

Ю. О. Гаврилов

Геологический институт (ГИН) РАН, Москва, Россия, e-mail: gavrilov@ginras.ru



РАННЕТОАРСКОЕ СОБЫТИЕ В БАССЕЙНЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Проявления лейасовых аноксических событий были установлены во многих районах мира. Наиболее известным в ряду этих событий является раннетоарское. Нижнетоарские обогащенные органическим веществом (ОВ) сланцы широко распространены в Европе и встречаются в отложениях как относительно глубоководных обстановок, так и в осадочных комплексах сравнительно мелководных эпиконтинентальных морей. Известны они также в Тунисе, Канаде, Японии, Австралии, Аргентине, на Аляске, Мадагаскаре Севере Сибири и др. Содержания C_{org} в отложениях, соответствующих этому событию, достигают 15% и более. Отмечено, что высокоуглеродистые осадки накапливались на фоне развивающейся эвстатической трансгрессии. Вместе с тем, даже в пределах одного региона встречаются синхронные отложения, представленные не черными сланцами, а иными породами. Так, например, как отмечал Х. Дженкинс [4], в Италии в Ломбардийском бассейне в одних разрезах (Breggia Gorge, Generosa Trough) отложения зоны Falciferum представлены красными фациями Ammonitico Rosso. В то же время в 25 км восточнее в районе Брианца им соответствуют черные сланцы. То есть на фоне одного и того же события в зависимости от фациальных обстановок могли формироваться различные по составу осадки.

На территории Европейской части России тоарские толщи наиболее полно развиты в Кавказском регионе. Особый интерес представляют осадочные образования этого возраста центральной части Северного Кавказа, где они представлены специфическими в минералогическом и геохимическом отношении отложениями. Здесь эти отложения прослеживаются в разрезах Лабино-Малкинской (Л.-М.), Восточно-Балкарской (В.-Б.), Дигоро-Осетинской (Д.-О.) структурно-фациальных зон (СФЗ) и характеризуют обстановки осадконакопления в разных частях обширного палеошельфа бассейна Большого Кавказа – от приближенных к береговой зоне до удаленных от неё. Для всех разрезов характерна одинаковая структура как тоарских, так и верхнеплинсбахских толщ – они представлены отложениями определенным образом построенных осадочных циклов: в их нижней части залегают глинистые породы, сменяющиеся кверху алевритистыми и песчанистыми отложениями (рис. 1). Эти циклы сформировались во время быстрых эвстатических

позднеплинсбахской и раннетоарской трансгрессий. Существующая структура толщ возникла в результате того, что наступавшее на сушу море затапливало долины рек, поставлявших обломочный материал в водоем, в результате чего грубый материал начинал аккумулироваться в верховьях этих долин, а в море выносился тонкий глинистый материал, формировавший нижние части циклов. По мере замедления и затем окончания трансгрессий в море начинал поступать песчаный материал, который образовывал уже верхние части циклов. Наибольший интерес представляют нижние части толщ, накапливавшиеся во время наступления моря на сушу.

В основании тоарской толщи (разрезы Л.-М. и В.-Б. СФЗ) залегают черные или темно-серые аргиллиты или их алевритистые разности с большим количеством сидеритовых конкреций [1]. Насыщенность аргиллитов конкрециями очень велика – на интервале в 1 м залегают до 8 – 10 конкреционных прослоев. Преобладают сидеритовые стяжения, гораздо реже встречаются зональные разности: в ядре – кальцит и аутигенный SiO_2 , однако внешняя часть конкреций неизменно сложена сидеритом; иногда между ними выделяется промежуточная зона, обогащенная фосфатными минералами. Мощность интервала ~15 м. Соответствующая по возрасту этим отложениям глинистая толща (~30 м) в южной части палеошельфа (Д.-О. СФЗ, разрезы по рекам Урух, Ардон), характеризующая достаточно удаленные от берега части палеошельфа, сложена в основании темно-серыми алевритистыми аргиллитами также с желваками сидеритовых конкреций, но количество которых здесь уменьшается. Трансгрессивный этап, с которым связано образование этой толщи, начался в середине раннего тоара (аммонитовая зона *Nauproceras falciferum* [Казакова, 1987]).

Для глинистых отложений нижнего тоара характерна специфическая геохимическая картина. Здесь в алевритистых аргиллитах разрезов Л.-М. СФЗ, относительно приближенных к палеоберегу и в максимальной степени сидеритоносных (например, разрез левобережья р. Баксан), содержится C_{org} – 0,25 %, Fe – 1,75 %; в отложениях, накопившихся в несколько более мористых обстановках (разрезы В.-Б. СФЗ), C_{org} – 0,35 %, Fe – 2,2–2,5 %; в относительно удаленном от берега разрезе (р. Урух) C_{org} ~1 %, Fe – 5,5–6 % (см. рис. 1). Таким образом, для нижнетоарской толщи

минимальные содержания $S_{орг}$ и Fe характерны для *максимально сидеритоносных отложений* (скопления сидеритов иногда приобретают характер небольших рудопоявлений). Если в самых нижних частях тоарского разреза прослеживаются минимальные содержания Fe, то выше по разрезу – там, где конкреций заметно меньше – содержания Fe во вмещающих породах возрастают: в разрезе района р. Баксан (Л.-М. СФЗ) с 1,1–2,3 до 3%, в разрезе р. Черек Безенгийский (В.-Б. СФЗ) с 2,4 до 6%. Обратная зависимость между количеством сидеритовых конкреций и содержанием во вмещающих их отложений Fe, позволяет сделать вывод, что первоначальное содержание Fe в глинистых осадках также было значительным, но в дальнейшем заметно сократилось в результате диагенетического перераспределения соединений железа и стигивания их в конкреции.

Верхнеплинсбахские отложения по структуре и литолого-геохимическим параметрам во многом схожи с нижнетоарской толщей (см. рис. 1). В разрезе верхнего плинсбаха В.-Б. СФЗ по р. Черек Безенгийский нижняя пачка представлена алевритистыми аргиллитами темного коричневатого цвета; на плоскостях напластования часто встречаются скопления мелких растительных остатков, отмечены также окаменевшие (сидеритизированные) фрагменты древесины (несколько см). Наиболее характерной чертой этих отложений, также как и нижнетоарских, является присутствие в них многочисленных прослоев и цепочек конкреций: расстояние между ними на интервалах наиболее частого чередования составляет 5–15 см, мощность прослоев и конкреций – 3–5 см. Сложны они магнезиальным сидеритом. На некоторых участках насыщение отложений

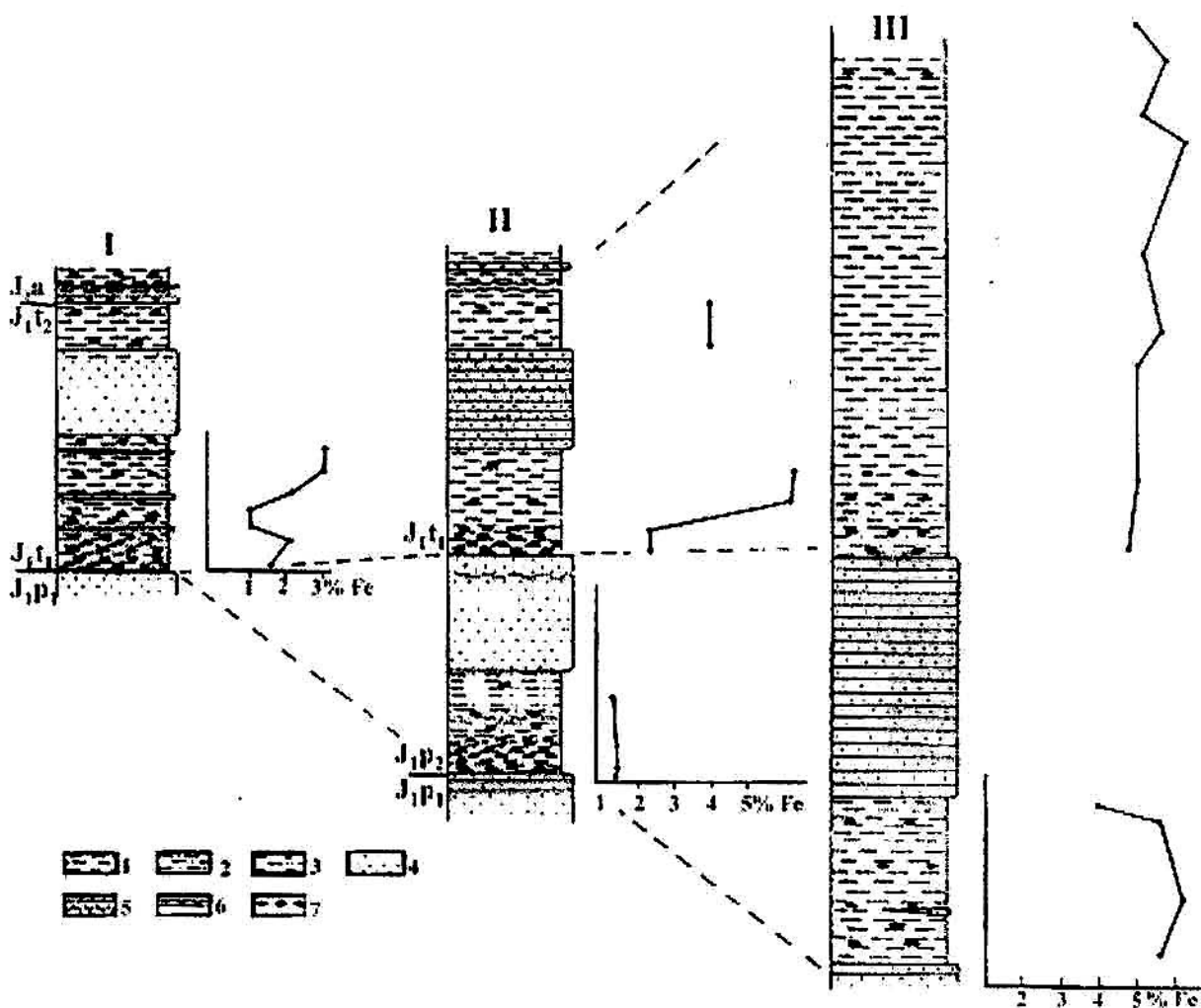


Рис. 1. Литологические колонки лейасовых отложений Центрального Кавказа и распределение в них железа

I – район бассейна р. Баксан (Лабино-Малкинская СФЗ); II – р. Черек Безенгийский (Восточно-Балкарская СФЗ); III – район бассейна р. Урух – р. Айгамуга (Дигоро-Осетинская СФЗ). 1 – аргиллиты; 2, 3 – алевролиты (2 – глинистые, 3 – песчанистые); 4, 5 – песчаники (4 – массивные, 5 – слоистые с прослоями алевролитов); 6 – пласти с железистыми оолитами; 7 – конкреции.

конкрециями настолько велико, что наблюдается почти равноценное по мощности чередование аргиллитов и слоев конкреций. Мощность пачки алевритистых аргиллитов составляет около 20 м, выше (на протяжении нескольких метров) по мере увеличения алевритистости пород и перехода их в песчанистые алевриты конкреционность отложений уменьшается.

Одновозрастные верхнеплинсабахские отложения в пределах Д.-О. СФЗ накапливались в более мористых условиях по сравнению с разрезом Балкарии. Толща в целом характеризуется той же структурой разреза, но с несколько большей суммарной мощностью: в частности, мощность глинистого интервала здесь увеличивается до 50 м. В алевритистых аргиллитах хотя и залегают многочисленные сидеритовые стяжения, но их намного меньше по сравнению с Балкарским разрезом.

Содержания $C_{орг}$ в аргиллитах сидеритонесной пачки по р. Черек Безенгийский (В.-Б. СФЗ) незначительны – около 0,3–0,4 %, в более мористом разрезе Д.-О. СФЗ по р. Урух – около 1 %. Весьма любопытна картина распределения железа: если в разрезе по р. Черек в аргиллитах содержится около 1,5 % Fe, то в разрезе по р. Урух его содержание достигает 5,5–6 % (см. рис. 1).

Таким образом, резюмируя изложенное, подчеркнем следующее: 1) нижние части глинисто-алевритовых пачек, накапливавшихся во время быстрых трансгрессий, обогащены диагенетическими конкрециями преимущественно сидеритового состава; насыщенность отложений сидеритовыми конкрециями и прослоями аномально высока; по мере удаления от палеоберега к более мористым частям водоема она уменьшается; 2) вмещающие конкреции отложения резко обеднены Fe и $C_{орг}$, а также рядом других компонентов, в то время как глинистые

породы из более верхних частей разреза, где конкреции присутствуют в небольшом количестве либо вовсе отсутствуют, характеризуются гораздо более высокими содержаниями железа.

Исключительно высокая конкреционность отложений свидетельствует о том, что в шельфовых осадках раннетоарского и позднеплинсабахского водоемов процессы диагенеза протекали с очень высокой интенсивностью. Для реализации этих диагенетических преобразований требовались гораздо более значительные первоначальные содержания в осадках железа и органического вещества по сравнению с современными их концентрациями в аргиллитах. Расчетные оценки показывают, что в осадках палеоводоемов могло содержаться до 6–7% Fe и более 5% $C_{орг}$. Каковы были обстановки осадконакопления, обусловившие накопление такого рода осадков?

Как следует из анализа разрезов, раннетоарской трансгрессии предшествовал сравнительно непродолжительный регрессивный эпизод в самом начале тоара. Регрессия привела к освобождению от моря полосы морского дна в области шельфа, представлявшую собой пологую местность, сnivelированную морской эрозией и последующим накоплением осадков (рис. 2). Эта новообразованная прибрежная равнина была идеальным местом для развития озерно-болотных ландшафтов, тем более что условия теплого гумидного климата этому весьма благоприятствовали; со стороны моря к ней примыкали мелководные заливы, лагуны. Эти ландшафты формировались очень быстро. Длительность же их существования была, видимо, не более нескольких десятков тысяч лет. Сменившая регрессию трансгрессия привела к тому, что наступающее море активно взаимодействовало с прибрежными ландшафтами: непосредственный контакт этих двух систем

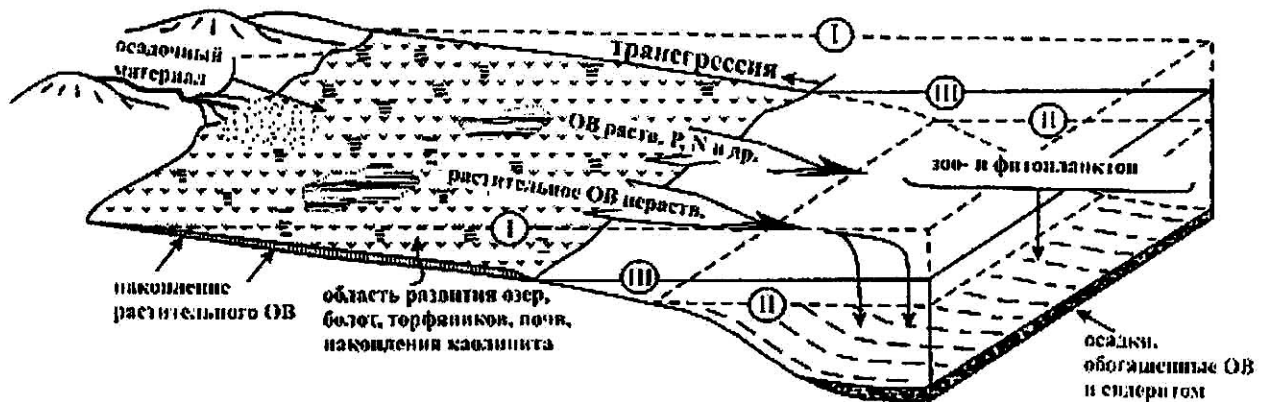


Рис. 2. Схема взаимодействия трансгрессирующего моря с прибрежными озерно-болотными ландшафтами и образования высокоуглеродистых и сидеритонесных отложений.

I-III - положения уровня моря (I - до регрессии, II - при максимальном развитии регрессии, III - во время трансгрессии).

обуславливал разрушение накоплений растительных масс и вынос значительного количества реакционноспособного ОВ в море. Кроме того, сокращенное до минимума расстояние между озерами и болотами, с одной стороны, и морем – с другой, способствовало интенсивному поступлению Р, Fe и некоторых других элементов в море. Железо мигрировало по всей видимости в форме металлоорганических соединений. Поступавшие в водоем ОВ и Fe накапливались прежде всего в областях, относительно приближенных к береговой линии. Здесь в осадках особенно интенсивно протекали диагенетические процессы, приводившие к образованию скоплений сидерита. Судя по часто встречающимся растительным остаткам в глинисто-алевритовых отложениях принесенное с суши ОВ в основном и определяло характер и интенсивность диагенеза. Но не только аллотигенное ОВ обогащало илы – накопление глинистых осадков в раннем тоаре сопровождалось высокой биологической продуктивностью самого водоема и морские организмы внесли заметный вклад в обогащение осадков ОВ. Высокую биопродуктивность водоема обуславливал вынос из наземных ландшафтов таких биофильных элементов, как С, Р, N и др. Отметим, что по данным В.А. Ковалева [3] торфяники и болотный процесс в целом можно рассматривать как один из характерных типов проявления геохимической миграции фосфора в зоне гипергенеза. Теплое море и поступление в водоем биофильных элементов обусловили благоприятные условия для достаточно высокой биопродуктивности в шельфовой части водоема. Причем по мере удаления от берега доля бассейнового ОВ в осадках возрастала, сменяя растительное ОВ, доминировавшее в прибрежной части. Но в том же направлении увеличивались скорости терригенного осадконакопления и соответственно относительное количество ОВ в осадках уменьшалось. Кроме того, аллотигенное ОВ при переносе в эти части водоема успевало окислиться и теряло свою реакционную способность; соответственно процессы диагенетического сидеритообразования протекали здесь гораздо менее интенсивно и существенных скоплений сидеритов не возникало.

В целом аналогичным образом происходило образование верхнеплинсбахских отложений центральной части Северного Кавказа.

Таким же был в общих чертах сценарий накопления нижнетоарских отложений в эпиконтинентальных морях Западной Европы. Однако здесь поступавшие в водоемы результате трансгрессии биофильные элементы привели к вспышке биопродуктивности и накоплению

высокоуглеродистых толщ; сидеритовые прослои встречаются в них редко, поэтому на сидеритообразование не было затрачено скольконибудь значительных количеств ОВ. В шельфовых осадках Северокавказского бассейна раннетоарские (и позднеплинсбахские) осадки первоначально также были высокоуглеродистыми, но в результате интенсивных диагенетических процессов содержания ОВ в них резко сократились.

Таким образом, в раннетоарское время на фоне эвстатической трансгрессии во многих районах мира был развит процесс накопления высокоуглеродистых осадков; однако, в зависимости от конкретных фациальных обстановок и интенсивности диагенетических преобразований итоговый геохимический облик отложений в разрезах разных палеобассейнов мог быть существенно различным. Если в одних палеогеографических условиях при накоплении углеродистых осадков (например, в бассейнах Западной Европы) аноксидные обстановки в осадках и наддонной воде могли сопровождаться сероводородным заражением вод, то в других (например, в бассейне Большого Кавказа) исключительно активные процессы диагенетического сидеритообразования сопровождалась эвакуацией из осадков значительных количеств углекислоты и обуславливали возникновение (по крайней мере в некоторых частях бассейна) углекислотного заражения вод, что в обоих случаях должно было оказывать неблагоприятное воздействие на биоту [1].

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 03-05-64840.

Литература

1. Гаврилов Ю.О. Динамика формирования юрского терригенного комплекса Большого Кавказа: седиментология, геохимия, постдиагенетические преобразования. М.: ГЕОС, 2005. 301 с.
2. Казакова В.П. Тоарские хильдоцератиды (аммоноидеи) из джигатской свиты междуречья Большой Зеленчук – Кубань (Северный Кавказ) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1987. Т. 62. Вып. 1. С. 86–102.
3. Ковалев В.А. Болотные минералогическо-геохимические системы. Минск: Наука и техника, 1985. 327 с.
4. Jenkyns H.C. The Early Toarcian (Jurassic) anoxic event: stratigraphic, sedimentary and geochemical evidence // Amer. J. Sci. 1988. V.288. P.101–151

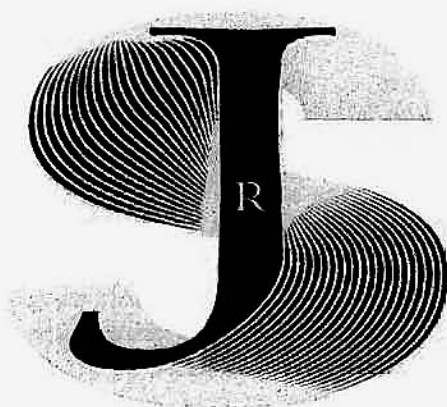
Российская Академия наук
Российский Фонд Фундаментальных Исследований

ПЕРВОЕ ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ

«Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии»

Москва, Геологический институт РАН, 21-22 ноября 2005 г.

Под редакцией Захарова В.А., Рогова М.А. и Дзюба О.С.



FIRST ALL-RUSSIAN MEETING

“Jurassic system of Russia: problems of stratigraphy and paleogeography”

Moscow: Geological Institute of Russian Academy of Sciences, November 21-22, 2005

Edited by Zakharov V.A., Rogov M.A., Dzyuba O.S.

Москва: ГИН РАН