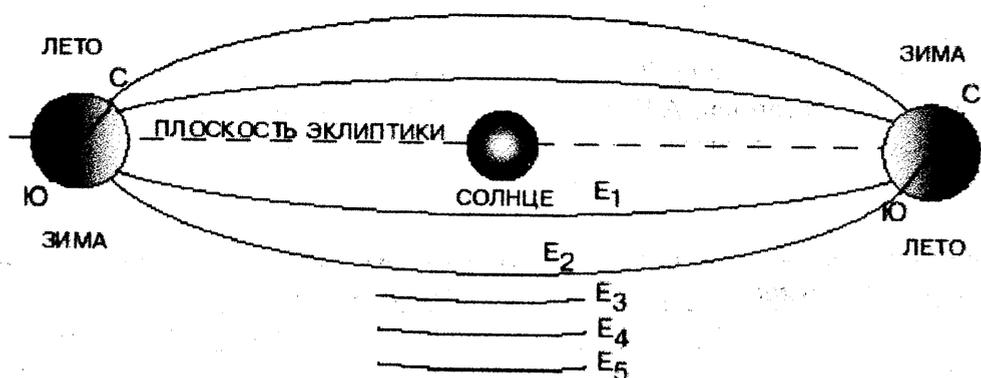


Рис. 75. Диаграмма системы Земля — Солнце и вариации астрономических параметров (по Gale, 1998 с дополнениями)

Теория космической цикличности, вызывающей климатические флуктуации, была впервые обоснована в работе Милютина Миланковича (1939). Вариации оси вращения Земли и элементов земной орбиты влияют на сезонное и широтное распределение солнечной радиации по поверхности нашей планеты. Это распределение контролируется вариациями следующих астрономических параметров: прецессии, наклона эклиптики и эксцентриситета земной орбиты. Вариации эксцентриситета орбиты Земли влекут за собой изменение количества солнечной энергии. Возмущения других двух элементов приводят к широтному перераспределению солнечной радиации. Флуктуации инсоляции, определяю-

щей тепловое состояние земной поверхности, изменяют: 1) интенсивность испарения и конденсации атмосферной влаги; 2) силу и направление ветров и морских течений; 3) продолжительность зимы и лета; 4) положение зоны апвеллингов. Таким образом, имеют место флуктуации тёплого и холодного, а также сухого и влажного типа климата (Найдин, Копаевич, 1988).

Данные периодические изменения элементов земной орбиты М.Миланкович рассчитал для избранных широт на весь четвертичный период. В результате этих расчётов появилась кривая колебаний величин солнечной радиации, впоследствии сопоставленная Ф.Цейнером в 1963 г. с хронологией четвертичного периода. Пики на кривой Миланковича, отвечающие периодам с прохладным летом, сопоставлялись с ледниковыми эпохами, а пики, отвечающие периодам с тёплым летом — с межледниковыми эпохами. Данная корреляция была настолько убедительна, что многие исследователи (А.Кеппен, А.Вегенер и др.) приняли кривую радиации Миланковича за основу геологического летоисчисления (Синицын, 1967).

Для расшифровки ритмичности толщ на данный момент известны следующие вариации орбитальных элементов (таб. 36). Из таблицы виден значительный разброс значений существующих оценок продолжительности орбитальных циклов, высчитанных М.Миланковичем, определённых астрономическими методами, методами компьютерной статистики и по разрезам четвертичных отложений из скважин глубоководного бурения. В разрезах скважин анализировались: величины $\delta^{18}\text{O}$ в карбонате раковин планктонной фораминиферы *Globorotalia bulloides*; процентного содержания космополитного вида радиолярии *Cyclodophora davisiana*; значений летних поверхностных температур, отражаемых ассоциаций субантарктических радиолярий (Найдин, Копаевич, 1988). Такой разброс значений может объясняться: во-первых, использованием различных методов и, во-вторых, присутствием скрытых перерывов в колонках карбонатного ила. Однако, существует ещё один фактор, который должен приниматься во внимание при анализе орбитальных циклов в дочетвертичных отложениях.

Скорость вращения Земли и траектория орбиты не были постоянными в геологической летописи. А.Бергером в 1989 году были математически высчитаны величины продолжительности астрономических циклов (таб. 37) с учётом

Таблица 37

Эволюция продолжительности циклов прецессии и наклонения эклиптики в фанерозое (Berger, 1989). Прим.: Ма – миллионов лет назад

	Ма	Циклы прецессии (лет)		Циклы эклиптики (лет)	
Современность	0	19000	23000	41600	54000
Поздний мел	72	18641	22474	39328	51100
Ранняя пермь	270	17545	20868	34227	42250
Поздний карбон	298	17272	20468	32954	40403
Средний девон	380	16562	19428	29649	34309
Ранний силур	440	16014	18625	27097	29884

уменьшения продолжительности дня, постоянно возрастающего расстояния между Землёй и Луной, изменений инерции движения космических тел за последние 400 млн. лет. Следует обратить внимание, что, во-первых, исследователь выделил короткие и долгие циклы наклонения эклиптики; а, во-вторых, продолжительность циклов наклонения эклиптики в раннем силуре приближается к

Таблица 36

Сравнительная характеристика продолжительности астрономических циклов Миланковича с результатами оценки продолжительности астрономических циклов различными методами. Примечание: «-» — циклы не установлены; ¹ — Куликов, 1985; ² — Berger, 1977; ³ — Berger, 1978.

Метод определения Тип астрономического цикла		Миланкович, 1939		Berger, 1978	Fisher et al., 1989	Hays et al., 1976			Briskin, Harrell, 1980		Moore et al., 1982	
		математическая статистика	астрономический	компьютерная статистика		радиолярная ассоциация	$\delta^{18}\text{O}$	% <i>Cyclodopora davisiana</i>	радиолярная ассоциация	$\delta^{18}\text{O}$	% <i>Cyclodopora davisiana</i>	$\delta^{18}\text{O}$, % CaCO_3
Циклы прецессии	время перигелия	21	26 ¹	нет данных		-	19,5	-	20	20	-	нет
	прецессия равноденствия					23	24	24	23—24	24	24	данных
Цикл наклона эклиптики		40				40	43	43	43	42	41	40
Циклы эксцентриситета земной орбиты	краткий	92	110,753 ² 95,8 ³	95, 123	100 (E ₁)	94	106	122	104	107	113	100
	полный			412,8	400 (E ₂)	нет данных						400
	дополнительные, более высокого ранга				1290 (E ₃)							
					2030 (E ₄)							
					3400 (E ₅)							
Продолжительность, тыс. лет												

продолжительности циклов современной прецессии. Следует заметить, что на таблице 36 приведены лишь некоторые примеры оценки продолжительности астрономических циклов из существующих многочисленных публикаций (Schwarzacher, 1993). Эволюция современных взглядов на продолжительность астрономических циклов показана на таб. 38.

Таблица 38

Оценка продолжительности астрономических циклов

Астрономические циклы	Schwarzacher, 1993	Gale, 1998
Циклы прецессии	$P_{1-2}: 19-23$	$P_{1-2}: 19-23$
Цикл наклона эклиптики	39—41	41
Циклы эксцентриситета	$E_1: 100-104$	$E_1: 106$
	$E_2: 400-410$	$E_2: 410$
		$E_3: 1290$
Продолжительность, тыс. лет		

Ряд исследователей четвертичного периода (астрономы и климатологи) обратили внимание научной общественности на некоторые недостатки парадигмы Миланковича. Климатические последствия этих изменений должны были проявляться поочередно в северном и южном полушариях, но интервалы потепления и похолодания (в т. ч. и оледенения) носили общепланетарный характер. Отмечалось также несовпадение основных событий четвертичного периода, рассчитанных по кривой Миланковича, и данных, полученных методом ленточных глин и изотопным методом. Колебания солнечной радиации, вызванные изменениями элементов земной орбиты, должны были иметь место и в дочетвертичное время. Однако в палеогене и неогене отсутствуют признаки оледенений (Синицын, 1967). Позднее ряд американских астрономов установили, что изменения солнечной радиации невелики и, следовательно, не имеют большого климатического значения. Вариации температуры оценивались приблизительно в 2° , что недостаточно для инициации оледенения. В расчётах Миланковича игнорировались динамические процессы атмосферы и удлинение продолжительности суток в результате замедления вращения земли под влиянием лунных и солнечных приливов (на $0,0014-0,0024$ сек в столетие). Например, в начале палеозоя сутки были на 2,5 ч короче современных (Синицын, 1967). В последнее время (Большаков, Большаков, 1999) высказываются предположения, что климатические флуктуации могут быть вызваны не столько ЦМ, сколько эволюцией климатической системы Земли.

С другой стороны, результаты изучения мезо-кайнозойских разрезов скважин глубоководного бурения и ритмично построенных фанерозойских толщ обнаруживали связь с астрономическими циклами Миланковича (ЦМ). На данный момент гипотеза М. Миланковича доминирует среди прочих астрономофизических моделей изменений климата и является парадигмой. Распределение ЦМ в ритмичных верхнемеловых разрезах Евразии и Северной Америки приведено на рис. 76, 77.

В случае, когда установлено, что время формирования выделенных типов ритмов отвечает циклам прецессии, эклиптики и эксцентриситета, климатическая или эвстатическая модель формирования периодитов может трансформироваться в циклы (модель) Миланковича.

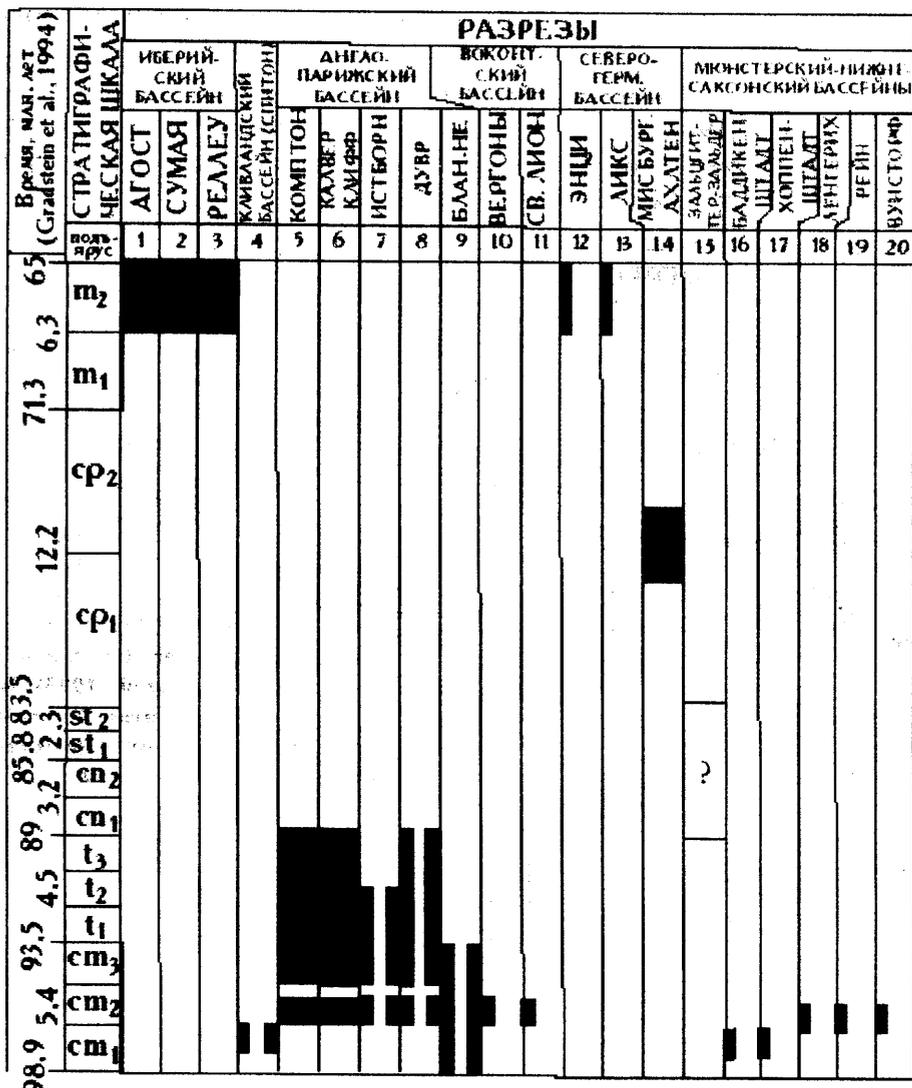


Рис. 76. Хроностратиграфическое распределение установленных циклов Миланковича в верхнемеловых разрезах эпиплатформенных бассейнов Европы: 1—3 — Испания (Ten Kate, Sprenger, 1992); 4—8 — Великобритания, 9—11 — Франция (Gale, 1995, 1996); 12 — Нидерланды, 13 — Бельгия (Molenaar, Zijlstra, 1997); 14 — ФРГ (Niebuhr, 1999); 15 — ФРГ (Wood, 1984); 16—20 — ФРГ (Gale, 1995, 1996). Условные обозначения приведены на рис. 41

В последнее время (Волков, 2000) высказываются предположения о циклах «Миланковича» для Солнца, т.е. циклов прецессии (95 млн. лет), эклиптики (190 млн. лет) и эксцентриситета (570 млн. лет) орбитальных параметров Солнца.

Гипотеза Э. Эрика основана на допущении, что при развитии звезды, подобной Солнцу, переход водорода в гелий в её недрах должен создавать зоны неустойчивости и перемешивания, что приводит к временному ослаблению солнечного излучения. Последнее обстоятельство приводит к похолоданию. После восстановления равновесия внутри Солнца интенсивность солнечной энергии возрастает. Это приводит к потеплению климата Земли. Основным недостатком данной гипотезы является отсутствие каких-либо наблюдений и теоретических расчётов, доказывающих сам факт и периодичность «мерцания» Солнца (Синицын, 1967). Периодичность солнечной активности оценивается равной 70 лет (Bucha, Bucha, 1998) или 200 лет (Kegian Zhou Rp, Butler, 1998),

что находит отражение в климатических флуктуациях, запечатленных в годовых кольцах современных и ископаемых деревьев.

Следует отметить, что существует целый ряд других гипотез об изменении климата (Синицын, 1967). К общепланетарным факторам можно отнести ряд астрономо-физических гипотез, объединяемых в астрономо-физический фактор — климатообразующий фактор высшего порядка.

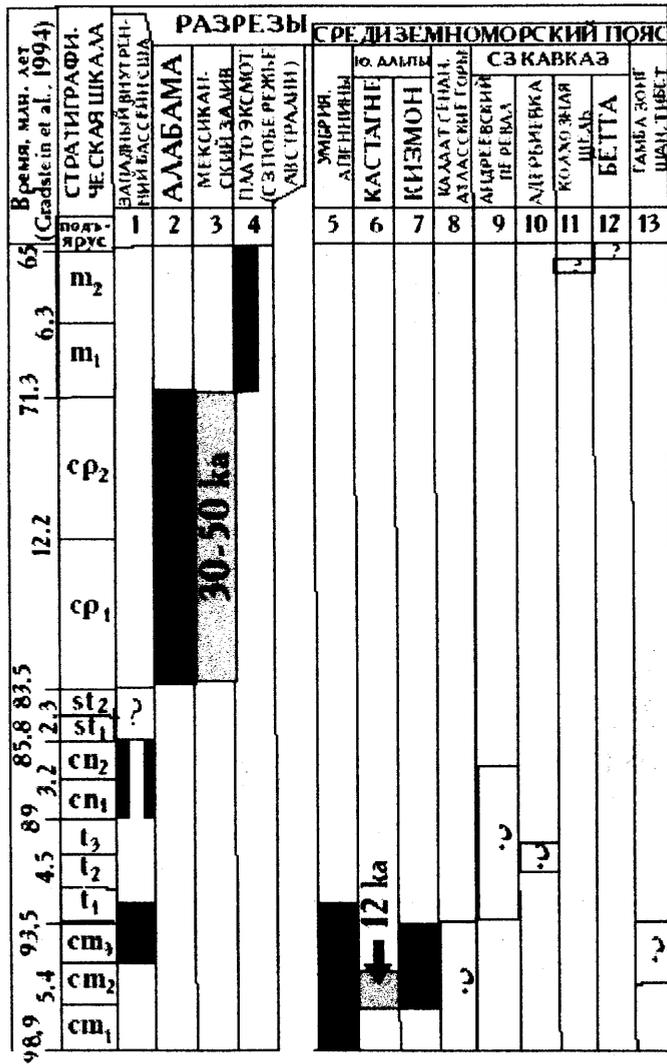


Рис. 77. Хроностратиграфическое распределение установленных циклов Миланковича в верхнемеловых разрезах эпиплатформенных бассейнов С. Америки и Австралии, геосинклинальных бассейнов С. Африки и Евразии: 1 – США (Ricken, 1994); 2 – США (Savrda, Bottjer, 1994); 3 – Мексиканский залив (Кауфманн, 1985); 4 – Австралия (Boyd, 1994), 5 – Италия (Schwarzacher, 1991); 6-7 – Италия (Schwarzacher, 1991), 8 – Тунис (Robaszynski et al., 1993); 9-12 – Россия; 13 – Китай (Lamolda, Wan, 1996). Условные обозначения приведены на рис. 41

Глава 6. Условия формирования выделенных типов ритмов из верхнемеловых отложений Русской плиты, ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа

Сеноманский век

Отложения, рассматриваемых в работе разрезов, накапливались в пределах Ульяновско-Саратовского, Воронежского (Русская плита) бассейнов и бассейна ЮЗ Крыма.

В Ульяновско-Саратовском прогибе и на Воронежской антеклизе в мелководно-морских условиях проходило формирование терригенных фосфоритоносных осадков. На СЗ Кавказе и в ЮЗ Крыму в относительно более глубоководных условиях накапливались преимущественно карбонатные осадки (рис. 78).

Ранний сеноман

Русская плита

Характеристика Ульяновско-Саратовского и Воронежского бассейнов седиментации будет дана по анализу состава палеоценоза.

Состав палеоценоза. Среди беспозвоночных резко доминируют бентосные формы (губки, пеллециподы, скафоподы, ракообразные, черви) над нектонными (редкие аммониты и белемниты). Нектонные формы позвоночных представлены химеровыми, акулловыми и костистыми рыбами, ихтиозаврами и плезиозаврами (Первушев, Иванов, Попов, 1997). Таким образом, в раннем сеномане на рассматриваемой территории существовал богатый биоценоз.

Глубина бассейна, предположительно, не превышала 50 м. Наиболее мелководные представители палеоценоза представлены пектенидами (*Entolium orbiculare*, *Chlamys aspera*, *Neithea* sp.) и амфидонтами (*Amphidonte conica*), обычно обитающими на глубинах 2—50 м. Частые находки ископаемой древесины указывают на относительную мелководность бассейна. Предполагаемые биономические зоны ранней эпохи в Ульяновско-Саратовском бассейне были представлены супралиторалью, литоралью, сублиторалью (Первушев, Иванов, Попов, 1997), литоралью (Ilyin, 1997).

Температура. Находки устриц рода *Amphidonte* свидетельствуют о тепловодности бассейна.

Гидродинамика. Наличие активных гидродинамических процессов (течений) в Ульяновско-Саратовском бассейне подтверждается присутствием раковин устриц *Amphidonte conica* и пектенид, обитающих в чистой богатой кислородом проточной воде.

Солёность. Пектениды являются эвригалинными организмами (2—38‰), устрицы — амфидонты предпочитают воды нормальной солёности. Присутствие в составе палеоценоза губок, ракообразных (*Eryma* sp.), химеровых *Ischyodus «bifurcatus»* и акулловых рыб *Protosquales* sp. вероятно свидетельствует в пользу нормальной солёности. Следовательно, вместе эти формы могли сосуществовать только в условиях нормальной солёности.

Тип субстрата. Ракообразные и пектениды могут заселять разные типы субстрата. Губки и серпулы нуждаются в твёрдом субстрате. Песчаные грунты



Рис. 78. Авторская палеофациальная карта Русской плиты и ее обрамления с использованием материалов А.С.Алексеева и Л.Ф.Копачевич. Поздний сеноман. Условные обозначения: 1 — города; 2 — разрезы; 3 — кремнистые осадки; 4 — направление терригенного сноса; 5 — турбидиты; 6 — реки; 7 — границы фаций: а — достоверные, б — предполагаемые; 8 — данные по разрезу: а — тип ритмов, генезис; б — механизм, в — модель. Прочие условные обозначения приведены на рис. 3, 41. Масштаб 1:32800000

заселялись формами типа *Neitha* sp. Все перечисленные формы могли сосуществовать на рыхлом песчаном дне Ульяновско-Саратовского и Воронежского бассейнов с каменистыми выступами.

Формирование ритмичности в прибрежных мелководных осадках в разрезе песчаных отложений Стойленского ГОКа (петротип «А») связано, скорее всего, с циклами разбавления (рис. 80) и моделью № 1 (рис. 81). Ввиду отсутствия данных об эвстатических флуктуациях в данном разрезе, природа ритмов, на взгляд автора, может быть связана с климатическим фактором.

Юго-Западный Крым

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Бедный палеоценоз представлен бентосными (иноцерамы) и нектонными (аммониты) формами. Встречаются споры растений и остатки насекомых (Алексеев, 1989).

Температура. Глубина. Солёность. Остатки флоры (папоротники, покрытосеменные) и насекомых свидетельствуют о тропическом климате и мелководности бассейна с нормальной солёностью.

Формирование ритмичности. Разрез на южном склоне г. Сельбухры («Сельбухра-1»). Переслаивание песчанистых мергелей и мергелей (петротип «Е»), мелководная прибрежная обстановка осадконакопления указывает на ЦР (рис. 82; Габдуллин, 1996а; 1996в; Gabdullin R.R., 1997а) и модель № 1 (рис. 83). В шлифах видно, что содержание глинистого материала в БКЭР больше, чем в МКЭР. Происхождение ритмов может быть объяснено климатическими флуктуациями - результатом прецессионных астрономических циклов Миланковича (Gale, 1999). Схематическая палеогеографическая схема для раннего сеномана (фаза *mantelli*) приведена на рис. 84.

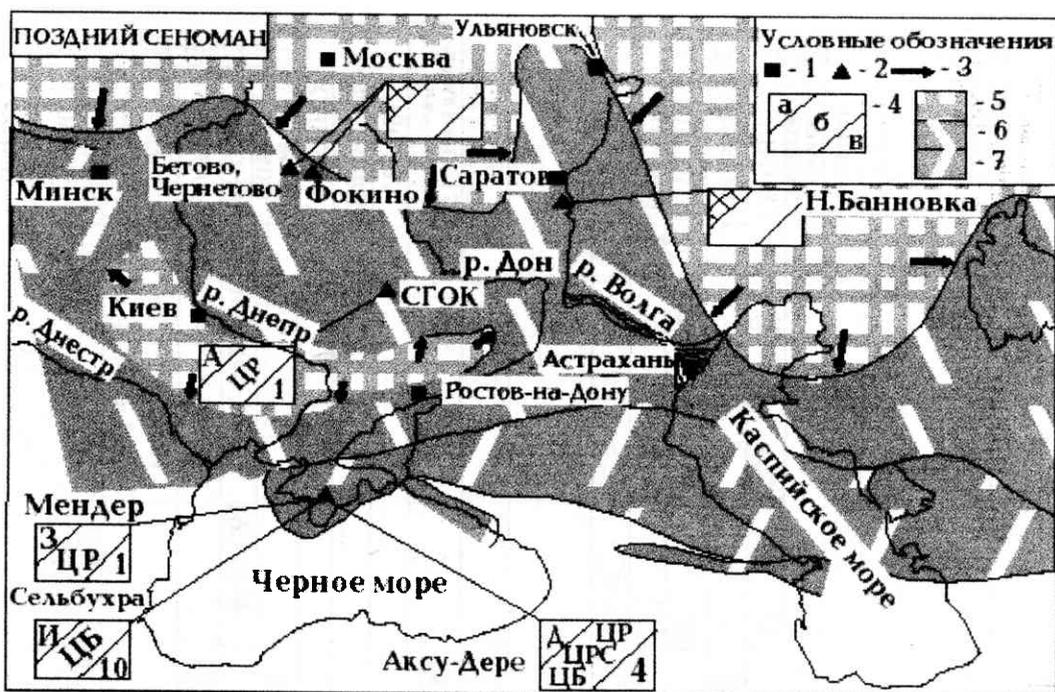


Рис. 79. Авторская палеогеографическая карта юга Русской плиты с использованием материалов А.С.Алексеева и Л.Ф.Копаевич. Поздний сеноман. Условные обозначения: 1 - города; 2 — разрезы; 3 — направление терригенного сноса кремнистые осадки; 4 — данные по разрезу: а — тип ритмов, генезис; б — механизм, в — модель; 5 — предполагаемая суша; 6 — относительно мелководные условия седиментации; 7 — относительно глубоководные условия. Прочие условные обозначения — см. рис. 40, 77. Масштаб 1: 32800000

Средний сеноман Фаза *Turrelites costatus*

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Чрезвычайно богатый палеоценоз. Бентосные формы (31 род) преобладают над нектонными (20 родов), что свидетельствует о крайней мелководности бассейна (Алексеев, 1989).

Глубина. Комплекс акул и скатов родов *Cretolamna*, *Pseudoisurus*, *Cretoxyrina*, *Notidamus*, *Paleoanacorax*, *Ptychodus* характеризует прибрежно-морскую область. Присутствие в составе палеоценоза усоногих рачков и устриц указывает на мелководность бассейна. Скорее всего, глубина составляла первые десятки метров.

Солёность. Газовый режим. Присутствие в составе палеоценоза кораллов и крабов свидетельствует о нормальной солёности и нормальном содержании в воде растворённого кислорода.

Температура. Отмечается фитокомплекс из 18 видов растений (цикадовые, хвойные, папоротники, беннетитовые, архаичные покрытосеменные и однодольные), свидетельствующий о тропическом климате.

Тип субстрата. Скаты предпочитают рыхлое дно. Кораллы, пеллециподы родов *Spondylus*, *Rusnodonte*, *Amphiodonte* прикрепляются к твёрдому субстрату. Усонogie рачки прикрепляются к береговым скалам или твёрдой поверхности плавающих объектов. Предполагается существование рыхлого дна с каменистыми выступами.

Гидродинамика. Усонogie рачки и устрицы приспособлены для существования в условиях с активной гидродинамикой (волнение и течения).

Формирование известняк — мергельных ритмов («З») трактуется

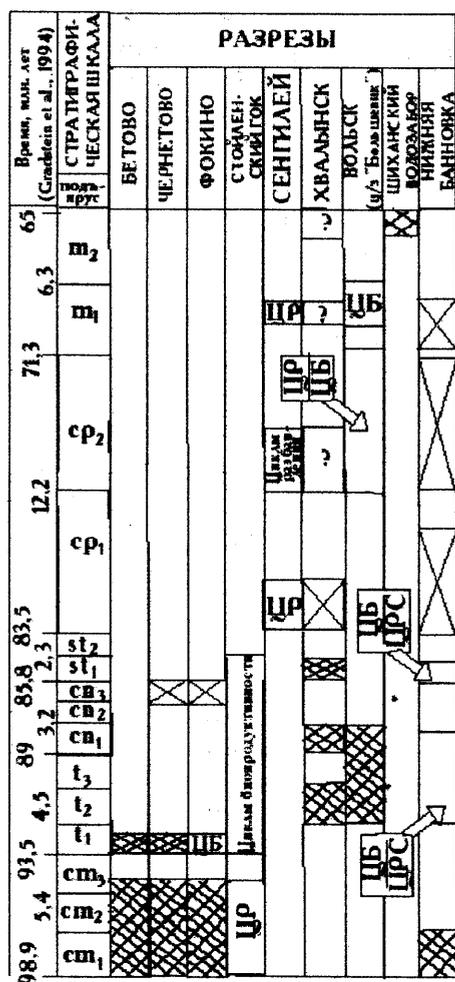


Рис. 80. Хроностратиграфическое распределение механизмов формирования ритмов в верхнемеловых разрезах Русской плиты. Условные обозначения приведены на рис. 41

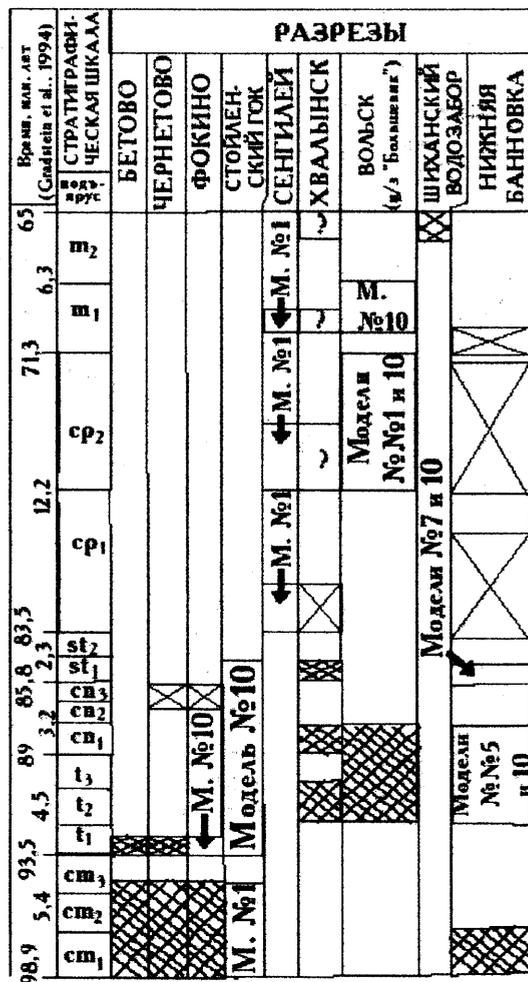


Рис. 81. Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмов в верхнемеловых разрезах Русской плиты. Условные обозначения приведены на рис. 41

как результат ЦР терригенным материалом карбонатной седиментации (рис. 82) в мелководно-прибрежной обстановке (модель № 1, рис. 83). Хотя природа ритмов недостаточно доказана, автор принимает этот механизм и модель, как движущие факторы, т. к. они являлись причиной формирования ритмов в раннем сеномане и во второй половине среднего сеномана. Природа ритмов связана с климатическими флуктуациями, вызываемыми прецессионными астрономическими циклами Миланковича (Gale, 1999). Схематическая палеогеографическая схема для среднего сеномана дана на рис. 83.

Фаза *Rotalipora cushmani*

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Глубина. Макрофоссилии представлены нектонными формами — аммонитами и бентосными формами — иноцерамами. Ихнофоссилии *Teichihmus*, *Planolites* свидетельствуют о присутствии в составе палеоценоза пеллеципод. Следы *Thalassinoides* указывают на присутствие ракообразных. Следы *Zoophycos* обычно принадлежат червям. Совместное нахождение ихнофоссилий указывает на область берегового склона. Значительную роль играет планктон с карбонатным скелетом. Обеднённый палеоценоз возможно свидетельствует об углублении бассейна (рис. 84).

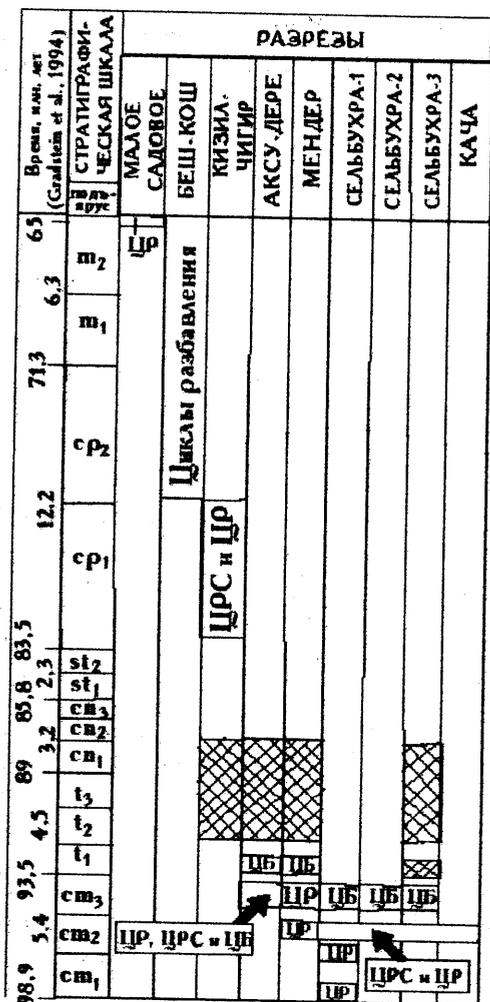


Рис. 82. Хроностратиграфическое распределение механизмов формирования ритмов в верхнемеловых разрезах ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 41

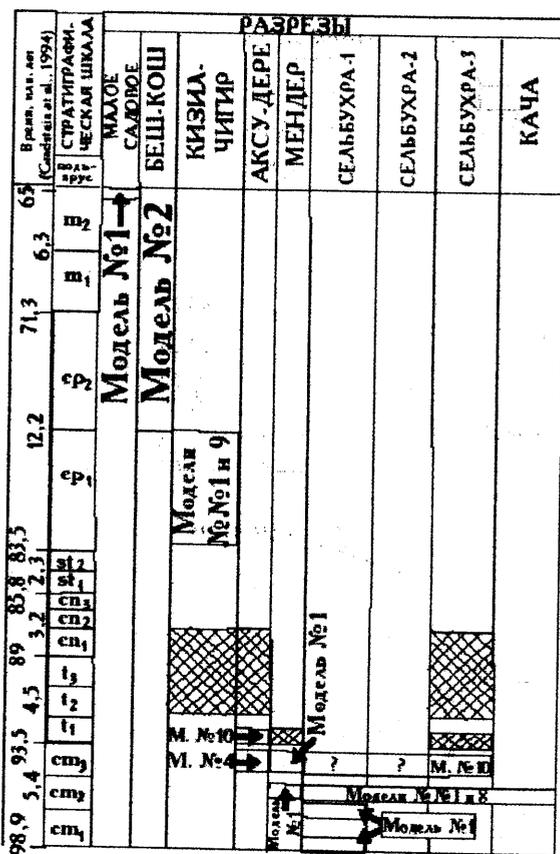


Рис. 83. Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмов в верхнемеловых разрезах ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 41

Газовый режим. Присутствие пиритовых конкреций, ожелезнённых ихнофоссилий подтверждает условия дефицита растворённого в воде кислорода. Ихнофоссилии *Teichiumus*, *Planolites*, *Zoophycos*, и *Thalassinoides* свидетельствуют о благоприятном кислородном режиме, в то время, когда следы *Chondrites* устойчивы к флуктуациям концентрации растворённого в воде кислорода. Циклическое распределение ихнофоссилий является результатом вариаций газового режима.

Температура. Вариации температуры имели место, причем МКЭР накапливался в относительно холодное время (23,5—25°C), а БКЭР — в относительно более теплое (24—25,5°C). Слабые вариации температуры (0,6—1°C) имели место не только при смене формирования одного ЭР другим, но и во время формирования одного ЭР. Новые данные отличаются от ранее опубликованных (Фролов, 1995): МКЭР — 14—16 °С, БКЭР — 22—24 °С.

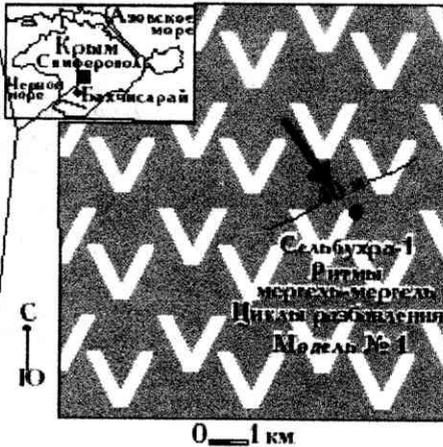
Тип субстрата. Обилие ихнофоссилий свидетельствует о присутствии рыхлого субстрата.

Солёность. Присутствие ракообразных указывает на условия нормальной солёности, однако, одной из причин сероводородного заражения может быть стратификация водных масс с разной солёностью и плотностью.

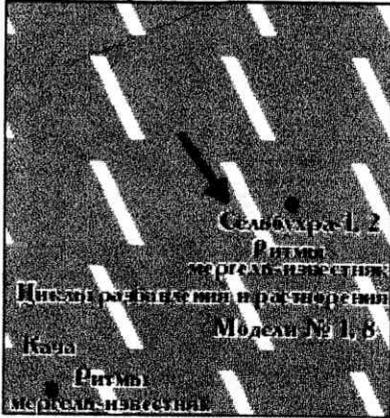
А. Геологическая схема



Б. Ранний сеноман. Фаза mantelli



В. Средний сеноман



Г. Поздний сеноман

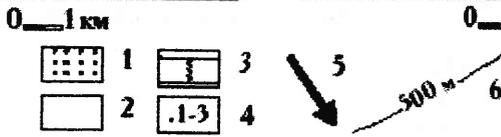
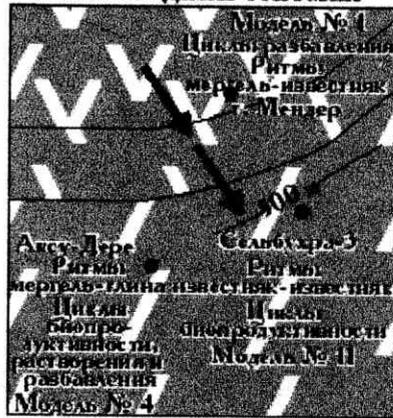


Рис. 84. Схема геологического строения (а) и палеогеографические схемы (б—г) Бахчисарайского района (ЮЗ Крым) с местами расположения изученных разрезов. Условные обозначения: 1 - отложения, подстилающие сеноман; 2 — сеноман; 3 — отложения, перекрывающие сеноман; 4 — разрезы (место и номер); 5 — направление предполагаемого сноса терригенного материала; 6 — изобаты (м). Прочие условные обозначения приведены на рис. 3, 41

Гидродинамика. Существование стратифицированных вод говорит о наруше-

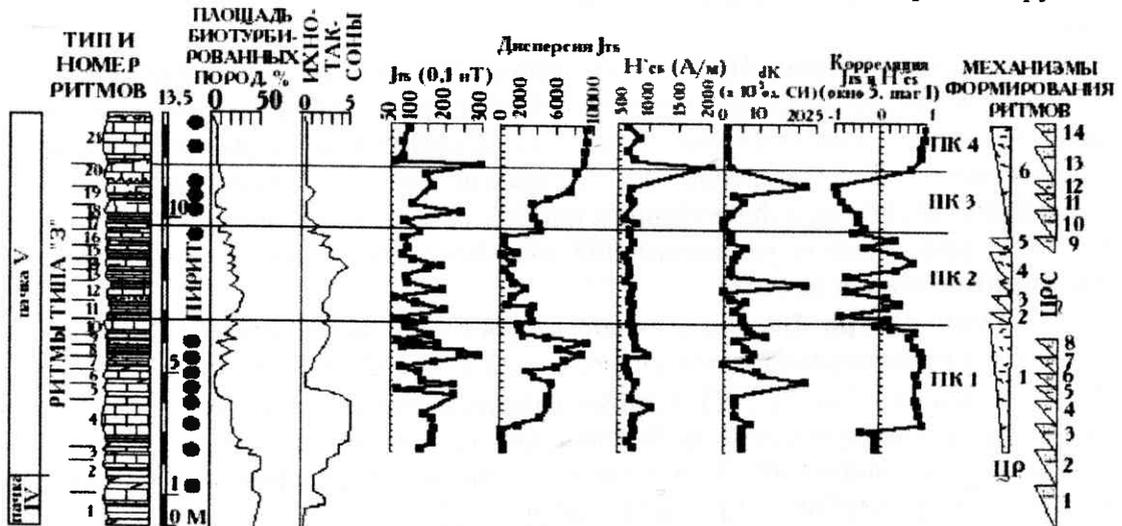


Рис. 85. Распределение пиритовых конкреций, площади биотурбированных пород, ихнотаксонов, остаточной намагниченности насыщения и ее дисперсии, разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения, прироста магнитной восприимчивости, корреляции остаточной намагниченности насыщения, числа ритмов и механизмы их образования в четырех петромагнитных комплексах (ПК) разреза среднего сеномана "Сельбухра-1". Условные обозначения приведены на рис. 3, 41

ниях в гидродинамике и стагнации в бассейне. Периодическое возникновение стратификации свидетельствует о **вариациях в гидродинамическом режиме.**

Формирование ритмичности в разрезе г. Сельбухры. Распределение изученных параметров приведено на рис. 84—86. Распределение петромагнитных параметров в разрезе «Сельбухра-1» позволило выделить 4 петромагнитных комплекса (рис. 84; Gabdullin, Guzhikov, Dundin, 1999), краткая характери-

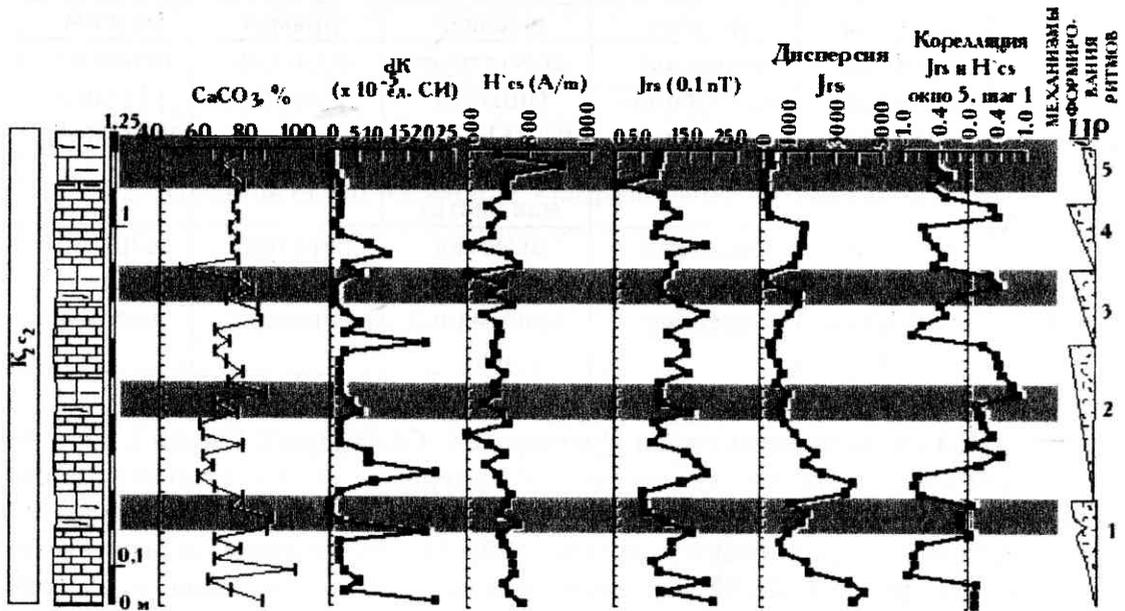


Рис. 86. Распределение содержания карбоната кальция и петромагнитных параметров, механизмов образования четырех ритмов в интервале среднесеноманских отложений г. Сельбухры (разрез №1) Бахчисарайского района ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 3, 41

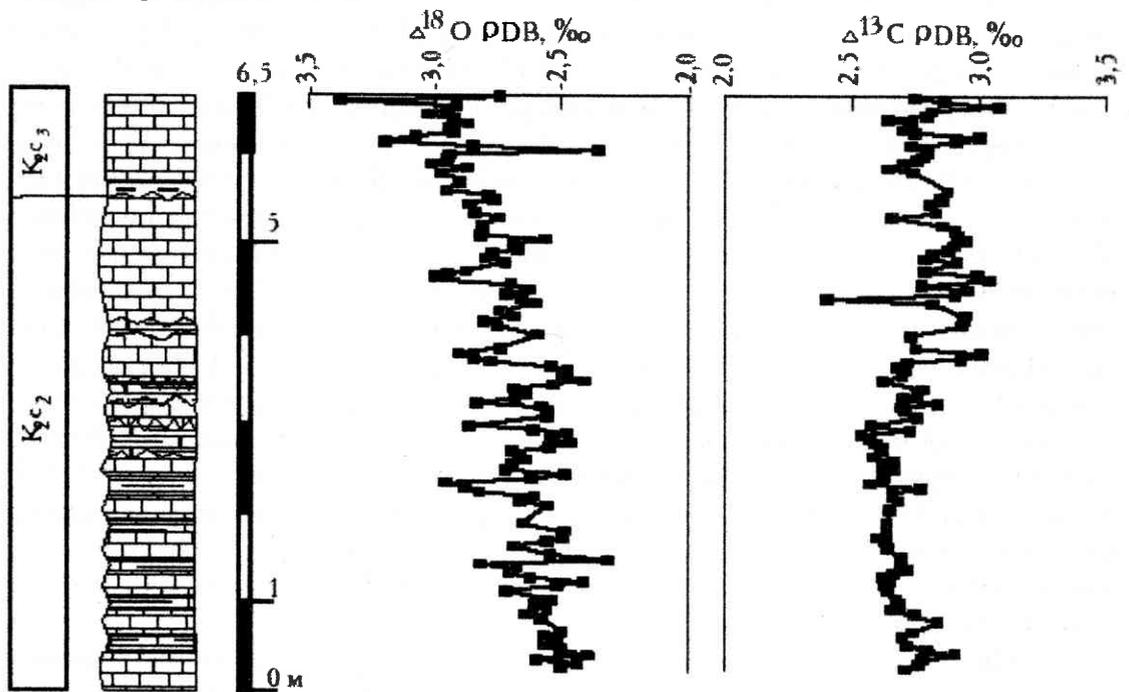


Рис. 87. Распределение изотопов кислорода 18 и углерода 13 в интервале ритмичной известняк — мергельной толщи в разрезе "Сельбухра-2", средний — верхний сеноман Бахчисарайского района ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 3

стика которых приведена в таб. 39.

Распределение и характеристика изученных параметров в установленных петромагнитных комплексах (ПК), средний сеноман, г. Сельбухра, разрез «Сельбухра-1»

(ПК), №	Jrs	H'cs	dk	корреляция Jrs и H'cs	дисперсия Jrs
1	высокая	средняя	высокая	прямая	максим.
2	средняя, осциллирующая	минимальная, осциллирующая	отсутствует (нижняя часть) и высокая (верхняя часть)	осциллирующая	осциллирующее убывание
3	высокая	высокая	высокая	обратная	возрастание
4	минимальная	средняя	минимальная	прямая	высокая

ПК 1 (нижняя часть пачки V в разрезе г. Сельбухры). Связан с постоянным привносом терригенного магнитного материала. На это указывает постоянная положительная корреляция Jrs и H'cs. Таким образом, цикличность терригенного разбавления отсутствует (рис. 85). Многочисленные горизонты пиритовых конкреций в МКЭР маркируют циклы растворения. Данному интервалу разреза отвечают 8 циклов растворения (рис. 85). Предлагается модель № 8 для описания процесса седиментации во время накопления осадков первого петромагнитного комплекса.

ПК 2 характеризуется осциллирующим привносом терригенного магнетита и сульфидов, т. е. циклами разбавления. Каждый последующий раз объём привноса был меньше, чем в предыдущий раз. Это подтверждается постоянным уменьшением амплитуды осцилляции вверх по разрезу на графике корреляции Jrs и H'cs (рис. 85). В шлифах видно, что содержание кластического материала больше в МКЭР, а в БКЭР преобладает микритовый кальцит. Можно предположить, что район денудации периодически погружался и каждый последующий раз эвстатический подъём уровня моря был относительно выше или расстояние до источника сноса постоянно увеличивалось (в любом случае имели место циклы привноса терригенного материала в бассейн с карбонатной седиментацией). Следует отметить, что много пиков dk (до $5 \cdot 10^{-6}$ СИ) связаны с концентрацией сульфидов, а не объёмом привноса. Предлагается модель № 1, описывающая циклы разбавления. Полное отсутствие пиритовых конкреций в данном интервале хорошо сопоставляется с изменением характера кривой корреляции Jrs и H'cs (рис. 85). Таким образом, ЦРС в данном интервале разреза не являлись ритмоформирующим механизмом. Ритмообразующий фактор — 4 цикла разбавления (рис. 8). Детальное распределение ряда параметров внутри данного ПК приведено на рис. 86.

ПК 3. Время постоянного привноса магнетита. Возрастание значений термокаппы интерпретируется как осаждение аутигенных сульфидов в дизоксидной обстановке во время эвстатического подъёма уровня моря, а не за счёт транспорта аллотигенных сульфидов с суши. Поверхности типа «твёрдое дно», разделяющие ЭР, горизонты пиритовых конкреций подтверждают 4 ЦРС (модель № 8).

ПК 4 характеризуется минимальными значениями dk и Jrs . Объем терригенного материала, поступающего в седиментационную систему уменьшился, возросла глубина бассейна (по сравнению с предыдущими петромагнитными комплексами). Редкие пиритовые конкреции, эрозионные поверхности свидетельствуют о двух ЦРС (модель № 8). В конце среднего сеномана бассейн попал под влияние фактора привноса вулканического материала. Это запечатлено в бентонитовом прослое, несогласно перекрывающем пласт известняка в кровле пачки V.

Таким образом, формирование ритмов в данном разрезе связано с ЦР и ЦРС (Gabdullin, 1997a, б; Gabdullin, Guzhikov, Dundin, 1999), моделями № 1 и 8 (рис. 82, 83, 85).

Исследование связи ритмичного разреза пачки V с циклами Миланковича методом спектрального анализа (рис. 88) позволило выделить циклы эксцен-

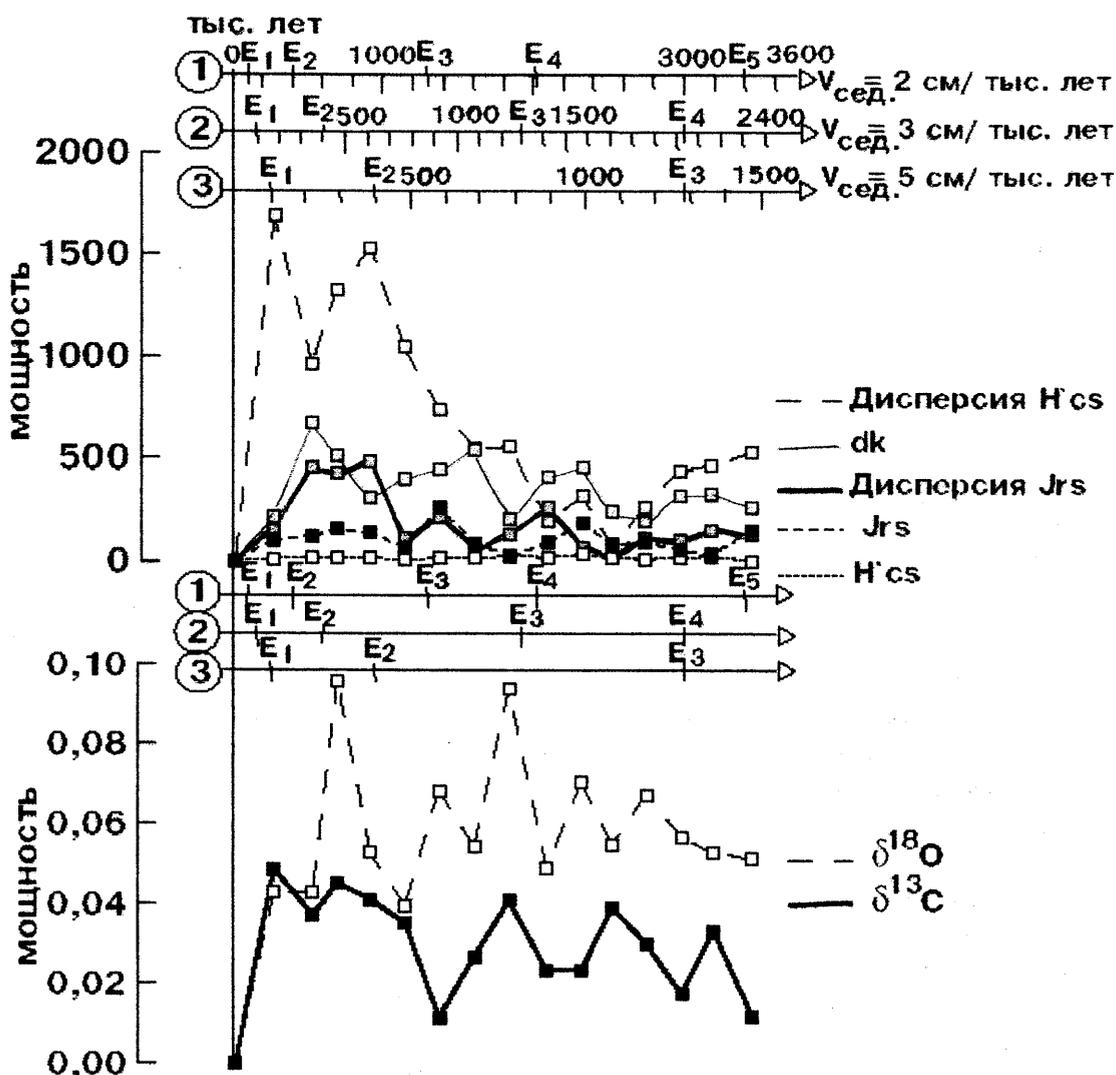


Рис. 88. Спектральное Фурье-распределение ряда параметров в среднесеноманских отложениях г. Сельбухры (пачка V) Бахчисарайского района ЮЗ Крыма

триситета E_1 по дисперсии $H'cs$, $\delta^{13}C$, $\delta^{18}C$ и E_2 по дисперсии $H'cs$ при $V_{сед.}=5$ см/1000 лет или E_3 по dk , Jrs , дисперсии Jrs , $\delta^{13}C$, $\delta^{18}C$ при $V_{сед.}=2$ см/1000 лет (рис.88). Используя биостратиграфическое расчленение (Gale, 1998) для отло-

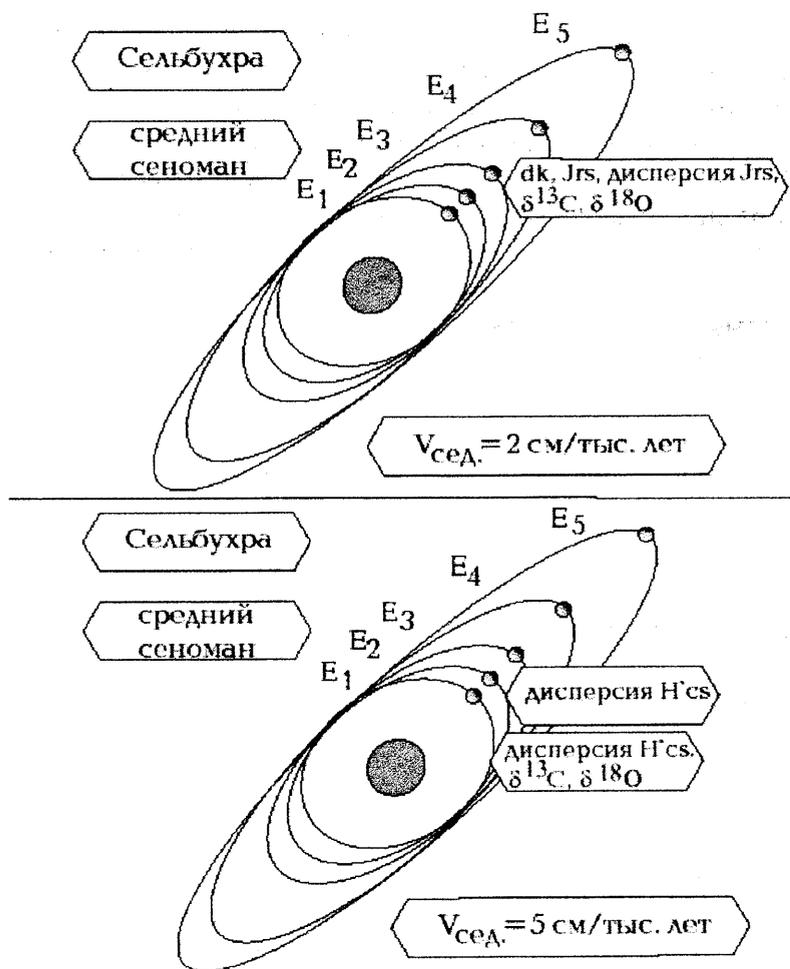


Рис. 89. Диаграмма результатов исследования связи осциллирующих параметров с циклами Миланковича методом спектрального Фурье-анализа на ЭВМ (г. Сельбухра Бахчисарайского района ЮЗ Крыма)

анализа методом “ручного” подсчета определялась частота осцилляций замеренных параметров. Только флуктуации dk (рис. 86) обнаруживают связь с циклами прецессии: число больших пиков совпадает с числом ритмов. Возможно, что вариации dk (рис. 87) большей амплитуды совпадают с циклами наклона эклиптики (вычисitanное значение – 44322,(7) лет), когда суммарное количество больших и малых пиков в два раза больше количества элементарных циклитов.

В методе “ручного” подсчета были использованы 10 шкал времени, схема сопоставления которых приведена в таб. 41. Из нее видно, что оценки продолжительности веков по данным разных авторов могут различаться вдвое и/или на порядок (так же, как и ЦМ). Для данного разреза г. Сельбухры, где восстановлен сводный ритморазрез (по шкале Hardenbol et. al, 1998) подсчеты по остальным 9 шкалам не проводились.

Таким образом, в данном разрезе установлены циклы прецессии (двумя методами), наклона эклиптики (одним методом) и эксцентриситета (одним методом). К сожалению, ни один из видов ЦМ не подтвержден всеми тремя методами, что, скорее всего, связано различными «граничными» и постулируемыми основами трех методов. Результаты комплексного исследования приведены на рис.90.

жений пачек V—VI удалось воссоздать сводный ритморазрез верхов среднего-верхнего сеномана

Бахчисарайского района ЮЗ Крыма. По использованной шкале времени (Hardenbol et. al, 1998) продолжительность формирования литологических ритмов оказалась равной 20995 лет, что отвечает циклам прецессии P_2 . По спектральному анализу параметров установлены циклы эксцентриситета, что может быть связано с, как правило, более высокопорядковыми, и, следовательно, менее частотными вариациями ряда параметров, чем более частотные изменения литотипов по разрезу. Кроме спектрального

Схема сопоставления геохронологических шкал (Gradstein et al., 1994)

Авторы, год	V. Hinte, 1975	Harland 1982	Palmer, 1983	Haq, 1987	Harland, 1989	Cowie, 1989	Odin, 1990	Obradovich, 1993	Gradstein & Ogg, 1994	Hardenbol et al., 1998
Век	Продолжительность, Ma									
<i>m</i>	5	8	8.5	7	9	10	7	6	6.3	6.3
<i>cp</i>	8	10	9.5	10	9	8	10	12	12.2	12.2
<i>st</i>	4	5	3	4	4	3	5	3	2.3	2.3
<i>cn</i>	4	1	2	1	2	2	1	3	3.2	4.5
<i>t</i>	6	2	3	3	3	3	3	4	4.5	4.5
<i>cm</i>	8	6	6	4	5.5	4	5	5	5.4	5.4

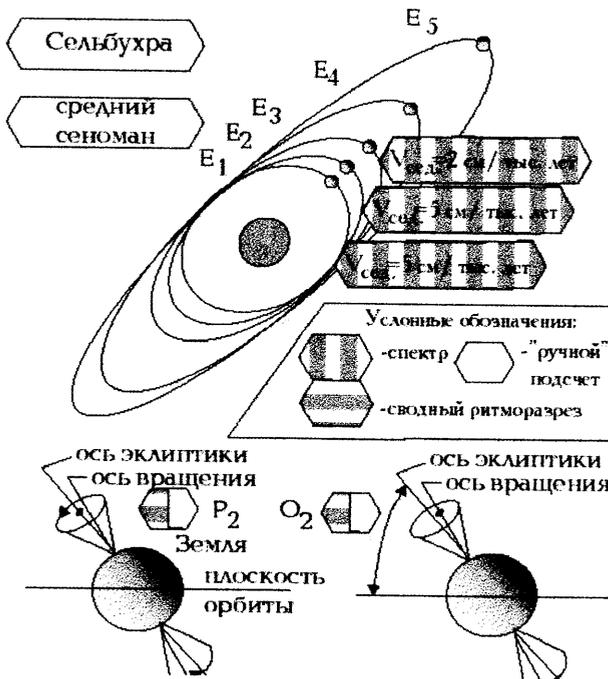


Рис. 90. Диаграмма результатов исследования связи литологической ритмичности разреза г. Сельбухра (средний сеноман, пачка V) с циклами Миланковича тремя методами

Обилие пиритовых конкреций подтверждает условия дефицита растворённого в воде кислорода.

Температура. Планктон с карбонатным скелетом свидетельствует о тепловодности бассейна.

Тип субстрата. Лингулиды поселяются на рыхлом дне.

Данные по гидродинамике отсутствуют. Схематическая палеогеографическая схема приведена на рис. 84.

Формирование ритмичности в разрезе г. Сельбухра. Распределение петромагнитных и прочих параметров (рис. 91) позволило выделить в разрезе 2 ПК (Gabdullin, Guzhikov, Dundin, 1999).

ПК 1. Слабые ЦР устанавливаются по осцилляциям на графике корреля-

Поздний сеноман

Фаза *Rotalipora cushmani* — фаза *Whiteinella archaeocretacea*

Характеристика бассейна седиментации (Сельбухра, Мендер).

Состав палеоценоза. Биоценоз представлен бентосными формами — брахиоподами *Lingula belbekensis* и планктоном с карбонатным скелетом (Алексеев, 1989).

Глубина бассейна предположительно составляла 40—100 м (область обитания лингулид).

Солёность. Брахиоподы рода *Lingula* — эвригалинные организмы (могут выносить опреснение), способные обитать в загрязнённой воде. Обилие планктона указывает на нормальную солёность.

Газовый режим. Присутствие

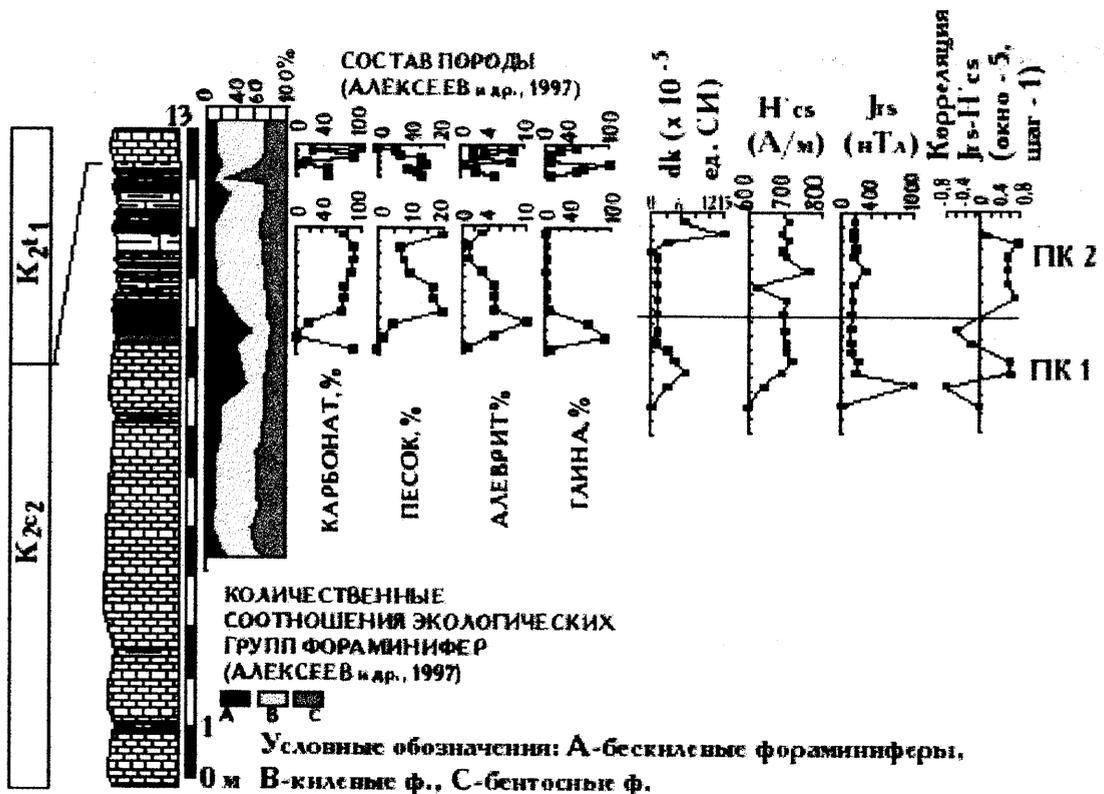


Рис. 91. Распределение экологических групп фораминифер, карбоната кальция и нерасстворимой фракции; прироста магнитной восприимчивости; разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения, остаточной намагниченности насыщения, их корреляции в двух петромагнитных комплексах (ПК) верхнесеноманских отложениях разреза "Сельбухра-3" Бахчисарайского района ЮЗ Крыма. Условные обозначения см. рис. 3

ции J_s и $H's$ и пикам на кривых концентраций рентгено-структурного анализа. Присутствие в разрезе белых, ритмично построенных не песчаных карбонатных пород, скорее всего, свидетельствует о ЦБ. Учитывая, что верхний сеноман разреза г. Сельбухры представлен еще более глубоководной известняковой фацией, в отличие от сравнительно мелководной известняк-мергельной фации среднего сеномана, значение ЦР значительно сокращается. Вариации мощностей слоёв известняков 1 (1—4 м) возможно вызваны ЦБ. Почти постоянное отношение П/Б может указывать на отсутствие эвстазии. Присутствие одного бентонитового прослоя при полном отсутствии признаков растворения недостаточно для модели № 9. Таким образом, для интерпретации природы ритмов предлагается модель № 1 (рис. 83), связанная с **климатическими вариациями**.

ПК 2. «Постоянное разбавление» (отсутствие цикличности разбавления). Имел место постоянный привнос магнетита. В шлифах видны небольшие вариации содержания кластической компоненты в элементах ритмов. Породы характеризуются возрастанием значений dk без возрастания значений J_s , что интерпретируется как формирование аутигенных сульфидов (пирит) в условиях дефицита растворённого в воде кислорода, что может свидетельствовать об изменениях в гидродинамике бассейна (в разрезе Аксу-Дере это приводит к полной аноксии). Вариации отношения П/Б (рис. 91) могут быть проинтерпретированы как **эвстатические флуктуации**. Предлагается модель № 10 (ЦБ) для объяснения природы ритмов типа «И» (рис. 82, 83).

Сравнительно высокие средние значения J_s (18.2 нТ) для пород верхнего сеномана и сравнительно низкие средние значения J_s (8.1 нТ) для среднесе-

номанских пород г. Сельбухры могут интерпретироваться как возрастание объёма терригенного привноса и возможное возрастание тектонической активности к концу сеномана. Это обстоятельство косвенно подтверждается сериями сингенетических микробросов в ритмично построенном разрезе «Сельбухра-3» (Gabdullin R.R., 2001a). Возрастание тектонической активности приводит к нарушению формирования ритмичной толщи сеномана, возможно в результате оползания осадка. Верхи сеномана в разрезе г. Сельбухры напоминают скорее всего «хаотическое переслаивание», в котором резко варьируют мощности ЭР, встречаются «прямые» и «обратные» ритмы.

Формирование ритмичности в разрезе г. Мендер. Распределение изученных параметров видно на рис. 92. Возрастание значений Jrs интерпретируется, как увеличение терригенного привноса магнетита. Отсутствие в привносимом материале сульфидов подтверждается низкими значениями магнитной восприимчивости, вариациями Jrs и $H'cs$, незначительными значениями корреляции Jrs и $H'cs$. Отсутствие широкоамплитудных осцилляций на графике корреляции Jrs и $H'cs$ интерпретируется как почти постоянное возрастающее разбавление (рис. 92), что подтверждается постоянным возрастанием значением мощностей мергелей при почти постоянных значениях мощностей известняков. В опробованном интервале разреза предполагается присутствие трех ЦР (рис. 82, 92). Модель № 1 (рис. 83) предлагается для объяснения природы ритмов типа «З». Генезис ритмичности, скорее всего, связан с климатическими вариациями.

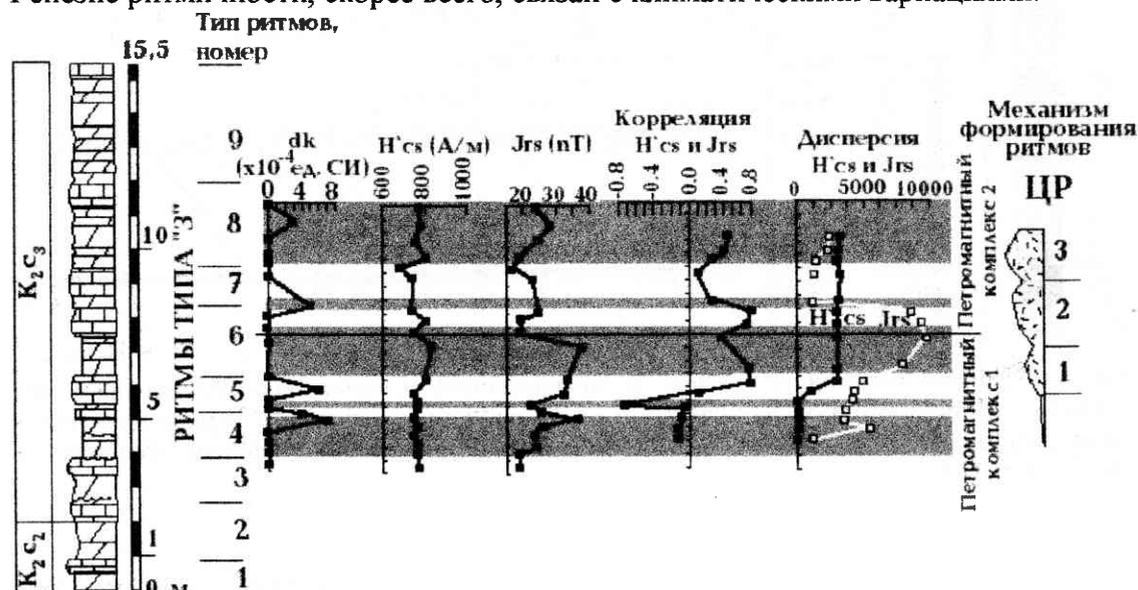


Рис. 92. Распределение прироста магнитной восприимчивости, разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения, остаточной намагниченности насыщения, их дисперсии и корреляции в двух петромагнитных комплексах (ПК) верхнесеноманских отложениях разреза г. Мендер Бахчисарайского района ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 3

Характеристика бассейна седиментации (Аксу-Дере).

Состав палеоценоза. Бентосные формы организмов устанавливаются по присутствию ихнофоссилий *Chondrites*, nektonные — представлены костными рыбами.

Глубина бассейна в районе Аксу-Дере была больше, чем в районе Сельбухры и Мендер, и составляла около 500 м (Алексеев, 1989; рис. 84).

Газовый режим. Гидродинамика. Присутствие лимонитовых конкреций и ихнофоссилий *Chondrites* при отсутствии прочих бентосных организмов,

литология пород (чёрный битуминозный сланец) однозначно свидетельствуют о сероводородном заражении, формировании стратифицированных вод с нарушенной гидродинамикой.

Тип субстрата. Ихнофоссилии свидетельствуют о рыхлости субстрата. Данные о температуре и солёности бассейна отсутствуют.

Формирование ритмичности в разрезе Аксу-Дере. Циклы растворения устанавливаются по циклическому распределению биотурбации, уровням присутствия и отсутствия фораминифер, богатому содержанию органического углерода и шести горизонтам лимонитовых конкреций, отвечающих, видимо, максимальным условиям анаэробной среды (рис. 93). На возможные циклы разбавления могут указывать флуктуации содержания кварцевых зёрен в разрезе. Ранее (Гаврилов, Копаевич, 1997) для этого разреза предлагалась модель 4 (рис. 82, 83). Таким образом, происхождение ритмов, скорее всего, связано с тектоно-эвстазией (**эвстатическая модель**).

Для верхнесеноманских разрезов не проводилось исследование на связь с ЦМ из-за невозможности соблюдения обязательных условий методов.

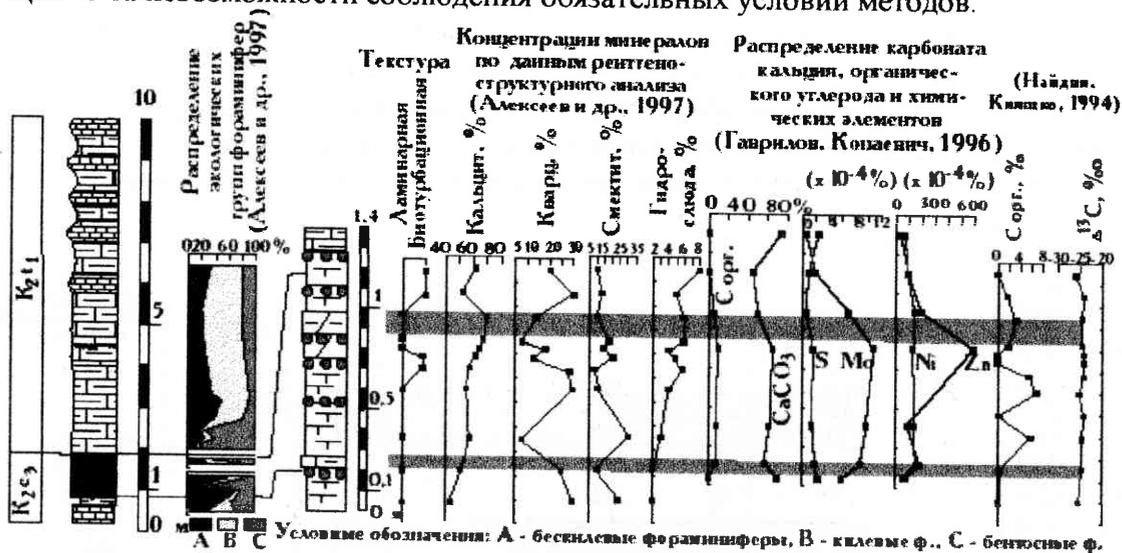


Рис. 93. Распределение экологических групп фораминифер, типов текстур, минералов, химических элементов и изотопа углерода ^{13}C в пограничных сеноман — туронских отложениях разреза Аксу-Дере Бахчисарайского района ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 3

Туронский век

В туронский век в Ульяновско-Саратовском, Воронежском бассейнах и бассейнах ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа происходило накопление преимущественно карбонатных илов. На рубеже сеномана-турона в Ульяновско-Саратовском бассейне в мелководно-морских условиях проходило формирование терригенных фосфоритонесущих осадков, а в Крымском и Кавказском бассейнах в относительно более глубоководных условиях накапливались богатые органикой терригенно-карбонатные осадки (Алексеев, 1989; Афанасьев, 1993; Герасимов и др., 1962).

Ранний турон

Реконструкция палеогеографических условий Ульяновско-Саратовского бассейна раннего турона для территории Саратовского Поволжья (Вольск, Хвалынский, Нижняя Банновка) затруднена ввиду отсутствия отложений.

Русская плита

Характеристика бассейна Воронежской антеклизы. В рассматриваемый временной интервал большая часть территории представляла собой крайне мелководный бассейн седиментации.

Фаза *Praeactinocamax plenus triangulus* («Фосфоритовая плита», «Сурка»)

Состав палеоценоза. Скудный палеоценоз, состоящий из планктона с карбонатным скелетом, белемнитов *Pr. plenus triangulus*, губок и пелеципод.

Глубина. Предполагается существование мелководного бассейна, в котором происходит образование фосфоритовых конкреций. Формирование современных фосфоритовых залежей (Фролов, 1993) происходит чаще всего в полуизолированных морях, проливах в литоральной, лагунно-заливной и более глубокой шельфовой зоне (край шельфа). На близость суши указывают частые находки ископаемой древесины в районе г. Фокино и СГОКа.

Температура. Фосфориты обычно документируют аридные условия (Фролов, 1993). Таким образом, преобладал тёплый или жаркий климат. По палеотемпературным данным (Тейс, Найдин, 1973), полученным по белемнитам для раннего турона Русской плиты, температура воды составляла 12,8—13,4 °С.

Гидродинамика. Образование фосфоритов происходит в активных гидродинамических обстановках (Фролов, 1993). Современные места накопления фосфоритов характеризуются ветрами силой 1—3 балла, реже — до 4—6 баллов, слабой и средней зыбью, иногда сильным прибоем, подъёмом подповерхностных холодных вод, присутствии холодных поверхностных течений и тёплых глубинных противотечений (Батурин, 1978). Окатанность фоссилий подтверждает активные гидродинамические условия в бассейне седиментации (волнение и течения).

Газовый режим. Активные гидродинамические условия и окислительная обстановка, характерная для формирования фосфоритов, свидетельствуют о достаточном содержании растворённого в воде кислорода.

Солёность. Губки документируют условия нормальной солёности.

Данные по типу субстрата отсутствуют. Ритмичность не установлена.

Ранний турон, фаза *Praeactinocamax plenus triangulus* — поздний турон

Состав палеоценоза. Доминируют: планктон с карбонатным скелетом, бентосные формы животных (пелециподы, брахиоподы) над нектонными (белемниты, акуловые (*Cretoxyrhina* sp.) и костистые рыбы).

Глубина. Присутствие губок *Ventriculites* указывает на сравнительно большие глубины: сотни метров—километры. Находки цидароидных ежей обычно позволяют сделать вывод о глубинах 75—100 м. Многочисленные устрицы, в том числе и рода *Ostrea*, обычно обитают в интервале 40—100 м. Ежецидароиды питаются морскими губками, соответственно, эти две группы организмов должны сосуществовать вместе. Все эти формы могли заселять бассейн с глубинами более 100 м (сублитораль, пелагиаль). Наиболее мелководные представители этого сообщества: пектениды (10—50 м) и устрицы — пикнодонты (30—40 м). Таким образом, предполагаемая глубина бассейна составляла 40—100 м.

Солёность. Палеоценоз в основном состоит из стеногалинных организмов, что свидетельствует о нормальной солёности бассейна.

Температура. Присутствие в сообществе теплолюбивых амфидонт, острей и пектенид позволяет сделать вывод о теплопроводности бассейна.

Тип субстрата. Ювенильные и малоразмерные особи рода *Ostrea* обычно прикрепляются к твёрдому субстрату. Взрослые особи рода *Ostrea* свободно лежат на дне. Рыхлый, илистый грунт необходим для существования цидароидов. Губки нуждаются в твёрдом субстрате. Пектениды и иноцерамы заселяют все типы грунта. Следовательно, дно было рыхлым со скальными выступами. Более мелководные организмы (пектениды, амфидонты) могли поселяться на этих выступах, а более глубоководные (цидароиды) заселяли дно бассейна. Периодически ложе бассейна представляло собой поверхность типа «твёрдое дно».

Газовый режим. Данные о нормальном содержании растворенного в воде кислорода подтверждаются находками скелетов губок, раковин пектенид. Присутствие пиритовых конкреций, стенооксидных иноцерам говорит в пользу возможных условий дефицита растворённого в воде кислорода. Эпизодические изменения газового режима вызывались вулканической деятельностью: в разрезе присутствуют 2 бентонитовых прослоя. Вариации в распределении ихнофосфорилей и концентрации органического углерода указывают на незначительные флуктуации газового режима.

Гидродинамика. Наличие активных гидродинамических процессов (течений) подтверждается присутствием раковин устриц и пектенид. Тем не менее, имели место нарушения в циркуляции водных масс с образованием застойных вод и формированием пиритовых конкреций.

Формирование ритмичности в разрезе карьера Стойленского ГОКа. Распределение изученных параметров приведено на рис. 94. Постоянная отри-

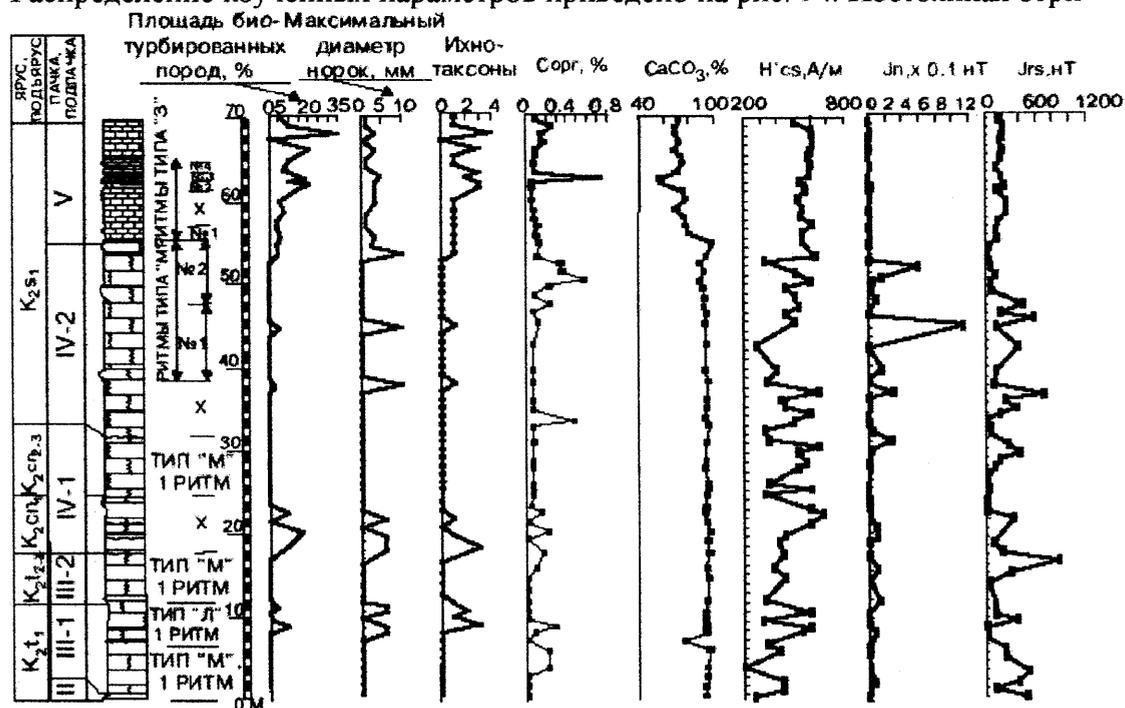


Рис. 94. Распределение площади биотурбированных пород, максимального диаметра норок, ихнотаксонов, содержания органического углерода, карбоната кальция, разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения, естественной остаточной намагниченности, остаточной намагниченности насыщения в туронских, коньякских и нижнесантонских отложениях карьера Стойленского ГОКа г. Старого Оскола Белгородской области. Условные обозначения приведены на рис. 3

цательная корреляция H'cs и Jrs (прил. 13) свидетельствует об отсутствии ЦР в бассейне с пелагической карбонатной седиментацией. Слабые вариации содержания карбоната кальция в толще писчего мела, скорее всего, связаны с ЦБ (рис. 80, 94). Модель № 11 объясняет причины возникновения ритмов петротипов «Л» и «М» (рис. 81).

Оценка связи ритмов с циклами Миланковича методом спектрального анализа (рис. 95) позволила выделить циклы эксцентриситета E₂ и E₄ по CaCO₃, Jrs, Jn, H'cs при V_{сед.}=2 см/1000 лет (рис. 96) в интервале турон-ранний сантон.

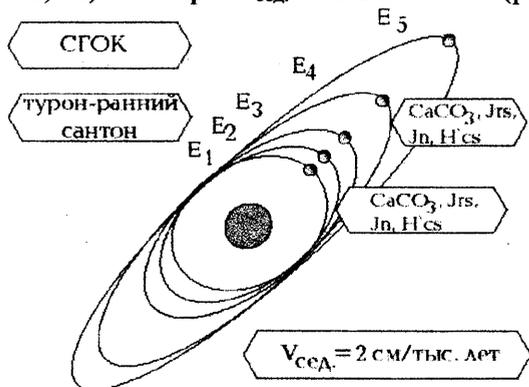


Рис. 95. Диаграмма результатов исследования связи осцилляций параметров с циклами Миланковича методом спектрального Фурье-анализа на ЭВМ (карьер Стойленского ГОКа г. Старый Оскол)

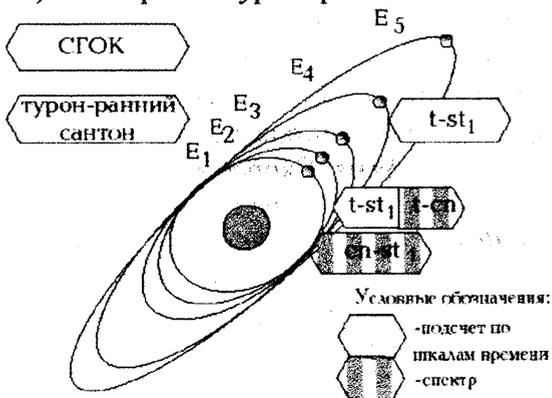


Рис. 96. Диаграмма результатов исследования связи осцилляций параметров разреза карьера Стойленского ГОКа с циклами Миланковича серией методов

Используя метод ручного подсчета среднего числа осцилляций параметров по 10 шкалам, выделены циклы E₂ (рис. 96). Совпадение – 10% (рис. 97).

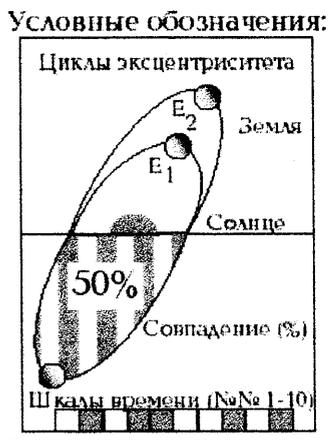
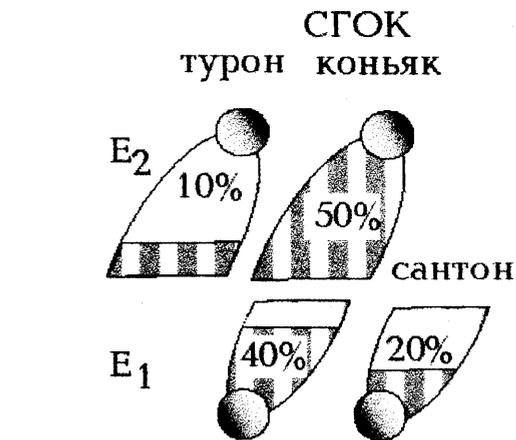


Рис. 97. Диаграммы результатов подсчета циклов Миланковича по 10 геохронологическим шкалам в разрезах Русской плиты и ЮЗ Крыма

Таким образом, в данном разрезе установлены циклы эксцентриситета.

Формирование ритмичности в разрезе карьера у г. Фокино происходило в условиях, аналогичных разрезу СГОКа.



Происхождение ритмов петротипа «Л» может быть связано с ЦБ (модель № 10).

Поздний турон

Палеогеографические условия Ульяновско-Саратовского бассейна начала позднего турона в районе населенных пунктов Хвалынский, Вольск и Нижняя Банновка аналогичны условиям начала фазы *Praeactinocamax plenus triangulus* окрестностей Воронежского поднятия (Стойленский ГОК): мелководный бассейн, в котором формирование фосфоритовых конкреций.

Состав палеоценоза. Бентосные формы (иглокожие, пеллециподы, брахиоподы) и планктон с карбонатным скелетом резко преобладают над нектонными (белемниты, акулы). Следы жизнедеятельности *Planolites* могут принадлежать как иглокожим, так и пеллециподам. Следы *Thalassinoides* указывают на присутствие в составе палеоценоза ракообразных.

Глубина. Скорее всего, бассейн был мелководным.

Газовый режим. Обилие иглокожих, ракообразных (следы *Thalassinoides*), хрящевых рыб свидетельствует в пользу нормального содержания растворённого в воде кислорода.

Солёность. Присутствие иглокожих, и брахиопод, подтверждает нормальную солёность бассейна.

Тип субстрата. Присутствие рыхлого субстрата подтверждается находками спатангоидных ежей и ихнофоссилий *Planolites*, *Thalassinoides*, *Chondrites*. Остатки устриц и брахиопод могут указывать на твёрдый субстрат. Скорее всего, дно бассейна было рыхлым со скальными выступами.

Гидродинамика. Устрицы свидетельствуют в пользу активных гидродинамических процессов.

Температура воды (Тейс, Найдин, 1973) во второй половине турона в Саратовском Поволжье по белемнитам оценивается равной 14—15 °С.

Формирование ритмичности в разрезе у сел. Нижняя Банновка.

Распределение изученных параметров приведено на рис. 45. Природу турон—коньякских ритмов петротипов «М» и «Н» с большим числом поверхностей размыва можно объяснить с привлечением моделей № 5 и 10. Ведущими механизмами формирования ритмичности были ЦБ и ЦРС (рис. 80, 81), связанные с вариациями климата.



та.

В разрезах гг. Хвалынского и Вольска ритмичность в туронских отложениях не установлена. Распределение изученных параметров см. рис. 98, 99.

Рис. 98. Распределение карбоната кальция и органического углерода в отложениях верхнего турона, коньяка и нижнего сантона г. Богданихи (Хвалынский). Условные обозначения см. рис 3

Юго-Западный Крым

Ранний турон

Фаза *Whiteinella archaeocretacea* - фаза *Helvetoglobotruncana helvetica*

Характеристика бассейна ЮЗ Крыма.

Состав палеоценоза. Присутствуют бентосные формы — иноцерамы и планктон с карбонатным скелетом.

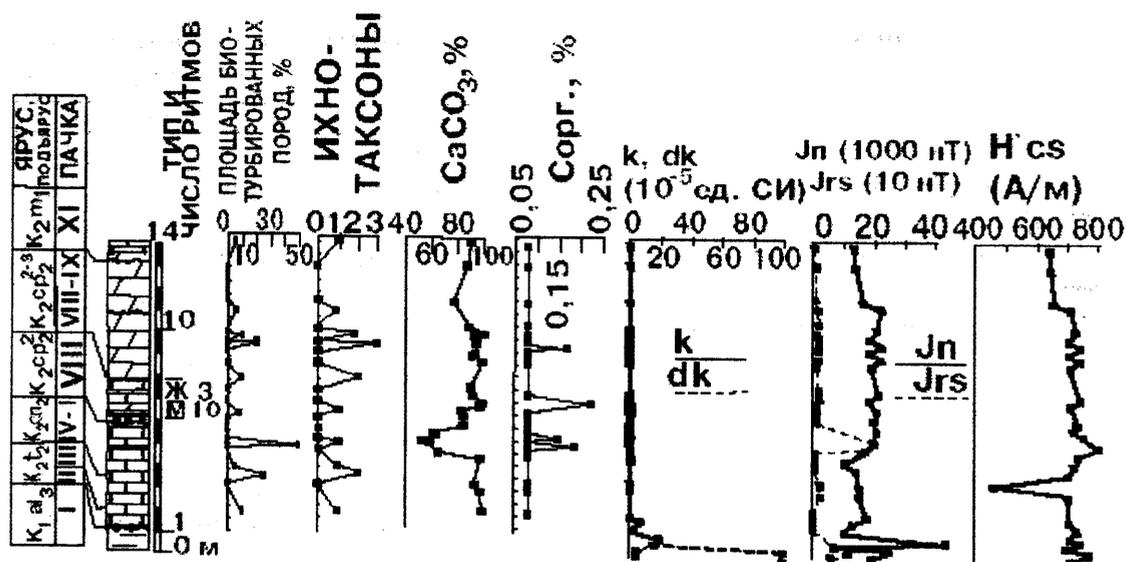


Рис. 99. Распределение площади биотурбированных пород, ихнотаксонов, содержания карбоната кальция, органического углерода, магнитной восприимчивости и ее прироста, естественной остаточной намагниченности и остаточной намагниченности насыщения, разрушающего поля остаточной намагниченности в альб—нижнемаастрихтских отложениях разреза карьера ц/з «Большевик» г. Вольска Саратовской области. Условные обозначения см. рис. 3

Недостаточность данных не позволяет осуществить детальную палеогеографическую реконструкцию глубоководного бассейна.

Формирование ритмичности в разрезе Аксу-Дере. Данный интервал разреза детально автором не изучался. Происхождение ритмов типа «3» (рис. 93) может быть связано с ЦБ (модель № 11) в бассейне с карбонатной седиментацией. Природа ЦБ могла быть вызвана климатическими флуктуациями.

Ранний турон Северо-Западный Кавказ Фаза *Mytiloides labiatus*

Состав палеоценоза трудно реконструировать, т. к. макрофоссилии в разрезе отсутствуют, а хорошо определяемые микрофоссилии редки. Скорее всего, бассейн был глубоководным.

Формирование ритмичности в разрезе Андреевского перевала. Природа ритмов петротипов «А», «В», «Ж» без градационной слоистости, с существенной долей терригенного и вулканогенного материала в глубоководном бассейне, скорее всего, связана с ЦР и ЦРС (модели № 1 и 9), вызванными вариациями климата.

Поздний турон Северо-Западный Кавказ Фаза *Inoceramus lamarcki*?

Состав палеоценоза. Макрофоссилии включают фрагменты раковин иноцерамов, и зубов скатов (Афанасьев, 1993). Микрофоссилии представлены фораминиферами и кальцисферами. Такой палеоценоз указывает на то, что бассейн был глубоководным.

Тип субстрата. Рыхлость субстрата дна бассейна подтверждается ихнофоссилиями *Thalassinoides*, *Planolites*.

Формирование ритмичности в разрезе Андреевского перевала. Природа ритмов петротипов «В», «Г», «Д», «З», «Ж», «И», «К» скорее всего, может быть объяснена ЦР и ЦРС, модели № 1 и 5. Обилие эрозионных поверхностей в исследуемом разрезе свидетельствует в пользу приостановления седиментации (терригенной и/или карбонатной), что объясняется ЦР (для терригенной компоненты) и ЦРС (для карбонатной компоненты).

Формирование ритмичности в разрезе у сел. Адербиевка. Природа ритмов типов «Б», «В», «Г», «Д», «З», «И», «К», «П» может быть связана с ЦР и ЦРС в условиях климатических флуктуаций, модели № 1 и 5.

Коньякский век

В коньякский век в Ульяновско-Саратовском и Воронежском бассейнах, бассейнах СЗ Кавказа и ЮЗ Крыма происходила преимущественно карбонатная седиментация (Алексеев, 1989; Афанасьев, 1993; Герасимов и др., 1962). В пределах Воронежской антеклизы (Брянская область) накапливались кремнистые осадки.

Русская плита

Ульяновско-Саратовский бассейн (Хвалынский, Вольск), Воронежская антеклиза, юг (Стойленский ГОК)

Характеристика бассейнов седиментации.

Состав палеоценоза. Биоценоз представлен планктоном с карбонатным скелетом, ракообразными, следами *Thalassinoides*, иноцерамами и морскими ежами. Находки nektonных форм макрофауны не известны. Комплекс фораминифер представлен аномалиями. Такой бедный состав сообщества, скорее всего, указывает на неблагоприятные условия окружающей среды.

Глубина. Предположительно глубоководный бассейн.

Солёность. Присутствие ракообразных (следы *Thalassinoides*) и редких пелеципод, скорее всего, подтверждает предположение о нормальной солёности палеобассейна.

Газовый режим. Следы ракообразных (*Thalassinoides*) свидетельствуют в пользу нормального содержания растворённого в воде кислорода. В то же время следы *Chondrites* указывают на восстановительную среду. В разрезе встречаются пиритовые конкреции, что свидетельствует о дефиците растворённого в воде кислорода. Вариации в распределении ихнофоссилий и концентрации органического углерода указывают на флуктуации газового режима.

Тип субстрата. Рыхлый мягкий субстрат необходим для существования спатангоидных ежей рода *Micraster*. Рыхлость субстрата дна бассейна также подтверждается ихнофоссилиями *Thalassinoides*, *Chondrites*. Иноцерамы могут заселять разные типы грунтов. Скорее всего, дно бассейна было рыхлым.

Гидродинамика. Присутствие масс воды с повышенной солёностью и дефицитом кислорода свидетельствует о стагнации, нарушении циркуляции в бассейне.

Температура бассейна Русской плиты в позднем коньяке (Тейс, Найдин, 1973) по белемнитам составляла 13—15 °С.

Формирование ритмичности в разрезе карьера Стойленского ГОКа.

В виду литологической идентичности и схожих значений исследованных петромагнитных параметров туронских и коньякских отложений разреза (рис. 94) автор предлагает ЦБ (модель № 10) для интерпретации происхождения

ритмов петротипа «Н». Природа ритмов, скорее всего, связана с вариациями климата, что подтверждается продолжительностью осцилляций параметров.

Оценка связи ритмичной толщи с циклами Миланковича методом спектрального анализа (рис. 89) позволила выделить циклы эксцентриситета E_2 и E_4 и циклы E_1 (совпадение – 40%) и E_2 (совпадение – 50%) методом ручного подсчета среднего числа осцилляций параметров (рис. 97). Таким образом, в данном разрезе установлены циклы эксцентриситета (рис. 96).

Формирование ритмов петротипа «Н» в разрезе сел. Нижняя Банновка в коньякском веке происходило в аналогичных условиях, как и в туронском веке (см. выше).

В разрезах гг. Хвалынска и Вольска ритмичность в коньякских отложениях не выделена. Распределение изученных параметров см. рис. 98, 99.

Воронежская антеклиза, запад (Фокино)

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Планктон с кремневым скелетом. Комплекс макрофоссилий представлен одними бентосными формами (только иноцерамы). Такой угнетённый палеоценоз может свидетельствовать либо о неблагоприятных батиметрических и температурных условиях, либо о вариациях солёности или незначительной опреснённости бассейна седиментации.

Температура. Литология пород (трепела и опоки) указывают на относительно более холодные климатические условия или глубоководные условия седиментации. Температура бассейна Русской плиты в позднем коньяке (Тейс, Найдин, 1973) составляла 13—15 °С.

Тип субстрата. Иноцерамы могут заселять разные типы грунтов. Предположительно субстрат был представлен нестабильным рыхлым диатомовым илом.

Данные по гидродинамике и солёности бассейна отсутствуют.

Природа формирования кремнистой толщи в данном разрезе автором не изучена.

Поздний коньяк (?) — сантон

Северо-Западный Кавказ

Состав палеоценоза. Палеоценоз состоит преимущественно из бентосных форм: иноцерам (Афанасьев, 1993) и микрофоссилий (фораминиферы и кальциферы), что интерпретируется в пользу глубоководности бассейна.

Тип субстрата. Рыхлость субстрата дна бассейна подтверждается ихнофоссилиями *Thalassinoides*, *Planolites*.

Формирование ритмичности в разрезе Андреевского перевала. Природа ритмов петротипов «З» и «И» может быть объяснена ЦР и ЦРС с позиции вариаций климата (модели № 1 и 5). Большое обилие эрозионных поверхностей (20) и 15 поверхностей типа «хард-граунд» в исследуемом разрезе свидетельствует в пользу приостановления седиментации (терригенной и/или карбонатной), что объясняется ЦР (для терригенной компоненты) и ЦРС (для карбонатной компоненты).

Сантонский век

В сантонский век в Ульяновско-Саратовском бассейне, бассейнах СЗ Кавказа и ЮЗ Крыма происходило накопление преимущественно карбонатных осадков (Алексеев, 1989; Афанасьев, 1993; Герасимов и др., 1962). В раннем

сантоне в Ульяновско-Саратовском бассейне в морских относительно глубоководных условиях происходила аккумуляция карбонатных илов. В позднем сантоне в Ульяновско-Саратовском прогибе накапливались кремнистые осадки. В сантоне происходит тектоническая активизация Воронежского поднятия, которое начинает испытывать воздымание. Тем не менее, на его юге (СГОК) еще происходит карбонатная седиментация, а на западе - в изученных разрезах Брянской области сантонских отложений уже нет. Тектоническая активизация Доно-Медведицкого вала (Морозов, 1952, 1953; Бондаренко, 1990; Первушев, Иванов, Попов, 1997; Nikishin, 1999) приводит к дифференциации палеогеографических условий в пределах Ульяновско-Саратовского бассейна.

Ранний сантон

Русская плита

В начале раннего сантона в мелководном Ульяновско-Саратовском бассейне дно было покрыто «губковыми лугами» (Первушев, Иванов, Попов, 1997). Губково-аммонитово-пеллециподовый биоценоз с доминированием губок-гексатинеллид свидетельствует о крайне мелководных условиях с активной гидродинамикой, в последствие сменившихся более глубоководными условиями (демоспонгиевый биоценоз).

Воронежское поднятие, запад (СГОК)

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Палеоценоз включает планктон с карбонатным скелетом, бентосные формы — иноцерамы, нектонные: белемниты *Belemnitella praecursor* и костные рыбы.

Глубина. Среди микрофоссилий встречаются раковины фораминифер *Trochammina borealis* Keller, обычно обитающие в пределах среднего шельфа (60—100 м, сублитораль). Предполагаемая глубина бассейна составляет около 100 м. К концу раннего сантона глубина бассейна уменьшилась. На это указывает смена фации писчего мела на известняк — мергельную фацию.

Солёность в бассейне была нормальная. Об этом свидетельствует обилие планктона с карбонатным скелетом.

Газовый режим. Присутствие пиритовых конкреций говорит о дефиците кислорода в придонных водах. Флуктуации в распределении ихнофоссилий и концентрации органического углерода могут указывать на слабые вариации газового режима.

Данные по гидродинамике, температуре и структуре дна отсутствуют.

Формирование ритмичности в разрезе карьера Стойленского ГОКа.

Циклы биопродуктивности формируют ритмы петротипа «Н» (модель № 10) в условиях, аналогичных турону и коньяку (рис. 94). ЦБ, на взгляд автора, были основным ритмоформирующим механизмом и для ритмов типа «З». Хотя, нельзя исключать небольшое всевозрастающее влияние циклов растворения, подтверждающихся корреляцией максимальных значений концентрации органического углерода и минимальных значений содержания карбоната кальция и площади биотурбированных пород; а также ЦР из-за постепенного обмеления бассейна. В шлифах видны небольшие вариации содержания кластической компоненты в ЭР (5—10%). Происхождение ритмов может быть связано с климатическими вариациями — циклами эксцентриситета.

Проверка связи ритмичной толщи с циклами Миланковича методом спектрального анализа (рис. 89) позволила выделить циклы эксцентриситета E_2

и E₄ и циклы E₁ (совпадение – 20%) методом ручного подсчета среднего числа осцилляций параметров (рис. 97). Таким образом, установлены циклы эксцентриситета (рис. 96).

Ульяновско-Саратовский бассейн, центр (Хвалынский)

Состав палеоценоза. Планктон с карбонатным скелетом и бентосные формы (губки, бивальвии) резко преобладают над нектонными (белемниты, аммониты).

Глубина. Кремнёвые губки заселяют сравнительно мелководные участки дна бассейна. Устрицы рода *Ostrea* обитают на глубине 40—100 м. Иноцерамы - сравнительно глубоководные двустворчатые моллюски. Таким образом, глубина бассейна оценивается приблизительно в 40—100 м.

Температура. Теплолюбивые остреи свидетельствуют о тепловодности вод бассейна с преимущественно карбонатной седиментацией (фацция ритмичного писчего мела). По палеотемпературным данным (Тейс, Найдин, 1973) температура бассейна Саратовского Поволжья в раннем сантоне варьировала от 12,9 до 15,6 °С (определения сделаны по рострам белемнитов).

Газовый режим. Наличие губок свидетельствует в пользу нормальных, богатых кислородом вод.

Солёность. Присутствие в составе палеоценоза большого количества губок указывает на нормальную солёность.

Тип субстрата. Иноцерамы и взрослые остреи обычно свободно лежат на морском дне. Губки данного палеоценоза могли быть как прикрепленными, так и свободнолежащими формами. Предполагается существование рыхлого субстрата с редкими каменистыми выступами.

Данные по гидродинамике отсутствуют. В разрезе Хвалынска ритмичность не установлена ни литологически при описании в поле, ни по распределению исследованных параметров (рис. 98).

Ульяновско-Саратовский бассейн, юг (Нижняя Банновка)

Температура. Глубина. Присутствие в разрезе кремнистых карбонатов свидетельствует о сравнительном похолодании вод и углублении бассейна. По данным Н.А. Бондаренко (Бондаренко, 1990) данные отложения накапливались в сублиторали. В целом, остальные палеогеографические условия аналогичны описанным выше для района г. Хвалынска.

Данные о гидродинамике, газовом режиме, солёности и структуре дна отсутствуют.

Формирование ритмичности в разрезе у сел. Нижняя Банновка.

Косвенно на циклические изменения в гидродинамике и газовом режиме указывают первичные литологические признаки ритмичной известняк — мергельной кардиссоидной толщи — пестрая окраска, характерная и для вышележащих птериевых слоев. Интересно, что мощности ритмов и их элементов в основании «птериевых слоев» совпадают с мощностями ритмов «кардиссоидных слоев». Закономерная смена сизого, темного цвета МКЭР на светлый цвет БКЭР, скорее всего, указывает на застойные обстановки, отвечающие МКЭР, которые являются результатом ЦРС. Кардиссоидная толща очень похожа по своему внешнему виду на сеноманскую ритмичную толщу г. Сельбухры. Природа ритмов петротипа «З» связана с ЦБ и ЦРС, обусловленными вариациями климата, моделями № 10 и 8 соответственно.

Кампанский век

В кампанский век в Ульяновско-Саратовском бассейне и бассейне ЮЗ Крыма преобладала карбонатная седиментация. На юге Ульяновско-Саратовского прогиба в мелководно-морских условиях проходило формирование кремнисто-терригенных осадков, в остальной части - карбонатных осадков. В ЮЗ Крыму в относительно более глубоководных условиях накапливались преимущественно карбонатные осадки (рис. 100, 101).

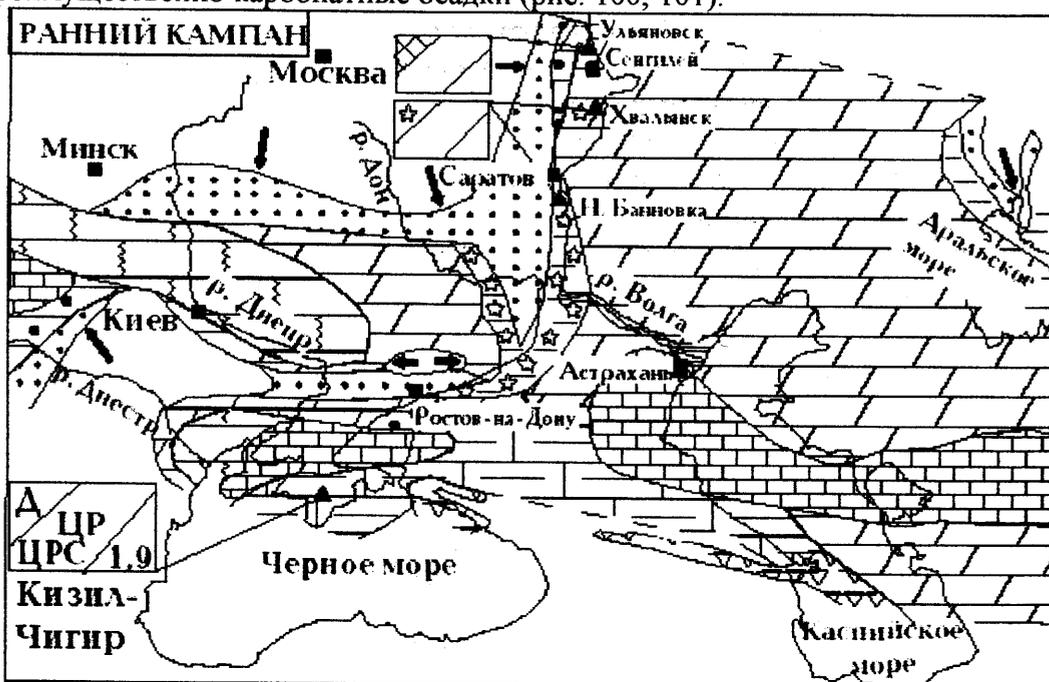


Рис. 100. Авторская палеофациальная карта юга Русской плиты с использованием данных А.С.Алексеева и Л.Ф.Копеевич. Ранний кампан. Условные обозначения – см. рис. 3, 41, 78. Масштаб 1:32800000

Ранний кампан

Русская плита

Кампанские и маастрихтские отложения отсутствуют в изученных автором разрезах Воронежской антеклизы и присутствуют в разрезах Ульяновско-Саратовского прогиба. Моделирование условий формирования ритмов произведено только для карбонатных и терригенно-карбонатных ритмично построенных толщ.

Ульяновско-Саратовский прогиб (Сенгилей, Хвалынский, Нижняя Банновка)

Состав палеоценоза. Планктон с кремневым и карбонатным скелетом. Бентосные формы представлены пеллециподами (2 рода, 2 вида), нектонные — белемнитами (2 рода, 2 вида).

Глубина. Присутствие в биоценозе птерий свидетельствует о глубинах 6—60 м. Максимально глубоко живущие современные птерии известны с глубин около 374 м. Иноцерамы предпочитают сравнительно глубоководные условия. По данным Н.А. Бондаренко (Бондаренко, 1990), данные отложения накапливались в сублиторали. Таким образом, ориентировочная глубина бассейна составляла 60 м и более.

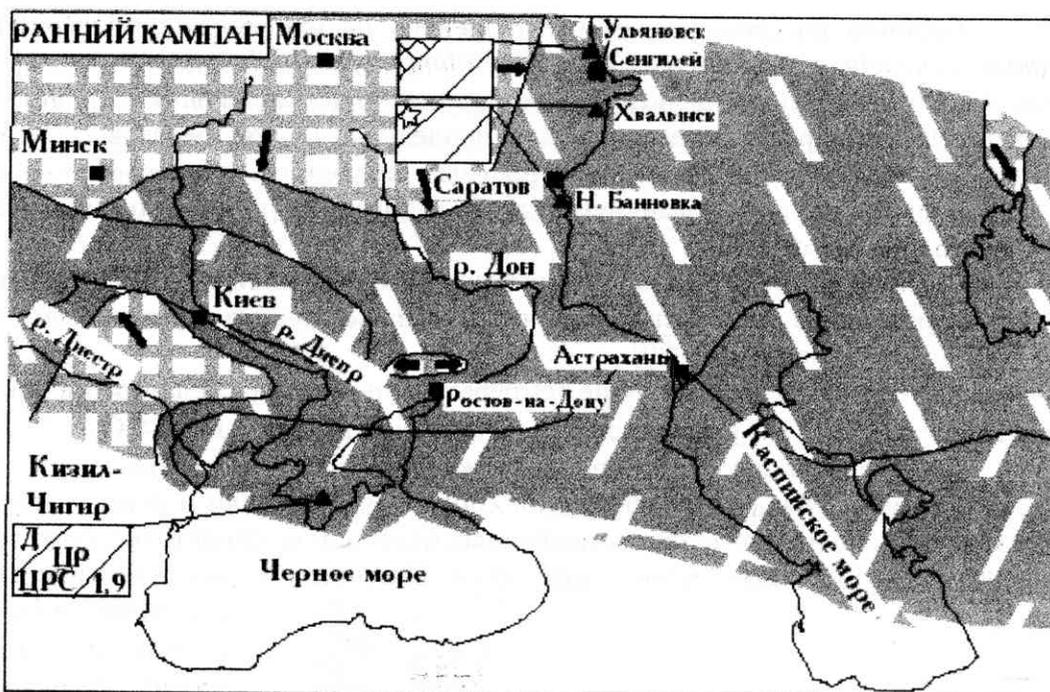


Рис. 101. Авторская палеогеографическая карта юга Русской плиты с использованием данных А.С.Алексеева и Л.Ф.Копачевич. Ранний кампан. Условные обозначения приведены на рис. 43, 78, 79. Масштаб 1:32800000

Температура. Птериис заселяют воды с температурой 14—16 или 25—32 градусов Цельсия. Наличие в разрезе кремнисто-карбонатных пород с преобладанием первых, свидетельствует в пользу сравнительно более низких температур, т.е. 14—16°C. Определение температуры по рострам белемнитов показало (Тейс, Найдин, 1973), что температура равна 14°C.

Гидродинамика. Птериис избегают областей с течениями и прибоем. Таким образом, предполагается существование бассейна со слабой гидродинамикой.

Газовый режим. Предполагается существование вод с нормальным содержанием растворённого в воде кислорода.

Солёность. Птериис — стеногалинные организмы, не выносящие опреснения. Следовательно, в бассейне существовали условия нормальной солёности.

Тип субстрата. Птериис предпочитают заселять твёрдый субстрат. Иноцерамы заселяют различные субстраты. Таким образом, рыхлое дно бассейна содержало каменные выступы или весь субстрат был твёрдым. В разрезах у г. Хвалынского и сел. Нижняя Банновка присутствуют кремнистые ритмичные толщи, формирование которых автором не изучалось. Ритмичность в разрезе Сенгилейского цемзавода представлена переслаиванием терригенных пород, формировавшихся в мелководном бассейне с терригенной седиментацией, что, скорее всего, свидетельствует о ЦР (модель №1).

Юго-западный Крым

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Планктон с карбонатным скелетом. Редкие бентосные и нектонные формы макрофоссилий встречаются в районе реки Бельбек. Как уже отмечалось ранее, непосредственно в отложениях разреза горы Кизил-Чигир не встречено макрофоссилий. Скорее всего, это свидетельствует об относительной глубоководности бассейна.

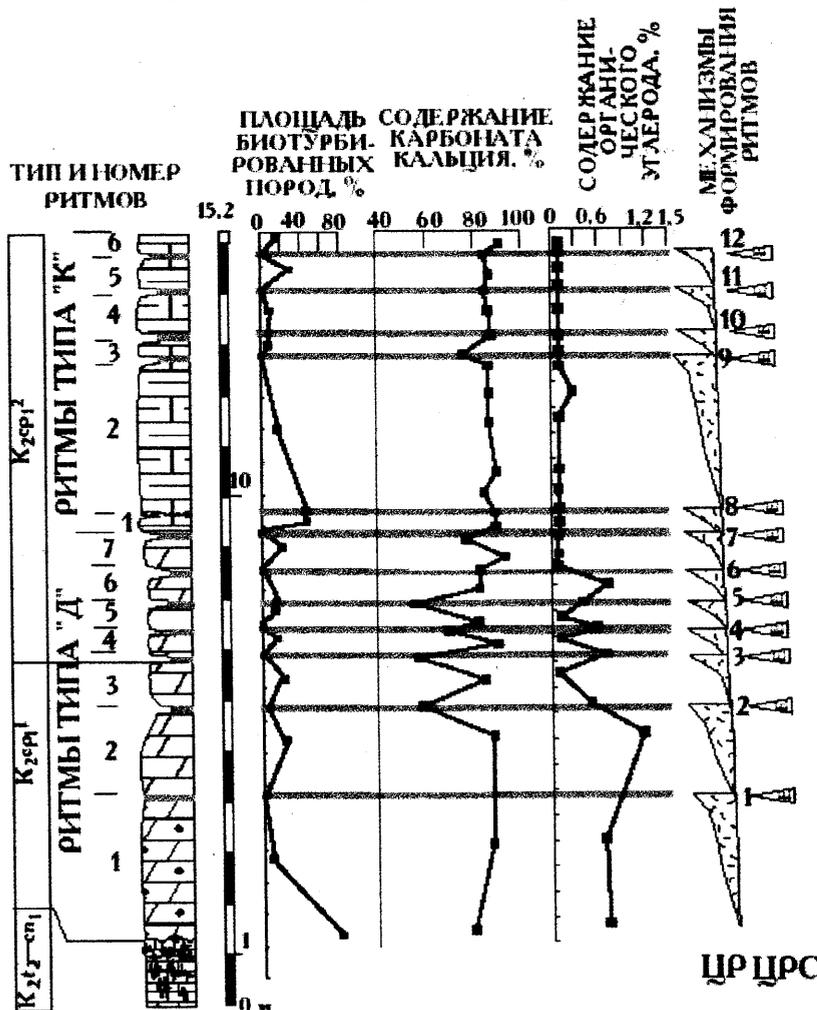
Глубина бассейна может быть оценена по ихнофоссилиям (*Thalassinoides*, *Teichichmus*, *Zoophycos*, *Chondrites*, *Planolites*). *Thalassinoides* характеризует область дистальной дельты и берегового склона. *Teichichmus*, *Planolites* типичны для устья реки, берегового вала, проделты, дельты, берегового склона. *Zoophycos*, *Chondrites* встречаются в пределах проделты и берегового склона. Таким образом, по ихнофоссилиям область седиментации соответствует области берегового склона.

Следует отметить полное отсутствие макрофоссилий бентосных и nekтонных организмов. Предполагается, что в кампане глубина бассейна составляла 200—300 м (Алексеев, 1989).

Температура. Определение температуры по роствам белемнитов показало (Тейс, Найдин, 1973), что температура приблизительно равна 14°C.

Данные по солёности, гидродинамике бассейна отсутствуют.

Газовый режим. Ихнофоссилии *Zoophycos*, *Chondrites* и полное отсутствие макрофоссилий бентосных и nekтонных организмов, свидетельствует о возможном дефиците растворённого кислорода. Циклическое распределение ихно-



фоссилий является следствием циклических флуктуаций содержания кислорода.

Тип субстрата. Сообщество ихнофоссилий обитает на рыхлых, мягких грунтах. Формирование ритмичности в разрезе г. Кизил-Чигир. Распределение ряда параметров приведено на рис. 102. Присутствие в разрезе в качестве одного ЭР глинистых прослоев вулканогенной природы, свидетельствует о разбавлении (ЦР) и растворении (ЦРС) накапливающихся карбонатов (пласты мергелей) вулканическим материалом

Рис. 102. Типизация ритмов и распределение площади биотурбированных пород, содержания карбоната кальция и органического углерода, механизмы формирования ритмов в нижнесантонских отложениях разреза г. Кизил-Чигир Бахчисарайского района ЮЗ Крыма. Условные обозначения приведены на рис. 3, 41

(модель № 9; Габдуллин, 19986). Однако бентонитовые прослои могут явиться результатом подводного элювиирования перемещенного вулканического мате-

риала (ЦР, модель № 1). Таким образом, происхождение ритмов петротипов “Д” и “К” может быть связано с 12-тью ЦР и ЦРС, моделями № 1 и 9. Природа ритмов, скорее всего, определялась тектоно-магматической моделью.

Оценка связи ритмичной толщи с циклами Миланковича методом ручного подсчета среднего числа осцилляций параметров (рис. 103) позволила выделить циклы эксцентриситета E_1 (совпадение – 10%) (рис. 97).

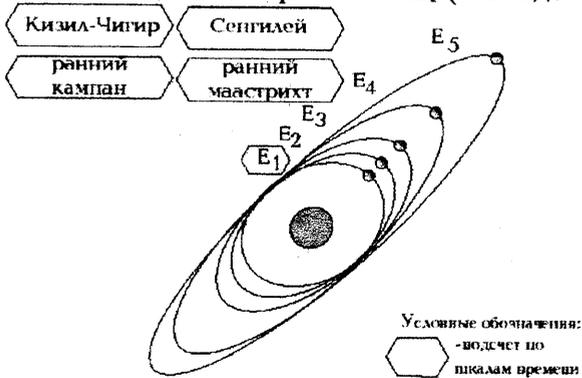


Рис. 103. Диаграмма результатов исследования связи осцилляций параметров с циклами Миланковича методом «ручного» подсчета для разрезов г. Кизил-Чигир (ЮЗ Крым) и карьера Сенгилейского цем. завода (Ульяновская область).

следуют из циклического распределения концентрации Сор_г., объема биотурбации, присутствия в разрезе пиритовых конкреций.

Тип субстрата. Бентосные организмы представлены спатангоидными ежами, обитающими в рыхлом, илистом грунте и иноцерамами, заселяющими все типы грунта. Следовательно, скорее всего, грунт был мягким и илистым.

Температура. В результате определения температуры по рострам белемнитов (Тейс, Найдин, 1973) получены данные, что температура приблизительно равна 13—14°C.

Данные по солёности и гидродинамике палеобассейна отсутствуют.

Разрез карьера Сенгилейского цемзавода. Распределение изученных параметров приведено на рис. 104. Циклы разбавления (Габдуллин, Выдрик, Гужиков, Дундин, 1999) включали в себя вариации в объёме привноса терригенного магнетита (подтверждены петромагнитными исследованиями) в бассейне с преимущественно карбонатной седиментацией. Констатируется отсутствие данных по эвстатическим изменениям уровня моря. Природа этой визуально ритмичной толщи писчего мела может быть объяснена с привлечением модели № 1 (ЦР), вероятно обусловленной климатическими вариациями.

Формирование ритмичности в разрезе карьера цемзавода «Большевик». Практически полное отсутствие привноса магнитных терригенных минералов (Габдуллин, Гужиков, Выдрик, Дундин, 1998) подтверждается низкими значениями и отсутствием осцилляций на большинстве кривых петромагнитных параметров как в кампане (рис. 99), так и в маастрихте (рис. 105). Признаков, свидетельствующих о растворении карбоната кальция, не установлено. Таким образом, ЦР и ЦРС не могут быть механизмами формирования ритмов. Происхождение ритмов связано с ЦБ (в бассейне с карбонатной седиментацией) и вариациями климата. Модель № 10 объясняет природу 10 ритмов типа «М».

Поздняя эпоха

Фаза *Belemnitella mucronata*

Ульяновско-Саратовский прогиб (Сенгилей, Хвалынский, Вольск)

Состав палеоценоза. Планктон с карбонатным скелетом. Бедный комплекс макрофоссилий, представленный бентосными формами: несколькими видами иглокожих, пелеципод (иноцерамы) и белемнитов.

Глубина. По данным Н.А. Бондаренко (1990) данные отложения накапливались в пелагиали.

Газовый режим. Незначительные вариации газового режима

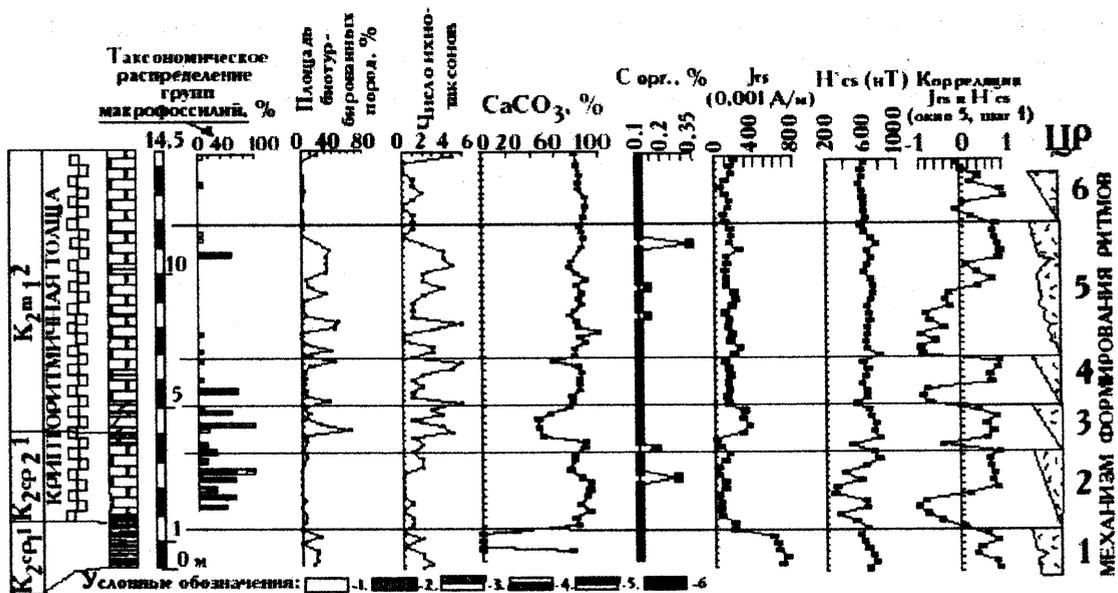


Рис. 104. Циклическое распределение таксономических групп макрофоссилий, площади биотурбированных пород, их нотаксонов, содержания карбоната кальция, органического углерода, остаточной намагниченности насыщения, разрушающего поля остаточной намагниченности и их корреляции, механизм формирования крипторитмичных верхнекампанских—нижнемаастрихтских отложений карьера Сенгилейского цем. завода г. Сенгилей Ульяновской области. Условные обозначения: 1 — гастроподы, 2 — двустворки, 3 — губки, 4 — брахиоподы, 5 — морские ежи, 6 — белемниты. Прочие условные обозначения приведены на рис. 3, 41

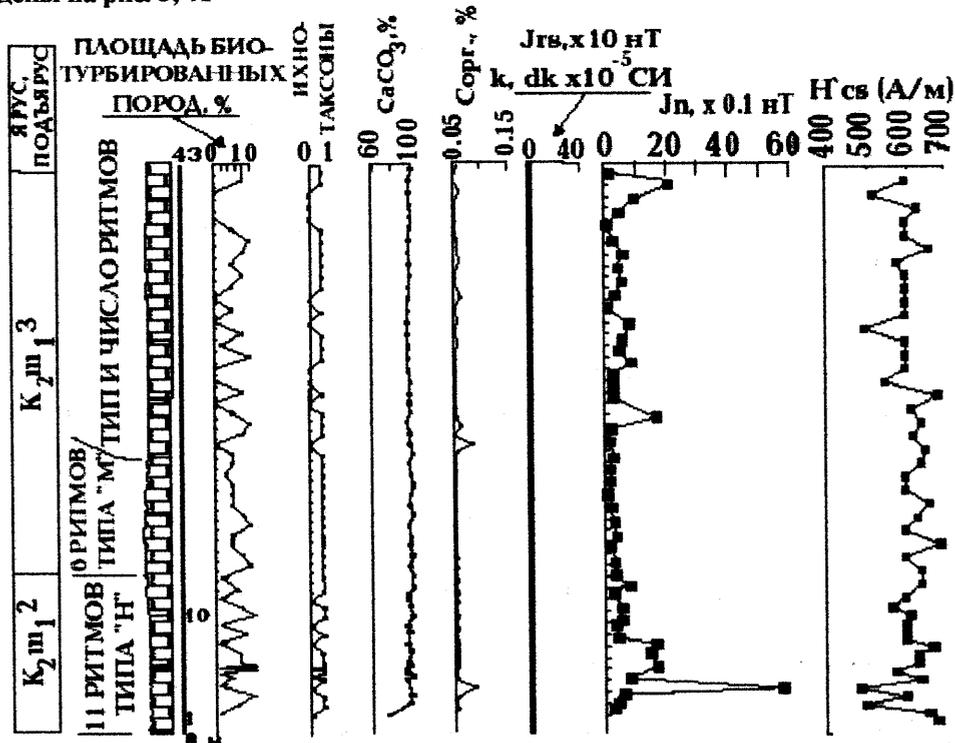


Рис. 105. Распределение площади биотурбированных пород, их нотаксонов, карбоната кальция, органического углерода, магнитной восприимчивости и ее прироста, естественной остаточной намагниченности и остаточной намагниченности, разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения, типов ритмов в нижнемаастрихтских отложениях разреза карьера цем. завода "Большевик" г. Вольск Саратовской области. Условные обозначения приведены на рис. 3

Автором не был изучен интервал разреза, отвечающей зоне *mucronata* в разрезе г. Богданихи (Хвалынский).

Оценка связи ритмов с циклами Миланковича методом спектрального анализа (рис. 98) позволила выделить циклы эксцентриситета E_2 и E_3 по Jrs, Jn, H'cs при $V_{\text{сед.}}=2$ см/1000 лет в интервале с позднего кампана по ранний маастрихт (рис. 107).

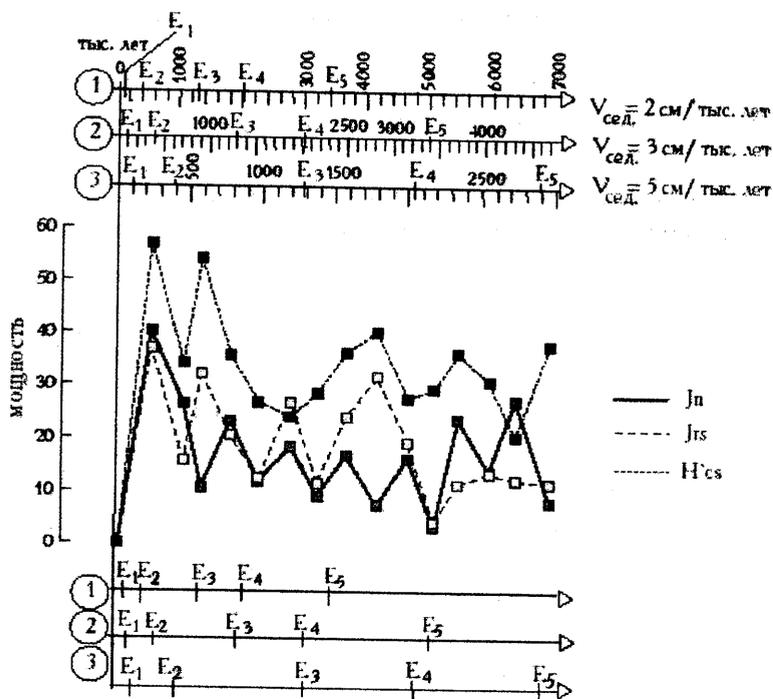


Рис. 106. Спектральное Фурье-распределение ряда параметров в отложениях верхнего кампана и нижнего маастрихта в карьере цем. завода «Большевик» г. Вольска Саратовской области

Ульяновско-Саратовский прогиб (Нижняя Банновка)
Фаза *Belemnitella mucronata*

Состав палеоценоза. Планктон с кремневым скелетом и нектонные формы-белемниты (2 рода, 2 вида).

Глубина.

Присутствие в разрезе кремнисто-терригенных пород свидетельствует о сравнительной глубоководности бассейна. Отсутствие бентосных форм может быть результатом углубления бассейна по сравнению с ранним кампаном. Следовательно, глубина бассейна приблизительно составляла более 60 м. По данным Н.А. Бондаренко (1990), данные отложения накапливались в пелагиали. Таким образом, глубина бассейна отвечала сублиторали—пелагиали.

Температура. Наличие в разрезе кремнисто-терригенных пород, свиде-

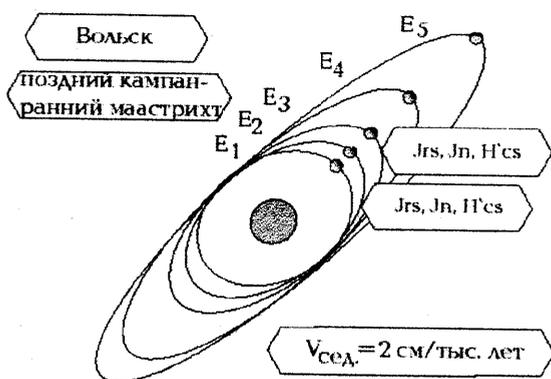


Рис. 107. Диаграмма результатов исследования связи осцилляций параметров с циклами Миланковича методом спектрального Фурье-анализа на ЭВМ (карьер цем. завода «Большевик» г. Вольска Саратовской области)

тельствует в пользу сравнительно холодноводного бассейна. По ранее опубликованным данным (Тейс, Найдин, 1973), температура приблизительно равна 13—14°C.

Данные по солёности, структуре дна и газовом режиме бассейна отсутствуют. В это время накапливались ритмичные терригенно-кремнистые илы, генезис которых не рассматривается в данной работе.

Ульяновско-Саратовский прогиб (Вольск)

Фаза *Belemnitella mucronata* - фаза *Belemnitella langei*

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Планктон с карбонатным скелетом. Встречаются нектонные формы, представленные белемнитами и аммонитами. На их фоне резко доминируют бентосные формы: кораллы, лопатоногие и двустворчатые моллюски, брахиоподы и иглокожие (всего: 7 родов, 7 видов). Присутствие пелеципод подтверждается следами *Teichnichus*, а следы *Thalassinoides* указывают на присутствие в биоценозе ракообразных.

Глубина. В рассматриваемых отложениях встречен комплекс макрофоссилий, представленный двумя видами иноцерам. Данные отложения формировались в пелагиали (Бондаренко, 1990).

Солёность. Кораллы, находимые в отложениях этой пачки, безусловно, свидетельствуют в пользу нормальной солёности бассейна седиментации. Следует отметить присутствие остатков стеногалинных иглокожих, ракообразных (следы *Thalassinoides*).

Газовый режим. Присутствие пиритовых конкреций и ихнофоссилий *Chondrites* указывает на восстановительную среду, однако, имеются находки одиночных кораллов. Слабые флуктуации концентрации растворённого в воде кислорода подтверждаются циклическими распределениями концентрации органического углерода и объёма биотурбации.

Температура. Присутствие кораллов указывает на достаточную тепловодность бассейна. По определению температуры в рострах белемнитов (Тейс, Найдин, 1973), получились значения 14—16 °С.

Тип субстрата. На рыхлость субстрата указывает присутствие в огромных количествах панцирей спатангоидных ежей («микрастрово кладбище»): *Micraster grimmensis* и *Coraster cubanicus*; а также раковин лопатоногих моллюсков (*Dentalium*) и ихнофоссилий *Teichnichus*, *Thalassinoides*, *Chondrites*, циклически распределённых по разрезу. Твёрдый субстрат необходим для обитания кораллов (*Parasmilia*) и двустворчатых моллюсков (*Spondylus*). Таким образом, скорее всего, дно бассейна было рыхлым со скальными выступами.

Гидродинамика. Находки одиночных кораллов свидетельствуют об условиях с активной гидродинамикой.

Моделирование условий седиментации. Признаки для подбора модели № 10 и описание процессов в седиментационной системе аналогичны описанным выше для фазы *Belemnitella mucronata*. Данная модель объясняет природу 3-х ритмов петротипа «Ж».

Ульяновско-Саратовский прогиб (Нижняя Банновка)

Фаза *Belemnitella langei*

Состав палеоценоза. Планктон с кремневым скелетом. Присутствуют только нектонные формы — белемниты (2 рода, 2 вида).

Глубина. Температура. Присутствие в разрезе кремнисто-карбонатно-терригенных пород с последующим возрастанием вверх по разрезу карбонатности свидетельствует о постепенном обмелении и/или потеплении вод сравнительно глубоководного и холодноводного бассейна.

Данные по солёности, структуре дна и газовом режиме бассейна отсутствуют. В данное время происходило накопление ритмичных терригенно-кремнистых илов, генезис которых не рассматривается в данной работе.

Юго-Западный Крым

Фазы *Belemnitella mucronata* — *Belemnitella langei*

Состав палеоценоза. Богатый палеоценоз, представленный планктоном с карбонатным скелетом, мшанками, брахиоподами, червями, двустворками, белемнитами и аммонитами (Алексеев, 1989).

Формирование ритмичности в разрезе г. Беш-Кош. Ритмы петротипа “Ж” (мергель — мергель) скорее всего, могли формироваться под воздействием ЦР (модель № 1). Детального изучения данного разреза автором не проводилось.

Маастрихтский век

Отложения рассматриваемых в работе разрезов накапливались в пределах Ульяновско-Саратовского бассейна Русской плиты, бассейнов ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа.

На юге Ульяновско-Саратовского прогиба в мелководно-морских условиях проходило формирование кремнисто-терригенных осадков, в остальной части — карбонатных осадков. На СЗ Кавказе и в ЮЗ Крыму в более глубоководных условиях накапливались в основном карбонатные осадки (рис. 108, 109).

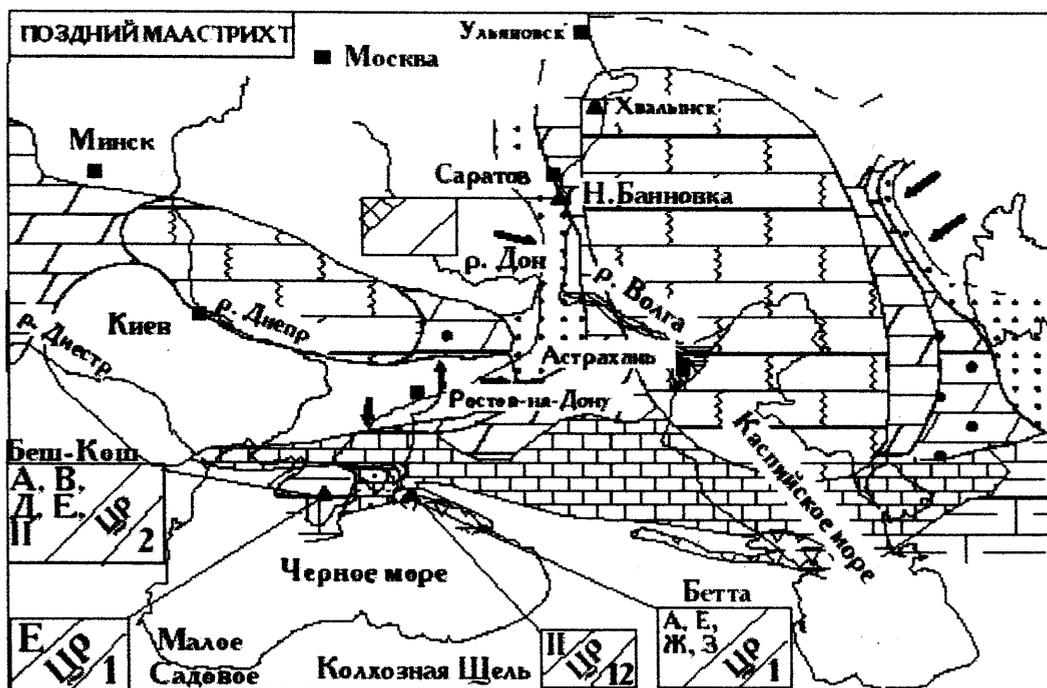


Рис. 108. Авторская палеофациальная карта юга Русской плиты с использованием данных А.С.Алексеева и Л.Ф.Копаевич. Поздний маастрихт. Условные обозначения приведены на рис. 3, 41, 78. Масштаб 1:32800000

Ранний маастрихт

Русская плита

Ульяновско-Саратовский прогиб (Нижняя Банновка)

Фаза *Belemnella licharewi*

Состав палеоценоза. Палеоценоз представлен планктоном с кремневым скелетом и nektonными формами — белемнитами. Недостаток данных не позволяет осуществить палеогеографическую реконструкцию. По данным Н.А. Бондаренко (1990), данные отложения накапливались в пелагиали.

В данное время не происходило накопление ритмичных осадков.

Фаза *Belemnella lanceolata*

Состав палеоценоза. Биоценоз включает бентосные формы — устрицы и нектонные формы — белемниты (1 род, 1 вид).

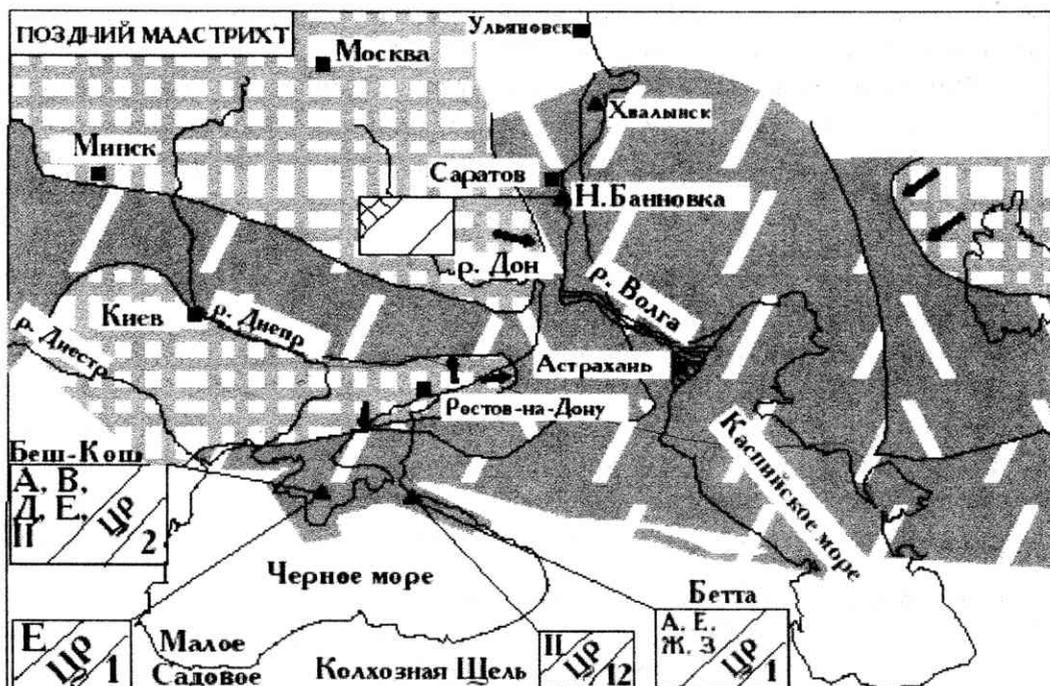


Рис. 109. Авторская палеогеографическая карта юга Русской плиты с использованием данных А.С.Алексеева и Л.Ф.Копачевич. Поздний маастрихт. Условные обозначения приведены на рис. 40, 78, 79. Масштаб 1:32800000

Глубина. Температура. Гидродинамика. Терригенно-кремнистые породы свидетельствуют о сравнительной холодноводности мелководного бассейна. По данным Н.А. Бондаренко (1990) отложения формировались в нижней сублиторали с активными течениями, транспортировавшими магнитный терригенный материал.

Данные по солёности, структуре дна и газовом режиме отсутствуют. В это время не происходило накопление ритмичных осадков.

Ульяновско-Саратовский прогиб (Сенгилей, Хвалынский, Вольск)

Фаза *Belemnella lanceolata*

Формирование ритмичности в разрезе карьера цемзавода «Большевик».

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Палеоценоз с преобладанием планктона с карбонатным скелетом и бентосных форм макрофоссилий над нектонными макрофоссилиями. Следы *Planolites* могут принадлежать пеллециподам, гастроподам и иглокожим. Следы *Thalassinoides* указывают на присутствие ракообразных.

Солёность. В данных отложениях присутствуют губки (*Ventriculites*), живущие в условиях нормальной солёности.

Газовый режим. Наличие пиритовых конкреций свидетельствует о восстановительных условиях. С другой стороны, в скудном биоценозе присутствуют стенооксидные губки и эвриоксидные устрицы. Возможно, имели место слабые вариации газового режима, подтвержденные ритмичным распределением

ихнофоссилий (объемом биотурбации) и концентрацией органического углерода.

Тип субстрата. Спалангоиды (*Echinocorys*), цидароиды и ракообразные (следы *Thalassinoides*) обитают в рыхлом и мягком грунте. Твердый субстрат благоприятен для губок и теребратуллид. Брюхоногие моллюски безразличны к типу субстрата. Дно, скорее всего, было илистым со скальными выступами.

Гидродинамика. Присутствие устриц и губок свидетельствует об активных гидродинамических процессах (течения).

Глубина. По данным Н.А. Бондаренко (Бондаренко, 1990) данные отложения накапливались в пелагиали (т.е. глубже 130—200 м). Губки-вентрикулитиды известны с глубин от сотен метров до 6 км. Устрицы рода *Ostrea* обычно обитают на глубинах 40—100 м. Ежи-цидароиды заселяют глубины 75—100 м (иногда до 4 км), где питаются губками. Таким образом, ежи-цидароиды и губки, скорее всего, сосуществовали вместе. На взгляд автора, глубина бассейна могла составлять более 100 м (нижняя сублитораль—батыаль). Сравнительно мелководные формы (например, пектениды) скорее всего, являются аллохтонными.

Температура в окрестностях г. Хвалынска (Тейс, Найдин, 1973) оценивается как равная 12,9 °С.

Формирование ритмичности. Предполагается почти полное отсутствие привноса магнитных терригенных минералов: низкие значения и отсутствие осцилляций на большинстве

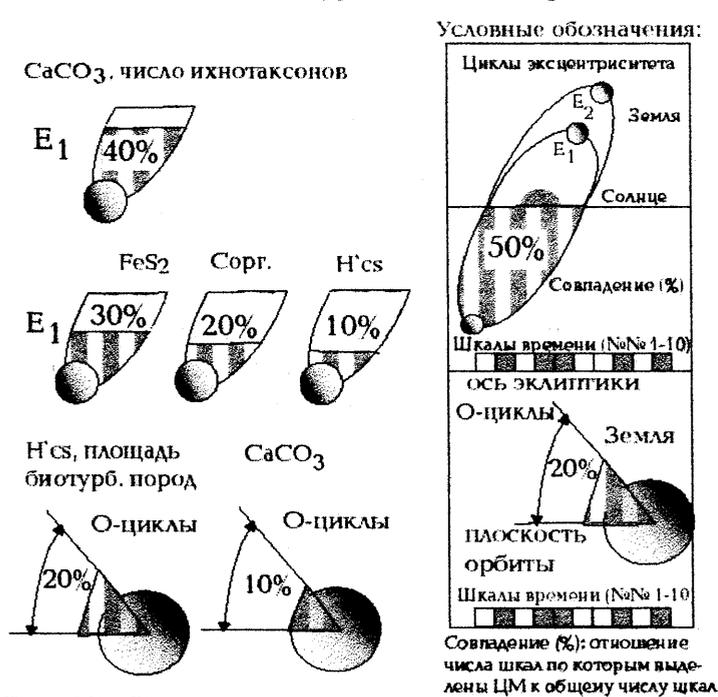


Рис. 110. Диаграмма результатов подсчета циклов Миланковича по 10 геохронологическим шкалам для ряда параметров в разрезе нижнего маастрихта в карьере цем. завода «Большевик» г. Вольска Саратовской области

цикляций на большинстве кривых петромагнитных параметров, рис. 97. Корреляция Jrs и H'cs не подсчитана, т.к. Jrs = 0. Отсутствуют данные о стратификации вод в бассейне. Предполагается, что природа ритмов петротипов «М» и «Н» (Gabdullin, 1998; 1999) связана с циклами биопродуктивности (модель № 10) в относительно глубоководном бассейне с карбонатной седиментацией.

Проверка связи ритмов нижнего маастрихта с циклами Миланковича методом спектрального анализа (рис. 99, 100) позволила выделить циклы эксцентриситета E₂ и E₃ и циклы E₁ методом ручного подсчета среднего числа осцилляций параметров (совпадение – 20%, рис. 97). В качестве эксперимента вручную было подсчитано число пиков (осцилляций) отдельных параметров для последующей оценки продолжительности этих осцилляций в раннем маастрихте по 10 шкалам времени. В результате установлены: циклы E₁ (рис. 110, 111) по числу ихнотаксонов и концентрации CaCO₃ (совпадение — 40%), по распределению

пиритовых конкреций (совпадение — 30%), Сорг. (совпадение — 20%), Н сs (совпадение — 10%) и О-циклы (эклиптики) по площади биотурбированных пород и Н сs (совпадение — 20%), концентрации CaCO₃ (совпадение — 10%). Можно констатировать, что среднее арифметическое от числа пиков ряда параметров не всегда отображает возможные астрономо-климатические циклы. Установлены циклы эксцентриситета для раннего маастрихта (рис. 112).

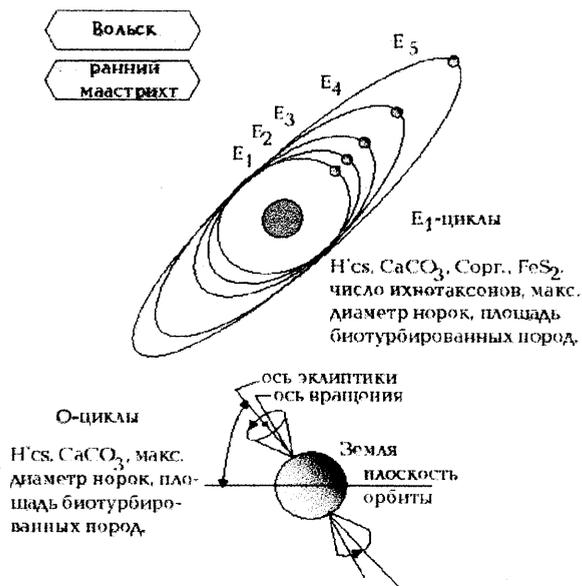


Рис. 111. Диаграмма результатов подсчета циклов Миланковича по 10 геохронологическим шкалам по ряду параметров для раннего маастрихта (карьер цем. завода «Большевик» г. Вольска Саратовской области)

Формирование ритмичности в разрезе карьера Сенгилейского цемзавода.

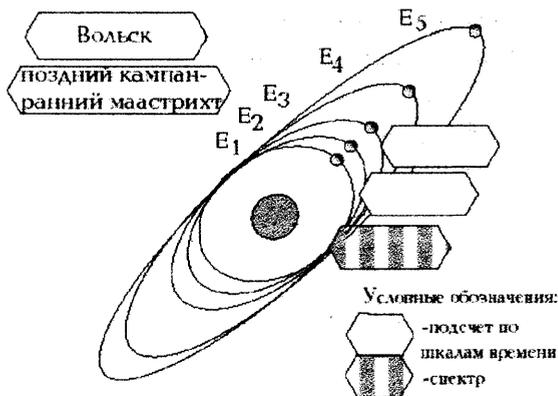


Рис. 112. Итоговая диаграмма результатов исследования связи осцилляций параметров с циклами Миланковича тремя методами (карьер цем. завода «Большевик» г. Вольска Саратовской области)

Состав палеоценоза и глубина бассейна. Богатый палеоценоз включает планктон с карбонатным скелетом, бентосные формы (губки, брахиоподы, гастроподы, пелециподы и морские ежи) и редкие нектонные формы — белемниты. Встречены ихнофоссилии *Zoophycos*, *Planolites*, *Teichniumus*. Палеогеографические реконструкции обстановки седиментации аналогичны вышеописанному для разреза ц/з «Большевик». Следует отметить, что сравнительно малое количество нектонных форм при изобилии бентосных свидетельствует об относительно более мелководных условиях, т. е. о принадлежности данного разреза к сублиторали.

Формирование скрытой ритмичности. Циклы разбавления (Габдуллин, Выдрик, Гужиков, Дундин, 1999; Gabdullin, Guzhikov, Bogachkin, Vondarenko, Lubimova, Widrik, 1999) подтверждаются результатами петромагнитных исследований (рис. 104). Привнос терригенного магнетита был циклическим, предполагается наличие 4-х ЦР. В основании цикла можно выделить гипотетический, скрытый БКЭР, а в кровле — МКЭР, отвечающий времени максимального привноса терригенного материала. Данные заключения следуют из вариаций положительных или отрицательных значений на кривой корреляции остаточной намагниченности насыщения и разрушающего поля остаточной намагниченности насыщения, а также подтверждаются результатами микроскопического изучения пород в шлифах. Выделенные гипотетические ритмы коррелируются с пиками на кривых распределения ряда параметров (рис. 104). ЦБ не установлены. В шлифах, отобранных из предполагаемых ЭР, приблизительно

равное количество биокластов фораминифер и кальцисфер. Не наблюдаются признаки, указывающие на ЦРС. Предлагается модель № 1, связанная с вариациями климата для интерпретации условий формирования этой визуально ритмичной толщи писчего мела. Такая интерпретация природы ритмичности подтверждается данными ручного подсчета среднего числа осцилляций параметров (рис. 97, 110), по которым установлены циклы эксцентриситета E_1 (совпадение - 30%) для раннего маастрихта.

Юго-западный Крым **Фаза *Belemnella lanceolata***

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Планктон с карбонатным скелетом. Бентосные формы макрофоссилий преобладают (более 30 родов, 42 вида) над нектонными (3 рода, 3 вида). Следует отметить (Алексеев, 1989) значительную долю пелеципод в биоценозе (15 родов, 24 вида). Это свидетельствует об относительной мелководности бассейна.

Глубина. В рассматриваемых отложениях встречены в больших количествах пелециподы, обычно характеризующие следующие глубины: *Chlamys* (2-50), *Nucula* (2—2000), *Pholadomya* (1—10). Фораминиферы рода *Textularia* указывают на глубины 50—70 м. Таким образом, предполагаемая глубина бассейна составляла 10—50 м. Следует отметить флуктуации в распределении фораминифер, свидетельствующие об изменениях глубины бассейна. В ритмичной толще мергелей чередуются уровни с относительно более и менее глубоководными формами.

Солёность. Пелециподы *Nucula* и *Pholadomya* обитают в морях нормальной солёности. Находки эвригалинных пелеципод рода *Chlamys* (2—38 ‰) и циклическое изменение солёности по фораминиферам в ритмичных толщах, свидетельствует о флуктуации солёности. Прослой с цибицидесами и боливинами (нормальная солёность, благоприятные условия) чередуются с прослоями, богатыми текстуляриями (неблагоприятные условия).

Газовый режим. Богатый комплекс бентосных форм (кораллы, пелециподы, гастроподы, брахиоподы, редкие морские звёзды и лилии, скафоподы и губки), нектонных форм (аммониты, белемниты, редкие акулы и костистые рыбы) отвечает аэробным условиям.

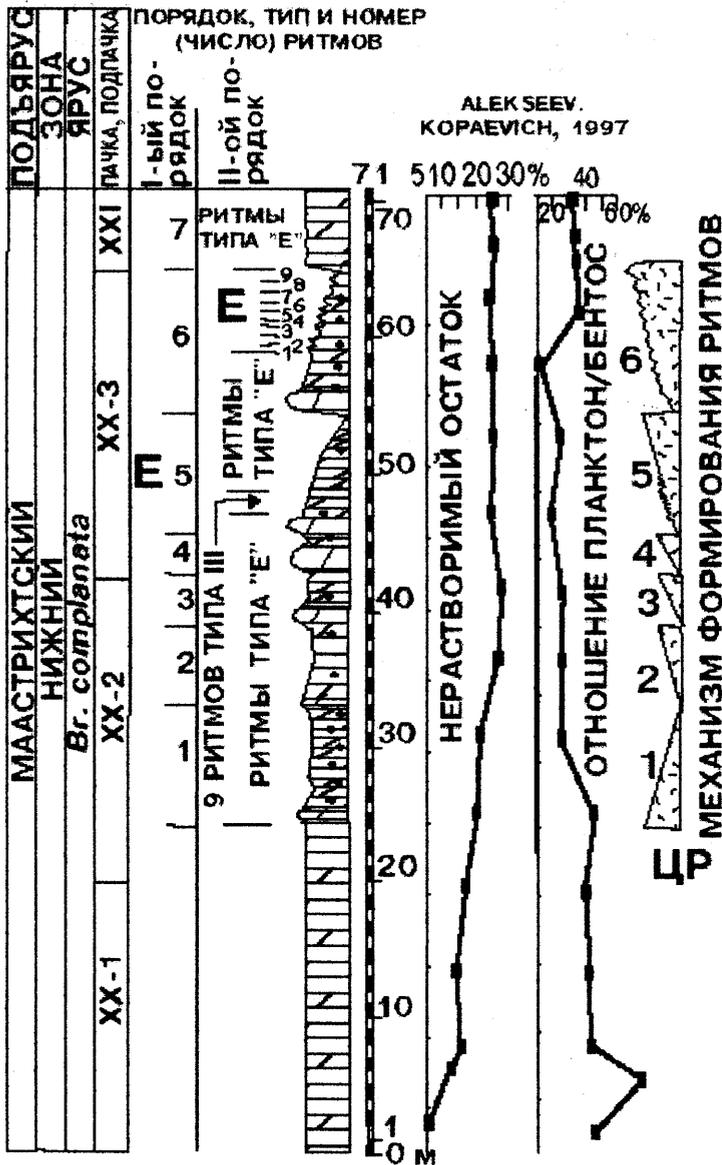
Таким образом, по мнению автора, имели место флуктуации газового режима. Это подтверждается циклическим распределением ихнофоссилий и фораминифер в ритмичной толще мергелей.

Температура. Наличие теплолюбивых кораллов и фолад, текстулярий свидетельствует о тёпловодности бассейна (15—20 °С).

Тип субстрата. Сообщество спатангоидных ежей, скафопод, устриц рода *Lopha* обитает на рыхлых, мягких грунтах. Комплекс кораллов, губок и морских лилий, пелеципод: *Acutostrea*, *Pycnodonte* предпочитает твердые, скальные выступы или субстраты. Морские звёзды, гастроподы и брахиоподы могут заселять все типы грунтов. Следовательно, дно бассейна было рыхлым со скальными выступами.

Гидродинамика. Обилие устриц (*Lopha*, *Acutostrea*, *Pycnodonte*) указывает на активную гидродинамику бассейна: течения и волнение (отсутствие пектенид). Циклическое распределение фораминифер в ритмах демонстрирует интервалы времени с циркуляцией и стагнацией.

Формирование ритмичности в разрезе г. Беш-Кош. Распределение ря-



да параметров приведено на рис. 113. Данные об эвстатических колебаниях уровня бассейна, вариаций солёности, и литология пород (мергели), на взгляд автора, приводят к выводу о ЦР терригенным материалом в мелководном бассейне с преимущественно карбонатной седиментацией (Gabdullin, Guzhikov, Bogachkin, Bondarenko, Lubimova, Widrik, 1999). На рисунке прямоугольными треугольниками показаны предполагаемые циклы разбавления. Гипотенуза отражает тенденцию к увеличению или уменьшению привноса обломочного материала. Кроме этого, на ней показаны ЦР меньшего порядка. Эвстатическая модель (№ 3) может быть привлечена для объяснения природы выделенных петротипов ритмов ("В", "Д").

В маастрихтских отложениях разреза Беш-Кош восстановлен сводный ритморазрез, в котором по шкале времени (Hardenbol et al., 1998) установлены циклы $P_2=23312$ лет, $O_2=41444$ лет,

Рис. 113. Типы ритмов первого и второго порядков, распределение содержания нерастворимого остатка и отношения планктонных и бентосных фораминифер, механизм формирования ритмичности в нижнемаастрихтских отложениях горы Беш-Кош, ЮЗ Крым. Условные обозначения приведены на рис. 3, 41

$E_n=373000$ лет, методом «ручного» подсчета среднего числа осцилляций – циклы $E_n=375000$ лет (совпадение — 10%, рис. 97).

Таким образом, в разрезе г. Беш-Кош установлены циклы прецессии, наклонения эклиптики и, возможно, эксцентриситета (рис. 114).

Русская плита

Ульяновско-Саратовский прогиб (Вольск)

Фаза *Belemnella sumensis*

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Планктон с карбонатным скелетом, бентосные формы преобладают над макрофоссилиями над нектонными макрофоссилиями. Присутствие пелиципод подтверждается следами *Teichnichus*. Следы *Thalassinoides* информируют об обитавших в то время ракообразных.

Глубина. По данным Н.А. Бондаренко (1990) данные отложения накапливались в пелагиали. В рассматриваемых отложениях встречен комплекс макрофоссилий, в том числе представленный: устрицами *Ostrea* (40—100 м), пектенидами (2—50 м) — *Janira*; цидароидами (75—100 м) — *Cidaris*, *Salenia*. Глубина бассейна, скорее всего, составляла 40—75 м (сублитораль). Скорее всего, на дне имелись скальные выступы, к которым прикреплялись кораллы, пектениды, теребратуллиды. Они представляли собой «верхний ярус» сообщества. Анализ палеоэкологии современных морских беспозвоночных показывает, что в любом биоценозе существует «ярусность» распределения организмов. Наверное, ошибочно было бы считать, что дно бассейна всегда было ровным, либо такие члены сообщества, как кораллы (прикреплённый бентос) и пектениды находятся в аллохтонном залегании (более чем на 100 м ниже места обитания).

Солёность. В данных отложениях присутствуют стеногалинные плевротомарии и кораллы, обитающие в условиях нормальной солёности. Устрицы рода *Ostrea* (12—30 ‰) не переносят повышение солёности. Таким образом, можно сделать предположение о нормальной солёности палеобассейна.

Газовый режим. Присутствие пиритовых конкреций свидетельствует об условиях дефицита растворённого в воде кислорода. С другой стороны, присутствуют стенооксидные пектениды, кораллы, губки и эвриоксидные устрицы (*Ostrea*). Возможно, имели место слабые флуктуации газового режима, подтверждённые циклическими распределениями ихнофоссилий (объёмом биотурбации) и концентрации органического углерода.

Температура. Биоценоз содержит теплолюбивые кораллы (*Cylicosmilia*) и устрицы рода *Ostrea* (0—32 °С). Пектениды (*Janira*) обитают при температуре

от 8,8 до 23,5 °С. Следовательно, можно приблизительно оценить температуру воды (23,5 °С и менее).

Тип субстрата. Цидароиды (*Cidaris*, *Salenia*) обычно селятся на илистых грунтах. Внутри рыхлого осадка в норах обитают спатангоиды и ракообразные (следы *Thalassinoides*). Твёрдый субстрат необходим кораллам, пелициподам *Spondylus*, благоприятен для пектенид и теребратуллид. Остальные члены сообщества (брюхоногие моллюски) могли быть безразличны к типу грунта. Дно было илистым со скальными выступами.

Гидродинамика. Присутствие устриц и пектенид свидетельствует об активных гидродинамических процессах (течения).

Формирование ритмичности. Предполагается почти полное отсутствие привноса магнитных тер-

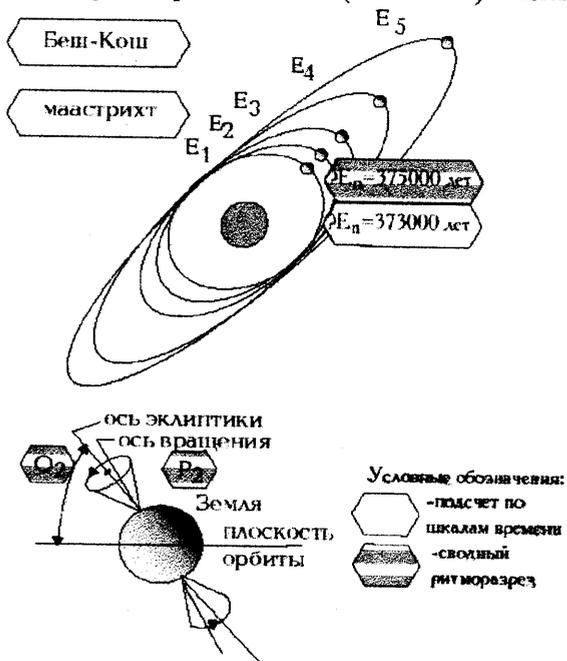


Рис. 114. Диаграмма результатов исследований связи литологической ритмичности с циклами Миланковича методами «ручного» подсчета и составления сводного ритмореза (г. Беш-Кош Бахчисарайского района ЮЗ Крыма)

ригенных минералов (низкие значения и отсутствие осцилляций на большинстве кривых петромагнитных параметров, рис. 103) при привносе кварца и глинистых минералов (вместе до 20%) во время формирования МКЭР (Габдуллин и др., 1998). Следовательно, существуют предпосылки для модели № 1, объясняющей формирование ритмов петротипа "М" с позиции климатических вариаций и ЦМ (см. выше).

Юго-западный Крым **Фаза *Belemnella sumensis***

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Планктон с карбонатным скелетом. Бентосные формы макрофоссилий преобладают (более 15 родов, 18 видов; Алексеев, 1989) над нектонными (3 рода, 3 вида). Это свидетельствует об относительной мелководности бассейна.

Глубина. Для данных отложений характерен цибицидесово - булимино-вый комплекс фораминифер. Отмечается их циклическое распределение в ритмах. Слои с цибицидесами и булиминами (относительно менее глубоководные) чередуются с булиминовыми слоями (относительно более глубоководные). Итак, имеют место эвстатические флуктуации уровня бассейна.

Солёность. Присутствие шести- и восьмилучевых кораллов свидетельствует о нормальной солёности.

Газовый режим. Богатый комплекс бентосных (кораллы, гастроподы, брахиоподы, редкие морские звёзды и лилии, скафоподы и губки) и нектонных (аммониты, белемниты, редкие акулы и костистые рыбы) макрофоссилий указывает на аэробные условия.

Температура. Наличие теплолюбивых кораллов и булимин, обитающих в умеренных водах, позволяет предположить о тёплых или умеренных температурах водных масс.

Тип субстрата. Сообщество спатангоидных ежей и скафопод обитает на рыхлых, мягких грунтах. Комплекс кораллов, губок и морских лилий предпочитает твердые, скальные выступы или субстраты. Морские звёзды, гастроподы и брахиоподы могут заселять все типы грунтов. Следовательно, дно бассейна было рыхлым со скальными выступами.

Данные по гидродинамике бассейна отсутствуют.

Формирование ритмичности. Распределение ряда параметров приведено на рис. 113. Данные об эвстатических колебаниях уровня бассейна и литология пород (мергели), на взгляд автора, приводят к выводу о ЦР (Gabdullin, Guzhikov, Bogachkin, Bondarenko, Lubimova, Widrik, 1999). Эвстатическая модель ЦР (№ 3) может быть привлечена для объяснения природы выделенных петротипов ритмов ("Е" и "III"), формировавшихся в мелководном бассейне с терригенно-карбонатной седиментацией под воздействием ЦМ (см. выше).

Поздний маастрихт **Русская плита**

Ульяновско-Саратовский прогиб (Хвалынский, Шиханский водозабор)

Фаза *Belemnitella kazimiroviensis*

Разрез у Шиханского водозабора. Опесчанивание мела снизу вверх указывает на обмеление мелководного бассейна. Ритмичность в разрезе не установлена.

Юго-западный Крым

Фаза *Brotzenella complanata* (начало фазы *Belemnitella kazimiroviensis*)

Характеристика бассейна седиментации.

Почти полное отсутствие макрофоссилий, затрудняет реконструкцию палеогеографических условий бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Планктон с карбонатным скелетом. Бентосные формы макрофауны отсутствуют. Нектонная макрофауна (2 рода, 2 вида) представлена белемнитами и аммонитами (Алексеев, 1989). Это свидетельствует об относительной глубоководности бассейна и/или неблагоприятных условиях.

Глубина. Для исследуемых отложений характерен глубоководный комплекс фораминифер: цибицидесово—булиминово—боливиновый. Отмечается флуктуация глубины бассейна, следующая из циклического распределения фораминифер в ритмичной толще. Прослой с цибицидесами (относительно мелководные) чередуются с прослоями булимин и боливин (относительно глубоководные), и подчинённых цибицидесов. Пелециподы отсутствуют, встречаются редкие аммониты и белемниты. Таким образом, имели место флуктуации глубины бассейна.

Солёность, гидродинамика. Присутствие цибицидесов указывает на ненормальную (повышенную) солёность. Циклическое распределение фораминифер указывает на циклические флуктуации солёности. Скорее всего, сложное взаимодействие поступающих пресных вод с трансгрессирующими (ингрессирующими) или регрессирующими массами морской воды при эвстатических изменениях уровня моря, приводило к постоянным вариациям глубины и солёности бассейна.

Температура бассейна в раннем маастрихте по белемнитам оценивается равной 14,6 °С (Тейс, Найдин, 1973).

По структуре дна, газовому режиму бассейна данные отсутствуют.

Формирование ритмичности в разрезе г. Беш-Кош. Распределение некоторых параметров по разрезу дано на рис. 115. Данные об эвстатических колебаниях уровня бассейна, отсутствие данных об аноксии, и литология пород (песчанистые мергели и мергели), на взгляд автора, приводят к выводу о ЦР (Gabdullin, Guzhikov, Bogachkin, Bondarenko, Lubimova, Widrik, 1999). Эвстатическая модель (№ 3) может быть привлечена для интерпретации природы выделенных петротипов ритмов ("Е"), формировавшихся под воздействием ЦМ (см. выше).

Фаза *Hanzawaia ekblomi* (конец фазы *Belemnitella kazimiroviensis*)

Характеристика бассейна седиментации.

Состав палеоценоза. Планктон с карбонатным скелетом и бентосные формы макрофоссилий преобладают (20 родов, 29 видов) над нектонными (2 рода, 2 вида). В состав палеоценоза макрофауны входят пелециподы, брахиоподы, ракообразные и белемниты, аммониты (Алексеев, 1989). Это свидетельствует об относительной мелководности бассейна.

Глубина. Часто встречаемые устричные банки, указывают на глубины в несколько десятков метров. В рассматриваемых отложениях встречены в больших количествах пелециподы, обычно характеризующие следующие глубины: *Pecten* (10—50 м), *Chlamys* (2—50 м), *Ostrea* (40—100 м), *Pholadomya* (1—10 м). Предполагаемая глубина бассейна составляла 10—40 м.

Солёность. Присутствие в данных отложениях эвригалинных пелеципод рода *Chlamys* (2—38 ‰), стеногалинных пектенид и фолад, живущих в услови-

ях нормальной солёности; устриц *Ostrea* (12—30 ‰), не переносящих повышение солёности, свидетельствует о нормальной солёности палеобассейна.

Газовый режим. Обилие ихнофоссилий рода *Thalassinoides*, свидетельствующих о жизнедеятельности ракообразных, обилие стенооксидных пелеципод *Pecten* и *Chlamys*, обитающих в богатых кислородом водах, и эвриоксидных *Ostrea*, позволяет предположить о нормальных аэробных условиях. Формы, предпочитающие условия с дефицитом растворённого кислорода не встречены.

Температура. Присутствие в отложениях спор растений, позволяет реконструировать флору побережья. Флора была представлена мангровыми зарослями, что свидетельствует о тёплом тропическом климате (Алексеев, 1989). Морские фоссилии представлены теплолюбивыми родами пелеципод *Ostrea* (0–32 °С) и *Pholadomya*, а также пектенидами. Пектениды обитают в современных морях при температуре от 8,8 до 23,5 °С. Совместно вышперечисленные формы могли сосуществовать при температуре 23,5 °С и менее. По данным изотопии БКЭР формировался при температуре 24—26 °С, а МКЭР — при 24—23 °С.

Тип субстрата. Комплекс пелеципод включает пектенид, заселяющих все типы грунтов и устриц (*Ostrea*), предпочитающих скальные грунты. Хлямусы обитают на всех типах субстрата, кроме илистого дна. Присутствие скал доказывается находками фолад — камнеточцев. Следы *Thalassinoides* однозначно указывают на мягкий и рыхлый грунт. Дно представляло собой рыхлую, мягкую, илистую поверхность со скальными выступами.

Гидродинамика. В пользу активной гидродинамики (течения, но без волнения) выступают массовые находки пектенид и прочих двустворок, иногда формирующих устричные банки. Косвенно это также подтверждается присутствием форм, обитающих в аэробных условиях (см. выше), т.к. при застое водных масс формируются анаэробные условия.

Условия формирования ритмичности в разрезе г. Беш-Кош. Распределение некоторых параметров по разрезу дано на рис. 115. Мелководность бассейна, отсутствие данных об аноксии, литология пород (песчаники, известковистые песчаники, песчанистые мергели), приводят к выводу о ЦР. Предлагается эвстатическая модель (№ 3) для выделенных петротипов ритмов ("А", "В", "Д", "Е"), сформировавшихся под влиянием ЦМ (см. выше).

Условия формирования ритмичности в разрезе у сел. Малое Садовое. Литология пород (переслаивание мергелей) и обилие бентосных фоссилий указывает на сравнительно мелководную обстановку формирования отложений под действием ЦР. Природа ритмов связана с климатическими вариациями (рис. 116), запечатленными на графике распределения $\delta^{18}\text{O}$.

Северо-Западный Кавказ

Фаза *Inoceramus tegulatus*

Разрез Колхозной Щели

Состав палеоценоза. Макрофоссилий в разрезе не установлены. Ихнофоссилии представлены следами *Nereites*, *Zoophycos*, ?*Thalassinoides*, что свидетельствует о достаточно глубоководных условиях флишевого бассейна (Афанасьев, 1993). Распределение ихнофоссилий в разрезе циклично (рис. 117). Пик разнообразия приходится на кровлю песчаника и подошву аргиллита, максимум объема биотурбации свойственен пласту песчаника.

Формирование ритмов типа "I" в разрезе Колхозной Щели связано с ЦР (Gabdullin, Guzhikov, Bogachkin, Bondarenko, Lubimova, Widrik, 1999) и турбидитной моделью.

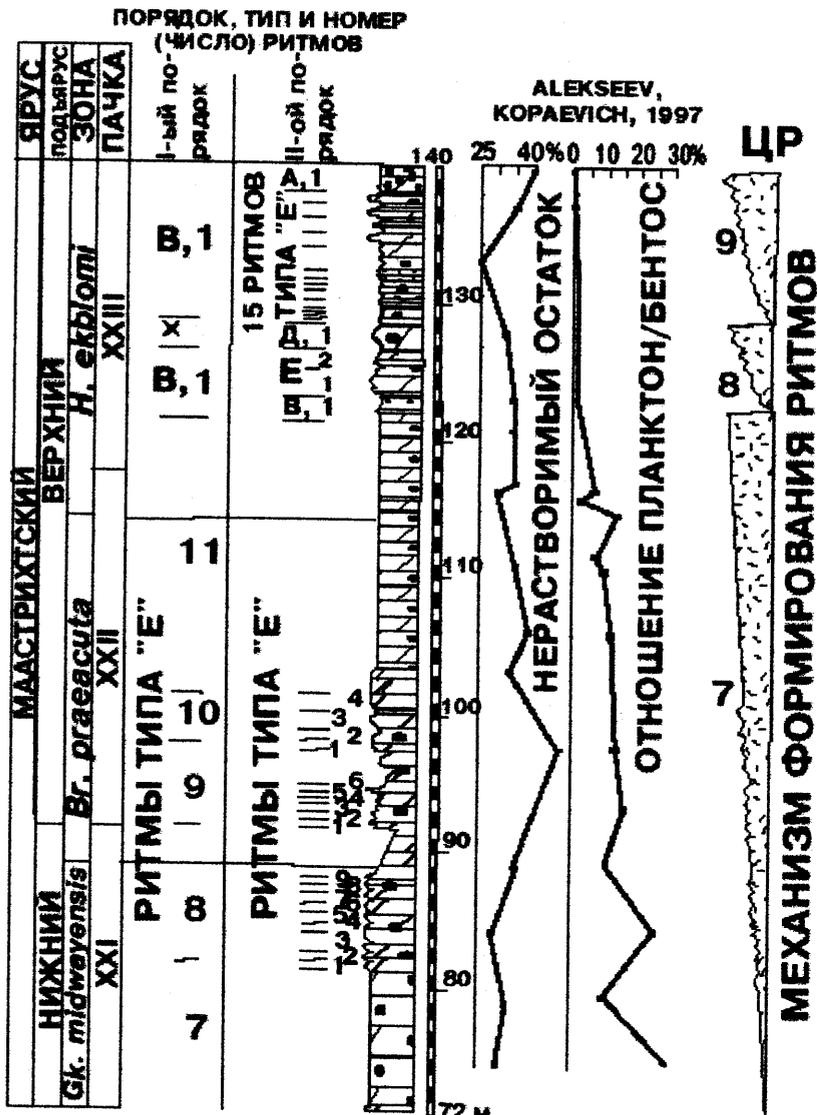


Рис. 115. Типы ритмов первого и второго порядков, распределение содержания нерастворимого остатка и отношения планктонных и бентосных фораминифер, механизм формирования ритмичности в нижне- и верхнемаастрихтских отложениях горы Беш-Коп, ЮЗ Крым. Условные обозначения приведены на рис. 3, 41

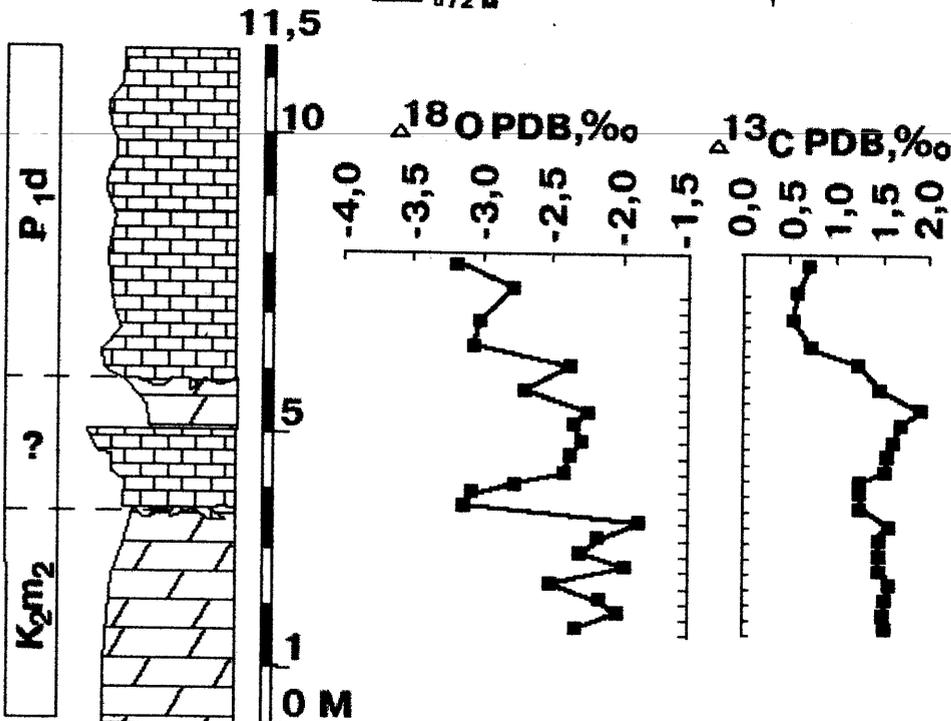


Рис. 116. Распределение изотопов кислорода 18 и углерода 13 в интервале ритмичной известняк-мергельной толщи терминального маастрихта и дания в разрезе у сел. Малое Садовое ЮЗ Крыма. Условные обозначения см. рис. 3

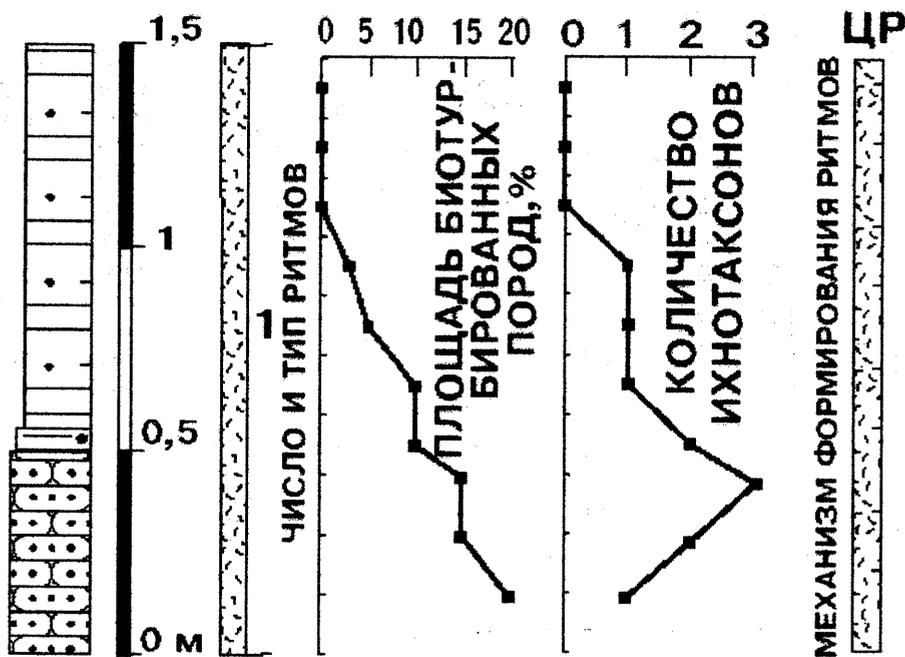


Рис. 117. Распределение площади биотурбированных пород и ихнотаксонов в одном ритме из верхнемаастрихтских отложений разреза Колхозной Щели, Черноморское побережье, Краснодарский край. Условные обозначения приведены на рис. 3, 41

Разрез у сел. Бетта

Состав палеоценоза. Макрофоссилий в разрезе не обнаружены. Установлены ихнофоссилии *Chondrites* sp., *Planolites* sp., *Teichichmus* sp., *Thalassinoides* sp., что свидетельствует о сравнительно неглубоководных условиях. Распределение ихнофоссилий, магнитной восприимчивости, содержания карбоната кальция и органического углерода в разрезе циклично (рис. 118). Песчаность пород указывает на разбавление терригенным материалом планктоногенных карбонатов (Gabdullin, Guzhikov, Bogachkin, Bondarenko, Lubimova, Widrik, 1999). Формирование ритмов петротипа «А», «Е», «Ж» в разрезе у сел. Бетта связано с восьмью ЦР и моделью № 1.

Проведено моделирование условий формирования ритмов в верхнемеловых разрезах Русской плиты, ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа с подбором возможных механизмов и моделей условий формирования ритмично построенных толщ. Закономерности распределения предлагаемых моделей и механизмов формирования ритмов в верхнемеловых разрезах, изученных автором и разрезах Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии будут проанализированы далее в «заключении».

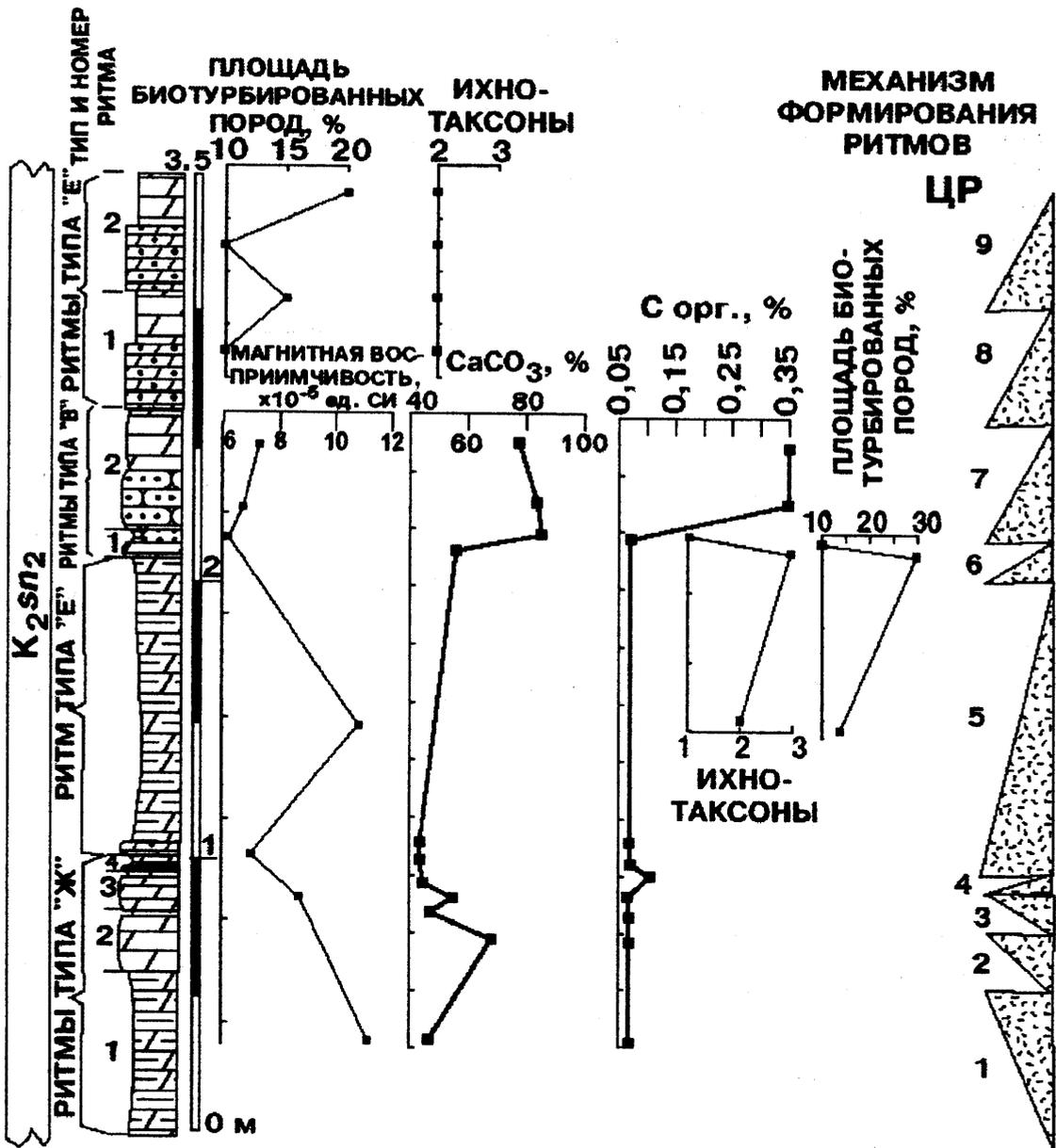


Рис. 118. Распределение площади биотурбированных пород, ихнотаксонов, магнитной восприимчивости, содержания карбоната кальция, органического углерода, и ее прироста, типов ритмов и механизмов их формирования в верхнемаастрихтских отложениях верхне-снегуровской подсвиты. Разрез в окрестностях сел. Бетта, Черноморское побережье, Краснодарский край, СЗ Кавказ. Условные обозначения приведены на рис. 3, 41

Заключение

Суммируя данные автора по изученным разрезам с данными по 28 верхнемеловым разрезам эпиплатформенных бассейнов Европы, Северной Америки и Австралии; геосинклинальных бассейнов Западной Европы, Африки и Азии, получим гистограмму распределения типов ритмов по разрезам (рис. 118). Из нее видно, что максимальным распространением пользуются ритмы петротипа «известняк — мергель» и «мел — мергель».

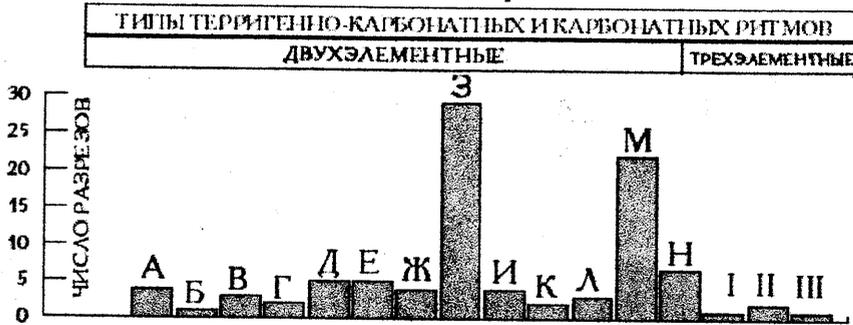


Рис. 118. Распределение петротипов ритмов и числа терригенно-карбонатных и карбонатных разрезов верхнемеловых отложений Евразии, Африки, Австралии и Северной Америки

Рассмотрев строение петротипов ритмов, предлагаемые механизмы и модели условий их формирования, проанализируем их взаимозависимость, батиметрическое и хроностратиграфическое распределение. Анализ пространственно-временных закономерностей распределения типов ритмов и их условий формирования (Габдуллин, 1998а; 1999а, б) начнем с батиметрического распределения типов ритмов, механизмов и моделей условий их формирования.

Сопоставляя данные по батиметрической зональности разрезов, рассматриваемых в работе, и распределению в них типов ритмов, возможно, провести анализ батиметрического распределения типов ритмов в верхнемеловых разрезах (Gabdullin, 20016).

ТИП РИТМОВ	ОБСТАНОВКИ СЕДИМЕНТАЦИИ		
	ПРИБРЕЖНАЯ	ГЕМИ-ПЕЛАГИЧЕСКАЯ	ПЕЛАГИЧЕСКАЯ
А	■		
Б		■	
В		■	
Г		■	
Д		■	
Е		■	
Ж		■	
З		■	
И		■	
К		■	
Л		■	
М		■	
Н		■	

РУССКАЯ ПЛИТА

А	■		
Б		■	
В		■	
Г		■	
Д		■	
Е		■	
Ж		■	
З		■	
И		■	
К		■	
Л		■	
М		■	
Н		■	

ЭПИПЛАТФОРМЕННЫЕ БАСЕЙНЫ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ

А	■		
Б		■	
В		■	
Г		■	
Д		■	
Е		■	
Ж		■	
З		■	
И		■	
К		■	
Л		■	
М		■	
Н		■	

ЭПИПЛАТФОРМЕННЫЕ БАСЕЙНЫ СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ И АВСТРАЛИИ

А	■		
Б		■	
В		■	
Г		■	
Д		■	
Е		■	
Ж		■	
З		■	
И		■	
К		■	
Л		■	
М		■	
Н		■	

Батиметрическое распределение петротипов ритмов в верхнемеловых разрезах

Петротипы ритмов, установленные в рассматриваемых в работе разрезах, были сгруппированы по трем «обстановкам» (условиям) седиментации: прибрежной, гемипелагической и пелагической.

Русская плита

Батиметрическое распределение типов ритмов в разрезах Русской плиты приведено на рис. 119. Длина колонки соответствует числу разрезов. Автором Рис. 119. Батиметрическое распределение петротипов ритмов в разрезах Русской плиты, Западной Европы, Северной Америки и Австралии

тановлен 1 петротип ритмов, формировавшийся в прибрежной обстановке (петротип "А"), и 5 петротипов ("Ж", "З", "Л", "М", "Н"), отвечающих гемипелагической обстановке седиментации.

Эпиатлантические бассейны Западной Европы

Для разрезов эпиатлантических бассейнов Западной Европы (рис. 119) характерны 3 петротипа ритмов. Петротип "Н" отвечает прибрежной обстановке седиментации, а петротипы "З" и "М" установлены во всех батиметрических зонах (прибрежной, гемипелагической и пелагической). Для петротипа "З" характерна тенденция к убыванию с увеличением глубины. Наибольшее число разрезов с петротипом "М" отвечает гемипелагической обстановке.

Эпиатлантические бассейны Северной Америки и Австралии

Батиметрическое распределение петротипов ритмов в разрезах эпиатлантических бассейнов Северной Америки и Австралии (рис. 119) характеризуется 5 петротипами ритмов. Петротипы "Е" и "К" свойственны гемипелагической обстановке, а петротипы "З", "М" и "Н" — пелагической.



ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ

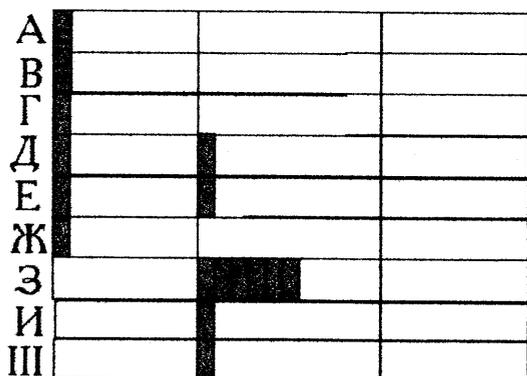


Рис. 120. Батиметрическое распределение типов ритмов в разрезах Юго-Западного Крыма

причем число разрезов с данным петротипом ритмов сокращается с увеличением глубины.

Северо-Западный Кавказ

В разрезах Северо-Западного Кавказа автором были выделены 13 петротипов ритмов (петротипы "А", "Б", "В", "Г", "Д", "Ж", "З", "И", "К", "Л", "П"), причем все они характеризуют пелагическую обстановку седиментации (рис. 121).

Соотношение петротипов ритмов в обстановках седиментации в различных регионах приведено на рис. 122. Из него видно, что во всех регионах установлен петротип "З" (известняк — мергель), петротип "М" (мел — мергель) ха-

Юго-Западный Крым

Петротипы ритмов (рис. 120) свойственны прибрежной обстановке (типы "А", "В", "Г", "Ж") и гемипелагической обстановке (петротипы "З", "И", "П"). Петротипы "Д" и "Е" характерны для прибрежной и гемипелагической обстановки. Всего в верхнемеловых разрезах данного региона установлено 9 петротипов ритмов.

Геосинклинальные бассейны Западной Европы, Азии и Африки

В разрезах геосинклинальных бассейнов Западной Европы, Африки и Азии (рис. 121) выделено 3 петротипа ритмов. К гемипелагической обстановке приурочен петротип "Е", а к пелагической — петротип "П". Петротип "З" характерен как для гемипелагической, так и для пелагической обстановки,

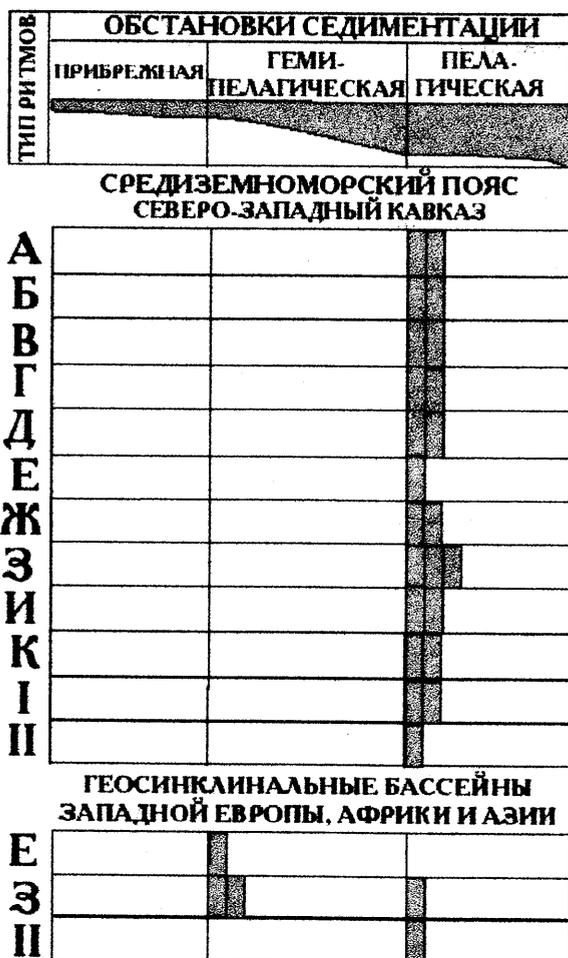


Рис. 121. Батиметрическое распределение типов ритмов в разрезах Средиземноморского пояса



Рис. 122. Соотношение петротипов ритмов в обстановках седиментации из верхнемеловых разрезов Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии. Примечание: «пустые» круговые диаграммы – ритмы не установлены

рактен только для Русской плиты и эпиплатформенных бассейнов Европы, Северной Америки и Австралии. Только для эпиплатформенных бассейнов Европы характерно присутствие петротипов ритмов во всех батиметрических зонах. Ритмы не установлены: в прибрежной обстановке эпиплатформенных бассейнов Северной Америки и Австралии, геосинклинальных бассейнов Западной Европы, Африки и Азии, в пелагической обстановке Русской плиты и Юго-Западного Крыма, в прибрежной и пелагической обстановках Северо-Западного Кавказа.

Суммируя вышеизложенные данные по батиметрическому распределению петротипов ритмов в разрезах, получим сводную гистограмму (рис. 123). Из нее видно, что, во-первых, максимальное разнообразие петротипов ритмов свойственно прибрежной и пелагической обстановке, а минимальное – гемипелагической.

Во-вторых, максимальное число разрезов (34) отвечает гемипелагической обстановке. В пелагической обстановке происходило формирование 33-х разрезов, а в прибрежной – 16-ти разрезов.

В-третьих, преобладают петротипы "З" (22 разреза) и "М" (19 разрезов), которые установлены во всех батиметрических зонах, причем в прибрежной обстановке петротип "М" доминирует над петротипом "З", а в гемипелагической и

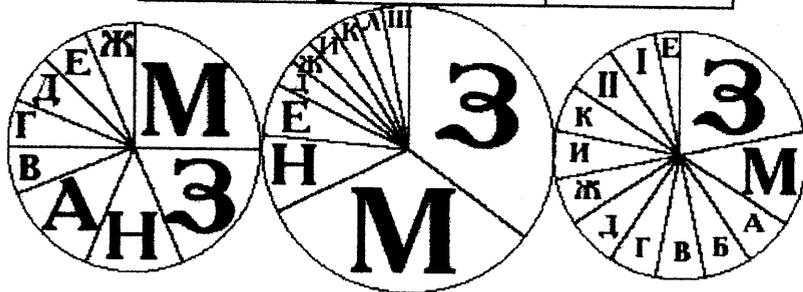
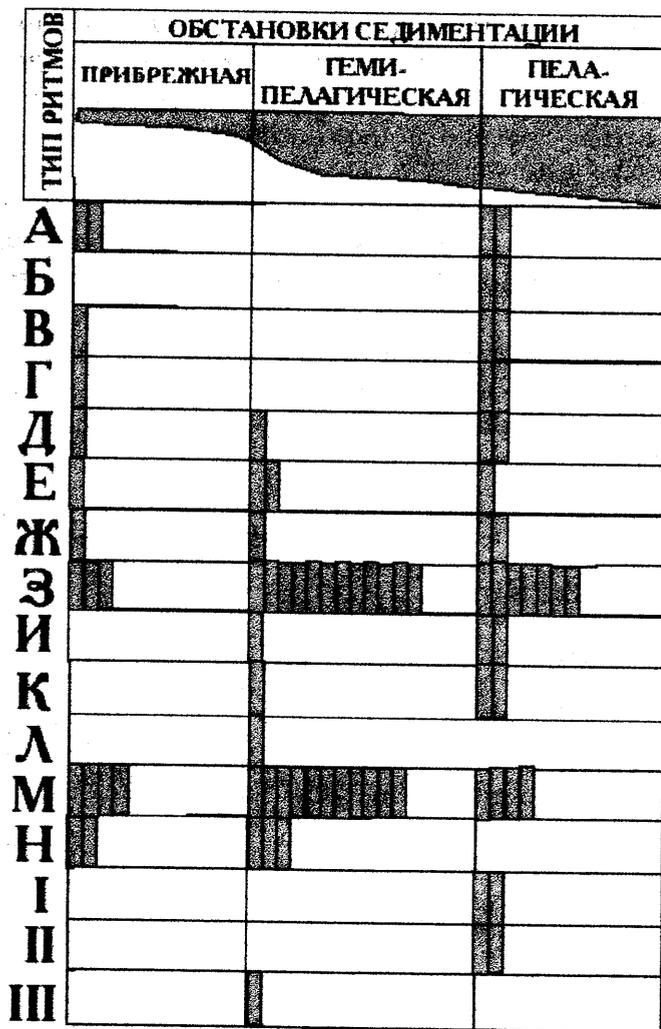


Рис. 123. Батиметрическое распределение типов ритмов в верхнемеловых разрезах Евразии, Северной Америки, Австралии и Африки (вверху) и их соотношение внутри обстановок седиментации (внизу)

В-четвертых, трехэлементные типы ритмов свойственны для пяти разрезов, причем данные петротипы ритмов не установлены в прибрежной обстановке. Петротипы "Г" и "П" характерны для пелагической обстановки, а петротип "Ш" для гемипелагической.

В-пятых, петротипы «Д», «Е», «Ж», «З», «М» установлены во всех трех батиметрических зонах. В двух батиметрических зонах выделены петротипы «А», «В», «Г», «И», «К», «Н». В прибрежной и пелагической обстановках встречаются петротипы «А», «В», «Г». В прибрежной и гемипелагической — петротип «Н». Для гемипелагической и пелагической обстановок свойственны петротипы «И», «К». В одной батиметрической зоне выделены петротипы «Л», «П», «Ш», «И». Для гемипелагической обстановки свойственны петротипы «Л», «Ш», для пелагической — петротипы «Л», «П».

Таким образом, представляется возможным выделение батиметрических подгрупп петротипов ритмов, объединяемых в группы. Прибрежно-гемипелагическая подгруппа представлена одним петротипом ритмов — «Н». Гемипелагическая подгруппа — петротипы ритмов: «Л», «Ш». Гемипелаги-

пелагической обстановках, наоборот, петротип "З" доминирует над петротипом "М". Их суммарная доля от общего числа петротипов ритмов в батиметрических зонах составляет: 45% в прибрежной обстановке, 60% в гемипелагической и 40% в пелагической обстановке.

В-пятых, петротипы «Д», «Е», «Ж», «З», «М» установлены во всех трех батиметрических зонах. В двух батиметрических зонах выделены петротипы «А», «В», «Г», «И», «К», «Н». В прибрежной и пелагической обстановках встречаются петротипы «А», «В», «Г». В прибрежной и гемипелагической — петротип «Н». Для гемипелагической и пелагической обстановок свойственны петротипы «И», «К». В одной батиметрической зоне выделены петротипы «Л», «П», «Ш», «И». Для гемипелагической обстановки свойственны петротипы «Л», «Ш», для пелагической — петротипы «Л», «П».

Таким образом, представляется возможным выделение батиметрических подгрупп петротипов ритмов, объединяемых в группы. Прибрежно-гемипелагическая подгруппа представлена одним петротипом ритмов — «Н». Гемипелагическая подгруппа — петротипы ритмов: «Л», «Ш». Гемипелаги-

ческо-пелагическая подгруппа — петротипы «И», «К». Пелагическая подгруппа — петротипы «Л», «Ш». Подгруппа прибрежных и пелагических петротипов ритмов представлена петротипами «А», «В», «Г». Данная подгруппа характеризуется распространением в двух обстановках, за исключением промежуточной — гемипелагической. Возможно, это связано с недостатком фактического материала. Обобщая, возможно, выделить: **прибрежно-гемипелагическую группу** — петротипы «Л», «Н» и «Ш»; **гемипелагическо-пелагическую группу** — петротипы «И», «К», «Л», «Ш»; **группу космополитных петротипов ритмов** — петротипы «Д», «Е», «Ж», «З», «М».

Сопоставляя данные по батиметрической зональности разрезов и распределению в них предлагаемых механизмов формирования ритмов можно произвести анализ батиметрического распределения механизмов формирования ритмов в верхнемеловых разрезах.

Батиметрическое распределение механизмов формирования ритмов

МЕХАНИЗМЫ	ОБСТАНОВКИ СЕДИМЕНТАЦИИ																			
	ПРИБРЕЖНАЯ						ГЕМИ-ПЕЛАГИЧЕСКАЯ						ПЕЛАГИЧЕСКАЯ							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
ЦР			2	2	3				3	1	3	2	6			4		1		4
ЦРС									1	1		1	5			1	2			2
ЦБ			4		2				2		11	4				1	2	3	4	2
	СУММА:						СУММА:						СУММА:							
ЦР	7						15						9							
ЦРС	0						8						5							
ЦБ	6						17						12							



Рис. 124. Батиметрическое распределение механизмов формирования ритмов в разрезах геосинклинальных бассейнов Западной Европы, Африки и Азии (1); эпиплатформенных бассейнов Северной Америки, Австралии (2), Западной Европы (3); Русской плиты (4); Юго-Западного Крыма (5) и Северо-Западного Кавказа (6). Примечание: высота колонки соответствует числу разрезов

ритмов

Батиметрическое распределение механизмов формирования ритмов приведено на рис. 124. В верхней части гистограммы видно распределение по регионам, итоговая гистограмма приведена в нижней части иллюстрации.

Геосинклинальные бассейны Западной Европы, Азии и Африки

Природа ритмов гемипелагических разрезов объясняется ЦР, ЦРС и ЦБ, причем ЦР доминируют над ЦБ, которые в свою очередь преобладают над ЦРС. В пелагической обстановке в равной степени задействованы ЦР и ЦБ.

Эпиплатформенные бассейны Северной Америки и Австралии

В гемипелагической обстановке в равной степени присутствуют ЦБ и ЦР. В пелагической обстановке установлены ЦР, ЦРС и ЦБ, причем ЦР доминируют над ЦРС и ЦБ.

Этиплатформенные бассейны Западной Европы

В прибрежных и гемипелагических условиях определены ЦБ, преобладающие над ЦР. Доля ЦБ возрастает с увеличением глубины бассейна. В пелагических условиях установлены только ЦБ.

Русская плита

Для интерпретации природы ритмов прибрежных разрезов в равной степени задействованы ЦР и ЦБ, гемипелагических — ЦР, ЦРС и ЦБ. В гемипелагической обстановке ЦБ доминируют над ЦР, которые в свою очередь преобладают над ЦРС.

Юго-Западный Крым

В прибрежных условиях установлены только ЦР, в гемипелагических условиях — ЦР и ЦБ, причем ЦР преобладают над ЦБ. В пелагической обстановке установлены только ЦБ.

Северо-Западный Кавказ

Для интерпретации природы ритмов пелагических разрезов привлечены ЦР и ЦРС.

ЦР и ЦБ установлены в разрезах, относящихся ко всем батиметрическим зонам, причем максимум приходится на гемипелагическую обстановку седиментации.

Установлена тенденция к уменьшению доли ЦР от всех механизмов с возрастанием глубины бассейна: 55 % в прибрежной обстановке, 40 % в пелагической и гемипелагической. Значимая доля (40 %) в пелагической обстановке связана с турбидитами.

ЦРС не привлекаются для интерпретации ритмов в мелководных разрезах, формировавшихся в прибрежных обстановках. Они установлены в гемипелагической и пелагической обстановках, причем намечается тенденция к уменьшению доли ЦРС с возрастанием глубины бассейна. Доля ЦРС от общего числа механизмов составляет около 20 %.

Доля ЦБ от всех механизмов составляет около 45 % для прибрежной и гемипелагической обстановки и 50 % для пелагической обстановки. Прослеживается тенденция к увеличению доли ЦБ с возрастанием глубины бассейна.

Анализируя батиметрическую зональность разрезов и распределение в них предлагаемых моделей формирования ритмов можно произвести анализ батиметрического распределения моделей формирования ритмов в верхнемеловых разрезах.

Батиметрическое распределение моделей формирования ритмов

Русская плита (рис. 125)

Для интерпретации природы ритмов предложены модели № 1, 5, 8, 10. Модель № 1 охватывает прибрежную и гемипелагическую обстановку, модели № 5 и 8 характеризуют гемипелагическую обстановку. Модель № 10 действует во всех батиметрических зонах, причем отмечена тенденция к возрастанию частоты использования данной модели с увеличением глубины бассейна.

Юго-Западный Крым (рис. 125)

Для объяснения условий формирования ритмов задействованы модели № 1, 3, 4, 8, 9, 10. Модели № 1 и 3 характеризует прибрежную и гемипелагическую обстановку, модели № 8, 9 и 10 охватывают гемипелагическую обстановку. Модель № 4 действует в пелагических условиях.

Северо-Западный Кавказ (рис. 125)

Происхождение ритмов связано с моделями № 1, 5, 9, 12, действующими в пелагических условиях.

Эпиплатформенные бассейны Западной Европы (рис. 126)

Происхождение ритмов связано с моделями № 10, 12, 13. Модель № 10 действует во всех батиметрических зонах, причем максимальная частота использования данной модели приходится на гемипелагическую обстановку. Модели № 12 и 13 характеризуют гемипелагическую обстановку.

№ № МОДЕЛЕЙ	ОБСТАНОВКИ СЕДИМЕНТАЦИИ		
	ПРИБРЕЖНАЯ	ГЕМИ-ПЕЛАГИЧЕСКАЯ	ПЕЛАГИЧЕСКАЯ

РУССКАЯ ПЛИТА

1	2	2	
5		1	
8		1	
10	2	4	5

ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ

1	3	4	
3	1	1	
4			1
8		4	
9		1	
10		2	

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ

1			3
5			2
9			1
12			1

Рис. 125. Батиметрическое распределение моделей формирования ритмов в разрезах верхнемеловых отложений Русской плиты, Юго-Западного Крыма, Северо-Западного Кавказа. Примечание: ширина гистограмм соответствует числу разрезов

№ № МОДЕЛЕЙ	ОБСТАНОВКИ СЕДИМЕНТАЦИИ		
	ПРИБРЕЖНАЯ	ГЕМИ-ПЕЛАГИЧЕСКАЯ	ПЕЛАГИЧЕСКАЯ

ЭПИПЛАТФОРМЕННЫЕ БАССЕЙНЫ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ

10	4	11	3
12		3	
13		2	

ЭПИПЛАТФОРМЕННЫЕ БАССЕЙНЫ СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ И АВСТРАЛИИ

1		1	3
7		1	2
9		1	
10		2	

ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫЕ БАССЕЙНЫ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ, АЗИИ И АФРИКИ

1		3	
7		1	1
8		1	
10		2	
12			2

Рис. 126. Батиметрическое распределение моделей формирования ритмов в разрезах верхнемеловых отложений Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии. Примечание: ширина гистограмм соответствует числу разрезов

Эпиплатформенные бассейны Северной Америки и Австралии (рис. 126)

Для объяснения условий формирования ритмов задействованы модели № 1, 7, 9, 10. Модели № 1 и 7 характеризуют гемипелагическую и пелагическую обстановку, модели № 9 и 10 охватывают гемипелагическую обстановку.

Геосинклинальные бассейны Западной Европы, Азии и Африки (рис. 126)

Для интерпретации природы ритмов предложены модели № 1, 7, 8, 10, 12. Модели № 1, 8 и 10 охватывают гемипелагическую обстановку, модель № 12 характеризуют пелагическую обстановку. Модель № 7 действует в гемипелагической и пелагической обстановках.

Батиметрическое распределение моделей формирования ритмов (рис. 125, 126) в рассматриваемых в работе разрезах позволяет выделить три типа регионов.

Первый тип (Русская плита, Юго-Западный Крым, эпиплатформенные бассейны Западной Европы) характеризуется распространением предлагаемых моделей во всех батиметрических обстановках (прибрежной, гемипелагической и пелагической). Второму типу (эпиплатформенные бассейны Северной Америки и Австралии, геосинклинальные бассейны Западной Европы, Азии и Африки) свойственно присутствие моделей только в двух батиметрических зонах (гемипелагической и пелагической). Третий тип (Северо-Западный Кавказ) характеризуется присутствием моделей только в одной батиметрической зоне (пелагической).

Суммарная гистограмма батиметрического распределения моделей формирования ритмов приведена на рис. 127. Из нее видно, что во всех батиметри-

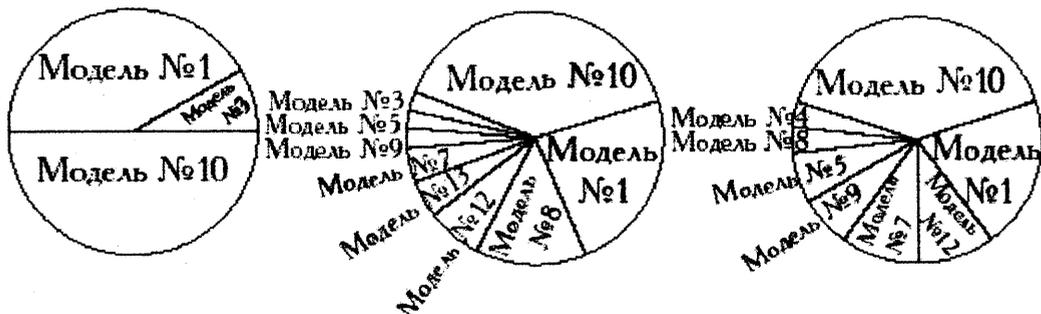
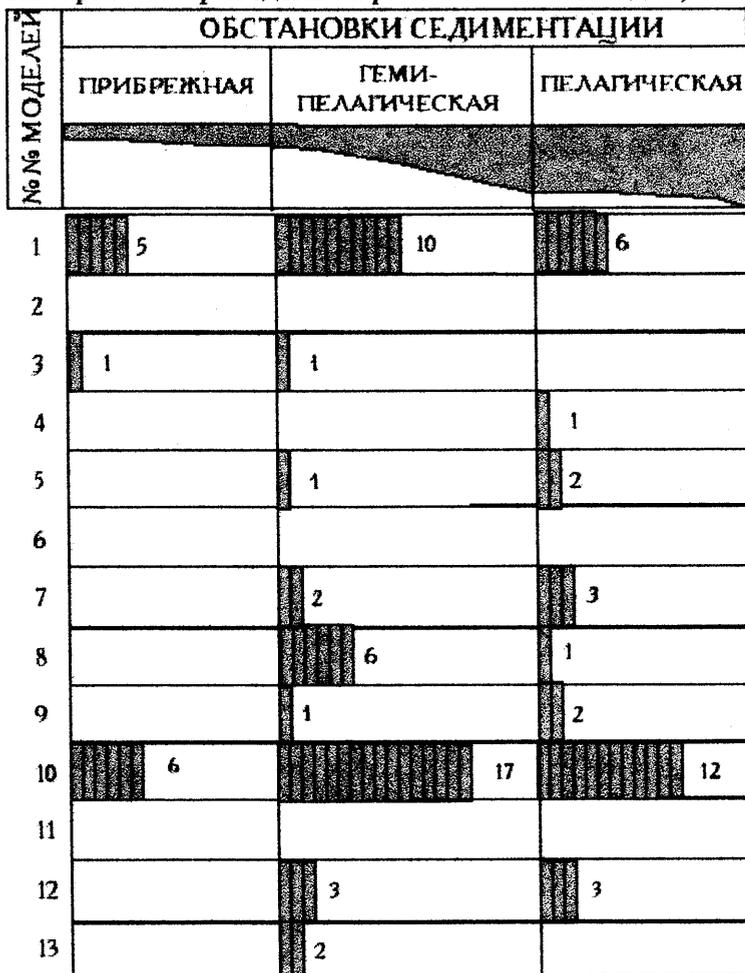


Рис. 127. Батиметрическое распределение предполагаемых моделей формирования ритмов в разрезах верхнемеловых отложений Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии. Примечание: ширина гистограмм соответствует числу разрезов

ческих зонах установлены модели № 1 и 10. В прибрежной и гемипелагической обстановке действует модель № 3. В гемипелагической и пелагической обстановках установлены модели № 5, 7, 8, 9, 12. Частота использования моделей № 5, 7, 9 увеличивается с возрастанием глубины бассейна, а модели № 8, наоборот, уменьшается. В гемипелагической обстановке действует модель № 13, а в пелагической — модель № 4. Суммируя выше изложенное, можно выделить: группу прибрежно-гемипелагических моделей — модели № 3 и 12; группу гемипелагическо-пелагических моделей — модели № 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13; группу космополитных моделей — модели № 1 и 10. Батиметрическое распределение типов ритмов, предлагаемых механизмов и моделей их формирования приведено на рис. 128. Видно, что в прибрежной обстановке установлено: 9 петротипов рит-

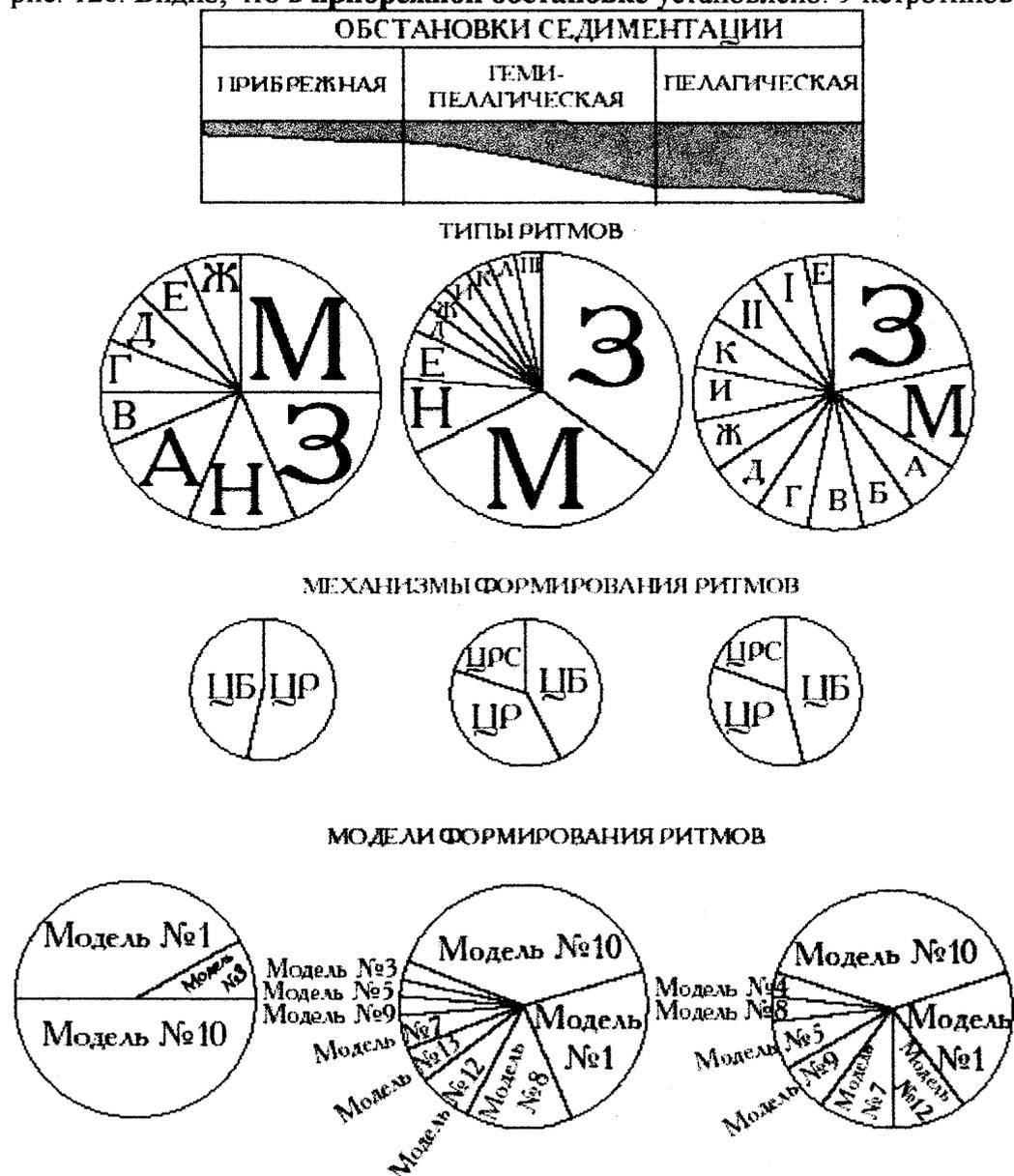


Рис. 128. Батиметрическое распределение петротипов ритмов, предлагаемых механизмов и моделей формирования ритмов в разрезах верхнемеловых отложений Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии

мов («А», «В», «Г», «Д», «Е», «Ж», «З», «М», «Н»); два механизма (ЦР и ЦБ) и три модели (модели № 1, 3 и 10) их формирования. В гемипелагической об-

становке выявлено: 10 петротипов ритмов («Д», «Е», «Ж», «З», «И», «К», «Л», «М», «Н», «П»); три механизма (ЦР, ЦРС и ЦБ) и 9 моделей (модели № 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12 и 13). В пелагической обстановке присутствуют: 13 петротипов ритмов («А», «Б», «В», «Г», «Д», «Е», «Ж», «З», «И», «К», «М», «Л», «П»); три механизма (ЦР, ЦРС и ЦБ) и 8 моделей (модели № 1, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12).

Батиметрическое распределение Фурье — спектров ряда параметров в верхнемеловых разрезах Русской плиты и ЮЗ Крыма

Определив батиметрическую позицию разрезов Вольска, СГОКа и Сельбухры, проанализируем форму кривых Фурье — спектра в зависимости от обстановки седиментации (рис. 129). Следует отметить, что спектральное распределение считалось для разных периодов времени разного временного объема. Видно, что для гемипелагической обстановки характерны «двуглавые», расщепленные или однократные, плохо выраженные спектры. Пелагическая обстановка охарактеризована более или менее ясно выраженными двумя основными пиками на спектральных кривых. Возможно, существует определенная связь между формой спектральной кривой и батиметрической позицией разреза, хотя это требует дальнейших исследований.

Сопоставляя данные по полноте разрезов и распределению в них петротипов ритмов, возможно, проанализировать распределение петротипов ритмов во времени.

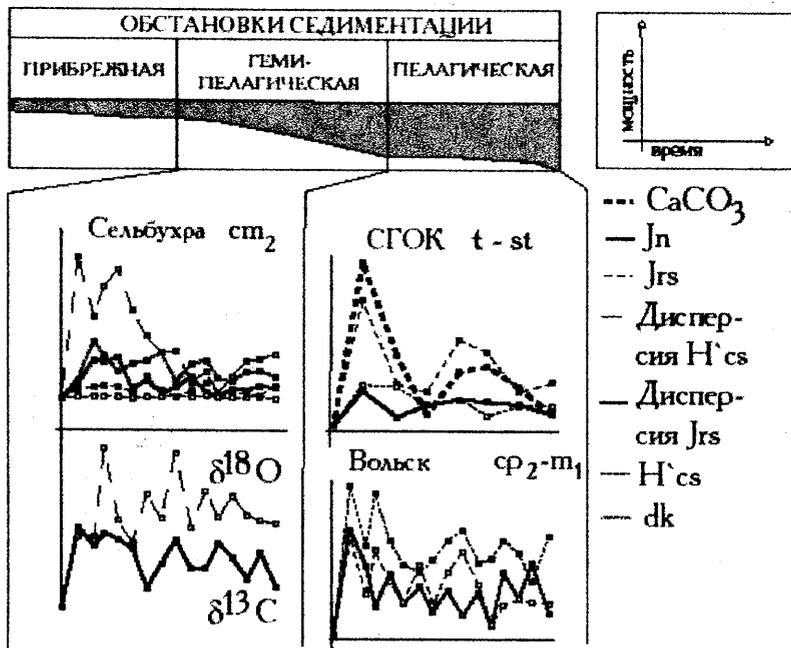


Рис. 129. Батиметрическое распределение Фурье — спектров ряда параметров в верхнемеловых разрезах ЮЗ Крыма и Русской плиты

Хроностратиграфическое распределение петротипов ритмов

Хроностратиграфическое распределение петротипов ритмов приведено на рис. 130. Максимальное число петротипов ритмов выделено в туроне (14 петротипов), минимальное — в сантоне и коньяке (3 петротипа). В маастрихте

установлено 10 петротипов ритмов, в сеномане — 8 петротипов, в кампане — 5. Туронский и маастрихтский максимумы хорошо коррелируются с наибольшими регрессивными пиками на эвстатической кривой (Hardenbol et al., 1998). Коньяк-сантонский минимум отвечает регрессивному изгибу кривой. «Промежуточные» показатели для других веков позднего мела соответствуют периодам чередования трансгрессивных и регрессивных фаз.

Наиболее широким временным диапазоном распространения обладают три петротипа ритмов (рис. 130). Петротип «З» распространен в отложениях всех ярусов верхнего мела, петротипы «М» и «Д» отсутствуют только в коньяк-сантонском интервале, что коррелируется с регрессивным интервалом кривой эвстатических флуктуаций. Прочие петротипы ритмов встречаются значительно реже. Максимальное число разрезов (11) с петротипом «З» характерно для сеномана, максимальная доля разрезов с ритмами петротипа «З» среди всего числа ритмичных разрезов приходится на сантон (рис. 130, 131).

Корреляция соотношения петротипов ритмов с эвстатической кривой приведена на рис. 131. При частой смене палеогеографических условий sedi-

Время, млн лет (Сал., 1998)	ЯРУС	ТИПЫ РИТМОВ													СУММА		
		ДВУХЭЛЕМЕНТНЫЕ						ТРЕХЭЛЕМЕНТНЫЕ									
		А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н		П	Ш
65	МААСТРИХТСКИЙ																
6,3		2		1		1	3	1	4			1	4		1	1	
71,3	КАМПАНСКИЙ																
12,2																	
83,5	САМРСКИЙ																
2,3						1		2	1			1	3				
85,8	КОНЬЯК-САНТОНСКИЙ																
3,2																	
89	ТУРОНСКИЙ																
4,5		1	1	2	2	2	1	1	5	2	2	2	6	2	1		
93,5	СЕНОМАНСКИЙ																
5,4																	
98,9		1				1	1			1						1	
ВСЕГО:		4	1	3	2	5	6	4	28	4	2	3	22	8	1	2	1

Рис. 130. Хроностратиграфическое распределение петротипов ритмов и числа терригенно-карбонатных и карбонатных разрезов верхнемеловых отложений Евразии, Африки, Австралии и Северной Америки. Примечание: высота столбцов соответствует числу разрезов. Здесь и далее самый правый столбец («сумма») показывает общее число разрезов, в которых выделены петротипы ритмов для определенного интервала времени

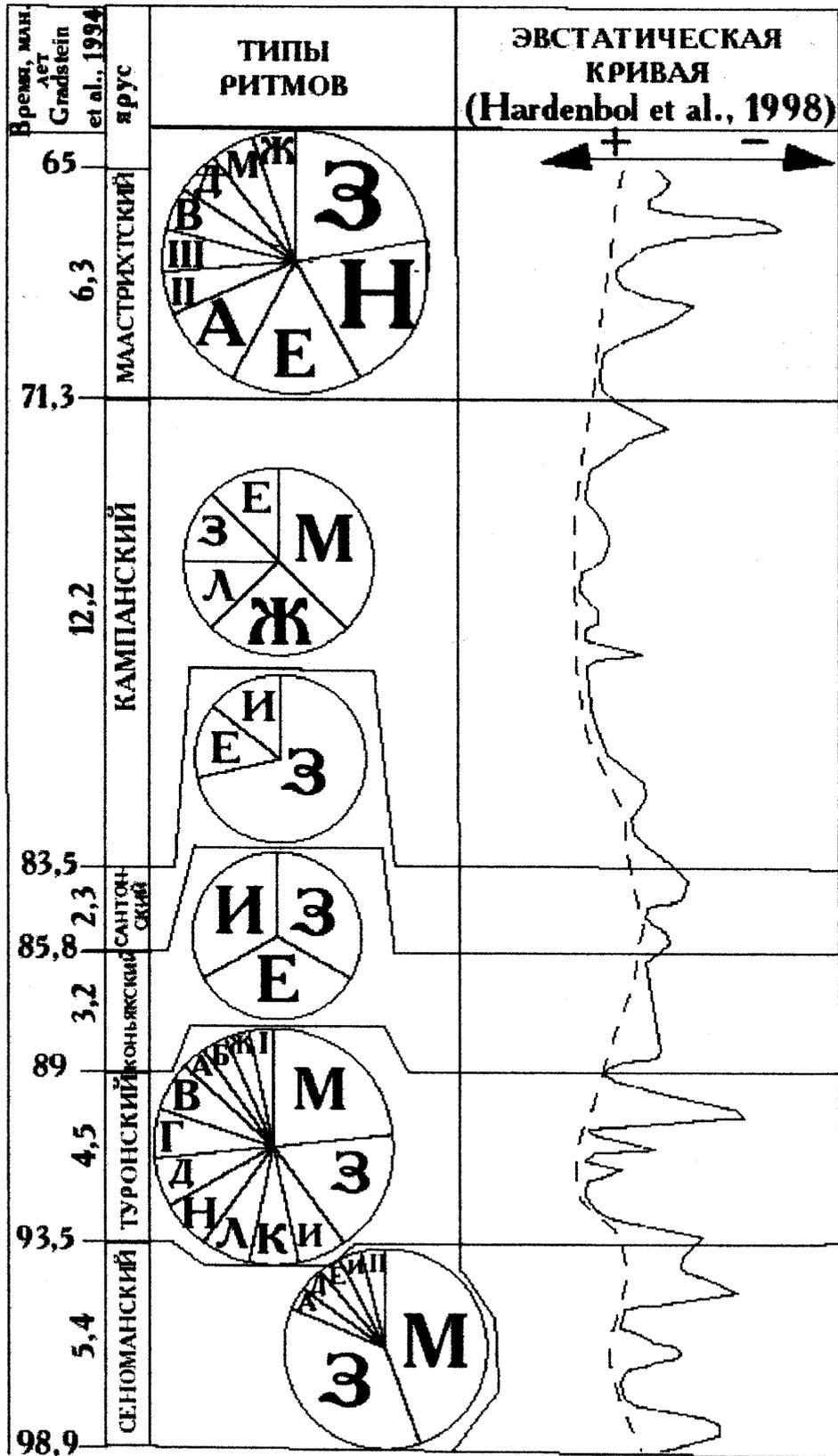


Рис. 125. Корреляция хроностратиграфического распределения петротипов ритмов в верхнемеловых разрезах Евразии, Северной Америки, Австралии, Африки и эвстатической кривой.

ментации — трансгрессий и регрессий в разрезах наблюдается широкий спектр петротипов ритмов (например, в туроне и маастрихте). Когда на протяжении нескольких миллионов лет сохраняются относительно стабильные условия и уровень моря не испытывает колебаний в геологической летописи остаются несколько петротипов ритмов (например, в коньякском веке). Возможно, сравнительная «бедность» на петротипы ритмов коньякского и сантонского веков связана с их относительно небольшой продолжительностью по сравнению с другими веками поздне меловой эпохи. Также отмечена корреляция высококарбонатных петротипов ритмов со временем высокого стояния уровня моря. Значительную или большую долю от всех петротипов ритмов в туронском и коньякском веках, например, составляют ритмы петротипов «известняк—мергель» («З»), «известняк—известняк» («И»).

Анализируя распределение предлагаемых механизмов образования ритмов в координатах времени, возможно, построить хроностратиграфическое распределение механизмов формирования ритмов.

Хроностратиграфическое распределение механизмов формирования ритмов

Хроностратиграфическое распределение механизмов формирования ритмов по регионам приведено на рис. 132. Цифрами отмечено число разрезов, отвечающих данному временному интервалу.

Геосинклинальные бассейны Западной Европы, Азии и Африки

Установлено три механизма формирования ритмов в сеноман—туронском интервале. В сеномане циклы разбавления преобладают над циклами растворения, которые, в свою очередь, доминируют над циклами биопродуктивности. В туроне ЦРС и ЦБ доминируют над циклами разбавления.

Эпиплатформенные бассейны Северной Америки и Австралии

Выявлены три механизма формирования ритмов в сеноман—маастрихтском интервале. В сеномане и туроне все три механизма задействованы в равной мере. В коньяке—сантоне привлечены только циклы растворения для интерпретации природы ритмов, а в кампане—маастрихте — только циклы разбавления.

Эпиплатформенные бассейны Западной Европы

Установлены только два механизма (циклы разбавления и биопродуктивности). ЦР выявлены в разрезах маастрихта, а ЦБ в сеномане—туроне и кампане.

Русская плита

Выделены три механизма формирования ритмов. В сеномане установлены только ЦР, в туроне—коньяке — ЦБ. В сантоне циклы биопродуктивности преобладают над циклами растворения. В кампане циклы разбавления и биопродуктивности привлечены в равной степени. В маастрихте ЦБ доминируют над ЦР.

Юго-Западный Крым

Задействованы три механизма. В сеномане циклы разбавления преобладают над циклами растворения, а они — над циклами биопродуктивности. В туроне привлечены только циклы биопродуктивности. В кампане ЦР преобладают над ЦРС. В маастрихте выявлены только циклы разбавления.

дать сравнительно глубоководные циклы растворения и биопродуктивности над сравнительно мелководными циклами разбавления. При регрессии, понижении уровня (например, в маастрихте) — доля циклов разбавления возрастает.

Доля циклов разбавления от общего числа механизмов составляет от 0 до 75%. Максимум (75%) установлен в маастрихте, минимум (0%) — в коньяке. В коньяке доля ЦР равна 33%, в сеномане и кампане — 30%, в туроне — 20%. Маастрихтский максимум хорошо коррелируется с регрессивным пиком максимальной амплитуды на эвстатической кривой.

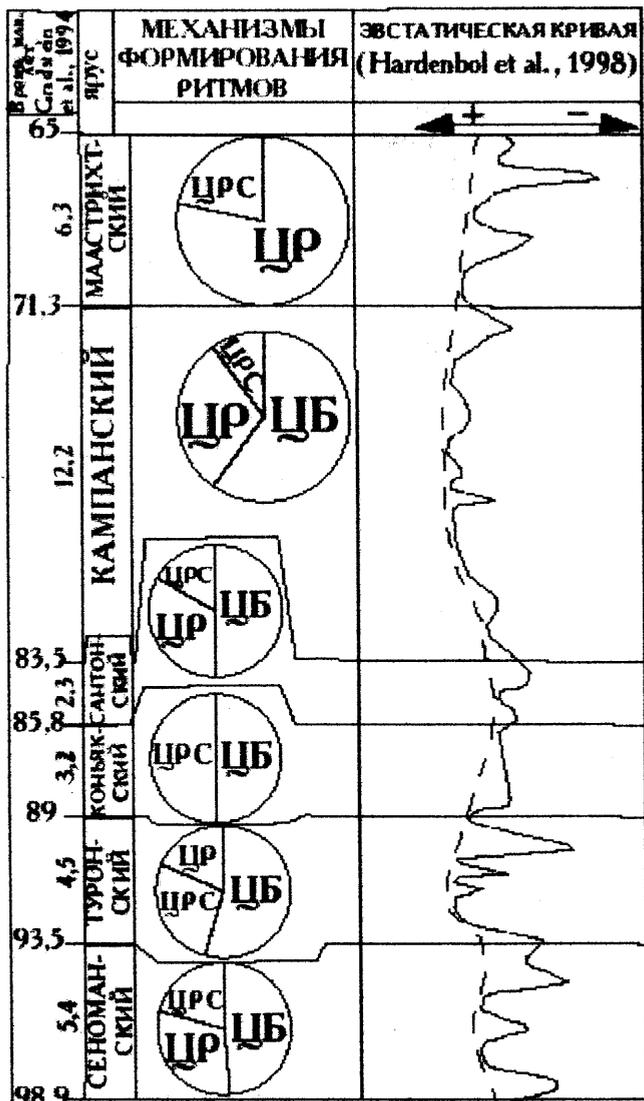


Рис. 133. Корреляция соотношения механизмов формирования ритмичных разрезов и эвстатической кривой

максимальной амплитуды на эвстатической кривой.

Доля циклов растворения от общего числа механизмов варьирует от 0 до 50%. Максимум (50%) характерен для коньяка, а минимум (0%) — для маастрихта. Отмечена тенденция к плавным вариациям доли ЦРС (увеличение доли на протяжении сеномана (20%) и турона (25%) с максимумом в коньяке (50%), далее — сокращение доли (сантон — 15%, кампан — 10%), вплоть до минимума в маастрихте — 0%). Маастрихтский минимум хорошо сопоставляется с регрессивным пиком максимальной амплитуды на эвстатической кривой.

Доля циклов биопродуктивности изменяется от 25 до 60%. Максимум (60%) характерен для кампана, а минимум (25%) — для маастрихта. В туроне доля ЦБ составляет 55%; в сантоне и коньяке — 50%, в сеномане — 45%. Кампанский максимум хорошо коррелируется с трансгрессивным трендом эвстатической кривой. С ростом частоты и/или амплитуды регрессивных фаз на эвстатической кривой сокращается доля ЦБ.

Рассматривая предлагаемые модели формирования ритмичных толщ в координатах времени, построим гистограммы хроностратиграфического распределения моделей.

Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмов

Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмов по регионам приведено на рис. 134—139.

Геосинклинальные бассейны Западной Европы, Азии и Африки (рис.134)

Время (млн лет) (млн лет, 1994)	ярус	МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РИТМОВ													СУММА	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
65	МААСТРИХТСКИЙ															0
6,3																
71,3	КАМПАНСКИЙ															0
12,2																
83,5	САЛОНСКИЙ															0
2,3																
85,8	ТУРОНСКИЙ															0
3,2																
89	ТУРОНСКИЙ															6
4,5		3						1			1		1			
93,5	СЕНОМАНСКИЙ															10
5,4		3						1	1		3		2			
98,9	ИТОГО:	6	0	0	0	0	0	2	1	0	4	0	3	0		

Рис. 134. Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмичных разрезов геосинклинальных бассейнов Западной Европы, Африки и Азии. Высота столбцов соответствует числу разрезов, для которых предложены модели

Для рассмотренных разрезов выявлено 5 типов моделей в сеномане и 4 типа моделей в туроне.

Эпи́латформенные бассейны Северной Америки и Австралии (рис. 135)
 Предложены 5 типов моделей в сеноман—туронском интервале, два
 типа — в маастрихте и один тип — в коньяк—кампанском интервале.

Время, млн. лет (Candolin et al., 1994)	ярус	МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РИТМОВ														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	СУММА	
65	МААСТРИХТСКИЙ															2
6,3		1									1					
71,3	КАМПАНСКИЙ														1	
12,2		1														
83,5	САЛОНСКИЙ														1	
2,3								1								
85,8	КОНЬЯК														1	
3,2								1								
89	ТУРОНСКИЙ														5	
4,5		1						1	1	1	1					
93,5	СЕНОМАНСКИЙ														5	
5,4		1						1	1	1	1					
98,9	ИТОГО:	4	0	0	0	0	0	4	2	2	3	0	0	0		

Рис. 135. Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмичных разрезов эпи́латформенных бассейнов Северной Америки и Австралии. Высота столбцов соответствует числу разрезов, для которых предложены модели

Эпиplatformенные бассейны Западной Европы (рис. 136)

Установлены две модели в маастрихте, одна модель в сеномане—туроне и кампане.

Время млн. лет (Candoris et al., 1994)	Ярус	МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РИТМОВ													СУММА		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
65	МААСТРИХТСКИЙ																5
6.3													3	2			
71.3	КАМПАНСКИЙ																1
12.2																	
83.5	САТОНСКИЙ										1						0
2.3																	
85.8	КОНЬЯК																0
3.2																	
89	ТУРОНСКИЙ																5
4.5																	
93.5	СЕНОМАНСКИЙ																13
5.4																	
98.9	ИТОГО:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	3	2		

Рис. 136. Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмичных разрезов эпиplatformенных бассейнов Западной Европы. Высота столбцов соответствует числу разрезов, для которых предложены модели

Русская плита (рис. 137)

Установлены два типа моделей формирования ритмов в туроне и сантон-маастрихтском интервале. В сеномане и коньяке выявлено по одной модели.

Время, млн лет (Gradstein et al., 1994)	ЯРУС	МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РИТМОВ													СУММА:		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
65	МААСТРИХТСКИЙ																3
6,3		1									2						
71,3	КАМΠΑНСКИЙ																4
12,2		2									2						
83,5	САНТОН-СКИЙ																3
2,3									1		2						
85,8	КОНЬЯК-СКИЙ																1
3,2											1						
89	ТУРОН-СКИЙ																4
4,5											3						
93,5	СЕНОМАН-СКИЙ																1
5,4						1											
98,9	ИТОГО	1															4
		4	0	0	0	1	0	0	1	0	10	0	0	0	0		

Рис. 137. Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмичных разрезов Русской плиты. Высота столбцов соответствует числу разрезов, для которых предложены модели

Юго-Западный Крым (рис. 138)

Задействованы 4 модели в сеномане, две модели — в кампане и маастрихте, одна модель — в туроне.

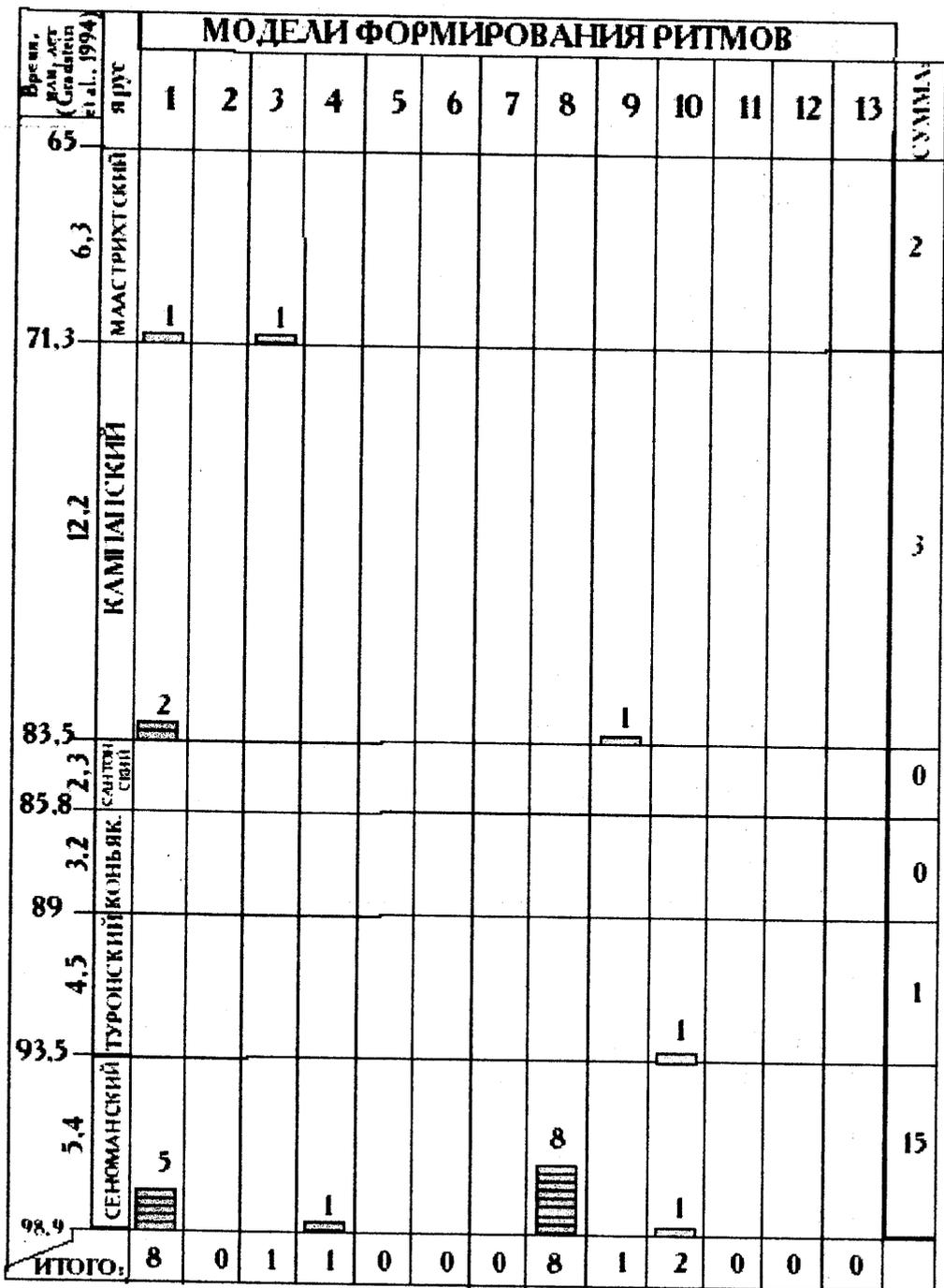


Рис. 138. Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмичных разрезов Юго-Западного Крыма. Высота столбцов соответствует числу разрезов, для которых предложены модели

Северо-Западный Кавказ (рис. 139)

Привлечены три модели для турона, две — для сантона и маастрихта.

Время. млн. лет (Gradstein et al., 1994)	ЯРУС	МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РИТМОВ													СУММА		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
65	МААСТРИХТСКИЙ																
6.3		1											1				2
71.3	КАМПАНСКИЙ																
12.2																	0
83.5	САНТОНСКИЙ																
2.3		1				1											2
85.8	КОНЬЯК																
3.2																	0
89	ТУРОНСКИЙ																
4.5		2				2				1							5
93.5	СЕПОМАНСКИЙ																
5.4																	0
98.9	ИТОГО:	4	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0			

Рис. 139. Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмических разрезов Северо-Западного Кавказа. Высота столбцов соответствует числу разрезов, для которых предложены модели

Общее, суммарное распределение моделей формирования изображено на рис. 140.

Время, млн. лет (Gradstein et al., 1994)	ярус	МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ РИТМОВ													СУММА:		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
65	МААСТРИХТСКИЙ																
6,3		4		1							3		4	2			14
71,3	КАМПАНСКИЙ																
12,2		5								1	3						9
83,5	САТОНСКИЙ																
2,3		1				1		1	1		2						2
85,8	КОНЬЯКСКИЙ																
3,2								1									6
89	ТУРОНСКИЙ																
4,5		6				3		2	1	2	11						25
93,5	СЕНОМАНСКИЙ																
5,4		10			1			2	10	1	18			2			44
98,9	ИТОГО:	26	0	1	1	4	0	6	12	4	38	0	6	2			

Рис. 140. Хроностратиграфическое распределение моделей формирования ритмичных разрезов Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии. Высота столбцов соответствует числу разрезов, для которых предложены модели

Максимальное число типов моделей выделено в сеномане (7 типов), минимальное — в коньяке (2 типа). 6 типов моделей выявлено в разрезах турона, 5 — в разрезах маастрихта, 4 — в разрезах сантона и 3 типа — в разрезах кампана. Модель — следующий после механизма формирования шаг интерпретации. Неудивительно, что установление закономерностей их хроностратиграфического распределения и связи с эвстатической кривой значительно сложнее. Сеноман—туронский максимум можно связать с трансгрессивно-регрессивными циклами сеномана и турона на эвстатической кривой (рис. 141).

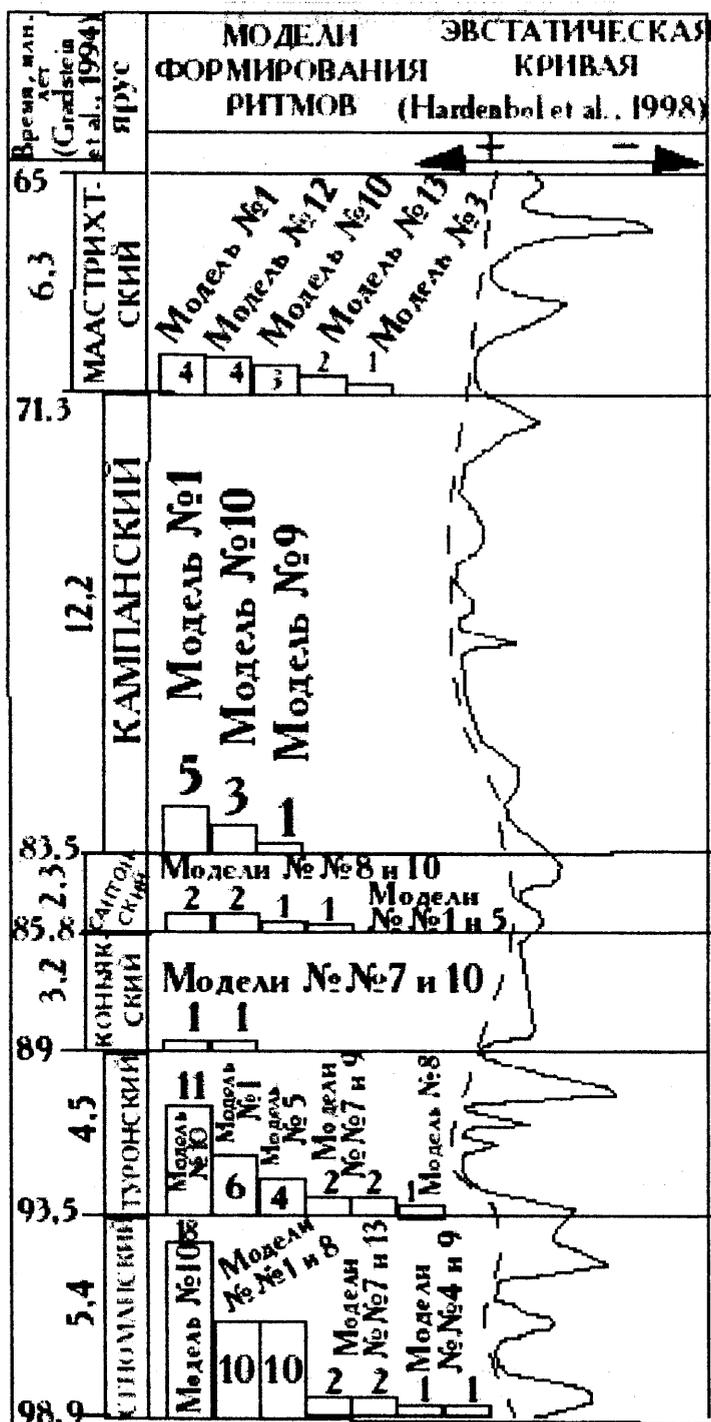


Рис. 141. Корреляция хроностратиграфического распределения моделей формирования ритмичных разрезов Евразии, Северной Америки, Австралии, Африки и эвстатической кривой. «+» — повышения уровня океана, «-» — понижение уровня океана. Высота столбцов соответствует числу разрезов, для которых предложены модели

Количество моделей, предложенных для интерпретации природы ритмов разрезов Северной Америки, Евразии, Африки и Австралии, распределяется следующим образом. Максимальное количество моделей предложено для разрезов сеномана (44 модели), минимальное — для разрезов коньяка (2 модели). 25 моделей задействовано для объяснения происхождения ритмичных разрезов турона, 14 — маастрихта, 9 — кампана, 6 — сантона.

Суммарное хроностратиграфическое распределение типов ритмов, механизмов и моделей условий их формирования приведено на рис. 142. В сеномане уровень моря был ниже, чем в туроне (это видно по пунктирной результирующей кривой), но частая смена трансгрессивных условий на регрессивные привела к обилию петротипов, сформированных в сравнительно более мелководных обстановках, что видно по усилению роли мелководного механизма — циклов разбавления. «Мозаике» петротипов соответствует «мозаика» моделей условий их формирования.

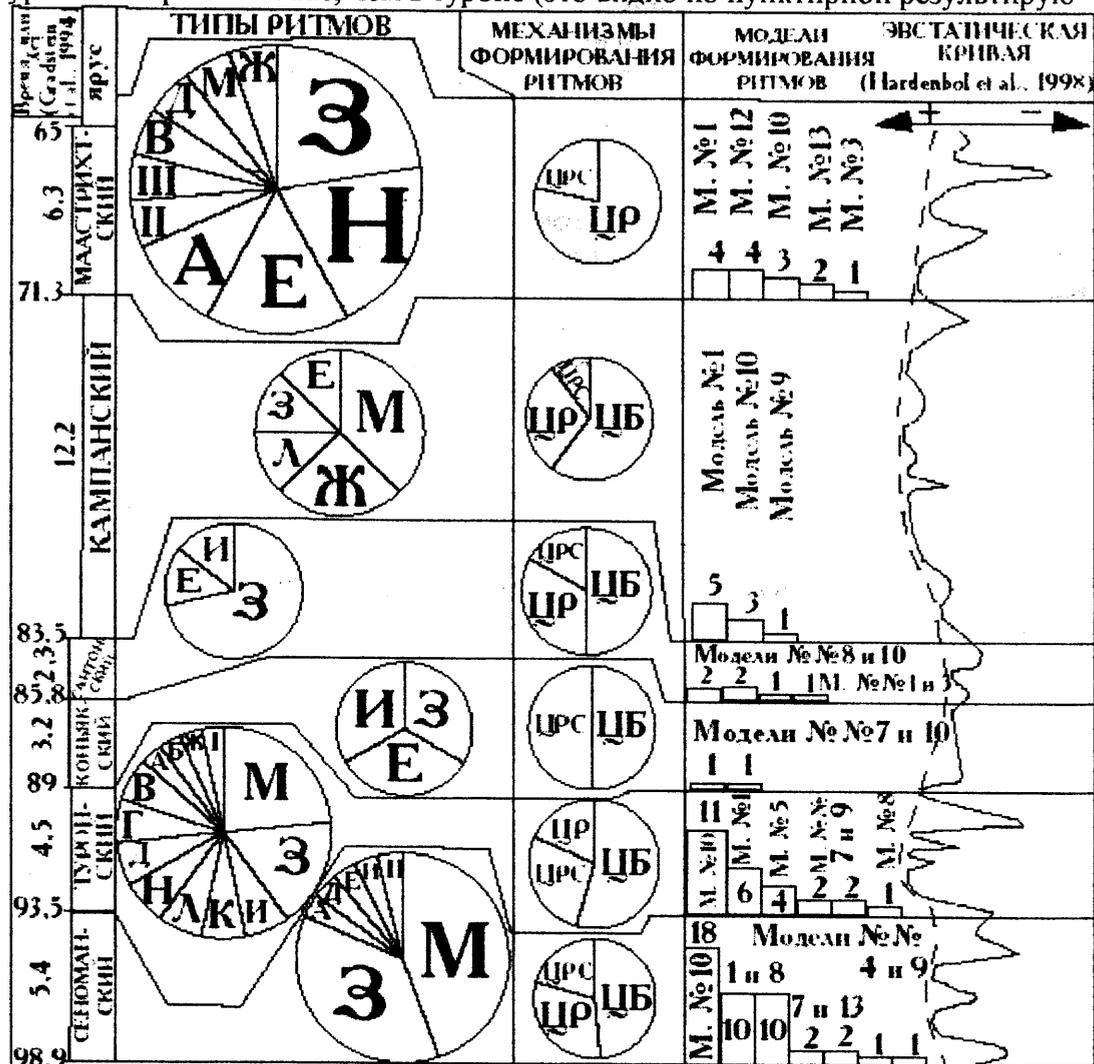


Рис. 142. Корреляция хроностратиграфического распределения петротипов ритмов, механизмов и моделей их формирования в верхнемеловых ритмичных разрезах Евразии, Северной Америки, Австралии, Африки и эвстатической кривой. Высота столбцов соответствует числу разрезов

щей кривой), но частая смена трансгрессивных условий на регрессивные привела к обилию петротипов, сформированных в сравнительно более мелководных обстановках, что видно по усилению роли мелководного механизма — циклов разбавления. «Мозаике» петротипов соответствует «мозаика» моделей условий их формирования.

В туроне частые флуктуации уровня моря при его относительно высоком уровне выражены в «мозаике» петротипов ритмов с преобладанием высококарбонатных разностей, сформированных при помощи глубоководных механизмов — циклов растворения и биопродуктивности. Природа ритмов интерпретируется с привлечением 6 разных моделей.

В коньякском и сантонском веках частых вариаций уровня моря не было (возможно из-за их небольшой продолжительности), что выразилось в низком разнообразии петротипов ритмов и механизмов и моделей их формирования.

Падение уровня моря, начавшееся в коньяке, усилилось на границе с сантоном, что привело к появлению сред ритмоформирующих механизмов сравнительно мелководных циклов разбавления.

В кампане уровень моря испытал общий эвстатический подъем и был относительно стабильным, но чередование регрессивных и трансрессивных фаз привело к увеличению разнообразия петротипов ритмов. Эта смена обстановок седиментации не привела к увеличению числа предлагаемых моделей формирования ритмов, что, скорее всего, вызвано общим увеличением глубины и/или удалением позиций разрезов от береговых линий с контрастными и «пестрыми» обстановками осадконакопления. Доля глубоководного механизма — циклов биопродуктивности по сравнению с сантоном возрасла.

Общий регрессивный тренд маастрихта с периодическими вариациями уровня моря привели к пестроте петрографических типов ритмов и росту числа предлагаемых моделей и доли сравнительно мелководного механизма — циклов разбавления.

Проанализируем распределение механизмов, моделей формирования по типам ритмов в разрезах Северной Америки, Евразии, Африки и Австралии.

Хроностратиграфическое распределение циклов Миланковича, установленных серией методов в позднемеловую эпоху для Русской плиты и ЮЗ Крыма

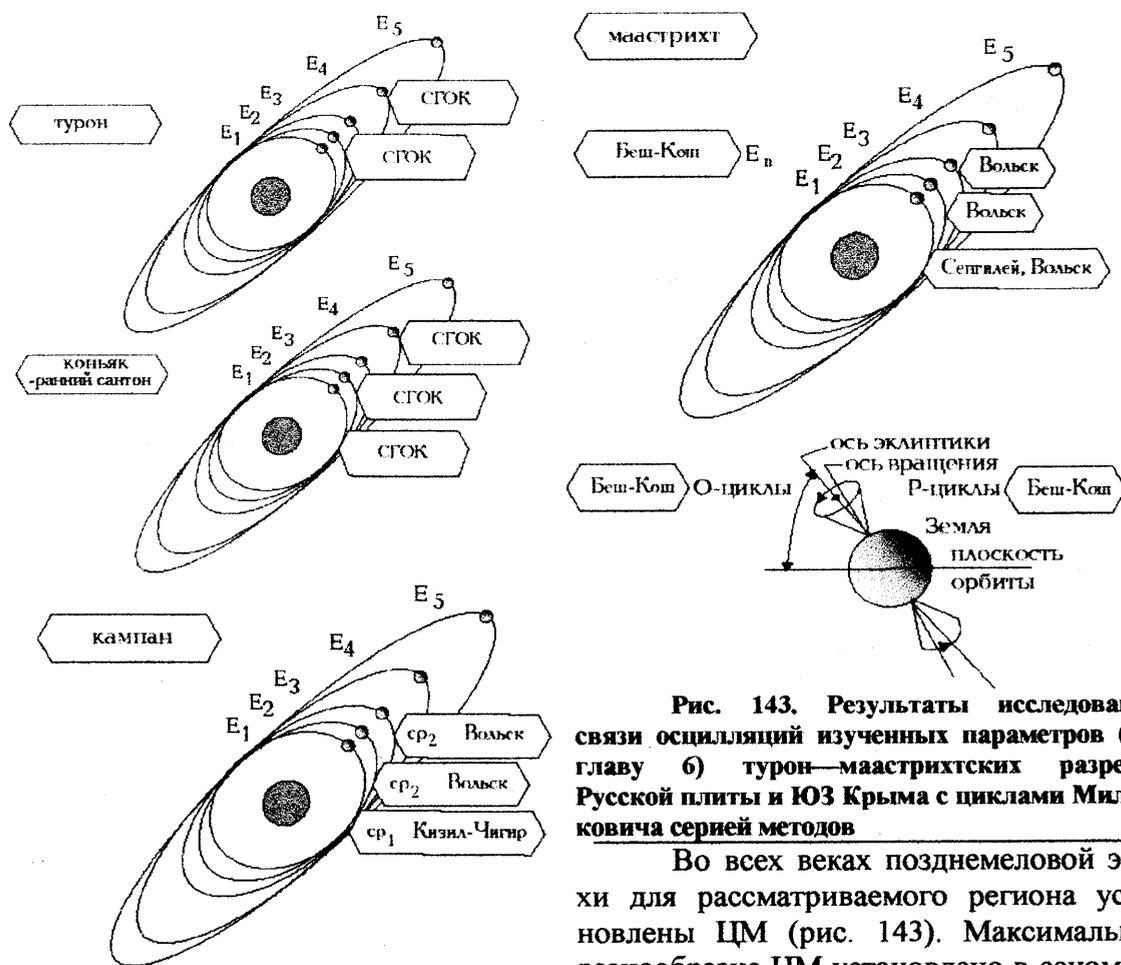


Рис. 143. Результаты исследования связи осциллирующих изученных параметров (см. главу 6) турон—маастрихтских разрезов Русской плиты и ЮЗ Крыма с циклами Миланковича серией методов

Во всех веках позднемеловой эпохи для рассматриваемого региона установлены ЦМ (рис. 143). Максимальное разнообразие ЦМ установлено в сеномане и маастрихте, минимальное — в туроне. Средний сеноман Крыма (рис. 82): цик-

лы P_2 , E_{1-3} . Турон Русской плиты (разрез СГОКа) охарактеризован циклами E_2 и E_4 , а коньяк и сантон — циклами E_1 , E_2 и E_4 . В кампане установлены циклы: E_1 для разреза г. Кизил-Чигир (ранний кампан), E_2 и E_3 для разреза Вольска (поздний кампан). Ранний маастрихт, Русская плита. Циклы E_1 (Сенгилей, Вольск) и E_2 и E_3 (Вольск). Маастрихт, Крым: циклы P_2 , O_2 , E_n .

Распределение механизмов формирования ритмов по типам ритмов

Данное распределение приведено на рис. 144. По нему установлено, что основным ритмообразующим механизмом являются циклы разбавления (16 петротипов ритмов), доминирующие над ЦРС (13 петротипов ритмов), которые в свою очередь преобладают над ЦБ (6 петротипов ритмов). Один и тот же петротип, например «З» (известняк — мергель) может быть сформирован тремя разными механизмами.

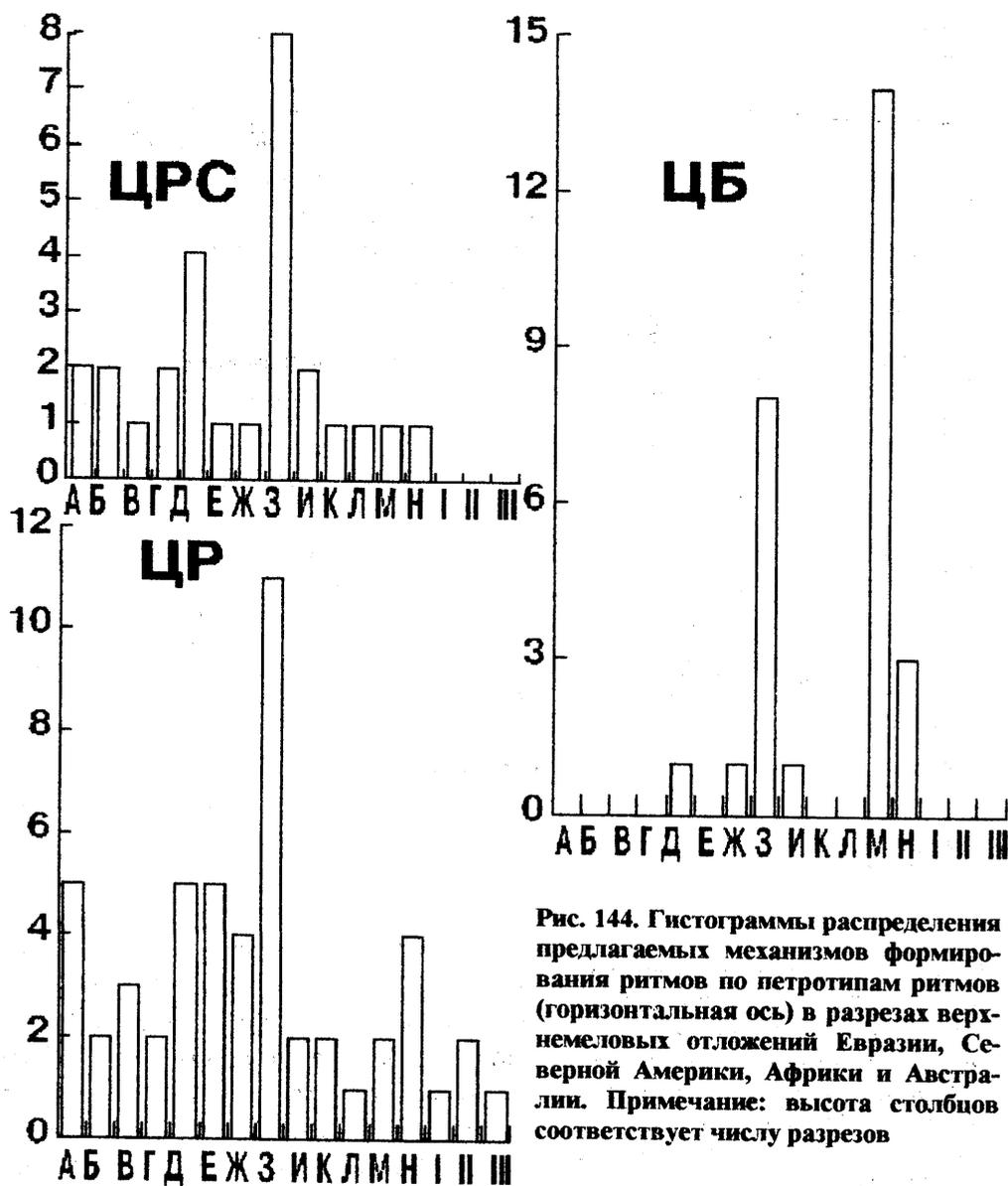


Рис. 144. Гистограммы распределения предлагаемых механизмов формирования ритмов по петротипам ритмов (горизонтальная ось) в разрезах верхнемеловых отложений Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии. Примечание: высота столбцов соответствует числу разрезов

Распределение петротипов ритмов по механизмам формирования ритмов

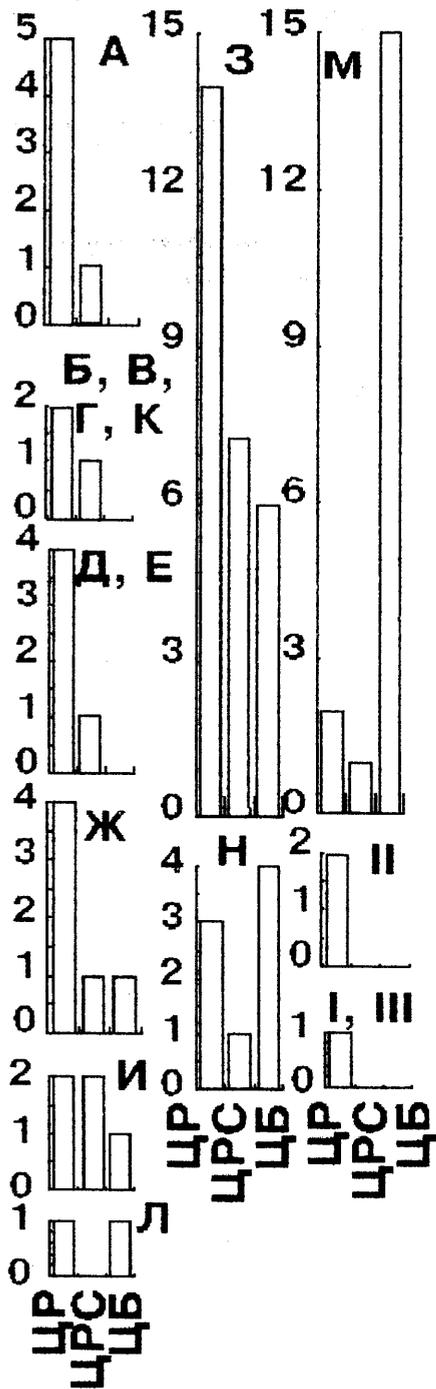


Рис. 145. Гистограммы распределения петротипов ритмов от механизмов их формирования (горизонтальная ось) в верхнемеловых разрезах Евразии, Северной Америки, Африки и Австралии. Условные обозначения приведены на рис. 42. Высота столбцов соответствует числу разрезов

Гистограммы данного распределения приведены на рис. 145. Из них видно, что можно классифицировать типы ритмов на три класса:

1) петротипы ритмов, формируемые одним механизмом — ЦР («I», «II», «III»). Данный класс объединяет только трехэлементные ритмы;

2) петротипы ритмов, формируемые двумя механизмами:

- петротип ритмов, формируемый ЦБ и ЦР («Л»);

- петротипы ритмов, формируемые ЦРС и ЦР («А», «Б», «В», «Г», «Д», «Е», «К»);

3) петротипы ритмов, формируемые тремя механизмами («Ж», «З», «И», «М», «Н»).

Также видно, что в пелагических карбонатных толщах (ритмы типа «М» и «Н») основным ритмоформирующим механизмом являются ЦБ.

Распределение петротипов ритмов по моделям условий формирования

Данное распределение в виде гистограмм приведено на рис. 146. Можно выделить петротипы ритмов, которым соответствуют одна модель. Это петротипы: «II» (песчаник — глина — известняк) и «III» (мергель — мергель — мергель). Но природа большей части петротипов ритмов объясняется с позиций ряда моделей, что вызвано субъективным фактором. Есть петротипы ритмов, происхождение которых может быть связано с двумя моделями. Петротипы «Г» (песчаник — известняк), «И» (известняк — известняк), «К» (глина — известняк), «I» (песчаник — аргиллит — алевролит). Тремя моделями формируются петротипы «Б» (песчаник — глина), «Е» (песчанистый мергель — мергель), «Л» (глина — мел), «М» (мергель — мел). Четырьмя моделями могут быть образованы ритмы петротипов «А» (песок — песчаник), «В» (песчаник — мергель), «Н» (мел — мел). Происхождение петротипа «Д» (глина — мергель) интерпретируется пятью моделями.

Наибольшее число предлагаемых мо-

делей отвечает самому распространенному петротипу ритмов (петротип «З»), что может быть объяснено, большим числом разрезов, многократно изученных разными исследователями.

Распределение моделей условий формирования ритмов по петротипам ритмов

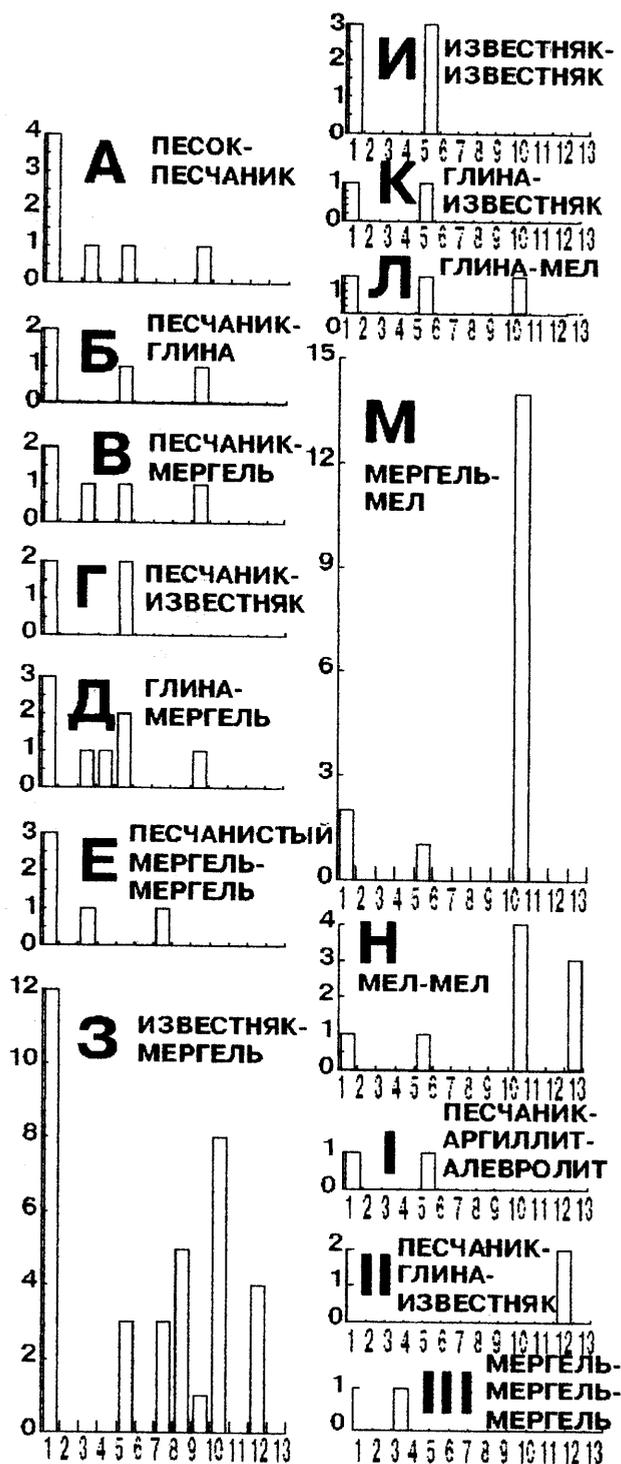


Рис. 146. Гистограммы распределения типов ритмов по моделям их формирования (горизонтальная ось) в верхнемеловых разрезах Евразии, С. Америки, Африки и Австралии. Высота столбцов соответствует числу разрезов

петротипам ритмов

Данные гистограммы приведены на рис. 147. По ним установлены:

монотипичные модели (№ 4, 8, 13) – модели, используемые только для одного типа ритмов;

битипичные модели (№ 7 и 12) – модели, применимые сразу для двух разных типов ритмов;

политипичные модели (№ 1, 3, 5, 9 и 10) – модели, связанные со множеством типов ритмов.

По частоте использования автором и другими исследователями доминирует модель № 1, отвечающая ЦР. На втором месте – модель № 5, отвечающая ЦРС, на третьем – модель № 10 (ЦБ). На гистограммах отсутствуют модели № 2, 6 и 11. Это объясняется отсутствием данных по их использованию для каких-либо рассмотренных в работе разрезов.

Суммируя выше сказанное, можно заключить, что происхождение одного типа ритмов может быть связано с целым рядом механизмов и моделей (например, мергель-известняк). И, наоборот, один и тот же механизм или модель могут применяться для объяснения природы целого ряда типов ритмов (политипичные модели, например № 1). Тем не менее, выделены монотипичные модели и мономодельные типы ритмов; типы ритмов, формируемые одним механизмом.

Сформулируем основные итоги работы.

1. Впервые по единой методике комплексно изучены карбонат-

ные и терригенно-карбонатные верхнемеловые элементарные ритмы Русской плиты (9 эпиплатформенных нефлишевых разрезов), ЮЗ Крыма (9 эпиплатформенных нефлишевых разрезов) и СЗ Кавказа (4 флишевых разреза). Предложено дополнить стандартную методику изучения ритмичных толщ петромагнитными исследованиями.

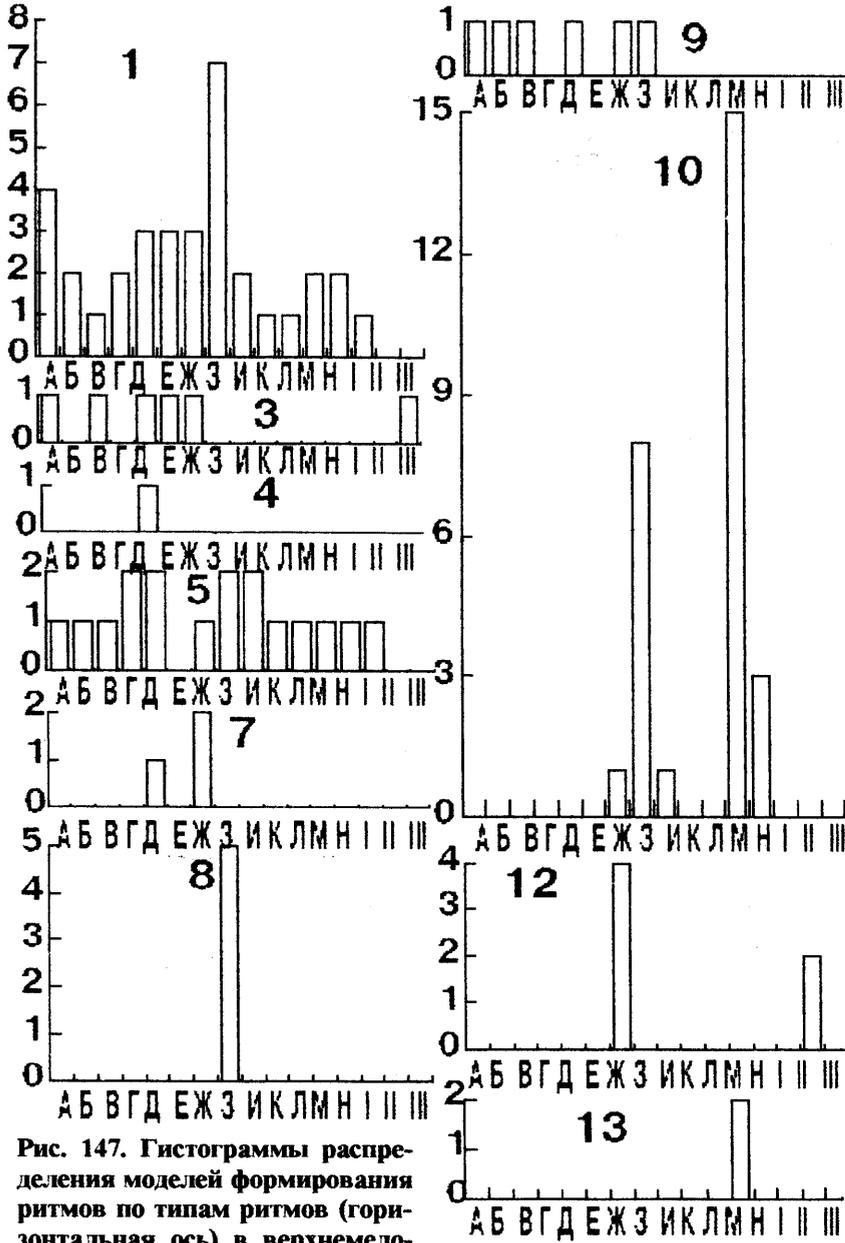


Рис. 147. Гистограммы распределения моделей формирования ритмов по типам ритмов (горизонтальная ось) в верхнемеловых разрезах Евразии, С. Америки, Африки и Австралии. Примечание: Высота столбцов соответствует числу разрезов.

предложена новая модель (модель №5, Gabdullin, Varaboshkin, 1997).

4. Впервые предлагается разделение типов ритмов и моделей условий их формирования на батиметрические группы: прибрежно-гемипелагическую, гемипелагическо-пелагическую и космополитную группу.

2. В исследованных разрезах установлены ритмичные и аритмичные интервалы, а также скрыторитмичные интервалы, ранее не выделявшиеся. Разработана единая классификация типов ритмов как для эпиплатформенных нефлишевых, так и флишевых разрезов. Выявлено 13 типов двухэлементных ритмов и 3 типа трехэлементных ритмов.

3. Установлено, что для изученных верхнемеловых отложений формирование ритмичности связано с комбинацией трех основных механизмов: циклов разбавления, растворения и биопродуктивности,

которые реализованы через 13 моделей. Показано, что основным механизмом формирования ритмичных разрезов являются циклы разбавления. Для конденсированных разрезов

ПРИЛОЖЕНИЯ

Петротип ритма		Мощность, см	Интервал (№№ слоёв)	Кол-во ритмов	Примечание
Г	известняк —	0,5—8	890—908	9	
	песчаник	0,1—1,5			
К	известняк —	6	889—888	1	В подошве ритма — панцирь
	глина	0,3			
Г	известняк —	2,5	887—886	1	
	песчаник	1			
З	известняк —	3,5	885—884	1	
	мергель	0,3			
В	мергель —	3,5	883—882	1	
	песчаник	2			
Г	известняк —	4	881—880	1	
	песчаник	1			
З	известняк —	0,5	879—878	1	
	мергель	0,5			
Г	известняк —	1,5	877—876	1	
	песчаник	0,1			
З	известняк —	1,5	875—874	1	
	мергель	0,3			
Г	известняк —	2—5,5	873—870	2	
	песчаник	0,5—0,7			
З	известняк —	2	869—868	1	
	мергель	0,5			
К	известняк —	1,5—2,5	867—864	2	
	глина	0,15—0,2			
З	известняк —	2	863—862	1	
	мергель	0,5			
Г	известняк —	2—4	861—858	2	
	песчаник	0,3—0,5			
З	известняк —	3,5	857—856	1	
	мергель	1			
Г	известняк —	2,5—5	855—852	2	
	песчаник	0,5—1			
Г	известняк —	1—1,5	851—848	2	На границе сл. №№ 852/851 — панцирь
	песчаник	0,3—0,5			
К	известняк —	0,4	847—846	1	
	глина	0,1			

тектоническая граница

Г	известняк —	0,5—5	844—829	8	
	песчаник	0,1—1			
К	известняк —	0,1	828—827	1	
	глина	6			

Описание туронских и сантонских отложений разреза Андреевского перевала с распределением петротипов ритмов, стратиграфически снизу вверх. Турон. Первая подсвита натухайской свиты. Примечание: здесь и далее - группировка ритмов приведена без их деления на прямые и обратные.

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Г	известняк —	1—7	826—807	10	Панцирь на границе сл. № 824/823, 821/820. В образце № 822 встречен обеднённый комплекс наннопланктона альбского возраста (СС8)
	песчаник	0,2—12			
К	известняк —	2	806—805	1	
	глина	0,1			
Г	известняк —	2	804—803	1	На границе сл. №№ 803/804 — панцирь
	песчаник	0,3			
К	известняк —	2—6	802—793	5	На границе сл. №№ 797/796, 795/794 — панцирь
	глина	0,1—0,5			
З	известняк —	3	792—791	1	
	мергель	2			
К	известняк —	1—2	790—787	2	
	глина	0,1			
З	известняк —	0,5—2,5	786—779	4	
	мергель	0,2—0,5			
К	известняк —	0,4—5	778—775	2	
	глина	0,1—0,3			
З	известняк —	4	774—773	1	В подошве ритма — панцирь
	мергель	0,5			
Г	известняк —	2—4	772—669	2	
	песчаник	0,2—1			
З	известняк —	3,5	668—767	1	
	мергель	0,3			
К	известняк —	2,2—0,3	766—755	5	
	глина	0,1			
З	известняк —	0,8—4	754—751	2	
	мергель	0,2—0,3			
К	известняк —	0,5—4	750—743	4	
	глина	0,2			
З	известняк —	2	742—741	1	
	мергель	0,3			
Г	известняк —	2	740—739	1	
	песчаник	0,3			
З	известняк —	2	738—737	1	
	мергель	1,5			
Г	известняк —	0,5—1	736—733	2	
	песчаник	0,1—0,2			
З	известняк —	0,5	732—731	1	
	мергель	0,3			
Г	известняк —	0,1—5	730—716	8	
	песчаник	0,1—1			
З	известняк —	1—6	715—710	3	
	мергель	0,3—0,5			
К	известняк —	1,5—4	709—706	2	
	глина	0,1			

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
Г	известняк —	2	705—704	1	
	песчаник	0,5			
К	известняк —	1	703—702	1	
	глина	0,5			
З	известняк —	4—6	701—698	2	
	мергель	0,3—0,5			
К	известняк —	4	697—696	1	
	глина	0,5			
Г	известняк —	0,3—2	695—692	2	
	песчаник	0,2—0,3			
З	известняк —	2,5	691—690	1	
	мергель	0,5			
Г	известняк —	4	689—688	1	
	песчаник	2,5			
К	известняк —	0,5	687—686	1	
	глина	0,3			
Г	известняк —	7	685—684	1	
	песчаник	0,5			
К	известняк —	2	683—682	1	
	глина	0,2			
Г	известняк —	2	681—680	1	
	песчаник	2			
З	известняк —	2	679—678	1	
	мергель	2			
К	известняк —	2,5	677—676	1	
	глина	0,1			
З	известняк —	2—5,5	675—672	2	
	мергель	0,5—1,5			
К	известняк —	0,3—6	671—654	9	
	глина	0,1—0,5			
Г	известняк —	30	653—652	1	
	песчаник	2			
	мергель	0,5	651		
З	известняк —	1—7	650—645	3	
	мергель	0,5—1			

тектоническая граница

	известняк со стилолитами	25	644		В подошве слоя — панцирь, внутри — две кальцитовые жилы
	песчаник	2	643		
К	известняк —	0,5—3	642—639	2	
	глина	0,1			
Г	известняк —	1—1,5	638—635	2	
	песчаник	0,3—0,5			
К	известняк —	1	634—633	1	
	глина	0,1			
Г	известняк —	2	632—631	1	
	песчаник	0,3			

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6	
З	известняк —	2	630—629	1		
	мергель	0,5				
И	известняк-	2	628—627	1		
	известняк с 3-мя горизонтами стилолитов	3				
Г	известняк —	0,5—2	626—623	2		
	песчаник	0,1—0,5				
Ж	мергель —	0,5	622—621	1		
	мергель	0,5				
З	известняк —	0,5	620—619	1		
	мергель	0,3				
К	известняк —	1,5	618—617	1		
	глина	0,1				
З	известняк —	1,5—6	616—609	4		
	мергель	0,5—1				
К	известняк —	2	608—607	1		
	глина	0,1				
Г	известняк —	1—5	606—595	6		Панцирь на границе сл. №№ 597/596
	песчаник	0,3—2				
З	известняк —	0,4	594—593	1		
	мергель	1,5				
Г	известняк —	2	592—591	1		
	песчаник	0,8				
З	известняк —	2	590—589	1		
	мергель	2				
З	известняк —	0,5—3,5	588—577	6	В образце №587 установлен обеднённый комплекс наннопланктона предположительно альб-сеноманского возраста (СС 9)	
	песч. мергель	0,1—1,5				
З	известняк —	2—2,5	576—569	4		
	глин. мергель	0,3—0,5				
К	известняк —	1,2	568—567	1	В подошве ритма — панцирь	
	глина	0,3				
З	известняк —	0,4—1,5	566—563	2		
	мергель	0,3—0,8				
К	известняк —	1	562—561	1		
	глина	0,1				
З	известняк —	2—2,5	560—557	2		
	мергель	0,5—1				
К	известняк —	0,2—3,5	556—539	9		
	глина	0,1—0,5				
И	известняк —	0,5	538—537	1	В кровле ритма — панцирь	
	глин. известняк	0,3				
З	известняк —	1,5—2	535—536	1		
	мергель	0,3—0,5				

Продолжение приложение 1

1	2	3	4	5	6
К	известняк —	0,1—1,2	534—511	13	
	глина	0,1—0,3			
З	известняк —	1,5	510—509	1	В кровле ритма — панцирь
	мергель	1			
К	известняк —	0,8	508—505	2	
	глина	0,1—0,3			
З	известняк —	0,8	504—503	1	В кровле ритма — панцирь
	мергель	0,5			
К	известняк —	0,5—1,5	502—495	4	
	глина	0,1—0,3			
З	известняк —	0,4	494—493	1	
	мергель	0,5			
К	известняк —	0,3—5	492—487	4	
	глина	0,1—0,5			
З	известняк —	1	486—485	1	В кровле ритма — панцирь
	мергель	0,5			
К	известняк —	1—5,5	484—477	4	В образце №480 установлен обеднённый комплекс наннопланктона предположительно альб- сеноманского возраста (СС 9)
	глина	0,2—0,3			
И	известняк —	5	476—475	1	Внутри ритма — хард- граунд (на границе слоёв)
	глин. известняк	1,5			
К	известняк —	1—2	474—469	3	На границе сл. №№ 469/468 — панцирь
	глина	0,5			
З	известняк —	2—3	468—463	3	
	мергель	0,7—2,5			
К	известняк —	0,1—5	462—443	10	
	глина	0,1—0,5			
Д	мергель —	0,5	442—441	1	
	глина	0,1			
К	известняк —	2	440—439	1	
	глина	0,1			
З	известняк —	4	438—437	1	
	мергель	0,3			
К	известняк —	0,1—0,3	436—427	5	
	глина	0,1—0,5			
З	известняк —	1,5—2,5	426—423	2	
	мергель	2			
К	известняк —	3,5	422—421	1	
	глина	0,3			
И	известняк —	1,5	420—419	1	
	глин. известняк	2			
З	известняк —	0,5	418—417	1	
	мергель	2,5			
К	известняк —	0,5—1,5	416—413	2	
	глина	0,1			

Продолжение приложения 1

1	2	3	4	5	6
З	известняк —	0,5	412—411	1	
	мергель	0,3			
К	известняк —	0,1—2	410—385	13	В образце №396 установлен комплекс наннопланктона туронского возраста (СС 11)
	глина	0,1—0,4			
З	известняк —	2,5	384—383	1	
	мергель	1,5			
К	известняк —	0,1—2,5	382—379	4	
	глина	0,1—0,5			
З	известняк —	1	378—377	1	В образце №375 установлен обеднённый комплекс наннопланктона предположительно альб-сеноманского возраста (СС 9)
	мергель	0,5			
К	известняк —	0,1—0,5	376—365	6	
	глина	0,1			
З	известняк —	0,3—3,5	364—361	2	
	мергель	0,5—2,5			
К	известняк —	0,3—1,5	360—349	5	На границе сл. №№ 361/360 — панцирь
	глина	0,1—0,2			
З	известняк —	1—3	348—345	2	На границе сл. №№ 349/348 — панцирь
	мергель	0,1—2,5			
К	известняк —	0,1—0,5	344—343	1	В кровле ритма — панцирь
	глина	0,1—0,4			
З	известняк —	0,3—1,5	342—337	3	
	мергель	0,3—0,8			
К	известняк —	0,1—0,3	336—333	2	
	глина	0,1			
З	известняк —	0,3	332—331	1	
	мергель	0,5			
К	известняк —	0,2—0,3	330—323	4	
	глина	0,1—0,3			
З	известняк —	1—1,5	322—319	2	На границе сл. №№ 323/322 — панцирь
	мергель	1—0,5			
К	известняк —	0,2—3,7	318—313	3	
	глина	0,1—0,3			
З	известняк —	2	312—311	1	
	мергель	2,5			

Окончание приложения турон 1. Первая подсвита натухайской свиты. Сантон.
Нижнегениохская подсвита гениохской свиты

1	2	3	4	5	6
К	известняк —	0,1—4	310—299	6	На границе сл. №№ 309/308 — панцирь. В образце №302 установлен обеднённый комплекс наннопланктона предположительно альбсеноманского возраста (СС 9). Образец №301 содержит туронский комплекс наннопланктона (СС 11)
	глина	0,1—0,3			
З	известняк —	0,1—2,5	298—255	24	На границе сл. №№ 287/286; 270/269; 262/261; 255/254 — панцирь
	мергель	0,1—1,5			
З	известняк —	0,1—9,5	254—179	54	На границе сл. №№ 252/253; 249/248; 247/246; 245/244; 233/232 — панцирь. Образец №253 содержит сантонский комплекс наннопланктона (СС 14)
	мергель	0,1—1,5			
З	известняк —	0,1—5,2	178—159	10	Все границы сл. №№ 178-159 — эрозийные. Образец №163 содержит сантонский комплекс наннопланктона (СС 14)
	мергель	0,1—1			
И	кремнистый известняк —	1,5	158—157	1	На границе сл. №№ 157/156 — панцирь
	известняк	1			
З	известняк —	1—10	156—97	30	
	мергель	0,2—1			
И	масс. известняк —	2	96—95	1	
	слоистый известняк	5			
И	известняк —	1,5—23	94—91	2	
	песч. известняк	3,5—4,5			
З	известняк —	>20	90—89	1	
	мергель	2			

Тип ритма		Мощность, см	Интервал (№№ слоёв)	Кол-во ритмов	Примечание
З	известняк —	>60	241—240	1	
	мергель	2			
Г	известняк —	9	239—238	1	
	песчаник	0,5			
К	известняк —	4,5	237—236	1	
	глина	0,5			
Б	песчаник —	0,5	235—234	1	
	глина	0,5			
И	известняк —	5	233—232	1	
	глина	2			
З	известняк —	13	231—230	1	
	мергель	3			
Г	известняк —	1	229—228	1	В слое известняка — жила кальцита
	песчаник	4			
З	известняк —	>100	227—226	1	
	мергель	1			

Задрнованный участок (2,5 м)

Г	известняк —	6—22	225—220	3		
	песчаник	0,5—>22				
К	известняк —	4	219—218	1		
	глина	2				
Г	известняк —	6—22	217—216	1		В слое 216 — комплекс, отвечающий зоне <i>coronata</i>
	песчаник	0,5—>22				

Тектоническая граница

К	известняк —	5,5	215—214	1	
	глина	1			
В	мергель —	5	213—212	3	
	песчаник	5,5			
З	известняк —	27	211—210	1	
	мергель	3,5			
	олистолит песчаника	5—9	209		
К	известняк —	38	208—207	1	
	глина	1			
Д	мергель —	3,5	206—205	1	
	глина	2,5			
В	мергель —	1—3	204—201	2	
	песчаник	12—43			
Г	известняк —	6,4	200—199	1	
	песчаник	14			
И	известняк —	8	198—197	3	
	песч. известняк	4,5			
В	мергель —	1,5	196—195	1	
	песчаник	2			

Описание туронских отложений разреза между сел. Светлый и Адербиевка с распределением петротипов ритмов, стратиграфически снизу вверх. Турон. Первая подсвита натухайской свиты

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6	
Г	известняк —	4	194—193	1		
	песчаник	5				
З	известняк —	3,5	192—191	1		
	мергель	2				
Г	известняк —	6	190—189	1		
	песчаник	12				
К	известняк —	12	188—187	1		
	глина	6				
В	мергель —	1,7—2	186—183	2		
	песчаник	2,5—11				
Г	известняк —	19	182—181	1		
	песчаник	0,8				
Б	песчаник —	8	180—179	1		
	глина	2				
К	известняк —	2,5	178—177	1		В слое известняка — жилы кальцита
	глина	1				
Б	песчаник —	3	176—175	1		
	глина	1,5				
К	известняк —	1,5	174—173	1		
	глина	1,5				
З	известняк —	12	172—171	1		
	мергель	1				
Б	песчаник —	12	170—169	1		
	глина	0,5				
В	мергель —	3	168—167	1		
	песчаник	8				
З	известняк —	2	166—165	1		
	мергель	3,5				
Г	известняк —	6	164—163	1		
	песчаник	5				
К	известняк —	10	162—161	1	В слое известняка — жилы кальцита	
	глина	1,5				
Б	песчаник —	2,5	160—159	1		
	глина	7				
К	известняк —	8	158—157	1		
	глина	2				
Г	известняк —	21	156—155	1		
	песчаник	3				
В	мергель —	4	154—153	1		
	песчаник	5,5				
К	известняк —	7	152—151	1		
	глина	1,5				
В	мергель —	4	150—149	1		
	песчаник	12				
Г	известняк —	3	148—147	1		
	песчаник	6				
В	мергель —	4	146—145	1		
	песчаник	7				
Б	песчаник —	5	144—143	1		
	глина	2				

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6
К	известняк —	6—2	142—139	2	В слое 142 — комплекс, отвечающий зоне <i>coronata</i>
	глина	0,5—1			
З	известняк —	2	138—137	1	
	мергель	1,5			
Г	известняк —	7	136—135	1	В слое известняка — жила кальцита
	песчаник	2,5			
Б	песчаник —	5,5	134—133	1	
	глина	2			
К	известняк —	4	132—131	1	
	глина	1			
Б	песчаник —	7	130—129	1	
	глина —	1,5			
	известняк	25	128		

Задернованный участок (10 м)

Г	известняк —	>10	127—126	1	В слое известняка — жила кальцита
	песчаник	2			
З	известняк —	32	125—124	1	
	мергель	2,5			
Г	известняк —	14	123—122	1	
	песчаник	6			
З	известняк —	3	121—120	1	
	мергель	20			
Г	известняк —	4	119—118	1	
	песчаник	12,5			
З	известняк —	3	117—116	1	
	мергель	5			
Г	известняк —	8,5—52	115—112	2	
	песчаник	5—1,5			
В	мергель —	4,5	111—110	1	
	песчаник	0,9			
З	известняк —	25	109—108	1	
	мергель	7			
Б	песчаник —	0,8	107—106	1	
	глина	1			
К	известняк —	30	105—104	1	
	глина	0,5			
Б	песчаник —	0,5	103—102	1	
	глина	1			
К	известняк —	90	101—100	1	
	глина	1,5			
Г	известняк —	7	99—98	1	
	песчаник	4,5			
В	мергель —	4,5	97—96	1	
	песчаник	0,9			
К	известняк —	10	95—94	1	
	глина	2			
Г	известняк —	20	93—92	1	
	песчаник	6			

Продолжение приложения 2

1	2	3	4	5	6
Б	песчаник —	1—16	91—80	6	
	глина	0,2—1			
К	известняк —	9,5	79—78	1	
	глина	1			
Б	песчаник —	6—10	77—74	2	
	глина	1,5—3			
Г	известняк —	12	73—72	1	
	песчаник	17			
К	известняк —	32	71—70	1	
	глина	2,5			
В	мергель —	3	69—68	1	
	песчаник	68			
К	известняк —	8—40	67—58	5	
	глина	0,5—2,5			
И	известняк —	18	57—56	1	В слое известняка — жилы кальцита
	песч. известняк	1			

Тектоническая граница

К	известняк —	16	55—54	1	
	глина	1,5			
Г	известняк —	1,5	53—52	1	
	песчаник	2			
К	известняк —	8	51—50	1	
	глина	1			
П	песчаник —	0,5—9	49—44	2	
	глина —	1—2			
	известняк	1,2—5,5			
Б	песчаник —	3,5—13	43—40	2	
	глина	1—3,5			
К	известняк —	20	39—38	1	
	глина	0,7			
Г	известняк —	10,5	37—36	1	
	песчаник	0,7			
К	известняк —	28	35—34	1	
	глина	2			

Задернованный участок (1 м).

П	песчаник —	0,9—1	33—25	3	
	глина —	1			
	известняк	1—6			
В	мергель —	3—7	24—21	2	
	песчаник	4—29			
Г	известняк —	4	20—19	1	
	песчаник	21,5			
З	известняк —	3,3	18—17	1	
	мергель	3			
Г	известняк —	2	16—15	1	
	песчаник	1			
Б	песчаник —	2—2,8	14—11	2	
	глина	1—2			

Окончание приложения 2

1	2	3	4	5	6
Г	известняк —	10	10—9	1	
	песчаник	14			
II	песчаник —	2,9	6—8	1	
	глина —	5			
	известняк	30			
В	мергель —	10	4—5	1	
	песчаник	1,2			
II	песчаник —	3	3—1	1	
	глина —	1,1			
	известняк	3,8			

Приложение 3

ПЕТРОТИП «Г»

Микроскопически менее карбонатный элемент ритма (МКЭР) данного петротипа в разрезе у сел. Адербиевка представляет собой биокластический мелкозернистый известковистый песчаник с массивной текстурой (шлиф КВ 98/2-220, фото 43, 44), включающий:

29% биокластического материала:

13% — обломки раковин фораминифер размером около 0,1—0,25 мм;

6% — обломки призматического слоя бивальвий, 0,1—0,3 мм;

5% — фрагменты скелета кальцисфер размером 0,1—0,2 мм;

5% — фрагменты скелета иглокожих размером около 0,3 мм;

55% кристаллокластов:

40% — зерна кварца размером 0,05—0,2 мм;

8% — полуокатанные зёрна глауконита размером около (0,2—0,3 мм);

7% — обломки зерен пирита размером около 0,01—0,2 мм;

16% цемента:

11% — глинистое вещество;

5% — микритовый кальцит;

Приложение 4

ПЕТРОТИП «Г»

Микроскопически более карбонатный элемент ритма (БКЭР) этого петротипа в разрезе у сел. Адербиевка - биокластический известняк (в образце - с массивной текстурой), включающий (шлиф КВ 98/2-221, фото 45, 45):

47% биокластического материала:

20% — обломки раковин фораминифер размером около 0,05—0,25 мм, иногда замещенные рудным минералом;

10% — обломки призматического слоя бивальвий размером 0,05—0,15 мм;

5% — фрагменты спикул губок размером до 0,1 мм;

5% — обломки скелета иглокожих, 0,15—1,5 мм;

7% — биокласты неясного генезиса размером 0,05—0,5 мм;

13% кристаллокластов: слабо окатанные — пирит (8%) и глауконит (5%) размером 0,05—0,1 мм;

40% — микритовый кальцит.

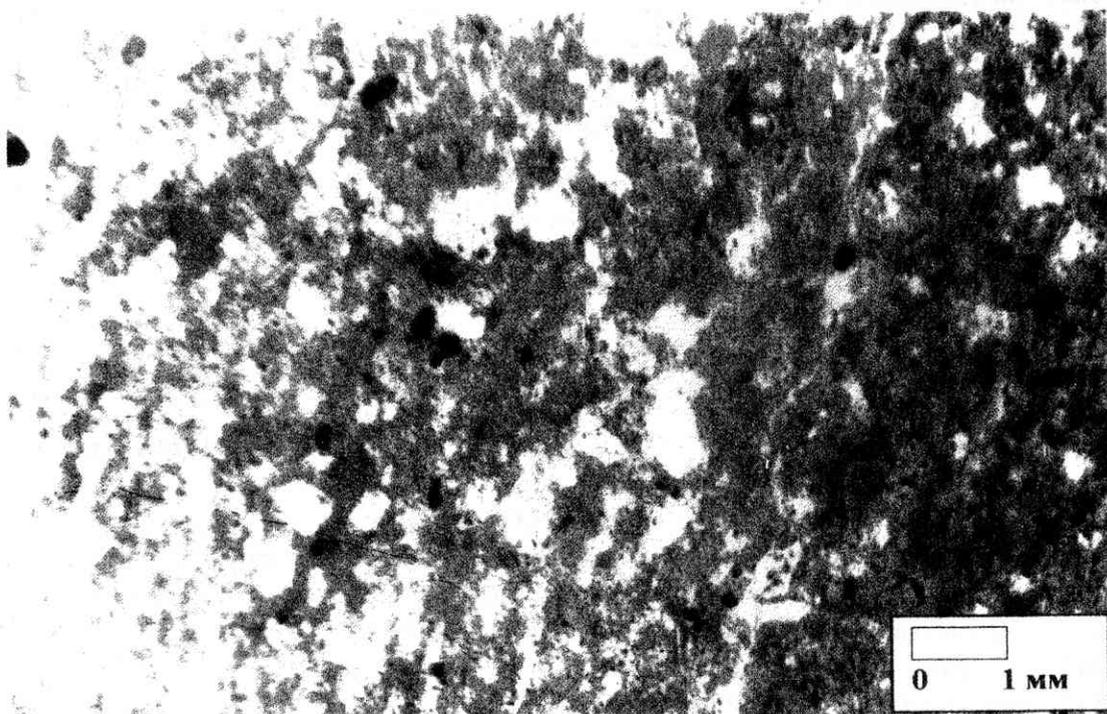


Фото 1. Шлиф KV 98/15-809. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

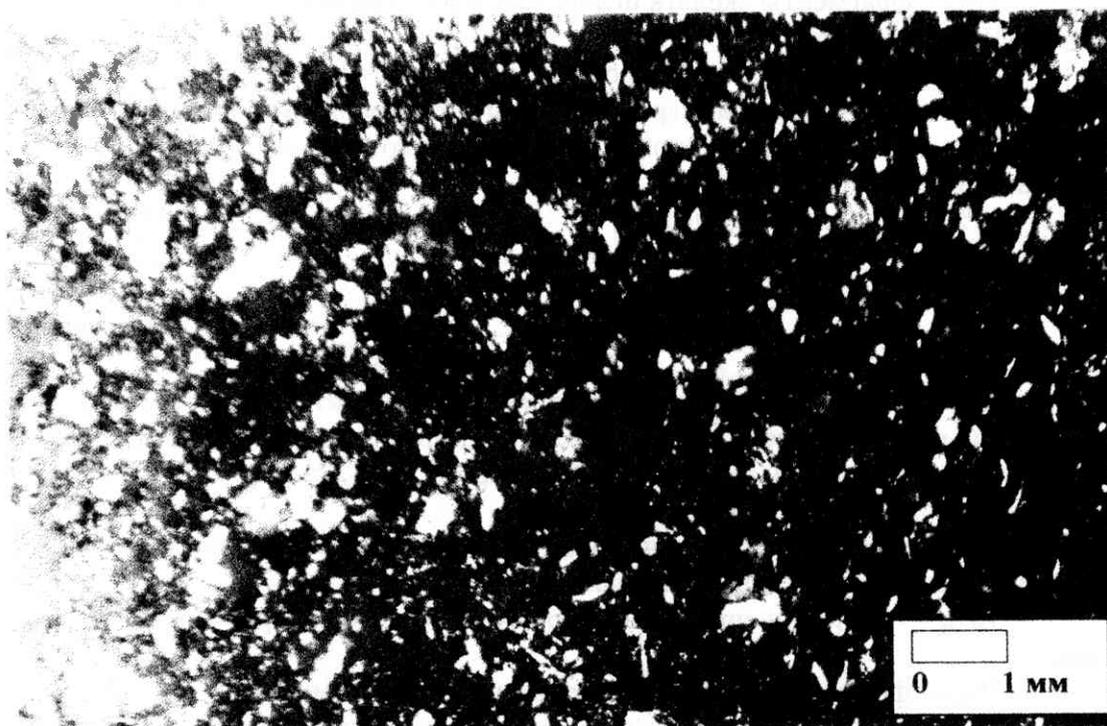


Фото 2. То же, с анализатором

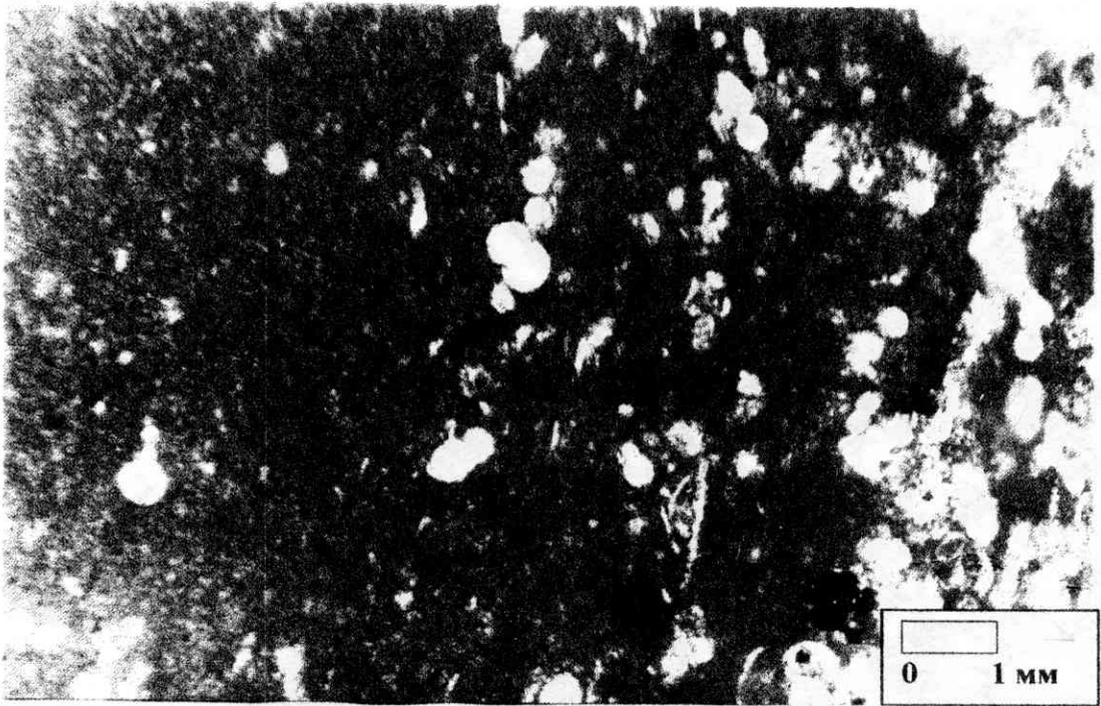


Фото 3. Шлиф KV 98/15-810. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

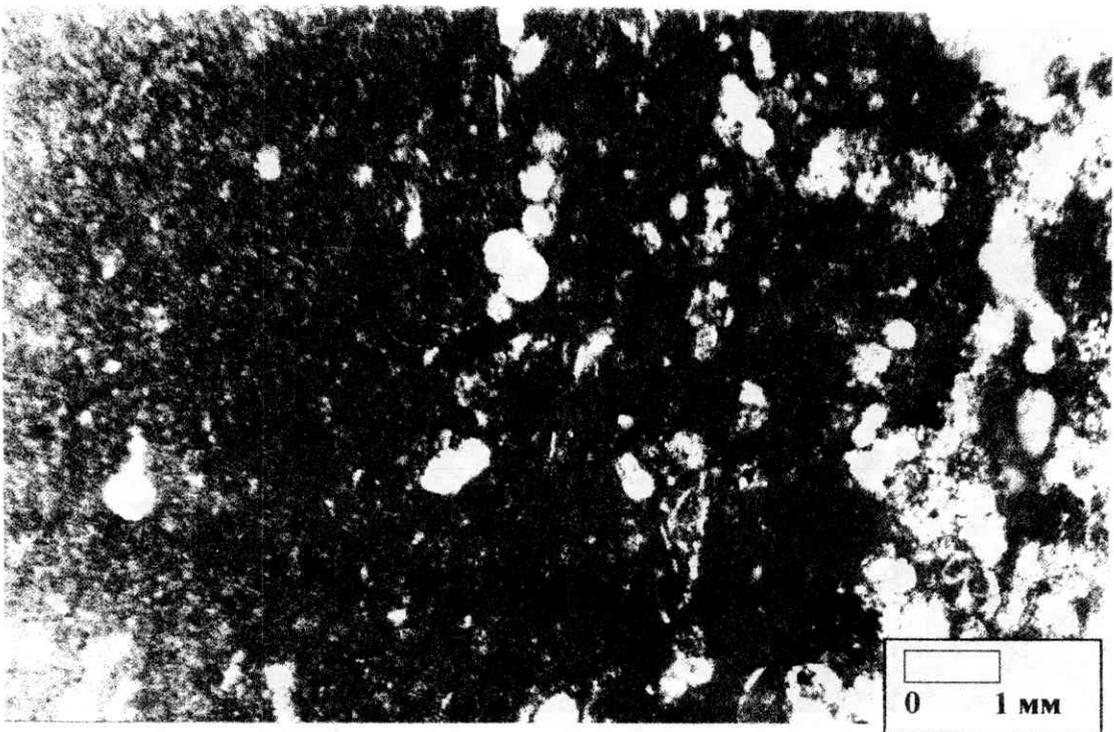


Фото 4. То же, с анализатором

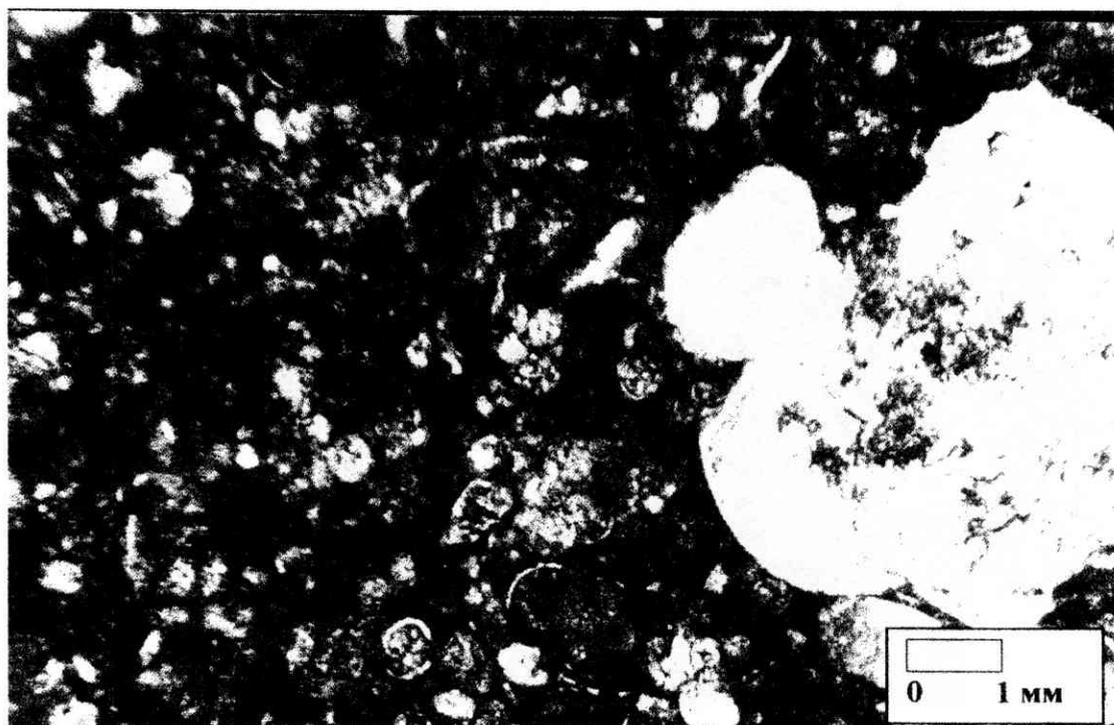


Фото 5. Шлиф 94/KIZ-102. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

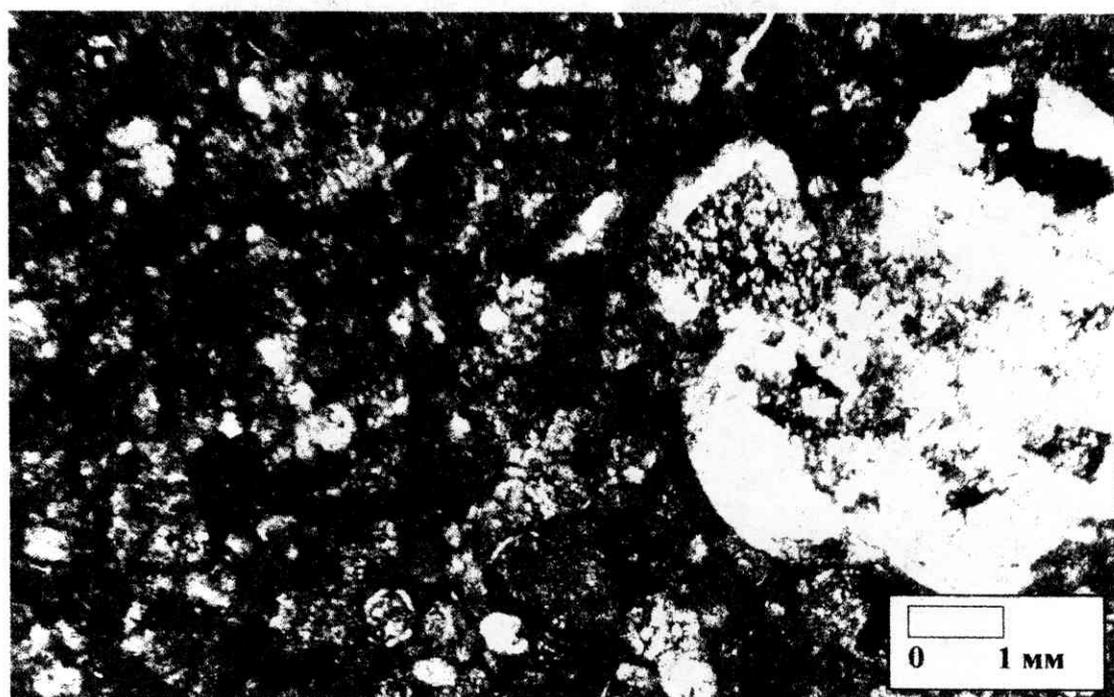


Фото 6. То же, с анализатором

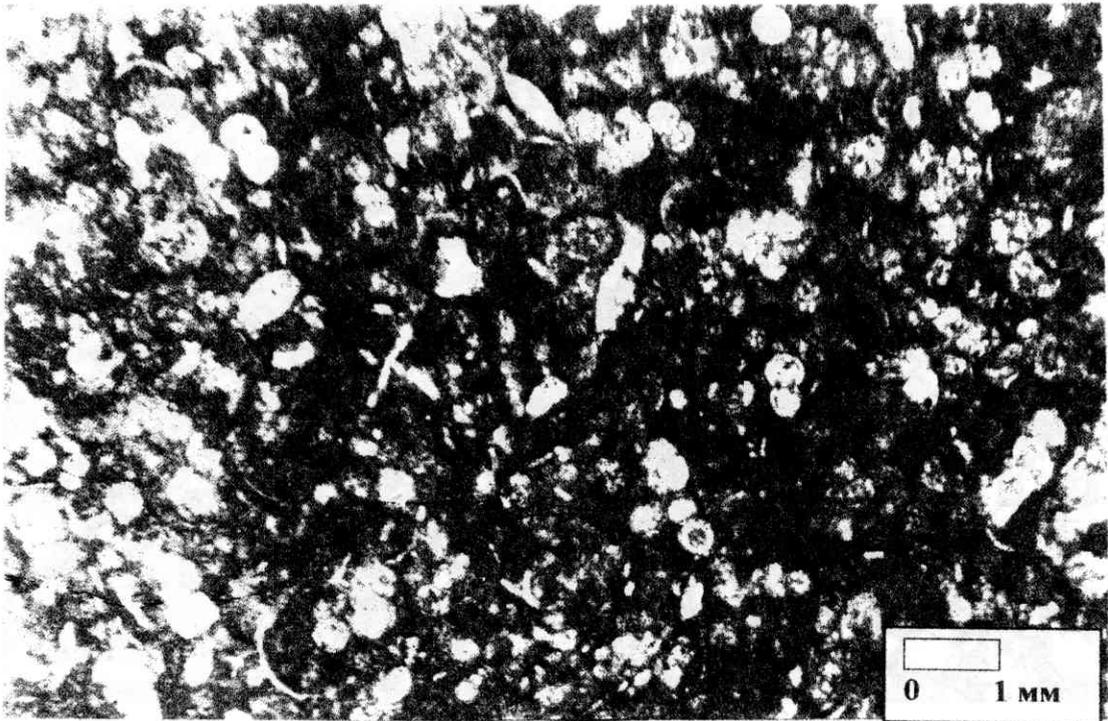


Фото 7. Шлиф 94/KIZ-102. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

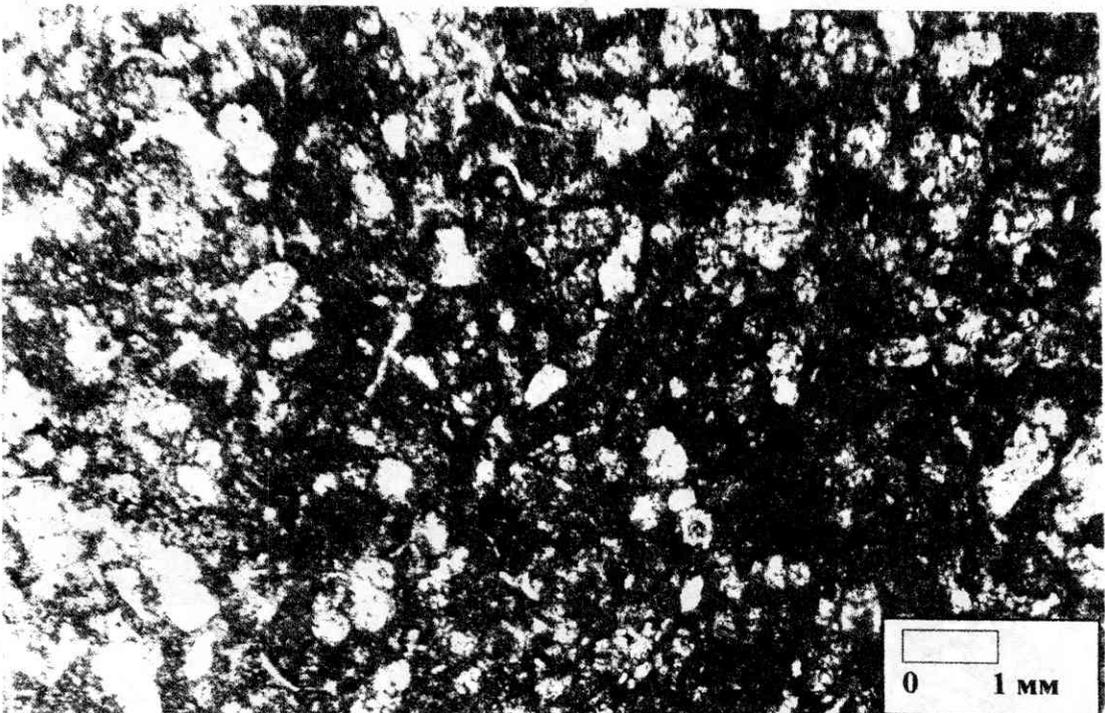


Фото 8. То же, с анализатором

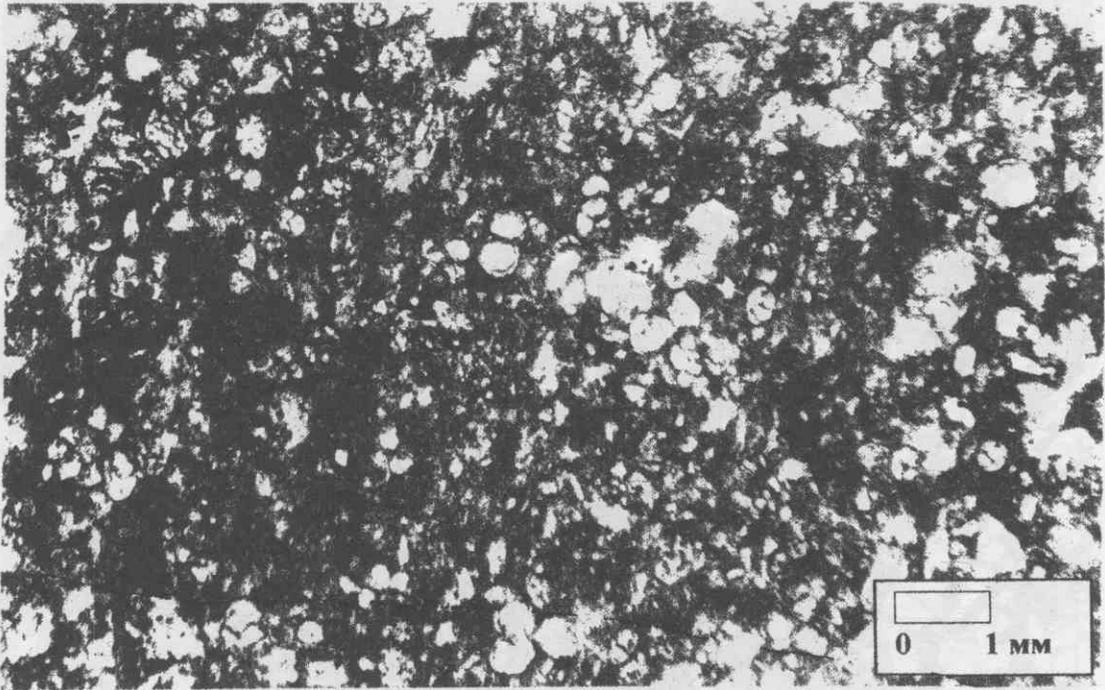


Фото 9. Шлиф 608. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

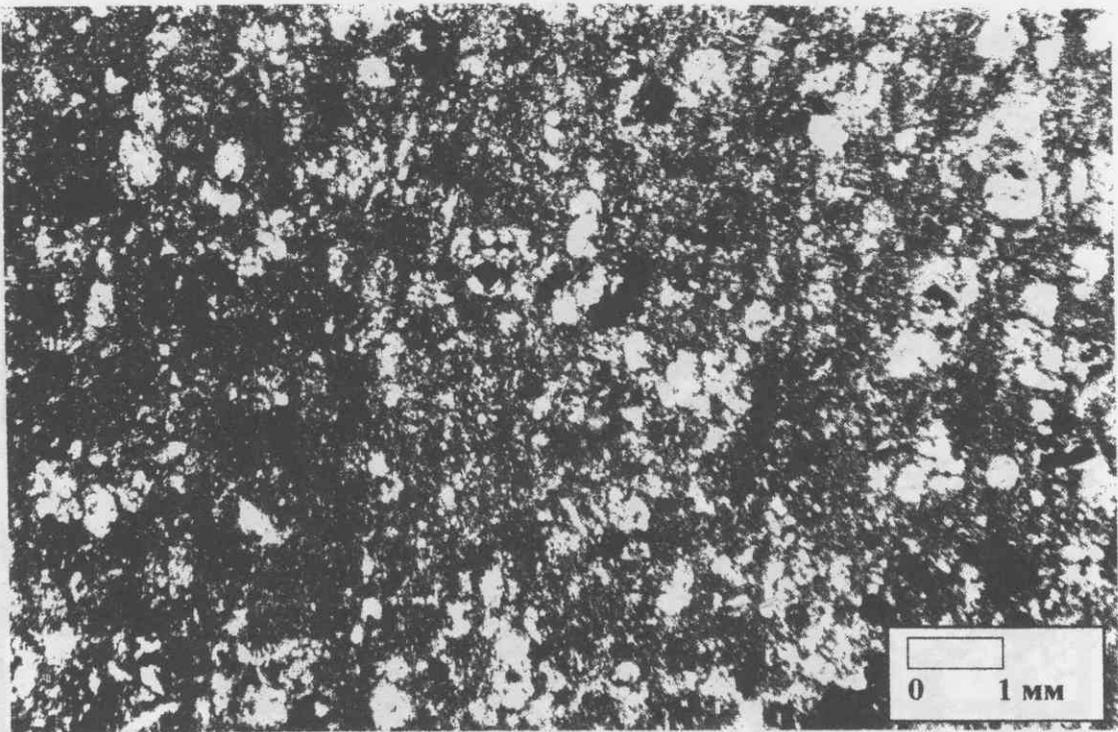


Фото 10. То же, с анализатором

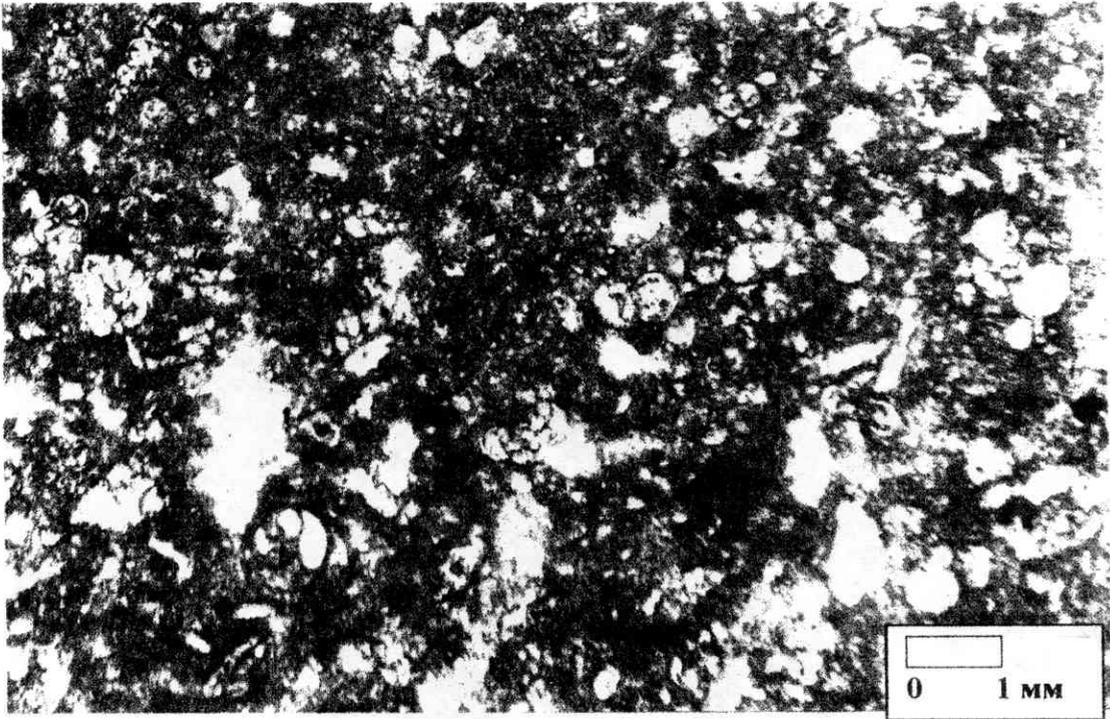


Фото 11. Шлиф 609. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

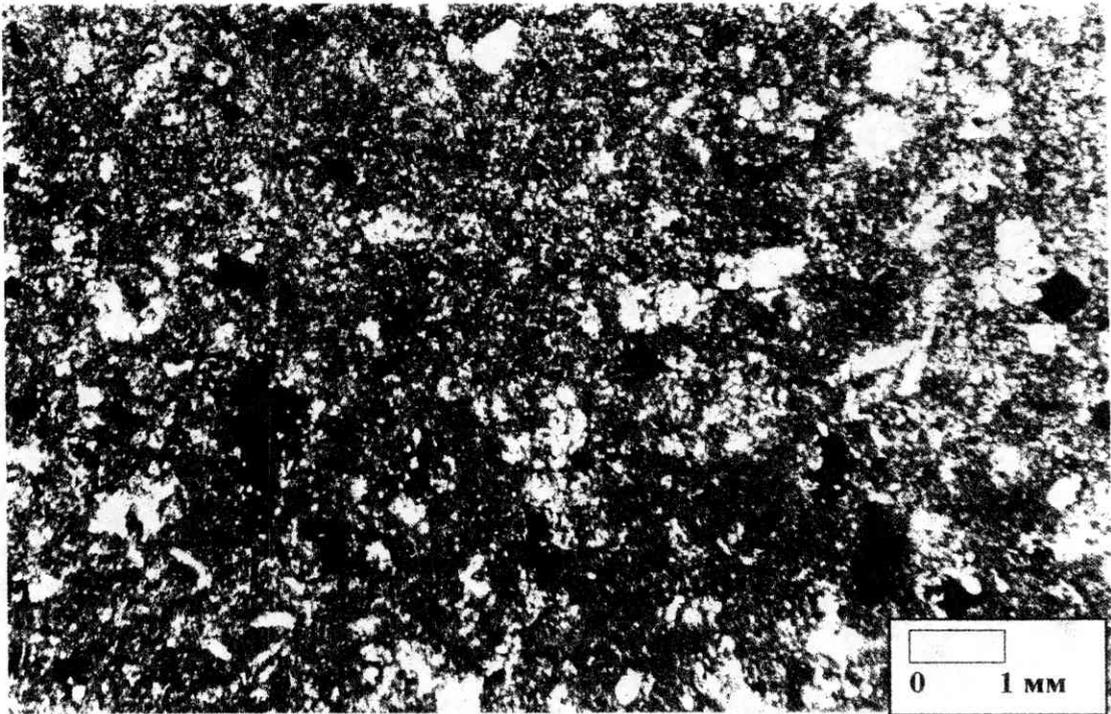


Фото 12. То же, с анализатором

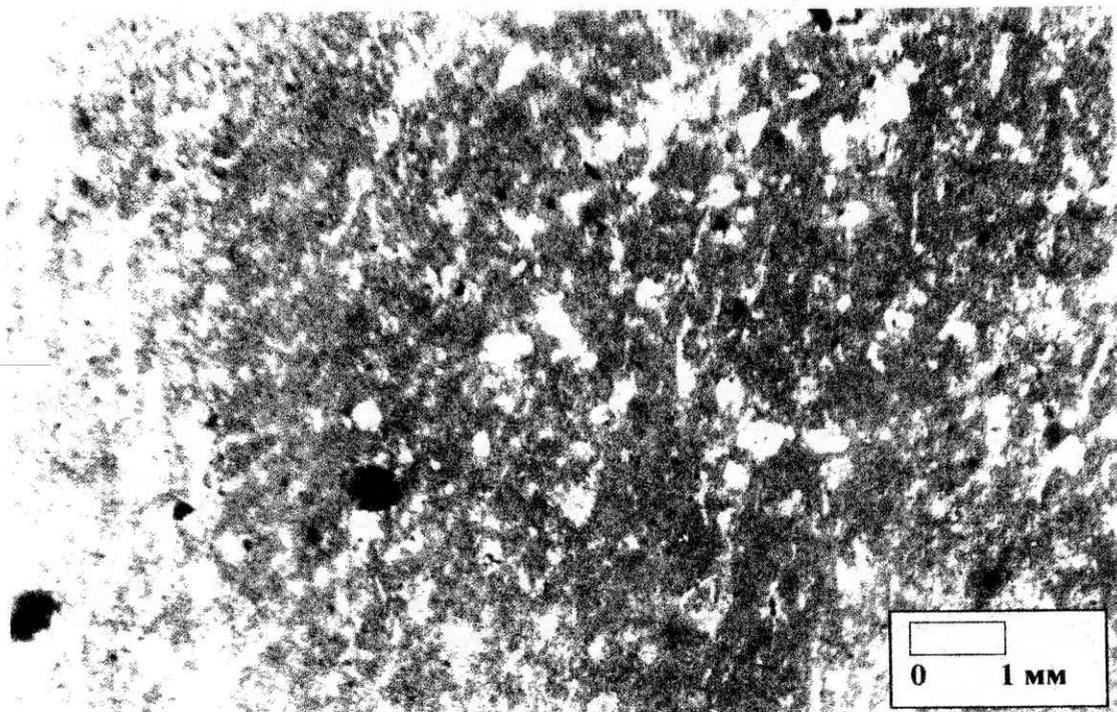


Фото 13. Шлиф Оск 68. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

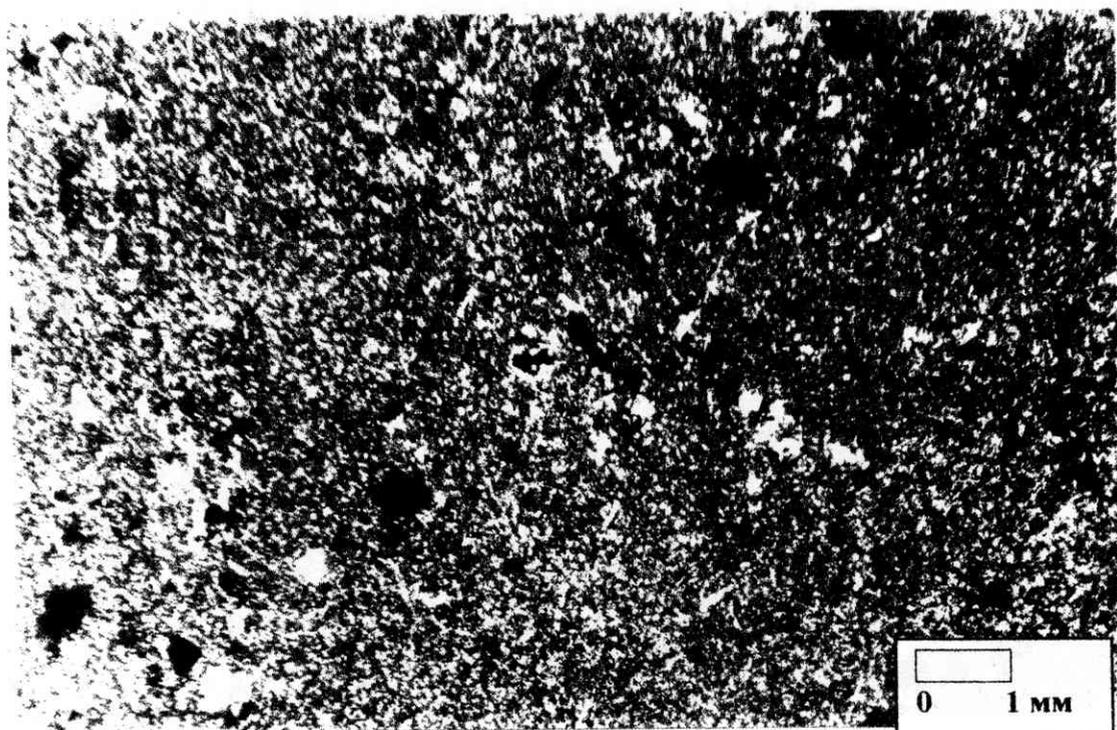


Фото 14. То же, с анализатором

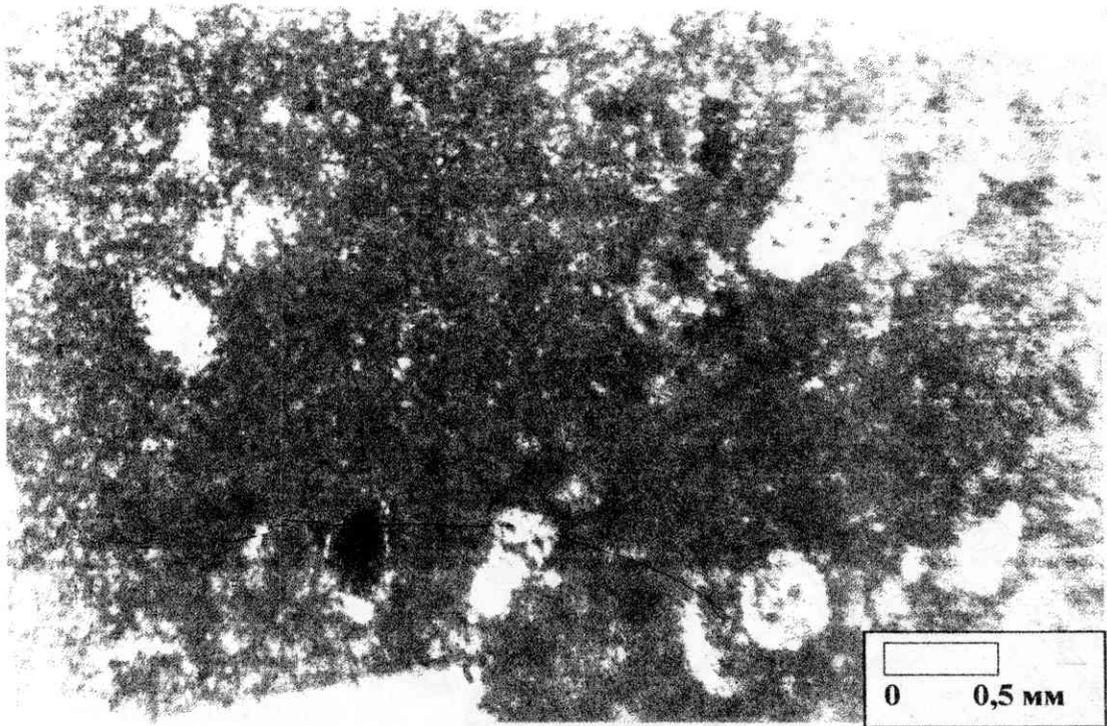


Фото 15. Шлиф Оск 68. Без анализатора. Увеличение — 25 крат

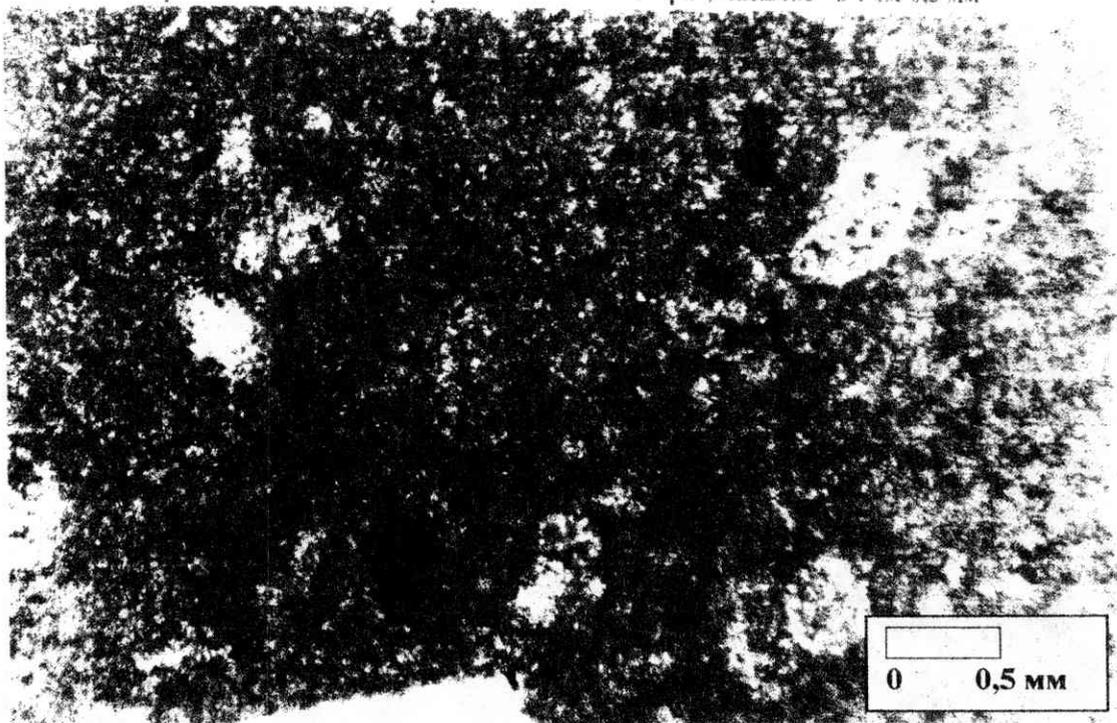


Фото 16. То же, с анализатором

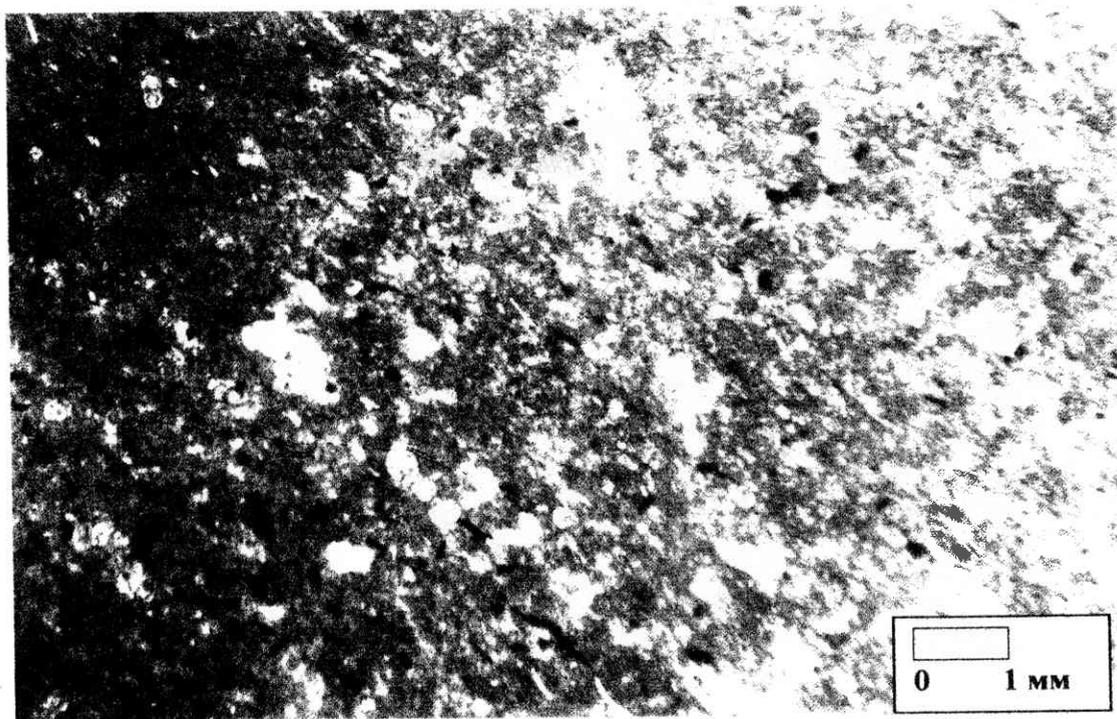


Фото 17. Шлиф 113. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

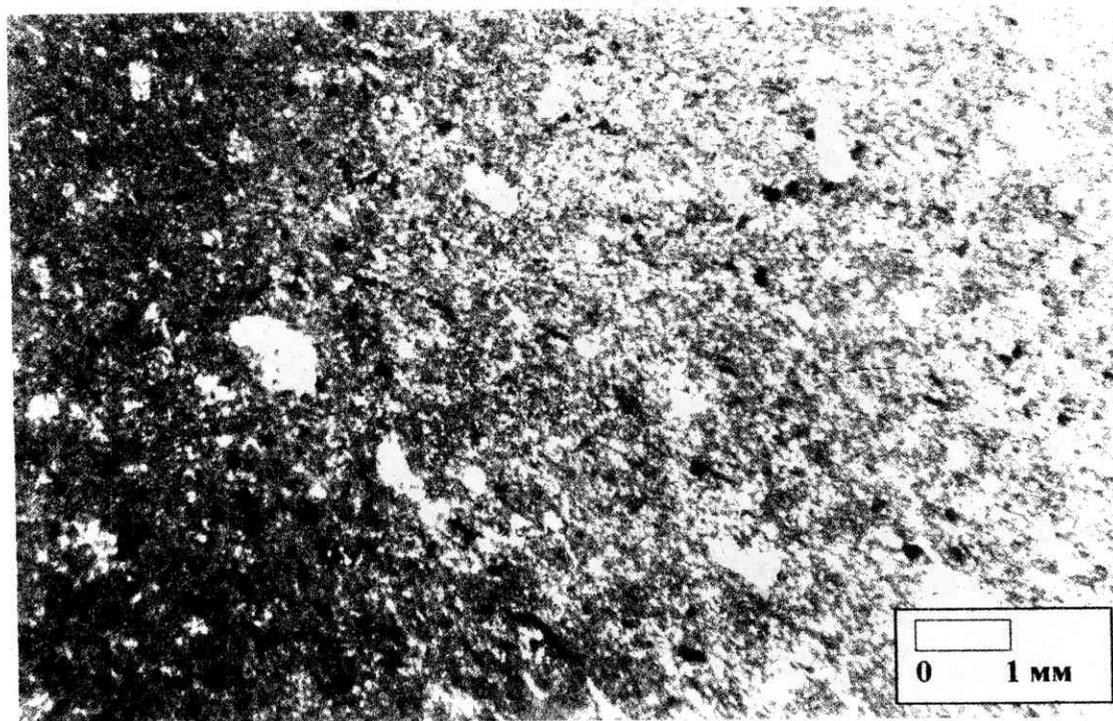


Фото 18. То же, с анализатором

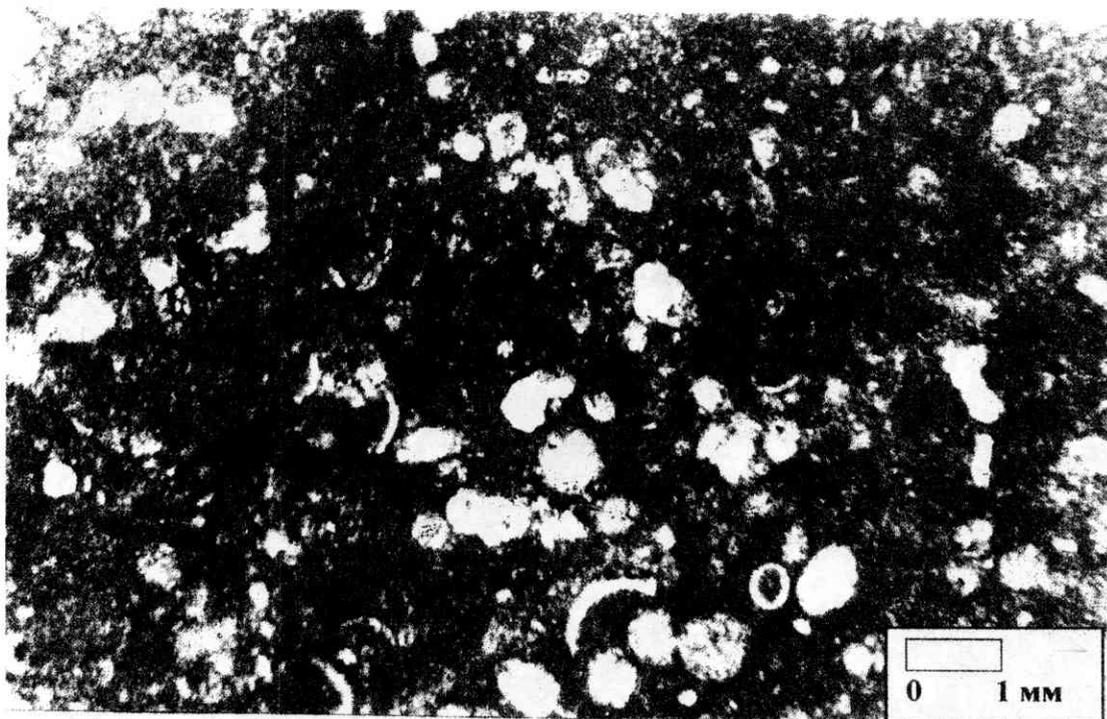


Фото 19. Шлиф Оск 66. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

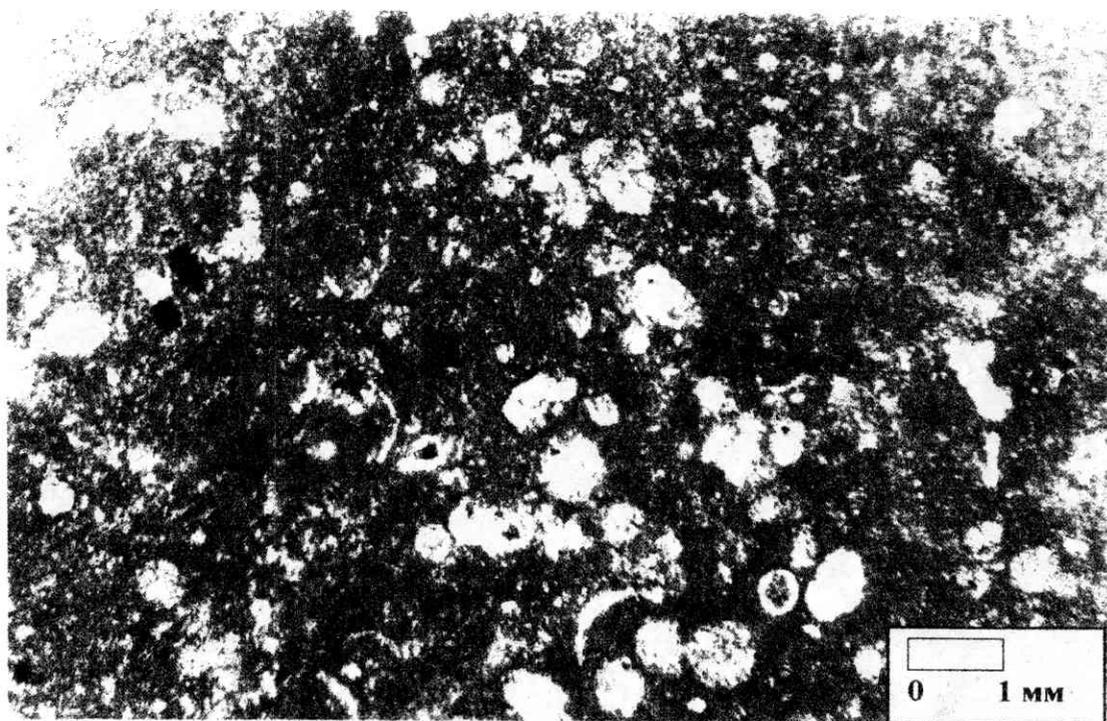


Фото 20. То же, с анализатором

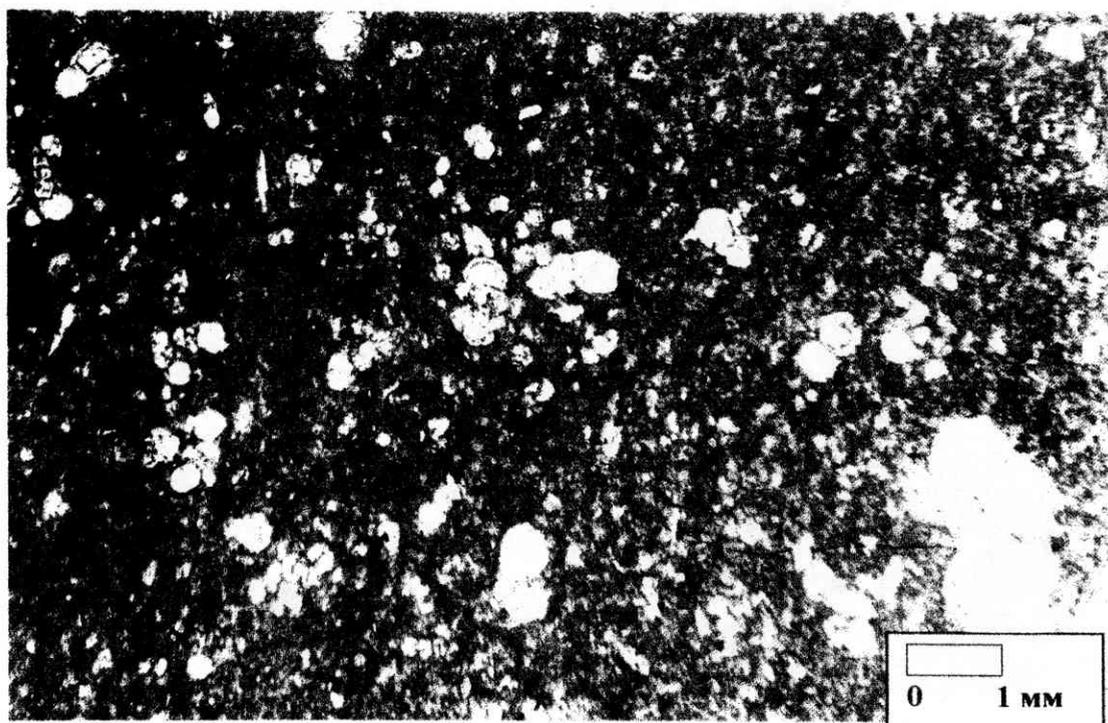


Фото 21. Шлиф 114. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

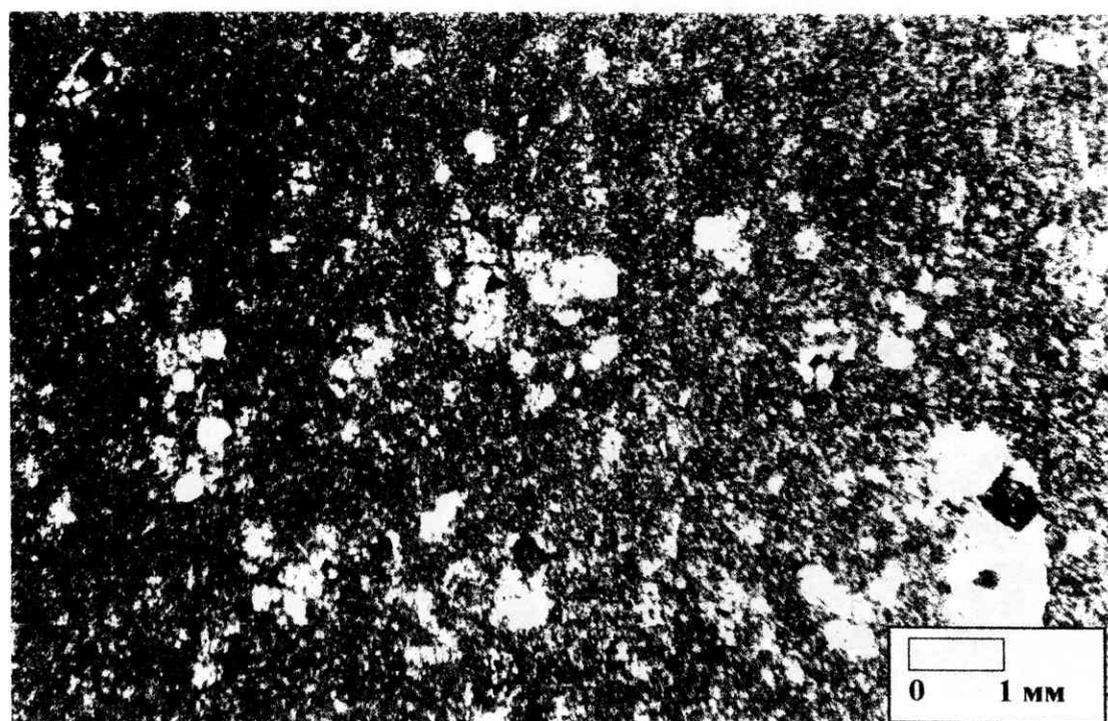


Фото 22. То же, с анализатором

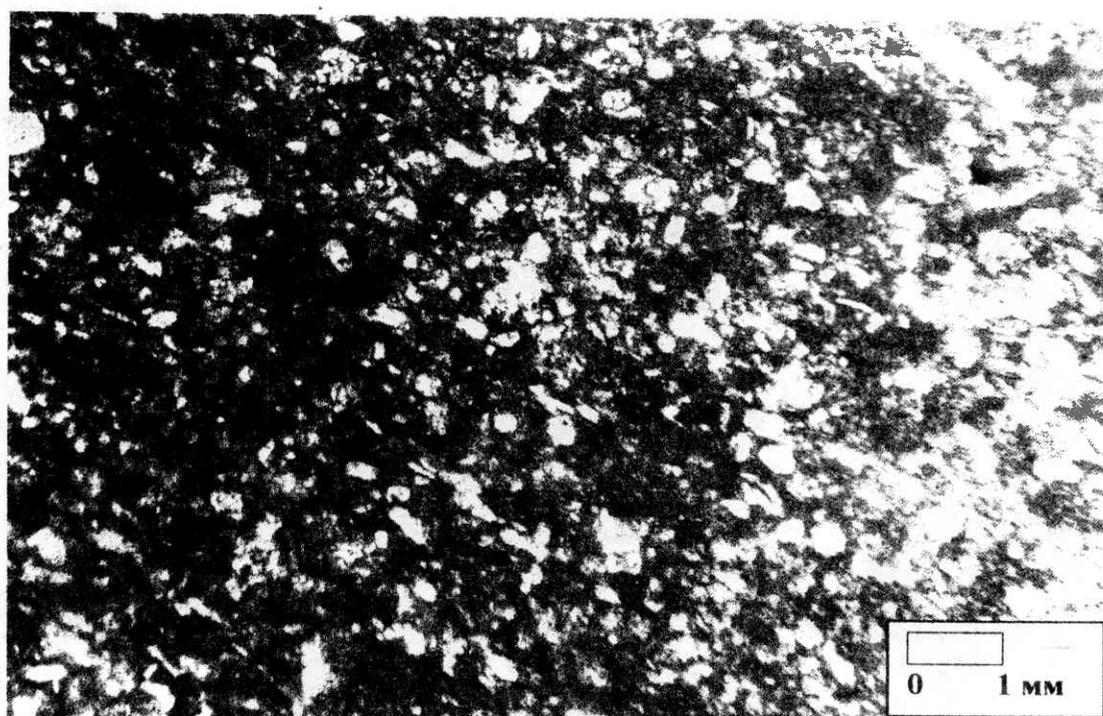


Фото 23. Шлиф 517. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

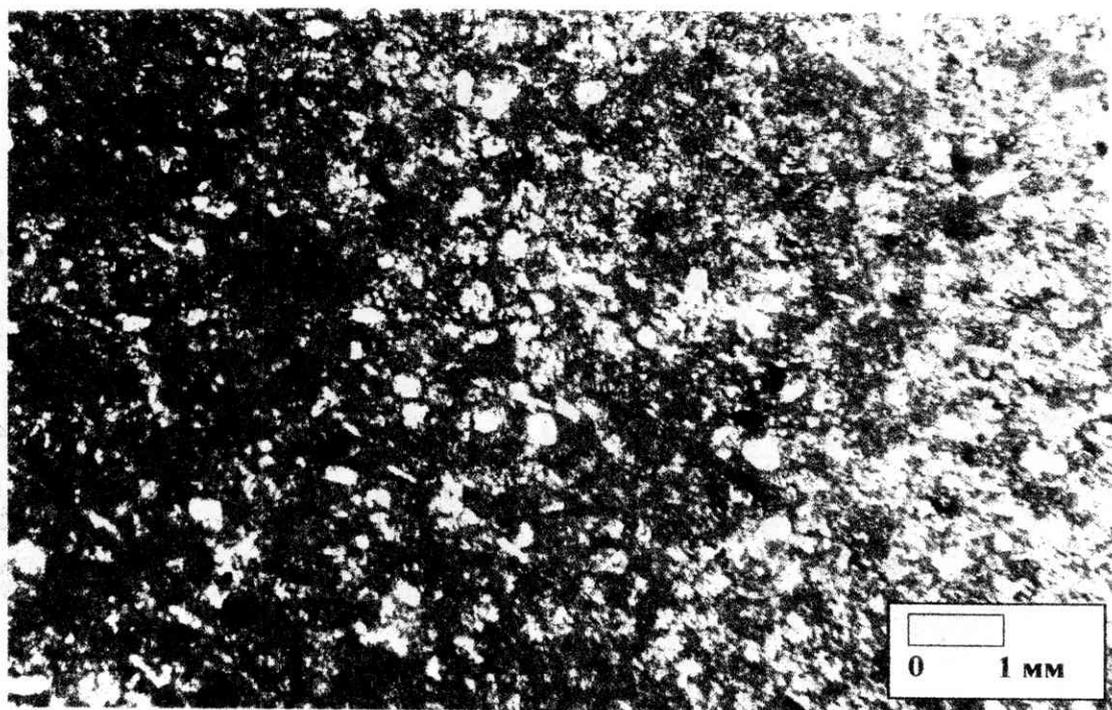


Фото 24. То же, с анализатором

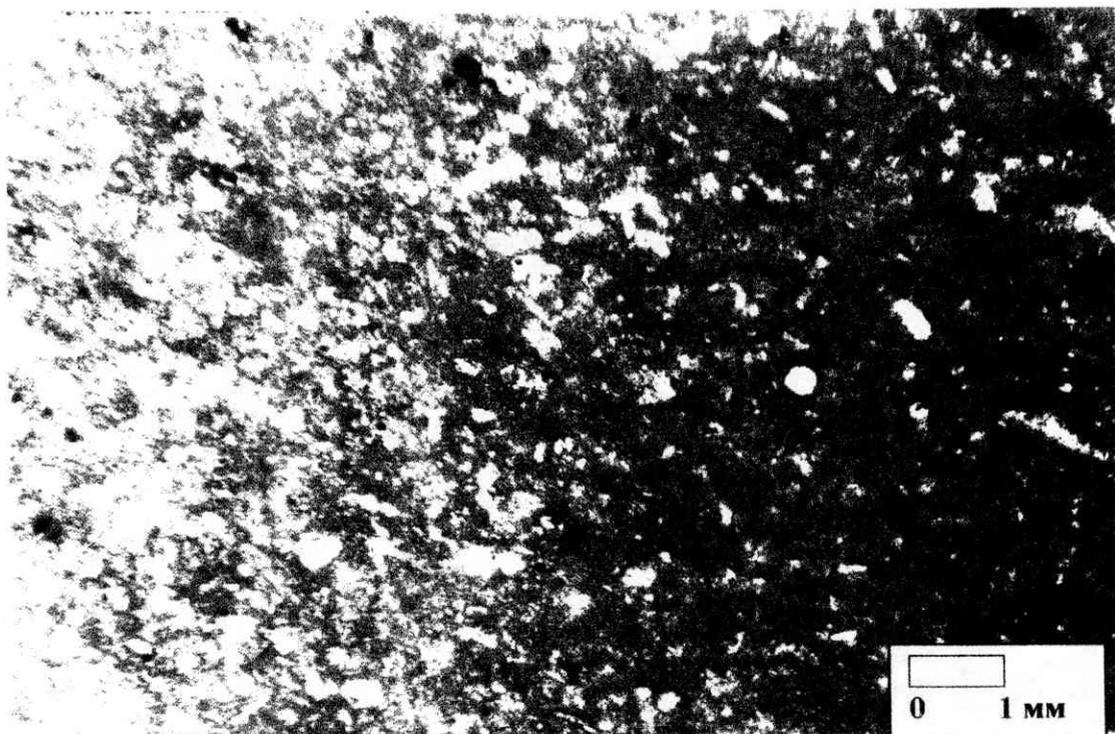


Фото 25. Шлиф 518. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

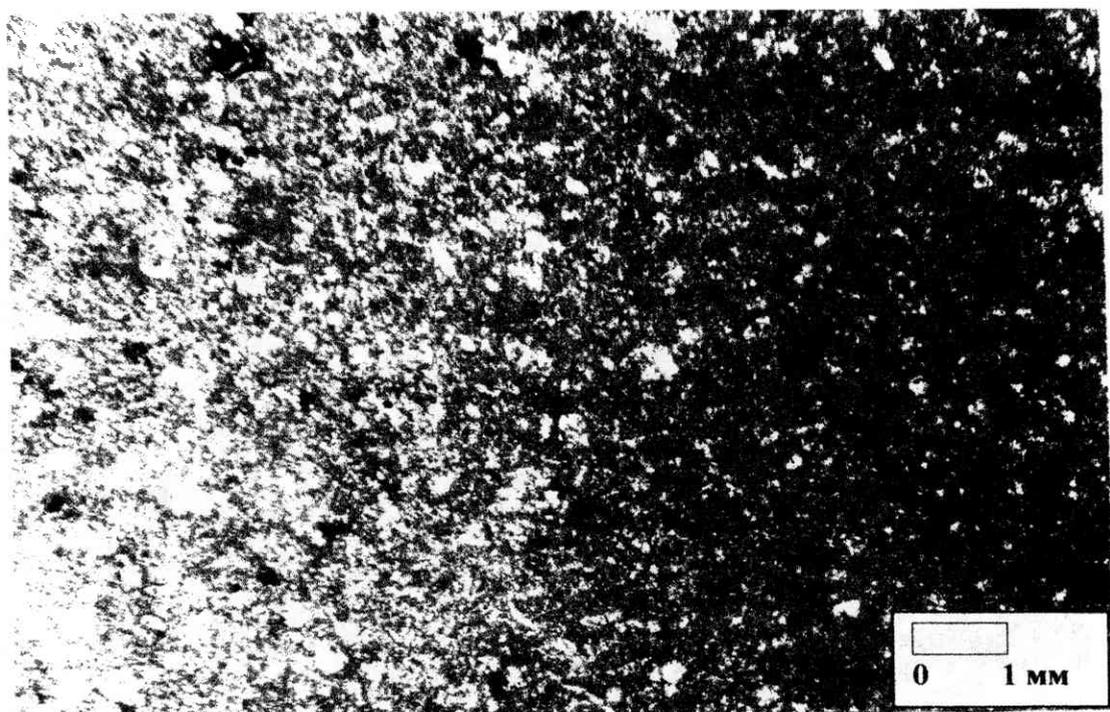


Фото 26. То же, с анализатором

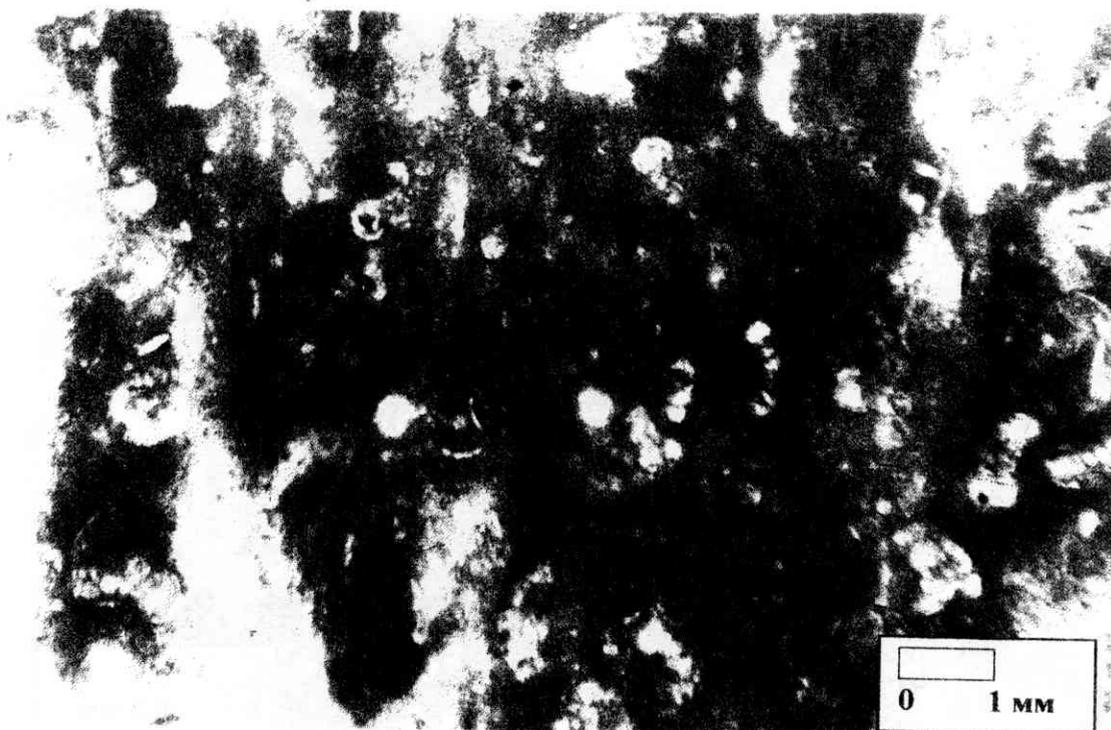


Фото 27. Шлиф Вол 43. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

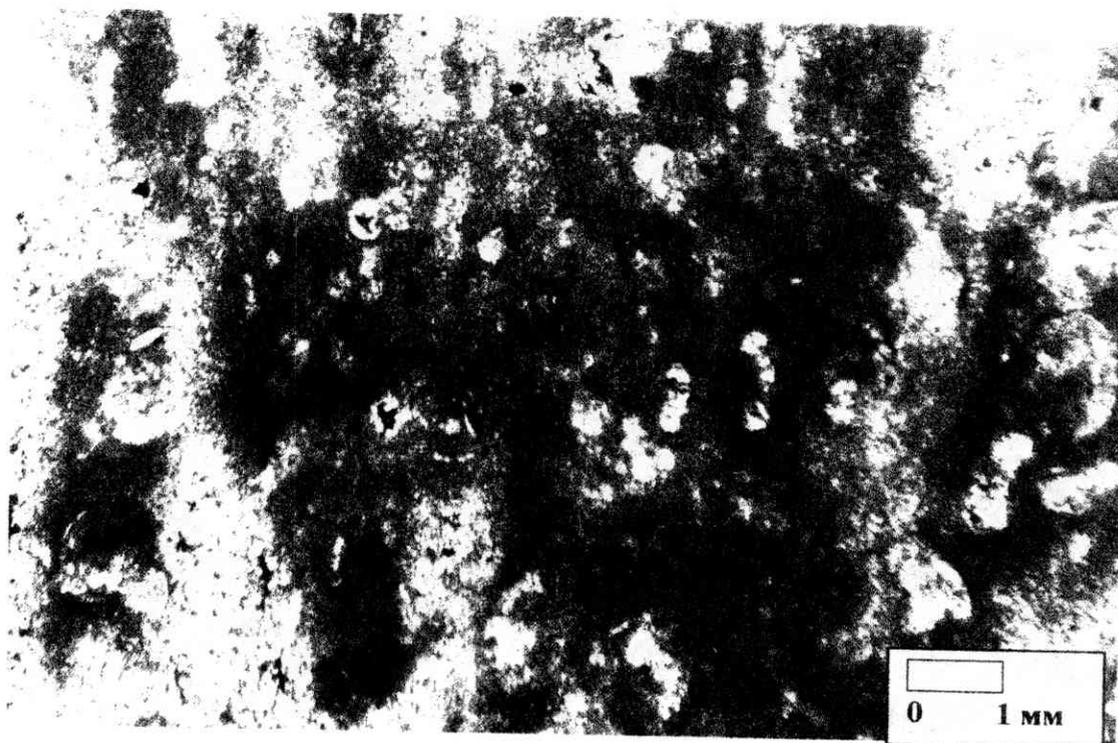


Фото 28. То же, с анализатором

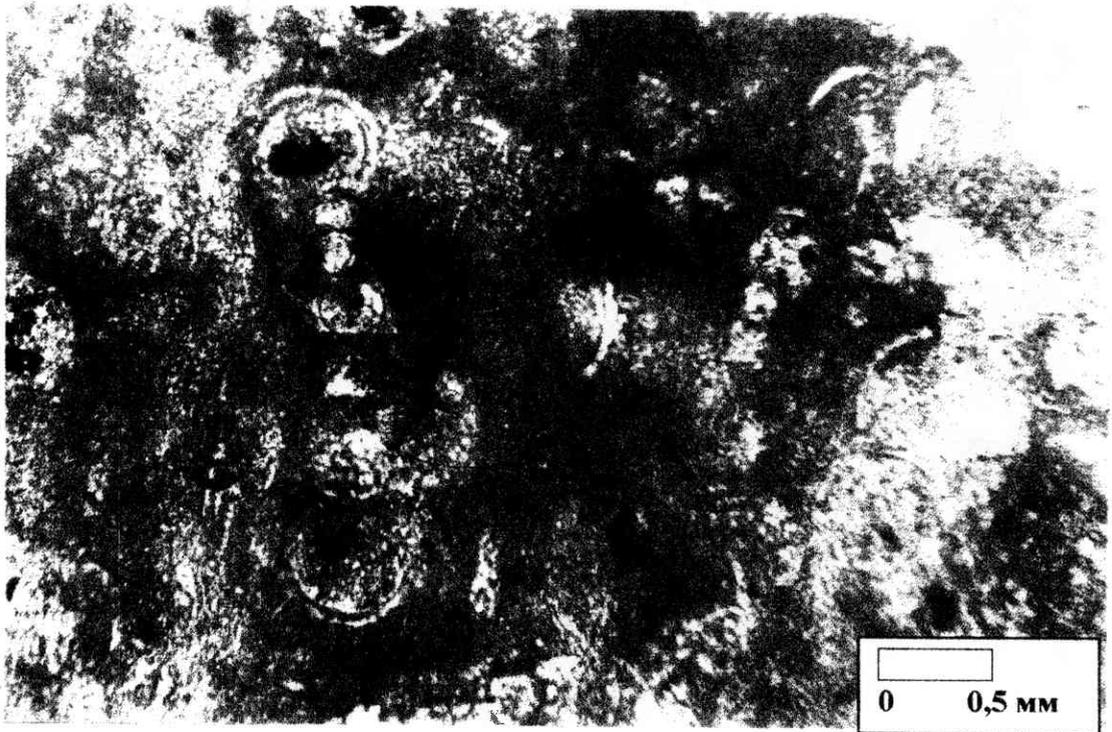


Фото 29. Шлиф Вол 43. Без анализатора. Увеличение — 25 крат

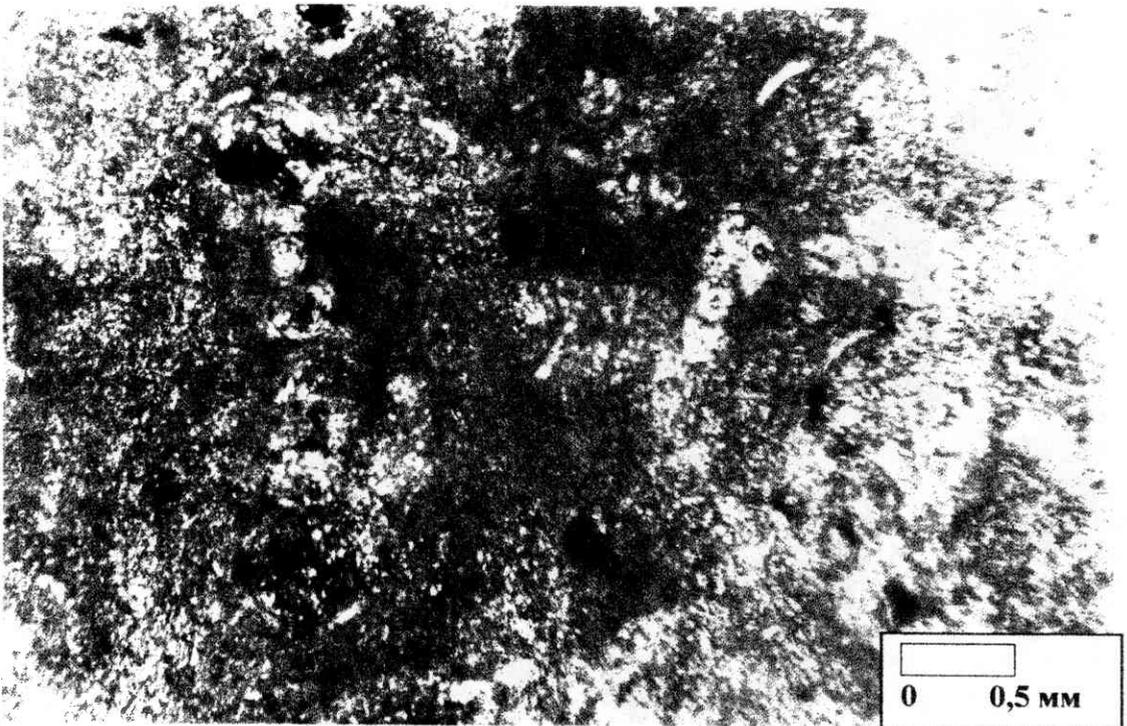


Фото 30. То же, с анализатором

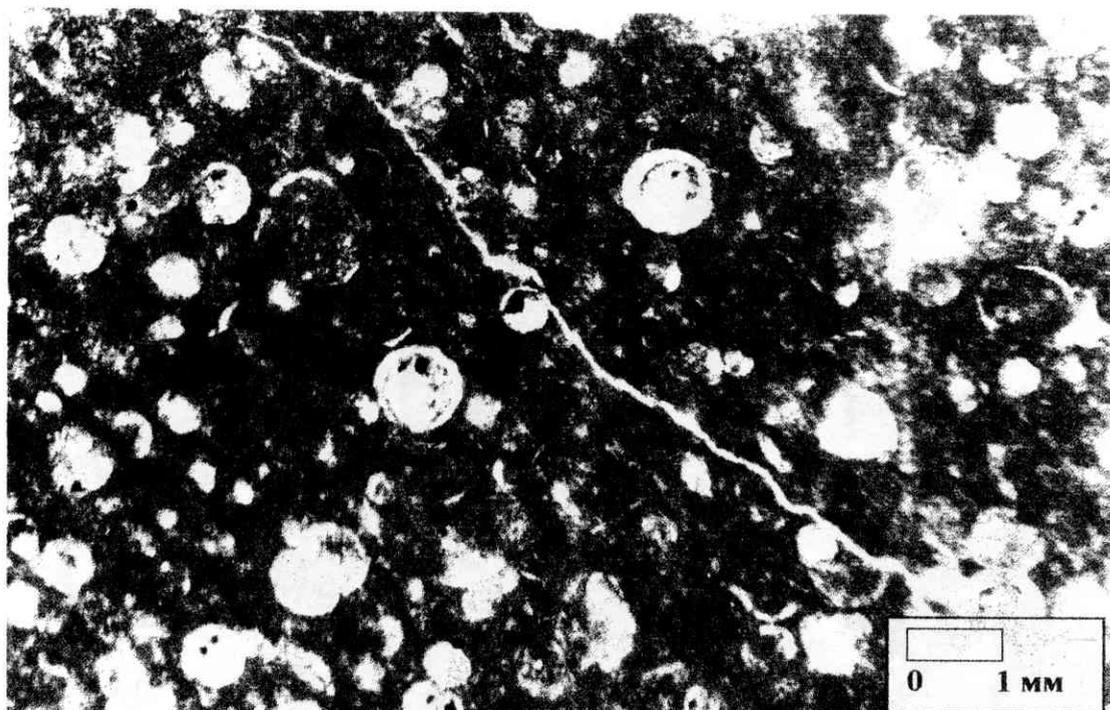


Фото 31. Шлиф Вол 38. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

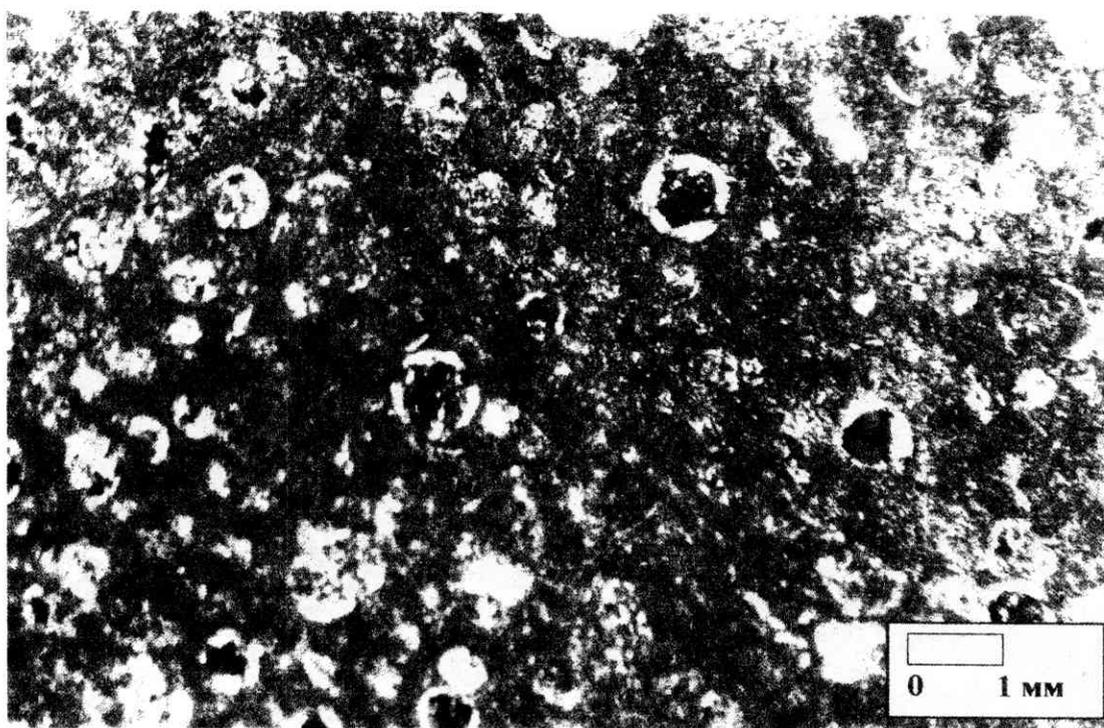


Фото 32. То же, с анализатором

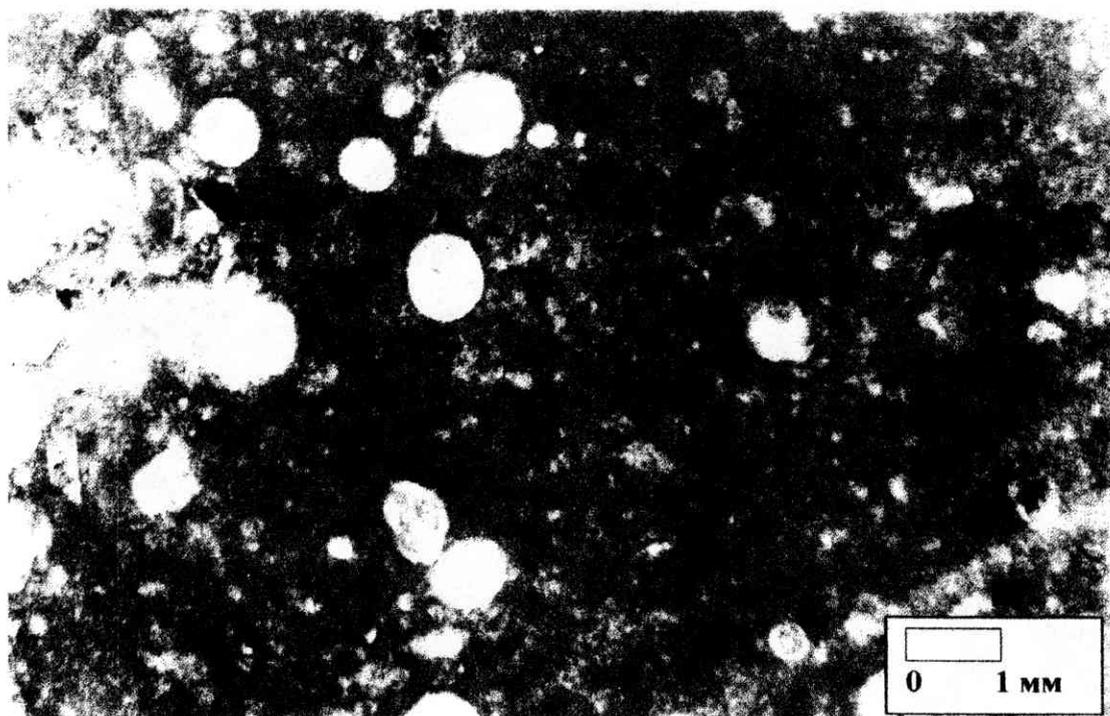


Фото 33. Шлиф Вол 63. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

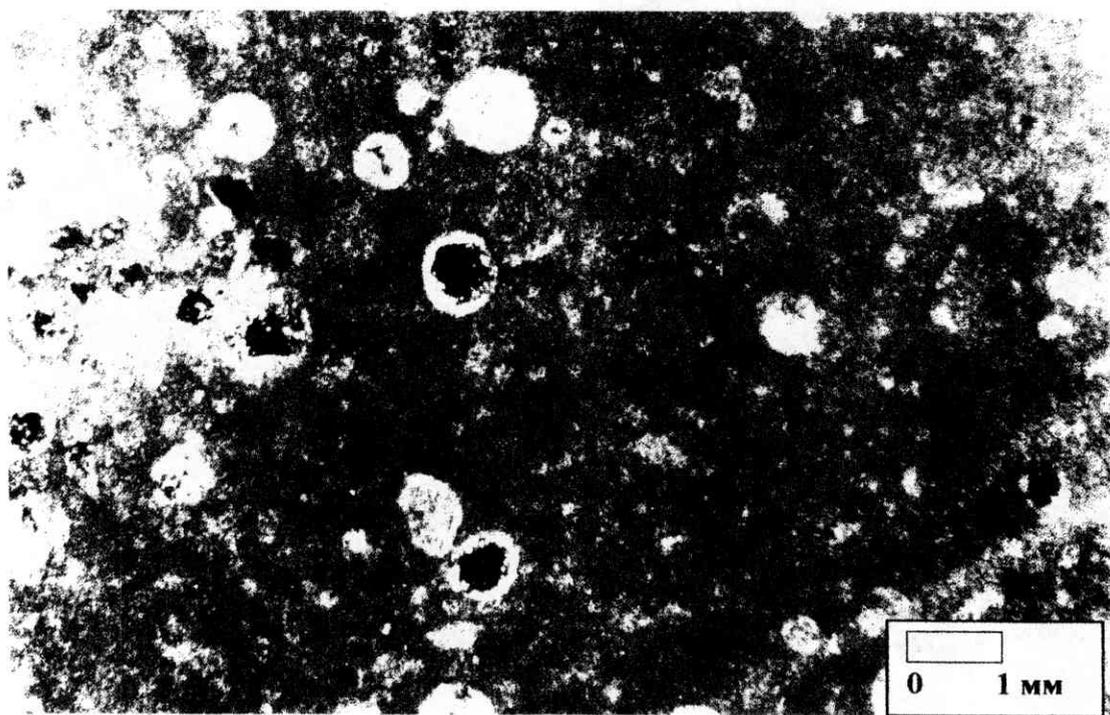


Фото 34. То же, с анализатором

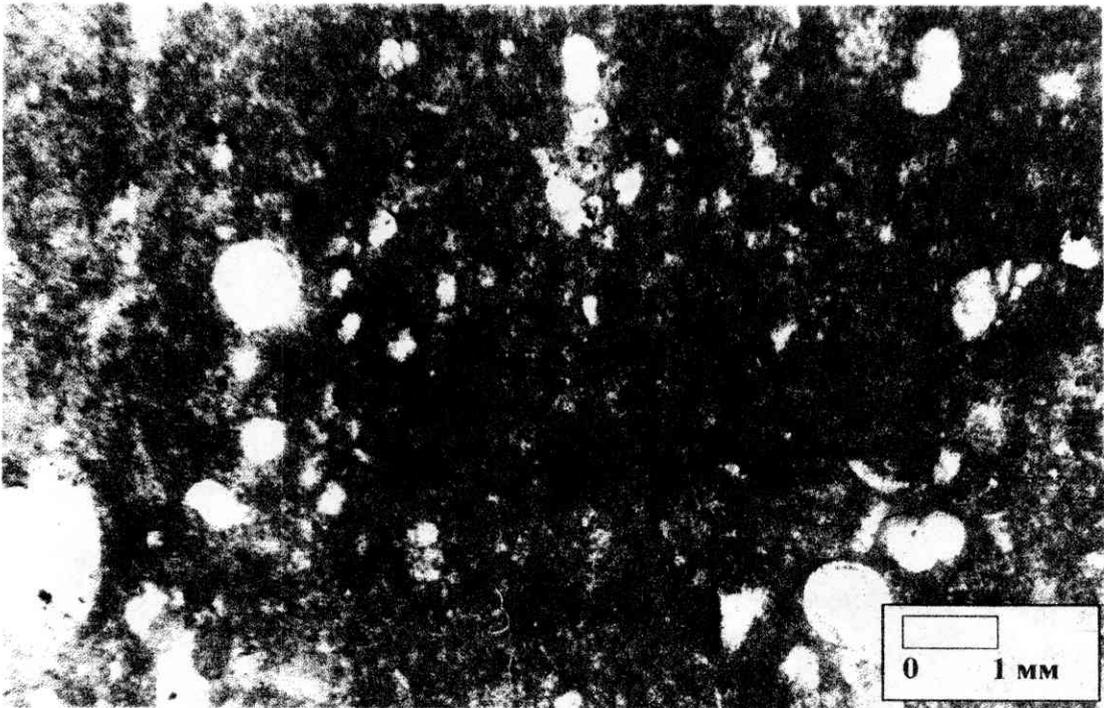


Фото 35. Шлиф Оск 41. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

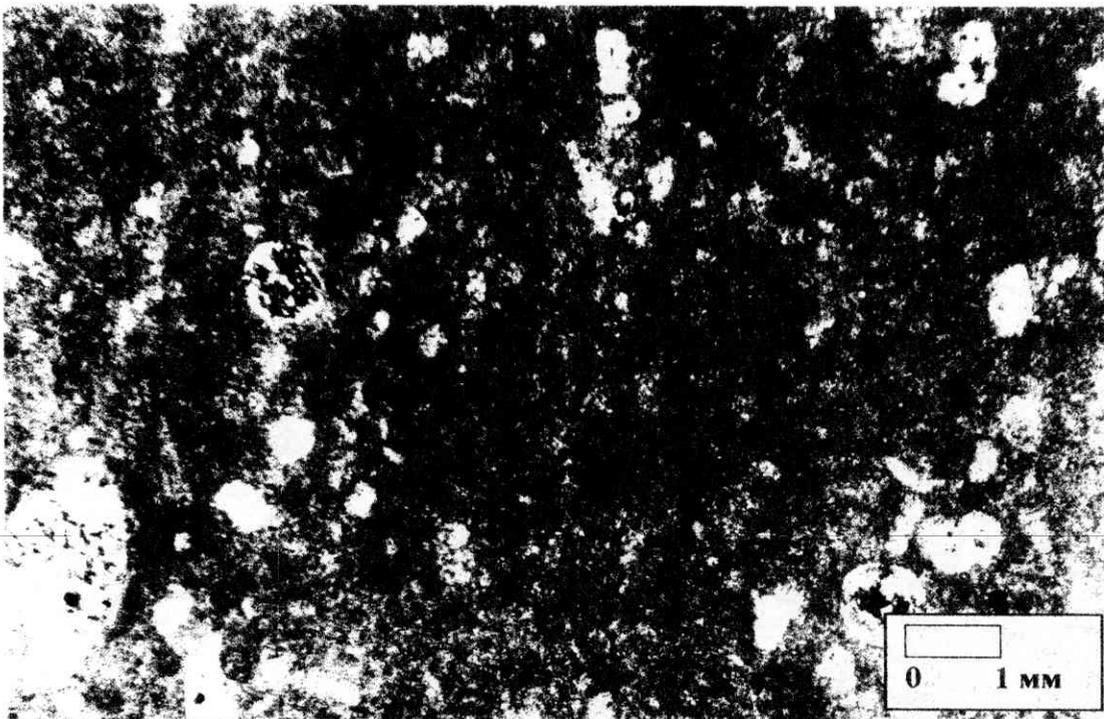


Фото 36. То же, с анализатором

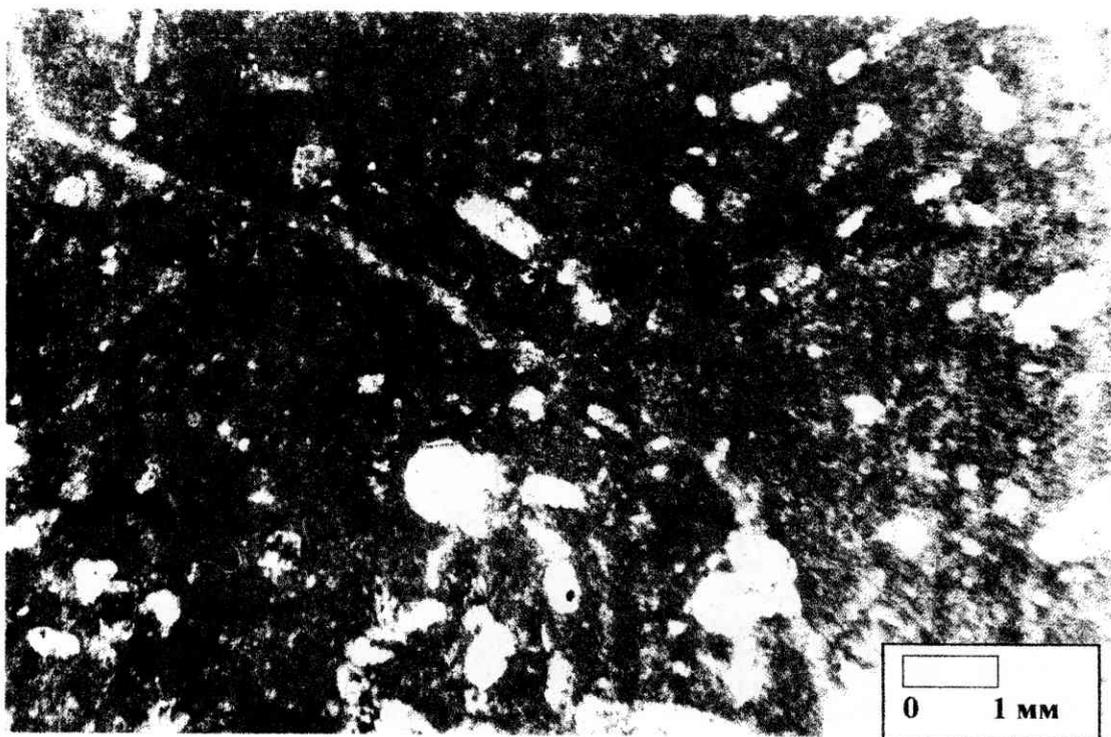


Фото 37. Шлиф Ухо 130. Без анализатора. Увеличение — 10 крат



Фото 38. То же, с анализатором

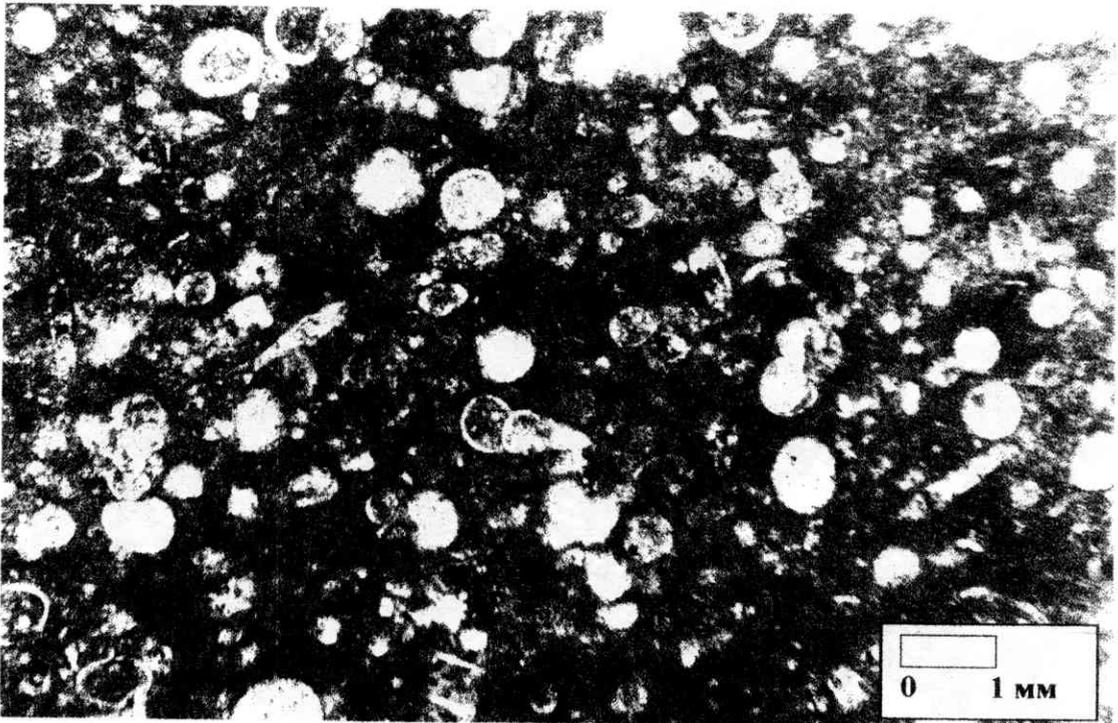


Фото 39. Шлиф Вол 67. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

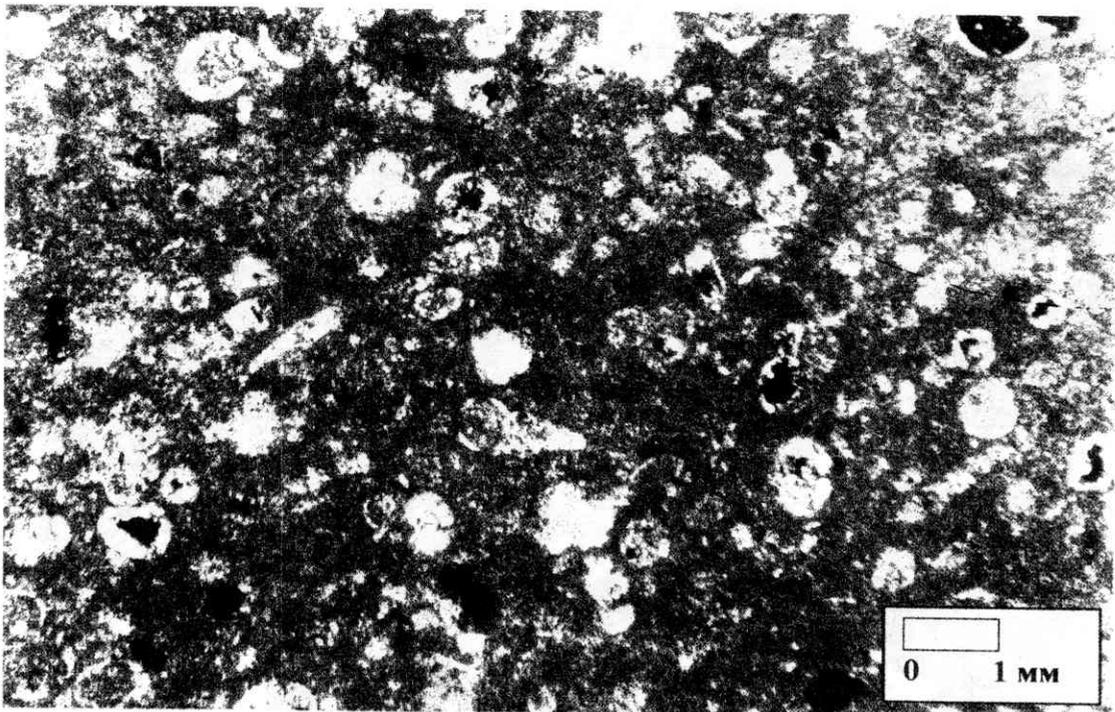


Фото 40. То же, с анализатором

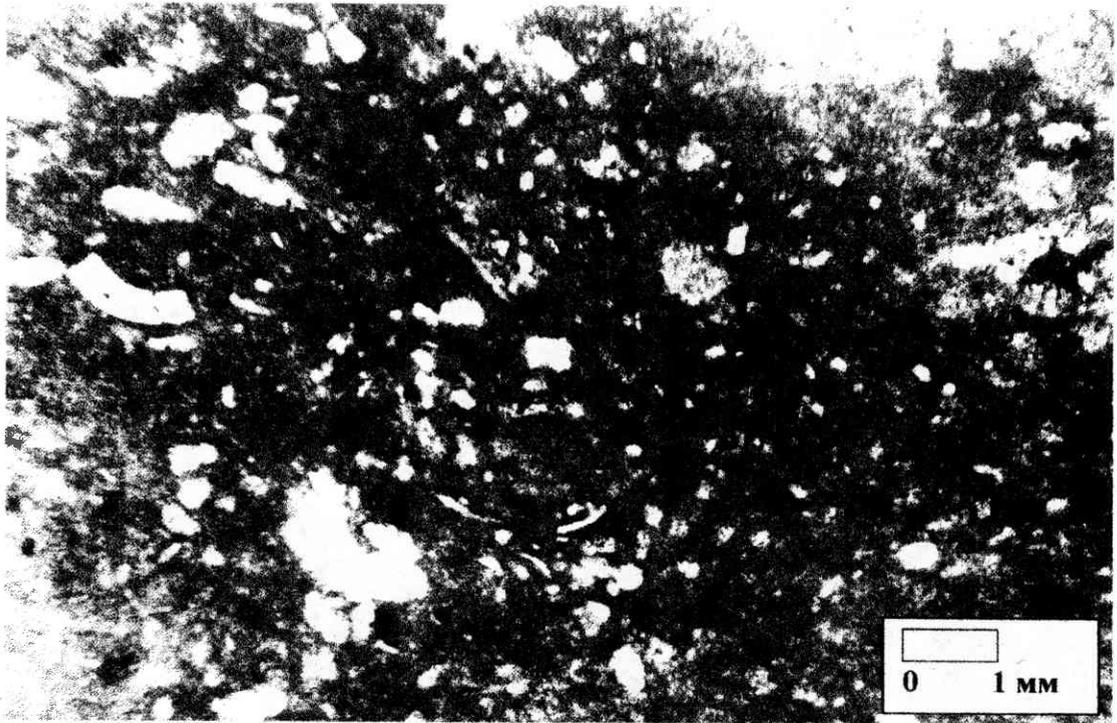


Фото 41. Шлиф Ухо 120. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

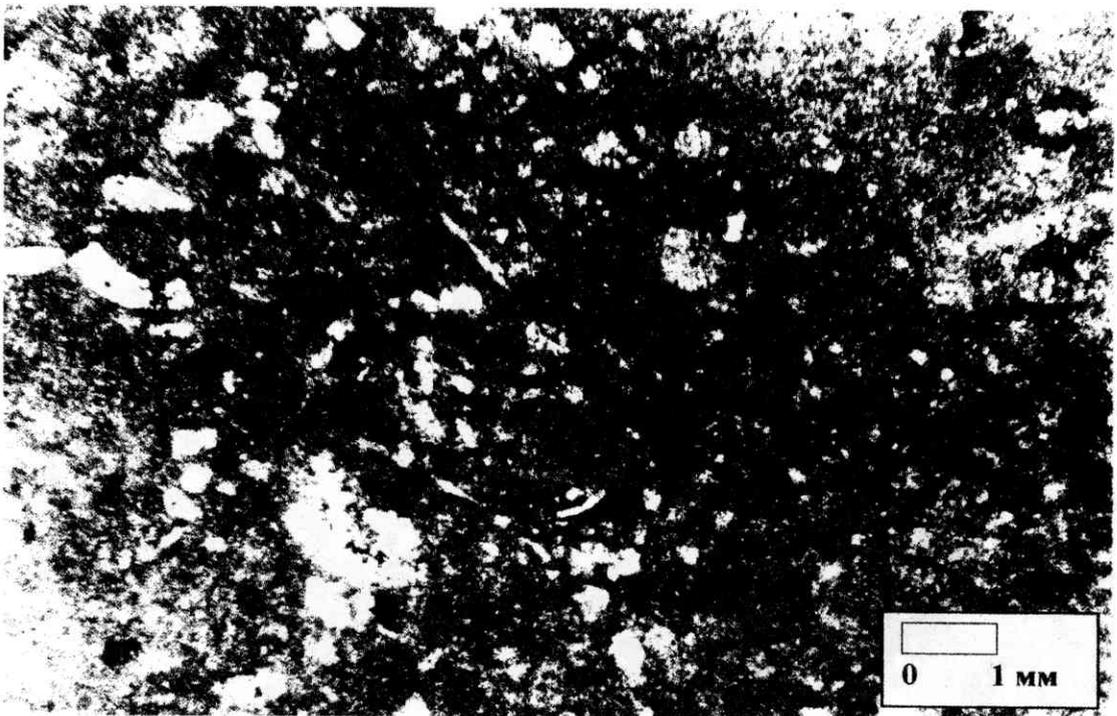


Фото 42. То же, с анализатором

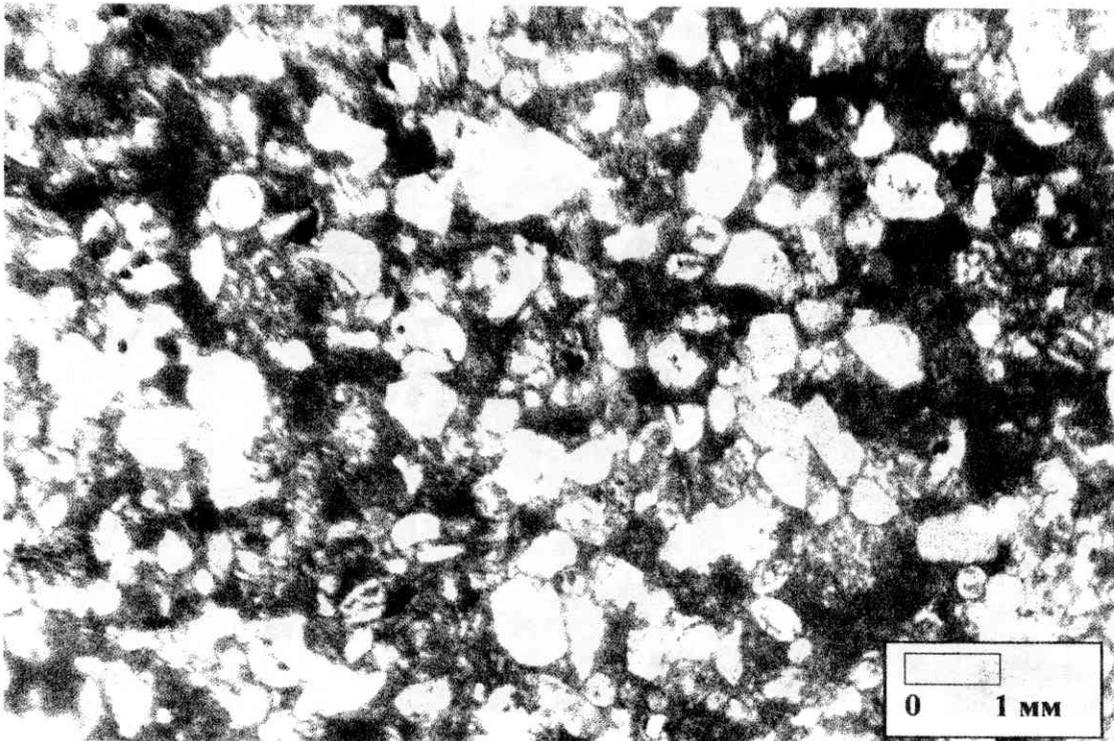


Фото 43. Шлиф KV 98/2-220. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

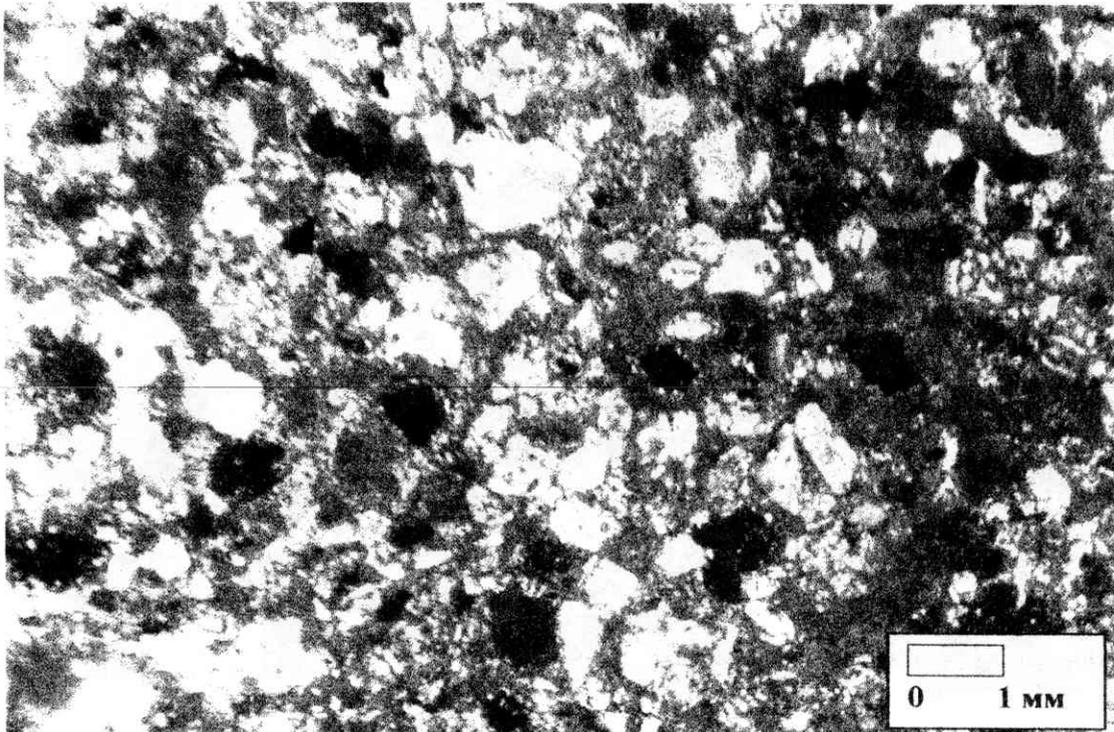


Фото 44. То же, с анализатором

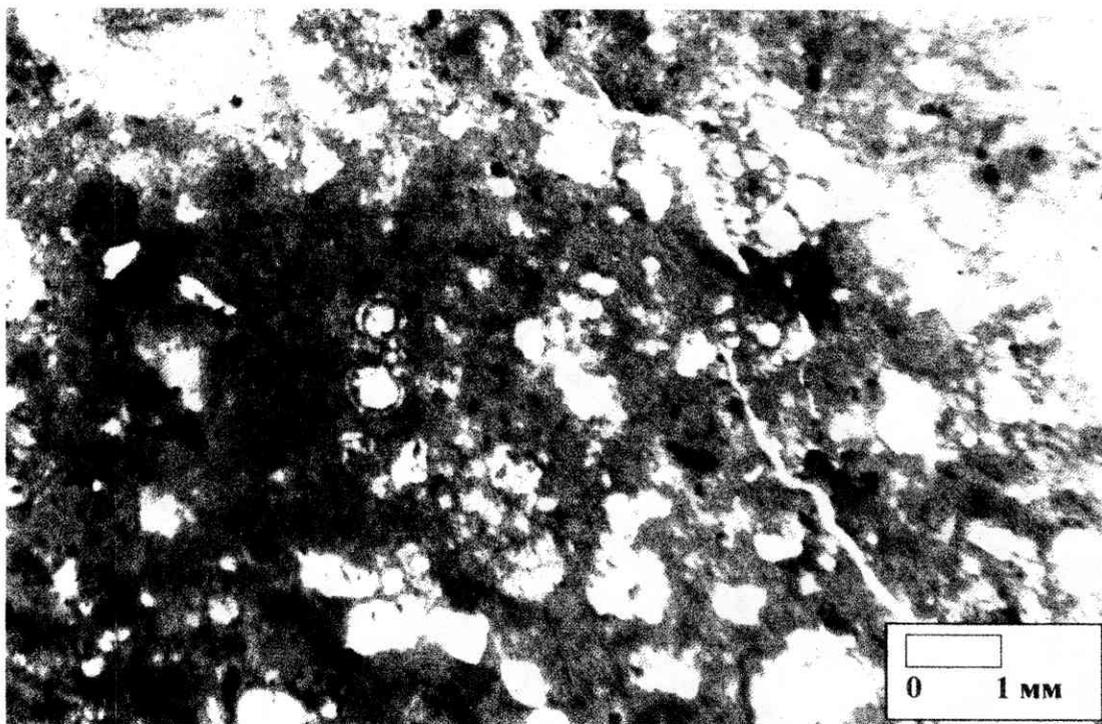


Фото 45. Шлиф KV 98/2-221. Без анализатора. Увеличение - 10 крат

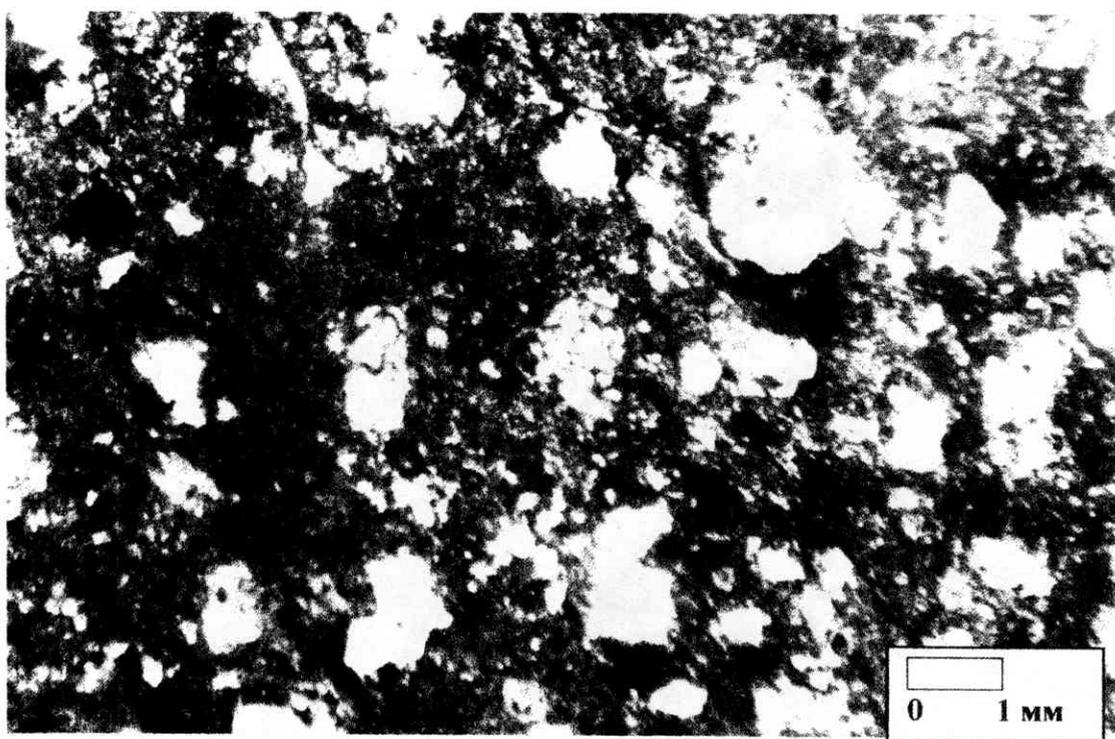


Фото 46. То же, с анализатором

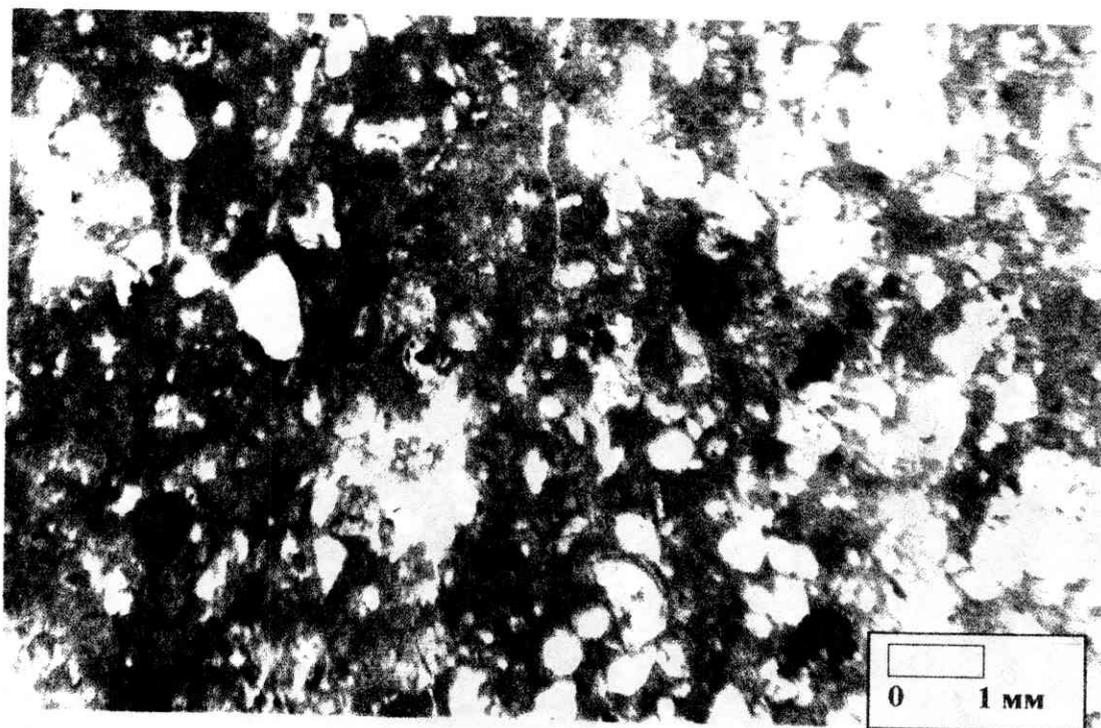


Фото 47. Шлиф KV 2119-8 А. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

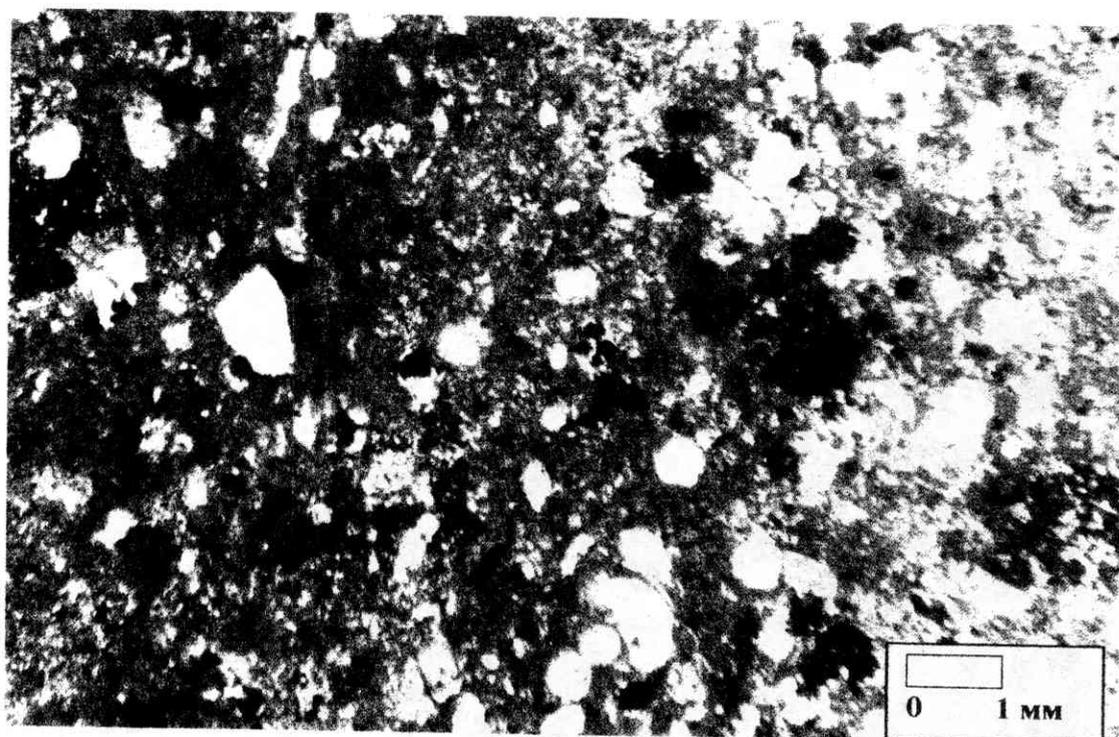


Фото 48. То же, с анализатором

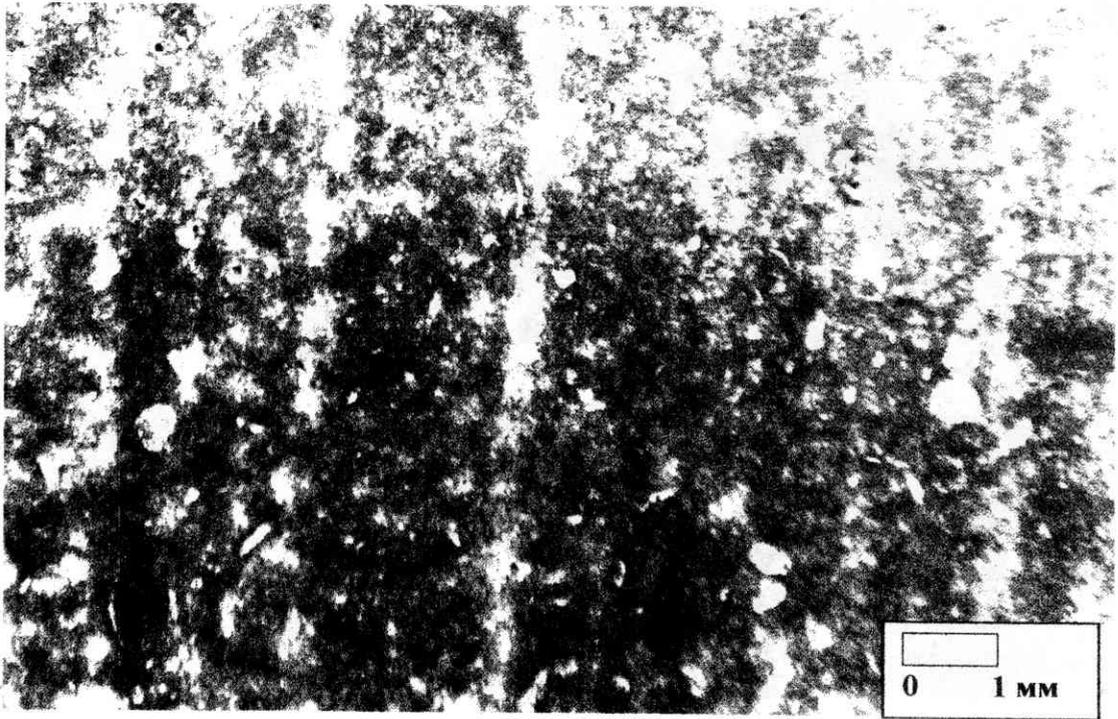


Фото 49. Шлиф KV 2119-9 А. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

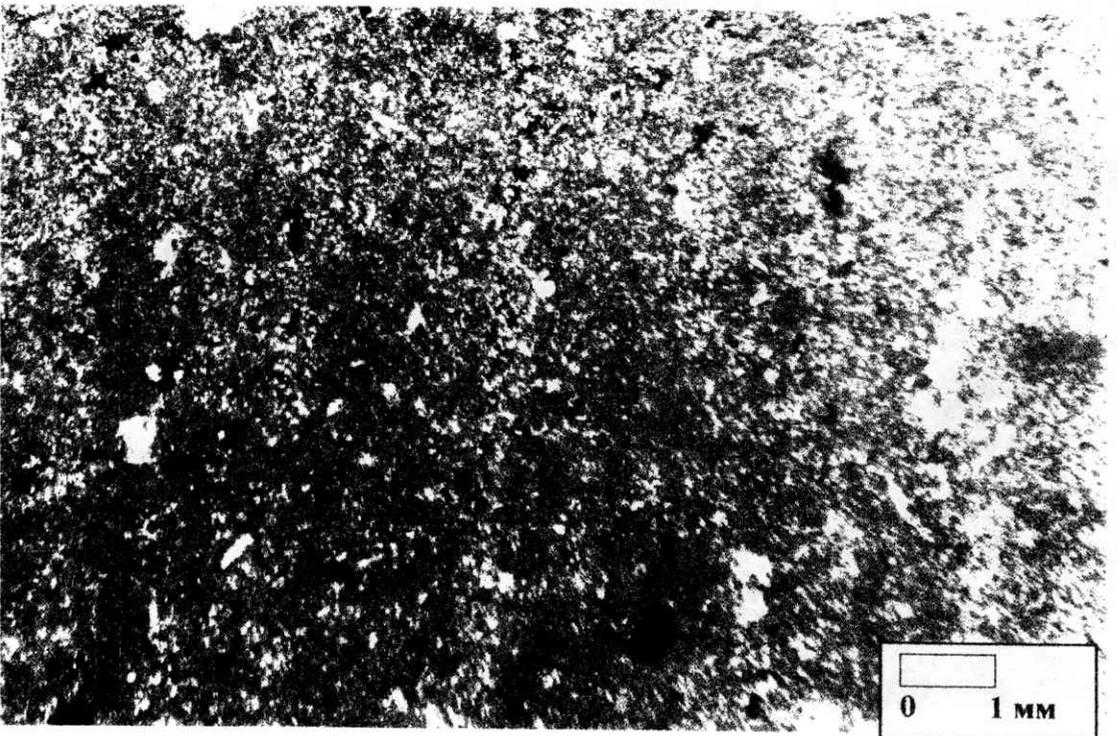


Фото 50. То же, с анализатором

ПЕТРОТИП «Е»

Микроскопически МКЭР данного петротипа в разрезе у сел. Бетты представляет собой биокластический песчанистый мергель с массивной текстурой и брекчиевидной структурой (шлиф КВ 2119-8 А; фото 47, 48), включающий:

34% кристаллокластов:

20% — полуокатанные и неокатанные зерна кварца (0,05—0,25 мм);

10% — полуокатанные зёрна глауконита, 0,1—0,25 мм;

4% — полуокатанные зёрна плагиоклаза, размером 0,1—0,5 мм;

35% биокластического материала:

15% — обломки раковин фораминифер размером около 0,25 мм, иногда замещённые рудным минералом, хлоритом или глауконитом;

5% — фрагменты скелета иглокожих, 0,25—0,3 мм;

10% — биокласты неясного генезиса размером 0,0—1,5 мм;

22% — пелит;

9% — микритовый кальцит.

ПЕТРОТИП «Е»

Микроскопически БКЭР этого петротипа в разрезе у сел. Бетты — биокластический мергель со слоистой текстурой, включающий (шлиф КВ 2119-9 А, фото 49, 50):

20% биокластического материала:

15% — раковины фораминифер размером 0,25—1 мм, иногда замещённые пиритом или глауконитом;

5% — фрагменты скелета иглокожих, 0,25—0,9 мм;

5% кристаллокластов: полуокатанные и неокатанные зерна пирита размером 0,05—0,15 мм;

25% — микритовый кальцит;

50% — пелит.

ПЕТРОТИП «З»

МКЭР в разрезе р. Качи представлен мергелем биокластическим полиминеральным с обломочной структурой (шлиф 12, см. фото 51, 52):

35% — фораминиферы и обломки их раковин (0,15—1,3 мм), выполненные кальцитом;

7% — обломки игл морских ежей размером 0,1—1 мм;

15% — микритовый кальцит;

25% — пелит;

5% — угловатые зерна плагиоклаза размером 0,01—0,1 мм;

3% — полуокатанные зерна кварца размером 0,01—0,2 мм;

ПЕТРОТИП «З»

Микроскопически МКЭР в разрезе г. Мендер представлен известковистым мергелем биокластическим с брекчиевидной структурой (шлиф 105, фото 53, 54):

20% — раковины фораминифер и их обломки размером 0,1—0,3 мм;

- 10% — пирит — угловатые зёрна размером 0,15—0,05 мм;
- 5% — полуокатанные зёрна кварца размером 0,1 мм;
- 5% — плагиоклаз — те же размеры и форма;
- 30% — глинистое вещество;
- 35% — микритовый кальцит.

Приложение 9

ПЕТРОТИП «З»

БКЭР в разрезе р. Качи микроскопически представлен известняком биокластическим (шлиф 13, рис. 55, 56):

- 45% — раковины фораминифер размером 1—0,01 мм;
- 10% — обломки игл морских ежей размером 1—0,5 мм;
- 5% — биокласты неясного генезиса;
- 5% — пирит, размер зёрен 0,01—0,1 мм;
- 25% — микритовый кальцит;
- 15% — пелит.

Приложение 10

ПЕТРОТИП «З»

Микроскопически БКЭР в разрезе г. Мендер представлен известняком биокластическим (шлиф 106, рис. 57, 58):

- 45% — раковины фораминифер и их обломки размером 0,1—0,4 мм;
- 5% — пирит, угловатые зёрна размером 0,1 мм;
- 5% — кварц, угловатые зерна размером 0,1—0,3 мм;
- 35% — микритовый кальцит;
- 20% — глинистое вещество.

Приложение 11

ПЕТРОТИП «Н»

МКЭР в разрезе у сел. Нижняя Банновка представлен мелом биокластическим (шлиф Б-21 Т, фото 59, 60):

- 40% — фораминиферы, кокколиты и обломки их скелета (0,15—1,3 мм), выполненные кальцитом;
- 7% — обломки игл морских ежей, призматического слоя моллюсков размером 0,1—1 мм;
- 40% — микритовый кальцит;
- 10% — глинистое вещество;
- 3% — полуокатанные зерна пирита размером 0,01—0,25 мм.

Для данной породы характерно обилие детрита и многочисленные мелкие раковины фораминифер и скелеты кокколитов.

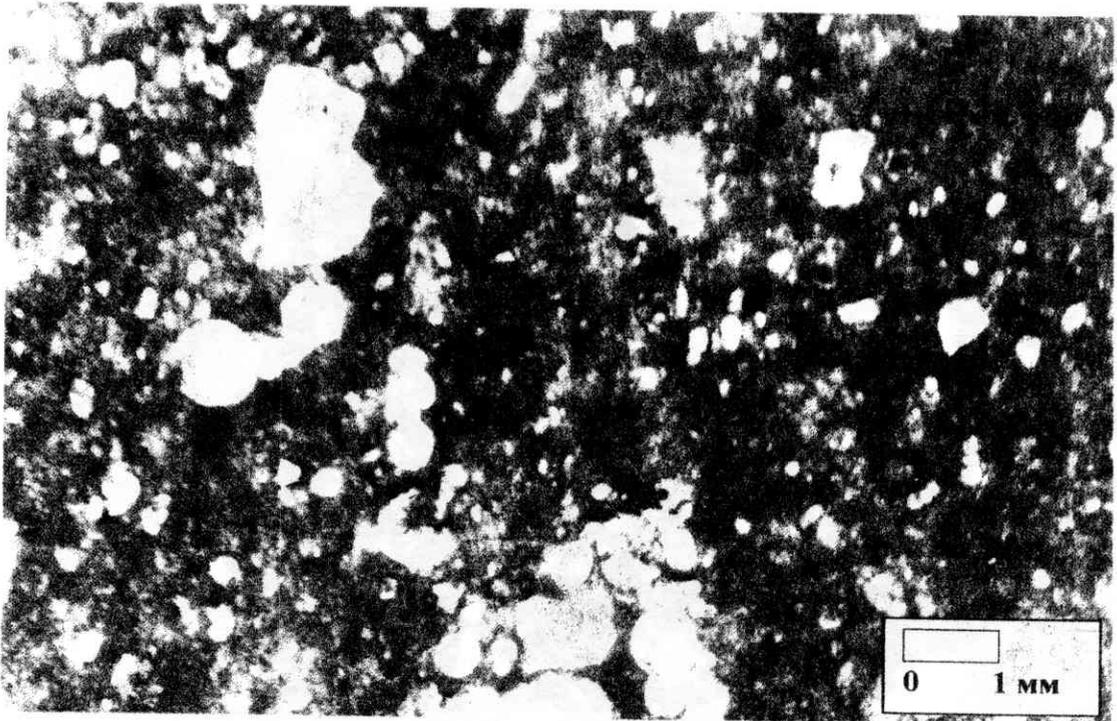


Фото 51. Шлиф 12. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

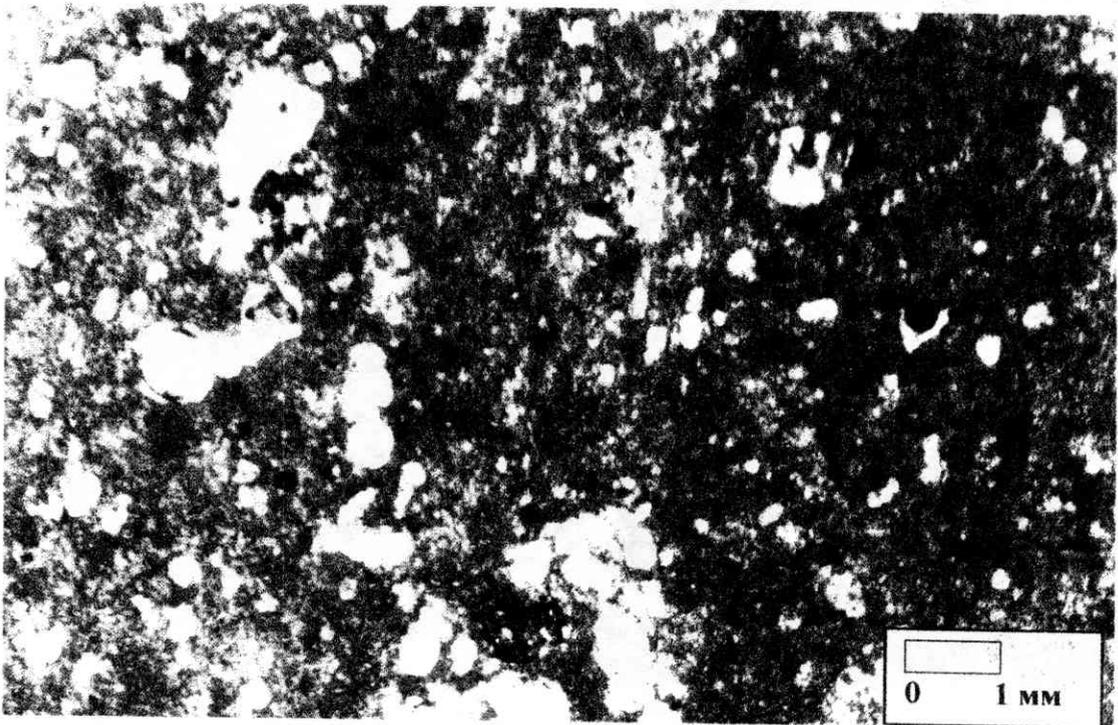


Фото 52. То же, с анализатором

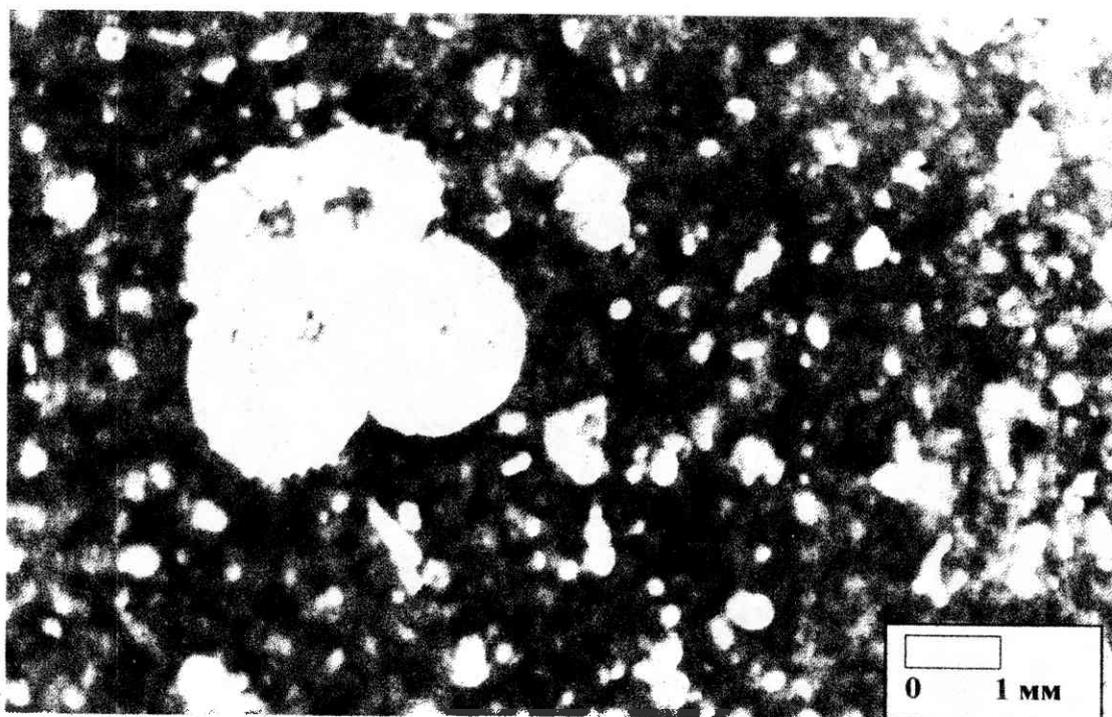


Фото 55. Шлиф 13. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

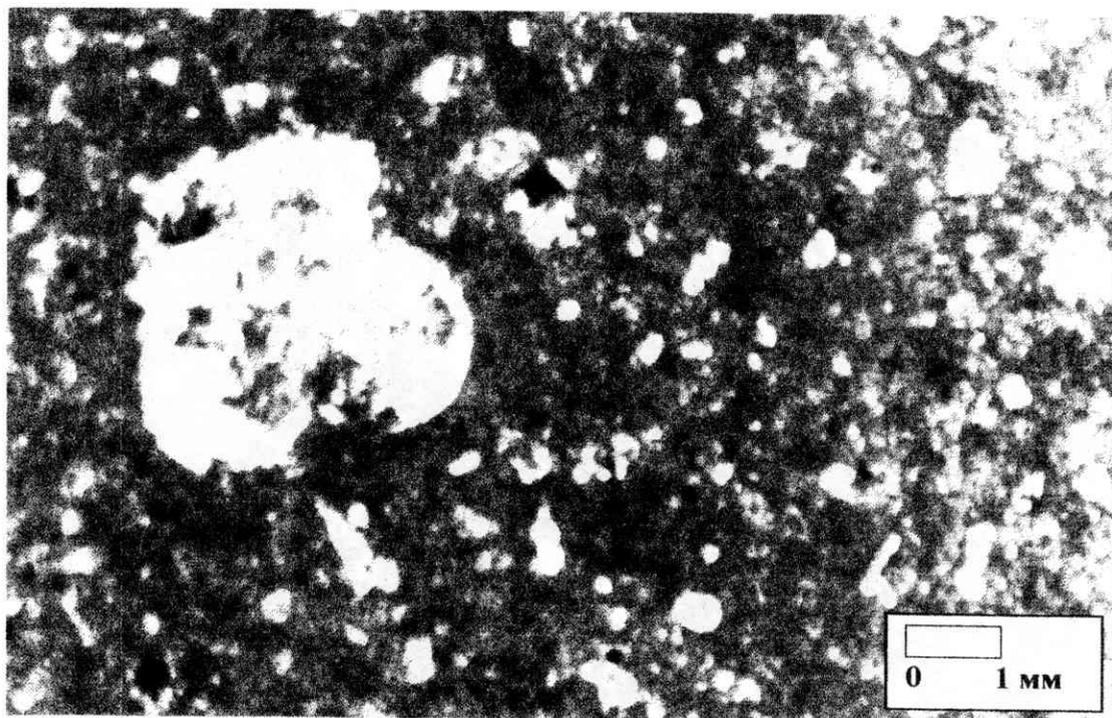


Фото 56. Шлиф 13. С анализатором

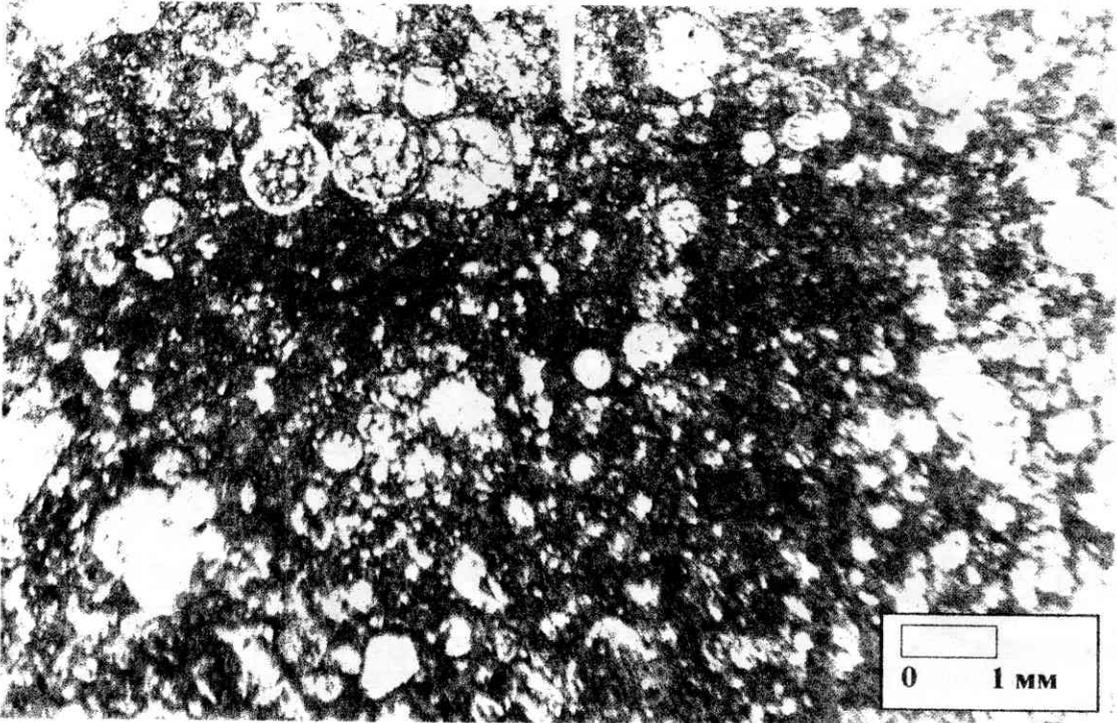


Фото 57. Шлиф 106. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

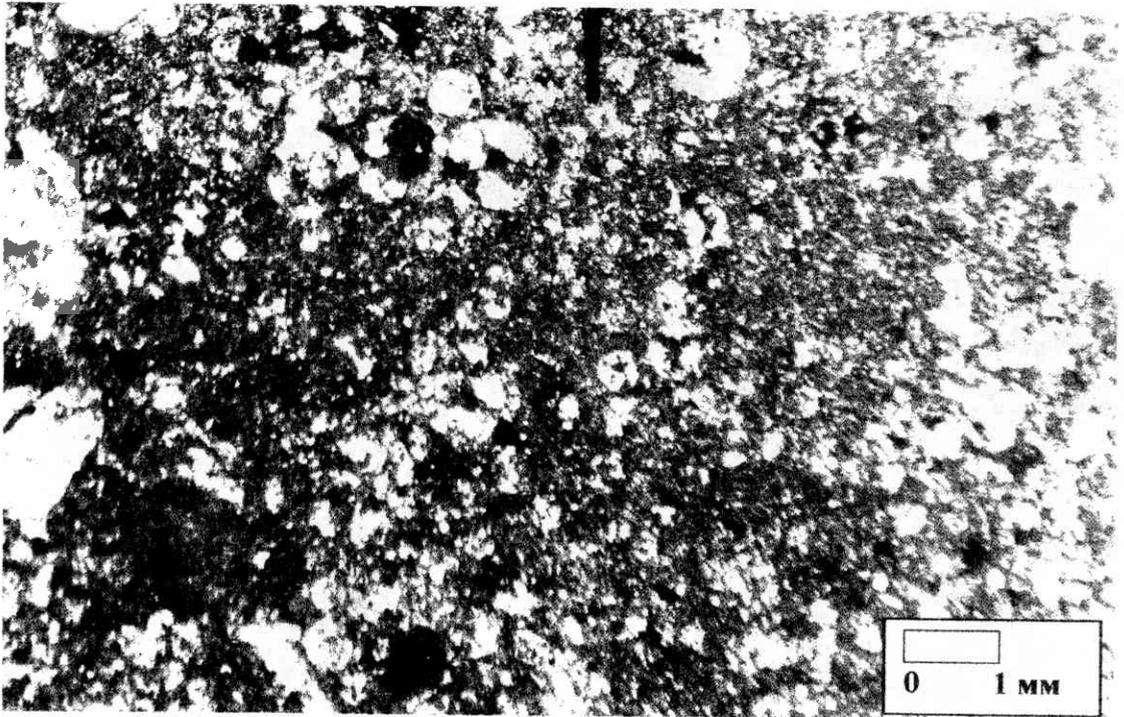


Фото 58. То же, с анализатором

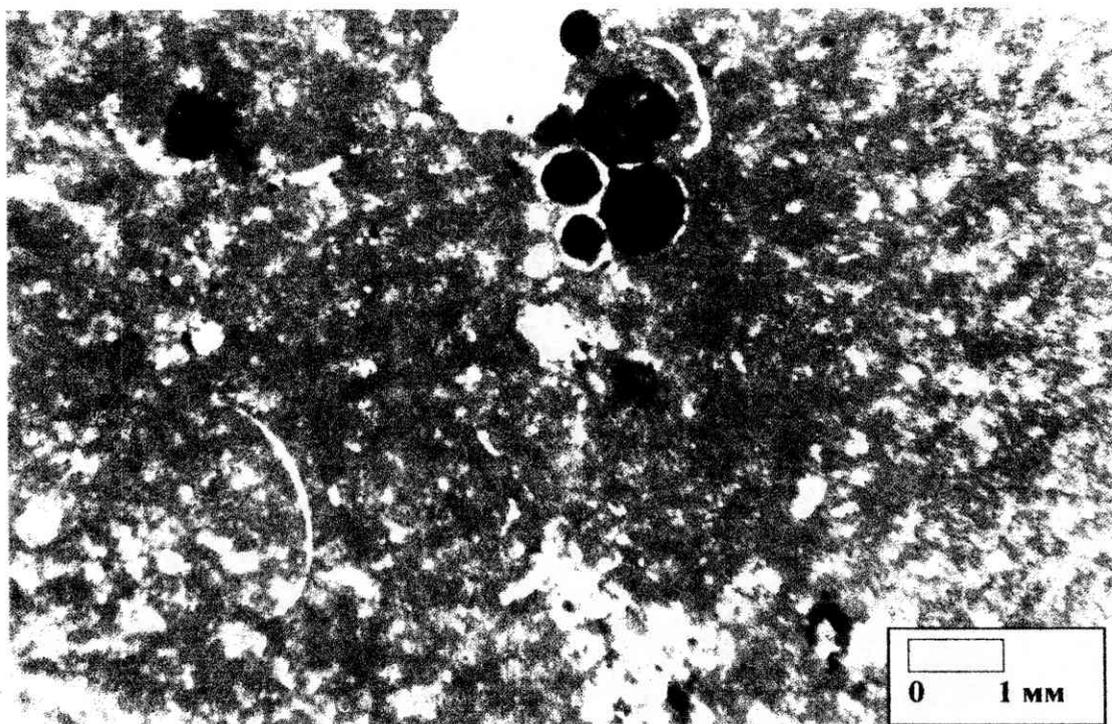


Фото 59. Шлиф Б-21 Т. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

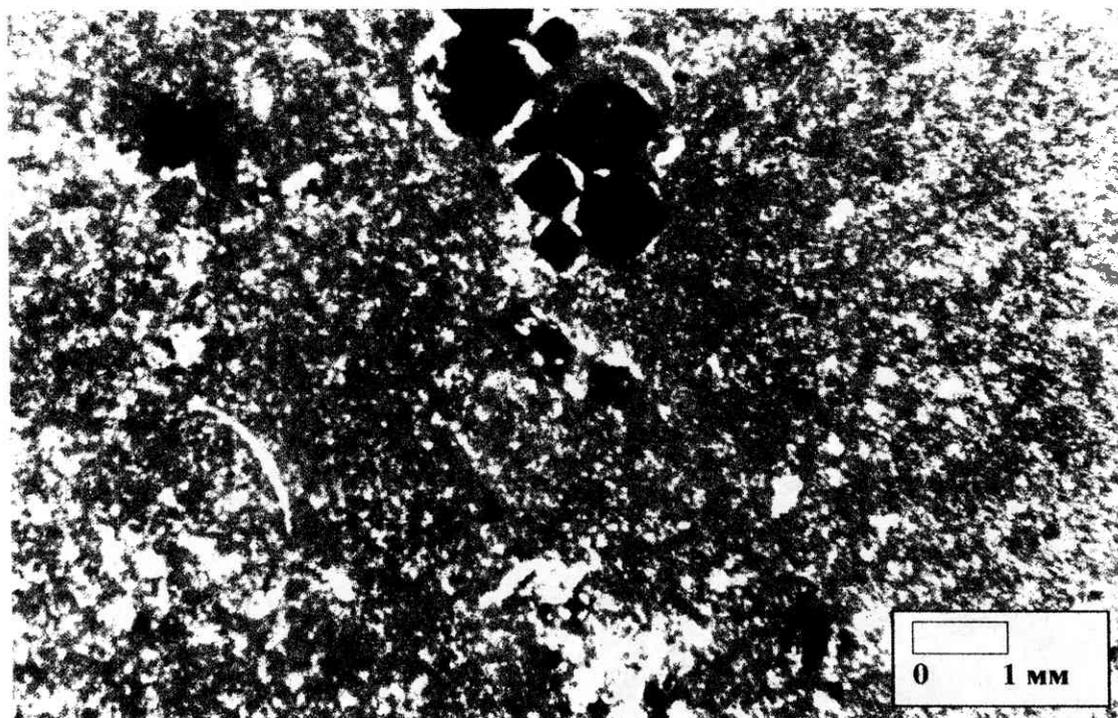


Фото 60. То же, с анализатором



Фото 61. Шлиф Б-25 Т. Без анализатора. Увеличение — 10 крат

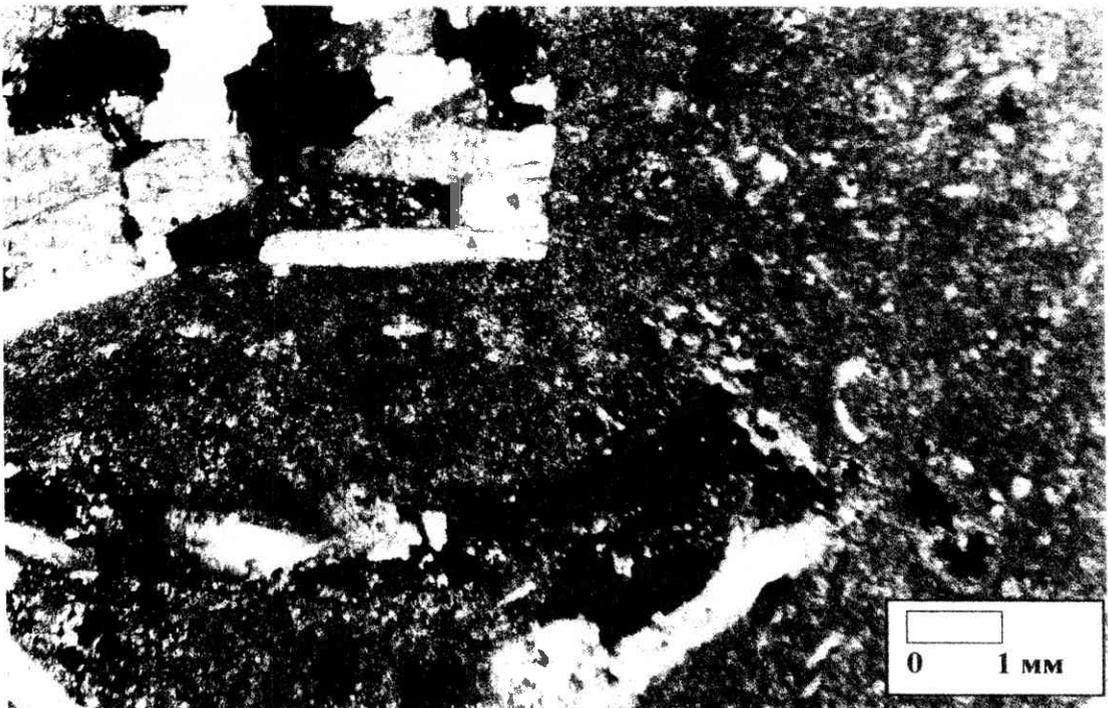


Фото 62. То же, с анализатором

ПЕТРОТИП «Н»

БКЭР в разрезе у сел. Нижняя Банновка представлен мелом биокластическим (шлиф Б-25 Т, см. фото 61, 62):

35% — фораминиферы, кокколиты и обломки их скелета (0,15—1,3 мм), выполненные кальцитом;

5% — обломки игл морских ежей, призматического слоя моллюсков размером 0,1—1 мм;

50% — микритовый кальцит;

7% — глинистое вещество;

3% — полуокатанные зерна пирита размером 0,01—0,25 мм.

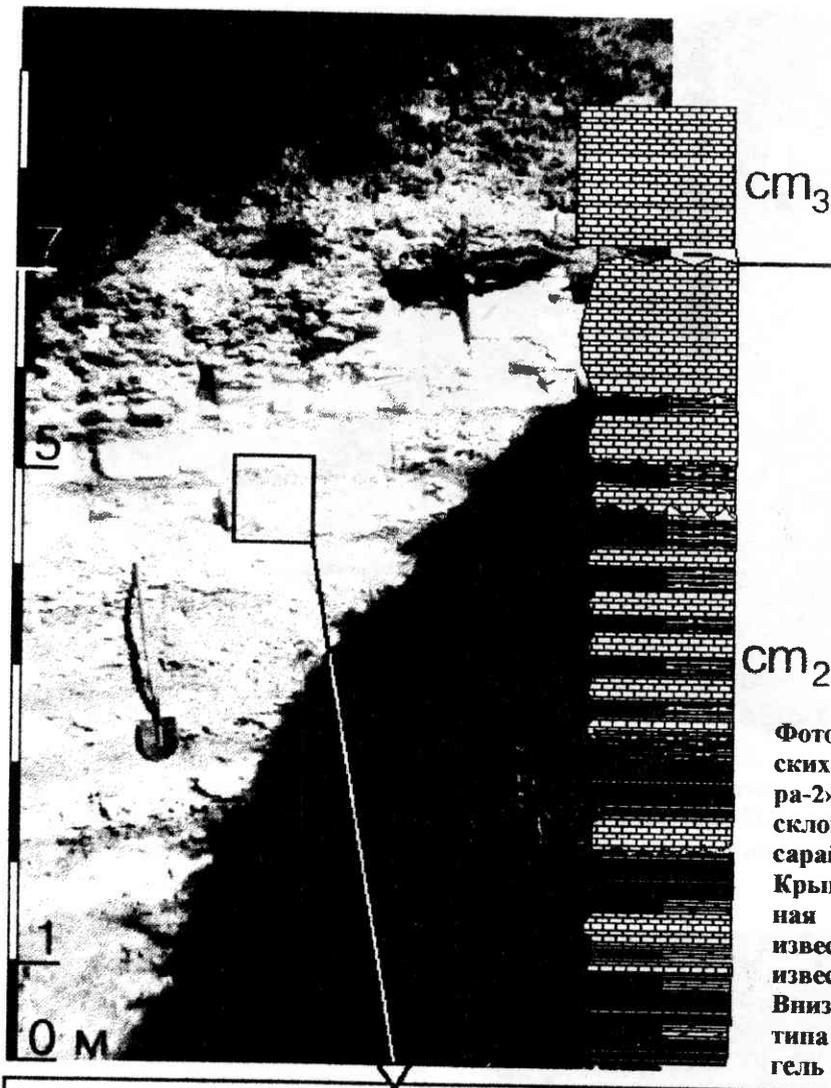


Фото 63. Разрез сеноманских отложений «Сельбухры-2» (пачка V) на южном склоне г. Сельбухры Бахчисарайского района ЮЗ Крыма, Украина. Ритмичная толща переслаивания известняков, глинистых известняков и мергелей. Внизу на врезке – два ритма типа «3»: известняк – мергель





Фото 64. Разрез сеноманских отложений в русле реки Кача (левый берег, в районе сел. Кудрино) Бахчисарайского района ЮЗ Крыма, Украина. Ритмичная толща переслаивания известняков, глинистых известняков и мергелей предположительно пачки V. Видимая мощность – около 8 м



Фото 65. Фрагмент разреза верхней подсвиты ананурской свиты на Андреевском перевале, Краснодарский край, СЗ Кавказ, Россия. Толща переслаивания песчаников и мергелей нижнего турона

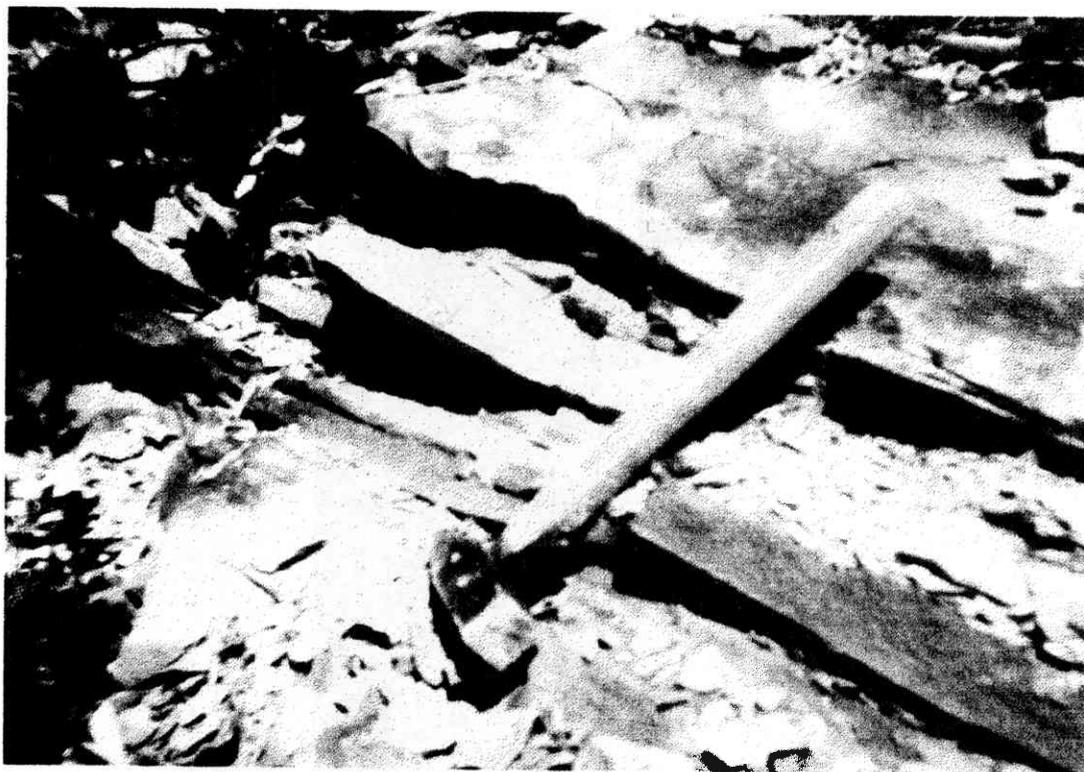


Фото 66. Фрагмент разреза отложений первой подсвиты натухайской свиты на Андреевском перевале, Краснодарский край, СЗ Кавказ, Россия. Толща переслаивания темных песчаников и светлых известняков нижнего турона



Фото 67. Фрагмент разреза отложений среднего и верхнего турона – нижнего коньяка на горе Богданихе в окрестностях г. Хвалынска Саратовской области, Россия. Толща ритмичного песчяного мела. Видимая мощность – около 5 м

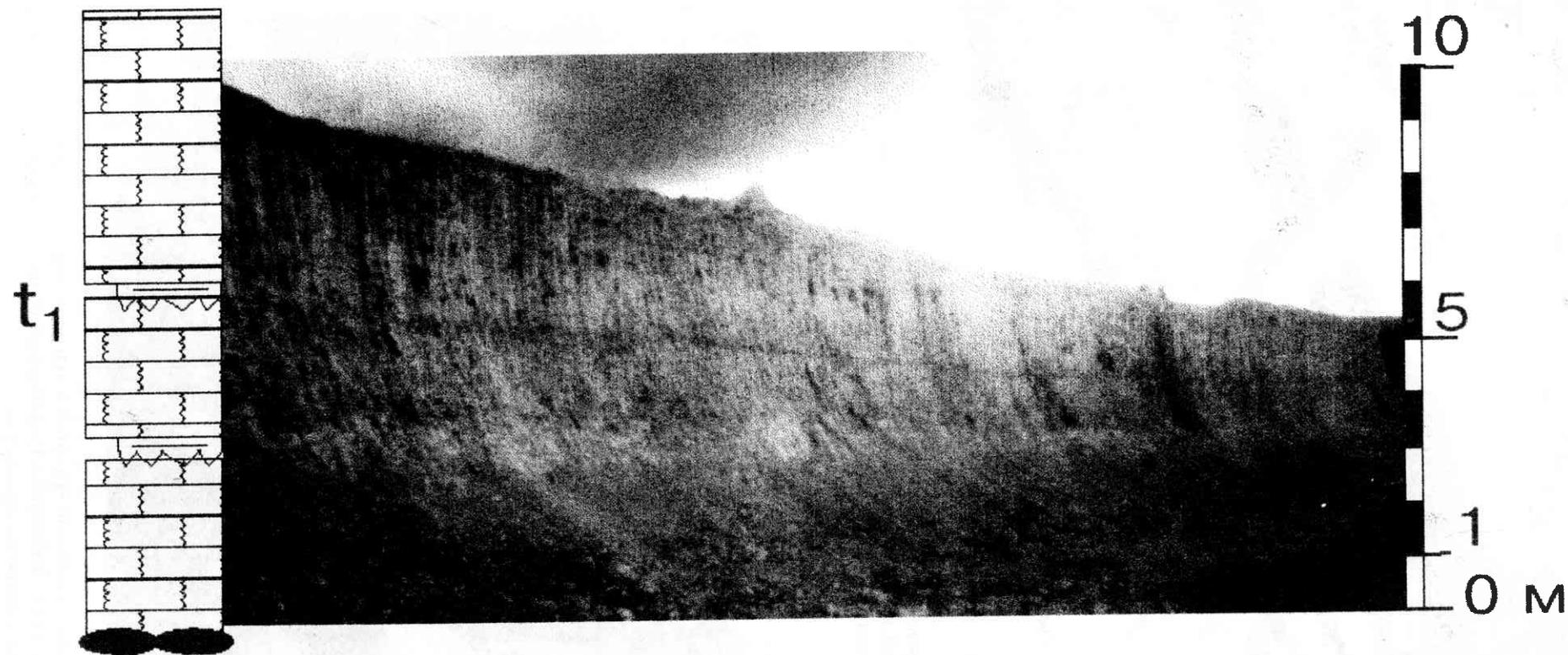


Фото 68. Фрагмент разреза нижнего турона в Фокинском карьере, Брянская область, Россия. Слева приведена стратиграфическая колонка, условные обозначения см. рис. 3. В центральной части уступа выделяются два тонких прослоя глин внутри пачки песчого мела



Фото 69. Фрагмент разреза среднего и верхнего турона и нижнего коньяка в окрестностях сел. Нижняя Банновка Саратовской области, Россия. Ритмичность представлена чередованием слоёв мела (тип «Н») и поверхностей размыва. Число ритмов – около 25. Видимая мощность скального уступа равна 19–20 м

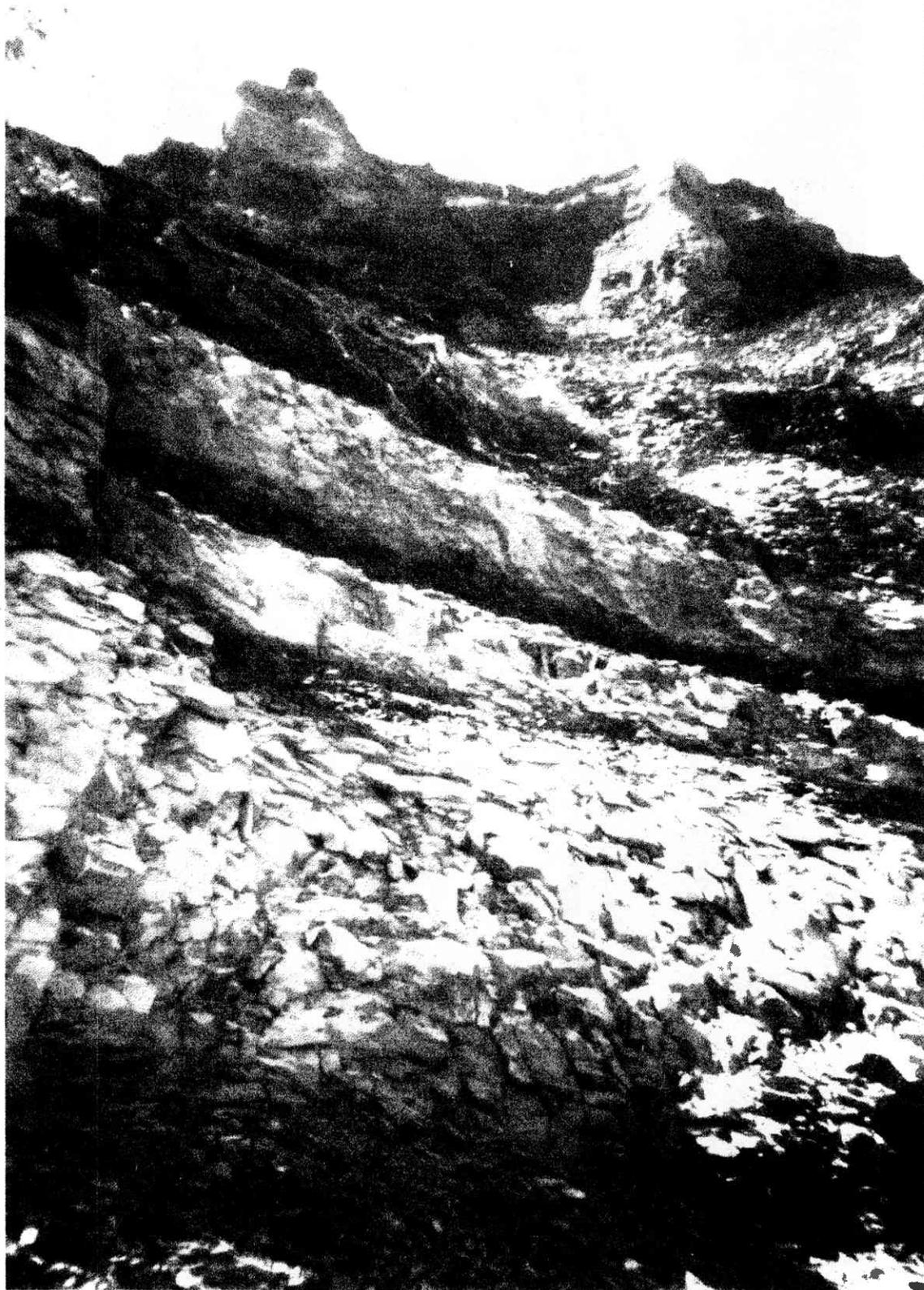


Фото 70. Фрагмент разреза отложений верхнего сантона – нижнего кампана в окрестностях г. сел. Нижняя Банновка Саратовской области, Россия. «Кардиссонидные слои» – толща переслаивания светлых известняков и темных мергелей терминального сантона (пачка V, нижняя часть снимка) постепенно переходят в «полосатую серию» – ритмичную толщу чередования светлых и темных опок (пачка VI, средняя и верхняя части снимка). Мощности ритмов и их элементов в двух пачках совпадают и составляют 30-50 см и 10-25 см соответственно. Видимая мощность – около 9 м

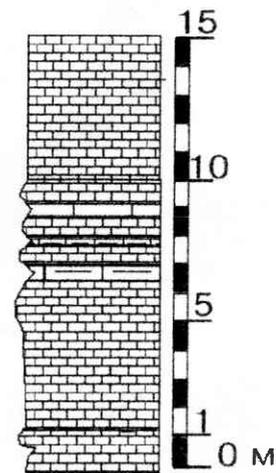
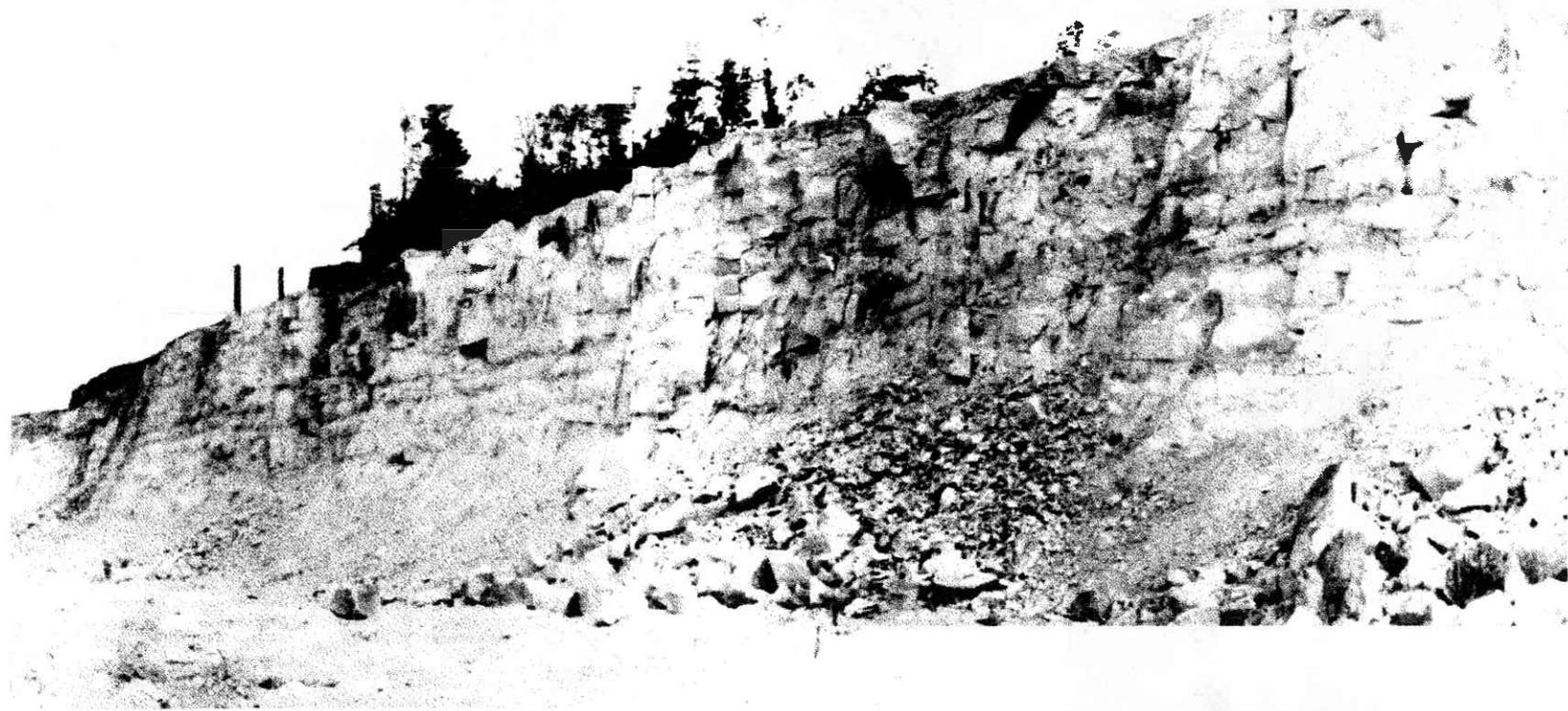


Фото 71. Фрагмент разреза нижнего сантона в карьере Стойленского горно-обогатительного комбината в г. Старый Оскол, Белгородская область, Россия. Пачка V – пачка ритмичного переслаивания белых известняков с глинистыми известняками или мергелями. Справа приведена стратиграфическая колонка, условные обозначения см. рис. 3. Ритмичность хорошо подчёркивается профилем выветривания в средней части уступа, где выступают пласты более плотных высококарбонатных разностей известняка.

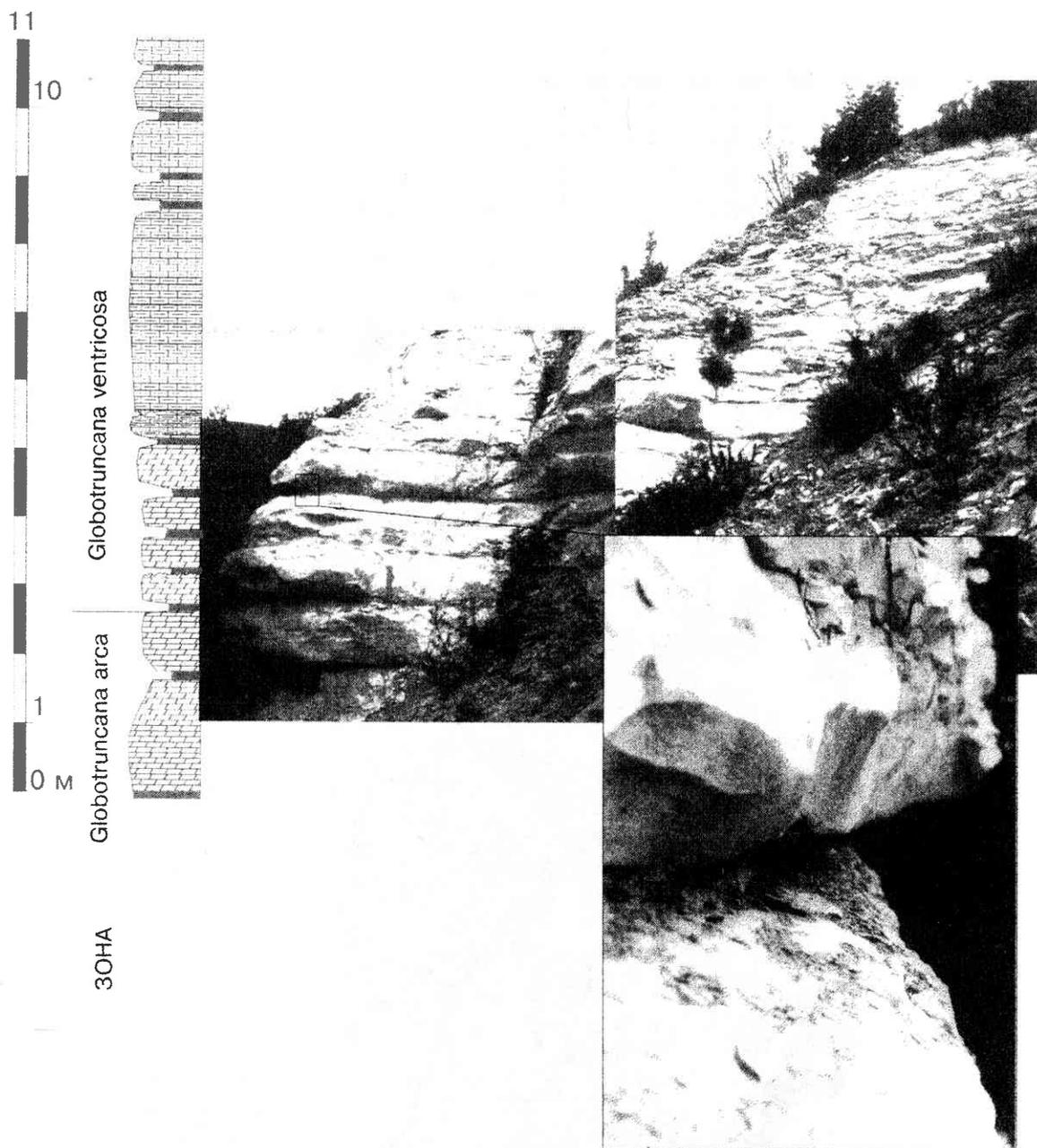


Фото 72. Фрагмент разреза нижнего кампана на западном склоне г. Кизил-Чигир (над шоссе Скалистое – Научный, на северной окраине сел. Трудолюбовка) Бахчисарайского района ЮЗ Крыма, Украина. Слева приведена стратиграфическая колонка, условные обозначения см. рис. 3. Толща переслаивания пластов мергелей (в нижней части обнажения) и глинистых известняков (в верхней части обнажения) с тонкими слоями глин. На врезке – прослой бентонитовых глин резко выделяются в профиле выветривания



Фото 73. Фрагмент разреза верхнего кампана в карьере цементного завода «Большевик» в городе Вольске Саратовской области, Россия. Пачка VIII – белый песчий мел с тонкими прослоями зеленовато-серого мелоподобного мергеля, или «полосчатый мел». Видимая мощность – около 3,5 м

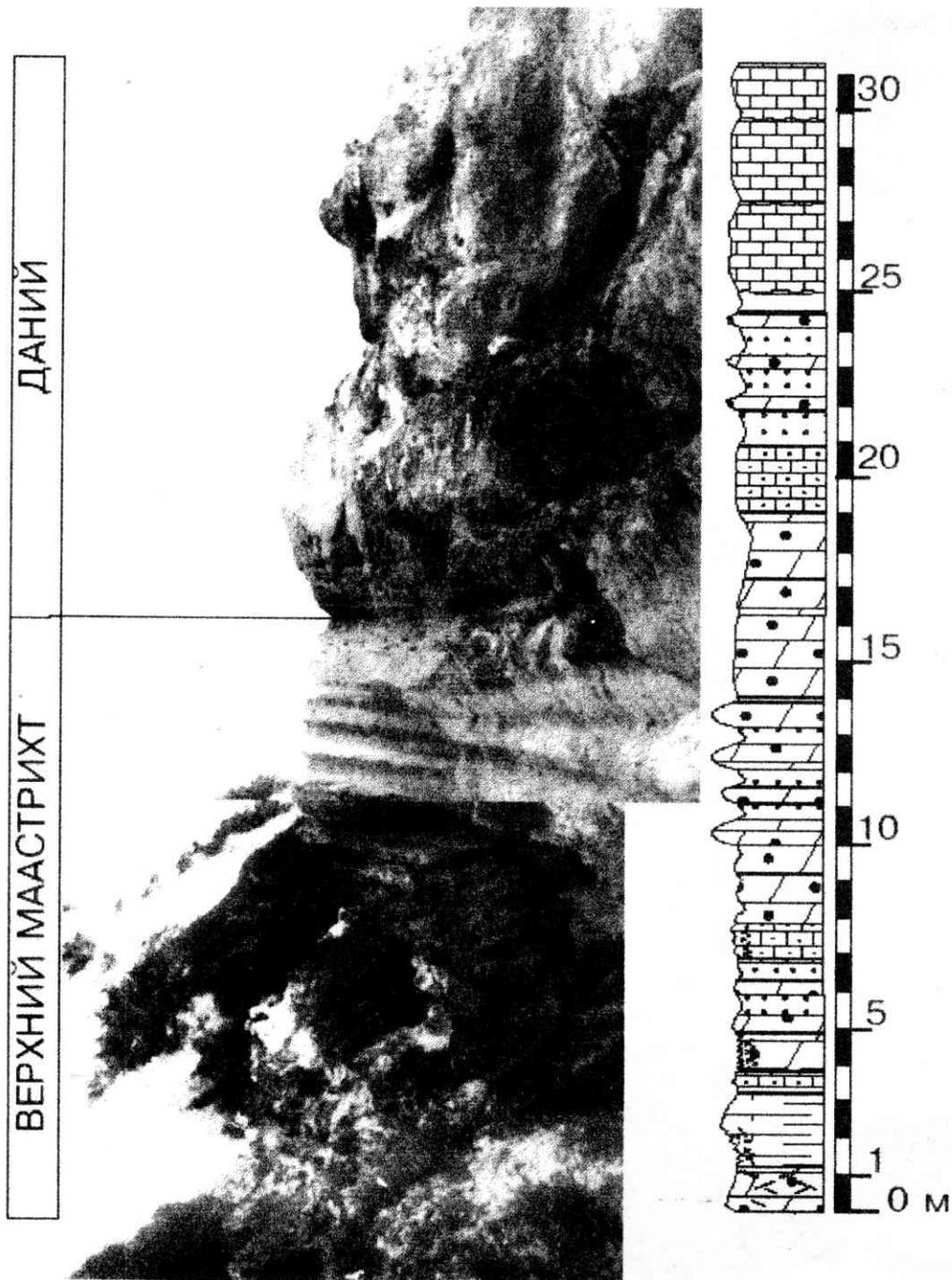


Фото 74. Фрагмент разреза терминального маастрихта и базального дания на юго-западном склоне г. Беш-Кош Бахчисарайского района ЮЗ Крыма, Украина. Справа приведена стратиграфическая колонка, условные обозначения см. рис. 3. В профиле выветривания резко выделяется толща переслаивания пластов песчаных мергелей и песчаников

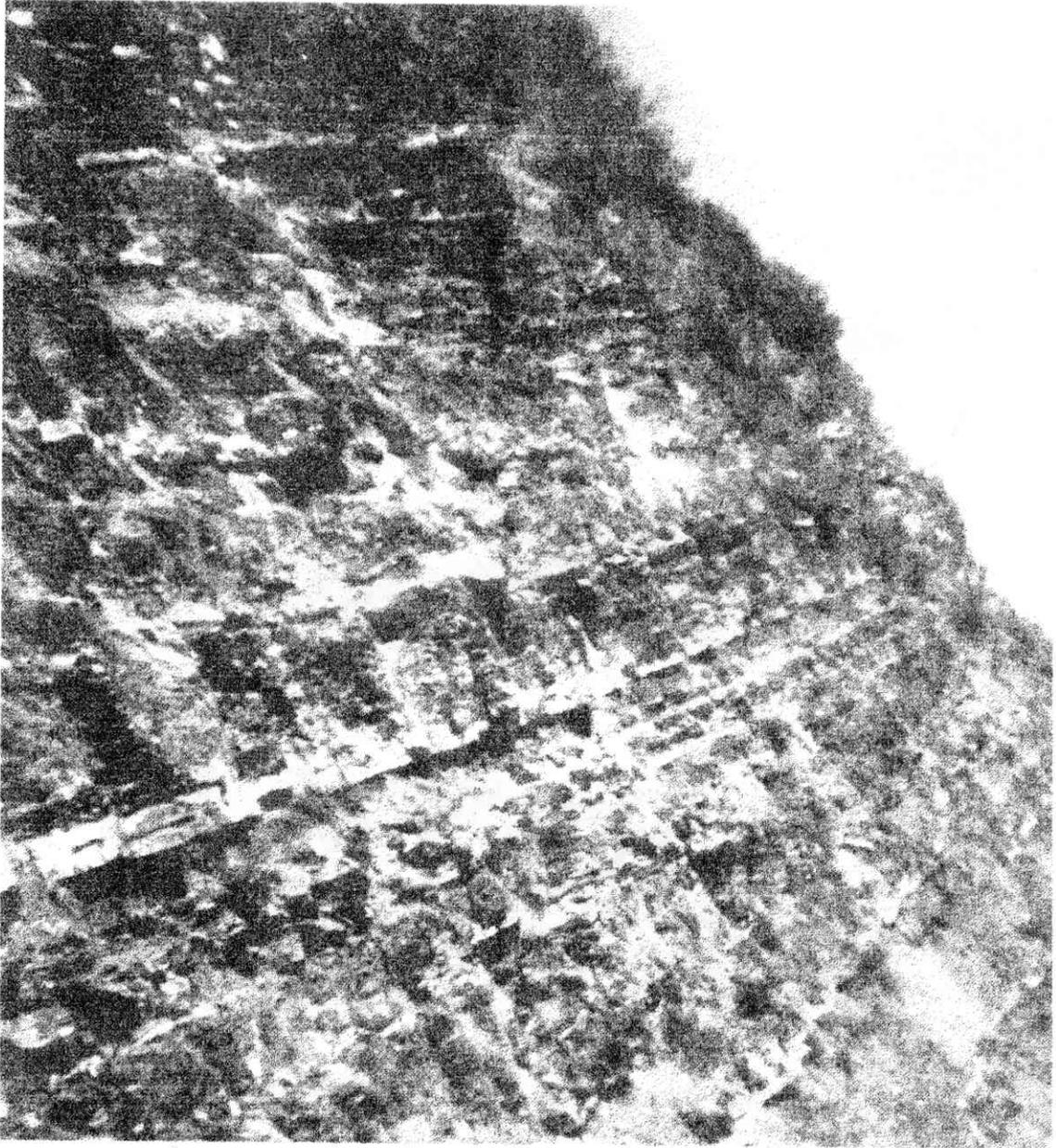


Фото 75. Фрагмент разреза нижнеснегуревской подсвиты (верхний маастрихт) на Черноморском побережье в окрестностях оврага Колхозная Щель в районе поселка Бетта Краснодарского края, СЗ Кавказ, Россия. Толща трехэлементных ритмов типа песчаник – алеврит – алевролит. В профиле выветривания хорошо видны выступающие пласты светлых песчаников. Мощность ритмов варьирует от 30 до 150 см. Видимая мощность – около 15 м

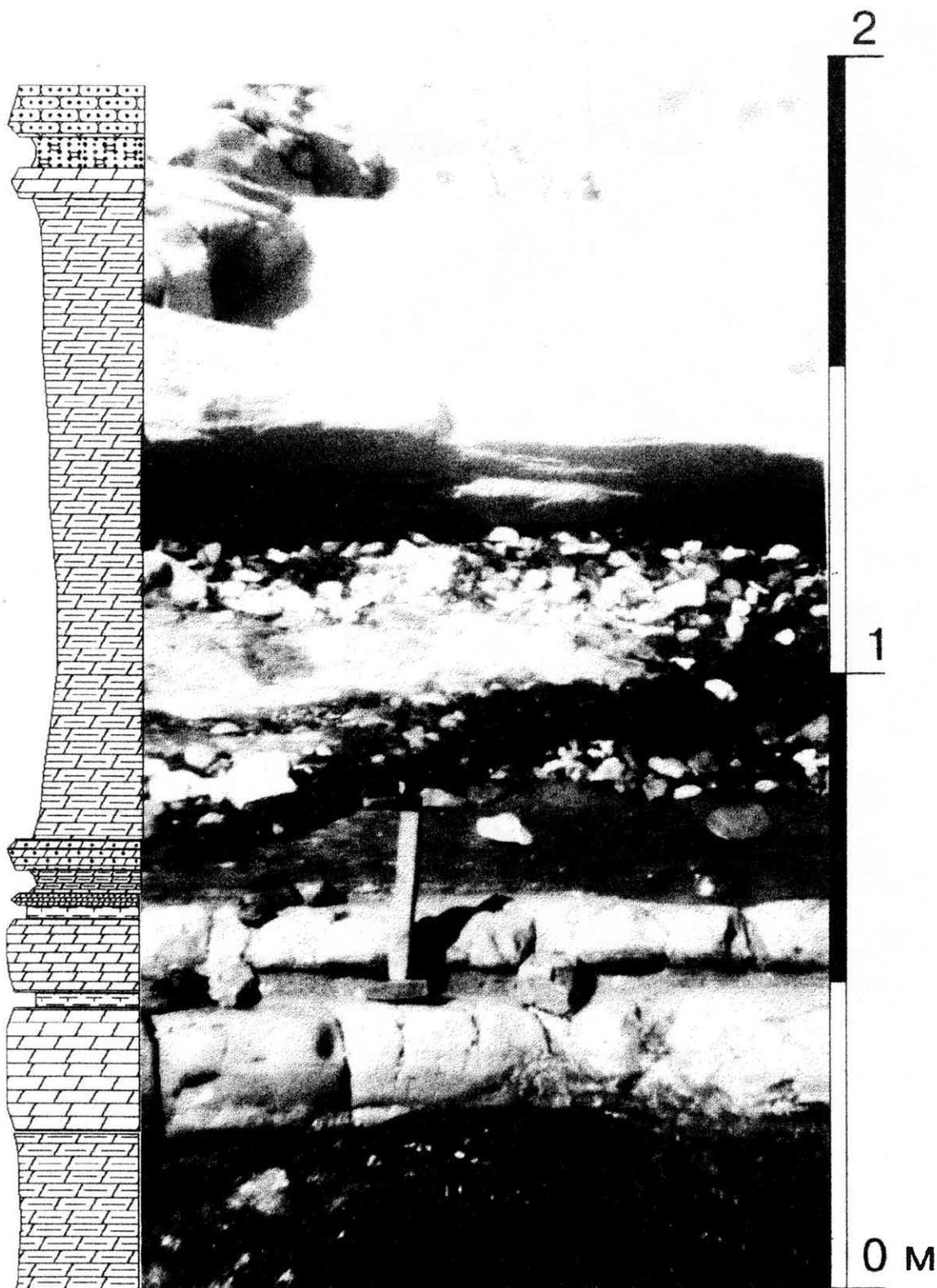


Фото 76. Фрагмент разреза верхнеснегуревской подсвиты (верхний маастрихт) на Черноморском побережье в окрестностях пос. Бетта Краснодарского края, СЗ Кавказ, Россия. Слева приведена стратиграфическая колонка, условные обозначения см. рис. 3

Литература

1. Адмакин Л.А. Периодичность некоторых кратковременных древних литогенетических событий // Литология и полезные ископаемые. 1998. 3. С. 244—257.
2. Айнемер А.И., Одесский И.А. Условия применения и возможности математических методов при анализе периодичности геологических процессов // Конференция «Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих полезных ископаемых». Новосибирск, 1975. Препринт №4. 24 с.
3. Алексеев А.С., Венгерцев В.С., Копаевич Л.Ф., Кузьмичева Т.А. Литология и микропалеонтология пограничных отложений сеномантурона Юго-Западного Крыма // Труды Крымского геологического научно-учебного центра им. проф. А.А.Богданова. 1997. Вып. 1. С. 54—73.
4. Алексеев А.С. Верхний мел // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя / Под ред. Мазаровича О.А., Милеева В.С. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 123—135.
5. Алексеев А.С., Олферьев А.Г., Шик С.М. Объяснительная записка к унифицированным стратиграфическим схемам верхнего мела Восточно-Европейской платформы. СП-б., 1995. С. 1—58.
6. Алиев М.М. (отв. ред.). Верхний мел юга СССР. М.: Наука, 1986. С. 10-201.
7. Архангельский А.Д. Верхнемеловые отложения востока Европейской России // Материалы для Геологии России. Изд-во Импер. Мин. О-ва, 1912. Том XXV. С. 138—353.
8. Афанасьев С.Л. Геологическое время, циклиты разных типов и классов, стратиграфия // Экосистемы в стратиграфии (материалы всесоюзного совещания, Владивосток, октябрь 1978), Владивосток, 1980. С.54-67.
9. Афанасьев С.Л. Флишевая формация. Закономерности строения и условия образования. М.: Росвузнаука, 1993. 360 с.
10. Афанасьев С.Л., Маслакова Н.И. Верхнемеловые отложения Северо-Западного Кавказа // Тр. ВЗПИ. Сер. гидрогеол. и инж. геол. 1967. Вып. 37. С. 106-136.
11. Батурин Г.Н. Фосфориты на дне океанов. М.: Наука, 1978. С. 152—175.
12. Барышникова В.И. Распространение и микрофаунистическая характеристика зоны *Belemnitella americana* в Саратовском Поволжье // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. 1966. № 2. С. 274—285.
13. Бауш В., Фатшел Й., Хофманн Д. Изучение хорошо слоистых верхнеюрских известняков // Циклическая и событийная седиментация / Под ред. Эйнзеле Г., Зейлахера А. М.: Мир, 1985. С. 63—71.
14. Бергер В. Стратиграфия глубоководных осадков // Циклическая и событийная седиментация. / Под ред. Эйнзеле Г., Зейлахера А. М.: Мир, 1985. С. 127—160.
15. Большаков В.А., Большаков П.В. Астрономическая теория палеоклиматановая концепция // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1999. №6. С. 3—13.
16. Бондаренко Н.А. Стратиграфия и условия седиментации сантонских, кампанских и маастрихтских отложений Правобережья Нижнего Поволжья // Автореферат дисс... канд. геол.-мин. наук. Саратов, 1990. 22 с.

17. Бондаренко О.Б., Михайлова И.А. Палеонтология. Ч. 2. Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1997. 496 с.
18. Ботвинкина Л.Н., Алексеев В.П. Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. Свердловск. Уральский ун-т. 1991. 335 с.
19. Вассоевич Н.Б. Условия образования флиша. Л., Гостоптехиздат, 1951. 215 с.
20. Вассоевич Н.Б. Уточнение понятий и терминов, связанных с осадочными циклами, стадийностью литогенеза и нефтеобразования // Основные теоретические вопросы цикличности седиментогенеза. М., 1977. С. 34—58.
21. Вальтер М. Изучение генезиса известняково — глинистых толщ // Циклическая и событийная седиментация. / Под ред. Эйнзеле Г., Зейлахера А. М.: Мир, 1985. С. 119—126.
22. Веймарн А.Б., Найдин Д.П., Копаевич Л.Ф., Алексеев А.С., Назаров М.А. Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальном стратиграфическом исследовании. Методические рекомендации. М.: Изд-во МГУ, 1998. 190 с.
23. Волков Ю.В. О периодических составляющих Фриборда и геохронологической шкалы // Нетрадиционные вопросы геологии. Материалы VIII научного семинара. М., 2000. С. 57—61.
24. Габдуллин Р.Р. Ритмостратиграфия и условия формирования ритмичности в верхнемеловых отложениях СЗ Крыма // Вестник НСО. Тезисы международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ленинские Горы-95», «Ломоносов-96», Москва, 1996. С. 27—28.
25. Габдуллин Р.Р. Роль палеонтологических критериев в изучении перерывов и горизонтов конденсации в ритмичных нижнебарремских отложениях г. Белой, Верхоречье, Крым // Проблемы изучения биосферы (к 70-летию выхода в свет «Биосферы» В.И. Вернадского). Тезисы докладов всероссийской научной конференции (3—4 декабря 1996 г.), Саратов, 1996. С. 48—49.
26. Габдуллин Р.Р. Роль палеонтологического фактора в определении условий формирования ритмичности в сеноманских отложениях СЗ Крыма // Проблемы изучения биосферы (к 70-летию выхода в свет «Биосферы» В.И. Вернадского). Тезисы докладов всероссийской научной конференции (3—4 декабря 1996 г.), Саратов, 1996. С. 49—50.
27. Габдуллин Р.Р. Карбонатные ритмы: итоги и перспективы исследований // Вестник НСО. Сборник статей по материалам лучших докладов Научного Студенческого Общества 1994—97 гг. Москва, 1997. С. 6—9.
28. Габдуллин Р.Р. Модели формирования ритмичности в карбонатных толщах // Леонардо Да Винчи 20 века (к 100-летию А.Л. Чижевского). Тезисы юбилейной сессии РАЕН (28 февраля 1997 г.). Москва, 1997. С. 103—104.
29. Габдуллин Р.Р. Пространственно-временные закономерности формирования карбонатных ритмичных толщ // Сборник материалов международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов». 1998. Вып. 2. С. 218.
30. Габдуллин Р.Р. Условия формирования ритмов мергель — глина в нижнекампанских отложениях разреза Кизил-Чигир (Бахчисарайский район, ЮЗ. Крым) // Проблемы региональной геологии и тектоники.

- Тезисы докладов на научных чтениях, посвященных 90-летию профессора М. В. Муратова 31 марта—1 апреля 1998 г. М.: Изд-во МГТА, 1998. С. 7.
31. Габдуллин Р.Р., Выдрик А.Б. Сравнительная характеристика ритмичных толщ палеоцена Ульяновского Поволжья (Сенгелей) и Горного Крыма (Беш-Кош) // Тезисы докладов научной конференции «Геологические науки-98», Саратов, 16—17 апреля 1998 г. С. 47.
 32. Габдуллин Р.Р., Гужиков А.Ю., Выдрик А.Б., Дундин И.А. Условия формирования ритмичности в верхнемеловых карбонатных породах карьера «Большевик» (Вольск, Саратовская область) // Тезисы докладов международной научной конференции, посвященной памяти профессора В.В. Тикшаева, 20—22 января 1998, г. Саратов. Изд-во НВНИИГТ, 1998. С. 41.
 33. Габдуллин Р.Р. Типы ритмичности и условия их формирования в верхнемеловых и палеоценовых отложениях Восточно-Европейской платформы и её южного обрамления (ЮЗ Крым, СЗ Кавказ) // Тезисы докладов IV Международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». 1999. С. 171.
 34. Габдуллин Р.Р. Типы ритмичности и условия их формирования в верхнемеловых и нижнепалеоценовых отложениях Восточно-Европейской платформы и её южного обрамления (ЮЗ Крым, СЗ Кавказ) // Материалы международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов». 1999. Вып. 3. С. 114—116.
 35. Габдуллин Р.Р., Выдрик А.Б., Гужиков А.Ю., Дундин И.А. Природа ритмичности в верхнекампанских—нижнемаастрихтских карбонатных породах Сенгилейского карьера (Ульяновская область) // Материалы международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов». 1999. Вып. 3. С. 113—114.
 36. Габдуллин Р.Р., Маринин А.В., Щербинина Е.А., Бондаренко Н.А., Любимова Т.В. Строение и условия формирования верхнемеловых ритмичных толщ Северо-Западного Кавказа // Материалы международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов». 2000. Вып. 4. С. 180—181.
 37. Гаврилов Ю.О., Копаевич Л.Ф. О геохимических, биохимических и биотических следствиях эвстатических колебаний // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1996. Том 4, № 4. С. 3—14.
 38. Галимов Э.М. Геохимия стабильных изотопов углерода. М.: Недра, 1968. С. 11—20.
 39. Геологический словарь, т. 2. М.: Геолтехиздат, 1955. С. 122.
 40. Геккер Р.Ф. Введение в палеозоологию. М.: Госгеолтехиздат, 1957. С. 7-114.
 41. Герасимов П.А., Мигачева Е.Е., Найдин Д.П., Стерлин Б.П. Юрские и меловые отложения Русской платформы. М.: Изд-во МГУ, 1962. С. 88-181.
 42. Глазунова А.Е. Палеонтологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Поволжья. Верхний мел. М.: Недра, 1972. С. 7—41.
 43. Горбачик Т.Н., Долицкая И.В., Копаевич Л.Ф., Пирумова Л.Г. Микропалеонтология. М.: Изд-во МГУ, 1996. 112 с.
 44. Гусева А.Н., Соболева Е.В. Практикум по геохимии горючих ископаемых, М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 100—104.

45. Давиташвили Л.Ш., Мерклин Р.Л. (отв. ред). Справочник по экологии морских двустворок. М.: Наука, 1966. 352 с.
46. Дервиз Т.Л. (отв. ред.). Волго-Уральская нефтеносная область. Юрские и меловые отложения. Л.: Гостоптехиздат, 1959. С. 8—352.
47. Джайнакришнан С., Плюснина И. И., Копаевич Л. Ф. Исследование известняков ЮЗ Крыма методом ИК—спектроскопии // Вест. МГУ сер. 4, геология. 1995. №4. С. 57—67.
48. Захаров В.А. Палеоэкологические исследования // Современная палеонтология. / Под ред. Меннера В.В. и Макридина В.П. М.: Недра, 1988. Т.1. С. 369—399.
49. Зенкевич Н. Л. Атлас фотографий дна Тихого океана. М.: Наука, 1970. 206 с.
50. Иванов Г.А., Македонов А.В., Иванов Н.В. Методы изучения ритмичности (цикличности) осадочных толщ // Конференция «Цикличность осадконакопления и закономерности размещения горючих полезных ископаемых». Новосибирск, 1975. Препринт №3. 30 с.
51. Ильин А.В., Найдин Д.П. Утяжеление изотопного состава углерода у границы сеномана и турона: первые данные по Восточно-Европейской платформе // Доклады Академии Наук, 1995, том 345, №5. С. 653—656.
52. Камышёва-Елпатьевская В.Г. Атлас мезозойской фауны и спорово-пыльцевых комплексов нижнего Поволжья и сопредельных областей. Общая часть. Фораминиферы. Саратов. Изд-во СГУ. 1967. Вып. 1. 257 с.
53. Камышёва-Елпатьевская В.Г. Маркирующие горизонты юрских, меловых и палеогеновых отложений Саратовского Поволжья // Учёные записки СГУ им. Н.Г.Чернышевского, том XXVIII, вып. геол. Саратов, 1951. С. 10—35.
54. Кауфманн Э. Экология и условия отложения ритмов мел — мергель и известняк — глина в меловых отложениях Северной Америки // Циклическая и событийная седиментация / Под ред. Эйнзеле Г., Зейлахера А.М.: Мир, 1985. С. 104—105.
55. Келлер Б.М. Верхнемеловые отложения Западного Кавказа // Тр. ИГН АН СССР, вып. 48, серия геол., №1 (15). 1947. 40—45 С.
56. Лионенко И. и др. Геологический отчет о разведке железистых кварцитов Стойленского месторождения КМА с подсчетом запасов (по состоянию на 1/X 1967 г.). МинГео СССР. ГУЦР. Белгородская железорудная экспедиция. Новооскольская геолого-разведочная партия. 1967 ф. Том 1. 211 с.
57. Матесова М.Н. Геологические экскурсии в окрестности города Вольска // Труды Вольского Окружного-Научно-Образовательного Музея. Вольск, 1930. Вып. 3. 56 с.
58. Матесова М.Н. Полезные ископаемые Вольского Поволжья. Часть 1-я // Труды Вольского Окружного-Научно-Образовательного Музея. Вольск, 1935. Вып. 4. 68 с.
59. Методы изучения осадочных пород. М., 1957. Т. 2. С. 30—32.
60. Миланкович М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. М.-Л., 1939. 194 с.
61. Милановский Е.В. Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья. Л.: Гостоптехиздат, 1940. 276 с.
62. Милеев В.С., Барабошкин Е.Ю., Щербинина Е.А., Габдуллин Р.Р., Бондаренко Н.А., Любимова Т.В. К вопросу о структурных связях

- киммерид Горного Крыма и альпид Северо-Западного Кавказа // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. Материалы XXXIII Тектонического совещания. М.: Геос, 2000. С. 326—329.
63. Митнеев М.В. и др. Геологический отчет с подсчетом запасов богатых железных руд по Стойленскому месторождению по состоянию на 1 января 1958 г. Главное Управление геологии и охраны недр РСФСР. ГУЦР. Курская геологическая партия. 1958 ф. Том 1, 320 с.
 64. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. Кн. 2. М.: Изд-во МГУ, 1997. 496 с.
 65. Морозов Н.С. О ритмичности процесса осадконакопления в меловом периоде в районе Доно-Медведицких дислокаций // Доклады АН СССР. 1952. Том LXXXVII, № 2, С. 265—268.
 66. Морозов Н.С. О некоторых чертах осадконакопления в меловом периоде в восточной части среднего течения Дона // Учёные записки СГУ, вып. геол. 1953. Том XXXVII. С. 62—69.
 67. Москвин М. Н. (отв. ред.). Стратиграфия СССР. Меловая система. М.: Недра, 1986. Полутом 1. С. 96—143.
 68. Молостовский Э.А., Храмов А.Н. Магнитостратиграфия и её значение в геологии. С.: СГУ, 1997. 180 с.
 69. Мусатов В.А., Ермохина Л.И. Стратотип слоёв Белогродни // Недра Поволжья и Прикаспия. 1998. Вып. 15. С.35—42.
 70. Найдин Д. П. Астрономические вариации, флуктуации климата и ритмичность карбонатных толщ. Статья 1. Актуалистические предпосылки. Параметры Земной орбиты и климат // Изв. Высш. Учеб. Завед. Геология и разведка. 1989. № 10. С. 35—47.
 71. Найдин Д. П. Астрономические вариации, флуктуации климата и ритмичность карбонатных толщ. Статья 2. Климатические флуктуации и ритмичные карбонатные толщи мезозоя // Изв. Высш. Учеб. Завед. Геология и разведка. 1990. № 6. С. 29—43.
 72. Найдин Д.П. О границе между сантонским и кампанским ярусами на платформе // Папулов Г.Н., Найдин Д.П. (отв. ред.) Граница сантона и кампана на Восточно-Европейской платформе. По материалам полевого симпозиума 1974 г. Свердловск, 1979. С. 7—22.
 73. Найдин Д.П., Беньямовский В.Н. О ярусном делении палеогена // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2000. 8 (4). С.65—83.
 74. Найдин Д. П., Кияшко С. И. Геохимическая характеристика пограничных отложений сеноман — турона горного Крыма. Статья 1. Литологический состав, содержание органического углерода и некоторых элементов // Бюлл. Моск. о – ва испыт. природы, отд. геол. 1993. Т. 69. Вып. 1. С. 28—42.
 75. Найдин Д. П., Кияшко С. И. Геохимическая характеристика пограничных отложений сеноман — турона горного Крыма. Статья 2. Изотопный состав углерода и кислорода; условия накопления органического углерода // Бюлл. Моск. о – ва испыт. природы, отд. геол. 1994. Т. 69, Вып. 2. С. 59—74.
 76. Найдин Д. П., Копаевич Л.Ф. Внутриформационные перерывы верхнего мела Мангышлака. М.: Изд-во МГУ, 1988. 141 с.
 77. Найдин Д. П., Маслакова Н. И. О сеноманских отложениях Горного Крыма // Известия Академии наук СССР, сер. геол. 1958. №3. С. 108—110.

78. Найдин Д.П., Ванчуров И.А., Алексеев А.С. Применение методов математической статистики при изучении ростров сеноманских белемнитов // Бюлл. Моск. о – ва испыт. природы, отд. геол. 1975. Т. 50. Вып. 4. С. 28—42.
79. Олферьев А.Г. Уточнение и детализация стратиграфических схем мезозоя для использования их при крупномасштабном картировании территории Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. Фактический материал. Роскомнедра. ГУЦР. «ГЕОСИНТЕЗ». М., 1993 ф. Том II. Книга 1. 280 с.
80. Первушев Е.М., Иванов А.В., Попов Е.В. Средне- и поздне меловая биота юга-востока Европейской палеогеографической области // Палеонтологический журнал. 1997. № 3. С. 10—16.
81. Пратт Л. Ритмическая седиментация поздне меловых отложений // Циклическая и событийная седиментация / Под ред. Эйнзеле Г., Зейлахера А. М.: Мир, 1985. С. 103.
82. Петтиджон Ф. Осадочные породы. М.: Недра, 1981. С. 254—352.
83. Раузер-Черноусова Д.М., Кулик Е.Л. Об отношениях фузулинид к фациям и о периодичности в их развитии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1949. № 6. С. 131—148.
84. Рединг Х. и др. Обстановки осадконакопления и фации. М.: Мир, 1990. Т. 2. С. 126—179.
85. Резников В.И. и др. Геологическая карта Кавказа. Масштаб 1: 50000, листы L-37-112-В, Г; -124-А, Б; -125-В, Г. Отчет Зап. Кавк. Геол. партии по работам 1975-1978 гг., 1978 ф. 300 с.
86. Рикен В., Хемлебен К. Происхождение ритмичных мергельно-известняковых отложений на ЮЗ ФРГ. // Циклическая и событийная седиментация / Под ред. Эйнзеле Г., Зейлахера А. М.: Мир, 1985. С. 71—80.
87. Ригби Дж., Хемблен У. Условия древнего осадконакопления и их распознавание. М.: Мир, 1974. 326 с.
88. Рухин Л.Б. Основы литологии. Л., 1961. 780 с.
89. Синицын В.М. Введение в палеоклиматологию. М.: Недра, 1967. 232 с.
90. Синицын В.М. Введение в палеоклиматологию. М.: Недра, 1980. 248 с.
91. Смирнов Ю.П. Региональная стратиграфия верхнего мела и дания Северного Кавказа и Предкавказья // Автореферат докт. дисс. Ставрополь-Москва, 1998. 67 с.
92. Собецкий В.А. Некоторые вопросы палеобиоценологии поздне меловых морей юга Русской платформы // Среда и жизнь в геологическом прошлом. Наука, Сиб. отд - е, 1977. С. 7—23.
93. Сывороткин В.Л. Озоновый слой и Эль-Ниньо // Нетрадиционные вопросы геологии. Материалы научных семинаров. М., 1999. С. 224—234.
94. Тейс Р.В., Найдин Д.П. Палеотермометрия и изотопный состав кислорода органических карбонатов. М.: Наука, 1973. 254 с.
95. Трофимук А.А., Карагодин Ю.П. Теоретические и прикладные вопросы цикличности седиментогенеза // Основные теоретические вопросы цикличности седиментогенеза. М. 1977. № 3. С. 3—15.
96. Тур Р.А. Планктонные фораминиферы сеноманских, туронских и коньякских отложений Северо-Восточного Кавказа // Автореферат канд. дисс., С.-Петербург, 1999. 27 с.
97. Уилсон Дж. Карбонатные фации в геологической истории. М.: Недра, 1980. С. 416—454.

98. Фортунатова Н.К. и др. Седиментологическое моделирование карбонатных осадочных комплексов. М.: НИА—Природа, 2000. 249 с.
99. Фролов В.Т. Генетическая типизация морских отложений. М.: Недра, 1984. 222 с.
100. Фролов В.Т. Литология. Кн. 1. М.: Изд-во МГУ, 1992. 336 с.
101. Фролов В.Т. Литология. Кн. 2. М.: Изд-во МГУ, 1993. 432 с.
102. Фролов В.Т. Литология. Кн. 3. М.: Изд-во МГУ, 1995. 352 с.
103. Фролов В.Т. Периодиты верхнего мела Крыма // Материалы третьей международной конференции «Циклы природы и общества» (Ставрополь, 16—21 октября 1995), 1995. С. 90-91.
104. Хэллем А. Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность. М.: Мир, 1983. С. 169—259.
105. Чалышев В.И., Сорвачев Н.С. Ритмичность карбонатных отложений. Л.: Наука, 1977. 40 с.
106. Шварцахер В., Фишер А. Слоистость в известняково — глинистых толщах и возмущения земной орбиты // Циклическая и событийная седиментация / Под ред. Эйнзеле Г., Зейлахера А. М.: Мир, 1985. С. 71—102.
107. Шлык В.Г. Рентгеновские исследования грунтов. М.: МГУ, 1991. 184 с.
108. Эдер В. Диагенетическое перераспределение карбоната как процесс образования чередующихся слоёв известняка и мергеля (девонские и каменноугольные отложения, Рейнские Сланцевые горы, ФРГ) // Циклическая и событийная седиментация / Под ред. Эйнзеле Г., Зейлахера А. М.: Мир, 1985. С. 105—119.
109. Эйнзеле Г. Общие сведения о природе и условиях нахождения и распознавания циклических отложений (периодитов) // Циклическая и событийная седиментация / Под ред. Эйнзеле Г., Зейлахера А. М.: Мир, 1985. С. 11—63.
110. Эйнзеле Г., Зейлахер А. Палеогеографическое значение темпеститов и периодитов // Циклическая и событийная седиментация / Под ред. Эйнзеле Г., Зейлахера А. М.: Мир, 1985. С. 478—485.
111. Янин Б.Т. Основы тафономии. М.: Недра, 1983. 184 с.
112. Япаскурт О.В. Цикличность (ритмичность) осадочных процессов. Краткий обзор состояния современных исследований и соображения к разработке проблемы // Ритмичность и цикличность в геологии как отражение общих законов развития. Тезисы докладов совместного заседания семинара ОГГГН РАН «Теоретические проблемы геологии» и X научного семинара «Система Планета Земля» (Государственный геологический музей им. В.И.Вернадского РАН). М.: ИПКОН РАН, 2002. С. 7—12.
113. Alexeev A. S., Kopaevich L. F. Foraminiferal biostratigraphy of the uPermost Campanian—Maastrichtian in SW Crimea (Bakhchisaray and Chakhmakhly sections) // Bulletin de l'Institut Royal des sciences naturelles de Belgique. Science de la Terre. 1997. 67. P. 103—118.
114. Amedro F., Collet C., Fricot C. et all. Extention inter—regionale de niveaux — reperes dans les craies cenomaniennes du bassin Anglo—Parisien (Boullonais, Aube, Kent) // Bull. Int. Geol. Bass. Paris. 1994. 31 (2). P. 3—8.
115. Arduini P., Teruzzi G. The Macdonald encyclopedia of fossils. London, Macdonald & Co (Publishers) Ltd, 1986. 317 p.
116. Arthur M. A. North Atlantic Cretaceous black shales: the record at site 398, an a brief comparison with other occurrences // Init. Repts. DSDP / Sibuet, J. -C.,

- Ryan, W. B. F., et al. // Washington (U.S. Government Printing Office), 1979. 47, Part 2. P. 719—752.
117. Arthur M.A., Bottjer D.J., Dean W.E., Fischer A.G., Hattin D.E., Kauffmann E.G., Pratt L.M., Scholle P.A. Rhythmic bedding in Upper Cretaceous pelagic carbonate sequences: varying sedimentary response to climatic forcing // *Geology*. 1986. 14. P. 153—156.
 118. Bellanca A., Masetti D., Neri R. Rare earth elements in limestone/marlstone couplets from the Albian—Cenomanian Cismon section (Venetian region, northern Italy): assessing REE sensitivity to environmental. Changes // *Chemical Geology*. 1997. 141. P. 141—152.
 119. Berger A.L., Support for the astronomical theory of climatic change. *Nature*. 1977. Vol. 269. №5623. P. 44—45.
 120. Berger A.L. Long-term variations of caloric insolation resulting from the Earth's orbital elements // *Quaternary Research*. 1978. 9 (2). P. 139—167.
 121. Berger A.L. Pre-Quaternary Milankovitch frequencies // *Nature*. 1989. 342. P. 133.
 122. Boesch D.F., Rabalais N.N. Effects of hypoxia on continental shelf benthos: comparisons between the New York Bight and the Northern Gulf of Mexico // *Modern and Ancient Continental Shelf Anoxia* / Tyson R.V., Pearson T.H. *Geol. Soc. Spec. Publ.* 1991. No 58. P. 27—34.
 123. 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. Special Publications of the International Association of Sedimentology*, 1994. P. 145—166.
 124. Bralower T.J. et al. Mid-Cretaceous strontium-isotope stratigraphy of deep-sea sections // *GSA Bulletin*, 109. 1998. P. 1421—1442.
 125. Briskin M., Harrell J. Time-series analysis of the Pleistocene deep-sea paleoclimatic record // *Marine geology*. 1980. 36 (1/2). P. 1—22.
 126. Bromley, R. G. Trace fossils: biology, taphonomy and applications. Chapman & Hall, London, 1996. 320 p.
 127. Bucha V., Bucha V. Jr. Geomagnetic forcing of changes in climate and in the atmospheric circulation // *Journal of Atmospheric and Solar—Terrestrial Physics*. 1998. 60 (2). P. 155—169.
 128. Busch, W. H. Patterns of sediment compaction at ocean drilling program sites 645, 646 and 647, Baffin Bay and Labrador Sea. // *Proc. ODP, Sci. Results / Srivastava, S. P., Arthur, M., Clement, B., et al. College Station TX (Ocean Drilling Program)*, 1989. 105. P. 781—790.
 129. Carter R.M., Naish T.R. A review of Wanganui Basin, New Zealand: global reference section for shallow marine, Plio-Pleistocene (2.5—0 Ma) cyclostratigraphy // *Sedimentary Geology*. 1998. 122. P. 37—52.
 130. Claps M., Masetti D. Milankovitch periodicities recorded in Cretaceous deep sea sequences from the Southern Alps // *Orbital forcing and the Milankovitch Theory. Special Publications of the International Association of Sedimentology*, 1994. P. 99—107.
 131. Cocconi R. The Cretaceous of the Umbria — Marche Apennines (Central Italy) // *Cretaceous stratigraphy, paleobiology and paleogeography. Abstracts of the Jost Wiedmann symposium, Tubingen, Germany 7—10 March 1996*, P. 129—136.
 132. Dean W.E., Claypool G.E. Origin of organic-carbon-rich Mid-Cretaceous limestones, Mid-Pacific mountains and southern Hess Rise // *Init. Repts. DSDP*

- / Thiede, J., Vallier, T.J., et al. Washington (U.S. Government Printing Office), 1981. 62. P. 877—890.
133. Dean W. E., Gardner J. V., Jansa L.F., Chepek P., Seibold E. Cyclic sedimentation along the continental margin of Northwest Africa // Init. Repts. DSDP / In Lancelot Y., Seibold E., et al. Washington (U.S. Government Printing Office), 1977. 41. P. 965—990.
 134. Ditchfield P., Marshall J. Isotopic variation in rhythmically bedded chalks: Paleotemperature variation in the Upper Cretaceous // *Geology*. 1989. 17 (9). P. 842—845.
 135. Dunham R. Classification of the carbonate rocks according to depositional texture // *American Geologist*. 1990. 16. P. 765—771.
 136. Erba E., Silva I. Orbitally driven cycles in trace—fossil distribution from the Piobbico Core (Late Albian, Central Italy) // *Orbital forcing and the Milancovitch Theory. Special Publications of the International Association of Sedimentology*, 1994. P. 59—67.
 137. Erbacher J. et al. Palaeoclimatologic control and benthic foraminiferal response to sea level change and anoxia in the Apt — Albian of the Vocontian Basin (SE France) // *Cretaceous stratigraphy, paleobiology and paleogeography. Abstracts of the Jost Wiedmann symposium, Tübingen, Germany 7—10 March 1996*. P. 60—65.
 138. Fischer A. G., Arthur M. A. Secular variations in the pelagic realm // *Deep water carbonate environments / Cook H. & Enos P. Special publication of the Society of economic Paleontology and Mineralogy*. 1977. 25. P. 19—50.
 139. Fischer A.G., Ripepe M. Stratigraphic rhythms synthesized from orbital variations // *Kansas Geol. Survey Bull.* 1991. 233. P. 10.
 140. Foellmi et al. K.B. Dark-light rhythms in the sediments of the Japan Sea. Preliminary results from site 798, with some additional results from sites 797 and 799. // *Proc. ODP, Sci. Results / Disciotto K.A., Ingle J.C. Jr., von Breymann M.T., Barron J., et al. College Station TX (Ocean Drilling Program)*. 1992. 127/128. Pt. 1. P. 559—576.
 141. Gabdullin R.R. Origin of rhythmicity in the Cenomanian carbonate succession of Bahchisarai region (SW Crimea) // *EUG 9. Abstracts of oral and poster presentations 23—27 March 1997, Strasbourg (France), 1997*. P. 264.
 142. Gabdullin R. The origin of rhythmically bedding in Middle Cenomanian carbonate rocks in the Bakhchisarai Region (SW Crimea) // *Abstracts of the final meeting of the project № 362 «Tethyan/Boreal Cretaceous correlation». Mineralia Slovakia, 29, 1997*. P. 269—271.
 143. Gabdullin R., Baraboshkin E. Rhythmicity in highly condensed sediments: sedimentary model of the Barremian “Cephalopod Limestones” of SW Crimea // *Abstracts of 18-th IAS Regional European Meeting of Sedimentology, Heidelberg, September 2—4, 1997*. P. 136.
 144. Gabdullin R. Rhythmically bedded carbonates: below and above K/T boundary // *Abstracts of Final Meeting of INTAS PROJECT 1994—1414. Moscow, March 23—25, 1998*, P. 13.
 145. Gabdullin R.R. Types of rhythmicity in the UPer Cretaceous and Lower Paleocene rocks of Russian craton and Southern adjacent areas (SW Crimea, NW Caucasus) // *EUG 10. Abstracts of oral and poster presentations 28 March - 1 April 1999, Strasbourg (France), 1999*. P. 237.
 146. Gabdullin R.R. Appearance and disappearance of cyclicity in the Cenomanian of the SW Crimea (Ukraine): global climatic orbital forcing versus local

- tectonic factor // Abstracts of AAPG annual meeting 2001 "An Energy Odyssey", 3—6 June 2001, Denver, Colorado, <http://aapg.confex.com/aapg/de2001/t6/upload>, Abstract ID#: 7402, CD-Rom, 2001.
147. Gabdullin R.R. Lithological cycles – sedimentological proxy for researching of Late Cretaceous Paleogeography. EUG XI // Abstracts of oral and poster presentations 8—12 April 2000. Srassbourg (France), <http://www.campuplic.co.uk/EUGXI/Abstracts/D7/absfhand.pl> Reference number: EUGXI.D7.0061, CD-Rom, 2001.
 148. Gabdullin R. R., Guzhikov A. Yu., Dundin I. A. Origin of rhythmically bedded Cenomanian carbonate rocks of the Bahchisarai region (SW Crimea) // *Geologica Carpathica*, 50 (1), 1999. P. 49—61.
 149. Gabdullin R. R., Guzhikov A. Ju., Bogachkin A.B., Bondarenko N.A., Lubimova T.V., Widrik A.B. Periodities below and above the K/T boundary // *Bulletin de L'Institute Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre*, 1999. 69-Supp. A. P. 87—101.
 150. Gale A. Cyclostratigraphy and correlation of the Cenomanian Stage in Western Europe // *Sequence stratigraphy in British Geology*, Geol. Soc. Spec. Publ. 1995. № 85. P. 177—197.
 151. Gale A. Turonian correlation and sequence stratigraphy and of Chalk in southern England // *Sequence stratigraphy in British Geology*, Geol. Soc. Spec. Publ. 1996. № 103. P. 177—195.
 152. Gale A. Cyclostratigraphy // *Unlocking the Stratigraphical Record: Advances in Modern Stratigraphy* // Editors P. Doyle & M.R. Bennett. Wiley & Sons Ltd., 1998. P. 195—220.
 153. Gale A., Jenkyns H., Kennedy W. Chemostratigraphy versus biostratigraphy data from around the Cenomanian — Turonian boundary // *Journal of the Geological Society*. 1993. 150. P. 29—32.
 154. 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 de L'Institute Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre*. 1999. 69-Supp. A. P. 67—86.
 155. Gingras, M. K. A comparative analysis of the ichnology of wave- and river-dominated allomembers of the Upper Cretaceous Dunvegan Formation // *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*. 1998. 46 (1). P. 51—73.
 156. Graciansky P. Ch. De, Chenet P.Y. Sedimentological study of cores 138 to 56 (Upper Hauterivian to Middle Cenomanian) at attempt at reconstruction of paleoenvironments. // *Init. Repts. DSDP / Sibuet J.-C., Ryan W. B. F., et al. Washington (U.S. Government Printing Office)*. 1979. 47, Part 2. P. 403—418.
 157. Hancock J. M., Gale A. S. The Campanian Stage // *Bulletin de l'institute Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*. 1986. 66 — Supp. P. 103—109.
 158. Hardenbol J., Thierry J., Farley M. B., Jacquin T., Graciansky P.-Ch. & Vail P.T. Mesozoic and Cenozoic Sequence Chronostratigraphic Framework of European Basins // Graciansky P.-Ch., Hardenbol J., Jacquin T. & Vail P.T., eds., *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*, SEPM Spec. Publ. 1998. 60. Chart 1.
 159. Hart M. Orbitally induced cycles in the chalk facies of the UK // *Cretaceous Research*. 1987. 8. P. 335—348.

160. Hart M., Swiecicki A. Foraminifera of the Chalk Facies // *Micropaleontology of carbonate environments*. Ellis Horwood Ltd., 1987. 30 p.
161. Hart M., Turling D. Cenomanian paleogeography of the North Atlantic and possible Mid - Cenomanian eustatic movements and their implications // *Paleoclimatology, Paleogeography, Paleoceanography*, 1974. 15 (2). P. 95-108.
162. Hay W. W. Understanding and modeling the sedimentary system // *Geowissenschaften* 15, 1997. Heft 1. P. 5—10.
163. Hay W. W., Ch. N. Wold. Preliminary reconstruction of the salinity of the ocean in the Cenozoic and Mesozoic // *Karl - Armin Troeger Festschrift. Palaeontologie, Stratigraphie, Fazies. Freiberg Forschungsheft* 1997. C468. P. 119-127.
164. Hay W. W., De Conto R. M., Ch. N. Wold. Climate: Is the past the key to the future? // *Geol. Rundsch. Springer-Verlag*, 1997. 86. P. 471—491.
165. Hay W. W. Tectonics and climate // *Geol. Rundsch, Springer-Verlag*, 1996. 85. P. 409—437.
166. Hays J. D., Imbrie J., Shackelton N.J. Variations in the Earth's orbit: spacemaker of the ice ages // *Science*. 1976. Vol. 194, №. 4270. P. 1121—1132.
167. Ilyin A.V. Mid-Cretaceous phosphate platforms of the Russian Craton // *Sedimentary Geology*. 1997. 113 (1—2). P. 125—135.
168. Kegian Zhou Rp, Butler C.J. A statistical study of the relationship between the solar cycle length and tree-ring index values // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 1998. 60 (18). P. 1711—1718.
169. Kopaevich L., Walaszczyk I. An integrated inoceramid-foraminiferal biostratigraphy of the Turonian and Coniacian strata in south-western Crimea, Soviet Union // *Acta geologica Polonica*. 1990. 40 (1—2). P. 83—96.
170. Kroonenberg S.B., Badyukova E.N., Storms E.A., Ignatov E.I., Kasimov N.S. A full sea-level cycle in 65 years: barrier dynamics along Caspian shores // *Sedimentary Geology*. 2000. 134. P. 257—274.
171. Lamolda M., Wan X. The response of foraminifera to oceanic environmental changes during the Cenomanian — Turonian transition of Gamba Zong Shan section, Southern Tibet // *Cretaceous stratigraphy, paleobiology and paleogeography. Abstracts of the Jost Wiedmann symposium, Tubingen, Germany 7—10 March 1996*. P. 94—100.
172. Lamy F., Hebbeln D., Wefer G. Late Quaternary precessional cycles of terrigenous sediment input off the Norte Chico, Chile (27,5 °S) and palaeoclimatic implications // *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 1998. 141 (3—4). P. 233—251.
173. Lind I.L. Stylolites in chalk from leg. 130, Ontong Java plateau // *Proc. ODP, Sci. Results / Berger W.H., Kroenke L.W., Mayer L.A., et al. College Station TX (Ocean Drilling Program)*, 1993. 130. P. 445—452.
174. Locklair R., Savrda C. Ichnofossil tiering analysis of a rhythmically bedded chalk—marl sequence in the Upper Cretaceous of Alabama // *Lethaia, Oslo*. 1998. Vol. 31. P. 312—322.
175. Locklair R., Savrda C. Ichnology of rhythmically bedded Demopolis Chalk (Upper Cretaceous, Alabama): implications for paleoenvironment, depositional cycle origins, and tracemaker Behavior // *Palaios, Oslo*. 1998. Vol. 13. P. 422—438.

176. Mayer H. Cyclostratigraphic calibration of Cretaceous magnetic polarity events (Cismon, Southern Alps, Italy) // *Mathematical Geology*. 1994. 26 (7). P. 783-798.
177. Miller M.F., Smail S.E. A semiquantitative field method for evaluating bioturbation on bedding planes // *Palaios*, 12(4), <http://www.ngdc.noag.gov/mgg/sepm/palaios/9708/miller.html>, 1997.
178. Molenaar N., Zijlstra J.J.P. Differential early diagenetic low-Mg calcite cementation and rhythmic hardground development in Campanian-Maastrichtian chalk // *Sedimentary geology*. 1997. 109. P. 261—281.
179. Moore T.C., Pias N.G., Dunn D.A. Carbonate time series of the Quaternary and Late Miocene sediments in the Pacific Ocean: a spectral composition // *Marine Geology*, 1982. 46 (3/4). P. 1347—1362.
180. Naidin D. P. Cenomanian/Turonian and Maastrichtian/Danian events in the eastern European paleobiogeographical region // *Mitt. Geol. - Palaeont. Inst. Univ. Hamburg*. 1996. Heft 77. P. 369—378.
181. Niebuhr B. Cyclostratigraphic correlation of outcrops and electronic borehole measurements in Middle Campanian marl/limestone rhythmites of North Germany // *Beringeria*. 1999. 23. P. 47—54.
182. Nikishin A.M., Ziegler P.A., Stephenson R.A. & Ustinova M.A. Santonian to Paleocene tectonics of the East-European Craton and adjacent areas // *Bulletin de L'Institute Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre*. 1999. 69-Supp. A. P. 147—160.
183. Olivero D. Zoophycos distribution and sequence stratigraphy. Examples from the Jurassic and Cretaceous deposits of southeastern France // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 1996. 123. P. 273—287.
184. Pillans B., ChaPel J., Naish T. A review of the Milankovich climate beat: template for Plio-Pleistocene sea-level changes and sequence stratigraphy // *Sedimentary Geology*. 1998. 122. P. 5—21.
185. 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. 68. P. 1146—1159.
186. Premoly Silva I. Planctonic foraminiferal distribution record productivity cycles evidence from the Aptian — Albian Piobbico Core // *Terra Nova*. 1993. 1. P. 443—448.
187. Prokoph A. Cyclic and chaotic sedimentary successions in the Cretaceous of the North German Basin // *Cretaceous stratigraphy, paleobiology and paleogeography. Abstracts of the Jost Wiedmann symposium, Tübingen, Germany 7—10 March 1996*, P. 66—70.
188. Prokoph A., Bartelmes F. Detection of non-stationarities in geological time series: wavelet transform of chaotic and cyclic sequences // *Computers and Geosciences*, 22 (10), 1996. P. 1097—1108.
189. Rack F.R., Heise E.A., and Stein R. Magnetic susceptibility and physical properties of sediment-cores from site 813, Santa Barbara basin: records of sediment diagenesis or of paleoclimatic and paleoceanographic change // *Proc. ODP, Sci. Results / Kennett J.D., Baldaut J.G. and Lyle M. College Station TX (Ocean Drilling Program)*, 1992. 146 (Pt.2). P. 145—169.
190. Ramstein G., Serafini-Le Treut Y., Le Treut H., Forichon M., Joussanne S. Cloud processes associated with past and future climate changes // *Climate Dynamics*. 1998. 14 (4). P. 233—247.

191. Reijmer J. et al. Periodicities in the composition of Late Triassic calciturbidites (Eastern Alps, Austria) // Rhythmicity in deep water sediments, documentation and interpretation by pattern and spectral analysis, Amsterdam, 1992. P. 183-200.
192. Ricken W. Rhythmic sedimentation related to third-order sea-level variations. Upper Cretaceous, Western Interior Basin // Orbital forcing and the Milankovitch Theory. Special Publications of the International Association of Sedimentology, 1994. P. 167—193.
193. Robaszynski F. et al. The Cenomanian of the Blanc-Nez area (Boullonnas, France) litho - biostratigraphy // *Revue de Paleobiologie*. 1992. 11. P. 350-357.
194. Robaszynski F. et al. The Cenomanian of the Kalaat Senan area (Central Tunisia) litho - biostratigraphy and sequence stratigraphic interpretation // *Revue de Paleobiologie*. 1993. 12. P. 351—505.
195. Ruffell A., Spaeth C., Mutterlose J. Sedimentary and biogenetic cycles in the Early Cretaceous of NW Europe in: Cretaceous stratigraphy, paleobiology and paleogeography // Abstracts of the Jost Wiedmann symposium, Tubingen, Germany 7—10 March 1996. P. 163—165.
196. Russell G.L., Gornitz V., Miller J.R. Regional sea level changes projected by the NASA/GISS Atmosphere—Ocean Model // *Climate Dynamics*. 2000. 16 (10/11). P. 789—797.
197. Sageman et al. Evidence for Milankovitch periodicities in Cenomanian-Turonian lithologic and geochemical cycles, western interior U.S.A // *Sedimentary research*, section B, 1997. 67 (2). P. 286—302.
198. Savrda C., Bottjer D. Ichnofossils and Ichnofabrics in rhythmically bedded pelagic / hemi-pelagic carbonates: recognition and evaluation of benthic redox and score cycles // Orbital forcing and the Milankovitch Theory. Special Publications of the International Association of Sedimentology, 1994. P.195-210.
199. Sbignev V. Cyclostratigraphy as a compromise between Milankovitch and Markov logic // Abstracts of 18-th IAS Regional European Meeting of Sedimentology, Heidelberg, September 2—4, 1997. P. 313.
200. Schwarzacher W. Ueber die sedimentare Rhythmik des Dachsteinkalkes von Lofer // *Verh. Geol. Bundesanst.* 1947. P. 175—188.
201. Schwarzacher W. The stratification of the Great Scar Limestone in the Settle district of Yorkshire // *Liverpool and Manchester Geol.* 1958. 72. P. 124—142.
202. Schwarzacher W. An application of statistical time series analysis of a limestone shale sequence // *Geology*. 1964. 72. P. 195—213.
203. Schwarzacher W. Some experiments to simulate the Pennsylvanian rock sequence of Kansas // *Kansas Geol. Surv. Contrib.* 1967. 18. P. 5—14.
204. Schwarzacher W. The vertical and lateral variation of a Carboniferous limestone area near Sligo (Ireland) // *Vistilius Volume*, transl. consultants Bureau, New York, N. Y., 1968. P. 151—159.
205. Schwarzacher W. Cyclostratigraphy and the Milankovitch Theory // Elsevier, Amsterdam, 1993. 225 p.
206. Schwarzacher W. Cyclostratigraphy of The Cenomanian in the Gubbio district, Italy: a field study // Orbital forcing and the Milankovitch Theory. Special Publications of the International Association of Sedimentology, 1994. P. 87-97.
207. Sprenger A., Ten Kate W. Correlation of the cyclicities in two calcilutite-marl successions of the Late Berriasian age (SE Spain, SE France) // Rhythmicity in

- deep water sediments, documentation and interpretation by pattern and spectral analysis, *Proefschr.*, Amsterdam, 1992. P.152—167.
208. Sprenger A. et al. Calciturbidite composition related to exposure and flooding of a carbonate platform (Triassic, Eastern Alps) // *Rhythmicity in deep water sediments, documentation and interpretation by pattern and spectral analysis*, *Proefschr.*, Amsterdam, 1992. P. 169—182.
 209. Tajika E. Climate change during the last 150 million years: reconstruction from a carbon cycle model // *Earth and Planetary Science Letters*, 1998. 160 (3—4). P. 695—707.
 210. Ten Kate W., Sprenger A. On the periodicity in a calciturbidite — marl succession SE Spain // *Rhythmicity in deep water sediments, documentation and interpretation by pattern and spectral analysis*, *Proefschr.*, Amsterdam, 1992. P. 142—147.
 211. Ten Kate W., Sprenger A. Orbital cyclicities above and below the Cretaceous/Paleogene boundary at Zumaya (N Spain), Agost and Rellou (SE Spain) // *Rhythmicity in deep water sediments, documentation and interpretation by pattern and spectral analysis*, *Proefschr.*, Amsterdam, 1992. P.87-117.
 212. Tiedemann, R., Sarnthein, M., Stein, R. Climatic changes in the Western Sahara: aeolo-marine sediment record of the last 8 million years (sites 657—661). // *Proc. ODP, Sci. Results / Ruddiman W., Sarnthein M., et al. College Station TX (Ocean Drilling Program)*, 1989. 108. P. 241—278.
 213. Tipper J.C. Patterns of stratigraphic cyclicity // *Journal of Sedimentary Research*. 2000. 70 (6). P. 1262—1279.
 214. Thurner J., von Rud U. Bentonites tracers of Earliest Cretaceous post-break up volcanism off Northwestern Australia (legs 122 and 123) // *Proc. ODP, Sci. Results / Gradstein F.M., Ludden J.N., et al. College Station TX (Ocean Drilling Program)*, 1992. 123. P. 89—110.
 215. Tyson R.V., Pearson T.H. Modern and ancient continental shelf anoxia: an overview // *Modern and Ancient Continental Shelf Anoxia. Geol. Soc. Spec. Publ.* 1991. No 58. P. 1—24.
 216. Ulichny D. Sequence stratigraphy of the Dakota Formation (Cenomanian), Southern Utah: interplay of eustasy and tectonics in a foreland basin // *Sedimentology*. 1999. 46 (5). P. 807—836.
 217. Voigt S. Cenomanian — Turonian composite $\delta^{13}\text{C}$ curve for Western and Central Europe: the role of organic and inorganic carbon fluxes // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2000. 160 (1—2). P. 91—104.
 218. Voss R., Mikolajewicz U. Long-term climate changes due to increased CO_2 concentration in the coupled atmosphere-ocean general circulation model ECHAM 3/LSG // *Climate Dynamics*. 2001. 17 (1). P. 45—60.
 219. Walker C., Ward D. *Fossils*. Dorling Kindersley, Inc., NY, 1992. 320 p.
 220. Wetzel A. Deep-sea benthic food content recorded by ichnofabrics: a conceptual model based on observations from Paleogene flysch, Carpathians, Poland // *Palaios*, 12(4), <http://www.ngdc.noag.gov/mgg/sepm/palaios/9708/miller.html>, 1998.
 221. Woods et al. The Turonian — Coniacian stage boundary in Lower Saxony // *Bull. Geol. Soc. Denmark*. 1984. Vol. 33. P. 225—238.

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Методика изучения ритмичности в карбонатных толщах.....	5
Глава 2. Стратиграфия верхнемеловых отложений Русской плиты, Юго-Западного Крыма и Северо-Западного Кавказа.....	15
2.1. Стратиграфия верхнемеловых отложений Русской плиты.....	15
Сеноманский ярус.....	15
Туронский ярус.....	20
Коньякский ярус.....	26
Сантонский ярус.....	28
Кампанский ярус.....	32
Маастрихтский ярус.....	36
2.2. Стратиграфия верхнемеловых отложений Юго-Западного Крыма.....	41
Сеноманский ярус.....	41
Туронский ярус.....	50
Кампанский ярус.....	56
Маастрихтский ярус.....	59
2.2. Стратиграфия верхнемеловых отложений Северо-Западного Кавказа.....	67
Туронский ярус.....	69
Туронский ярус-коньякский ярус.....	72
Коньякский ярус?- сантонский ярус.....	76
Маастрихтский ярус.....	78
Глава 3. Типизация и строение выделенных типов ритмов верхнемеловых отложений Русской плиты, Юго-Западного Крыма и Северо-Западного Кавказа.....	83
Глава 4. Условия формирования ритмичности карбонатных толщ.....	119
История изучения ритмичности карбонатных толщ.....	119
Условия формирования карбонатных ритмов.....	123
Механизмы формирования ритмичности.....	129
Глава 5. Модели условий формирования карбонатных ритмичных толщ.....	137
Седиментационные модели формирования ритмичных карбонатных толщ.....	137
Условия формирования современных и древних периодитов по данным Программы глубоководного бурения.....	145
Гипотезы о причинах изменения климата.....	152
Глава 6. Условия формирования выделенных типов ритмов из меловых отложений Русской плиты, ЮЗ Крыма и СЗ Кавказа.....	159
Сеноманский век.....	159
Туронский век.....	172
Коньякский век.....	178
Сантонский век.....	179
Кампанский век.....	182
Маастрихтский век.....	189
Заключение.....	202
Приложения.....	231
Литература.....	289

Научное издание

Габдуллин Руслан Рустемович

**РИТМИЧНОСТЬ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РУССКОЙ
ПЛИТЫ, СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА И ЮГО-
ЗАПАДНОГО КРЫМА (СТРОЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ,
МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ)**

Подписано в печать 3.09.2002. Формат 60 x 90/8.
Усл. печ. л. 38.0. Уч. – изд. л. 26,2.
Бумага офс. №1. Печать РИЗО.
Тираж 200 экз. Заказ № 64

Ордена "Знак Почета" Издательство Московского
университета.
125009, Москва, ул. Б. Никитская, 5/7.

Отпечатано в отделе оперативной печати
геологического ф-та МГУ.
119992, Москва, Ленинские горы.

