

## Отображение глобальных и межрегиональных биосферных событий мезозоя и кайнозоя в осадочных комплексах северо-восточного Кавказа (Дагестан)

Ю.О. Гаврилов<sup>1</sup>, Е.А.Щербинина<sup>1</sup>, В.И. Черкашин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Геологический институт РАН e-mail: [gavrilov@ginras.ru](mailto:gavrilov@ginras.ru), <sup>2</sup> ИГ ДНЦ РАН, e-mail: [dangeo@iwt.ru](mailto:dangeo@iwt.ru)

В мезозойско-кайнозойских осадочных толщах, накопившихся в бассейне Большого Кавказа, запечатлены многочисленные литолого-геохимические и палеоэкологические следы геологических событий, проявивших себя как в глобальном, так и межрегиональном (субглобальном?) масштабе. Следы этих событий, как правило, весьма рельефно выражены в мощных разрезах Дагестана. Глобальные события в ряде случаев приобретали характер биосферных, сопровождаясь экосистемными перестройками и изменениями режима седиментации. Под биосферными геологическими событиями подразумеваются резкие и относительно кратковременные (~50-500 тыс. лет, иногда более) изменения палеогеографических, палеоэкологических, палеоклиматических обстановок в глобальном масштабе, выраженные в разрезах в виде горизонтов отложений, существенно отличающихся от вмещающих толщ. Термин «биосферные» употребляется в данном случае для того, чтобы определить рамки рассматриваемых геологических событий, отделить их от событий «чисто» тектонических (в том числе и вулканических), хотя нередко они были взаимосвязаны. В результате биосферных событий образовывались горизонты отложений, прослеженные на огромных территориях (как правило, в глобальном масштабе) и характеризующиеся существенным увеличением концентраций многих химических элементов, заметными изменениями количества и геохимического состава захороненного органического вещества, негативными или позитивными трендами в поведении стабильных изотопов  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$ . С этими интервалами, как правило, связаны существенные изменения биоты, часто катастрофические. Некоторые из этих событий, также проявившие себя на больших территориях, пока не прослежены на всех континентах и в океанах, поэтому они относятся к категории межрегиональных. Вместе с тем, вполне возможно, что в будущем – по мере изучения соответствующих интервалов осадочных толщ методами детальной зональной стратиграфии – будет установлен их глобальный характер.

Комплексное изучение литолого-геохимических и экосистемных (прежде всего биотических) изменений в древних отложениях позволяет раскрыть динамику происходивших биогенных и абиогенных процессов во время этих событий, а также более глубоко оценить предшествовавшие и последующие обстановки. Для получения наиболее объективной информации о динамике развития биосферных событий важно проследить их отображение в разрезах толщ различных фациальных обстановок. Современные методы зональной биостратиграфии и хемотратиграфии позволяют с высокой точностью проводить корреляцию отложений, удаленных на значительные расстояния.

С биосферными событиями практически всегда были связаны изменения характера седиментации на огромных территориях, однако запечатлеться в геологической летописи они могли по-разному. Некоторые из них сопровождались практически повсеместным накоплением в морях обогащенных органическим веществом (ОВ) осадков, что вело к образованию сапропелитовых горизонтов (СГ). В других случаях обогащение осадков ОВ хотя и происходило на больших территориях, но не носило глобального характера. Наконец, в третьих случаях накопления углеродистых осадков не происходило, а если и имело место, то в очень ограниченных масштабах, локально.

Одним из наиболее ярко выраженных и хорошо изученных биосферных событий, отчетливо проявивших себя в разрезе палеогена Дагестана, было событие самого начала эоцена (ИЕТМ – «Initial Eocene Terrestrial Maximum» - «Термальный максимум начала эоцена» (Гаврилов и др., 1997, Kennett, Stott, 1991, Zachos et al., 1993; Koch et al., 1995; Kaiho et al., 1996, Thomas, Shackleton, 1996; Kaiho et al., 1996, Vralower et al., 1997; Schmitz et al., 1997, Fricke et al., 1998, Lu et al., 1998, и др.)). Сравнительно близкое к нам по времени, оно изучается особенно интенсивно, поскольку связано с чрезвычайно быстрым потеплением, обусловленным поступлением в атмосферу значительных масс двуокси углерода (подобно тому, как это происходит в современную эпоху), что сопровождалось значительными преобразованиями в морской и наземной экосистемах. Перестройка океанической циркуляции, связанная с резким потеплением донных вод (на 4-6<sup>0</sup>), привела к вымиранию значительной части глубоководной бентосной биоты (до 80% глубоководных бентосных фораминифер), появлению специфических короткоживущих таксонов в планктонной биоте, резкой смене в составе планктонной биоты эпиконтинентальных бассейнов с преимущественно карбонатной (планктонные фораминиферы и наннопланктон) на почти исключительно органикостенную (динофлагелляты, бактериопланктон). Проявления этого события зафиксированы в осадках Атлантического, Индийского, Тихого океанов, в разрезах Северной Америки, Европы, Азии, Африки. Мощность отложений ИЕТМ обычно не превышает первых метров; в них часто отмечается падение содержания карбонатов по сравнению с вмещающими отложениями. Повсеместно – в морских и в континентальных толщах прослеживается отрицательная изотопная аномалия  $\delta^{13}\text{C}$  (по крайней мере на – 2,5‰); основание этой аномалии принято в настоящее время рассматривать в качестве нижней границы эоцена.

В отложениях Северо-Восточного Перитетиса этому событию соответствует сапропелитовый горизонт, обогащенный ОВ до 10-20% и более, прослеженный от Таджикистана до Крыма, т. е. на территории протяженностью около 3 тысяч километров; в нем фиксируется отрицательная изотопная углеродная аномалия, как в карбонатах, так и в ОВ. Породы СГ обогащены широким спектром элементов, степень концентрации некоторых из них (V, Cr, Ni, Mo, Se и др.) превышает кларковый уровень иногда на 1-2 порядка (Гаврилов и др., 1997). Тонкая ламинация отложений, характер распределения в них фауны, отсутствие следов биотурбации, данные неорганической и органической геохимии свидетельствуют о существовании аноксидных обстановок в водной толще обширного бассейна (по крайней мере в некоторых его частях). Согласно новой концепции положения палеоцен-эоценовой границы в основании изотопно-углеродного сдвига, в Северо-Восточном Перитетисе ее следует проводить по подошве этого горизонта.

Образование углеродистых осадков, в меньшей степени обогащенных ОВ, происходило также и в некоторых районах Южного Перитетиса, в частности, в Египте (Speijer, Schmitz, 1998, Speijer, Schmitz, Luger, 2000 и др.).

В Дагестане горизонт отложений, накопившихся во время этого события, хорошо прослеживается в разрезах палеогена в районах Чиркейского водохранилища, с. Талги, менее отчетливо - в районе Урминского плато у с. Левашаи. Около Чиркей ГЭС он сложен обогащенными органическим веществом аргиллитами мощностью 0,2-0,3 м; своей темной, почти черной, окраской он резко выделяется на фоне красноватых или зеленоватых вмещающих отложений (рис. 1). Как видно из таблицы 1 и рис. 2, породы этого горизонта (обр. 20 а, б, в) обогащены Сорг (на рисунках ТОС – total organic carbon) и рядом элементов (или обеднены – Mn) по сравнению с вмещающими отложениями. Результаты изучения наннопланктона позволяют уверенно коррелировать этот СГ с соответствующими биосферному событию отложениями других районов мира.

Накопление углеродистых осадков вследствие резкого роста биопродуктивности было связано с усилением поставки в бассейн значительных количеств биофильных элементов, что произошло в результате совокупности причин. Последовательное изменение палеогеографических обстановок во время ИЕТМ на территории С-В Перитетиса показано на рис.3 (Гаврилов, Щербинина, 2004). Перед событием ИЕТМ произошло эвстатическое падение уровня океана (его следы фиксируются в разных разрезах С-В Перитетиса); в результате регрессии обнажились обширные пространства морского дна по периферии морей, океанов и вокруг архипелагов. На этих пенепленизированных площадях в гумидных условиях возникли озерно-болотные ландшафты, где накапливалось ОВ (твердое и растворенное). Появление таких ландшафтов в условиях существовавшего в то время теплого климата обусловило активное бактериальное разложение значительных масс органического вещества и генерацию большого количества углекислого газа и метана (см. рис. 3, Б). Поступление этих газов в атмосферу привело к резкому усилению парникового эффекта и быстрому глобальному повышению температуры.

Одновременно, кислая среда заболоченных территорий способствовала растворению осадочного материала и переводу в раствор многих элементов, в том числе биофильных. Таким образом, на стадии регрессии возникали обширные специфические наземные геохимически активные ландшафты, в пределах которых находились скопления реакционноспособных веществ (ОВ, фосфатов, железа и др.).

Позднее, когда регрессию сменила быстро развивавшаяся трансгрессия (см. рис. 3, В), наступившее море активно взаимодействовало с этими ландшафтами, что обуславливало вынос в водоем больших масс биофильных элементов. Это в свою очередь привело к интенсивному цветению фито- и бактериопланктона, который обогащал осадки ОВ. В осадках интенсивные процессы сульфатредукции обуславливали образование значительного количества  $H_2S$ , который диффундировал в наддонную воду и способствовал развитию аноксидных обстановок в водоеме и угнетению бентосной фауны. Причем до регрессии морское дно эпиконтинентального бассейна было в значительной мере сглажено, выровнено морской эрозией и накопившимися отложениями, поэтому, когда море отступило - освободившиеся от него территории характеризовались весьма пологим рельефом. В связи с этим на стадии трансгрессии даже относительно небольшой подъем уровня моря приводил к затоплению обширных территорий, покрытых к этому времени почвами и озерно-болотными ландшафтами, из которых в бассейн поступало значительное количество биофильных веществ, что и приводило к вспышке биопродуктивности водоема и накоплению значительных масс органического вещества.

В зонах преобладания аридного климата богатые ОВ осадки часто ассоциируют с фосфатными отложениями, как это, например, наблюдается на границе палеоцена и эоцена в Средней Азии. Обогащенность отложений фосфатными соединениями также способствовала поступлению фосфора в водоем и росту биопродуктивности.

После завершения трансгрессии и прекращения поступления биофильных элементов в водоем интенсивное цветение бактерио- и фитопланктона закончилось и прекратилось обогащение илов ОВ. Относительная мелководность бассейна, отсутствие устойчивой плотностной стратификации вод, прекращение генерации значительных масс  $H_2S$  в осадках и его диффузии в наддонные воды - все это обуславливало достаточно быстрое исчезновение аноксидных обстановок в водной толще. Такой сценарий образования высокоуглеродистых осадков на границе палеоцена и эоцена в С-В Перитетисе приложим и к некоторым другим событиям мезозоя - кайнозоя.

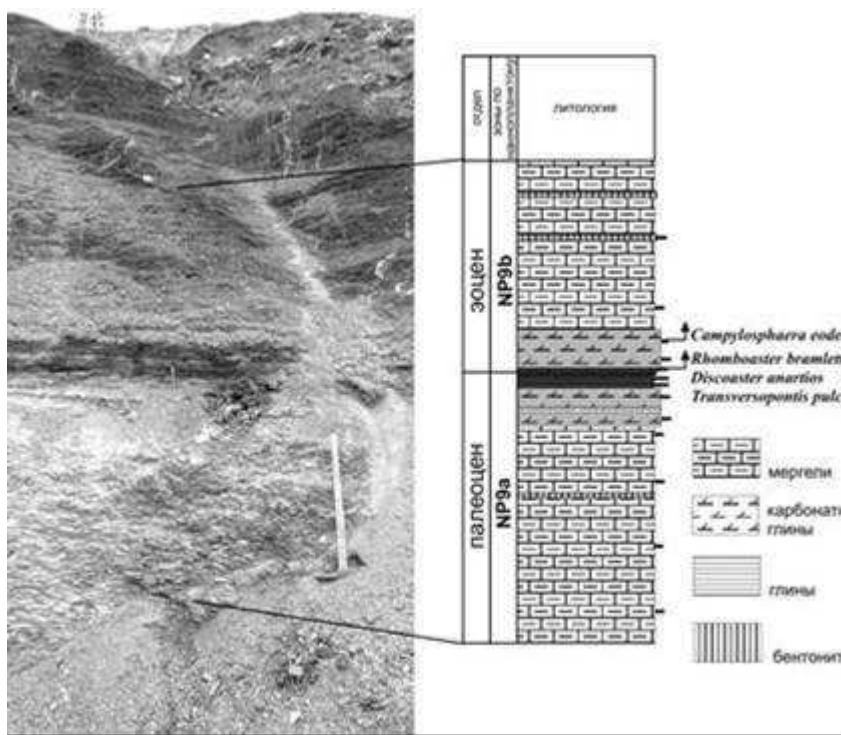


Рис. 1. Сапропелитовый пласт в основании эоценовых отложений из обнажения в районе Чиркейской ГЭС: общий вид обнажения, стратиграфическое расчленение пограничного палеоцен-эоценового интервала и уровни первых появлений видов наннопланктона.

Таблица 1.

Содержание химических элементов в пограничных отложениях палеоцена-эоцена разреза у Чиркей ГЭС ( $C_{орг}$  – S в%, остальные элементы в ppm)

№ обр.	$C_{орг}$	$CO_2$	Fe	Mn	Ti	P	S	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	As	Mo	Hg	Ag
25	<0,1	21,3	3,98	0,20	0,32	0,06	<0,1	76	75	20	61	15	88	16	2,5	<0,5	0,10	<0,8
17	<0,1	26,4	3,28	0,31	0,24	0,04	<0,1	49	67	17	44	15	59	11	<2	<0,5	0,06	<0,8
18	<0,1	18,2	4,11	0,22	0,33	0,06	<0,1	86	72	20	50	30	95	11	<2	<0,5	0,01	<0,8
19а	0,27	11,9	3,74	0,14	0,41	0,07	0,13	86	67	21	54	45	126	7	2,5	<0,5	0,03	0,08
19б	0,12	5,9	3,53	0,06	0,50	0,10	<0,1	87	54	25	74	115	260	23	76	<0,5	0,03	0,15
20а	0,17	1,2	3,41	0,03	0,53	0,11	0,21	120	54	143	230	100	650	125	259	37	0,04	0,57
20б	4,25	2,3	4,45	0,04	0,45	0,19	1,44	668	370	160	220	105	560	170	164	7	<0,01	1,43
20в	0,96	10,9	2,88	0,15	0,39	0,08	0,10	172	150	31	117	35	480	110	29	3,4	0,01	1,00
21	<0,1	11,8	3,15	0,14	0,42	0,15	0,19	100	65	61	136	82	260	22	81	0,7	<0,01	0,36
22	<0,1	16,4	4,06	0,23	0,37	0,04	<0,1	97	65	13	44	41	11	11	2,0	0,5	0,02	0,09
23	0,14	17,7	4,94	0,21	0,34	0,04	<0,1	86	70	10	32	15	86	12	<2	<0,5	0,13	0,08
24	0,54	11,2	5,25	0,12	0,46	0,05	<0,1	92	65	10	34	24	100	18	2,0	0,5	0,15	0,08

В мощных и достаточно полных меловых разрезах Дагестана прослеживаются несколько горизонтов обогащенных ОВ отложений. Они хорошо коррелируются с так называемыми «океанскими бескислородными событиями» (Oceanic Anoxic Events или ОАЕ), которые были выделены в конце 70-х годов после обнаружения в керне скважин глубоководного бурения обогащенных ОВ уровней в меловых толщах океанов (Arthur, Schlanger, 1979, Jenkyns, 1980, Schlanger, Jenkyns, 1976 и др.). Название «аноксические» эти события получили в силу того, что авторы термина изначально придерживались концепции о ведущей роли аноксических обстановок в сохранении в осадках органического вещества, которые, по их мнению, предохраняли его от окисления. Однако, уже давно существует иной подход к проблеме накопления обогащенных органическим веществом осадков, который в качестве главного фактора, определявшего образование высокоуглеродистых отложений, рассматривает увеличение биопродуктивности палеобассейнов (Страхов, 1937, 1941, 1976 и др.).

Авторы данной статьи также считают, что ведущим фактором в образовании горизонтов «черных сланцев» являлось резкое усиление биопродуктивности фито- и бактериопланктона, обеспечивавшее поступление больших масс органического вещества на дно бассейна; возникающая же как следствие накопления углеродистых осадков аноксия наддонных вод играла в накоплении ОВ второстепенную роль.

Однако в связи с тем, что термин «аноксические события» получил широкое распространение и ясно, что под ним подразумевается – мы будем его использовать (с учетом сделанных оговорок).

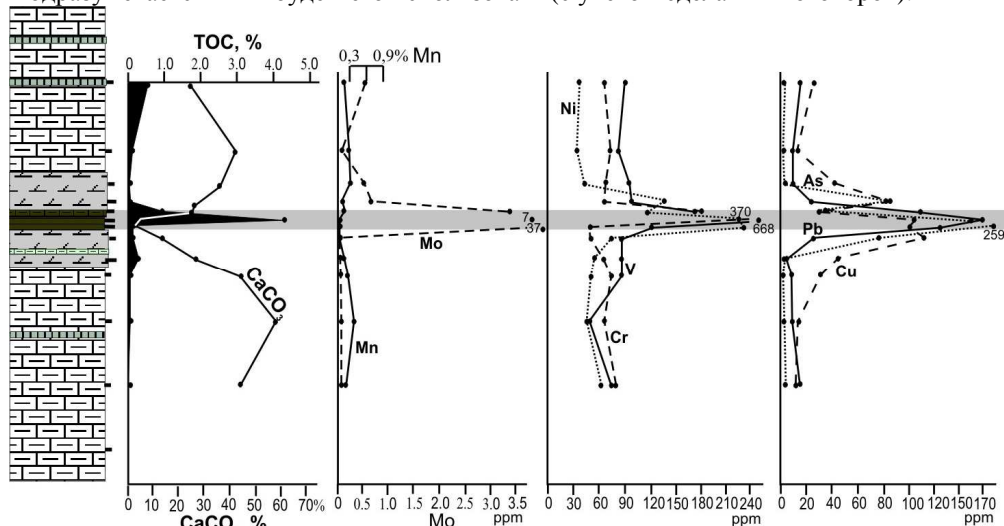
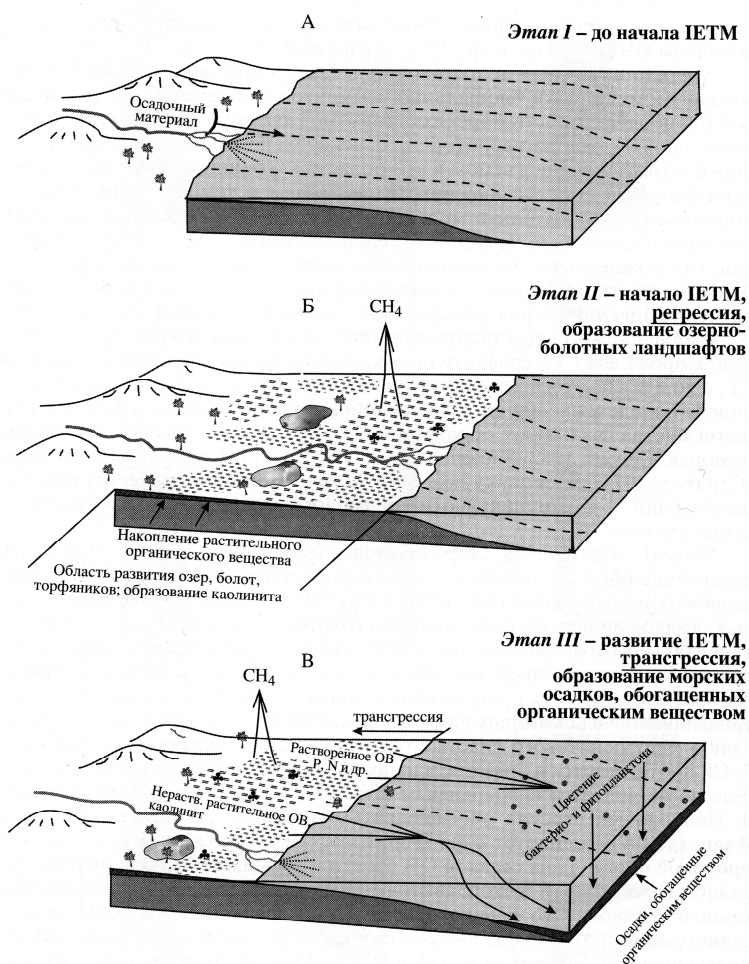


Рис. 2. Распределение некоторых элементов в сапропелитовом горизонте основания эоцена и вмещающих отложениях



А – нормальная окисительная седиментация; Б – развитие прибрежных ландшафтов в ходе резкого падения уровня моря непосредственно перед началом кризиса ИЕТМ; В – затопление прибрежных ландшафтов в ходе быстрой эвстатической трансгрессии, массивное выделение метана и развитие кризисных обстановок за счет вспышки биопродуктивности органикостенного и бактериопланктона в прибрежных зонах

Рис. 3. Модель образования пограничного палеоцен-эоценового сапропелитового прослоя в акватории Северо-Восточного Перитетиса:

На рис. 4 показано распределение в разрезе мела выделяемых в настоящее время в Мире «аноксических событий» и сопоставляемых с ними обогащенных ОВ горизонтов, установленных в меловых разрезах Дагестана. Среди этих событий наиболее ярко выражено событие на границе сеномана и турона – ОАЕ-2 (Schlanger et al., 1987 и др.); оно имеет также название Bonarelli Event. Его проявления установлены как в океанах, так и в эпиконтинентальных морях разных континентов, то есть имеет глобальный

характер. Как правило, отложения, образовавшиеся в это время в разных фациальных обстановках, заметно обогащены ОВ по сравнению с вмещающими толщами. В разрезах Крымско-Кавказской области оно также выражено весьма рельефно, в то время как на Русской плите пограничному сеноман/туронскому временному интервалу обычно соответствует перерыв в седиментации.

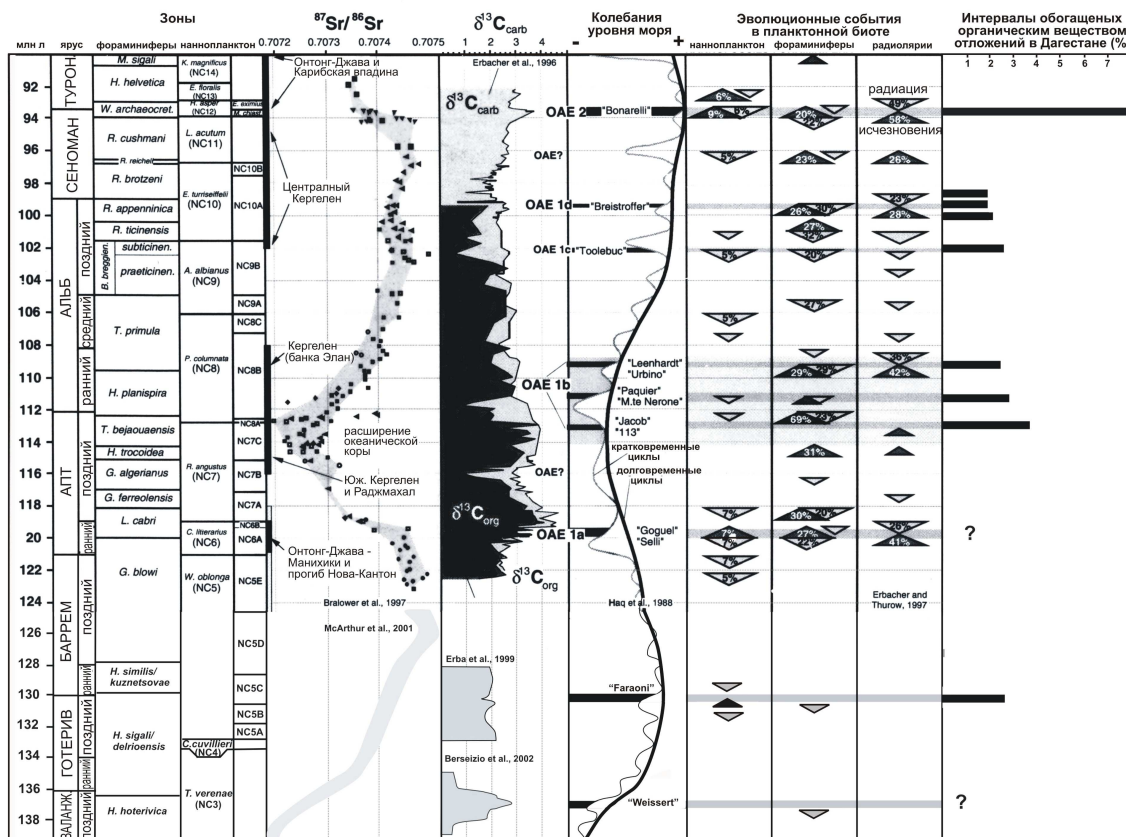


Рис. 4. Интервалы меловых аноксических событий: их проявления, корреляция с периодами тектонической активности, эвстатическими колебаниями уровня моря (по Leckie et al., 2002, с дополнениями авторов статьи) и уровня распространения обогащенных органическим веществом отложений в Дагестане.

В большинстве разрезов Крымско-Кавказской области в пограничных сеноман/туронских отложениях присутствует пласт обогащенных ОВ осадков. Вместе с тем устанавливаются отчетливые различия в литолого-геохимической характеристике разрезов в разных частях С-В Перитетиса: в одних местах отложения помимо ОВ обогащены биогенным кремнеземом (Западный Кавказ, Грузия), в других карбонатным материалом (Крым, Восточный Кавказ). С этим событием связаны существенные пертурбации в экосистемах, что, возможно, обусловлено обстановками дефицита кислорода в наддонных водах. К нему приурочены заметные перестройки в составе планктонных сообществ, выразившиеся в значительной степени обновления фораминиферовых, наннопланктонных и радиоляриевых сообществ. Экосистемные перестройки, видимо, явились причиной вымирания многих видов, а в ряде случаев - родов и семейств.

В Дагестане горизонт, соответствующий «событию Бонарелли», прослеживается во многих разрезах – Аракань, Герга, Аймаки, Леваша, Акуша и других. Как правило, этот горизонт мощностью менее 1 метра сложен темными, почти черными углеродистыми породами в большей или меньшей степени карбонатными. Местами под ним залегает слой (несколько дециметров) зеленовато-серых песчаных мергелей, который заметно отличается от подстилающих отложений и по всей видимости является отражением начальной стадии пограничного сеноман/туронского события (разрез у с. Леваша). В разрезе у с. Акуша над горизонтом темных мергелей в известняках залегает несколько тонких (5-7 см) прослоев, также обогащенных ОВ. По всей видимости их также следует рассматривать как проявление этого события. По данным Н. Тур аналогичная картина наблюдается в Чечне в разрезе р. Басс (личное сообщение). В отличие от события ИЕТМ, в отложениях «события Бонарелли» в Дагестане не происходит резкого вымирания карбонатного наннопланктона, напротив, СГ характеризуется некоторым увеличением видового разнообразия и численности по сравнению со вмещающими породами, но подавляющую часть ассоциации составляет высокотолерантный таксон *Watznaueria barnesae*, способный выносить значительные колебания трофического уровня и солености бассейна. Возможно, это связано со значительными диагенетическими изменениями подстилающих СГ отложений. Во всяком случае, в бассейне Восточного Кавказа это событие не имело столь катастрофического проявления, как это установлено, например, в Крыму.

В таблице 2 и на рис. 6 приведены данные химических анализов отложений, соответствующих этому событию, и вмещающих их слоев. Как видим, содержания Сорг в них возрастают до 8% и более,

наблюдаются также повышенные концентрации V, Ni, Zn, Mo, Ba и др. Пиролитические исследования ОВ показывают, что в это время существенно увеличилась доля бассейнового ОВ по сравнению с поступившим с суши (НІ от 381 до 694, т. е. кероген I-II типа). Такое возрастание доли бассейнового ОВ очевидно было связано с увеличением продуктивности фито- и бактериопланктона, обусловленным дополнительным поступлением в бассейн биофильных элементов в ходе трансгрессии (см. рис. 3). Однако в отличие от события IETM на границе сеномана и турона не только не происходило «облегчения» изотопов углерода, но, напротив, в Дагестанских разрезах, как и в других районах Мира, наблюдается его утяжеление: положительный скачок  $\delta^{13}\text{C}$  составляет по крайней мере +2‰. Причины такого сдвига  $\delta^{13}\text{C}$  могут быть различными, однако однозначного решения этого вопроса пока нет.

Таблица 2.

Содержание химических элементов в пограничных отложениях сеномана-турона разреза у с. Аймаки ( $C_{\text{орг}}$  - S в %, остальные эл-ты в ppm)

№ обр.	$C_{\text{орг}}$	$CO_2$	Fe	Mn	Ti	P	S	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	As	Mo	Se	Rb	Sr	Ba
320	<0,1	34,40	0,74	0,039	0,067	0,04	<0,1	27	16	4,7	10	11	22	14	6,9	1,0	<0,5	22	610	117
321a	<0,1	31,60	0,71	0,020	0,068	0,05	0,12	51	21	4,2	9,1	20	39	16	9,1	1,2	<0,5	20	730	170
3216	3,55	35,85	1,47	0,017	0,025	0,1	0,46	38	13	16	60	15	52	19	17	4,4	1,9	4,6	1100	1630
322	5,20	31,20	1,73	0,012	0,048	0,13	2,88	74	29	19	68	34	70	25	14	6,4	1,9	11	960	2180
323	1,92	21,15	1,66	0,010	0,15	0,12	0,50	130	37	11	35	78	140	18	<1	<1	2,3	38	770	4530
324г	3,40	27,45	1,83	0,010	0,079	0,23	1,30	130	40	12	65	71	120	23	13	5,6	4,8	20	1000	6320
324св	0,68	26,10	1,06	0,011	0,099	0,18	0,29	130	33	6,5	21	52	71	21	10	2,7	2,0	26	870	3930
325	4,20	22,05	1,27	0,0090	0,11	0,11	0,74	110	67	12	54	170	260	19	10	1,3	4,8	29	890	7130
326-1	6,00	19,90	1,36	0,0070	0,12	0,12	4,47	210	67	8,4	69	130	250	14	11	1,9	5,0	28	840	6730
326-2	8,30	25,70	1,61	0,0080	0,067	0,39	1,46	150	46	11	83	47	200	22	15	8,1	5,4	14	1000	4987
327-1	7,30	20,65	2,91	0,0080	0,12	0,28	0,89	410	51	14	120	70	190	17	17	12	5,6	15	1000	6408
327-2	2,69	23,65	1,57	0,0080	0,13	0,08	0,45	240	75	7,0	45	100	240	24	10	2,8	4,4	25	890	4623
328	0,37	22,90	1,05	0,010	0,14	0,09	0,24	81	35	3,8	15	56	62	19	3,0	<1	0,7	27	810	3190
328-3	0,14	27,60	0,64	0,011	0,078	0,06	0,15	56	19	2,5	6,3	38	35	21	10	<1	0,9	19	800	2800
329-1	0,23	26,90	0,29	0,010	0,014	0,01	0,14	24	13	4,4	8,2	34	31	11	5,0	<1	1,3	3,5	810	1930
329-2	0,19	36,55	0,65	0,019	0,051	0,02	0,10	33	16	2,8	12	39	46	23	14	2,0	0,5	7,0	960	1200
330-1	0,74	29,70	0,92	0,011	0,082	0,04	0,25	64	59	5,6	28	110	72	13	14	2,6	2,1	22	880	3200
331-1	0,27	22,45	1,35	0,011	0,15	0,04	0,12	76	46	6,6	27	89	72	11	9,0	1,2	0,6	43	750	2700
331-2	0,14	34,10	0,67	0,021	0,076	0,05	<0,1	35	23	1,3	4,9	24	30	23	7,2	0,7	<0,5	18	810	560
332-1	<0,1	34,80	0,60	0,016	0,066	0,04	<0,1	35	39	6,4	15	50	76	13	7,7	<0,5	0,5	16	980	990
332-3	<0,1	38,90	0,39	0,038	0,042	0,04	<0,1	10	16	<1	<1	6,9	23	17	13	2,1	<0,5	9,1	630	160

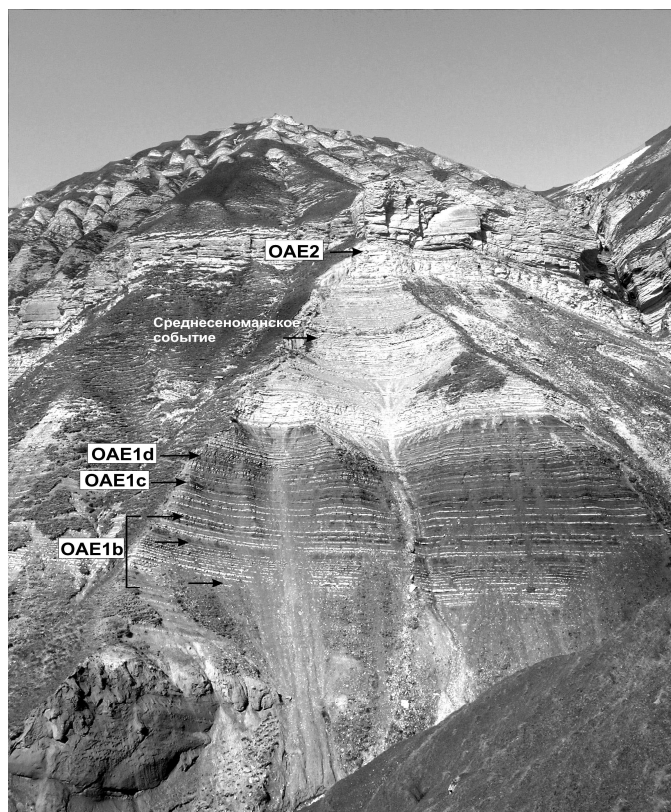


Рис. 5. Положение горизонтов, обогащенных органическим веществом, в разрезе меловых отложений у с. Аймаки

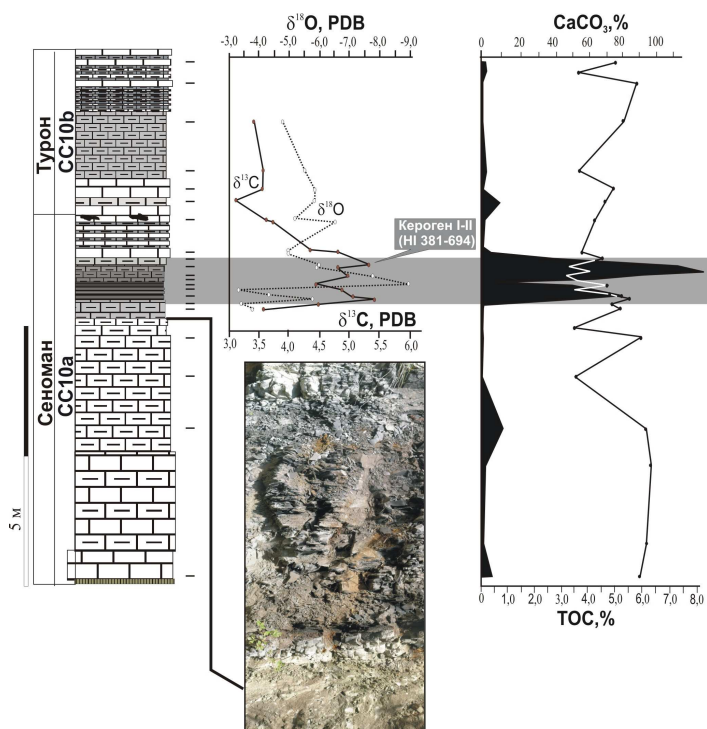


Рис. 6. Геохимические характеристики (содержание изотопов кислорода и углерода, органического вещества и карбоната кальция) пограничных сеноман-туронских отложений у с. Аймаки

В последние годы в меловых разрезах Горного Дагестана зафиксирована последовательность раннемеловых «аноксических» событий (см. рис. 4 и 5), которые на данном этапе их изучения можно рассматривать как межрегиональные (субглобальные?) события. К ним относятся серии горизонтов, обогащенных ОВ отложений: а) верхов апта и нижнего альба (интервал наннопланктонных подзон NC7C-NC8C), соответствующих аноксическому событию OAE1b (Jacob, Paquier, Leenhardt Events); нижней части верхнего альба (NC9B), соответствующих OAE1c (Toolebuk Event) и верхов альба (нижняя часть подзоны NC10A), коррелирующихся с событием OAE1d (Breistroffer Event), г) верхнего готерива (Faraoni Event, нижняя часть подзоны NC5C). Проявления позднеготеривского события (Faraoni Event) были недавно выявлены в разрезах Восточного Кавказа; ранее оно было известно только в Северном Средиземноморье. Отложения этих горизонтов также содержат ОВ с большей долей в нем ОВ бассейнового происхождения, наблюдается также увеличение концентраций различных элементов, хотя степень их концентрации не столь велика по сравнению с рассмотренными выше горизонтами (рис. 7 и 8).

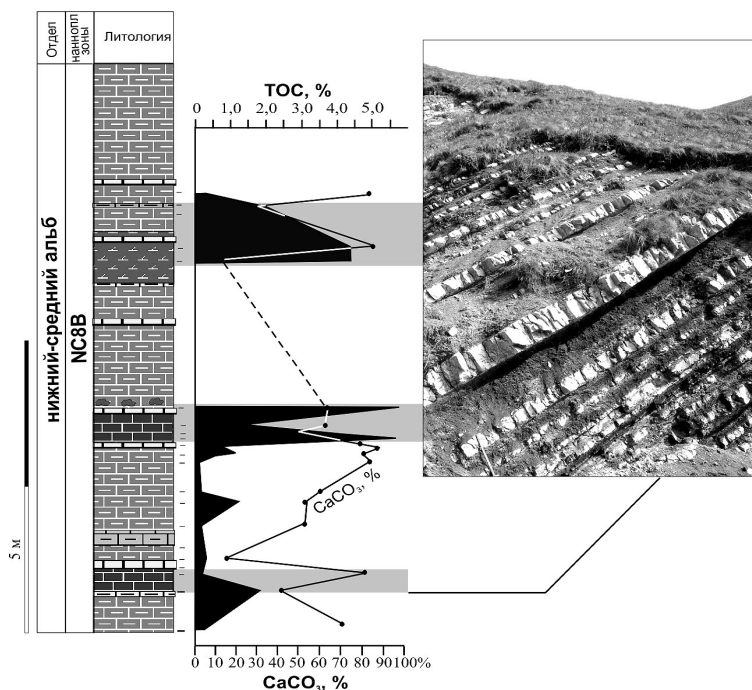


Рис. 7. Ранние эпизоды события OAE1b (Jacob и Paquier), их положение в разрезе у с. Аймаки, содержание карбоната кальция и органического вещества

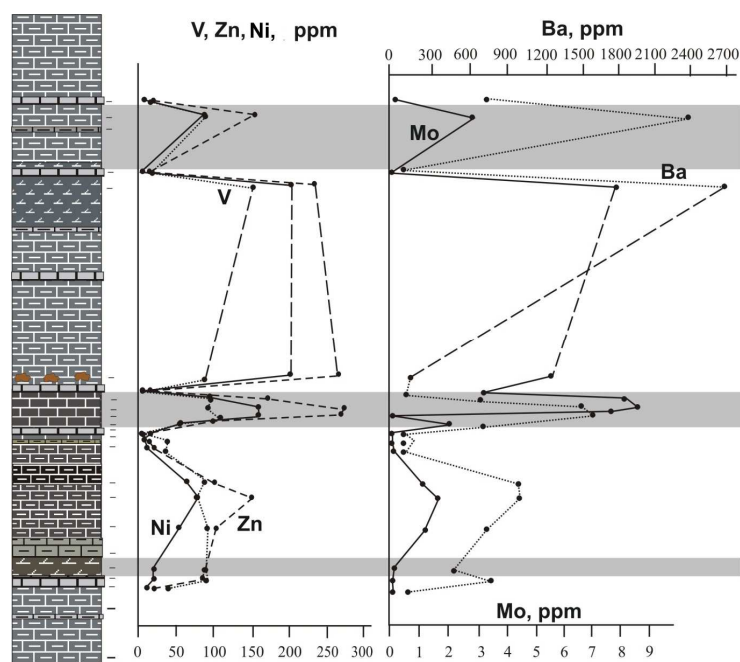


Рис. 8. Содержание отдельных элементов в обогащенных органическим веществом прослоях, коррелирующихся с событием ОАЕ1b

Раннеаптское событие Селли (Selli Event, ОАЕ1a) по литолого-геохимическим и биотическим следствиям отчетливо устанавливается в осадочной толще Русской плиты, где оно проявилось на больших территориях в виде образования горизонта углеродистых осадков (Гаврилов и др., 2002). Есть основания предполагать существование соответствующих ему обогащенных ОВ отложений в разрезах Крыма и Кавказа. Однако, неважная фаунистическая охарактеризованность нижнеаптских отложений (плохая сохранность микрофауны) пока не позволяет уверенно выделять этот интервал в разрезах Дагестана. Валанжинские отложения Дагестана нами пока не изучены, но присутствие проявлений поздневаланжинского события Weissert вполне вероятно.

Палеонтологические характеристики отложений, соответствующих разным эпизодам события ОАЕ1b, в дагестанских разрезах существенно различны. Отложения, подстилающие битуминозные осадки, характеризуются довольно разнообразной наннопланктонной ассоциацией, в которой заметную роль играют тепловодные (*Rhagodiscus* spp.) и эвтрофные (*Zeugrhabdotus* spp.) таксоны; полностью отсутствуют бореальные формы и гемипелагические олиготрофные наннокониды. Среди диноцист доминируют *Spiriferites* spp., *Cribroperidinium* spp.; отмечается большое количество спор, пыльцы и тканей наземной растительности (Щербинина, Александрова, 2005). Такая ассоциация характеризует прибрежные условия. Таким образом, формированию верхнеаптского СГ, коррелирующегося с эпизодом Jacob (NC7C), предшествовали обстановки теплого бассейна с высоким содержанием питательных компонентов. Внутри СГ (Сорг~3,8%) происходит резкое сокращение количества и видового разнообразия наннопланктона и диноцист. Органический компонент представлен преимущественно аморфным веществом сапропелевого типа. Очевидно, в ходе позднеаптского палеоэкологического кризиса произошел обильный привнос наземного органического вещества, вызвавшего процессы стагнации, отрицательно повлиявшие на развитие бассейнового микропланктона. В отложениях, перекрывающих СГ, численность, видовое разнообразие и соотношение таксонов наннопланктона примерно восстанавливаются. Примерно в 1,5 м выше СГ отмечен горизонт перебива с обильным детритом раковин моллюсков, выше которого установлена наннопланктонная ассоциация подзоны NC8C (верхи нижнего альба). По-видимому, новый этап характеризовался довольно значительной трансгрессией и некоторым похолоданием, поскольку в комплексе наннопланктона появляются наннокониды и увеличивают численность холодноводные *Eprolithus floralis*; среди диноцист доминируют *Chlamidophorella* spp.

Нижнеальбский СГ (Сорг до 3%), видимо, соответствующий эпизоду Raquier, включает довольно разнообразный комплекс наннопланктона, в котором отмечается значительное содержание эвтрофных форм (*Biscutum* spp., *Z. diplogrammus*, *Discorhabdus rotatorius*). Этот интервал, очевидно, не относится к разряду «кризисных», т.к. внутри него не происходит резких изменений в микропланктонных ассоциациях. Скорее всего, накопление обогащенных ОВ осадков происходило за счет общего увеличения продуктивности бассейна. Начиная с этого интервала, в меловом разрезе Дагестана значительно увеличивается содержание карбонатного материала.

Таким образом, данные изучения микропланктона вкуче с литологическими характеристиками переходного апт-альбского интервала указывают на заметные изменения палеоэкологических обстановок в бассейне Восточного Кавказа. В позднеаптское время бассейн представлял собой теплый мелководный эвтрофный водоем, характеризующийся обильной поставкой терригенного материала. В ходе трансгрес-



сии конца апта произошло накопление обогащенных органическим веществом осадков. После относительно кратковременного падения уровня моря в начале альба, по-видимому, начинается углубление бассейна, сопровождавшееся изменениями седиментационного режима, в котором существенно возрастает роль карбоната накопления. При этом значительно обновляются, становятся более многочисленными и разнообразными, ассоциации микропланктона, что отвечает более олиготрофным обстановкам открытого моря.

Выявление признаков позднеготеривского события Фараони в разрезах Дагестана было довольно неожиданным, т.к. до настоящего времени оно рассматривалось как региональное событие Западного Средиземноморья. Соответствующий этому событию СГ залегает в толще терригенных отложений и отвечает, по-видимому, трансгрессивному этапу, т.к. лишь непосредственно в подстилающих отложениях появляется остаток наннопланктона, отвечающие интервалу подзоны NC5C. Ассоциация характеризуется присутствием довольно обильных нанноконид, тепловодных *Rhagodiscus* spp. и разнообразных эвтрофных таксонов, что указывает на нормально-морские обстановки. Внутри СГ (Сорг ~2,5%) количество и разнообразие наннопланктона заметно снижается, в комплексе начинают резко доминировать *Watznaueria* и *Rhagodiscus* spp. В перекрывающих СГ отложениях наннопланктон становится еще более скудным и исчезает в основании мощной песчаной толщи баррема.

Проявления раннеюрских событий, и прежде всего наиболее известного раннетюарского, были установлены во многих районах мира. Обогащенные ОВ нижнетюарские сланцы (Сорг до 15% и более) широко распространены в Европе и встречаются в отложениях разных седиментационных обстановок. Их характерной особенностью является отчетливая отрицательная изотопная аномалия ( $\delta^{13}\text{C}$  карб и  $\delta^{13}\text{C}$  Сорг), аналогичная наблюдаемой в ИЕТМ. Установлено, что высокоуглеродистые осадки накапливались на фоне эвстатической трансгрессии. На территории С-В Перитетиса тюарские толщи наиболее полно развиты в Кавказском регионе. Нижнетюарские отложения Центрального Кавказа, отчетливо трансгрессивно налегающие на подстилающие толщи, представлены темно-серыми аргиллитами с очень большим количеством сидеритовых конкреций – на интервале в 1 м может залегать до 8-10 конкреционных прослоев. Значительная конкреционность отложений свидетельствует об исключительно высокой интенсивности в шельфовых осадках водоема процессов диагенеза, для реализации которых требовались большие количества в осадках ОВ. Содержания  $\text{C}_{\text{орг}}$  во вмещающих конкреции аргиллитах в настоящее время незначительны – около 1%, но по нашим оценкам первоначально в осадках было не менее 6 – 8% Сорг (Гаврилов, 2005). Таким образом, раннетюарские шельфовые осадки Центральнокавказского сегмента бассейна первоначально также были высокоуглеродистыми, однако признаки аноксии в водной толще отсутствуют.

В Дагестанской части бассейна в ранней юре – аалене осадконакопление происходило под влиянием крупной речной дельты, что обуславливало в зоне ее влияния очень высокие скорости осадконакопления, поэтому здесь отсутствуют отложения раннетюарского «аноксического» события в том виде, в каком они развиты в более западных районах бассейна. Вместе с тем, трансгрессия, на фоне которой развивалось это событие, видимо повлияла на формирование структуры нижнетюарских отложений. В раннем тюаре происходило формирование крупного осадочного цикла ратлубской свиты (Панов, Гушин, 1997, Гаврилов, 2005): глинистые осадки, накапливавшиеся в начале ратлубского времени, постепенно сменялись песчаными. Однако быстрая трансгрессия, сопровождавшая раннетюарское аноксическое событие, отодвинула береговую линию водоема к северу и прервала «нормальное развитие» ратлубского осадочного цикла: накопление песчаных отложений было прервано и на некоторое время восстановилась седиментация глинистого материала, которая впрочем довольно скоро сменилась накоплением песчаных осадков. В результате этого сформировался сравнительно небольшой (~ 190 м) по мощности (по сравнению с другими циклами мощностью до 1 км и более) осадочный цикл верхнератлубской подсвиты.

В толщах мезозоя и кайнозоя Дагестана фиксируются также события, с которыми не было связано накопление углеродистых осадков и развитие аноксических обстановок в бассейнах (по крайней мере их явные признаки отсутствуют), но в биотическом и литологическом отношении они выражены достаточно отчетливо. К таким событиям можно отнести границу дания/зеландия, границу мела/палеогена, среднесеноманское и некоторые другие.

Граница дания и зеландия в разрезах Дагестана литологически выражена резко: на плотные светло-серые известняки дания трансгрессивно налегают красные с зеленовато-серыми прослоями мергели зеландия. Аналогичный характер эта граница имеет и в других районах Северного Перитетиса, в том числе в разрезах Западной Европы. Вместе с тем, в некоторых разрезах Северной Африки к этой границе было приурочено накопление обогащенных органическим веществом осадков (Soliman, Obaidalla, 2006), то есть сценарий развития граничного события в общих чертах был схож с другими, сопровождавшимися накоплением углеродистых отложений. Помимо литологических изменений с границей Дания и Зеландия связаны биотические и изотопные вариации (Schmitz, Molina, Von Salis, 1998 и др).

Реконструкция динамики развития биосферных событий (глобальных и межрегиональных) показывает, что им были присущи как общие черты, так и различия. Подчеркнем, что многие из них происходили на фоне резких флуктуаций уровня моря. Важно отметить следующее: одно и то же событие могло проявляться по-разному в различных фациальных обстановках, но по литолого-геохимическим параметрам

рам соответствующие им отложения, как правило, достаточно резко выделяются на фоне вмещающих их толщ.

Авторы благодарят Российский Фонд Фундаментальных Исследований, при финансовой поддержке которого проводилось изучение меловых-палеогеновых разрезов Дагестана и были получены многочисленные аналитические данные (проекты РФФИ № 06-05-65282 и 04-05-64835).

#### Литература

1. Гаврилов Ю.О. Динамика формирования юрского терригенного комплекса Большого Кавказа: седиментология, геохимия, постдиагенетические преобразования. М.: ГЕОС, 2005. 301 с.
2. Гаврилов Ю.О., Кодина Л.А., Лубченко И.Ю., Музылев Н.Г., Позднепалеоценовое аноксическое событие в эпиконтинентальных морях Пери-Тетиса и образование сапропелитового горизонта: седиментология и геохимия // Литология и полезн. ископаемые. 1997. № 5. С. 492-517.
3. Гаврилов Ю.О., Щепетова Е.В., Барабошкин Е.Ю., Щербинина Е.А. Раннемеловой аноксический бассейн Русской плиты: седиментология и геохимия // Литология и полезн. ископаемые. 2002. № 4. С.359-380.
4. Гаврилов Ю.О., Щербинина Е.А. Глобальное биосферное событие на границе палеоцена и эоцена // Современные проблемы геологии / Под ред. Ю.О. Гаврилова, М.Д. Хуторского. М.: Наука, 2004. С. 493-531.
5. Панов Д.И., Гушин А.И. Стратиграфия нижне- и среднеюрских отложений северного склона Восточного Кавказа (Агвали-Хивская зона) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1993. Т. 68. Вып. 1. С. 48-64.
6. Страхов Н.М. О значении сероводородных бассейнов как областей отложения битуминозных и «нефтепроизводящих» свит // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1937. № 5. С. 893-917.
7. Страхов Н.М. О значении газового режима бассейна для накопления в его осадках органических веществ [замечания на критическую статью Г. И. Теодоровича] // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1941. № 4/5. С. 117-135.
8. Страхов Н.М. Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука, 1976. 299 с.
9. Щербинина Е.А., Александрова Г.Н. Переходный апт-альбский интервал Восточного Кавказа по данным изучения нанно-планктона и диноцист // Горева Н.В., Корчагин О.А. (ред.) Микрорепалеонтология в России на рубеже веков. М.: ГЕОС, 2005. С. 154-155.
10. Arthur M. A., Schlanger, S. O., Cretaceous "oceanic anoxic events" as causal factors in development of reef-reservoired giant oil fields. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1979. V. 63. P. 870-885.
11. Arthur, M. A., Schlanger S.O., Jenkyns H.C. The Cenomanian-Turonian oceanic anoxic event, II. Paleooceanographic controls on organic matter production and preservation in Marine Petroleum Source Rocks. Eds: J. Brooks, A. Fleet. Geol. Soc. of London Spec. Publ. 1987. № 26. P. 401-420.
12. Bralower, T.J., Thomas, E., Zachos, J.C. et al., High-resolution record of the late Paleocene thermal maximum and circum-Caribbean volcanism: Is there a causal link? // Geology. 1997. V. 25, № 11. P. 963-966.
13. Dickens G.R., O'Neil J.R., Rea D.K., Owen R.M. Dissociation of oceanic methane hydrate as a cause of the carbon isotope excursion at the end of the Paleocene // Paleooceanography. 1995. Vol. 10. P. 965-971.
14. Fricke H.C., Clyde W.C., O'Neil J.R., Gingerich P.D. Evidence for rapid climate change in North America during the late Paleocene thermal maximum: Oxygen isotope composition of biogenic phosphate from the Bighorn Basin (Wyoming) // Earth Planet. Sci. Lett. 1998. Vol. 160. P. 193-208.
15. Gavrilov Yu.O., Shcherbinina E.A., Oberhansli H. Paleocene/Eocene boundary events in the Northeastern Peri-Tethys. In Causes and consequences of globally warm climates in the Early Paleogene. Eds: S.L. Wing, P.D. Gingerich, B. Schmitz, E. Thomas. Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. № 369. 2003. P. 49-64.
16. Jenkyns H. C. Cretaceous anoxic events: From continent to oceans. J. Geol. Soc. London. 1980. V.137. P. 171-188.
17. Kaiho K., Arinobu T., Ishiwatari R. et al., Latest Paleocene benthic foraminiferal extinction and environmental changes at Tawanui, New Zealand. Paleooceanography. 1996. V. 11. № 4. P. 447-465.
18. Kennett J.P., Stott L.D. Abrupt deep-sea warming, paleooceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Paleocene. Nature. 1991. V.353. P. 225-229.
19. Koch P.L., Clyde W.C., Hepple R.P. et al. Carbon and oxygen isotope records from paleosols spanning the Paleocene-Eocene boundary, Bighorn Basin, Wyoming. In Causes and consequences of Globally Warm Climates in the Early Paleogene. Eds: Wing S.L., Gingerich P.D., Schmitz B., Thomas E. Boulder. Colorado. Geological Society of America. Special Paper 369. 2003. P. 49-64.
20. Leckie R.M., Bralower T., Cashman R. Oceanic Anoxic Events and plankton evolution: Biotic response to tectonic forcing during the mid-Cretaceous // Paleooceanography. 2002. V. 17. № 3. P. 10-29.
21. Lu G., Adatte T., Keller G., Nivez O., Abrupt climatic, oceanographic and ecologic changes near the Paleocene-Eocene transition in the deep Tethys basin: The Alamedilla section, southern Spain. Eclogae geol. Helv. 1998. № 91. P. 293-306.
22. Schmitz B., Molina E., Von Salis K. The Zumaya section in Spain: A possible global stratotype section for the Selandian and Thanetian stages. Newsletters on Stratigraphy. 1998. V.36. P. 35-42.
23. Schlanger S.O., Jenkyns H. C. Cretaceous oceanic anoxic events: Causes and consequences. Geol. en Minj. 1976. V. 55. P. 179-184.
24. Schlanger S.O., Arthur M. A., Jenkins H. C., Scholle P. A., The Cenomanian-Turonian oceanic anoxic event, I. In Stratigraphy and distribution of organic carbon-rich beds and marine  $\delta^{13}\text{C}$  excursion. Marine Petroleum Source Rocks. Eds: Brooks J., Fleet A. Geol. Soc. of London, Spec. Publ. V. 26. 1987. P. 371-399.
25. Soliman M. E., Obaidalla N. A. Danian/Selandian boundary at Gabal Abu Had section, Nile valley (Egypt): lithostratigraphy, mineralogy, geochemistry, and biostratigraphy. Abstracts of International Meeting Climate and Biota of the Early Paleogene, June 12-20, 2006, Bilbao, Spain. 2006. P.125.
26. Speijer R.P., Schmitz B. A benthic foraminiferal record of Paleocene sea level and trophic/redox conditions at Gebel Aweina, Egypt // Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 1998. Vol. 137, N 1/2. P. 79-101.
27. Speijer R.P., Schmitz B., Luger P. Stratigraphy of the Late Paleocene events in the Middle East: Implications for low- to middle-latitude successions and correlations // J. Geol. Soc. London. 2000. Vol. 157. P. 37-47.
28. Thomas E., Shackleton N.J. The Paleocene-Eocene benthic foraminiferal extinction and stable isotope anomalies. In Correlation of the Early Paleogene in Northwest Europe. Eds: Knox R.W. O'B., Corfield R.M., and Dunay R.E.. Geol. Soc. Spec. Publ. 1996. № 101. P. 401-441.