

КЛАРКИ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕДКИХ И РАССЕЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ГЛИНИСТЫХ ПОРОДАХ СРЕДНЕГО РИФЕЯ БАШКИРСКОГО МЕГАНТИКЛИНОРИЯ И КАМСКО-БЕЛЬСКОГО АВЛАКОГЕНА

© 2016 г. А. В. Маслов

Настоящая работа продолжает серию публикаций по кларкам концентрации широкого спектра редких и рассеянных элементов в тонкозернистых обломочных породах (аргиллиты, глинистые сланцы и мелкозернистые глинистые алевролиты) рифея Башкирского мегантиклинория и Камско-Бельского авлакогена [1, 2, 4]. По предложению В.И. Вернадского отношение содержания химического элемента в той или иной геохимической системе к его кларку в земной коре названо кларком концентрации (K_k) [7]. Использование K_k позволяет наглядно представить наиболее общие геохимические особенности разных литостратиграфических единиц. Кроме того, анализ K_k присущих не-

изменным наложенными процессами тонкозернистым обломочным образованиям содержания элементов-примесей, имеет, несомненно, и прикладное значение.

Для исследования особенностей распределения в тонкозернистых глинистых породах среднего рифея Башкирского мегантиклинория (юрматинская серия) и Камско-Бельского авлакогена (серафимовская серия) элементов-примесей нами использованы данные об их содержаниях в авторских образцах, а также образцах из коллекций Э.З. Гареева, М.В. Ишерской и В.М. Горожанина. Указанные образцы отобраны преимущественно из типовых естественных разрезов и керна буровых скважин. Определение содержания редких и рассеянных элементов выполнено в ИГГ УрО РАН методом ICP-MS на ELAN9000 (аналитики – Д.В. Киселева, Н.Н. Адамович, Н.В. Чередниченко, О.А. Березикова и Л.К. Дерюгина). Сведения о минеральном составе тонкозернистых обломочных пород указанных объектов приведены в работах [3, 5, 6].

Положение фигуративных точек состава глинистых пород разных литостратиграфических подразделений юрматинской и серафимовской серии на диаграмме Zr/Sc–Th/Sc [10] (рис. 1) позволяет считать, что рассматриваемые нами образования представляют собой преимущественно петрогенные породы и их геохимические особенности не претерпели каких-либо существенных изменений в процессах транспортировки и переотложения.

Распределение фигуративных точек на диаграммах Ni–Co [8], La/Sc–Th/Co [8] и Zr/Cr–Sc/Th [10] (рис. 2) указывает, что в качестве источников сноса для тонкозернистых обломочных пород юрматинской и серафимовской серий выступали преимущественно породы кислого состава, сходные по составу с архейскими и протерозойскими гранитоидами и породами тоналит-трондьемит-гранитных ассоциаций. Из сказанного можно сделать вывод, что состав субстрата, являвшегося источником тонкой алюмосиликокластики для глинистых сланцев обеих серий, был примерно одинаковым.

При нормировании на верхнюю континентальную кору (UCC) [11] в глинистых сланцах и мелкозернистых глинистых алевролитах машакской свиты только средние величины K_k для Sc и Vt составляют более 1.4 (1.44 и 1.95 соответственно). Сред-

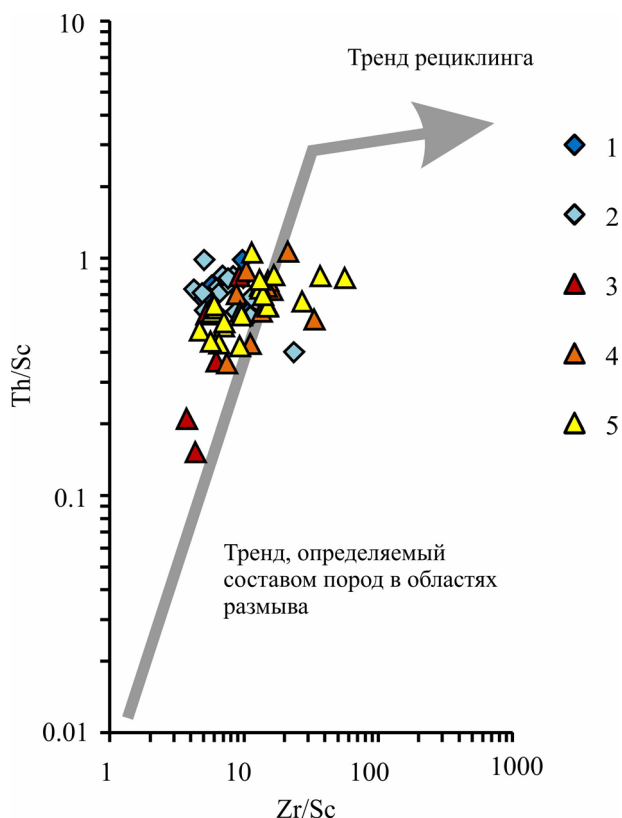


Рис. 1. Положение фигуративных точек состава глинистых пород юрматинской и серафимовской серий на диаграмме Zr/Sc–Th/Sc.

Свиты: 1 – машакская, 2 – зигазино-комаровская, 3 – авзянская, 4 – тукаевская, 5 – ольховская.

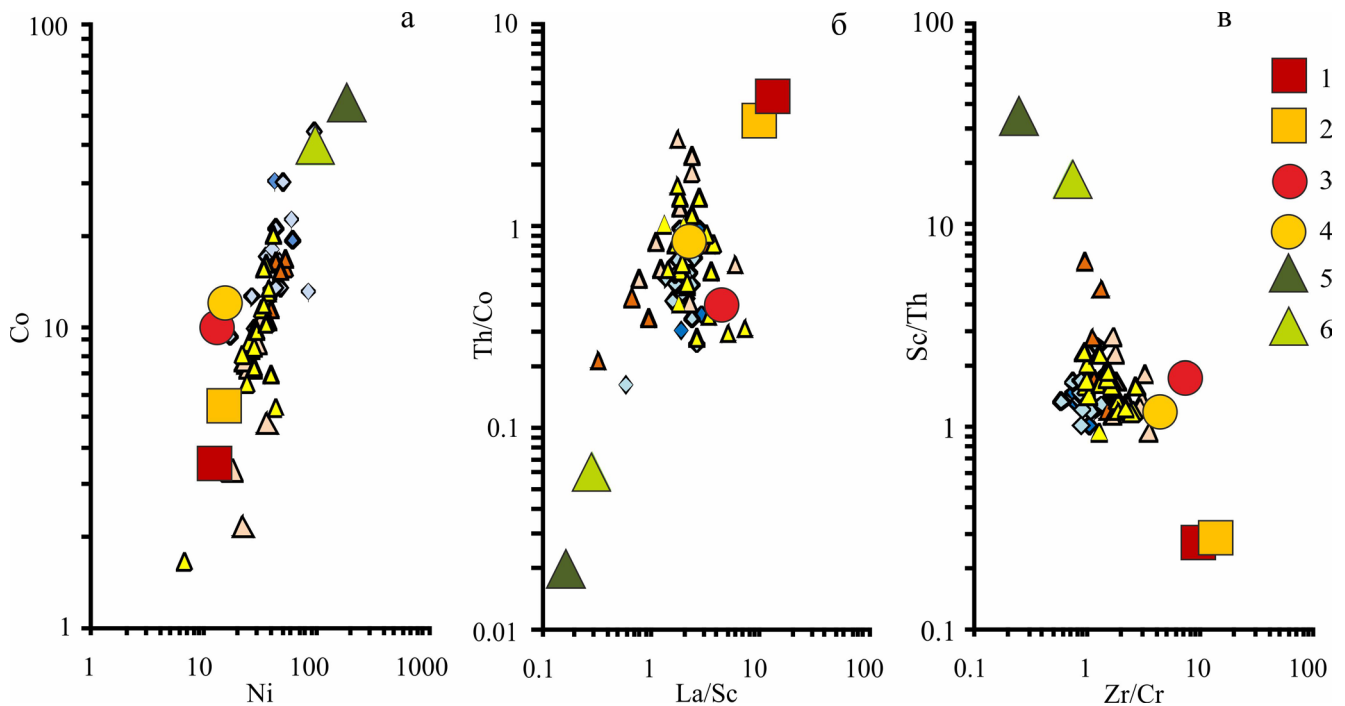


Рис. 2. Положение фигуративных точек состава глинистых пород юрматинской и серафимовской серий на диаграммах Ni–Co (а), La/Sc–Th/Co (б) и Zr/Cr–Sc/Th (в).

Средние составы по [9]: 1 – граниты архея, 2 – граниты протерозоя, 3 – породы ТТГ-ассоциаций архея, 4 – породы ТТГ-ассоциаций протерозоя, 5 – базальты верхнего архея, 6 – базальты нижнего протерозоя. Остальные условные обозначения см. на рис. 1.

ние величины кларков концентрации для Zn, Sr, Y, Zr, Mo, Cs, Ba, Tl и Pb составляют менее $0.6 \times UCC$, а остальных элементов варьируют в пределах 0.6 – 1.4 (рис. 3а).

Глинистые сланцы зигазино-комаровской свиты не содержат ни одного элемента, величина K_k для которого составляла бы более $1.4 \times UCC$. Кларки концентрации Co, Ni, Sr, Y, Mo, Pb и Bi в этих породах меньше чем $0.6 \times UCC$ (рис. 3б).

Примерно такая же картина характерна и для глинистых пород авзянского уровня среднего рифея Башкирского мегантиклинория. Ни один из исследуемых нами элементов не имеет средней величины K_k больше чем $1.4 \times UCC$. Такие элементы, как Co, Sr, Y, Mo, Ba и Pb, имеют средние значения кларков концентрации меньше чем $0.6 \times UCC$ (рис. 3в). Для остальных редких и рассеянных элементов из нашего списка средние значения K_k находятся в пределах 0.6 – $1.4 \times UCC$.

Тонкозернистые обломочные породы тукаевской свиты серафимовской серии Камско-Бельского авлакогена имеют средние значения $K_k > 1.4 \times UCC$ только для Mo (1.63), Pb (1.73) и U (1.52). Величины K_k для Cu, Zn, Sr, Zr и Ba составляют менее $0.6 \times UCC$ (рис. 4а).

В глинистых сланцах ольховской свиты ни один из исследуемых нами элементов-примесей не имеет средней величины $K_k > 1.6 \times UCC$. Медь, стронций,

цирконий и свинец присутствуют в относительно небольших концентрациях. Средние значения K_k для них составляют менее $0.6 \times UCC$. Остальные элементы характеризуются величинами K_k между 0.6 и $1.4 \times UCC$ (см. рис. 4б).

Насколько похожи/различаются распределения элементов-примесей в глинистых породах разных стратонов и регионов? Если брать элементы с $K_k > 1.4 \times UCC$, то в разрезе юрматинской серии только тонкозернистые обломочные породы машакской свиты характеризуются указанными величинами кларков концентрации для Sc и Bi. В аналогичных по гранулометрическому составу породах зигазино-комаровской и авзянской свит элементы с $K_k > 1.4 \times UCC$ отсутствуют. Для глинистых сланцев тукаевской свиты величины $K_k > 1.4 \times UCC$ присущи Mo, Bi и U; в глинистых породах ольховской свиты элементы с $K_k > 1.4 \times UCC$ отсутствуют. Среди элементов-примесей с $K_k < 0.6 \times UCC$ “сквозными” для глинистых пород машакской, зигазино-комаровской и авзянской свит являются Sr, Y, Mo и Pb. Для тонкозернистых обломочных образований тукаевской и ольховской свит к числу таких элементов принадлежат Cu, Sr и Zr. Из приведенных данных следует, что во всех исследованных нами образцах только средние кларки концентрации стронция относительно UCC сопоставимы. Распределение остальных элементов-примесей но-

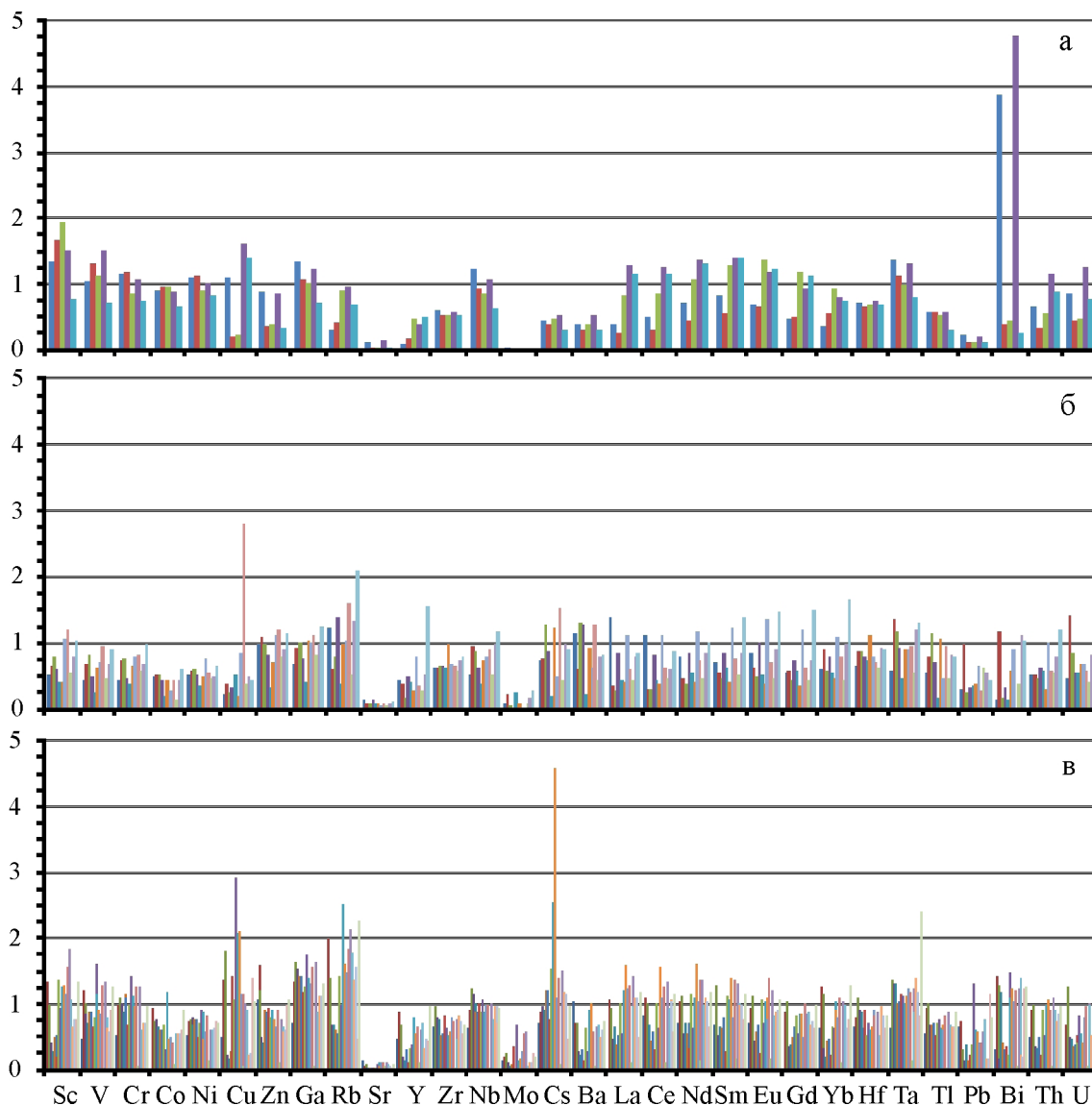


Рис. 3. Кларки концентрации ряда редких и рассеянных элементов в тонкозернистых обломочных породах машакской (а), зигазино-комаровской (б) и авзянской (в) свит юрматинской серии среднего рифея Башкирского мегантиклинория.

Количество столбцов в ячейке элемента здесь и далее соответствует количеству изученных образцов.

сит в целом незакономерный характер. Таким образом, приведенные данные показывают, что исследованные глинистые породы в определенной мере близки, но при детальном рассмотрении имеют мало сопоставимых особенностей. Связано ли это с собственно природными особенностями проанализированных нами объектов или определяется некоторыми субъективными особенностями, в том числе аналитическими, еще предстоит установить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геохимия тонкозернистых терригенных пород верхнего докембрия Северной Евразии / А.В. Маслов,

А.Д. Ножкин, В.Н. Подковыров, Е.Ф. Летникова, О.М. Туркина, Д.В. Гражданкин, Н.В. Дмитриева, М.В. Ишерская, М.Т. Крупенин, Ю.Л. Ронкин, Э.З. Гареев, С.В. Вещева, О.П. Лепихина. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 274 с.

2. Ковалев С.Г., Высоцкий И.В., Пучков В.Н., Маслов А.В., Гареев Э.З. Геохимическая специализация структурно-вещественных комплексов Башкирского мегантиклинория. Уфа: ДизайнПресс, 2013. 268 с.

3. Маслов А.В. Литогеохимия терригенных пород верхнего докембрия Волго-Уральской области. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. 248 с.

4. Маслов А.В., Гареев Э.З., Ковалев С.Г. Кларки концентрации редких и рассеянных элементов в глинистых сланцах и песчаниках юрматинской серии

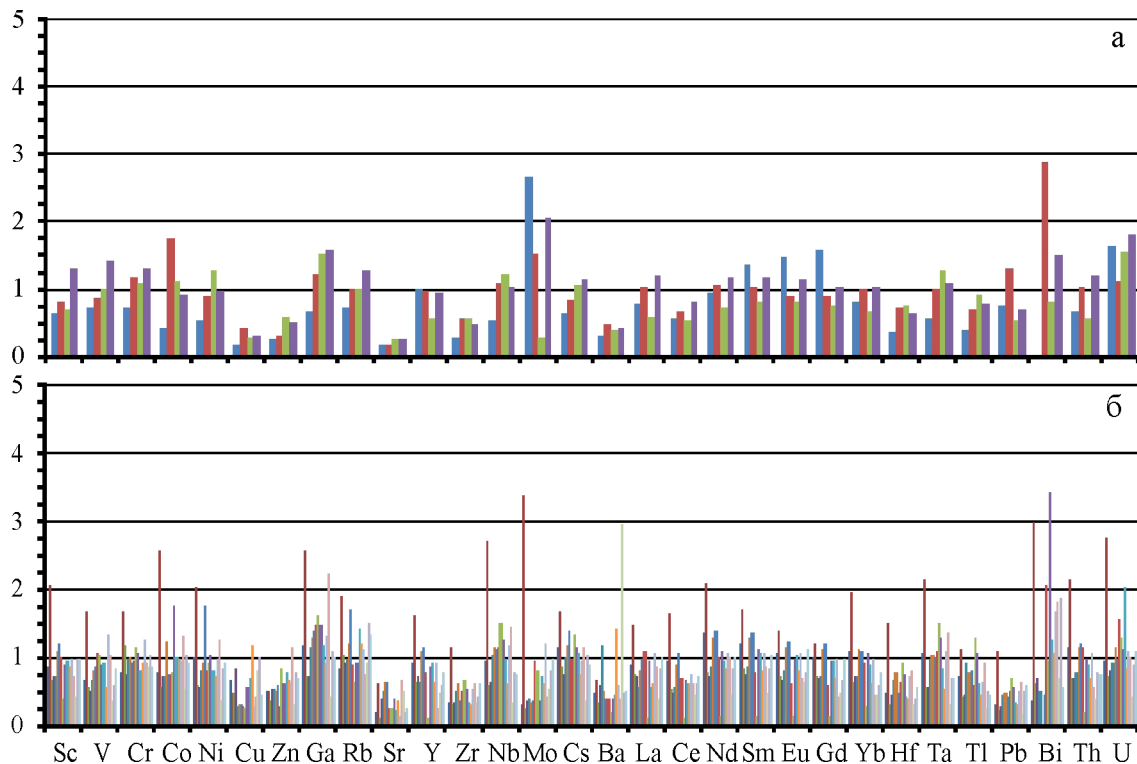


Рис. 4. Кларки концентрации ряда редких и рассеянных элементов в тонкозернистых обломочных породах тукаевской (а) и ольховской (б) свит серафимовской серии среднего рифея Камско-Бельского авлакогена.

- (средний рифей, Южный Урал) // Ежегодник-2013. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2014. С. 72–77.
5. Маслов А.В., Ишерская М.В. Осадочные ассоциации рифея Волго-Уральской области (условия формирования и литофациальная зональность). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1998. 286 с.
 6. Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфилов Л.В. Рифей западного склона Южного Урала (классические разрезы, седименто- и литогенез, минералогия, геологические памятники природы). Т. I. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2001. 351 с.
 7. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1979. 423 с.
 8. Тейлор С.Р., МакЛеннан С.М. Континентальная кора: ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. 384 с.
 9. Condie K.C. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales // Chem. Geol. 1993. V. 104. P. 1–37.
 10. McLennan S.M., Hemming S.R., McDaniel D.K., Hanson G.N. Geochemical approaches to sedimentation, provenance and tectonics // Processes controlling the composition of clastic sediments / Eds M.J. Johnsson, A. Basu. Geol. Soc. Am. Spec. Pap. 1993. V. 284. P. 21–40.
 11. Rudnick R.L., Gao S. Composition of the Continental Crust // Treatise Geochem. 2003. V. 3. P. 1–64.