

## К РЕКОНСТРУКЦИИ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ СРЕДНЕУРАЛЬСКОЙ ЧАСТИ УРАЛЬСКОГО ОРОГЕНА НА НАЧАЛЬНОЙ СТАДИИ ЕГО ФОРМИРОВАНИЯ ПО ДАННЫМ ГЕОХИМИИ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД

© 2021 г. А. В. Маслов<sup>a, b, \*</sup>, Г. А. Мизенс<sup>a, \*\*</sup>, Л. В. Бадида<sup>a, \*\*\*</sup>, М. Т. Крупенин<sup>a, \*\*\*\*</sup>

<sup>a</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН, ул. акад. Вонсовского, 15, Екатеринбург, 620016 Россия

<sup>b</sup>Геологический институт РАН, Пыжевский пер., 7, Москва, 119017 Россия

\*e-mail: amas2004@mail.ru

\*\*e-mail: mizens@igg.uran.ru

\*\*\*e-mail: kokshina.lv@gmail.com

\*\*\*\*e-mail: krupenin@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 27.02.2020 г.

После доработки 01.07.2020 г.

Принята к публикации 01.07.2020 г.

Предуральский прогиб представляет собой классическую краевую структуру, расположенную на форланде позднепалеозойского Уральского орогена. В пределах прогиба выделяется ряд впадин/седиментационных ванн. В статье проанализированы особенности распределения РЗЭ и Th в глинистых породах среднего карбона и нижней перми Юрюзано-Сылвинской впадины. Она, как и другие подобные ей структуры прогиба, выполнена разнообразными ассоциациями обломочных и глинистых пород первого седиментационного цикла, сформированными в результате размыва орогена. На диаграммах  $(La/Yb)_N - Eu/Eu^*$  и  $(La/Yb)_N - Th$  как индивидуальные, так и средние фигуративные точки сосредоточены в поле значений, характерных для донных осадков устьевых частей современных рек, дренирующих вулканические провинции. Вероятно, это свидетельствует об однородном составе областей размыва на территории орогена в карбоне и ранней перми.

**Ключевые слова:** Предуральский прогиб, Юрюзано-Сылвинская впадина, глинистые породы, средний-верхний карбон, нижняя пермь, распределение редкоземельных элементов и Th

**DOI:** 10.31857/S0016752521050046

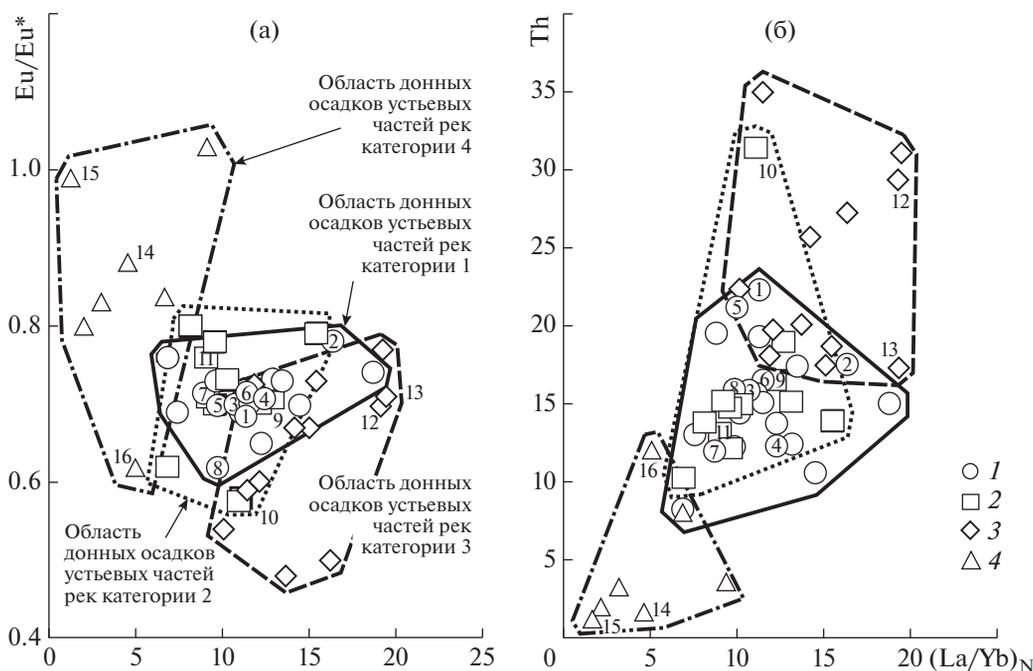
### ВВЕДЕНИЕ

Значимая информация о характере водосборных территорий морских бассейнов может быть получена, в том числе и благодаря изучению распределения редкоземельных элементов в глинистых породах. Так, в работе (Bayon et al., 2015) показано, что особым образом (удаление нетерригенных носителей редкоземельных элементов посредством процедуры пошагового выщелачивания и др.) подготовленные пробы поверхностного слоя донных осадков (как алевритовой, так и пелитовой размерности) устьевых частей современных рек дают возможность выделить ряд категорий/классов последних в зависимости от размеров водосбора и переносимого реками осадочного материала: 1) осадки “крупных рек” (world’s major rivers), т.е. рек с площадью водосборного бассейна  $>100000$  км<sup>2</sup>; 2) осадки устьевых зон рек, дренирующих осадочные образования (rivers draining “mixed/sedimentary” formations); площадь водосборного бассейна таких водных артерий со-

ставляет  $<100000$  км<sup>2</sup>; 3) осадки устьев рек, питающихся продуктами размыва “магматических/метаморфических” террейнов (rivers draining “igneous/metamorphic” terranes); 4) осадки устьев рек, дренирующих вулканические провинции (rivers draining “volcanic” rocks).

Характер распределения точек состава донных осадков устьевых частей различных категорий рек показан на диаграммах  $(La/Yb)_N - Eu/Eu^*$  и  $(La/Yb)_N - Th$  (рис. 1) (Маслов, Шевченко, 2019), где поля донных отложений крупных рек и рек, дренирующих осадочные образования, характеризуются примерно 60–80-процентным перекрытием, а поля донных осадков рек, питающихся продуктами размыва водосборов, сложенных, с одной стороны, магматическими и метаморфическими образованиями, а, с другой, — вулканическими породами, такого перекрытия не имеют.

Ранее (Маслов, 2019), с использованием этого подхода, мы проанализировали геохимические



**Рис. 1.** Области распределения точек состава донных осадков устьевых частей различных категорий рек мира на диаграммах  $(La/Yb)_N - Eu/Eu^*$  (а) и  $(La/Yb)_N - Th$  (б), по (Маслов, Шевченко, 2019). 1 – область донных осадков устьевых частей рек категории 1 (здесь и далее – типичные примеры по (Bayon et al., 2015): 1 – Амазонка; 2 – Конго; 3 – Миссисипи; 4 – Нил; 5 – Янцзы; 6 – Маккензи; 7 – Волга; 8 – Ориноко); 2 – то же рек категории 2 (9 – Сена; 10 – Мэклонт; 11 – Сефид Руд); 3 – то же рек категории 3 (12 – Карони; 13 – Аро); 4 – то же рек категории 4 (14 – Камчатка; 15 – Гленариф; 16 – Вайкато).

характеристики тонкозернистых обломочных и глинистых пород рифея Башкирского мегантиклинория (Южный Урал) и показали, что формирование их имело место под влиянием крупных речных систем (реки категории 1 по (Bayon et al., 2015)), на водосборах которых присутствовали разные, в том числе и осадочные, комплексы, и/или реки категории 2, во взвешенном материале которых преобладали продукты эрозии осадочных образований). Такой вывод сделан с учетом ряда допущений, а именно: 1) поля фигуративных точек составов донных отложений различных категорий современных рек на названных выше парных диаграммах можно “спроецировать” в геологическое прошлое; 2) распределение РЗЭ и Th в древних отложениях прибрежно-континентальных, прибрежно- и мелководно-морских обстановок не имело принципиальных отличий от того, что наблюдается сейчас; 3) можно абстрагироваться от эволюции геохимических характеристик комплексов пород, слагавших водосборы в докембрии и фанерозое<sup>1</sup>.

Однако возникает вопрос – правомерны ли упомянутые допущения? Можно ли во всех случаях использовать указанные выше диаграммы с

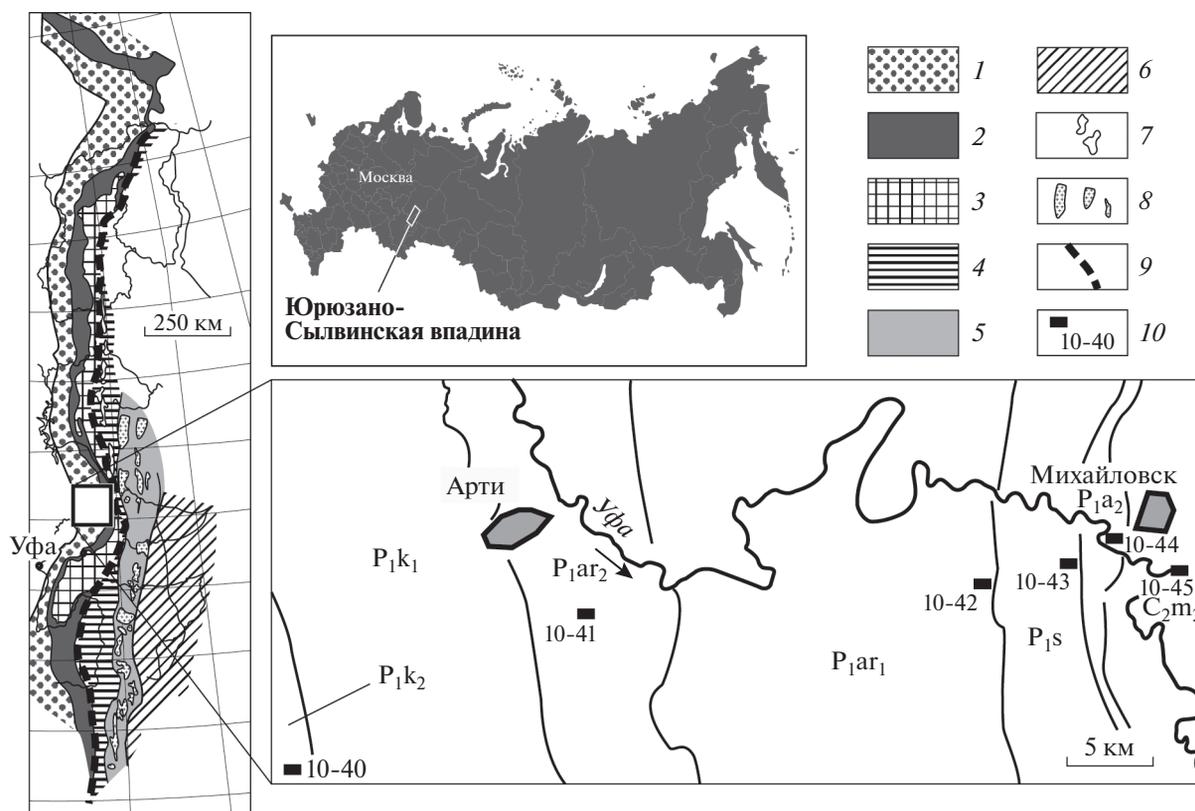
полями фигуративных точек состава взвеси современных рек различных категорий для реконструкции типов водосборов геологического прошлого или в силу ряда причин мы всегда будем иметь дело с отложениями, формирование которых происходило преимущественно под влиянием рек какой-то одной (например, первой или второй) категории/класса? Ниже мы попытаемся ответить на него на основе анализа геохимических характеристик глинистых пород одной из впадин позднепалеозойского Предуральяского прогиба.

#### ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Предуральский прогиб представляет собой классическую предгорную (краевую) структуру, расположенную на форланде позднепалеозойского Уральского орогена. Он выполнен осадочным комплексом мощностью от 1–2 до 6–7 и более км (Мизенс, 1997а, 1997б). В пределах прогиба выделяется ряд впадин (с юга на север Актюбинская, Бельская, Юрюзано-Сылвинская, Соликамская, Верхнепечорская, Большесыньинская, Косью-Роговская, Коротайхинская и Карская) с несколько различающейся историей.

Наиболее полная характеристика литогеохимических особенностей обломочных пород Пре-

<sup>1</sup> Аргументы в пользу последнего допущения приведены в (Маслов, 2019).



**Рис. 2.** Обзорные схемы и схема геологического строения Юрюзано-Сылвинской впадины Предуральского прогиба в бассейне верхнего течения р. Уфа (Маслов и др., 2015). Схема России заимствована с сайта <https://sklyarov.studio/projects/vector-map-russia/>. 1 – Предуральский краевой прогиб; 2 – Западно-Уральская зона; 3 – Центрально-Уральская зона; 4 – Тагило-Магнитогорская мегазона; 5 – Восточно-Уральская зона; 6 – Зауралье; 7 – Платиностный пояс; 8 – Главная гранитная ось; 9 – Главный Уральский разлом; 10 – обнажения и их номера.  $C_2m_1$  – нижнемосковский подъярус;  $P_{1a_2}$  – верхнеассельский подъярус;  $P_{1s}$  – сакмарский ярус;  $P_{1a_1}$  – нижнеартинский подъярус;  $P_{1a_2}$  – верхнеартинский подъярус;  $P_{1k_1}$  – нижнекунгурский подъярус;  $P_{1k_2}$  – верхнекунгурский подъярус.

дуральского прогиба имеется в настоящее время для Бельской и Юрюзано-Сылвинской впадин (Маслов и др., 2012, 2015; Мизенс, Маслов, 2014, 2015). При этом глинистые породы первой из них охарактеризованы по 66 образцам (47 из них отобраны из разрезов верхней перми и нижнего триаса), второй – по 52 образцам (все отобраны из разрезов московского, ассельского, сакмарского, артинского и кунгурского ярусов) (рис. 2).

В настоящей статье для анализа особенностей распределения  $R_3Э$  и  $Th$  в глинистых породах использованы образцы из отложений среднего карбона и нижней перми<sup>2</sup> Юрюзано-Сылвинской впадины, поскольку они охватывают больший стратиграфический интервал и более равномерно по нему распределены. Данные о содержании  $La$ ,  $Sm$ ,  $Eu$ ,  $Gd$ ,  $Yb$  и  $Th$  в них (табл. 1) получены ме-

тодом ИСП МС в Институте геологии и геохимии УрО РАН (г. Екатеринбург).

### ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СТРОЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ЮРЮЗАНО-СЫЛВИНСКОЙ ВПАДИНЫ

Маркирующие начало развития Предуральского прогиба кремнисто-карбонатно-глинистые отложения в Юрюзано-Сылвинской впадине относятся к башкирскому ярусу среднего карбона. Они известны в верхнем течении рр. Уфа и Ай, а также в бассейнах рр. Сылва, Бисерть и Чусовая. Перекрывающие их обломочные отложения флишевой формации соответствуют началу формирования орогена на территории Урала. В Юрюзано-Сылвинской впадине наиболее ранние из них принадлежат к верхней части башкирского и низам московского яруса. В восточной части это проксимальные турбидиты (песчаники, конгломераты, аргиллиты). К западу они сменяются турбидитовыми фациями среднего конуса выноса. Турбидиты верхнего и среднего конуса характерны также для верхнего карбона и нижней перми.

<sup>2</sup> В настоящей публикации мы следуем стратиграфическим разбивкам, принятым ко времени проведения IV Уральского стратиграфического совещания (Чувашов и др., 1990; Стратиграфические..., 1993), так как именно они положены в основу среднемасштабных геологических карт, которые использованы нами при опробовании разрезов верхнего палеозоя Юрюзано-Сылвинской впадины.

**Таблица 1.** Содержание ряда РЗЭ и Th в индивидуальных образцах глинистых пород среднего карбона и нижней перми Юрюзано-Сылвинской впадины, г/т

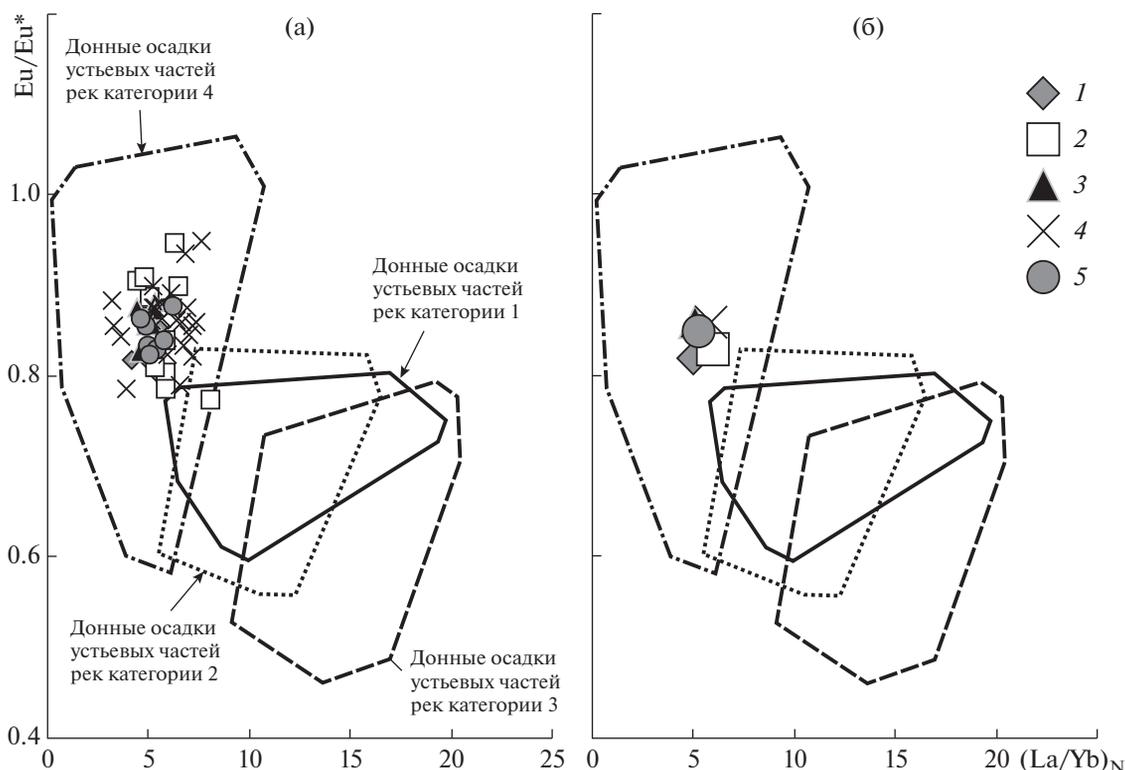
Ярус	№ образца	La	Sm	Eu	Gd	Yb	Th
Московский	10-45-11	14.37	3.72	0.98	3.59	2.33	5.65
	10-45-3	20.55	4.61	1.22	4.54	2.73	5.54
	10-45-10	22.83	5.17	1.35	4.87	3.03	5.45
	10-45-7	18.87	4.42	1.22	4.32	2.30	4.68
Ассельский	10-45-1	25.96	5.74	1.49	5.62	3.23	6.87
	10-44-9	12.69	2.52	0.71	2.67	1.47	1.76
	10-44-10	22.28	5.76	1.63	5.75	3.16	5.27
	10-44	14.38	2.91	0.87	3.01	1.50	1.27
	10-44-1	16.44	3.70	1.13	3.63	1.76	1.70
	10-44-12	20.09	5.17	1.46	4.89	2.69	3.99
	10-44-23	20.78	5.97	1.77	6.00	3.19	5.44
Сакмарский	10-44-11	19.03	5.19	1.55	5.22	2.71	4.59
	10-43	17.73	4.46	1.24	4.20	2.70	4.71
	10-43-4	17.84	3.91	1.04	3.69	2.24	5.16
	10-43-10	4.69	1.11	0.31	1.06	0.60	1.12
	10-43-12	19.77	4.59	1.21	4.18	2.38	4.89
	10-43-2	19.25	4.30	1.15	3.77	2.43	5.54
Артинский	10-43-13	17.78	4.69	1.26	4.61	2.66	4.99
	10-43-6	18.10	4.18	1.17	4.16	2.49	6.18
	10-43-11	20.48	4.91	1.37	4.86	2.63	4.69
	10-42-13	27.36	5.38	1.42	5.03	2.76	6.82
	10-42-21	18.92	4.31	1.20	4.17	2.47	4.28
	10-42-14	24.55	5.28	1.38	4.96	2.80	5.62
	10-42-10	20.40	4.25	1.05	3.86	2.09	5.08
	10-42-7	16.51	4.06	1.16	3.83	2.15	3.83
	10-42-5	23.15	4.80	1.28	4.16	2.27	5.14
	10-42-3	19.76	4.46	1.22	4.35	2.39	4.04
	10-42-23	32.34	7.38	1.95	6.75	3.13	7.37
	10-42-28	19.95	4.65	1.32	4.59	2.60	4.38
	10-42-12	21.85	4.57	1.22	4.15	2.06	5.26
	10-42-11	30.96	6.64	1.74	6.33	2.92	7.35
	10-41-11	25.44	4.91	1.33	4.39	2.77	7.34
	10-41-21	15.64	3.63	0.94	3.08	1.44	3.35
	10-41-11	15.78	3.57	1.00	3.33	1.73	3.71
10-41-30	10.64	3.04	0.89	3.12	2.26	3.26	
10-41-7	13.66	3.90	1.00	3.88	2.39	4.25	
10-41-1	10.27	3.00	0.86	3.11	2.09	3.22	
10-41-14	19.29	4.58	1.24	4.22	2.03	4.45	
10-41-13	17.44	4.29	1.17	3.89	2.20	5.28	
10-41-27	14.11	3.38	1.01	3.82	1.67	3.98	
10-41-10	15.39	3.43	0.96	2.89	1.52	3.57	
10-41-21	16.10	3.42	0.98	2.90	1.42	3.19	
10-41-24	13.07	4.07	1.13	4.09	2.41	4.42	
10-41-22	15.39	3.57	0.94	3.09	1.56	3.66	
10-41-12	17.76	4.41	1.26	4.33	2.11	4.60	
Кунгурский	10-40-10	23.32	4.97	1.33	4.76	3.20	7.67
	10-40-13	21.33	4.67	1.28	4.46	2.94	6.93
	10-40-12	23.43	4.60	1.27	4.23	2.57	7.02
	10-41-8	15.12	3.98	1.09	3.73	2.20	4.75
	10-40-5	14.63	3.19	0.83	2.95	1.84	4.56
	10-40-9	15.99	3.47	0.93	3.27	1.87	5.09
10-40-4	11.22	2.56	0.75	3.04	1.51	3.96	

При этом обращает на себя внимание, что на юге впадины грубообломочных пород гораздо меньше. В то же время на уровне артинского яруса там отмечаются гигантские олистоплаки, сложенные нижнеартинскими известняками и мергелями, а в разрезах кунгурского яруса, наряду с песчаниками и глинистыми породами, присутствуют пачки калькаренитов и афанитовых известняков. Таким образом, некомпенсированный глубоководный бассейн с доминированием процессов накопления разнообразных гравитационных отложений существовал в Предуральском прогибе почти до конца ранней перми. В кунгуре на большей части его территории скорость прогибания замедлилась, прогиб начал расширяться, его глубина уменьшилась, на Среднем Урале формировались эвапоритовые толщи. В поздней перми и в раннем триасе, прогиб продолжал расширяться и мелеть. На этом этапе терригенные отложения представлены уже молассой – континентальными преимущественно аллювиальными и пролювиальными образованиями. Они широко развиты в южной части Предуральского прогиба (Бельская и Актюбинская впадины), а в среднеуральской его части практически отсутствуют (скорее всего, размывы).

Следовательно, Юрюзано-Сылвинская впадина, как и другие подобные структуры Предуральского прогиба, выполнена разнообразными ассоциациями обломочных и глинистых пород, сформированных в результате размыва коллизионного орогена. Последний в целом на всем своем протяжении был сложен разнородным комплексом магматических (главным образом основного состава), метаморфических и осадочных образований тектонически-активных (в т.ч. островодужных) областей (Мизенс, 1997а, 1997б, 2002 и др.). Особенности распределения в песчаных и глинистых породах таких элементов как Sr и Ni указывают на присутствие в области сноса и ультраосновных пород (Маслов и др., 2015).

## ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Большинство выполняющих Юрюзано-Сылвинскую, как и другие впадины Предуральского прогиба, обломочных пород представляет собой отложения первого седиментационного цикла (Маслов и др., 2015), накопившиеся в условиях аридного климата (Мизенс, Маслов, 2014). Очевидно, что существенной геохимической дифференциации тонкой алюмосиликокластики во время ее относительно недалекого переноса в таких обстановках не происходило. Это позволяет думать, что распределение редких и рассеянных элементов в глинистых породах Юрюзано-Сылвинской впадины должно быть близко к составу донных осадков приустьевых частей рек, дренировавших растущий ороген, и отражать состав



**Рис. 3.** Положение индивидуальных (а) и средних (б) точек состава глинистых пород среднего карбона и нижней перми Юрюзано-Сылвинской впадины на диаграмме  $(La/Yb)_N - Eu/Eu^*$ . Ярусы: 1 – московский; 2 – ассельский; 3 – сакмарский; 4 – артинский; 5 – кунгурский.

размывавшихся в его пределах комплексов пород, а также общий характер/тип палеоводосборов.

Глинистые породы среднего-верхнего карбона и нижней перми Юрюзано-Сылвинской впадины сложены смешанослойными образованиями типа хлорит-сметит (15–20...40–45%), в некоторых образцах присутствует хлорит (5–10...25%), отмечены также слюда и иллит (Маслов и др., 2015). Наряду с ними во всех изученных образцах по данным рентгенофазового анализа можно видеть переменное количество кварца (5–20%) и плагиоклаза. Присутствует также небольшая при-

месь микроклина. Количество кальцита варьирует от 5–20% до, редко, 36–65%. Встречаются гетит, доломит и гипс. В некоторых образцах отмечены цеолиты (ломонтит и анальцим).

Среднее содержание Th в глинистых породах среднего-верхнего карбона и нижней перми Юрюзано-Сылвинской впадины варьирует от  $4.3 \pm 1.6$  г/т (ассельский ярус) до  $5.7 \pm 1.5$  г/т (кунгурский ярус) (табл. 2). Это существенно меньше, чем свойственно такому референтному объекту, как постархейский австралийский глинистый сланец (PAAS, 14.6 г/т (Taylor, McLennan, 1985)). Средняя

**Таблица 2.** Средние содержание Th и значения ряда параметров нормированных на хондрит (Taylor, McLennan, 1985) спектров распределения РЗЭ в глинистых породах среднего карбона и нижней перми Юрюзано-Сылвинской впадины

Компоненты и отношения	Ярусы				
	Московский	Ассельский	Сакмарский	Артинский	Кунгурский
Th, г/т	$5.6 \pm 0.8$	$4.3 \pm 1.6$	$4.7 \pm 1.5$	$4.7 \pm 1.3$	$5.7 \pm 1.5$
$(La/Yb)_N$	$5.1 \pm 0.5$	$6.0 \pm 1.1$	$5.1 \pm 0.4$	$5.9 \pm 1.3$	$5.3 \pm 0.6$
Eu/Eu*	$0.82 \pm 0.02$	$0.83 \pm 0.08$	$0.86 \pm 0.02$	$0.86 \pm 0.04$	$0.85 \pm 0.02$

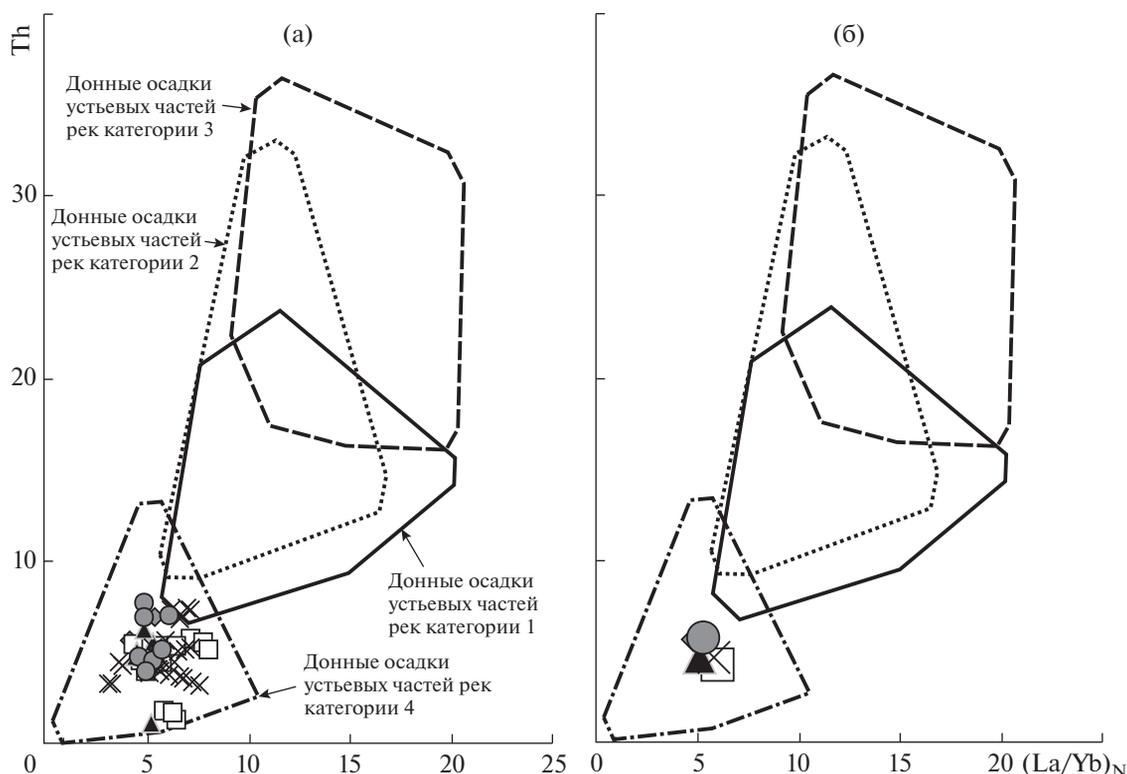


Рис. 4. Положение индивидуальных (а) и средних (б) точек состава глинистых пород среднего карбона и нижней перми Юрюзано-Сылвинской впадины на диаграмме  $(La/Yb)_N$ -Th. Условные обозначения см. рис. 3.

величина  $(La/Yb)_N$  меняется от  $5.1 \pm 0.4 \dots 0.5$  (глинистые породы московского и сакмарского ярусов) до  $6.0 \pm 1.1$  (ассельский ярус). Минимальное среднее значение Eu аномалии ( $0.86 \pm 0.02 \dots 0.04$ ) наблюдается в глинистых породах сакмарского и артинского ярусов, тогда как максимальное ( $0.82 \pm 0.02$ ) характерно для аргиллитов московского яруса.

На диаграмме  $(La/Yb)_N$ -Eu/Eu\* (рис. 3а) индивидуальные точки глинистых пород среднего карбона и нижней перми Юрюзано-Сылвинской впадины распределены достаточно компактно и практически все сосредоточены в области значений, характерных, по данным (Маслов, Шевченко, 2019), для донных осадков устьевых частей современных рек, принадлежащих категории 4, т.е. рек, дренирующих вулканические провинции. Средние для различных ярусов карбона и нижней перми точки состава глинистых пород также локализованы в указанной области (рис. 3б).

На диаграмме  $(La/Yb)_N$ -Th распределение как индивидуальных, так и средних точек состава глинистых пород, выполняющих Юрюзано-Сылвинскую впадину, сопоставимо с тем, что наблюдается на диаграмме  $(La/Yb)_N$ -Eu/Eu\* (рис. 4а, 4б). Практически все они тяготеют к области составов донных отложений устьевых частей рек катего-

рии 4, т.е. рек, в составе взвешенного материала которых преобладают или доминируют продукты размыва вулканических пород (в нашем случае — преимущественно основного состава).

Таким образом, распределение РЗЭ и Th в составе глинистых и тонкозернистых обломочных пород турбидитовых последовательностей Юрюзано-Сылвинской впадины Предуралья свидетельствует о, в целом, однородном в среднем и позднем карбоне и ранней перми составе областей размыва, располагавшихся в прилегающих к названной впадине районах коллизионного орогена. Все фигуративные точки на диаграммах  $(La/Yb)_N$ -Eu/Eu\* и  $(La/Yb)_N$ -Th попадают в поле донных отложений устьевых частей рек категории 4, что свидетельствует о преобладании/доминировании на палеоводосборах в указанные эпохи преимущественно вулканических пород. Тектонические блоки, сложенные метаморфическими и интрузивными породами, а также осадочными толщами, в среднем и позднем карбоне и ранней перми в близлежащем к Юрюзано-Сылвинской впадине сегменте Уральского орогена, скорее всего, были выведены на дневную поверхность, по всей видимости, еще только в небольшой степени.

Авторы искренне признательны Н.С. Глушковой, подготовившей иллюстрации к этой работе.

*Исследования выполнены в соответствии с планом НИР ИГГ УрО РАН (тема АААА-А18-118053090044-1).*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Маслов А.В. (2019) К реконструкции категорий рек, сформировавших выполнение осадочных бассейнов рифея в области сочленения Восточно-Европейской платформы и современного Южного Урала. *Известия вузов. Геология и разведка.* (5), 28-36.

Маслов А.В., Мизенс Г.А., Бадида Л.В., Крупенин М.Т., Вовна Г.М., Киселёв В.И., Ронкин Ю.Л. (2015) *Литогеохимия терригенных ассоциаций южных впадин Предуральского прогиба.* Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 308 с.

Маслов А.В., Мизенс Г.А., Крупенин М.Т. (2012) Литохимические особенности песчаников Предуральского прогиба. *Вестник Пермского университета. Геология.* (3), 33-46.

Маслов А.В., Шевченко В.П. (2019) Систематика редких земель и Th во взвеси и донных осадках устьевых зон разных категорий/классов рек мира и ряда крупных рек Российской Арктики. *Геохимия.* **64**(1), 59-78.

Maslov A.V., Shevchenko V.P. (2019) REE–Th Systematics of the Suspended Particulate Matter and Bottom Sediments from the Mouth Zones of the World Rivers of Different Categories/Classes and Some Large Russian Arctic Rivers. *Geochem. Int.* **57**(1), 56-73.

Мизенс Г.А. (1997а) *Верхнепалеозойский флиш Западного Урала.* Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 230 с.

Мизенс Г.А. (1997б) Об этапах формирования Предуральского прогиба. *Геотектоника.* (5), 33-46.

Мизенс Г.А. (2002) *Седиментационные бассейны и геодинамические обстановки в позднем девоне–ранней перми юга Урала.* Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 190 с.

Мизенс Г.А., Маслов А.В. (2014) Глинистые породы молассовой формации южноуральского сегмента Предуральского прогиба: литогеохимия, состав пород источников сноса и палеотектонические реконструкции. *Геохимия.* (11), 1025-1042.

Mizens G.A., Maslov A.V. (2014) Pelitic rocks from the molasse formation of the Southern Ural segment of the Uralian foredeep: Litho geochemistry, provenance composition, and paleotectonic reconstructions. *Geochem. Int.* **52**(11), 962-978.

Мизенс Г.А., Маслов А.В. (2015) Песчаники молассовой формации южной части Предуральского прогиба. *Литология и полные ископаемые.* (5), 459-485.

Стратиграфические схемы Урала. (1993) Екатеринбург: Роскомнедра, ИГГ УрО РАН, 172 с.

Чувашов Б.И., Дюпина Г.В., Мизенс Г.А., Черных В.В. (1990) *Опорные разрезы верхнего карбона и нижней перми западного склона Урала и Приуралья.* Свердловск: УрО АН СССР, 411 с.

Bayon G., Toucanne S., Skonieczny C., Andre L., Bermell S., Cheron S., Dennielou B., Etoubleau J., Freslon N., Gauthery T., Germain Y., Jorry S.J., Menot G., Monin L., Ponzevera E., Rouget M.-L., Tachikawa K., Barrat J.A. (2015) Rare earth elements and neodymium isotopes in world river sediments revisited. *Geochim. Cosmochim. Acta.* **170**, 17-38.

Taylor S.R., McLennan S.M. (1985) *The continental crust: its composition and evolution. An examination of the geochemical record preserved in sedimentary rocks.* Blackwell Scientific, Oxford, 312 p.