

БЕЗГОДОВСКАЯ СВИТА ЗАПАДНОГО СКЛОНА СРЕДНЕГО УРАЛА: НЕКОТОРЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКОЗЕРНИСТЫХ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД

А. В. Маслов

Безгодовская свита выделена в 1948 г. А.И. Олли [3]. Она объединяет темно- и зеленовато-серые тонкополосчатые глинистые сланцы и мелкозернистые алевролиты с подчиненными им песчаниками. Возраст свиты долгое время считался силурийским,

однако в последние годы эти представления подвергаются сомнению. Высказано предположение, что по литологическим особенностям безгодовская свита "...очень близка к отложениям сыльвицкой серии" [1, с. 119]. Стратотипические разрезы свиты

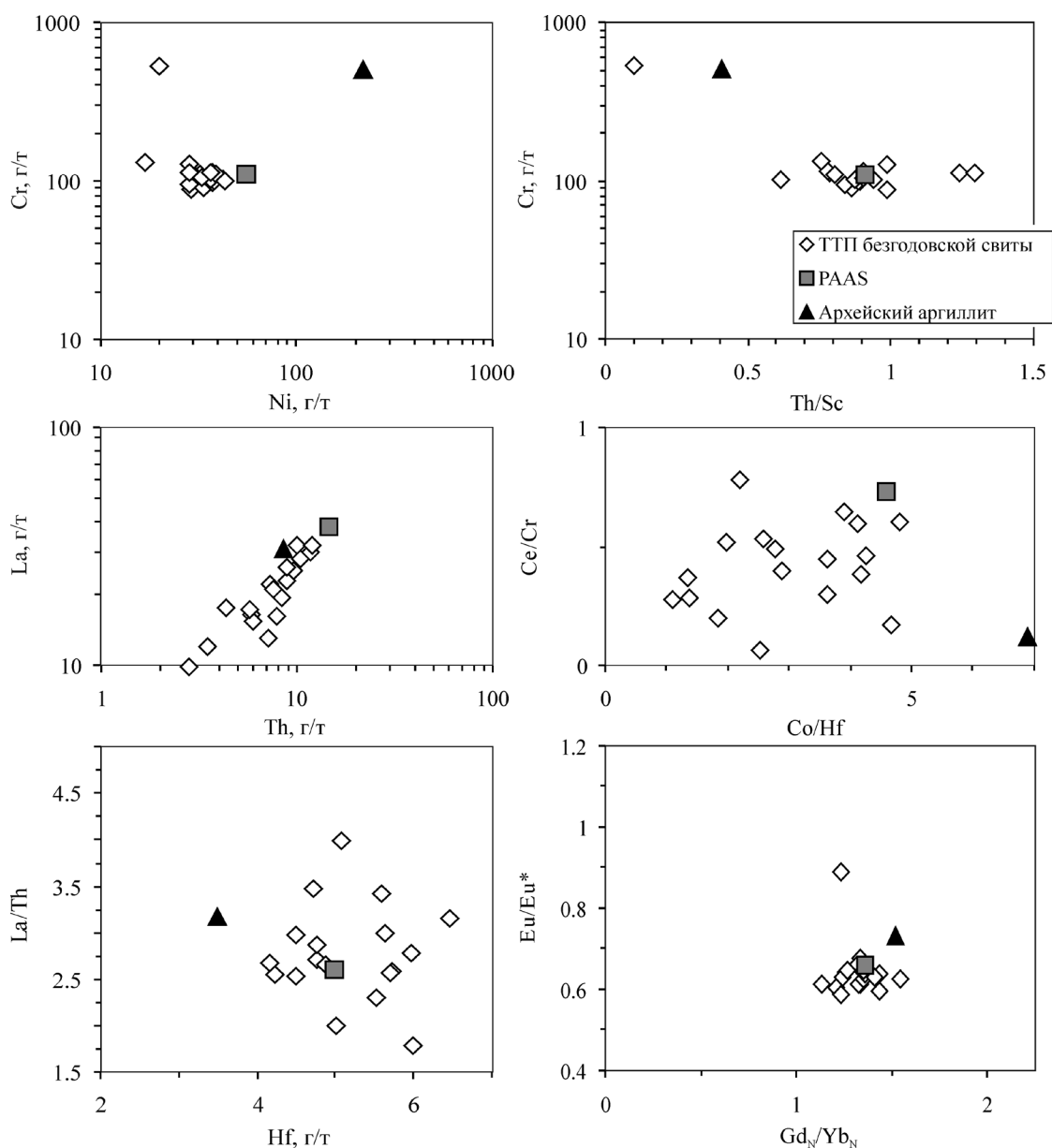


Рис. 1. Соотношение различных геохимических параметров тонкозернистых терригенных пород (ТТП) безгодовской свиты, РААС и среднего архейского аргиллита (по [4]).

расположены в бассейне р. Усьвы в окрестностях д. Безгодovo. Мощность ее оценивалась А.И. Олли примерно в 500–700 м. В свете сказанного выше в задачу наших исследований входило сопоставление геохимических особенностей тонкозернистых терригенных образований безгодовской свиты и ряда литостратиграфических подразделений сыльвицкой и серебрянской серий.

Летом 2007 г. нами в бассейне р. Усьвы в полесе от устья р. Мал. Басег до д. Безгодovo была отобрана представительная коллекция образцов (более 20) тонкозернистых терригенных пород (аргиллитов и алевроаргиллитов, ТТП) безгодовской свиты. В этих образцах методом ICP-MS в лаборатории ФХМИ Института геологии и геохимии УрО РАН определены содержания 57 петрогенных элементов и элементов-примесей¹ (аналитики – Н.В. Чередниченко, Д.В. Кисилева, Н.Г. Солошенко). Минимальные, максимальные, медианные и средние содержания элементов-примесей в ТТП безгодовской свиты, а также значения доверительных для них интервалов и стандартных отклонений приведены в табл. 1.

В результате выполненных исследований установлено, что по практически всему ряду общепринятых параметров ТТП безгодовской свиты близки к PAAS и существенно отличаются от среднего архейского аргиллита (рис. 1). Так, содержания Sr в подавляющем большинстве проанализированных образцов варьируют от 90 до 110–120 г/т, а содержания Ni изменяются от 17 до 42 г/т. Медианное содержание гафния в тонкозернистых терригенных породах безгодовской свиты (5.05 г/т) почти в точности соответствует содержанию Hf в PAAS (5.0 г/т) указываемому в работе [4]. Медианная величина отношения Ce/Cr составляет 0.42, что заметно выше значений данного параметра в тонкозернистых терригенных породах с преобладанием архейской алюмосиликокластики [2]; в то же время в PAAS величина отношения Ce/Cr примерно в 1.7 раза выше (0.73). Для ТТП безгодовской свиты характерна отрицательная европиевая аномалия, медианное значение которой составляет 0.63 (min – 0.59, max 0.89). Деpletion тяжелые редкоземельных элементов (РЗЭ) отсутствует – медианное значение отношения Gd_N/Yb_N равно 1.33. По двум последним параметрам практически все проанализированными образцы также вполне сопоставимы с обычными постархейскими тонкозернистыми терригенными образованиями, для которых, по данным С. Тейлора и С. МакЛеннана [4], величина Eu/Eu^* составляет 0.66, а отношение Gd_N/Yb_N – 1.36. Несколько заниженными представляются лишь содержа-

Таблица 1. Основные статистические параметры для элементов-примесей в тонкозернистых терригенных породах безгодовской свиты, г/т

Компонент	Min	Max	Медиана	\bar{x}	Δx	S
Sc	4.44	70.17	8.58	8.03	6.83	14.78
Ti	3237.83	5681.50	4871.24	4792.10	243.69	527.51
V	55.32	192.38	121.87	113.82	12.47	25.99
Cr	88.22	533.12	107.60	110.48	46.73	101.15
Mn	91.77	915.73	436.27	321.62	102.88	222.71
Co	5.60	23.46	15.91	12.98	2.29	4.96
Ni	17.03	42.93	33.46	31.00	3.24	7.01
Cu	11.46	83.05	34.98	30.96	6.72	14.54
Zn	44.75	201.22	90.35	83.35	16.32	35.33
Ga	15.55	25.62	23.98	23.02	1.10	2.38
Ge	1.41	12.40	1.83	1.87	1.16	2.51
Rb	49.98	171.58	85.44	85.25	18.65	40.37
Sr	21.33	91.13	33.92	34.99	8.75	18.93
Y	6.37	22.36	14.32	11.93	2.18	4.72
Zr	144.98	234.60	179.18	178.68	11.79	25.52
Nb	10.56	20.00	17.20	16.64	1.03	2.22
Mo	0.12	1.42	0.28	0.25	0.17	0.37
Cd	0.00	1.35	0.03	0.02	0.14	0.31
Sn	2.39	5.79	3.80	3.75	0.30	0.65
Sb	0.34	1.62	0.49	0.51	0.14	0.30
Cs	3.77	10.35	6.24	5.90	1.09	2.35
Ba	193.08	475.43	371.48	333.46	38.64	83.64
La	9.83	31.80	19.93	18.56	3.14	6.79
Ce	17.12	68.69	45.76	39.70	6.83	14.78
Pr	2.67	8.09	5.42	4.94	0.73	1.58
Nd	10.32	31.49	21.58	19.09	2.79	6.05
Sm	1.92	5.83	4.04	3.58	0.51	1.11
Eu	0.31	1.03	0.72	0.62	0.10	0.21
Gd	1.35	4.36	2.71	2.54	0.37	0.81
Tb	0.20	0.69	0.46	0.40	0.06	0.13
Dy	1.26	4.62	2.92	2.64	0.40	0.87
Ho	0.27	0.91	0.60	0.54	0.08	0.17
Er	0.79	2.57	1.67	1.55	0.23	0.49
Tm	0.12	0.37	0.26	0.23	0.03	0.07
Yb	0.88	2.51	1.72	1.57	0.21	0.46
Lu	0.14	0.39	0.27	0.25	0.03	0.07
Hf	4.16	6.46	5.05	5.10	0.31	0.67
Ta	0.90	1.58	1.42	1.37	0.07	0.16
W	1.02	2.71	2.01	1.94	0.16	0.35
Tl	0.60	0.98	0.84	0.81	0.05	0.10
Pb	3.47	24.00	12.57	11.28	2.29	4.95
Bi	0.06	0.59	0.19	0.17	0.06	0.12
Th	2.82	11.94	7.79	6.59	1.21	2.63
U	1.79	3.35	2.52	2.45	0.15	0.33

Примечание. \bar{x} – средний состав, Δx – доверительный интервал, S – стандартное отклонение.

ния La и Th. Так, медианное содержание La составляет в имеющейся у нас выборке образцов 19.9 г/т (min – 9.8, max – 31.8 г/т; в PAAS содержание лантана составляет 38 г/т). Минимальное содержание Th составляет 2.8 г/т, максимальное равно 11.9 г/т при медианном значении ~7.8 г/т (в PAAS содержание тория составляет 14.6 г/т).

¹ Коэффициенты вариации при определении содержания элементов-примесей в тонкозернистых терригенных породах в 2007–2008 гг. в лаборатории ФХМА, по нашим данным, составляли (%) для Li – 26, Sc – 16, V – 15, Cr – 13, Ni – 13, Te – 77, La – 27, Yb – 22, Th – 29.

Таблица 2. Медианные значения содержаний Ni и Cr (г/т), а также отношений La/Sc и Th/Co в тонкозернистых терригенных породах различных уровней венда и верхнего рифея западного склона Среднего Урала

Компонент, отношение	Федотовская свита	Керноская свита	Безгодовская свита	Перевалокская свита	Чернокаменная свита
Ni	26.0	28.4	33.5	54.0	53.5
Cr	112.4	115.9	107.6	120.7	127.5
La/Sc	3.3	2.8	2.5	2.5	2.8
Th/Co	1.0	0.4	0.6	0.7	0.9

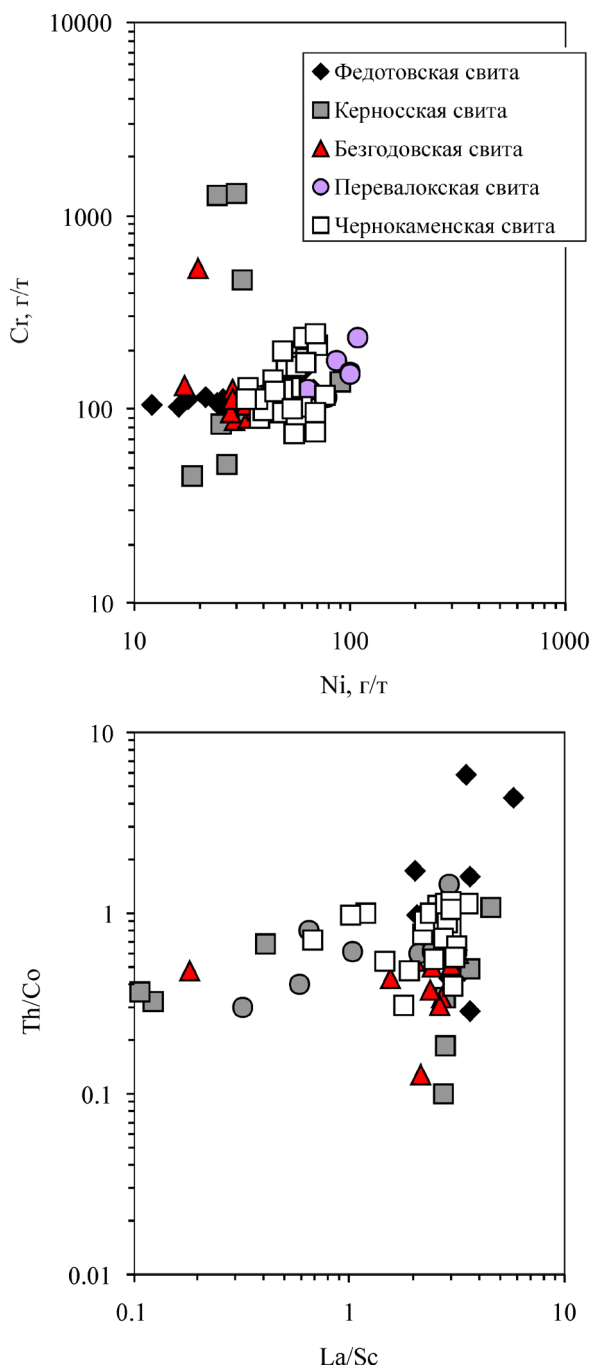


Рис. 2. Положение фигуративных точек составов тонкозернистых терригенных пород безгодовской, федотовской, керносской, перевалокской и чернокаменной свит на диаграммах Ni–Cr и La/Sc–Th/Co.

Мы сопоставили медианные значения ряда геохимических параметров (содержания Ni и Cr, значения отношений La/Sc и Th/Co) ТТП безгодовской свиты и различных литостратиграфических подразделений сыльвицкой и серебрянской серий, а также федотовской свиты верхнего рифея (табл. 2). В результате оказалось, что по медианному содержанию Ni тонкозернистые терригенные породы безгодовской свиты ближе к аналогичным по гранулометрии породам федотовской и керносской свит. Медианное содержание Cr в них самое низкое из всего рассматриваемого ряда значений. По величине же отношения La/Sc (2.5) глинистые сланцы и мелкозернистые глинистые алевролиты безгодовского уровня практически не отличаются от мелкозернистых глинистых алевролитов перевалокской свиты сыльвицкой серии (La/Sc ~ 2.5) и весьма близки к аналогичным по гранулометрии образованиям керносской и чернокаменной свит (La/Sc ~ 2.8). Для глинистых сланцев федотовской свиты рассматриваемое отношение несколько выше (3.3). По медианному значению отношения Th/Co (0.6) тонкозернистые терригенные образования безгодовского уровня занимают промежуточное положение между глинистыми сланцами керносской и перевалокской свит (соответственно 0.4 и 0.7). Близкие по гранулометрии породы федотовской и чернокаменной свит характеризуются заметно более высокими значениями названного параметра (1.0 и 0.9).

На диаграммах Ni–Cr и La/Sc–Th/Co (рис. 2) фигуративные точки составов ТТП безгодовской, федотовской, керносской, перевалокской и чернокаменной свит образуют компактные поля, обладающие значительными перекрытиями.

Нормирование содержаний РЗЭ в тонкозернистых терригенных породах безгодовской свиты на хондрит и PAAS (по [4]) (рис. 3) показывает близость спектров к тем, что типичны для подавляющего большинства постархейских терригенных образований. Так, медианная величина отношения La_N/Yb_N в глинистых сланцах и мелкозернистых аргиллитах безгодовской свиты составляет 8.25, тогда как в PAAS она равна 9.2. Значения параметра Gd_N/Yb_N соответственно равны 1.33 и 1.36. Величина европиевой аномалии в обоих случаях отрицательная и равна 0.63 и 0.66.

Приведенные выше данные показывают, что по ряду геохимических параметров ТТП безгодовской свиты действительно достаточно близки к анало-

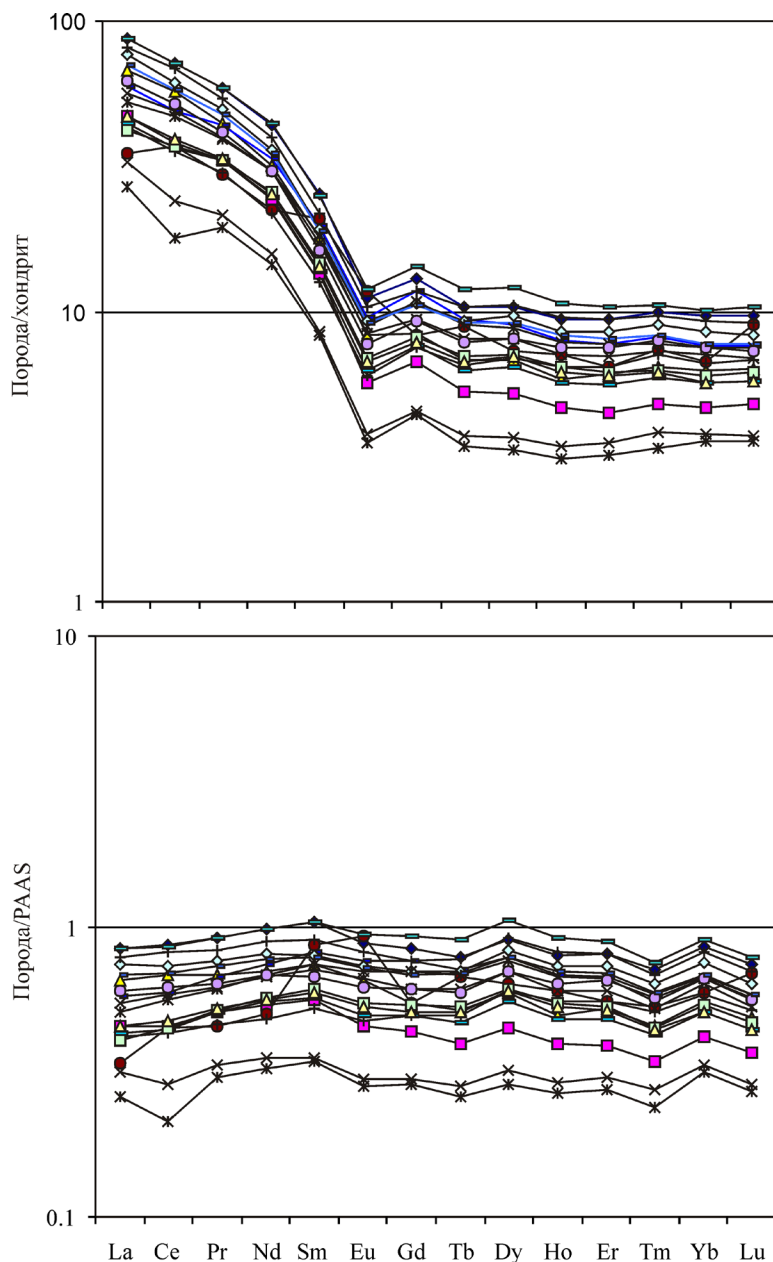


Рис. 3. Нормированные на хондрит и РААС спектры распределения РЗЭ в тонкозернистых терригенных породах безгодовской свиты.

гичным по гранулометрии породам сыльвицкой серии. В то же время сходными геохимическими характеристиками обладают глинистые сланцы и мелкозернистые алевролиты ряда других уровней верхнего рифея и венда западного склона Среднего Урала. Примерно по тому же спектру характеристик ТТП безгодовской свиты могут быть сопоставлены и с большинством постархейских тонкообломочных алюмосиликокластических образований. Это показывает, что геохимические данные не могут являться определяющим аргументом в пользу отнесения безгодовской свиты к венду. Сделано это может быть, на наш взгляд, только на основе палеонтологических данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анцыгин Н.Я., Шурыгина М.В., Наседкина В.А.* Новые данные по стратиграфии палеозоя Северного Урала // Геологическое развитие Урала: достижения и проблемы. М.: Мингео РСФСР, Геолфонд, 1988. С. 11–121.
2. *Маслов А.В.* Метатерригенные породы архея (основные геохимические ограничения) // Геохимия. 2007. № 4. С. 370–389.
3. *Олли А.И.* Древние отложения западного склона Урала. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1948. 407 с.
4. *Тейлор С.Р., МакЛеннан С.М.* Континентальная кора: ее состав и эволюция. М.: Мир, 1988. 384 с.