

УДК 551.763.31/32:[550.42:546.027](477.75)

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕНОМАН/ТУРОН ГОРНОГО КРЫМА. СТАТЬЯ 1. ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА И НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Д. П. Найдин, С. И. Кияшко

Излагаются результаты изучения сеноманских и нижнетуронских отложений между речьями рек Качи и Бодрака (восточная часть Бахчисарайского района). Основное внимание уделено разрезу Аксудере, вскрывающему толщу известняков и мергелей, в которой к границе сеноман/турон приурочена пачка «черных прослоев», обогащенная органикой. В пачке зарегистрировано содержание $C_{орг}$, достигающее 7,2% и высокие концентрации Cu, Ni, Zn, V и некоторых других металлов.

Вводные замечания

В 1976 г. С. Шлангер и Г. Дженкинс [18], обобщив известные к тому времени материалы по океаническим и континентальным разрезам, сформулировали представление о глобальном развитии в Мировом океане на протяжении мелового периода нескольких фаз кислородного дефицита. Одна из фаз, получившая наименование ОАЕ2 (Oceanic Anoxic Event 2 — океаническое бескислородное событие 2), развивалась на рубеже сеноман/турон (С/Т).

С тех пор круг привлекаемых фактических материалов по границе С/Т значительно расширился. Опубликовано много статей, сборников и монографий, в которых излагаются как результаты изучения конкретных разрезов, так и представляются объяснения причин развития аноксии в морях и океанах.

В юго-западной части Горного Крыма также были зафиксированы признаки ОАЕ2 [4, 5, 13, 14].

Результаты исследований последних 2—3 лет составляют содержание двух статей. В данной 1-й статье приводятся краткие сведения о породах рубежа С/Т, о содержащихся в них некоторых химических элементах и органическом веществе. Во 2-й статье будут сообщены результаты изучения изотопного состава углерода и кислорода пород интервала перехода С/Т некоторых разрезов и рассмотрены возможные палеогеографические условия их образования.

Сеноманские и туронские отложения юго-запада Горного Крыма представлены эпиконтинентальной карбонатной толщей. Литологическая, макро- и микропалеонтологические характеристики этих отложений, развитых в восточной части Бахчисарайского района на между речье Качи и Бодрака (рис. 1), приведены в [3—5, 14]. В настоящей статье в основном представлены материалы по некоторым разрезам сеномана и нижнего турона указанного между речья. Дополнительная информация приводится по разрезу верхнего сеномана Сухой Лог (правобережье р. Бельбек в 12 км к югу от восточной окраины г. Бахчисарай у базы Санкт-Петербургского горного института).

Литология

Сеноман и нижний турон представлены различными известняками и мергелями. По макроскопическим признакам, различаемым в поле,

ранее были снизу вверх намечены литологические пакки I—IX [3, рис. 1, 2; 4, рис. 1]. Пакки слагаются микритовой массой, образованной карбонатом кальция кокколитов и кальцифер (цисты известковистых динофлагеллат), в незначительной степени — раковин фораминифер.

Отмечается ритмичное чередование пластов, отличающихся содержанием CaCO_3 . Особенно четко чередование толстых светлоокрашенных, почти белых пластов известняков и тонкоплитчатых серых и темно-серых мергелистых известняков («мергелей») прослеживается на некоторых интервалах разрезов сеномана южного и северного склонов горы Сельбухра (рис. 2). В «мергелях» несколько снижается содержание CaCO_3 , возрастает количество мелкого органического детрита (обломков призматического слоя иноцерамов, раковин крупных фораминифер и т. п.) и нерастворимого остатка (преимущественно кварца, затем смектита и гидрослюда). Планктонных фораминифер больше и раковины их мельче в светлоокрашенных известняках, чем в се-

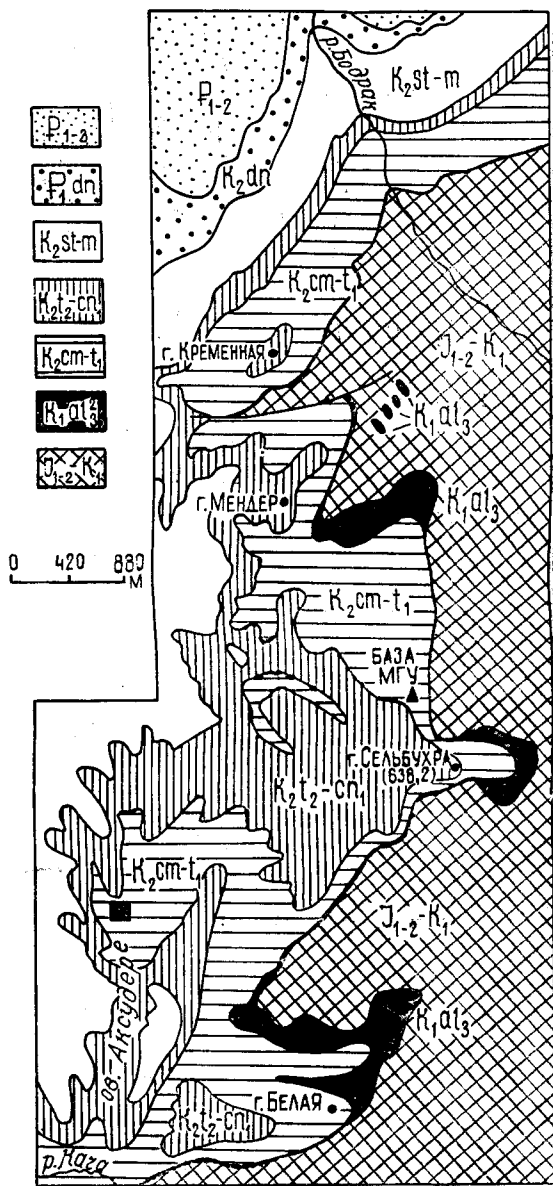


Рис. 1. Схематическая геологическая карта участка междуречья рек Качи и Бодрака, в пределах которого развиты верхнемеловые отложения: $J_{1-2}-K_1$ — доверхнеальбские породы, $K_{1al_3}^2$ — верхний альб, $K_{2st}-t_1$ — сеноман и нижний турон, $K_{2t_2}-sp_1$ — верхний турон и нижний коньяк, $K_{2st}-m$ — сантон, кампан и маастрихт, P_{1dn} — даний, P_{1-2} — палеоцен (тенет) и эоцен (инпр, лютет). Черный квадрат — разрез Аксудере

рых «мергелях», но в последних больше бентосных форм. В туронской части разрезов проявления ритмичности мало заметны.

В отложениях верхнего сеномана на южном склоне горы Сельбухры обнаружено довольно большое видовое разнообразие спор плаунов; присутствует пыльца древесных голосеменных.

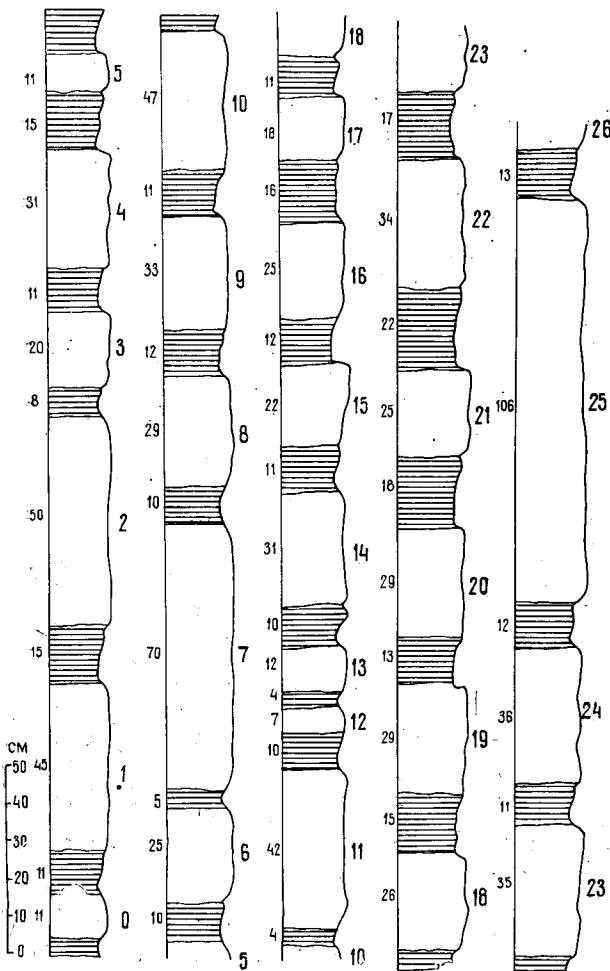
Важной особенностью толщи является резкое сокращение содержания макрофоссилий (исчезают белемниты, почти полностью исчеза-

ют аммониты, остаются лишь некоторые двустворки) к верхней части пачки IV среднего сеномана и увеличение отношения планктон/бентос начиная с этого уровня [3, рис. 3; 14, фиг. 7], что, очевидно, свидетельствует об углублении бассейна. Отметим, что нижняя часть раз-

реза сеномана отличается от верхней более высокими и меняющимися концентрациями окислов (рис. 3).

Присутствие как скрытых, так и явных перерывов, представленных образованиями типа «твердого дна» [4, рис. 4], приводит к изменению мощности сеноманских отложений в пределах междуречья Качи и Бодрака от 40 до 70 м [4, рис. 1].

Уникальным является разрез Аксудере (рис. 1, 4—6), в котором внимание привлекает пачка «черных прослоев» (ПЧП) мощностью 0,7—0,8 м. Пачка представлена своеобразными мергелями. Преобладает темно-серая в сухом (черная во влажном) состоянии крепкая порода, выкальвывающаяся либо неправильными плитками, либо (чаще) крупными кусками с раковисто-сферическим изломом, на поверхности которого при косом освещении местами наблюдается тончайшая слоистость. Подчиненное значение имеет палевая и светло-палевая, менее крепкая порода (легко скоблится



8 - N слоя ; 29 - мощность слоя (см)

Рис. 2. Интервал разреза южного склона горы Сельбухры (Курушлюк), вскрывающий чередование светло- и темноокрашенных («мергелей») известняков верхнего сеномана. Общая мощность интервала 12 м, из которых 3/4 составляют светлоокрашенные известняки и 1/4 «мергели»

ножом), то образующая тонкие прослойки (несколько сантиметров), то участками замещающая «черную» породу (на сколах, поперечных напластованию, наблюдается тонкое зигзагообразное замещение одной разности другой); выкальвается по напластованию небольшими плитками, на шероховатой поверхности которых выступают ржавые пятна — признаки тончайшей слоистости.

По В. Л. Косорукову (МГУ), в карбонатной части мергелей ПЧП

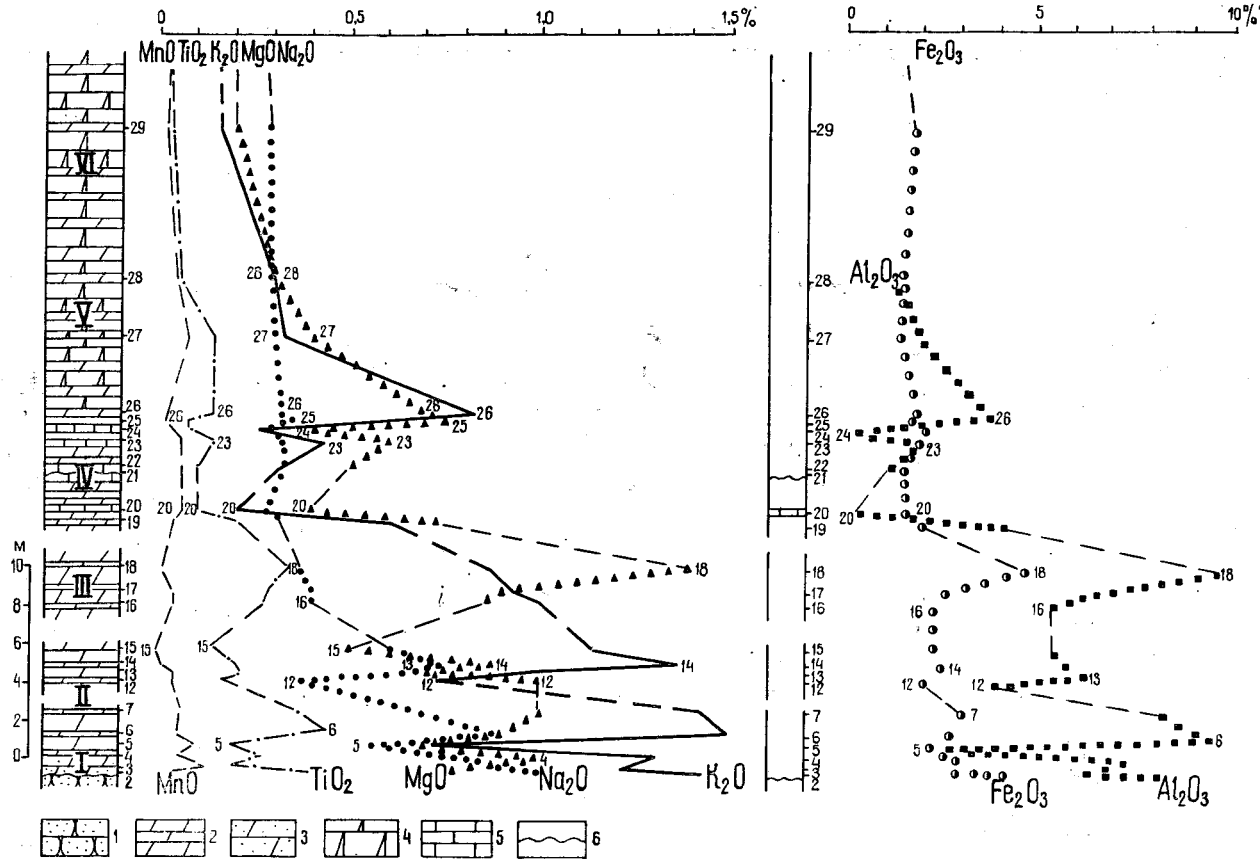


Рис. 3. Содержание окислов в сенонских отложениях северного склона горы Сельбухры (Курушлюк). Нижний сеноман (пачки I—III, нижняя часть пачки IV), средний сеноман (верхняя часть пачки V), верхний сеноман (пачка VI). 1 — песчаники верхнего альба; 2 — различные мергели; 3 — песчанистые мергели; 4 — мелоподобные мергели; 5 — известняки; 6 — поверхность размыва. Цифры — номера проб

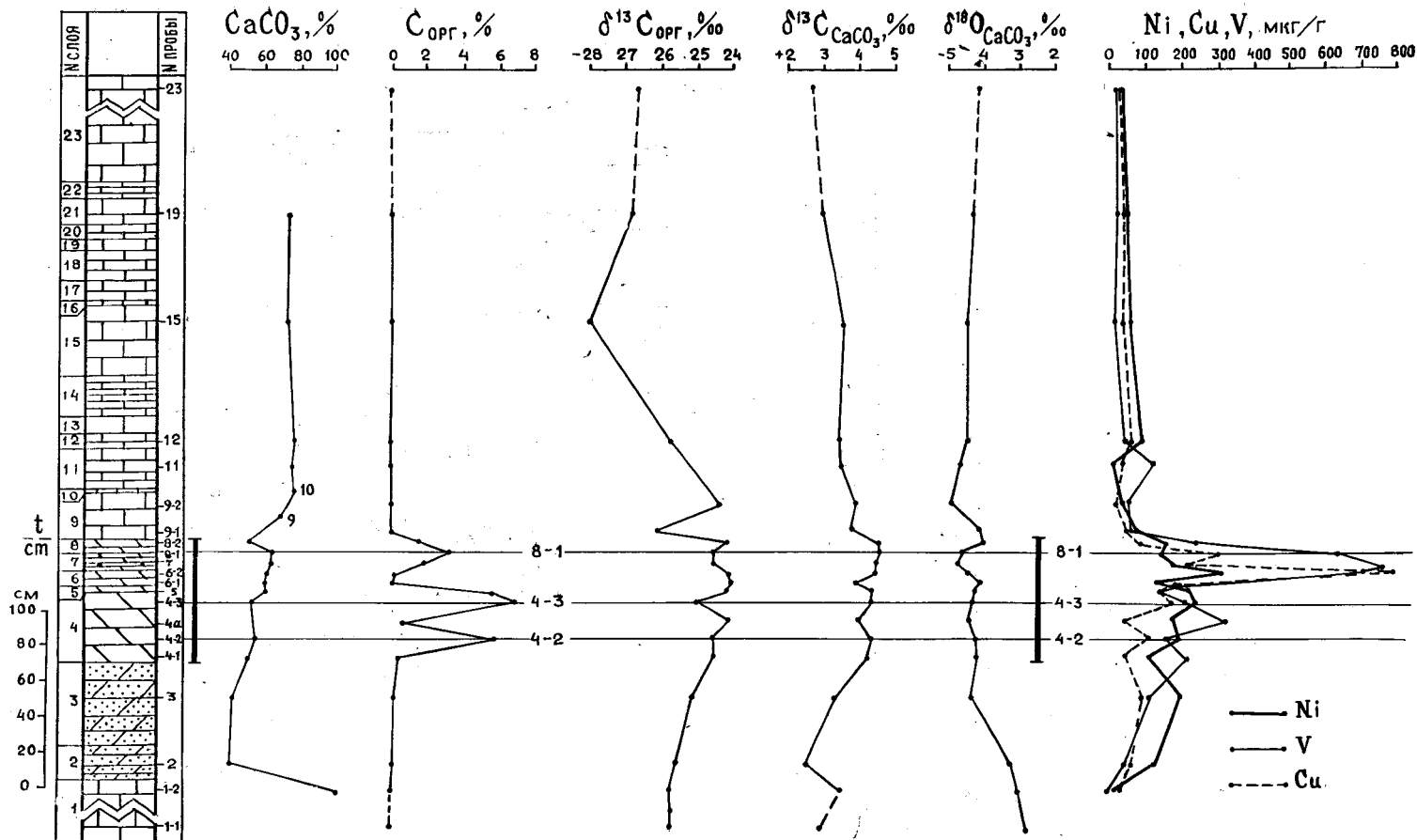


Рис. 4. Геохимические параметры переходного интервала между сеноманом (см) и туроном (т) в разрезе Аксудере. Разрез представлен различными известняками и мергелями. Черная вертикальная линия намечает пакку «черных прослоев» (слои 4—8). Цифровые данные см. — в табл: 1 и 3

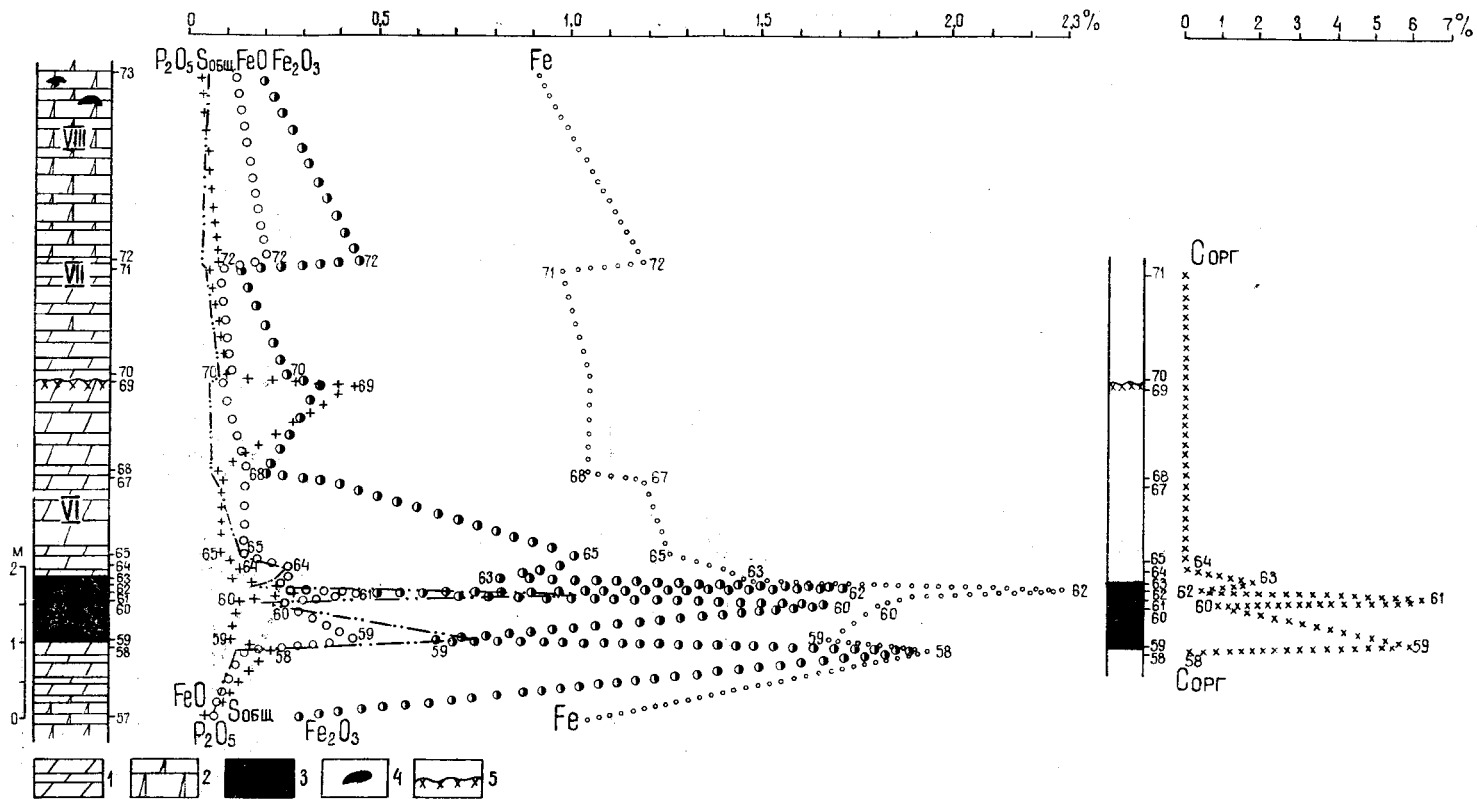


Рис. 5. Органический углерод, Fe и некоторые окислы в разрезе Аксудере. Терминальный сеноман (пачка VI, включая ПЧП), нижний турон (пачка VI выше ПЧП, пачки VII и VIII). 1 — различные мергели; 2 — известняки и мелоподобные мергели; 3 — пачка «черных прослоев» (ПЧП); 4 — кремни; 5 — поверхность «твердого дна». Цифры — номера проб

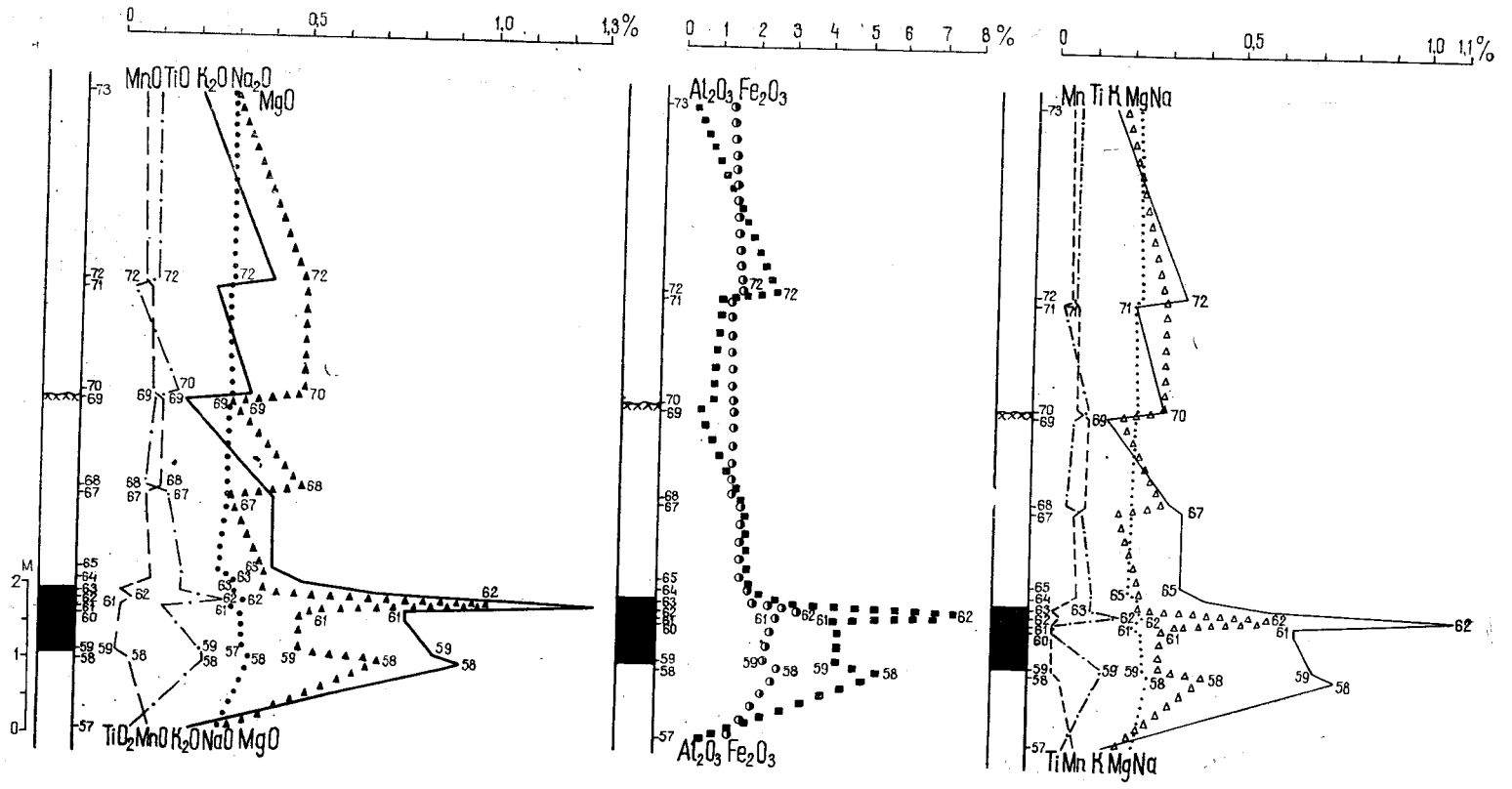


Рис. 6. Некоторые окислы в разрезе Аксудере. Условные обозначения см. на рис. 5

(55—60%) резко преобладает тонкомикритовый кальцит (40—50% всей породы); на некоторых участках в шлифах наблюдаются очень редкие обломки раковин фораминифер и зерен кальцита. В сложении некарбонатной части породы (40—45%) основная роль принадлежит зернам кварца, преимущественно алевритовой, реже песчаной размерности — до 10%. Меняется (главным образом по отношению меньше/больше) от прослойки к прослойке содержание пирита (до 20%), плагиоклаза (до 5%), мусковита (2—3%), глауконита (1—2%), аморфного кремнезема (1—2%), смектита (в слое 6 до 30%), а также тонкодисперсной органики (до 20%). В шлифах наблюдается тончайшая горизонтальная слоистость, подчеркнутая расположением удлиненных листочков слюды, угловатых зерен кварца и особенно резко — «нитями» растительных остатков. В отдельных горизонтах растительных остатков очень много (например, в слое 4 — до 20%). Они представлены нитевидными изогнуто-удлиненными микрофрагментами корней, некоторые из которых обволакиваются кальцитом бактериального происхождения. По заключению К. М. Седаевой (МГУ), это остатки почвы. Как показывает просмотр шлифов, растительных фрагментов значительно больше в «черных» мергелях, чем в палевых.

В интервале перехода С/Т аксудеринского разреза обнаружены весьма редкие споры (О. Д. Найдина, МГУ). В слоях 3 и 4-1 из папоротников определены глейхениевые, а в слое 7 — споры плауновых.

Признаки биотурбации в большинстве прослоев ПЧП отсутствуют, но в некоторых из них (слои 5, 6, 8) развиты веточки *Chondrites*. Из макроископаемых должны быть отмечены костные остатки и чешуя костистых рыб. В слое 5 был найден неопределимый отпечаток спирально свернутого аммонита.

Пачка «черных прослоев» заключена среди резко отличающихся от нее окраской белых и светло-серых известняков и мергелей. По положению ПЧП непосредственно ниже известняков, заключающих ядра и отпечатки *Inoceramus (Mytiloides) labiatus*, а также по микропалеонтологическим данным, она отнесена к терминальному сеноману.

ПЧП аксудеринского разреза является локальным образованием. По простиранию она не прослеживается. На других участках между речья Кача/Бодрак ей соответствует либо смена сеномана туроном в макроскопически непрерывном карбонатном разрезе, либо, возможно, своеобразный горизонт «твердого дна». Однако заметим, что «черные прослой» в ослепительно белых на солнце породах разреза Аксудере (по-татарски *ак* — белый, *су* — вода, *дере* — овраг) были впервые 35 лет назад обнаружены не в коренном выходе, а по найденным в осыпи плиткам с *Leptolepis* sp. (определение П. Г. Данильченко). Так что возможность открытия в будущем в других районах Горного Крыма «линз», подобных аксудеринской ПЧП, не исключена.

Органический углерод

В карбонатных отложениях сеномана и турона Горного Крыма содержание органического вещества крайне незначительно. $C_{орг}$ (определялось содержание только общего органического углерода) либо совсем не обнаружен, либо установлен в количествах порядка 0,04—0,06%, очень редко до 0,14—0,17%. Практически содержание $C_{орг}$ не меняется по разрезу. Л. Е. Козлова (Институт геологии и геофизики СО РАН, 1979) отмечает весьма незначительное возрастание концентрации $C_{орг}$ с повышением доли терригенного материала.

Резко отличается высокими концентрациями $C_{орг}$ узкий интервал

границы С/Т. Из проб, отобранных в этом интервале в разрезе Аксудере, Л. Е. Козлова определила следующие концентрации $C_{орг}$ (%): проба 59 — 6,12, 60 — 0,81, 61 — 6,48, 62 — 0,47 и 63 — 1,59 (рис. 5).

Эти данные были подтверждены при более детальном изучении разреза, когда была обособлена ПЧП. Содержание органического вещества в ПЧП в пробах, взятых с промежутками от 2—3 до 5—6 см, изменяется от 0,12 до 7,2% (определения В. И. Михайликовой, ВИМС). Среднее по 11 пробам — 2,95% общего органического углерода (табл. 1, рис. 4).

Таблица 1
Содержание $C_{орг}$, изотопный состав углерода и кислорода пограничных отложений сеноман/турон разреза Аксудере

№ проб	$C_{орг}$, %	$\delta^{13}C_{орг}$	$\delta^{13}C_{CaCO_3}$	$\delta^{18}O_{CaCO_3}$	
1—1	<0,01	-25,67	+3,03	-3,23	
1—2	<0,01	-25,66	+3,61	-2,92	
2	0,14	-25,49	+2,57	-3,13	
3	0,16	-25,14	+3,42	-4,26	
4—1	0,58	-24,49	+4,27	-4,16	пачка «черных прослоев»
4—2	5,94	-24,49	+4,41	-4,19	
4а	0,71	-24,11	+4,14	-4,31	
4—3	7,20	-24,97	+4,43	-4,24	
5	5,76	-24,10	+4,50	-4,23	
6—1	0,12	-24,02	+4,01	-3,98	
6—2	0,26	-24,08	+4,54	-4,39	
7	1,80	-24,51	+4,57	-4,66	
8—1	3,40	-24,44	+4,64	-4,53	
8—2	1,75	-24,20	+4,61	-4,00	
9—1	0,12	-26,02	+3,80	-4,11	
9—2	0,02	-24,31	+3,99	-4,80	
11	<0,01	—	+3,58	-4,57	
12	0,02	-25,76	+3,50	-4,37	
15	<0,01	-27,97	+3,60	-4,47	
19	<0,01	-26,79	+2,90	-4,29	
23	<0,01	-26,59	+2,70	-4,18	

Несомненно, при сокращении промежутков отбора проб картина изменения по разрезу ПЧП концентраций $C_{орг}$ окажется более тонкой. Так, были взяты 4 пробы из прослая мощностью 3,5—3,6 см, отвечающего уровню пробы 4а ($C_{орг}=0,71\%$). Нижняя часть прослая, представленная палевыми мергелями: проба внизу показала 0,34%, а сверху — 1,2% $C_{орг}$. Две другие пробы были отобраны в верхней части прослая — в темно-серых мергелях, в которых выявились более высокие концентрации органического углерода: 4,35% внизу и 5,88% сверху.

На р. Басс (Чечня) в нижнем туроне расположены прослой черных мергелей, в которых содержание $C_{орг}$ достигает 15,1%. Нижнетуронский ананурский горизонт, прослеживаемый на южном склоне Большого Кавказа, также характеризуется значительными концентрациями $C_{орг}$ (13,83%).

Здесь уместно привести указание Ю. М. Бутковского [1] о не-

скольких прослоях горючих сланцев ($C_{орг}=37,18\%$) в отложениях верхнего сеномана, вскрытых одной из скважин близ г. Уральска.

В табл. 2 для сравнения помещены данные о содержании $C_{орг}$ и $CaCO_3$ в «черных сланцах» границы С/Т Марокко и скв. 367 DSDP [10].

Таблица 2

Сравнение содержания элементов в «черных сланцах» границы сеноман/турон (DSDP 367 и Марокко) и в глинах, бедных $C_{орг}$, по Г.-Ю. Брумзаку и Й. Турову [10, табл. 3]

Материал	Ag	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni
Бедные $C_{орг}$ глины Глубоководные глины	0,07 0,2	580.	0,13 0,225	19. 60.	90.	39. 142.	850.	2,6 7.	68.
«Черные сланцы» границы сеноман/турон DSDP 367.									
Среднее по 21 пробе	3,1	771.	14.	34.	263.	186.	282.	64.	201.
«Черные сланцы» границы сеноман/турон Марокко									
Среднее по 20 пробам	3,4	190.	18,2	3,3	106.	250.	86.	14,6	58.

Продолжение табл. 2

Материал	Pb	Sb	Sr	V	Zn	Al	Fe	S	$C_{орг}$	$C_{карб}$
Бедные $C_{орг}$ глины Глубоководные глины	22.	1. 2.	230.	130. 166.	115. 150.	8,84	4,85	0,24	0,2	
«Черные сланцы» границы сеноман/турон DSDP 367.										
Среднее по 21 пробе	15,3	15.	223.	1080.	942.	4,32	3,36	3,00	8,94	1,10
«Черные сланцы» границы сеноман/турон Марокко										
Среднее по 20 пробам	11,7	5,9	60.	499.	1009.	2,52	1,31	0,40	4,94	0,57

Примечание. Содержание Fe, S и C в %, остальные в мг/г.

Распределение некоторых химических элементов

По данным химического и количественного спектрального анализа (Л. Е. Козлова) проб из разреза, вскрытого обнажениями северного склона горы Сельбухра над базой МГУ (рис. 1), сеноманские отложения делятся на две части. Нижняя часть (литологические пачки II—III — основание пачки IV) характеризуется относительно высокими концентрациями Si и SiO_2 и небольшим содержанием Ca и CaO. В верхней части разреза соотношения обратные: содержания Si и SiO_2 невелики и, наоборот, возрастают концентрации Ca и CaO. Для Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO, Na_2O и K_2O большая в нижней части разреза по сравнению с его верхней частью. Особенностью концентраций Ca и S:

и перечисленных окислов являются их заметно большие вариации по величине в нижней части, чем вверх (рис. 3).

Перелом в характере содержания определявшихся компонентов происходит в нижней части пачки IV. Между тем отмеченное выше почти полное исчезновение макрофосфоритов происходит выше — в кровле этой пачки.

Обратимся теперь к разрезу Аксудере. Пачка «черных прослоев» разреза резко отличается как от подстилающих сеноманских, так и покрывающих туронских слоев по содержанию ряда окислов (рис. 5, 6). В ПЧП существенно повышены концентрации SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , K_2O , незначительно выше TiO_2 , FeO , Na_2O , P_2O_5 . Наоборот, снижено содержание CaO и незначительно MnO . Высокое количество окислов не проявляет корреляции с повышенным содержанием органического вещества. Так, Fe_2O_3 , SiO_2 и других окислов меньше в пробе 61, в которой $C_{\text{орг}}$ 6,48%, сравнительно с пробой 62 из вышележащего прослоечка, в которой $C_{\text{орг}}$ всего лишь 0,47%.

В табл. 3 приведены результаты эмиссионного спектрального анализа (Н. С. Сафронова, МГУ) проб из пограничного интервала С/Т разреза Аксудере. В ПЧП выявлены высокие концентрации Cu , Ni , Zn , Mo , V , Cr , Ba .

Н. М. Страхов [6] уже давно обратил внимание на то, что соединения меди и ванадия обнаруживают чрезвычайно ярко выраженную приуроченность к морским отложениям, обогащенным органическим веществом.

Л. Л. Демина [2] полагает, что к категории биофильных (т. е. накапливающихся в живом веществе) следует относить не только элементы биогенного цикла в океане, такие, как углерод, азот, кислород, кальций, фосфор, сера, кремний, но и некоторые другие элементы. Установлено, что концентрации ряда металлов в тканях морских организмов во много крат более высокие по сравнению с водой, в которой они обитают. К биофильным металлам, по подсчетам Л. Л. Деминой, в нисходящей степени биофильности принадлежат Co , Fe , Cd , Zn , Cu , V . Более низкий ряд биофильности составляют Mn , Se , Al , Mo , Ni , U , Ag .

Если обратиться к табл. 4, то последовательное возрастание концентраций перечисленных металлов в цепи вода — планктонные организмы — планктоногенные осадки становится очевидным.

К биофильным металлам в современных океанах относится также барий [21]. Биофильность Ba хорошо доказывается данными табл. 4: его концентрации последовательно возрастают по линии морская вода — планктон — глубоководные глины.

Концентрации Ba в ПЧП заметно выше его содержания в подстилающих и покрывающих известняках и мергелях (табл. 3).

Известно, что сульфаты бария на дне современных океанов выбрасываются «черными курильщиками» на определенной стадии их деятельности [20]. Не исключено, что повышенное содержание в нерастворимом остатке ПЧП плагиоклаза и смектита может свидетельствовать о вулканогенной природе части этого остатка (В. Л. Косоруков). Возможно, происходило обогащение воды растворимыми соединениями некоторых элементов (включая и Ba), что в свою очередь приводило к возрастанию их изъятия планктоном.

Но вот концентрации марганца отличаются обратным соотношением: они ниже в ПЧП по сравнению со вмещающими отложениями (табл. 3, рис. 6). Подобное распределение марганца не согласуется с опубликованными материалами. Установлено, что концентрации Mn

Таблица 3

Содержание элементов в пограничном интервале сеноман/турон разреза Аксудере по данным
эмиссионного спектрального анализа (в мкг/г)

Номер проб	Pb	Ni	Cu	Co	Mo	V	Ag	Cr	Zn	Mn	Ba	Fe	
1—2	8,2	20	30	8,8	0,30	13	0,1	10	<45	1000	3778,5	<1 (~0,24)	
2	25	137	66	8,5	5,45	65	0,32	120	130	655	3785,4	0,97	
3	26	210	108	23,5	15,6	120	2,1	130	205	600	988,1	2,9	
4—1	21	120	55	20,7	10	230	1,1	150	190	580	10724	0,98	пачка «черных прослов»
4—2	31	200	130	15,2	9	170	1,25	125	110	605	10124	1,35	
4a	22,5	180	51	21	12,8	330	2,25	145	88	580	9737,4	1,3	
4—3	35,5	250	175	19,5	16,5	225	1,45	125	200	510	13254	1,5	
5	42	225	160	16,8	14,8	158	1,38	135	145	495	11584	1,7	
6—1	48	140	205	19,7	10	215	1,3	158	142	585	5279,4	1,65	
6—2	80	320	800	94	25,5	720	9,2	1400	450	780	6671,3	(~7,5) >4	
7	29	185	225	8,4	6,5	770	6,7	260	325	630	10363	2	
8—1	30,5	152	315	29	7,7	690	3,55	350	380	670	10804	1,35	
8—2	35,5	170	91	20	6,3	250	3,3	280	250	590	6746,4	1,3	
9—1	36	69	58	30	2,8	60	1,06	100	200	870	3292,4	<<1 (~0,7)	
9—2	33	42	35	69	2,5	52	0,18	42	69	1070	3183,5	<<1 (~0,4)	
11	14,7	13,2	36,5	4,0	0,2	130	0,18	30	<45	1980	1856,5	<<1 (~0,24)	
12	27	98	57	22,5	3,2	50	0,1	75	48	1600	2779,5	<<1 (~0,5)	
15	21	55	47	33,5	1,0	15	0,22	33	72	2000	3621,5	<<1 (~0,5)	
19	26	52,5	47	18,5	0,40	22	0,17	41	66	2150	4204,5	<<1 (~0,63)	
23	15,7	35	37	9,2	0,20	17,5	0,1	28	45	1400	1461,5	<<1 (~0,37)	

Таблица 4

Содержание редких металлов в морской воде, планктоне, глубоководных глинах и «черных сланцах» границы сеноман/турон, по М. Артуру и др. [7, табл. 1, 2]

Материал	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr
Морская вода	$0,27 \cdot 10^{-1}$	1,7	14,0	$< 0,5 \cdot 10^{-5}$	0,08	0,001	0,21
Планктон	0,1	5	80	0,1	12	1	1
Глубоководные глины «Черные сланцы»	0,2	16	2500		0,25	65	90
границы сеноман/турон	3,6	58	831		22	135	236

Продолжение табл. 4

Материал	Cu	Mo	Ni	Pb	Sb	Se	Tl	V	Zn
Морская вода	0,25	10,6	0,47	0,002	0,15	0,15	0,003	1,8	0,39
Планктон	10	2	8	6	0,5	1	0,1	80	80
Глубоководные глины «Черные сланцы»	200	10	160	50	2			160	150
границы сеноман/турон	236	100	263	41	22			1082	2111

Примечание. Морская вода в нг/г, остальные в мкг/г.

повышаются с повышением содержания $C_{орг}$ и положительным сдвигом значений $\delta^{13}C$ [16, 19]. Заметим, что Н. Йоргенсен [12] для не содержащего органики маастрихтского мела Северо-Западной Европы с повышением концентрации Mn регистрирует не «утяжеление» дельты углерода, а, наоборот, ее «облегчение». Б. Помероль [16] повышенные концентрации Mn интерпретирует как показатель гидротермальной активности срединно-океанических хребтов. С. Шлангер и другие [19] полагают, что возрастание концентрации марганца в осадках с высоким содержанием органического углерода связано с повышенной растворимостью его соединений в водах аноксии.

М. Ренар и Р. Летоль [17] отмечают зависимость содержания Mn в пелагических карбонатах от глубины палеобассейна: с глубиной возрастает растворимость $CaCO_3$ и соответственно растет содержание Mn в осадке. Отложения, вскрытые аксудеринским разрезом, не принадлежат к числу глубоководных. Этим, вероятно, в некоторой степени можно объяснить относительно низкое содержание Mn в разрезе Аксудере.

Г. Гильбрехт и И. Хёфс [11] объясняют возрастание содержания марганца главным образом терригенным приносом в локальных обстановках.

Марганец является чутким индикатором восстановительных условий, но при этом он относится к числу подвижных элементов [9, 10]. Его концентрации в карбонатных породах отражают происшедшие в них диагенетические процессы [15]. Возможно, что пониженные концентрации Mn в ПЧП объясняются его выносом.

Нет прямой корреляции содержания $C_{орг}$ с концентрациями металлов (табл. 3, рис. 4). Так, наиболее высокие концентрации металлов установлены в пробе 6-2, в которой определено всего лишь 0,26% $C_{орг}$, тогда как в пробе 4-3 с максимальным содержанием $C_{орг}=7,2\%$ концентрации металлов заметно ниже. Вот сравнение этих двух проб:

	$C_{орг}$	Ni	Cu	V	Cr	Zn
проба 6-2	0,26	320	800	720	1400	450
проба 4-3	7,20	250	175	225	125	200

Однако связь высоких концентраций металлов в целом с ПЧП неоспорима. Отсутствие строгого совпадения пиков максимальных концентраций металлов с пиками повышенных содержаний $C_{орг}$, видимо, связано с процессами послонного перераспределения элементов уже в диагенезе. В ПЧП металлы находятся прежде всего в виде сульфидов, из которых обычен пирит либо рассеянный, либо конкреционный. Кроме мелких сферических конкреций по напластованию изредка наблюдаются уплощенные конкреции «олады». Не исключены и другие формы нахождения металлов в ПЧП.

Как указывают Г.-Ю. Брумзак и И. Туров [8, 10], геохимия «черных сланцев» континентальных и океанических разрезов отличается некоторыми особенностями (в частности, высокими концентрациями Ag, Cd, Cu, Mo, Sb, V и Zn) от «черных сланцев» других стратиграфических уровней. Предполагается, что металлы в «черных сланцах» границы С/Т накапливались при низком темпе седиментации в условиях полной стагнации. Подчеркивается, что не столько высокая биопродуктивность и обилие органического вещества обеспечивают обогащение «черных сланцев» металлами, сколько условия сохранения накапливающегося материала.

По нашему мнению, концентрации ряда металлов в ПЧП разреза Аксудере все же изначально обязаны относительно высокому их содержанию в планктонных организмах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутковский Ю. М. Новое о сеноманских отложениях северной части солянокупольной области Прикаспия//ДАН СССР. 1967. Т. 174. № 1. С. 170—172.
2. Демина Л. Л. Биофильность металлов в океане: некоторые геохимические следствия//Биодифференциация осад. вещ. в морях и океанах. Ростов, 1986. С. 141—147.
3. Найдин Д. П., Алексеев А. С. Разрез отложений сеноманского яруса междуречья рек Качи и Бодрака (Крым)//Изв. вузов. Геол. и разведка. 1980. № 4. С. 11—25.
4. Найдин Д. П., Алексеев А. С. Значение данных океанического бурения для интерпретации условий накопления сеноманских отложений Горного Крыма//Эволюция организмов и биостратиграфия середины мелового периода. Владивосток, 1981. С. 7—21.
5. Найдин Д. П., Алексеев А. С., Копяевич Л. Ф. Фауна туронских отложений междуречья Качи и Бодрака (Крым) и граница сеноман — турон//Эволюция организмов и биостратиграфия середины мелового периода. Владивосток, 1981. С. 22—40.
6. Страхов Н. М. К геохимии P, V и Cu в морских битуминозных породах//Тр. Моск. геологоразвед. ин-та. 1937. Т. 7. С. 3—20.
7. Arthur M. A., Jenkyns H. C., Brumsack H.-J. et al. Stratigraphy, geochemistry, and paleoceanography of organic carbon-rich Cretaceous sequences//R. N. Ginsburg, V. Beaudoin (eds). Cretaceous Resources, Events and Rhythms. Dordrecht. NATO ASI Series. 1990. P. 75—119.
8. Brumsack H.-J. Trace metal accumulation in Black Shales from the Cenomanian/Turonian boundary event//Lect. Notes Earth Sci. 1986. Vol. 8. P. 337—343.
9. Brumsack H.-J. Depositional environment of Cenomanian—Turonian Black Shales: chemical evidence//5th Intern. Conference on Global Bioevents (Göttingen, 1992). Abstract vol. P. 24—25.
10. Brumsack H.-J., Thurow J. The geochemical facies of Black Shales from the Cenomanian—Turonian boundary event (CTBE)//Mitt. Geol. Paläontol. Institut, Universität Hamburg. 1986. Hf. 60. S. 247—265.
11. Hilbrecht H., Hoefs J. Geochemical and palaeontological studies of the $\delta^{13}C$ anomaly in Boreal and North Tethyan Cenomanian — Turonian sediments in Germany and adjacent areas//Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol. 1986. Vol. 53, N 2—4. P. 169—189.

12. Jørgensen N.O. Chemostratigraphy of Campanian — Maastrichtian chalk in Northern Germany, Denmark and the North Sea//4th Intern. Cretaceous Symposium (Hamburg, 1992). Abstracts. P. 57—58.
13. Naidin D. P. Vergleichende Stratigraphie der Oberen Kreide der Russischen Tafel und West Europas//J. Wiedmann (ed.). Aspekte der Kreide Europas. Stuttgart, 1979. IUGS Series A. N 6. S. 497—510.
14. Naidin D. P. The Russian Platform and the Crimea//R. A. Reymont, P. Bengtson (eds). Aspects of Mid-Cretaceous regional geology. London, 1981. P. 29—68.
15. Pingitore N. E., jr. The behavior of Zn and Mn during carbonate diagenesis: theory and application//J. Sediment. Petrol. 1978. Vol. 48, N 3. P. 799—814.
16. Pomerol B. Geochemistry of the Late Cenomanian — Early Turonian chalks of the Paris Basin: manganese and carbon isotopes in carbonates as paleoceanographic indicators//Cretaceous Research. 1983. Vol. 4, N 1. P. 85—93.
17. Renard M., Letolle R. Essai d'interprétation du rôle la profounder de dépôt dans la répartition des teneurs en manganèse et dans l'évolution du rapport isotopique du carbon des carbonates pélagiques: influence de l'oxygénation du milieu//C. R. Acad. Sci. Paris. 1983. Sér. 2. T. 296, N 22. P. 1737—1740.
18. Schlanger S. O., Jenkyns H. C. Cretaceous Oceanic Anoxic Events: causes and consequences//Geol. Mijnbouw. 1976. Vol. 55, N 3/4. P. 179—184.
19. Schlanger S. O., Arthur M. A., Jenkins H. C. et al. The Cenomanian — Turonian Oceanic Anoxic Event. I Stratigraphy and distribution of organic carbon-rich beds and the marine $\delta^{13}\text{C}$ excursion//J. Brooks, A. Fleet (eds). Marine Petroleum Source Rocks//Geol. Soc. Spec. Publ. 1987. N 26. P. 371—399.
20. The ocean basins: their structure and evolution. New York, 1989. 171 p.
21. Zachos J. C., Arthur M. A., Dean W. E. Geochemical evidence for suppression of pelagic marine productivity at the Cretaceous/Tertiary boundary//Nature. 1989. Vol. 337, N 6202. P. 61—64.

Московский
государственный университет
Ин-т биологии моря ДВО РАН,
Владивосток

Поступила в редакцию
02.04.93

**GEOCHEMISTRY OF CENOMANIAN/TURONIAN BOUNDARY
DEPOSITS IN MOUNTAIN CRIMEA. 1. LITHOLOGY, ORGANIC CARBON,
AND SOME ELEMENTS CONTENTS**

D. P. Naidin, S. I. Kiyashko

Results of geochemical study of the Cenomanian and lower Turonian deposits between Katcha and Bodrak rivers (eastern part of the Bakhchisaray region) are presented. In Aksudere section organic-rich Black Shale unit is present at the Cenomanian/Turonian boundary. The high concentrates of Cu, Ni, Zn, V and C_{org} are in the black shale unit.