

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД НЕМУРЮГАНСКОЙ СВИТЫ (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

© 2018 г. Н. С. Уляшева

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар. E-mail: nsulasheva@geo.komisc.ru

Немурюганская свита верхнего рифея протягивается в виде полосы от верховьев р. Лонготъеган на юге до р. Байдарата-Яха на севере в западной части Харбейского антиклинория Центральной тектонической зоны Полярного Урала (рис. 1). Она согласно залегает на породах няровейской серии верхнего рифея [9] и несогласно перекрывается толщами орангской свиты ордовика. Свита состоит из переслаивающихся сланцев, мраморов, кварцитов и мэтаэффузивов основного, кислого и среднего составов и характеризуется надкларковыми содержаниями элементов благородных металлов [3]. Условия метаморфизма пород немурюганской свиты, как и нижележащей няровейской серии, не превышали зеленосланцевой фации [2].

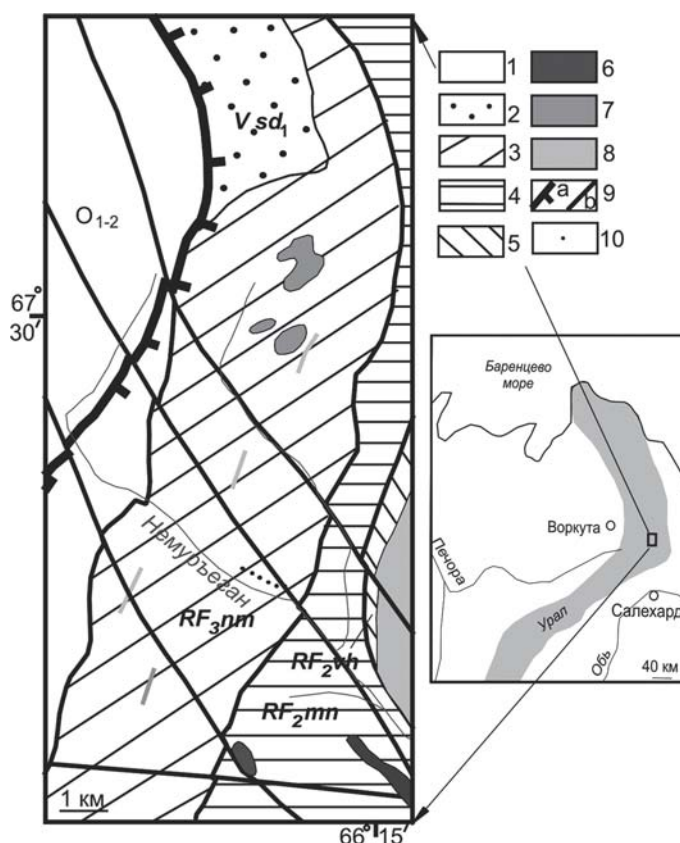
Нами исследованы геохимические особенности различных петрографических типов пород немурюганской свиты, обнажающихся по левобережью р. Немуръеган, так как известно, что содержания малых элементов несут важную информацию об условиях формирования протолита и составах источников сноса терригенного материала.

В результате ранее проведенных петрографических и петрохимических исследований пород немурюганской свиты было установлено, что они представлены мраморами, бескарбонатными и карбонатсодержащими филлитовидными сланцами, кварцитами, карбонатсодержащими эпидот-кварц-альбит-хлоритовыми и углеродсодержащими кварц-карбонатными породами. Большинство изученных метаморфитов сформировались по осадочным образованиям. Карбонатсодержащий эпидот-кварц-альбит-хлоритовый сланец имеет вулканогенно-осадочное происхождение и, скорее всего, является метатифом основного – среднего состава. В формировании терригенной составляющей филлитовидных сланцев, судя по петрохимическим данным и размеру зерен цирконов, участвовал пелитовый и алевритовый материал. Кварцит имеет яшмовидный облик и, возможно, является аквагенным образованием.

Для определения редких и редкоземельных элементов в породах (табл.) были использованы образцы, не подвергшиеся вторичным изменениям. Установление концентраций этих элементов выполнено путем их кислотного разложения и дальнейшего анализа с помощью секторного масс-спектрометра с ионизацией в индуктивно связанной плазме (FS HR ICP-MS)

Рис. 1. Схематическая геологическая карта среднего течения р. Немуръеган (по В.А. Душину [3])

Условные обозначения: 1 — орангская свита (O_{1-2}), 2 — сягатинская свита (Vsd_1), 3 — немурюганская свита (RF_3nm), 4 — минсейшорская свита (RF_2mn), 5 — верхнехарбейская свита (RF_2vh), 6 — габбро харбей-собского комплекса (RF_3-V_1), 7 — диориты харбей-собского комплекса (RF_3-V_1), 8 — граниты сягатинского комплекса ($V-E_1$), 9 — разрывные нарушения: а — главные, б — второстепенные, 10 — места отбора проб.



Таблица

**Содержания редких и редкоземельных элементов
в породах немурюганской свиты, г/т**

Элементы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	НМ-20	НМ-29	НМ-18	НМ-17	НМ-19	НМ-24	НМ-22	НМ-26	НМ-25	НМ-28
Li	17.9	22.1	25.1	24.9	7.02	22	4.74	40.4	0.914	0.496
Be	0.635	0.134	0.689	0.225	0.218	0.403	0.032	0.127	0.072	0.093
Sc	3.1	0.762	4.71	1.46	1	4.41	0.169	4.41	0.845	0.446
Co	7.7	9.32	10.4	5.68	6.51	9.28	1.06	21.7	1.31	0.926
Ni	14.6	16.9	22.8	14.7	8.71	27.5	3.79	46.5	13	12.2
Cu	1	4.8	18	7.54	7.56	14.5	3.37	29.2	1.28	1.19
Ga	6.54	3.54	8.17	3.87	2.26	6.36	0.958	7.31	0.296	0.071
Sr	23.7	7.45	14.3	53.7	33.8	72.2	1.26	61.2	752	634
Y	3.32	2.54	11.2	4.33	5.87	8.71	0.858	3.6	5.19	2.83
Zr	9.66	8.88	8.83	6.17	11.7	6.19	10.9	8.91	10.8	16.1
Nb	0.377	0.0269	0.097	0.0738	0.0891	0.128	0.274	0.0714	0.0974	0.181
Cs	1.23	0.341	1.76	0.479	0.72	0.736	0.0387	0.0683	0.0934	0.0159
La	41.6	14.7	25.1	32.1	30.4	15.4	4.19	2.48	4.09	1.77
Ce	83.7	28.7	52.7	65.7	61.3	33.6	8.07	5.56	8.77	3.38
Pr	10.1	3.61	6	7.01	7.16	4.46	1.05	0.776	1.09	0.429
Nd	37.2	14.9	22.9	25.4	26.7	18.4	4.31	3.27	4.38	1.88
Sm	6.41	2.75	4.26	4.56	4.81	3.69	0.789	0.794	0.864	0.423
Eu	1.12	0.437	0.848	0.688	0.767	0.8	0.148	0.206	0.256	0.142
Gd	3.71	1.8	3.63	2.44	3.49	2.72	0.552	0.828	0.819	0.419
Tb	0.433	0.219	0.522	0.322	0.476	0.402	0.0694	0.141	0.13	0.0651
Dy	2	1.18	3	1.81	2.37	2.37	0.315	0.873	0.825	0.409
Ho	0.28	0.169	0.574	0.311	0.43	0.468	0.0528	0.182	0.175	0.0837
Er	0.554	0.343	1.5	0.688	0.998	1.16	0.117	0.487	0.494	0.239
Tm	0.062	0.0372	0.18	0.0892	0.13	0.16	0.0146	0.0718	0.0669	0.0328
Yb	0.298	0.183	0.958	0.493	0.684	0.998	0.0776	0.436	0.405	0.203
Lu	0.0385	0.0211	0.119	0.066	0.0864	0.137	0.0099	0.0628	0.0626	0.0288
Th	17.9	11.7	14.2	9.11	11.7	6.64	1.7	1.15	1.31	0.748

Примечание: 1–3 — бескарбонатные филлитовидные сланцы, 4–6 — карбонатсодержащие филлитовидные сланцы, 7 — кварцит, 8 — карбонатсодержащая эпидот-кварц-альбит-хлоритовая порода, 9, 10 — углеродсодержащие кварц-карбонатные породы.

Element2 в Институте геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого в Екатеринбурге (аналитик Ю.Л. Ронкин).

В кварците содержания редкоземельных элементов, нормированные относительно содержания их в хондрите, образуют крутой спектр с неярко выраженной европиевой аномалией (рис. 2а). Содержания La и Yb выше хондритовых соответственно в 17 и 0.5 раз. По сравнению с составами постаршейского глинистого сланца (PAAS), терригенных и терригенно-кремнистых образований нижележащей няровейской серии [8] кварцит имеет низкие содержания как REE, так и редких элементов Sc, Be, Ga, Cs, Co, Ni, Nb, Ta, Zr и т.д. (табл.). По геохимическому составу рассматриваемая порода наиболее схожа с приведенными для сравнения кремнистой породой Сихотэ-Алиня [4] и углеродсодержащим кварцитом няровейской серии [8] — метафтанитом.

Филлитовидные сланцы имеют высокие содержания легких редкоземельных элементов и низкие — тяжелых (рис. 2б). Спектр содержаний REE образуют крутую линию с европиевой аномалией, содержания La и Yb выше хондритовых соответственно 61–133 и 1–5.6 раз. По сравнению с терригенными образованиями няровейской серии и PAAS они характеризуются дефицитом тяжелых редкоземельных и редких (Co, Ni, Sc, Ga) элементов и наиболее близки по геохимическому составу

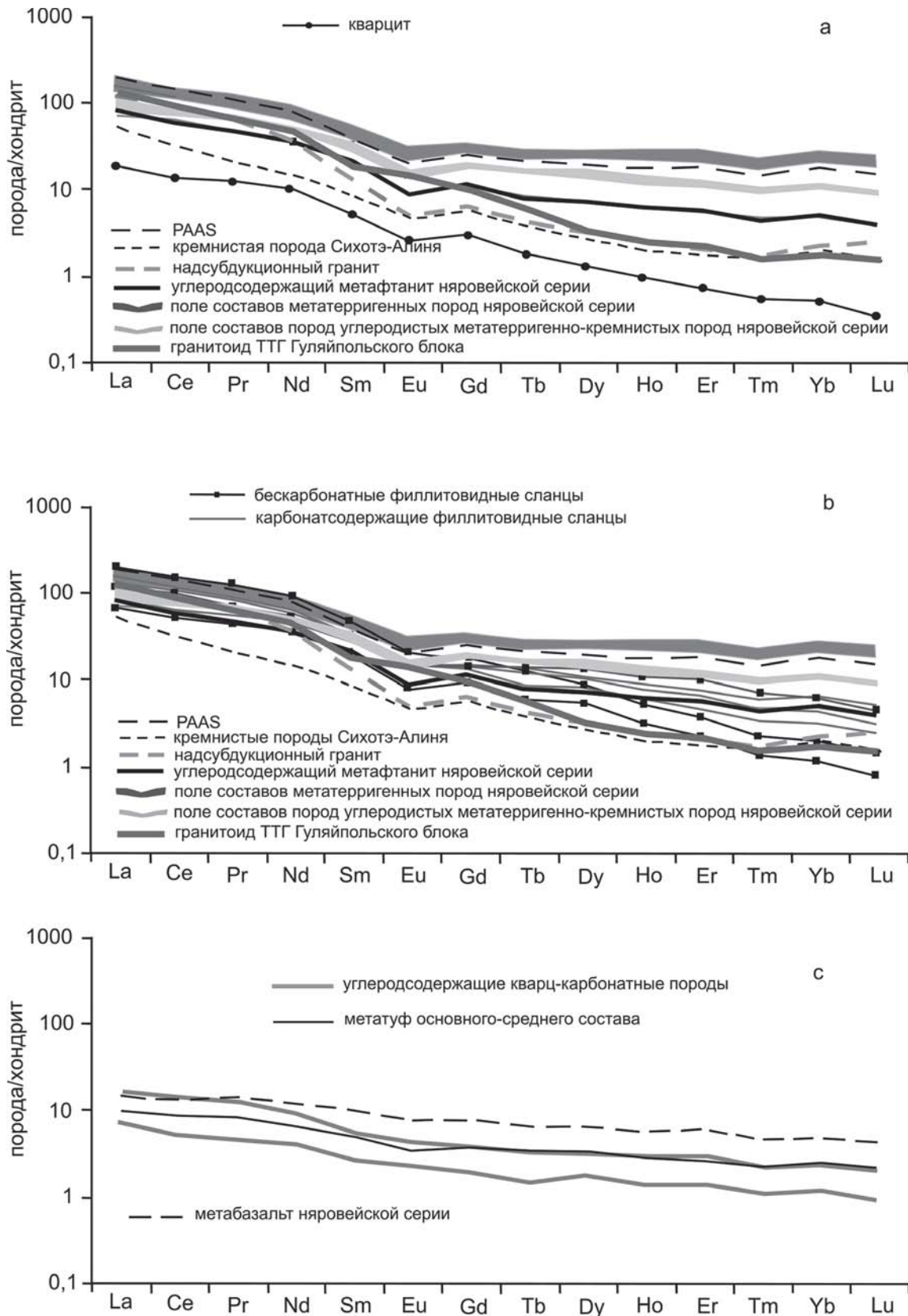


Рис. 2. Содержания редкоземельных элементов в породах немурюганской свиты (а — кварцит, б — филлитовидные сланцы, в — метатуф и углеродсодержащая кварц-карбонатная порода), нормированные по составу хондрита [12]. Для сравнения приведены спектры содержания элементов PAAS [7], кремнистой породы Сихотэ-Алиня [4], надсубдукционного гранита [10], гранитоида ТТГ Гуляйпольского блока [1], пород няровейской серии [8]

к углеродсодержащим метаморфизованным кремнистым и терригенно-кремнистым образованиям няровейской серии [8]. Это сходство дает возможность предполагать, что протолиты сланцев немурюганской серии сформировались в условиях слабого или непостоянного поступления терригенного материала (на что также может указывать полосчатость пород) и представляли собой кремнистые, кремнисто-глинистые и карбонатно-кремнисто-алевритовые породы. Но наиболее вероятно, что геохимический состав филлитовидных сланцев немурюганской свиты унаследован от материнских пород — образований преимущественно кислого, а возможно, и среднего состава, которые характеризуются высоким количеством легких редкоземельных элементов и дефицитом — тяжелых элементов, Nb, Sc, Co, Ga, Ni, Zr. Подобный состав имеют островодужные гранитоиды [10], докембрийские метариолиты и метадациты зеленокаменных поясов [5] и породы архейских тоналит-трондьемит-гранодиоритовых ассоциаций (ТТГ) [1]. Вариации в содержаниях тяжелых редкоземельных элементов может быть связаны с периодичностью поступления терригенного материала основного состава.

Карбонатсодержащая мусковит-эпидот-кварц-альбит-хлоритовая порода — метатиф основного — среднего состава, имеет низкое содержание редкоземельных элементов (16 г/т) и образует пологий спектр распределения элементов относительно хондрита с небольшим европейским минимумом (рис. 2с). Количество La и Yb выше хондритовых соответственно в 10 и 2.5 раза. Такой спектр характерен для базальтов островных дуг, океанов и задуговых морей. Рассматриваемая порода, так же как и приведенный для сравнения метавулканиит верхних частей нижележащей минисейшорской свиты няровейской серии, имеет низкие содержания Nb, Ta и Zr, что является показателем надсубдукционных обстановок.

Углеродсодержащие кварц-карбонатные породы, как и метатиф, имеют низкие содержания редкоземельных элементов — 9–22 г/т и образуют пологий спектр распределения этих элементов относительно хондрита без европейской аномалии, La и Yb выше хондритовых соответственно 7–17 и 2 раза. По всей видимости, в питающей провинции для этих пород преобладали магматиты основного состава. Не исключено, судя по низким количествам элементов-примесей, что протолитом для кварц-карбонатных метаморфитов служили кремнисто-карбонатные отложения. В карбонатолитах наблюдается повышенное количество Sr — 634–752 г/т, что может быть свидетельством нерифного происхождения этих образований. Такие высокостронциевые карбонатные породы могут переслаиваться с турбидитами, кремнями и мергелями [11]. Согласно работе Е.Ф. Летниковой [6] высокие содержания стронция характерны для карбонатолитов задуговых бассейнов.

В результате проведенных исследований можно предположить, что протолитами для изученных метаморфитов немурюганской свиты являлись кремнистые, кремнисто-терригенные, карбонатно-кремнисто-терригенные породы; туфы основного — среднего состава и углеродсодержащие карбонатолиты. Учитывая геохимические особенности этих образований, характерные для пород надсубдукционной обстановки, можно предположить, что они сформировались в глубоководной части задугового моря.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00146 мол_а, а также при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 18-5-5-19.

Литература:

1. Артеменко Г.В., Самборская И.А., Швайко И.А., Калинин В.И. Особенности гранитоидного магматизма в гуляйпольской гранит-зеленокаменной структуре (Приазовский мегаблок УЩ) // Минералогический журнал (Украина). — 2010. — Т. 32, № 4. — С. 63–76.
2. Гракова О.В. Термодинамические условия метаморфизма верхнепротерозойских отложений Полярного Урала // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. — 2017. — № 6 (270). — С. 13–19.
3. Душин В.А., Сердюкова О.П., Малюгин А.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000. Изд. 2. Сер. Полярно-Уральская. Листы Q-42-I, II. Объяснительная записка. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. — 340 с.
4. Кемкин И.В., Кемкина Р.А. Геохимические особенности кремней таухинского террейна Сихотэ-Алиня и фациальные обстановки их образования // Доклады РАН. — 2014. — Т. 455, № 6. — С. 687–692.
5. Лаврик С.Н., Мишкин М.А. Геохимия и происхождение метавулканиитов холодниканского зеленокаменного пояса (юг Алданского щита) // Геохимия. — 2010. — № 6. — С. 632–645.

6. *Летникова Е.Ф.* Геохимическая специфика карбонатных отложений различных геодинамических обстановок северо-восточного сегмента палеоазиатского океана // Литосфера. – 2005. – № 1. – С. 70–81.
7. *Тейлор С.Р., МакЛеннан С.М.* Континентальная кора, ее состав и эволюция. – М.: Мир, 1988. – 376 с.
8. *Уляшева Н.С.* Геохимические особенности и геодинамическая обстановка формирования верхнепротерозойских отложений няровейской серии // Вестник института геологии Коми НЦ УрО РАН. – 2017. – № 5. – С. 20–30.
9. *Уляшева Н.С., Пыстин А.М., Пыстина Ю.И., Гракова О.В., Хубанов В.Б.* U–Pb LA-SF-ICP-MS датирование цирконов из верхнепротерозойских отложений Полярного Урала // Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-европейской платформы и ее складчатого обрамления: Матер. Всерос. науч. конф. с международным участием. – Сыктывкар, 2017. – С. 223–224.
10. *Ферштатер Г.Б.* Геохимические тренды габбро и гранитов Урала, отражающие историю геологического развития подвижного пояса // Геохимия. – 2015. – № 12. – С. 1094–1109.
11. *Юдович Я.Э. Майдль Т.В., Иванова Т.И.* Геохимия стронция в карбонатных отложениях. – Л: Наука, 1980. – 152 с.
12. *Sun S.S., McDonough W.F.* Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // *Magmatism in the Ocean Basins* / A.D. Saunders, M.J. Norry, (Eds.). Geological Society of London Special Publication, 42, 1989. – P. 313–345.