

ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД С АНОМАЛЬНОЙ ОКРАСКОЙ В РАЗРЕЗАХ АБАЛАКСКОЙ СВИТЫ И ВОГУЛКИНСКОЙ ТОЛЩИ ДАНИЛОВСКОГО ГРАБЕНА (ШАИМСКИЙ НГР, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

© 2011 г. Ю. Н. Федоров*, А. В. Маслов**,
Г. А. Мизенс**, Ю. Л. Ронкин**, В. П. Алексеев***

*ООО “КогалымНИПИнефть”

625000, г. Тюмень, ул. Республики, 41

**Институт геологии и геохимии УрО РАН

620075, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7

E-mail: Maslov@igg.uran.ru

***Уральский государственный горный университет

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

Поступила в редакцию 23.12.2009 г.

В статье рассмотрены результаты литогеохимического изучения средне- и верхнеюрских отложений Шаимского нефтегазоносного района (НГР) (Западная Сибирь). Охарактеризованы петрографические и геохимические особенности пород так называемых “желтых слоев”, известных в разрезах абалакской свиты и вогулкинской толщи. Полученные данные позволяют предполагать, что указанные образования были сформированы в обстановках, сходных с обстановками, типичными для современных глубоководных гидротермальных курильщиков.

Ключевые слова: *Западно-Сибирский осадочный мегабассейн, Шаимский нефтегазоносный район, средняя-верхняя юра, литогеохимия пород с аномальной окраской.*

Известно, что на процессы образования осадочных бассейнов и, в том числе, на формирование скоплений углеводородов в них большое влияние оказывает глубинный флюидный режим [1, 6, 7]. В связи с этим, обнаружение следов воздействия флюидных систем на породы чехла в интервале его промышленной нефтеносности представляет несомненный научный и прикладной интерес. Ранее, при планомерных литолого-геохимических исследованиях юрско-меловых продуктивных отложений Западно-Сибирского мегабассейна [8, 12–14], авторами в интервале абалакской свиты (келловей–оксфорд) Шаимского нефтегазоносного района установлены породы с аномальной окраской (т.н. “желто-бурые” слои) и высокими, сближающими их с металлоносными отложениями современных океанов, содержаниями Fe и Mn [2]. Детальное геохимическое изучение указанных образований показало отличие их по содержаниям ряда петрогенных оксидов и элементов-примесей от вмещающих отложений; это позволило высказать предположение о формировании их под воздействием гидротермальных флюидов [13]. Однако такой вывод был сделан на достаточно ограниченном аналитическом материале, и настоящая работа в значительной мере дополняет приведенные ранее данные.

Породы с аномальной окраской (т.н. “желто-бурые слои”) в разрезах абалакской свиты и вогулкинской толщи Даниловского грабена (Шаимский НГР) представляют собой маломощные (0.2–0.6 м), четко выделяющиеся на темно-сером фоне вмещающих пород, образования. При изменяющемся, в основном карбонатно-алевритовом, составе они, как правило, имеют желтовато-коричневую окраску и различную текстуру. По генезису – это преимущественно мелководно-морские отложения, а в возрастном отношении они коррелируют с коллекторами P_2 и P_3 вогулкинской толщи [4].

Нами проанализирован керн скв. 10690 Восточно-Лазаревской площади и скв. 10535 Умытчинского месторождения (рис. 1, 2). Кроме того, изучен ряд образцов, отобранных из керна скважин, пробуренных на других месторождениях (Пулытчинское, Восточно-Лазаревское, Шушминское, Убинское, Андреевское). Для 12 образцов из нашей коллекции методом “мокрой химии” в Лаборатории физико-химических методов исследования Уральского государственного горного университета (зав. лабораторией – Н.В. Пенкина) определены содержания основных петрогенных оксидов (табл. 1), а в 21 образце методом ICP-MS (ИГГ УрО РАН, руководитель работ – Ю.Л. Ронкин, аналитики – О.П. Лепихина, Г.А. Лепихина) определены содержания широкого спектра элементов-примесей (табл. 2).

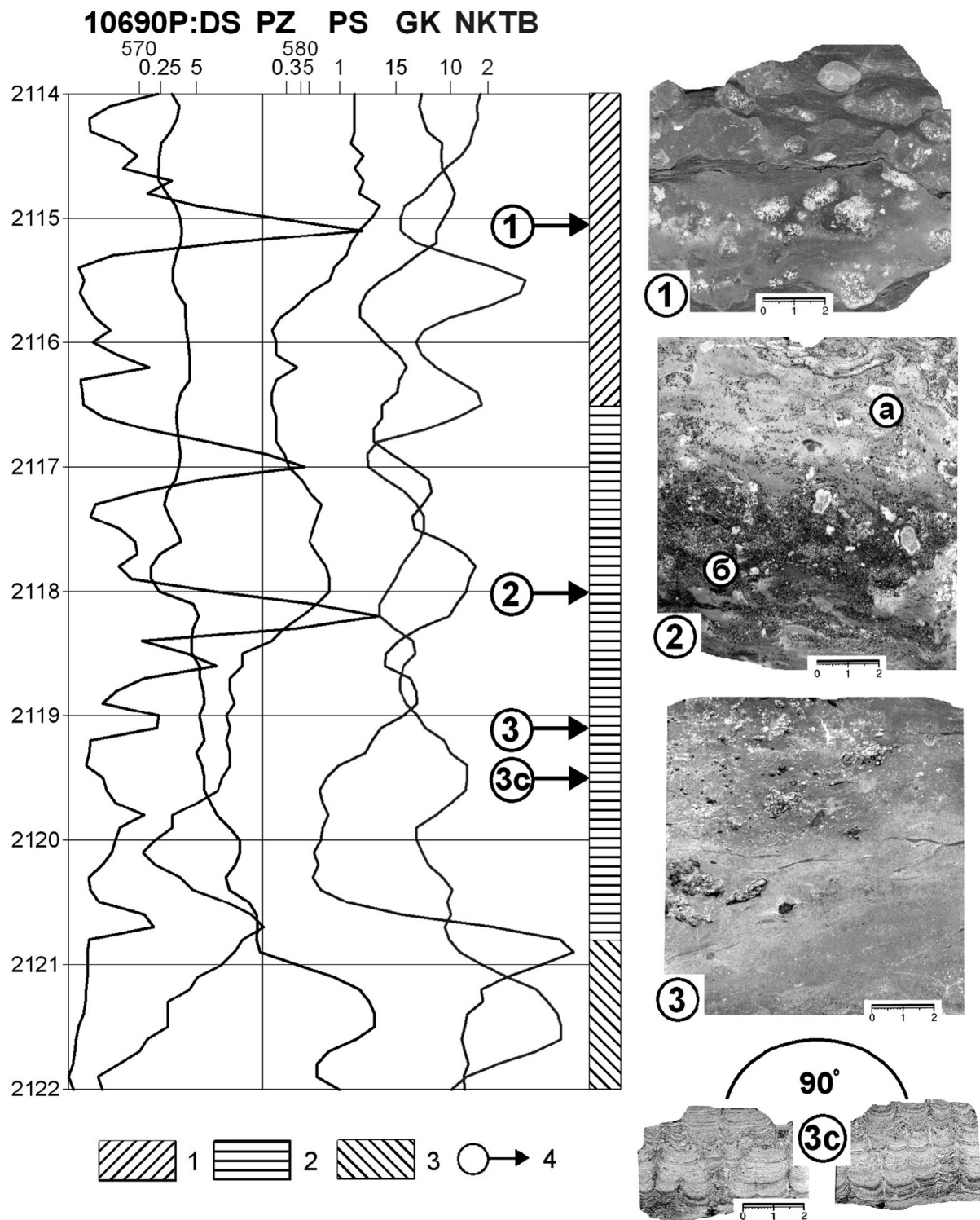


Рис. 1. Фрагмент разреза скв. 10690 (Восточно-Лазаревская площадь).

1 – абалакская свита, 2 – вогулкинская толща, 3 – тюменская свита, 4 – местоположение и номер образца керна. Образцы: 1 – мелкозернистый алевролит с линзовидной текстурой за счет овальных включений карбонатного состава и фрагментами первичной темно-серой алевро-аргиллитовой основы, частично пиритизирован, содержит примесь глауконита; 2 – известковый алевролит от желтого ооидного (а) до зеленоватого с беспорядочной текстурой (б); 3 – известковый алевролит, сверху – с высокодинамичной, грубоооидной текстурой и включениями с высоким содержанием глауконита (“смесь” типов “а” и “б” образца 1), внизу – ооидный известковый алевролит; 3с – крупнозернистый желтый алевролит с четкой ооидной текстурой за счет слабой диагенетической карбонатизации; волнистая текстура, похожая на знаки ряби, идентифицируется как строматолиты. Масштабная линейка в сантиметрах.

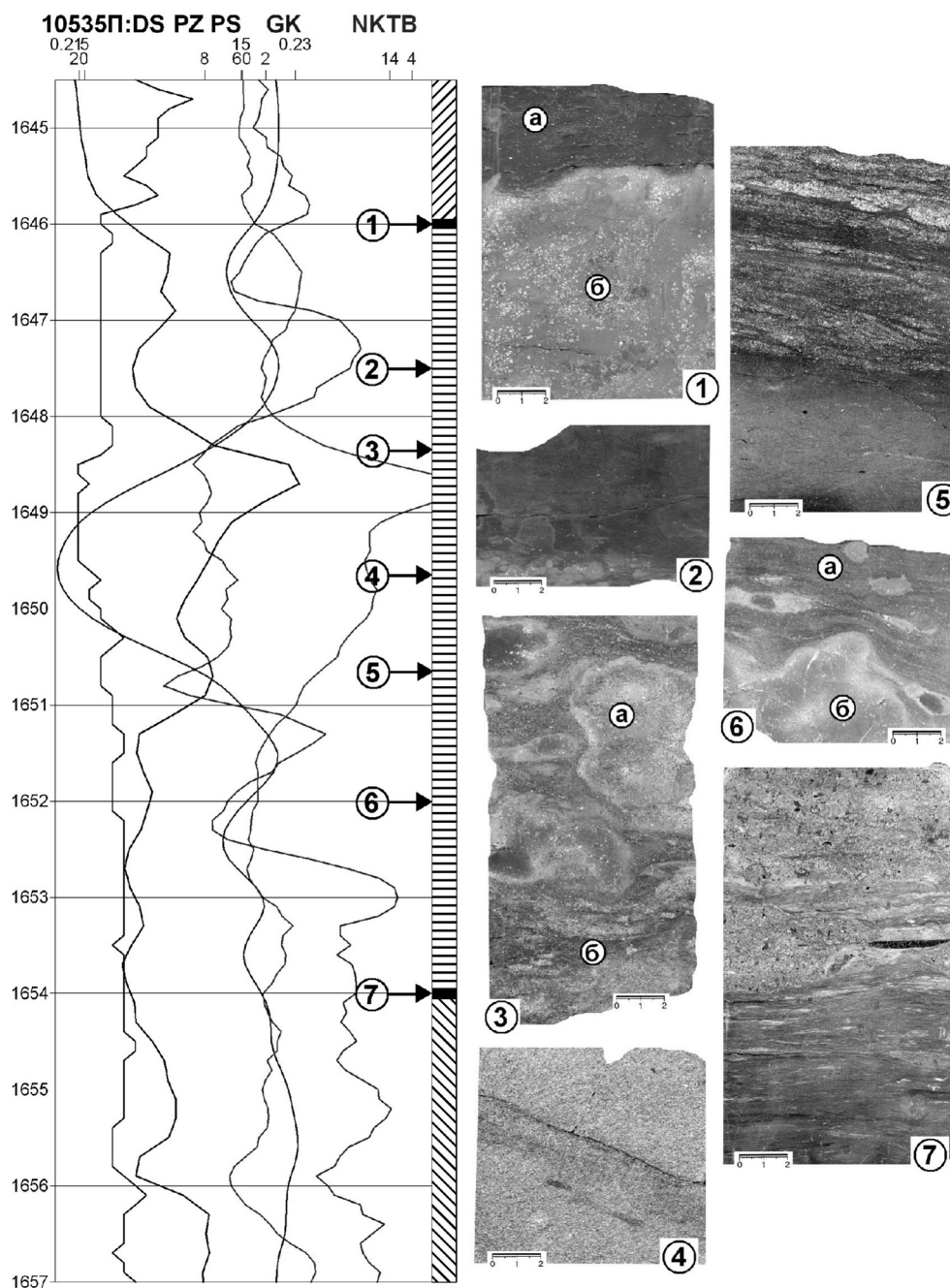


Рис. 2. Фрагмент разреза скв. 10535 (Умытйинское месторождение).

Условные обозначения см. рис. 1.

Образцы: 1 – контакт темно-серого алевоаргиллита абалакской свиты (а) с фиолетово-серым известковистым алевролитом ооидной текстуры (б), запечатанная неровность “взвихренных” осадков в плоскости собственно контакта фиксирует быстроту захоронения материала; 2 – сочетание двух описанных выше типов, с преобладанием первого; 3 – ярко-желтый алевролит ооидной текстуры с признаками взмучивания (зона активной динамики среды) (а), залегающий на зеленовато-сером ооидном “псевдопесчанике” с частичной карбонизацией (б); 4 – песчаник серый, со слабым желтоватым оттенком, среднелкозернистый, среднесортированный, слоистость косая, слабосрезанная, сериальные швы подчеркнуты углстым материалом, в нижней части образца присутствуют несколько уплощенных линзочек темно-серых алевролитов; 5 – контакт серого мелкозернистого песчаника (верх) с буроватым алевоаргиллитом (низ); песчаник среднесортированный, с динамичной однонаправленной косоволнистой слоистостью, обусловленной “расплывчатыми” слоями алевроитового состава, вверху – знаки волновой ряби с высокими значениями индекса ряби; 6 – “обратный” аналог образца 3 с меньшей размерностью материала (а – крупнозернистый алевролит со стяжениями и включениями овальной формы, б – мелкозернистый алевролит с тонкой ооидной текстурой); 7 – контакт вогулкинской толщи (верх) с тюменской свитой (низ), нижняя часть – серый мелкозернистый алевролит с не очень отчетливым линзовидным наслоением, на нем с перемычком залегает светло-серый, со слабым зеленоватым оттенком, тонко-мелкозернистый граувакковый песчаник, непосредственный контакт имеет толщину 4–5 см, внизу подчеркнут линзочкой угля.

Таблица 1. Содержания основных петрогенных компонентов (мас. %) в породах с аномальной окраской

Образец Компонент	1-я группа ($\text{SiO}_2 - 42 \div 81\%$)				2-я группа ($\text{SiO}_2 - 20 \div 32.5\%$)					3-я гр. ($\text{SiO}_2 - 9.0 \div 15.2\%$)		
	У-35-3б	У-35-4	У-35-6а	У-35-1а	ВЛ-90-2б	ВЛ-90-2а	У-35-6б	У-35-3а	С-66-2	ВЛ-90-3	ВЛ-90-3с	У-35-1б
SiO_2	42.00	80.92	50.17	52.78	32.49	24.97	24.4	31.46	20.6	9.57	13.57	15.2
TiO_2	0.56	0.25	1.09	1.20	0.20	0.21	0.60	0.61	0.12	0.14	0.17	0.36
Al_2O_3	12.50	8.18	13.82	19.14	4.21	3.59	10.71	7.88	1.66	1.93	3.32	6.63
Fe_2O_3	12.16	3.56	9.33	4.48	4.69	2.15	30.58	28.27	1.28	5.04	3.12	7.16
FeO	0.31	0.23	0.39	0.39	4.75	4.18	1.57	0.78	3.52	14.83	18.45	7.09
MnO	0.059	0.015	0.015	0.06	18.20	19.00	0.19	0.02	18.8	19.20	18.9	0.03
MgO	0.25	1.02	1.78	1.27	4.06	3.05	1.78	2.28	3.30	4.82	4.06	2.03
CaO	2.15	0.72	0.72	1.02	5.72	12.87	2.15	2.86	16.8	9.30	5.72	26.81
Na_2O	0.16	0.12	0.20	0.22	0.25	0.27	0.17	0.15	0.18	0.16	0.22	0.27
K_2O	1.07	1.17	1.10	0.98	0.93	0.71	0.65	0.57	0.19	0.19	0.26	0.37
P_2O_5	0.39	0.02	0.25	0.096	0.62	0.34	0.35	0.55	0.085	0.24	0.85	0.52
ппп	11.46	2.40	13.24	12.53	23.27	27.24	21.18	21.66	33.13	32.95	31.16	24.79
SO_3	17.10	0.54	8.27	4.93	0.11	1.14	5.74	3.13	1.49	17.80	1.30	8.77
Сумма	100.17	99.15	100.38	99.10	99.50	99.72	100.07	100.22	101.16	116.17	101.10	100.03
$(\text{Fe} + \text{Mn})/\text{Ti}$	25.94	174.61	55.25	251.43	4.80	62.67	354.07	48.42	153.72	17.72	10.37	303.64
$\text{Al}/(\text{Al} + \text{Fe} + \text{Mn})$	0.43	0.10	0.17	0.05	0.75	0.20	0.03	0.25	0.09	0.62	0.52	0.05

Примечание. Курсивом выделены аномальные, указывающие на присутствие в породах эксгальационных компонентов, значения модулей Страхова и Бострема.

Микроскопическое изучение шлифов показало, что породы с аномальной окраской представлены несколькими петротипами. Среди них присутствуют тонкопелитовые кремнисто-глинистые породы (обр. У-35-1б), в значительной степени замещенные мелкокристаллическим Fe-карбонатом (рис. 3а), неравно-микрослоистые карбонатные породы (ВЛ-90-3с) с признаками формирования за счет жизнедеятельности синезеленых водорослей и цианобактерий (строматолитовые известняки) (рис. 3б), мелкокомковатые известняки (ВЛ-90-3) с обугленным растительным детритом (рис. 3в), в которых в ряде случаев можно видеть гнезда, выполненные крупнокристаллическим кальцитом и черным игольчатым минералом, вероятно рамсделлитом (MnO_2) (рис. 3г). Отдельные аномально окрашенные образования являются хорошо сортированными среднезернистыми кварцевыми граувакками с глинистыми пленочным и поровым цементом.

По содержанию SiO_2 исследованные образцы относятся к трем группам (табл. 1). Группе 1 принадлежат породы с содержаниями SiO_2 от 42 до 81%. Содержание Al_2O_3 в них изменяется от 8 до 19%. Весьма значительные вариации характерны и для Fe_2O_3 (от 3 до 12%). Содержания SO_3 также подвержены значительным колебаниям (от 0.5 до 17%), что, при ясно видимой корреляции SO_3 с Fe, позволяет предполагать присутствие в рассматриваемых образованиях значительного количества пирита. Содержания MnO в породах данной группы не превышают 0.06%. Из приведенных данных, так же как и из материалов микроскопического изучения, следует, что рассматриваемая группа представлена в той или иной мере пиритизированными терригенными породами. В группу 2 входят породы, в которых содержание SiO_2 варьирует от 20

до 32.5%, а содержание Al_2O_3 не превышает 11%. В двух образцах из этой группы (У-35-6б и У-35-3а) суммарное содержание двух- и трехвалентного железа достигает 28–30%. Содержание MnO в этих образцах не выходит за рамки типичного для обычных осадочных пород (0.19 и 0.02%), тогда как в трех других, также принадлежащих данной группе, достигает 18–19%. Значительная роль в породах этой группы принадлежит карбонатным компонентам. В породах третьей группы концентрации SiO_2 составляют 9.5–15.2%, а содержание Al_2O_3 варьирует от 1.9 до 6.6%. Исходя из указанных особенностей, это собственно карбонатные породы с небольшой долей алюмосиликокластической примеси. Значительную роль в них играют пирит и карбонаты марганца (в образцах ВЛ-90-3 и ВЛ-90-3с содержание MnO достигает 19%, а сумма оксидов Fe^{+2} и Fe^{+3} превышает 20%).

Наиболее часто используемым в отечественной литературе индикатором присутствия в осадочных породах эксгальационных (эндогенных) компонентов является модуль Страхова $(\text{Fe} + \text{Mn})/\text{Ti}$ [9], величина которого в “нормальных” осадочных образованиях не превышает 25, тогда как наличие эксгальационных компонентов сдвигает значения данного модуля в область высоких (до 70–100 и более) значений. Еще один индикатор подобного рода – модуль Бострема $\text{Al}/(\text{Al} + \text{Fe} + \text{Mn})$ [15]; в отложениях с эксгальационными компонентами его значения составляют <0.4 . Известно также, что присутствие в осадках существенной доли гидротермальных оксигидроксидов Fe и Mn приводит к снижению в них величины Ce/La (до 0.12–0.40 и менее), считающейся более чувствительным индикатором эксгальационного материала, нежели модуль $(\text{Fe} + \text{Mn})/\text{Ti}$ [5, 10].

Таблица 2. Содержания элементов-примесей (г/т) в породах с аномальной окраской

Образец Компонент	1-я группа (SiO ₂ – 42÷81%)				2-я группа (SiO ₂ – 20÷32.5%)					3-я гр. (SiO ₂ – 9.0÷15.2%)		
	У-35-3б	У-35-4	У-35-6а	У-35-1а	ВЛ-90-2б	ВЛ-90-2а	У-35-6б	У-35-3а	С-6б-2	ВЛ-90-3	ВЛ-90-3с	У-35-1б
Li	80.29	19.50	77.20	122.00	28.63	12.50	61.97	42.40	7.29	0.95	4.10	24.49
Be	2.38	0.62	2.66	4.03	3.07	0.96	2.36	3.26	0.71	1.50	1.50	1.47
Sc	11.66	3.70	13.80	13.94	10.06	8.17	18.17	22.90	10.48	4.56	10.39	37.86
V	113.80	23.05	150.00	474.90	323.30	220.00	137.80	230.00	218.30	140.00	230.60	149.50
Cr	168.60	32.47	229.00	830.30	120.50	74.20	144.50	140.00	53.87	25.40	53.81	203.80
Mn	533.6	751.3	1040.0	241.6	39740.0	47600.0	940.2	2570.0	35130.0	30000.0	53710.0	1938.0
Co	32.07	7.75	23.60	28.64	57.60	71.20	80.74	11.60	37.52	54.30	45.19	36.81
Ni	172.90	20.38	66.60	88.31	209.60	359.00	266.80	41.50	217.80	472.00	234.20	290.20
Cu	47.66	12.33	25.10	66.99	53.98	50.00	51.54	23.60	42.77	15.10	54.34	31.21
Zn	130.80	25.53	217.00	261.50	389.10	201.00	119.30	70.70	482.80	612.00	164.40	66.34
As	0.06	0.01	0.01	0.15	0.01	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.01	0.12
Rb	45.14	69.61	20.30	20.15	107.50	40.30	33.67	24.40	29.19	19.00	19.15	14.81
Sr	869.10	69.43	475.00	40.47	194.70	250.00	488.50	207.00	133.30	127.00	139.00	317.60
Y	19.03	13.63	32.40	10.30	43.14	17.40	52.30	26.00	17.86	17.60	28.05	23.41
Zr	158.70	109.00	154.00	189.90	47.20	55.30	118.60	87.70	32.73	18.70	48.50	43.32
Nb	15.32	8.73	14.20	20.77	3.16	4.50	11.75	7.89	2.83	1.61	3.09	5.16
Mo	4.45	0.58	2.50	4.31	8.89	12.60	7.43	1.39	1.27	1.84	0.91	7.45
Ag	0.06	0.03	0.06	0.07	0.04	0.01	0.02	0.18	0.03	0.01	0.03	0.05
Cd	0.31	0.16	0.31	0.46	0.16	0.20	0.26	0.20	0.52	1.27	0.11	0.16
In	0.12	0.02	0.14	0.35	0.02	0.02	0.11	0.05	0.02	0.01	0.03	0.09
Sn	3.04	1.94	1.65	4.25	1.31	1.12	2.44	1.05	1.18	0.74	0.63	0.91
Sb	1.20	0.70	0.84	0.50	0.77	0.72	2.69	0.51	0.49	0.95	0.08	0.81
Te	0.05	0.02	0.04	0.16	0.03	0.03	0.04	0.02	0.05	0.03	0.48	0.06
I	0.47	0.40	0.68	0.45	0.40	0.78	0.44	0.67	0.48	0.68	0.39	0.43
Cs	2.48	1.69	1.81	2.48	4.99	2.45	1.74	1.38	1.84	0.76	1.06	0.78
Ba	395.5	323.9	478.0	296.2	946.5	1600.0	351.3	314.0	613.2	1110.0	1451.0	262.8
La	28.81	20.25	26.20	3.44	57.33	10.50	31.89	13.53	20.15	14.08	65.63	26.64
Ce	60.62	36.55	60.70	6.27	124.60	20.70	65.63	27.15	30.16	27.70	229.10	49.03
Sm	4.30	2.44	6.74	1.27	9.58	2.05	7.51	3.49	2.46	3.52	10.82	4.18
Eu	0.85	0.54	1.38	0.44	2.66	1.39	1.60	0.84	0.90	1.48	2.97	0.94
Gd	4.00	2.23	6.20	1.33	9.15	2.42	8.08	3.64	2.74	3.70	9.62	4.23
Yb	2.17	1.46	3.13	1.40	2.27	1.60	3.76	2.67	1.99	2.95	4.26	2.61
Lu	0.36	0.23	0.49	0.23	0.28	0.26	0.56	0.43	0.33	0.49	0.64	0.42
Hf	3.91	2.69	4.72	4.80	0.88	1.04	2.87	2.40	0.62	0.38	1.04	1.19
Ta	0.91	0.60	0.91	1.13	0.15	0.19	0.71	0.50	0.14	0.08	0.13	0.26
W	2.56	0.75	1.71	2.68	2.66	7.04	1.26	1.59	2.36	9.23	17.78	0.71
Re	0.10	0.03	0.01	0.10	0.10	0.00	0.04	0.00	0.11	0.01	0.69	0.03
Hg	0.11	0.04	0.10	0.12	0.15	0.44	0.07	0.10	0.16	0.57	1.09	0.04
Tl	0.56	0.44	0.36	0.83	0.43	1.26	0.32	0.18	0.32	1.58	0.04	0.30
Pb	24.27	16.51	22.10	45.25	6.37	5.30	65.70	12.20	7.93	4.86	27.77	34.44
Bi	0.36	0.06	0.34	1.09	0.07	0.09	0.27	0.18	0.11	0.05	0.63	0.34
Th	8.17	6.87	9.58	4.91	1.47	2.27	8.27	4.99	1.93	0.95	8.51	7.49

Породы группы 1 в основном характеризуются значениями обоих модулей, позволяющими предполагать отсутствие в них примеси эксгальционных компонентов. Образцы из групп 2 и 3, напротив, имеют весьма высокие значения (Fe + Mn)/Ti (62–354) и низкие модуля Бострёма (0.03–0.25), что со значительной долей вероятности указывает на присутствие в их составе эксгальционных компонентов.

На диаграмме Al/(Al + Fe + Mn)–Fe/Ti [16] (рис. 4), в области обычных терригенных отложений, типичным примером которых являются пелагические осадки Тихого океана, располагаются фигуративные точки составов пород 1 группы. Возмож-

ное количество металлоносных компонентов в них не превышает 20%, но, скорее всего, существенно ниже. Породы группы 2 локализованы в области составов, для которых можно предполагать более высокую роль эксгальционных компонентов (40–60%). Наконец, породы группы 3, характеризующиеся наиболее высокими значениями Fe/Ti и варьирующими значениями модуля Бострёма, тяготеют к области металлоносных осадков Красного моря и Восточно-Тихоокеанского поднятия (ВТП). Таким образом, можно предполагать, что в части образцов из исследованной нами выборки присутствует существенная доля эксгальционных (эндогенных?) компонентов.

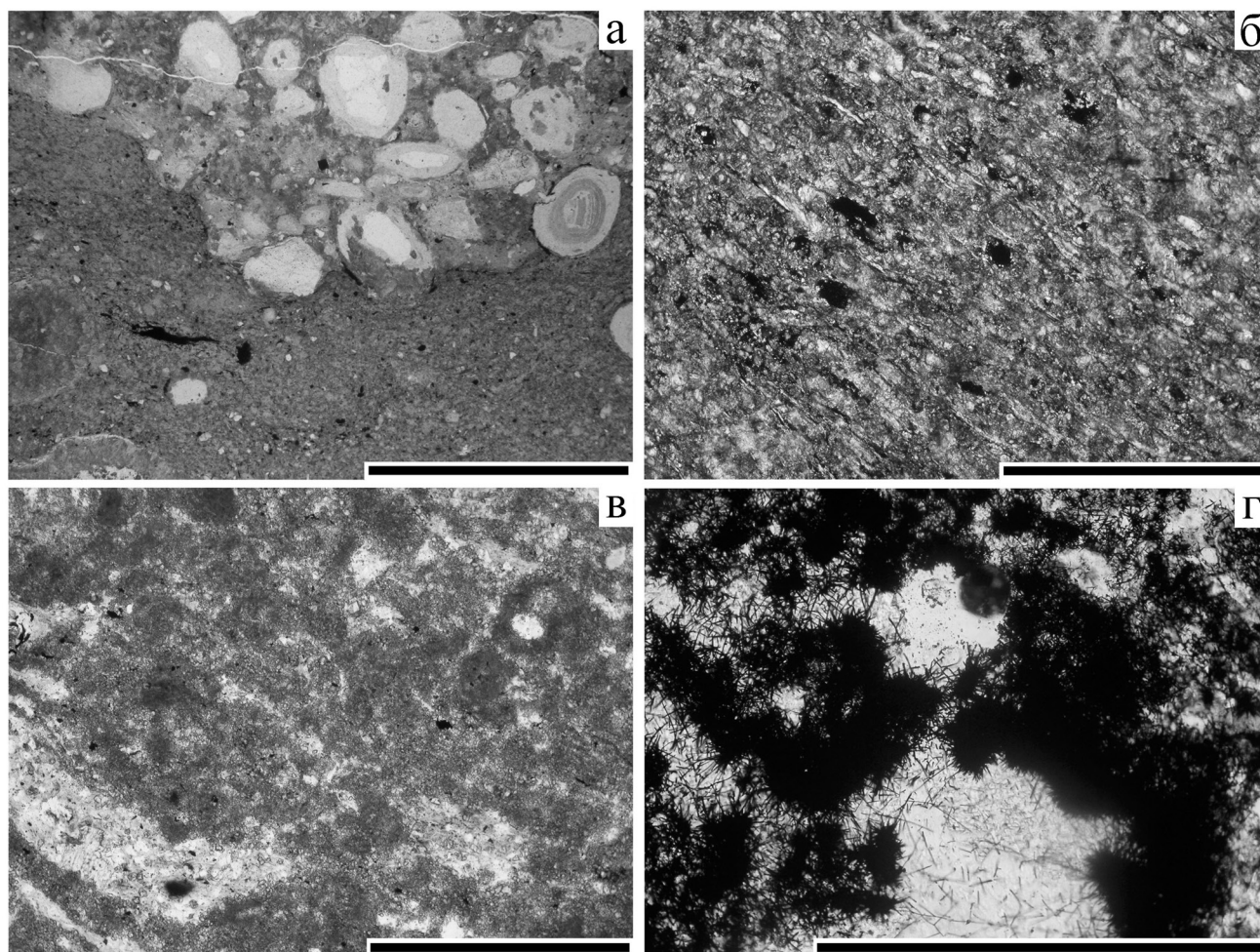


Рис. 3. Микрофотографии шлифов пород с аномальной окраской, присутствующих среди отложений абалакской свиты и вогулкинской толщи Даниловского грабена.

а – тонкопелитовая кремнисто-глинистая порода, в значительной степени замещенная мелкокристаллическим железистым карбонатом, с рассеянными зернами терригенного кварца, редкими пластинками измененного биотита, тонким растительным детритом и большим количеством стяжений пирита, по шлифу проходит поверхность размыва, выше которой наблюдается скопление кварц-халцедоновых ооидов и отдельных зерен кварца (обр. У-35-16, скв. 10535 Умытгинского месторождения); б – неровно-микрослоистая карбонатная порода (строматолитовая корка) (обр. ВЛ-90-3с, скв. 10690 Восточно-Лазаревской площади); в – мелкокомковатый известняк с обугленным растительным детритом, комки сложены микрозернистым карбонатом и разделены тонкокристаллическим карбонатом (обр. ВЛ-90-3, там же); г – гнездо (жеода) в мелкокомковатых известняках, выполненное крупнокристаллическим кальцитом и рамсделлитом, иголки последнего рассеяны в кальците, образуют радиально-лучистые шарики и массивную пленку вдоль стенок жеоды (обр. ВЛ-90-3). Длина масштабной линейки 0.5 мм.

Геохимическая специализация флюидных систем в значительной мере определяется глубиной их формирования [6] и меняется по мере изменения зрелости (мощности) литосферы. Можно предполагать, что если рассматриваемые нами образования содержат следы воздействия гидротермальных процессов, имевших место на платформенном этапе развития эпигерцинской плиты, то геохимические “метки” этого воздействия должны в той или иной мере отвечать строению литосферы в пределах Шаимского НГР, при этом распределение элементов-индикаторов подобного воздействия должно соответствовать геохимической специализации глубинных флюидов для

литосферы средней зрелости. В соответствии с представлениями Ф.А. Летникова, аномально окрашенные слои в таком случае должны быть обогащены Ni, Co, Mn, Fe и рядом других элементов по отношению к РААС или среднему составу верхней континентальной коры, а по сравнению с современными металлоносными осадками – иметь более низкие содержания As, S и ряда других элементов.

Для того, чтобы определить, вписываются или не вписываются имеющиеся у нас данные в кратко охарактеризованную выше модель, мы провели сопоставление содержаний ряда элементов-примесей в породах описанных выше групп с содержанием

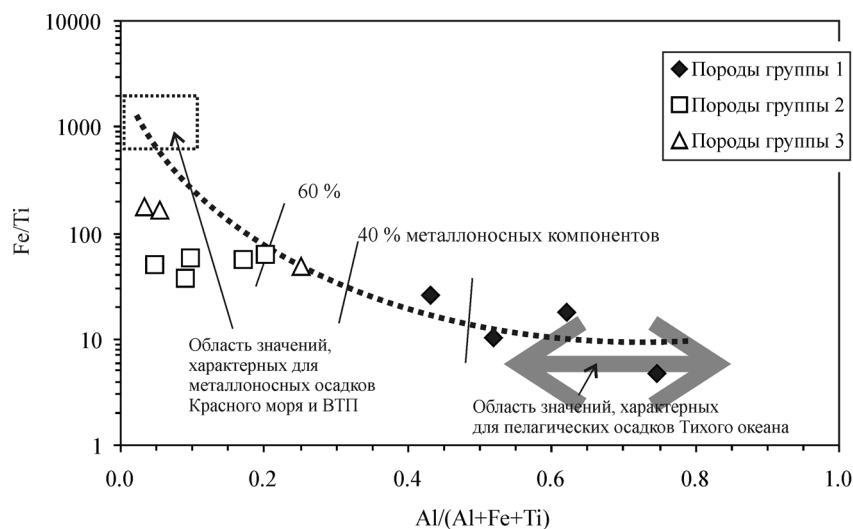


Рис. 4. Положение фигуративных точек составов пород с аномальной окраской Даниловского грабена на диаграмме $Al/(Al + Fe + Mn) - Fe/Ti$ [16].

их в верхней континентальной коре [17] (рис. 5). Породы группы 1 (за исключением обр. У-35-4), по сравнению с верхней корой, характеризуются повышенными (до 5 кларков концентрации) содержаниями Li, Be, V, Cr (в обр. У-35-1а кларк концентрации Cr составляет ~9), Co, Ni, Zn, Nb, Mo, Cd и In (в обр. У-35-1а кларки концентрации In несколько выше 5), Sb, Hg, Pb и Bi. В двух из четы-

рех проанализированных образцов кларки концентрации W варьируют от 8 до 13. Более низкие (на уровне 0.1–0.8 кларка), нежели в верхней коре, концентрации в породах группы 1 присущи Sc, Ga, Rb, Y, Zr, Cs, Ba, La, Ce, Hf, Tl и Th. И только для As кларк концентрации во всех образцах данной группы варьирует на уровне 0.01–0.03. Распределение элементов-примесей в породах, принадлежащих

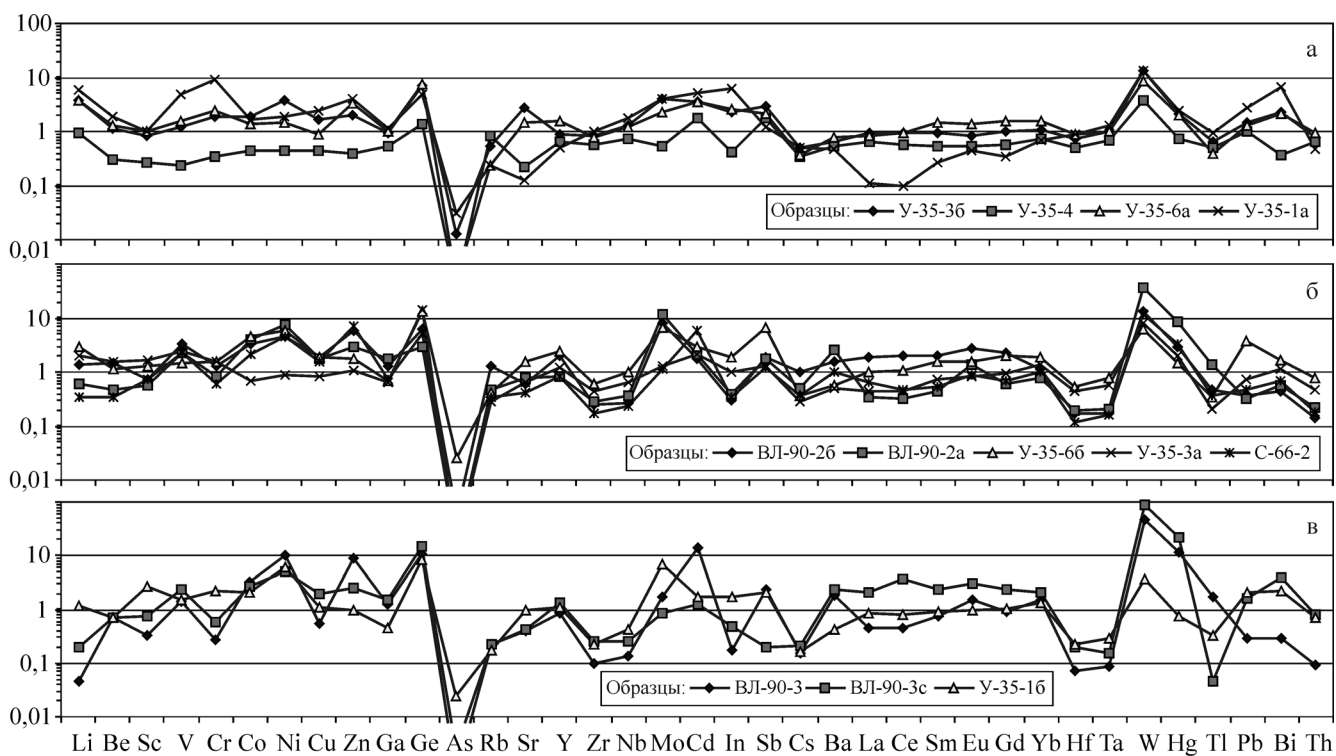


Рис. 5. Содержания ряда элементов-примесей в породах Даниловского грабена, характеризующихся аномальной окраской, нормированные на их содержания в верхней континентальной коре [17].

Здесь и на рис. 6: а – породы группы 1, б – породы группы 2, в – породы группы 3.

Таблица 3. Основные параметры нормированных на хондрит спектров РЗЭ в породах разных групп

Группа	Образец	La_N/Yb_N	La_N/Sm_N	Gd_N/Yb_N	Eu/Eu^*
1-я	У-35-36	8.95	4.22	1.49	0.63
	У-35-4	9.36	5.23	1.23	0.71
	У-35-6а	5.65	2.45	1.60	0.65
	У-35-1а	1.66	1.70	0.77	1.04
2-я	ВЛ-90-26	17.03	3.77	3.25	0.87
	ВЛ-90-2а	4.43	3.22	1.22	1.91
	У-35-66	5.72	2.67	1.74	0.63
	У-35-3а	3.42	2.44	1.10	0.72
	С-66-2	6.84	5.17	1.11	1.06
3-я	ВЛ-90-3	3.22	2.52	1.01	1.25
	ВЛ-90-3с	10.41	3.82	1.83	0.89
	У-35-16	6.89	4.01	1.31	0.68

Примечание. Курсивом выделены аномальные, по сравнению с “обычными” терригенными тонкозернистыми постархейскими образованиями, значения параметров спектров РЗЭ.

группам 2 и 3 примерно аналогично описанному выше. Здесь наблюдается явно выраженный дефицит **As, а содержания Ni, Ge, Mo и W в большинстве образцов в 1–5, а чаще в 5–90 раз выше содержания их в верхней коре.** Существенно более низкими, чем в верхней коре, являются в породах обеих групп и содержания **Th, Ta, Nb, Zr, Hf, в значительной части образцов – Tl, Cs, In, Sr, Rb, Sc.** Приведенные данные показывают, что породы групп 2 и 3 по своим микро- и макроэлементным характеристикам довольно близки к тем, что по представлениям Ф.А. Летникова [6 и др.], должны иметь породы платформенного чехла, подвергшиеся воздействию флюидов, сформированных в условиях литосферы средней степени зрелости.

Обратимся теперь к анализу редкоземельной (РЗЭ) систематики пород всех трех групп (табл. 3). Для пород группы 1, являющихся, как было показано выше, скорее всего, слабо измененными терригенными образованиями, характерен широкий разброс значений параметра La_N/Yb_N (1.66–9.36), при этом отношение La_N/Sm_N варьирует от 1.70 до 5.23. Величина отношения Gd_N/Yb_N , определяющая степень деплетирования тяжелых РЗЭ и, соответственно, характер правой ветви спектров, изменяется в породах группы 1 от 0.77 (обр. У-35-1а) до 1.60. **Eu аномалия в трех из четырех образцах отрицательная (0.63–0.71), что типично для обычных осадочных пород, не претерпевших заметного влияния глубинных эманаций [8].** В обр. У-35-1а, отобранном у основания абалакской свиты в скв. 10535 Умытйинская, величина Eu/Eu^* , **напротив, составляет 1.04, и можно считать, что Eu аномалия здесь отсутствует.** Четыре из пяти образцов, входящих в группу 2, характеризуются достаточно низкими (3.4–6.8) величинами

ми отношения La_N/Yb_N , характерными обычно для магматических пород основного состава или обломочных образований, сформированных за счет разрушения подобных образований. В двух из пяти образцов этой группы (ВЛ-90-2а и С-66-2) наблюдается выраженная положительная **Eu аномалия.** Для обр. ВЛ-90-2б присуще хорошо выраженное деплетирование тяжелых РЗЭ, тогда как образцы ВЛ-90-2а, У-35-3а и С-66-2 характеризуются небольшим обогащением тяжелыми редкоземельными элементами, что видно как на рис. 6, так и по значениям параметра Gd_N/Yb_N . Для пород группы 3 также характерны значительный разброс значений отношения La_N/Yb_N и заметные вариации величины La_N/Yb_N . В одном из трех образцов (ВЛ-90-3) присутствует положительная **Eu аномалия.** В этом же образце наблюдается деплетирование ТРЗЭ ($Gd_N/Yb_N = 1.01$), а параметр La_N/Sm_N наименьший. В образце строматолитовой корки (ВЛ-90-3с) **Eu аномалия практически отсутствует.** Здесь же наблюдается положительная **Се аномалия,** тогда как для металлоносных осадков открытого океана характерна, как известно, выраженная отрицательная аномалия Се.

Величина отношения Ce/La в породах всех трех групп так же, как и в породах, для которых отсутствуют данные химического анализа, варьирует достаточно очевидно (от 1.50 до 3.49), однако ни в одном из исследованных нами образцов она не достигает тех значений, что присущи, по данным работ [5, 10], для металлоносных осадков современного Мирового океана. Не наблюдается также и корреляции между содержаниями в породах всех трех групп **Mn** и значениями отношения Ce/La .

Показательно, что те образцы из нашей коллекции, для которых отсутствуют данные о химическом составе, но есть информация о содержании элементов-примесей, характеризуются сходными с указанными выше для пород групп 1–3 особенностями РЗЭ-систематики. Значения отношения La_N/Yb_N в этой группе варьирует от 3.60 до 7.07. Величина La_N/Sm_N изменяется от 1.66 до 4.73. Для четырех из девяти образцов характерна хорошо выраженная отрицательная европиевая аномалия (0.61–0.84), в трех образцах (У-5, ВЛ-82-4 и Ш-83-37) указанная аномалия не выражена (0.91–0.99), тогда как в двух других (Д-06-3 и ВЛ-82-2) аномалия **Eu** положительная (2.69 и 1.66).

Современные металлоносные отложения Тихого, Индийского и Атлантического океанов, а также Красного моря в настоящее время достаточно хорошо изучены [2, 3], и это позволяет сопоставить содержания элементов-примесей в исследуемых нами образованиях с теми данными, что характеризуют отложения различных металлоносных полей и зон Мирового океана. В данной работе объектами подобного сравнения выбраны: 1) металлоносные осадки поля Рейнбоу; 2) донные осадки райо-

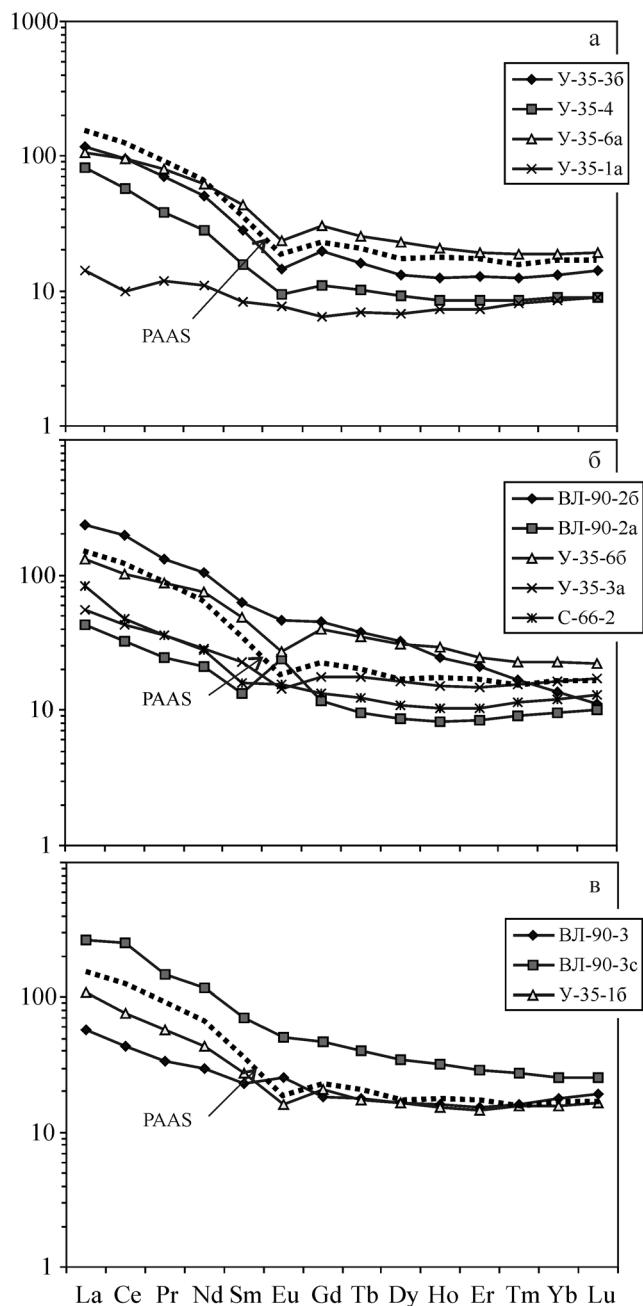


Рис. 6. Нормированные на хондрит [11] спектры распределения РЗЭ в породах групп 1 (а), 2 (б) и 3 (в).

PAAS – постархейский средний австралийский сланец [11].

нов гидротермальной деятельности задугового бассейна Вудларк; 3) донные осадки районов гидротермальной деятельности задугового бассейна Лау [2]. По сравнению с ними, породы аномальной окраски из нашей коллекции обладают сопоставимыми содержаниями Zn, Pb, Cr, Co и, иногда, Fe, Al, Ba, Mo, Sb и La (рис. 7). Содержания Mn и Ni, а в ряде случаев Fe, V, Co или Cr существенно выше, а Ti, Cu и Al – заметно ниже, чем в металлоносных и донных

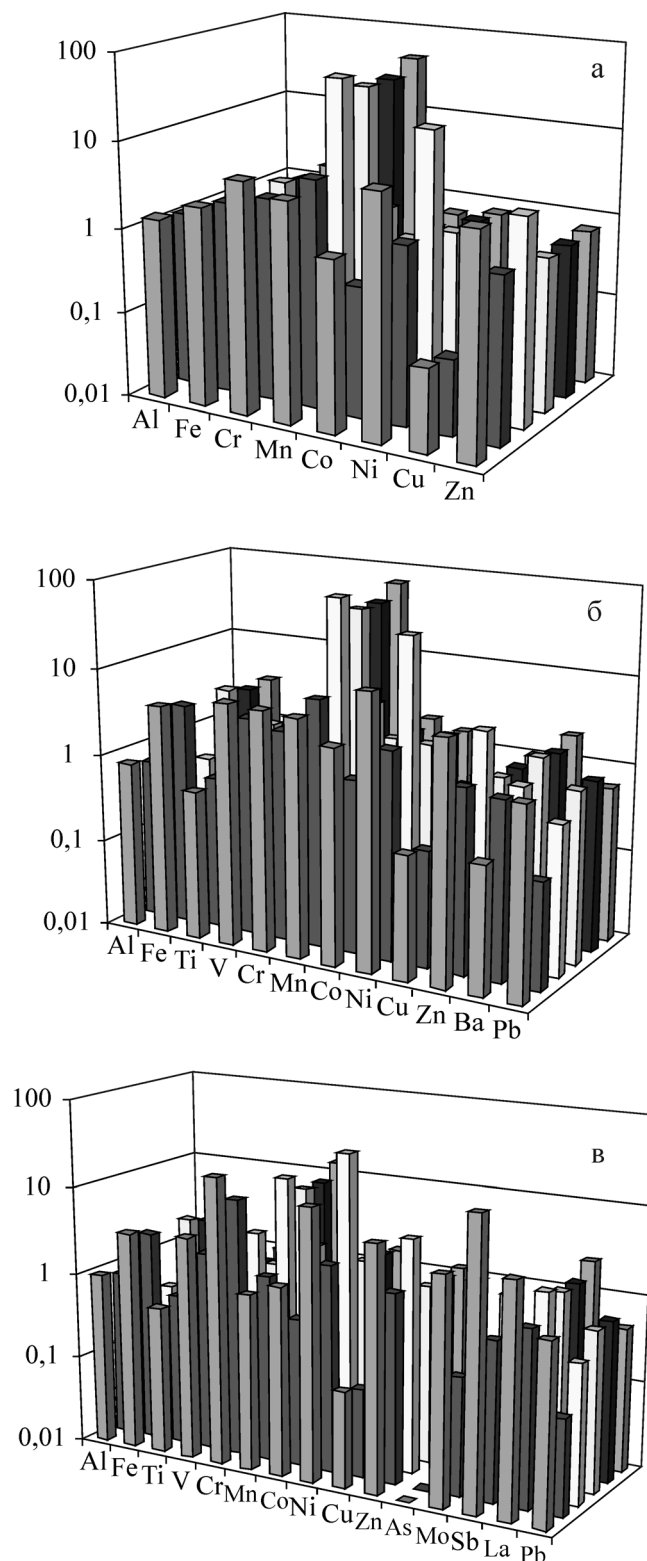


Рис. 7. Содержания элементов-примесей в породах с аномальной окраской Даниловского грабена (а), нормированные на содержания этих же элементов в металлоносных осадках поля Рейнбоу, и в осадках из районов гидротермальной деятельности юго-восточной части Тихого океана (бассейны Вудларк (б) и Лау (в) [2]).

осадках из районов гидротермальной деятельности, названных выше. Показательно, что исследованные нами аномально окрашенные образования имеют заметно более низкие содержания As, чем осадки с гидротермальной примесью из бассейна Лау.

Сопоставление содержаний элементов-примесей в образцах из нашей коллекции с данными по металлоносным отложениям Мирового океана можно было бы продолжить, однако и из уже приведенных примеров видно, что по ряду параметров аномально окрашенные породы из разрезов абалакской свиты и вогулгинской толщи Даниловского грабена Шаимского НГР достаточно к ним близки, что наводит на мысль об определенной близости механизмов обогащения их рядом компонентов. К такому же выводу привело нас ранее [13] сопоставление содержаний ряда элементов-примесей в образцах из “желто-бурых слоев” с содержаниями их в металлоносных отложениях Индийского океана и ряда других бассейнов. Возможность отнесения проанализированных нами аномально окрашенных пород к гидротермальным металлоносным образованиям следует и из присущих им значений модулей Страхова и Бострема. В то же время, их РЗЭ-систематика не свидетельствует в пользу подобных прямых аналогий, так как более близка к систематике обычных осадочных пород.

Наличие в разрезе продуктивных отложений Широного Приобья следов влияния глубинных флюидных систем было показано нами ранее на материале Северо-Покачевского месторождения [14]. Обнаружение сходных признаков в отложениях верхней юры Шаимского НГР позволяет предполагать достаточно широкое воздействие гидротермальных процессов на породы ортоплатформенного чехла в интервале залегания юрско-меловых отложений. Учитывая появившиеся в последнее время представления о влиянии глубинных флюидных систем на процессы нефтеобразования [6, 7] продолжение прецизионных геохимических исследований продуктивных резервуаров Западной Сибири следует рассматривать как весьма перспективное. Мы полагаем, что развиваемый нами комплексный геолого-геохимический подход позволит высказать определенные соображения о закономерностях размещения в пределах Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции скоплений углеводородов, что существенным образом повлияет на эффективность зонального и регионального прогноза нефтегазоносности. Последнее весьма актуально в условиях ухудшения качества ресурсной базы нефтедобывающих компаний, работающих на территории Западной Сибири.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Артюшков Е.В.* Физическая тектоника. М.: Наука, 1993. 456 с.
2. *Богданов Ю.А., Лисицын А.П., Сагалевиц А.М., Гурвич Е.Г.* Гидротермальный рудогенез океанского дна. М.: Наука, 2006. 527 с.
3. *Бутузова Г.Ю.* Гидротермально-осадочное рудообразование в рифтовой зоне Красного моря. М.: ГЕОС, 1998. 312 с.
4. *Глинских Л.А., Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н.* Юра Западной Сибири – абалакская свита (палеонтологическая характеристика, лито- и биостратиграфия) // Геология и геофизика. 1999. Т. 40, № 7. С. 1059–1078.
5. *Дубинин А.В., Волков И.И.* Редкоземельные элементы металлоносных осадков Восточно-Тихоокеанского поднятия // Геохимия. 1986. № 5. С. 647–662.
6. *Летников Ф.А.* Флюидные фации континентальной литосферы и проблемы рудообразования // Смирновский сборник. М.: МГУ, 1999. С. 63–98.
7. *Летников Ф.А.* Флюидный механизм деструкции континентальной земной коры и формирование осадочных нефтегазоносных бассейнов // Докл. АН. 2005. Т. 401, № 2. С. 205–207.
8. *Маслов А.В., Алексеев В.П., Федоров Ю.Н., Ронкин Ю.Л.* РЗЭ-систематика тонкозернистых терригенных пород нижнего палеозоя Шаимского нефтегазоносного района // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири. Тюмень: ЗапСибННГГ, 2006. С. 379–384.
9. *Страхов Н.М.* Проблемы геохимии современного океанского литогенеза. М.: Наука, 1976. 299 с.
10. *Стрекопытов С.В., Дубинин А.В., Волков И.И.* Общие закономерности поведения редкоземельных элементов в пелагических осадках Тихого океана // Литология и полез. ископаемые. 1999. № 2. С. 133–145.
11. *Тейлор С.Р., МакЛеннан С.М.* Континентальная кора: ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. 384 с.
12. *Федоров Ю.Н., Алексеев В.П., Иванов К.С. и др.* Новые геологические данные и перспективы прироста активных запасов нефти в Шаимском нефтегазоносном районе // Нефтяное хозяйство. 2004. № 6. С. 22–24.
13. *Федоров Ю.Н., Маслов А.В., Алексеев В.П., Ронкин Ю.Л.* Новые данные о влиянии глубинных флюидов на литогеохимию верхнеюрских продуктивных резервуаров Западной Сибири // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы. М.: ГЕОС, 2008. С. 502–505.
14. *Федоров Ю.Н., Маслов А.В., Алексеев В.П. и др.* Систематика редкоземельных и ряда элементов-примесей в породах юры Северо-Покачевского месторождения // Горные ведомости. 2007. № 12. С. 24–37.
15. *Bostrom K.* The origin and fate of ferromanganoan active ridge sediments // Stockholm Contrib. Geol. 1973. V. 27, № 2. P. 148–243.
16. *Peter J.M.* Ancient iron formations: their genesis and use in the exploration for stratiform base metal sulphide deposits, with examples from the Bathurst Mining Camp // Geochemistry of sediments and sedimentary rocks: evolutionary considerations to mineral deposit-forming environments. GeoText 4. Geol. Ass. Canada, 2003. P. 145–176.
17. *Rudnik R.L., Gao S.* Composition of the continental crust // Treatise on Geochemistry. 2003. V. 3. P. 1–64.

Рецензент В.И. Русский

**Lithogeochemical characteristics of abnormally colored rocks
from Abalak and Vogulka formations of Danilov graben
(Shaim oil-gas region, the West Siberia)**

Yu. N. Fedorov*, A. V. Maslov,
G. A. Mizens**, Yu. L. Ronkin**, V. P. Alexeev*****

**“KogalymNIPIneft Ltd.”*

***Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS*

****Urals State mining university*

Results of the researches of lithogeochemical features of Upper and Middle Jurassic deposits of the Shaim oil-gas region (Western Siberia) have been considered. It was revealed a specific geochemical character of the so-called “yellow beds” of the Abalak and Vogulka Fms. The obtained data gives a base to assume that these deposits were formed probably in conditions similar in some way to modern deep water hydrothermal smokers.

Key words: *West-Siberian sedimentary megabasin, Shaim oil-gas region, Middle-Upper Jurassic, lithogeochemistry of the abnormally colored rocks.*