

УДК 56.074.6.552.578.3:116.2

ПАЛЕОЭКОСИСТЕМА ВОЛЖСКОГО СЛАНЦЕРОДНОГО БАССЕЙНА ФАЗЫ DORSOPLANITES PANDERI

© 1996 г. Г. В. Кулёва, З. А. Яночкина, Т. Ф. Букина

Научно-исследовательский институт геологии при Саратовском государственном университете,
410750 Саратов, ул. Московская, 161, Россия

Поступила в редакцию 02.12.93 г., получена после доработки 15.08.94 г.

Рассмотрена экосистема времени формирования низкокалорийных горючих сланцев и сапропелевых глин в завершающую стадию бассейна фазы *Dorsoplanites panderi*. Палеобиономические построения, выполненные на основе исследования всех остатков фауны, изучения вещественного состава пород, их текстур, структур и наноструктур, состава и свойств керогена, пелитовых компонентов и других особенностей свидетельствуют о ведущей роли скелетных и органических остатков кокколитофорид в составе исходных осадков. Седиментация происходила в обстановке неустойчивой солености и гидродинамического режима, сравнительно небольших глубин (максимально до 80–100 м) и умеренно-теплых вод.

Реакции, протекавшие в осадках мелеющего бассейна, изменились от восстановительных до слабо окислительных. Периодическое отсутствие аноксидных обстановок в осадках, сформировавших горючие сланцы с низкой теплотворной способностью, и было причиной существенной деградации исходного сапропелевого органического вещества.

Ключевые слова. Палеоэкосистема, низкокалорийные горючие сланцы, сапропелевые глины, микрофлора, Волжский регион.

В течение ряда лет авторами выполнялись исследования по стратиграфии сланценосной толщи Волжского региона и литолого-геохимическим особенностям слагающих ее пород в связи с разработкой легенды для крупномасштабного карттирования и корреляции разрезов месторождений. В процессе этих работ получены данные по систематическому составу ископаемых органических остатков и их эколого-тафономическим особенностям, а также вещественному составу пород сланценосной толщи, что позволяет обратиться к рассмотрению этого интереснейшего геологического объекта в экосистемном плане.

Сама сланценосная формация (центральная часть Волжского бассейна—Среднее Поволжье, Заволжье, Общий Сырт, Северный Прикаспий и сопредельные площади) принадлежит в стратиграфическом отношении зоне *Dorsoplanites panderi* средневолжского подъяруса. Она имеет максимальную мощность до 100–110 м и насчитывает в своем составе от 5–6 до 12 пластов горючих сланцев с различным содержанием органического вещества (OB) и другими особенностями состава, отражающими условия их формирования (Кулёва и др., 1992).

В данной статье с позиций экосистемного анализа рассматриваются темно-серые низкокалорийные горючие сланцы¹ и встречающиеся в парагенезе с ними черные и темно-серые сапропелевые глины верхней части сланценосной толщи

(слои с *Haplorthragmoides volgensis inviolatus* Dain—Кулёва, Барышникова, 1988), где они содержат большое количество ископаемых органических остатков и являются одними из наиболее значимых компонентов разреза. С точки зрения палеобиономических реконструкций они представляют собой палеоэкосистемы низшего ранга — палеобиофации (Собецкий, 1978) и являются весьма выразительными объектами для такого рода исследований, поскольку в них содержится богатая информация об образе жизни и взаимоотношениях организмов и о среде их обитания.

С целью выявления параметров экосистемы бассейна времени накопления осадков, послуживших исходными для вышеуказанных пород, нами использовался комплекс литолого-геохимических и палеонтологических методов, исследовалось органическое вещество, в том числе рентгенографическая характеристика выделенного керогена.

Палеонтологические остатки рассматривались в плане возможностей палеобиономических реконструкций, причем использовались не только лидирующие группы биоса, но и все другие разнообразные ассоциации организмов, все сохранившиеся фрагменты древней экологической системы.

Большую роль при палеобиономических построениях играли эколого-тафономические исследования, проводившиеся по методике Р.Ф. Геккера (1955, 1966), В.А. Собецкого (1978), Б.Т. Янина (1983), Т.П. Морозовой и Г.В. Кулёвой (1992). При выявлении экологических особенностей ископаемых организмов широко применялся актуа-

¹ По индексации георазведки — это рабочий пласт II сложного строения до 1.3 м мощности.



Рис. 1. Ориентированная хлопьевидно-лепестково-кокколитоваяnanoструктура низкокалорийных горючих сланцев. РЭМ, увел. 7000.

листический метод, использование которого, несмотря на известные ограничения, значительно расширяет возможности интерпретации физико-географических параметров среды – глубины, гидродинамики, температуры и т.д.

В указанных сланцах и сапропелевых глинах содержатся представители различных групп фауны, в основном это – двустворчатые моллюски, в меньшем числе – брюхоногие, головоногие, лопатоногие, изредка присутствуют брахиоподы, морские ежи; из микрофaуны постоянны фораминиферы, единичны ostrакоды.

В качестве основной операционной единицы при палеобиономических реконструкциях использовался род, так как, по общепризнанному мнению исследователей, в пределах его мало меняются этология, характер питания и способы добычи пищи, диапазон реакций организмов на абиотические факторы, особенно у двустворчатых моллюсков. Кроме того, немалое значение имеет и тот факт, что в отличие от вида таксоны родового ранга всеми специалистами понимаются однозначно.

Для получения более объективных данных по биоценозам микрофaуны современных морей первостепенное значение в настоящее время придается выявлению численности фауны на определенный объем осадка и количественному учету таксонов. Идентичный подход применялся нами при изучении ископаемых фораминифер. Общая численность комплекса² приводилась к единому

для всех пород показателю – “фораминиферовому числу” (ФЧ), количеству раковин на 100 г веса сухой породы. ФЧ позволяет более объективно сравнивать комплексы разных литотипов и тем самым получать максимально достоверную информацию.

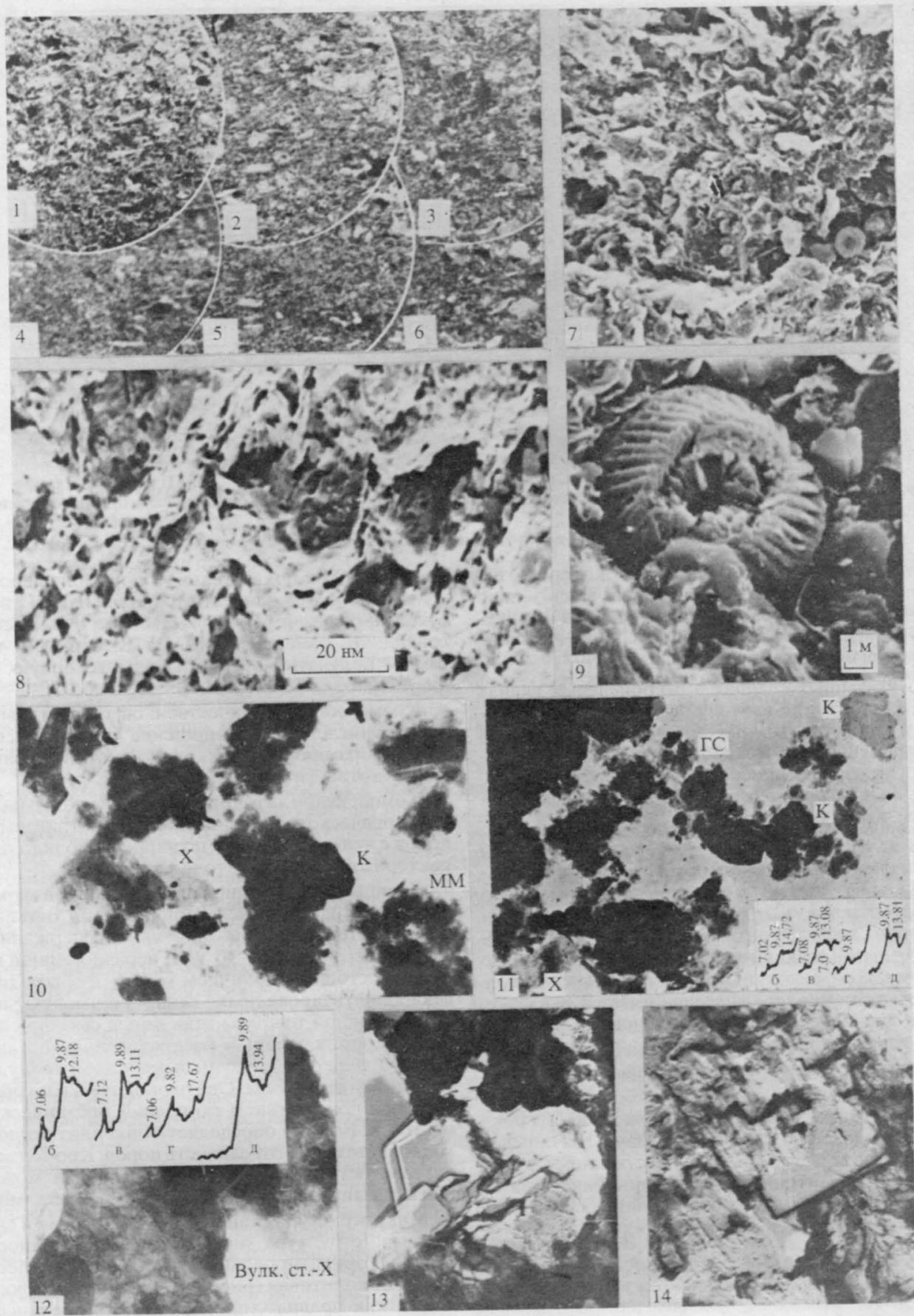
Кроме общей количественной оценки, выявлялось численное соотношение экологических типов фораминифер – секреционного и песчаного (агглютинирующего) бентоса.

Комплексное литолого-геохимическое и палеонтологическое исследование рассматриваемых пород с указанных выше позиций позволило охарактеризовать их достаточно полно.

Сланцы имеют темно-серую до черной окраску, иногда наблюдается коричневатый оттенок; они характеризуются повышенным содержанием алевритовых частиц – до 30%, неравномерной известковистостью, наличием макро- и микролинз декарбонатизированных глин. Горизонтальная тонкослоистая текстура этих пород связана с неравномерно послойным распределением органического вещества, слабым изменением гранулометрического состава. Она периодически подчеркивается присутствием скоплений органических остатков. Все это определяет тонкоплитчатую и тонколистоватую отдельность пород. Кроме того, листоватость низкокалорийных сланцев может быть связана и с диагенетическими процессами.

Микротекстура сланцев микролинзовая и структурная, структура алевро-пелитовая, nanoструктура ориентированная хлопьевидно-лепестково-кокколитовая (рис. 1). Сохранность кокколитов, как правило, плохая, особенно в линзах

² По А.В. Фурсенко (1978) и А.А. Григялису (1985): комплекс – совокупность захороненных в осадке фораминифер, установленных в образце пород.



декарбонатизированных глин, в которых определяется реликтовая кокколитовая наноструктура (рис. 2), позволяющая сделать вывод о диагенетическом растворении карбонатов известково-сапропелевых илов.

По данным рентгеноструктурного анализа состав выделенного из сланцев керогена сапропелевый с незначительным количеством гумусовых компонентов.

По характеру ОВ, количество которого колеблется от 13 до 24%, сланцы являются альгинито-сапро-коллинитовыми. В составе ОВ преобладают окисленные (побуревшие) сапропелевые микрокомпоненты с примесью аллохтонных углефицированных растительных остатков и вторичных гуминовых кислот, образованных при разложении альгинита аэробами в ходе седиментации и анаэробными бактериями в ходе диагенеза. Это обусловлено неравновесным состоянием среды осадконакопления, колебаниями Eh и pH в рассматриваемый отрезок времени существования бассейна.

Зональность рассматриваемых горючих сланцев достигает 60–65%, что, очевидно, связано с повышенным привносом терригенного материала. Особенno высоки содержания глинистых минералов, образующих, наряду с органо-минеральными агрегатами, самостоятельные микролинзы с однородной оптической ориентировкой частиц. В пелитовой фракции рентгеноструктурным анализом определяется гидрослюдя (40–60%), монтмориллонит (5–25%), хлорит (до 5%), каолинит (5–10%), примесь кварца, полевых шпатов, сидерита. Дифрактограммы фракций <1 мкм с характерными рефлексами вышеупомянутых глинистых минералов приведены на рис. 2, 3.

Помимо перечисленных минералов на электронномикроскопических снимках выявляются палыгорскит и галлуазит. Одновременно с ними в составе алевритовых частиц фиксируются неустойчивые к выветриванию минералы: эпидот, роговая обманка, биотит и характерный набор литофильных микроэлементов – Cr, V, Ti. Эти компоненты пород и палыгорскит имеют сходство с продуктами аридного литогенеза, установленными в составе песчано-алевро-глинистых образований верхнепермско-триасовых источников сноса (Яночкина, 1966). Аллотигенный каолинит, галлуазит, ряд других глинистых минералов сланцев могли поступать из средне-позднетриасово-раннеюрских гумидных кор выветривания близлежащих регионов, состав которых был изучен В.А. Гуцаки и В.В. Гудошниковым (1969).

Характерным явлением для темно-серых сланцев на стадии диагенеза было изменение в них глинистых частиц, выраженное в появлении дефектов в структурах гидрослюд и хлорита, растворении карбонатов, замещении кокколитов аутигенными глинистыми минералами, в том числе каолинитом и галлуазитом. Вероятно, все эти процессы были следствием частичного опреснения бассейна, сопровождавшемся снижением pH придонного слоя вод (Пугачев, Калмыкова, 1985).

На возможность образования в опресненных морских обстановках сланцев с сидеритом – продуктом глеевого углекислотного диагенеза – указывают Я.Э. Юдович и М.П. Кетрис (1988), о неустойчивости в таких условиях всех карбонатов – Куртис (Curtis, 1980). Аналогичные явления отмечаются в юрских горючих сланцах бассейна р. Печоры (Романович, 1981), Волжского бассейна (Пугачев и др., 1985).

В.И. Пугачев считает, что в осадках при этом устанавливались не восстановительные условия, а слабо окислительные, что подтверждается исследованием химического состава остаточных растворов в глинах и горючих сланцах П пласта. Периодические опреснения трактуются В.В. Романовичем как катастрофические для морской фауны и выдвигаются в качестве основной причины расцвета примитивных организмов-сланцеобразователей в условиях стрессовых экосистем.

Ассоциирующие с рассматриваемыми сланцами сапропелевые глины имеют темно-серую окраску, они алевритовые и алевритистые, неравномерно известковистые. По основным литолого-геохимическим особенностям глины весьма близки к сланцам, отличаясь главным образом меньшим содержанием ОВ. Очевидно, их формирование сопровождалось усилением привноса терригенного материала, при одновременном некотором снижении продуктивности фитопланктона, обусловленном временной нормализацией условий, при которой более обильно развивались обычные группы типично морских фаун, остатки их, как правило, в глинах более обильны, чем в сланцах.

Основные выводы по интерпретации литолого-геохимических особенностей пород в отношении параметров среды осадконакопления сводятся к следующему: исходным и определяющим органическим веществом при накоплении илисто-сапропелевых осадков служили биогенные компоненты нанопланктона – золотистых водорослей кокколитофорид как гаметофитных, так и спорофитных поколений (Букина, 1988), обладающих различной скоростью размножения. По данным

Рис. 2. Характерные особенности декарбонатизированных сапропелевых глин.

1–6 – пелитовая и алевропелитовая структура глин. Поляризационный микроскоп. Увел. 1000; 1, 3, 5 – поляроиды скрещены; 2, 4, 6 – поляроиды параллельны; 7–9 – хлопьевидная и реликтовая кокколитовая наноструктура глин. РЭМ, увел. 1000–7000; 10–14 – морфология пелитовых частиц, наблюданная в суспензии. ПЭМ, увел. 5000–13 000; ГС – гидрослюдя, ММ – монтмориллонит, К – каолинит, Х – хлорит. Рентгеноструктурная характеристика пелитовой фракции: б – естественный ориентированный образец; в – обработанный в HCl; г – насыщенный глицерином, д – про-каленный при 600°C в течение одного часа.

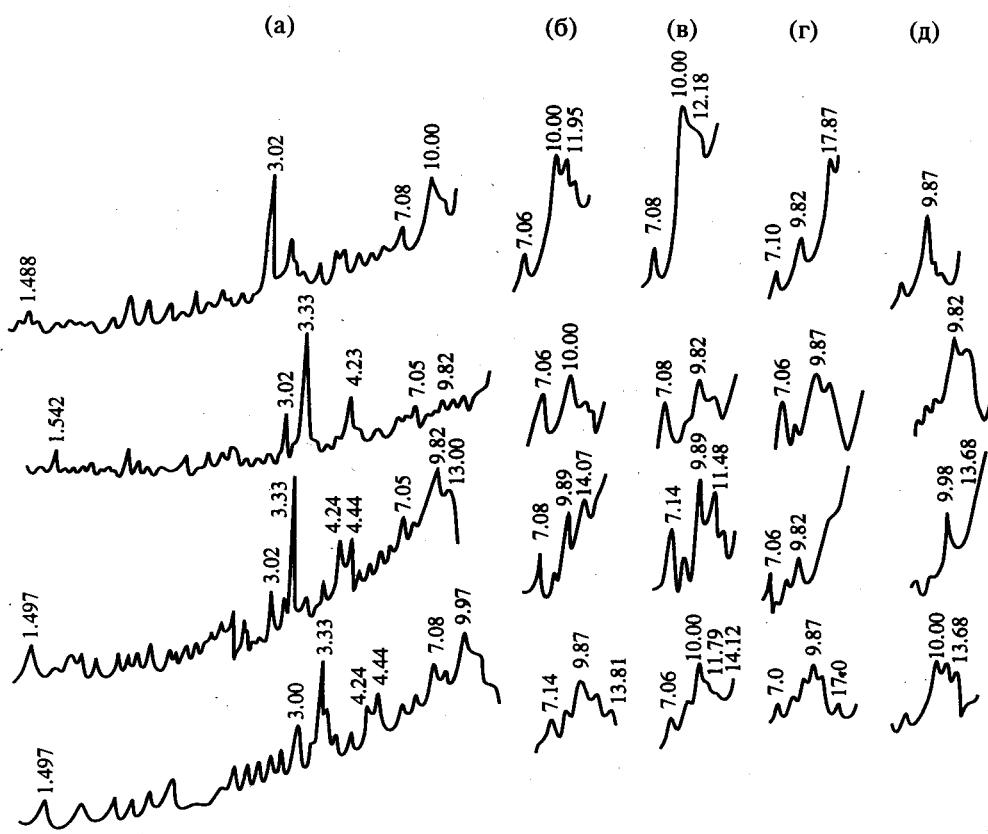


Рис. 3. Дифрактограммы фракций <1 мкм; а – естественный неориентированный образец; б – естественный ориентированный образец; в – обработанный в HCl; г – насыщенный глицерином; д – прокаленный при температуре 600°C в течение одного часа.

А.И. Егорова (1985), В.М. Горленко и С.И. Жмура (1989), значительную долю ОВ сланцев составляют остатки сине-зеленых водорослей (цианей). Не исключено, что они могли находиться в симбиозе с кокколитофоридами или развиваться поверх осадков, богатых скелетами этих водорослей, дополняя “маты” золотистых водорослей и связывая их в единые геологические тела.

Характер текстур показывает на умеренно-спокойные гидродинамические условия с элементами активноводных, а геохимические особенности пород – на некоторое понижение нормальной морской солености в те геологические “мгновения”, в которые происходило накопление исходных осадков.

В орнитокомплексах рассматриваемых пород присутствуют обильные и разнообразные органические остатки, это – двустворчатые моллюски *Phacoides*, *Oxytoma*, *Astarte*, *Buchia*, *Entolium*, *Inoceramus*, лопатоногие *Dentalium*, брюхоногие *Scurria*, брахиоподы *Lingula*, аммониты, мелкие косточки и чешуя рыб, фораминиферы, кокколиты. Характерным элементом орнитокомплексов являются грунтоеды, следы которых наблюдаются довольно часто.

В количественном отношении преобладают двустворчатые моллюски, обильны мелкие ска-

фоподы-денталиумы, брахиоподы единичны. Много аммонитов, их родовой состав обычен для зоны *Dorsoplanites panderi*, это, кроме зонального рода, *Zaraikites* и *Pavlovia*. Остатки преимущественно мелкие, не более 0.5 см, крупные только немногие из скуррий, единичные бухии, иноцерамы, аммониты.

Реклентная сохранность остатков в основном плохая – от раковин в большинстве случаев остается лишь тонкая известковая пленка. Следов перемещения остатков нет – все раковины целые, неокатанные, у двустворчатых моллюсков створки раскрыты, но чаще всего неразобщены. Преобладающий тафономический тип захоронений – неравномерно-рассеченный, послойный, что свидетельствует об образовании местонахождений в условиях умеренной подвижности воды, возможно – существования придонных течений. Такие условия А.П. Кузнецова (1980) связывает с верхней частью средней сублиторали. На плоскостях некоторых плитчатых отдельностей наблюдаются массовые скопления молоди аммонитов, двустворчатых и лопатоногих моллюсков – послойный концентрированный тип захоронений (Собецкий, 1978).

По преобладанию в орнитокомплексах представителей двустворчатых моллюсков рода

Экологическая характеристика двустворчатых моллюсков, гастропод, скафопод и брахиопод фазы *Dorsoplanites panderi* Волжского бассейна

Фауна	Экологические факторы								соленость стеногалинные (обычно), но переносящие опреснение
	этологический	трофический	эдафический	гидродинамический	батиметрический	кислородный	термический		
Phacoides	прикрепляющиеся	секстофаги (фильтраторы)	песчано-илистые грунты	слабая	эврибатные	эвриоксибionтные	холодолюбивые	+	+
Astarte	+ погружающиеся	+ фитофаги	эвритопные	умеренная	мелководные	стенооксибionтные	термич.	+	+
Oxytoma	+ перемещающиеся	+ секстофаги	песчано-илистые грунты	слабая	эврибатные	эвриоксибionтные	холодолюбивые	+	+
Buchia	+ перемещающиеся	+ фильтраторы	эвритопные	умеренная	мелководные	стенооксибionтные	термич.	+	+
Entolium	+ перемещающиеся	+ фильтраторы	эвритопные	умеренная	мелководные	стенооксибionтные	холодолюбивые	+	+
Inoceramus	+ перемещающиеся	+ фильтраторы	эвритопные	умеренная	мелководные	стенооксибionтные	термич.	+	+
Scurria	+ перемещающиеся	+ фильтраторы	эвритопные	умеренная	мелководные	стенооксибionтные	холодолюбивые	+	+
Dentalium	+ перемещающиеся	+ фильтраторы	эвритопные	умеренная	мелководные	стенооксибionтные	термич.	+	+
Lingula	+ перемещающиеся	+ фильтраторы	эвритопные	умеренная	мелководные	стенооксибionтные	холодолюбивые	+	+

Phacoides и литологическому составу рассматриваемые породы выделяются нами в факоидесовую палеобиофауну алеврито-глинистой сублиторали (Кузнецов, 1980).

Тафономические особенности позволяют считать данные орбитокомплексы прижизненными захоронениями, основными составляющими палеоценозов, и рассмотреть классификацию их представителей по экологическим параметрам. Результаты экологической интерпретации сведены в нижеследующую таблицу, составленную по родовым представителям.

Орбитокомплексы фораминифер в сапропелевых глинах характеризуются колебаниями ФЧ – от 150 до 300 экземпляров, и довольно бедным видовым составом – не более 15 видов. Особенностью является преобладание в комплексах секреционных форм. Это представители родов *Lenticulina*, *Marginulina*, *Citharina*, *Saracenaria*, имеющие крупную массивную фарфоровидную раковину с хорошо развитой и разнообразной скульптурой (ребра, кили, пупочные утолщения). Особенно многочисленны лентикулины. Агглютинирующие (*Haplophragmoides*) составляют 2–3%.

Доминирование секреционных форм и крупные размеры их раковин указывают на нормальную соленость бассейна и его мелководность.

В комплексах из низкокалорийных горючих сланцев при примерно таком же ФЧ, но с более бедным видовым составом (не более 10 видов) соотношение экологических группировок совершенно иное – агглютинирующие формы составляют от 75 до 97%. В основном это представители родов *Haplophragmoides*, *Ammobaculites*. Секреционные формы немногочисленны, что, очевидно, связано с их растворением в осадке.

Полученная по макро- и микроостаткам экологическая информация позволяет представить общую характеристику биоты времени формирования сапропелевых илов по следующим параметрам.

Систематический признак. Бассейн населяли представители различных групп морской фауны и флоры, от одноклеточных до высокоорганизованных. В составе макробентоса преобладали двустворчатые моллюски, значительное развитие имели скафоподы, гастроподы-скуррии, присутствовали брахиоподы, илоеды, бентические макрофиты. Микрофауну бентоса представляли ассоциации фораминифер, как агглютинирующих, так и секреционных. Пелагиаль населяли аммониты, рыбы и, вероятно, морские ящеры, а также фитопланктон – золотистые водоросли кокколитофориды, радиолярии.

Этологический признак. Наиболее многочисленными были представители инфауны – зарывающиеся двустворчатые моллюски рода *Phacoides* и скафоподы-денталиумы. Из эпифауны заметное место занимали гастроподы *Scurria*, перемещавшиеся по водорослям; остальные члены донного макробиоса – биссусные астарты, бухии,

иноцерамы, окситомы, зарывающиеся лингулы – существенной роли не играли.

Трофический признак. Кроме фитофагов скуррий и обитающих в осадке безвыборочных детритофагов-илоедов, все остальные представители эпи- и инфауны являлись подвижными и неподвижными сестенофагами.

Термальный признак. В биоценозах, судя по современному распространению родовых представителей, преобладали умеренно-теплолюбивые двустворчатые моллюски *Phacoides*, брюхоногие *Scurria*; однако, здесь же, хотя и в небольшом количестве, присутствовали холодолюбивые бухии, иноцерамы, астарты, предпочитавшие умеренные воды окситомы, пектиниды. Виды аммонитов, остатки которых присутствуют в рассматриваемых породах, широко распространены в бореальных морях.

Солевой признак. Аммониты, подавляющее большинство других моллюсков и фораминифер принадлежало к морским стеногалинным организмам. Только представители рода *Phacoides* и лингулы могли переносить понижение нормальной морской солености.

Гидродинамический, батиметрический, эдактический признаки. Большая часть представителей донных биоценозов-фильтраторов предпочитала относительно мелководные условия и слабую гидродинамику, песчано-илистые грунты, распространение фитофагов скуррий ограничивалось фотической зоной (до 80–100 м).

На параметры экосистемы времени накопления осадков, исходных для формирования низкокалорийных горючих сланцев и сапропелевых глин, несомненно, оказывал влияние общий характер седиментационного цикла, которому отвечают верхи зоны *panderi* – слои с *Haplophragmoides volgensis inviolatus* Dain и с *Marginulina formosa* Mjatl. Этот цикл имел трансгрессивно-регressive направленность и сопровождался расширением бассейна и его обмелением на фоне общего поднятия как дна, так и элементов прилегающей суши (Букина, 1988; Кулёва и др., 1992). На дневную поверхность в это время были одновременно выведены верхнетриасово-нижнеюрские гумидные и аридные пермско-нижнетриасовые отложения, они и служили, главным образом, источниками сноса в fazu *panderi*. Незначительные превышения базиса эрозии обусловливали поступление в бассейн преимущественно дисперсных частиц, а в периоды относительно больших поднятий – крупноалевритовых. Общая аридизация климата подчеркивается хорошей сохранностью в породах ассоциаций малоустойчивых минералов из верхней перми. Однако в “моменты” формирования сапропелевых илов происходила некоторая гумидизация климата, видимо, вызываемая расширением связи с океаническим бореальным бассейном (отсюда – большое число среди беспозвоночных бореальных форм), а также вы-

падением обильных дождей, наполняющих реки и опресняющих поверхностные слои водного зеркала морского бассейна.

Биономическая обстановка факоидесовой палеобиофации, к которой отнесены рассматриваемые породы, складываются из следующих факторов.

Донная растительность, служившая пищей многочисленным скурриям, указывает на глубины не больше 80–100 м и, следовательно, достаточную освещенность. Значительное преобладание сестонофагов (главным образом факоидесов) связано с большим количеством пищевой взвеси, что, вероятно, обусловлено подвижностью водных масс, возможно, наличием течений, доставляющих пищу и обеспечивающих нормальный газовый режим для обильной эпи- и эндофауны как в придонных водах, так и в верхних слоях осадка. Кроме того, пищей, очевидно, служило и ОВ, сортированное на глинистых частицах осадка.

Особая роль среди населения бассейна принадлежала кокколитофоридам – именно их высокая продуктивность обуславливала формирование сапропелевых илов. Экстремальное развитие кокколитофорид могло быть связано с возникновением стрессовых ситуаций, вызванных достаточно чувствительным опреснением (Романович, 1981), гибельным и для стеногалинной морской фауны, что зафиксировано и наличием послойных концентрированных тафономических типов захоронений в сланцах и сапропелевых глинах. В качестве фактора, усиливающего стрессовость обстановки и стимулирующего экстремальную продуктивность фитопланктона, не исключается и насыщение вод ураном (Неручев, 1982).

Таким образом, основными продуцентами первичного ОВ в бассейне были макро- и микроводоросли, первичным консументом – микрозоопланктон (личинки моллюсков, радиолярии) и бентос. Микрозоопланктон, в свою очередь, служил пищей бентосу, а последний – головоногим моллюскам. Осадок, богатый органикой, перерабатывался безвыборочными детритофагами – илоедами и бактериями, являвшимися активными редуцентами экосистемы.

Выполненная реконструкция древней экосистемы представляет собой опыт детальных экосистемных исследований, через которые можно проследить экосистему всей фазы *panderi* в эволюции и в значительной мере преодолеть неполноту экосистемных отношений, которая отражена в геологической летописи.

Такие разработки имеют важное значение для выявления общих закономерностей развития древних бассейнов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Букина Т.Ф., Яночкина З.А., Суетнова Н.А. Наноструктуры как показатели диагенетических процессов в

горючих сланцах Волжского бассейна // Геохимия, минералогия и литология черных сланцев. Сыктывкар: Изд-во Коми НЦ УрО АН СССР, 1987. С. 128–129.

Букина Т.Ф. Седиментогенез и ранний литогенез верхнеюрских сланценосных отложений центральной части Волжского бассейна. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: ГИН АН СССР, 1988. 24 с.

Геккер Р.Ф. Наставление для исследований по палеоэкологии. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 37 с.

Геккер Р.Ф. О прижизненных связях организмов геологического прошлого // Организм и среда в геологическом прошлом. М.: Наука, 1966. С. 14–30.

Горленко В.М., Жмур С.И. Древние цианобактериальные маты как источник ОВ морских горючих сланцев. Тезисы докл. IX Международ. симпоз. по биогеохимии. М.: Наука, 1989. С. 215.

Григалис А.А. Фораминиферы юрских отложений юго-западной Прибалтики. Вильнюс: Мокслас, 1985. 240 с.

Гуцаки В.А., Гудошников В.В. История формирования и минералогический состав кор выветривания Орского Урала и Зауралья // Коры выветривания Урала. Саратов: Изд-во СГУ, 1969. С. 45–62.

Егоров А.И. Угленосные и горючесланцевые формации Европейской части СССР. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1985. 192 с.

Кузнецова А.П. Экология донных сообществ Мирового океана. Трофическая структура. М.: Наука, 1980. 224 с.

Кулёва Г.В., Барышникова В.И. Расчленение зоны *Dorsoplankites panderi* Заволжья по фораминиферам // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1988. № 7. С. 126–128.

Кулёва Г.В., Барышникова В.И., Яночкина З.А. и др. Гипостратотип зоны *Dorsoplankites panderi* Волжского сланценосного бассейна. Деп. в ВИНТИ. № 1324 В92. М., 1992. 126 с.

Морозова Т.П., Кулёва Г.В. Методика эколого-тафономических исследований макрофауны беспозвоночных по керну нижнемеловых разрезов Северного Прикаспия // Материалы по методам тафономических исследований. Саратов: Изд-во СГУ, 1992. С. 39–48.

Неручев С.Г. Уран и жизнь в истории Земли. Л.: Недра, 1982. 208 с.

Пугачев В.И., Калмыкова Ю.А. Изучение палеогеохимических условий накопления органического вещества горючих сланцев Волжско-Печорской сланценосной провинции. Деп. в ВИНТИ, № 1060, 08.02.85; М., 1985. 49 с.

Романович В.В. Биостратономические особенности мезозойских отложений Северо-Востока Европейской части СССР. Препринт. Научные доклады. Сыктывкар. 1981. Вып. 67. 43 с.

Собецкий В.А. Донные сообщества и биogeография позднемеловых платформенных морей Юго-Запада СССР. Тр. ПИН АН СССР. 1978. Т. 166. 185 с.

Фурсенко А.В. Введение в изучение фораминифер. Новосибирск: Наука, 1978. 213 с.

Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. Л.: Наука, 1988. 272 с.

Янин Б.Т. Основы тафономии. М.: Недра, 1983. 183 с.

Яночкина З.А. Статистические методы изучения пестроцветов. М.: Недра, 1966. 141 с.

Curtis C.D. Diagenetic alteration in black shales // J. Geol. Soc. London. 1980. V. 137. P. 189–194.

Рецензент И.А. Басов