

6. Занин Ю.Н. и др. Бактериоморфные образования в желваковых и зернистых фосфоритах // Геология и геофизика. -1987. -№2. -С.43-49.
7. Занин Ю.Н. и др. Микробиаальный фактор фосфоритообразования // Проблемы геологии фосфоритов (Тез. докл. и путеводитель VI Всесоюзного совещания). -Таллин, 1998. -С.21-22.
8. Батурич Г.Н., Дубинчук В.Т. Микроструктуры океанских фосфоритов. -М., 1979. -202с.
9. Миртов Ю.В. и др. Ультромикроструктуры фосфоритов. -М., 1987. -223с.
10. Холодов В.Н., Пауль Р.К. Фосфатные пеллеты фосфоритов Каратау как показатель их генезиса // Литология и полезные ископаемые. -1995. -№1. -С.61-75.
11. Орлеанский В.К. и др. Лабораторное моделирование онколитоподобных фосфатных образований // Литология и полезные ископаемые. -1994. -С.127-130.
12. Полянин В.А. Фосфориты Среднего Поволжья. -Казань, 1969. -192 с.
13. Холодов В.Н., Пауль Р.К. Новая гипотеза происхождения фосфоритов // Природа. -1993. -№2. -С.28-30.
14. Холодов В.Н., Пауль Р.К. Проблемы генезиса фосфоритов // Литология и полезные ископаемые. -1993. -№3. -С.110-125.
15. Брагин Ю.Н. Новый тип фосфоритов в глауконитовых формациях Восточно-Европейской платформы // Сов. геология. -1991. -№1. -С.41-50.

УДК. 551.24.053:549.324.61 (470.324)

ОСОБЕННОСТИ ИЗОТОПИИ СЕРЫ, ПОВЕДЕНИЯ ЛАНТАНОИДОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПИРИТАХ И МАРКАЗИТАХ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

В.И.Сиротин^{*}, Ю.Ю.Бугельский^{**}, В.М.Новиков^{**}, А.Д.Слукин^{**}

**Воронежский государственный университет*

***Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г.Москва*

Впервые рассматриваются типоморфные особенности пирита и марказита (по содержанию лантаноидов, урана, тория и микроэлементов), приуроченных к разновозрастным осадочно-метаморфическим и осадочным комплексам Воронежского кристаллического массива и антеклизы. Типоморфные особенности этих минералов позволяют рассматривать их в качестве индикаторов перерывов в осадконакоплении, этапности осадочного породообразования и смены геодинамического режима.

Перерывы в осадконакоплении являются важнейшими вехами рубежей геологических событий, фиксируя этапы континентального развития регионов. В осадочном чехле платформенных образований перерывы "маркируются" несогласиями, разделяющими его на структурные этажи и отражающими цикличность в геодинамическом развитии тектонической структуры. К поверхностям несогласия обычно приурочены коры выветривания, а также коррелятные им континентальные отложения [1,2].

Ранее нами [2 и др.] выделено 6 рангов перерывов по продолжительности, отвечающей данным геоморфологической стратиграфии, этапности осадочного породообразования и тектонического развития, а также принципам структурирования и иерархичности стратисферы. В настоящее время целесообразно выделить 7 рангов перерывов, разделив глобальные перерывы 3-го ранга на два самостоятельных – 3-го и 4-го ранга, возможность такого разделения нами допускалась и ранее [1]. Итак, по продолжительности выделяются:

1) глобальные 1-го ранга, гигацикловые, соответствующие циклам Уилсона, продолжительностью до 3-х галактических лет (180-540 млн. лет); 2) глобальные 2-го ранга, мегацикловые, соответствующие циклам Бертрана, продолжительностью до 1-го галактического года (90-180 млн. лет.); 3) гло-

бальные 3-го ранга, гиперцикловые, соответствующие удвоенным циклам Штилле, продолжительностью догалактического полугодия или до одного драконического периода (45-90 млн. лет); 4) глобальные 4-го ранга, межформационные, соответствующие циклам Штилле, продолжительностью до четверти (квартала) галактического года (22.50-45.00 млн. лет); 5) региональные 5-го ранга, межформационные, соответствующие одной восьмой галактического года (8-10 –22.50 млн.лет.); 6) региональные и местные 6-го ранга, внутрiformационные (1-2 –8-10 млн.лет); 7) 7-го ранга, местные, локальные, малоплощадные (менее 1 млн. лет). Предложенная классификация хорошо увязана с современными представлениями об общей направленности геодинамического развития Земли – от становления Пангей до их последующего распада с образованием новых океанов и материков, с циклами Уилсона, Бертрана, Штилле [3]. Кроме того, как нами ранее указывалось [1], классификация имеет и методическое обоснование. Так, перерывы 1-го ранга фиксируются в осадочно-метаморфических комплексах в фундаменте древних платформ метаморфизованными корами выветривания; перерывы 2-го и 3-го ранга потенциально могут содержать коры выветривания широкого (латерального) межрегионального развития с интегрированием нескольких эпох выветривания; перерывы 4-го и 5-го рангов

наиболее четко фиксируются "своими" корами, эпохами выветривания и "работают" на соответствующий этап осадкообразования. Перерывы 6-го ранга потенциально могут также фиксироваться корами выветривания, но уже значительно более маломощными, при благоприятных условиях они достаточно зрелые, а в коррелятных осадках могут содержать следы "промывного гидролиза". Перерывы 7-го ранга, местные, из-за своей малой продолжительности уже не "подкрепляются" корами выветривания и в этом смысле "малообъемны" и малоинформативны. Таким образом, "объемность" перерыва и его "содержание" заметно различаются по рангам и определяют разные методические приемы их изучения.

В практике литологического и структурно-тектонического изучения осадочного чехла древних платформ (и, в частности, Русской платформы и Воронежской антеклизы) объектом изучения чаще всего выступают этапы (циклы) осадконакопления, отвечающие в иерархической структуре стратисферы уровню отделов, ярусов и серий. М.С.Шевцов [4] предлагал за единицу измерения стратиграфической шкалы при литологических исследованиях считать уровень отдела (в качестве примера указывался нижний карбон Подмосковья – от турне до протвина включительно). В дальнейшем было показано (особенно в работах С.В.Тихомирова), что такой единицей можно считать (наряду с отделами) и уровень яруса. Этим двум соподчиненным уровням соответствуют перерывы 4-го и 5-го ранга нашей классификации. Перерывы 5-го ранга соответствуют осадочным сериям В.П.Казаринова [5], под которыми он понимал толщи пород, заключенные между рядами формаций, характеризующихся наиболее зрелыми для каждого конкретного разреза осадками, отвечающими минимальной тектонической активности. Перерыв при таком понимании серии оказывается внутри нее, разделяя ее на регрессивную и трансгрессивные части. Однако более распространено понимание осадочного цикла (серии) как осадочной толщи, заключенной между перерывами, т.е. от начала одной трансгрессии до начала следующей.

При характеристике перерывов необходимо учитывать не только их ранг, но и минерагеническую специфику отвечающих им образований. В базальных горизонтах осадочного чехла Воронежской антеклизы, фиксирующих перерывы 4-6 рангов широко встречаются аутигенные минералы: пирит, марказит, апатит (в фосфоритах), самородное золото и другие [6-8 и др.], которые можно использовать как индикаторы этапности пороодообразования и перерывов в осадочном чехле Воронежской антеклизы. Наиболее информативными могут оказаться сульфиды железа, которые прослеживаются практически по всей стратиграфической колонке рассматриваемого региона и очень часто встречаются в форме конкреций. Авторами изучены типоморфные особенности пирита и марказита из пород кристаллического фундамента и базальных отложений, развитых на границах разновозрастных осадочных

толщ в платформенном чехле Воронежской антеклизы. Особое внимание при этом обращено на конкреции этих минералов, поскольку они являются диагенетическими образованиями (в подавляющем большинстве – раннедиагенетическими) и образуются вблизи поверхности осадка, т.е. они окологерывные. Имея это в виду, а также частую приуроченность конкреций к континентальным и лагунно-континентальным отложениям верхней или нижней части осадочного цикла, они вполне могут быть по типоморфным особенностям, индикаторами соответствующих частей циклов осадконакопления, стратиграфических перерывов и эволюционного (возрастного) тренда в циклически построенном осадочном чехле антеклизы и всей Восточно-Европейской платформы. Ниже приводятся результаты проведенных исследований.

Пириты железистых кварцитов кристаллического фундамента (Михайловский, Лебединский разрезы), приурочены к гидротермально измененным разностям этих пород. Они представлены скоплениями небольших (5-7 мм) октаэдрических и кубических кристаллов, а также образуют прожилки мощностью в несколько сантиметров (рис.1,а). Строение прожилков неоднородное. Внутренняя их часть (обращенная в полость трещины) сложена агрегатом хорошо окристаллизованных кристаллов пирита, внешняя (на границе с вмещающей породой) выполнена тонкозернистым материалом.

Сульфиды железа из базальных конгломератов девонских (живетских) отложений, развитых на контакте с породами кристаллического фундамента (джеспилиты- Михайловский, граниты – Павловский карьеры) представлены соответственно пиритом и марказитом. Пирит цементирует обломки и гальки железистых кварцитов и слагает многочисленные прожилки и жилы. Последние не выдержаны по мощности и имеют "раздувы" до десятка сантиметров и более. Марказит образует небольшие (первые сантиметры) шаровидные конкреции. На сколе в срезе (в полированных шлифах) видно, что они имеют неоднородное строение. Внутренняя часть конкреций сложена тонкозернистым материалом, внешняя зона в виде хорошо выраженной оторочки выполнена окристаллизованным марказитом (рис. 1,б).

Пириты и марказиты из пород кровли юрских отложений (Стойленский и Лебединский карьеры) образуют псевдоморфозы по обуглившейся древесине. Размеры конкреций сульфидов железа варьируют от первых сантиметров до метра и более, их конфигурация самая причудливая и, по-видимому, определяется морфологией замещаемых образований.

Пириты и марказиты из базального фосфоритоносного горизонта, отвечающего верхнеаптско-нижнеальбскому перерыву (Лебединский карьер) и из нижнеаптских континентальных отложений (рудная толща огнеупорных глин, Латненские карьеры), как правило, представлены шаровидными конкре-

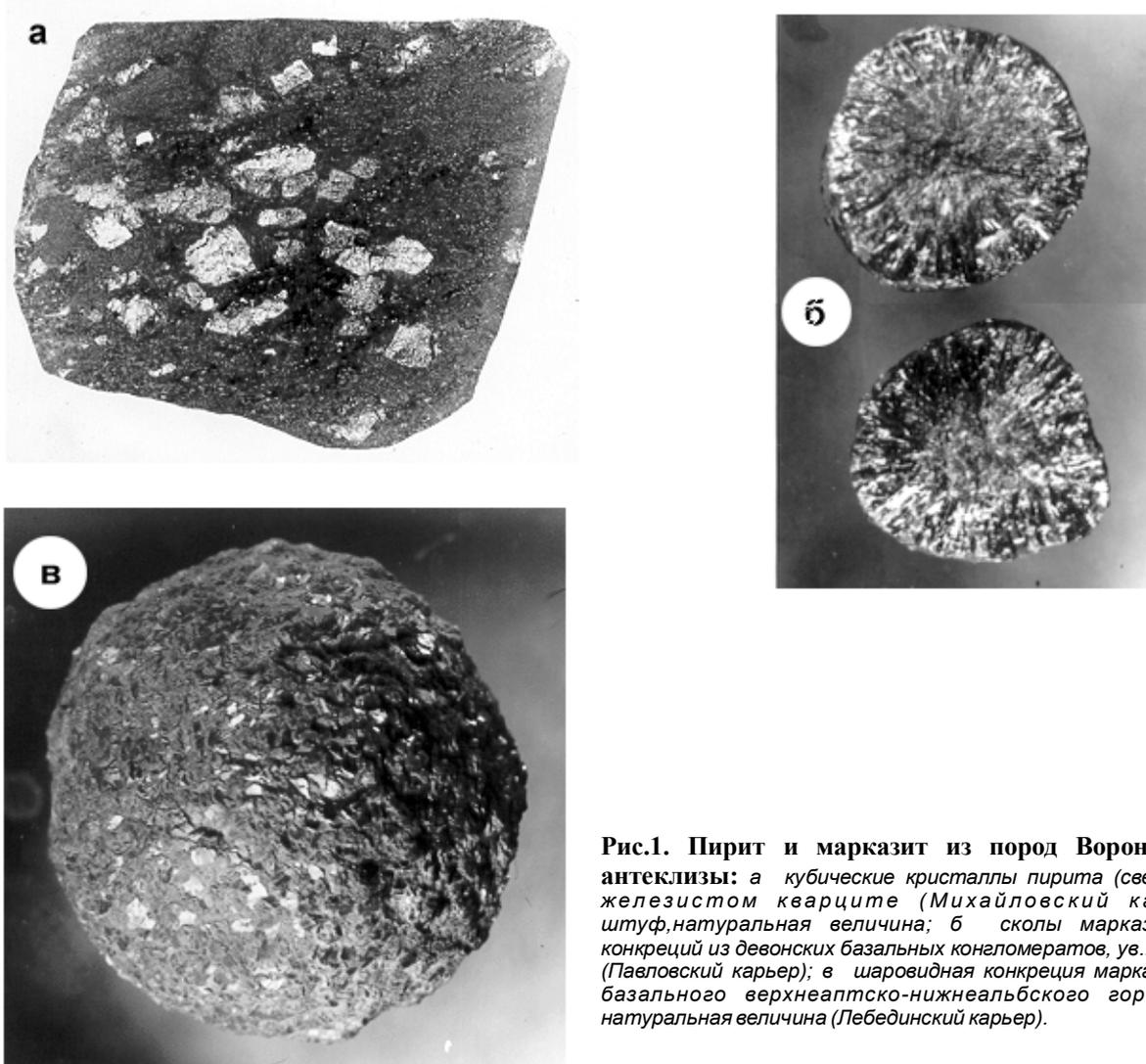


Рис.1. Пирит и марказит из пород Воронежской антеклизы: а кубические кристаллы пирита (светлое) в железистом кварците (Михайловский карьер), штуф, натуральная величина; б сколы марказитовых конкреций из девонских базальных конгломератов, ув. в 2 раза (Павловский карьер); в шаровидная конкреция марказита из базального верхнеаптско-нижнеальбского горизонта, натуральная величина (Лебединский карьер).

циями, диаметром до 5-7 сантиметров (рис.1,в). На сколе эти образования имеют радиальнолучистое строение с ясно выраженными копьевидными кристаллами в периферийной зоне марказитовых конкреций. Центральные части сульфидных стяжений иногда сложены тонкодисперсным сажистым мельниковитом. При высыхании полированные шлифы марказитов деформируются с образованием характерной ячеистой сетки трещин.

Изучение типоморфных особенностей рассматриваемых минералов показало, что наиболее отчетливым индикатором их возрастного ранжирования является поведение изотопов ^{32}S и ^{34}S , их избирательное фракционирование в ходе многих геологических процессов. Показателем этого фракционирования является отклонение от стандарта, выраженное в промиллях – $\delta^{34}\text{S}$ (‰). Устанавливается закономерное варьирование изотопного состава серы как в пределах отдельных конкреций, так и в зависимости от их возраста (табл.1). Фракционирование серы свидетельствует о существенной роли биохимической деятельности в осадочном процессе.

Центральные части конкреций имеют меньшие (относительно периферийных зон) величины

рассматриваемого отклонения. Значение его также уменьшается по мере омоложения возраста вмещающих сульфиды отложений. Для пород кровли кристаллического фундамента (железистых кварцитов) распределение $\delta^{34}\text{S}_{\text{пир.}}$ в изученных минералах меняется от +10,83 до -9,48 (в среднем +0,86); в сульфидах из девонских (франских) базальных конгломератов и гравелитов, его значение варьирует от +6,24 до -21,43 (-10,44); для пиритов и марказитов "маркирующих" юрско-меловой перерыв от -9,21 до -47,57 (-26,6); для аптского базального горизонта колеблется в интервале - -21,02 - -36,93 (-28,8).

Следует отметить значительные отклонения величин $\delta^{34}\text{S}_{\text{пир.}}$ в изученных разновозрастных сульфидах железа от средних содержаний этого изотопа в осадочном чехле Русской плиты и Русской платформы в целом, соответственно - 8,5 ‰ [9] и - 11,7 ‰ [10]. Известно, что изотопный состав серы определяется фациальными условиями накопления осадков [11]. Отложения гумидных областей, богатые органикой, характеризуются преобладанием восстановленных форм серы и ее облегченным составом. Осадки аридных областей содержат мало

Таблица 1

Изотопный состав $\delta^{34}\text{S}_{\text{пир.}}$ центральной и внешней частей конкреций пирита и марказита из разновозрастных пород Воронежской антеклизы (аналитик Л.П.Носик, ИГЕМ РАН)

№ образца	Возраст	$\delta^{34}\text{S}_{\text{пир.}}$ (центр.)	$\delta^{34}\text{S}_{\text{пир.}}$ (внешн.)	Карьер
95017 (марказит)	K	-36,48	-21,02	Латненский
95063 (марказит)	K	-36,93	-24,33	Латненский
95065 (марказит)	J	-47,57	-19,26	Стойленский
95067 (марказит)	J	-32,32	-19,40	Стойленский
95026 (пирит)	J	-29,59	-19,62	Лебединский
95071 (марказит)	D	-31,67	-11,18	Павловский
95073 (марказит)	D	-11,08	-10,06	Павловский
95074 (марказит)	D	-16,45	-12,00	Павловский
95048* (пирит)	PR	-6,17	+8,86	Михайловский

* Анализовались центральная и внешняя часть прожилка пирита.

Таблица 2

Распределение редких земель, тория и урана в пиритах и марказитах из пород осадочного чехла и кристаллического фундамента Воронежской антеклизы

№ образца	TR _L	TR _H	TR	TR _L /TR _H	Th	U	Th/U
Пески, глины K (Латненский, Лебединский карьеры)							
95031	16,4	15,3	31,7	1,1	2,3	3,7	0,62
950232	12,1	7,9	20,0	1,5	1,1	3,9	0,28
95023	8,4	1,7	10,1	4,9	0,78	2,07	0,38
950171	6,5	4,7	11,2	1,4	0,81	0,83	0,98
950172	5,0	3,3	8,3	1,5	0,56	0,79	0,71
95063	6,8	2,2	9,0	3,2	0,88	0,87	1,01
95064	10,1	4,7	14,9	2,1	0,68	0,82	0,83
Среднее	9,3	5,7	15,0	1,6	1,02	1,85	0,55
Алевролиты, глины J (Лебединский, Стойленский карьеры)							
950261	3,5	4,2	7,7	0,8	0,12	0,21	0,57
952062	18,2	6,6	24,8	2,8	1,8	1,3	1,38
95026	3,3	0,4	3,7	7,6	0,46	0,42	1,09
95068	12,9	3,0	15,9	4,4	0,26	0,14	1,86
95067	20,6	6,4	27,0	3,2	0,46	0,25	1,84
95066	5,7	1,8	7,5	3,2	0,32	0,25	1,28
95065	8,6	7,1	15,7	1,2	0,32	0,33	0,97
95040	5,8	0,9	6,7	6,9	0,37	0,22	1,66
среднее	9,8	3,8	13,6	2,6	0,51	0,39	1,31
Конгломераты D (Михайловский, Павловский карьеры)							
950741	3,6	0,8	4,4	4,4	0,24	0,51	0,47
950742	9,6	3,7	13,2	2,6	0,35	0,89	0,40
950731	9,0	1,0	9,9	9,1	0,11	0,14	0,77
950732	8,2	1,8	9,9	4,7	0,28	0,35	0,79
95070	150,8	23,5	174,3	6,4	1,1	0,85	1,29
95071	30,5	10,0	40,5	3,1	0,63	0,44	1,43
95058	9,6	1,7	11,3	5,9	0,39	0,13	2,97
95049	6,8	1,0	7,8	7,0	0,36	0,29	1,24
950581	8,7	2,0	10,6	4,4	0,39	0,23	1,70
950491	40,4	15,2	55,6	2,7	0,30	0,40	0,75
среднее	27,7	6,1	33,8	4,5	0,42	0,42	1,0
Железистые кварциты PR (Михайловский, Лебединский карьеры)							
950471	3,1	0,8	3,9	3,9	0,38	0,12	3,17
ХБЛ-1	20,4	4,3	24,72	4,7	0,94	0,80	1,18
среднее	11,8	2,6	14,4	4,5	0,66	0,46	1,43

органического вещества. В них господствует окисленная (сульфатная) сера, содержание которой зависит от степени засоления бассейна [12]. Изменение $\delta^{34}\text{S}_{\text{пир.}}$ во времени (в, частности, облегчение изотопного состава серы) связано с эволюцией климата и биосферы (развитием органической жизни), влияющих через органическое вещество осадков на перераспределение изотопного состава серы в оса-

дочном чехле Русской платформы [9]. Широкий интервал $\delta^{34}\text{S}_{\text{пир.}}$ в сульфидах железа рассматриваемых отложений Воронежской антеклизы свидетельствует о биогенном происхождении серы [13].

Неодинаковы также для изученных разновозрастных сульфидов железа концентрации (г/т) и распределение в них редкоземельных элементов (TR), урана и тория (табл.2). При близких (за ис-

ключением пиритов и марказитов из девонских конгломератов) средних содержаниях TR, обращает на себя внимание дифференциация легких (TR_L) и тяжелых (TR_H) лантаноидов с постепенным наращиванием концентраций TR_H по мере уменьшения возраста вмещающих сульфиды пород (TR_L/TR_H : 4,5 – 4,5 – 2,6 – 1,6). Ураном и торием относительно обогащены самые молодые (меловые) из изученных сульфидов. Устанавливается дифференциация этих элементов в рассматриваемом разрезе (Th/U: 1,43 – 1,0 – 1,31 – 0,55).

Содержания TR в пиритах и марказитах Воронежской антеклизы ниже, чем в глинистых породах (212,15) и осадочном чехле (112,02) Русской плиты в целом [9]. Однородный (без терригенных примесей) состав изученных конкреций свидетельствует о сорбционном характере входящих в них редких земель. Следовательно, дифференциация лантаноидов в разновозрастных сульфидах, по-видимому, обязана составу вмещающих их отложений. Распределение и изменение во времени содержания TR в породах осадочного чехла Русской плиты в значительной степени определяется историей тектоно-климатического развития и составом пород областей сноса [9]. Процессы выветривания способствовали разделению лантаноидов, с обогащением их легкой группой обломочного материала, а тяжелой – речных вод., обуславливая таким образом геохимическую специфику пород областей питания [14].

Особенности распределения микроэлементов в рассматриваемых сульфидах менее информативны. Вместе с тем, пириты железистых кварцитов характеризуются, в частности, наиболее низкими содержаниями (г/т): V – 2,8 – 4,6; Co – 1,2–7,3; Ni – 885– 2300 и относительно обогащены Cu, Ga, Rb, Sr, Cs, Ba. Пириты и марказиты из девонских (франских) базальных гравелитов содержат: V – 1,1 – 10,5; Co – 5,8 – 630; Ni – 1780 – 4991. Следует отметить, что для Михайловского и Павловского разрезов они различаются по содержаниям ряда микроэлементов (Cu, Pb и др.). В марказитах Павловского разреза отмечается Au до 1,73. Сульфиды железа юрских отложений содержат V – 2,2 – 9,5; Co – 4,6 – 28; Ni – 1420 – 2550. Пириты и марказиты из нижнеаптского континентального комплекса и нижнеальбского базального горизонта, характеризуются следующими содержаниями: V – 2,9 – 449; Co – 16–68; Ni – 905 – 2540. Для них характерны повышенные количества Sc, Cr, Cu, Rb, Sr и др. микроэлементов.

Проведенные исследования показали, что сульфиды железа из пород кристаллического фундамента и разновозрастных отложений, фиксирующих стратиграфические перерывы в осадочном чехле Воронежской антеклизы, характеризуются рядом отличительных типоморфных признаков. Принципиальными являются вариации изотопного состава серы и закономерности распределения редких земель, тория и урана.

Таким образом, пирит и марказит вполне можно рассматривать в качестве минералов-индикаторов соответствующих этапов (циклов), а также перерывов в осадочном чехле Русской платформы, отражающих смену геодинамического режима [2]. Кроме того, исследования показали значение климата и выдающуюся роль органики в миграции, перераспределении и накоплении не только лантаноидов, но и урана, тория, золота и др. элементов, тем самым подтверждая потенциальные рудоносные возможности самого осадочного чехла и нижележащих слоев земной коры (наряду с возможными гидротермами и эксгалиями из мантии).

Работа выполнена при поддержке Федеральной президентской программы "Интеграция" (проект КО 335).

ЛИТЕРАТУРА

1. Сиротин В.И. Перерывы в осадконакоплении Воронежской антеклизы. // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. -1996. -№2. -С.5-12.
2. Сиротин В.И., Трегуб А.И., Ненахов В.М. Классификация и геодинамическая интерпретация перерывов в осадконакоплении Воронежской антеклизы // Литология и полезные ископаемые. -2000. -№2. -С. 181-191.
3. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии (геология на пороге XXI века). –М., 1994. -190 с.
4. Швецов М.С. История Московского каменноугольного бассейна в динантскую эпоху // Тр. МГРИ. -1938. -Т.12. –С.3 – 107.
5. Выветривание и литогенез / В.П.Казаринов, В.И.Бгагов, Т.И.Гурова и др. –М., 1969. –456 с.
6. Рожков И.С., Никитин Н.М., Ясырев А.П. Новые данные о золотоносности осадочных толщ центральной части Русской платформы // Докл. АН СССР. -1967. -Т.173, №5. -С. 1156 –1159.
7. Ясырев А.П. Золото и серебро в фосфоритах Русской платформы // Тр. ЦНИГРИ. -1967. -Вып. 72. -С. 200-203.
8. Савко А.Д., Шевырев Л.Т., Ильяш В.В., Огороков В.А. Геохимические особенности и генезис золота осадочного чехла Воронежской антеклизы // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геологическая. -1996. -№2. -С. 86-95.
9. Ронов А.Б., Мигдисов А.А. Количественные закономерности строения и состава осадочных толщ Восточно-Европейской платформы и Русской плиты и их место в ряду древних платформ мира // Литология и полезные ископаемые. -1996. -№5. -С.451-475.
10. Гриненко В.А., Мигдисов А.А., Барская Н.В. Изотопы серы в осадочном чехле Русской платформы. // Докл. АН СССР. -1973. -Т.210, №2. -С. 445-448.
11. Мигдисов А.А., Черковский С.Л., Гриненко В.А. Зависимость изотопного состава серы гумидных осадков от условий их образования // Геохимия. -1974. -№10. -С.1482-1502.
12. Гриненко В.А., Мигдисов А.А., Ронов А.Б. Геохимия серы в осадочной оболочке и в земной коре // 1 Междунар. Геохимический конгресс. Т. IV. Кн. 1. -М., 1973. -С.141-157.
13. Рой Р, Омото Х. Обзор исследований изотопов серы и углерода применительно к проблеме генезиса руд // Стабильные изотопы и проблемы рудообразования. -М., 1977. -С.175-212.

14. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. – М., 1976. -267 с.
15. Мигдисов А.А., Балашов Ю.А., Шарков И.В. и др., Распространенность редкоземельных элементов в

главных литологических типах пород осадочного чехла Русской платформы // Геохимия. -1994. -№6. -С. 789-803.

УДК 561.26:551.791(470)

ТИПЫ СУКЦЕССИЙ НИЗШИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ – ИСКОПАЕМЫХ (ДИАТОМОВЫХ) И РЕЦЕНТНЫХ (ДИАТОМОВЫХ И СИНЕЗЕЛЕННЫХ)

Г.А.Анциферова

Воронежский государственный университет

Ископаемые и рецентные сукцессии низших водорослей (диатомовых из межледниковых водоемов, диатомовых и синезеленых из современных) взаимно дополняют информацию по состоянию водной среды. В неоплейстоценовых межледниковых и современных озерных водоемах прослеживается три типа сукцессий - вегетационная, цикличная и эволюционная. Сукцессии позволяют выявлять общие закономерности озерного осадконакопления, как в течение межледниковий, так и в неоплейстоцене в целом. Эволюционная сукцессия является основой для расчленения неоплейстоценовых озерных отложений.

Изучение межледниковых озерных осадков с использованием диатомового метода основано на послыном анализе систематического и экологического состава диатомовых водорослей, слагающих микрофитоценозы – сообщества микрофитопланктона и микрофитобентоса. Исследование рецентных микрофитоценозов дополняется анализом синезеленых водорослей, поскольку они, наряду с диатомовыми, являются основными продуцентами микроводорослевых сообществ, подчеркивают особенности водной среды и повышают достоверность оценки ее состояния.

Прослеживание развития микрофитоценозов в озерных осадках выявляет их последовательную смену. Так в практике диатомового анализа проявляется понятие сукцессии. Оно возникло и используется в основном в геоботанике. Термин введен в 1901 году американским ботаником Г.Каульсом. Н.Ф.Реймерс в Популярном биологическом словаре в 1991 году понятие сукцессии дает в обобщенной формулировке, проиллюстрированной им на примере высшей растительности [1]. В последние годы использование этого термина при анализе микрофитоценозов в понимании их как сукцессии приводится, например, в работе Н.А.Петровой при исследовании фитопланктона крупных современных озер [2]. Последовательная смена доминирующих родов в разрезах муравинского (микулинского) межледниковья как сукцессия обозначена С.А.Феденя [3,4].

Посредством диатомового анализа восстанавливается история диатомовой флоры из озерных осадков. Результаты, показывающие изменения состава микрофитоценозов по каждому из разрезов, отображаются в виде диатомовых диаграмм. На этих диаграммах наблюдается последовательная смена доминирующих и субдоминирующих видов и

внутривидовых таксонов, а также родов в целом [5,6,7]. Так посредством флоры диатомей прослеживается эволюция водоемов. В межледниковых озерах наблюдается закономерная смена режимов трофности и соответствующих им сукцессий. Сукцессии, определяясь постепенной сменой абиотических и биотических предпосылок, отражают устойчивое состояние экосистемы и соответственно микрофитоценозов каждого из водоемов в разные моменты их существования.

Обобщение подобной информации по ряду важнейших разрезов разновозрастных неоплейстоценовых отложений центра Восточно-Европейской равнины дает представление об условиях межледникового озерного осадконакопления и о соответствующих сукцессиях в умеренных географических широтах, примерно в пределах 50-60° с.ш. Изученные разрезы расположены в бассейне Верхнего Дона, в Верхнем Приднепровье, в Ярославско-Костромском Поволжье, в Северном Подмоскowie.

Сукцессии характеризуют смену фаз и этапов развития водоемов. Все палеоэкологические реконструкции построены на прослеживании границ фаз и этапов стабилизации их экосистем. Сукцессии показывают моменты переходов экосистемы из одного равновесного состояния в другое на разных уровнях ее развития, объясняясь взаимодействием абиотической и биотической сред.

Изменения состава сукцессий на уровне смен доминирующих и субдоминирующих таксонов определяют границы фаз развития микрофитоценозов и водоема. В целом абиотическая среда более консервативна в своих реакциях на изменения отдельных параметров по сравнению с биотической составляющей. Например, изменения температуры сопровождаются колебаниями уровня водного зер-