

УДК 550.93+551.24+550.4+552.2

ГЕОХРОНОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ГРАНИТОИДОВ МАЛЫХ ИНТРУЗИЙ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯНО-КОЛЫМСКОГО ЗОЛОТОНОСНОГО ПОЯСА (СЕВЕРО-ВОСТОК АЗИИ)

© 2022 г. В. Ю. Фридовский^{1,*}, А. Е. Верникова^{1,2,3}, К. Ю. Яковлева¹, академик РАН В. А. Верниковский^{2,3}, В. Н. Родионов⁴

Поступило 24.06.2021 г.

После доработки 20.10.2021 г.

Принято к публикации 21.10.2021 г.

Представлены данные петрографо-геохимических и U–Th–Pb-геохронологических исследований гранитоидов Букесченского и Самырского массивов комплекса малых интрузий западной части Яно-Колымского золотоносного пояса, которые прорывают терригенные породы Кулар-Нерского и Полоусно-Дебинского террейнов и Верхоянского складчато-надвигового пояса. Согласно полученным U–Pb-геохронологическим данным по цирконам (SIMS SHRIMP-II) их формирование происходило в раннем мелу, в интервале 144.5–143 млн лет. Они характеризуются сходством геохимических характеристик с ассоциирующими с ними позднеюрскими (151–145 млн лет) дайками разнообразного состава нера-бохапчинского комплекса и могли формироваться из смешанного источника с участием мантийной (OIB- и E-MORB-типа), субдукционной или коровой компонент. Внедрение раннемеловых гранитоидов малых интрузий вероятно способствовало финальным процессам миграции и локализации золота Яно-Колымского пояса, для которых благоприятными стали системы тектонических разломов разных порядков – продольных (северо-западных), Адыча-Тарынского и других, и поперечных к ним (северо-восточных).

Ключевые слова: U–Pb-геохронология, гранитоиды, Яно-Колымский золотоносный пояс, северо-восток Азии

DOI: 10.31857/S2686739722020062

Актуальность исследования связана с установлением природы гранитоидов комплекса малых интрузий, локализованных в западной (краевой) части Яно-Колымского золотоносного пояса, на границе Верхоянского складчато-надвигового пояса, Кулар-Нерского и Полоусно-Дебинского террейнов вдоль Адыча-Тарынского надвига (рис. 1). В этой структурной зоне центральной части Верхояно-Колымской складчатой области (ВКСО) сосредоточено большинство золоторудных месторождений и проявлений исследуемого

региона Яно-Колымского золотоносного пояса [1]. Эти гранитоиды имеют площадь от 0.8 до нескольких десятков км² и пространственно ассоциируют с дайками основных, средних и кислых пород нера-бохапчинского комплекса [2, 3]. Основываясь на тектонических особенностях локализации, эти интрузии были объединены в “поперечные магматические ряды гранитоидов и даек” [3]. Формирование даек разнообразного состава нера-бохапчинского комплекса происходило в позднеюрское время в обстановке активной континентальной окраины [4, 5], синхронно с образованием гранитоидов Колымского комплекса [6, 7], тогда как природа и возраст гранитоидов малых интрузий остается предметом острых дискуссий до настоящего времени. Эти магматические породы локализованы в полосе шириной до 65 км, вытянутой с севера-запада на юго-восток вдоль окраины кратона на 250 км [3]. В статье представлены комплексные петрографо-геохимические и U–Th–Pb-геохронологические исследования гранитоидов Букесченского и Самырского массивов, которые прорывают слабо-

¹Институт геологии алмаза и благородных металлов, Сибирское отделение Российской академии наук, Якутск, Россия

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, Сибирское отделение Российской академии наук, Новосибирск, Россия

³Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия

*E-mail: fridovsky@diamond.ysn.ru

метаморфизованные терригенные отложения мезозойского возраста (T_3-J_2) (рис. 1).

Силикатный анализ гранитоидов Букесченского и Самырского массивов проведен в ИГАБМ СО РАН (г. Якутск). Определение содержаний трэйс элементов в породах выполнено с помощью ICP-масс-спектрометров – квадрупольного NexION 300D (США) и масс-спектрометра высокого разрешения с двойной фокусировкой Element2 (“Thermo Fisher Scientific”, Германия) в ИГХ СО РАН (г. Иркутск) по методике, детальное описание которой дано в [4]. U–Pb-датирование цирконов проведено на вторично-ионном микрозонде высокого разрешения SHRIMP-II, в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург), по стандартной методике, опубликованной в [4].

Букесченский гранодиоритовый массив имеет удлиненно-линзовидную форму, площадь около 7.4 км² и расположен в междуречье рр. Эльганджа и Букесчен (верховье р. Адычи). Эти гранитоиды, как и ассоциирующие с ними многочисленные проявления даек (трахибазальтов, трахиандезитов, дацитов и гранодиоритов) нера-бохапчинского комплекса Бургандинского рудного узла (золоторудные объекты Вьюн и Шумный), прорывают терригенные отложения (T_3-J_2) Кулар-Нерского и Полоусно-Дебинского террейнов, и приурочены к системе нарушений СВ-простира-ния. Эти нарушения являются сопряженными с крупнейшей структурой центральной части ВК-СО – Адыча-Тарынский разломом, и находятся в зоне пересечения поперечных нарушений с Чаркы-Индибирским разломом (рис. 1). В составе среднезернистых гранодиоритов Букесченского массива породообразующие минералы представлены плагиоклазом (до 50 об. %), калиевым полевым шпатом (до 60 об. %), кварцем (до 35 об. %), биотитом (5–10 об. %) и роговой обманкой (единичные зерна). В породе проявлены вторичные изменения – серицитизация, эпидотизация, хлоритизация и пелитизация. Акцессорные минералы – апатит и циркон.

U–Th–Pb-геохронологические исследования проводились для 12 зерен цирконов из пробы Б-6 гранодиорита Букесченского массива, результаты

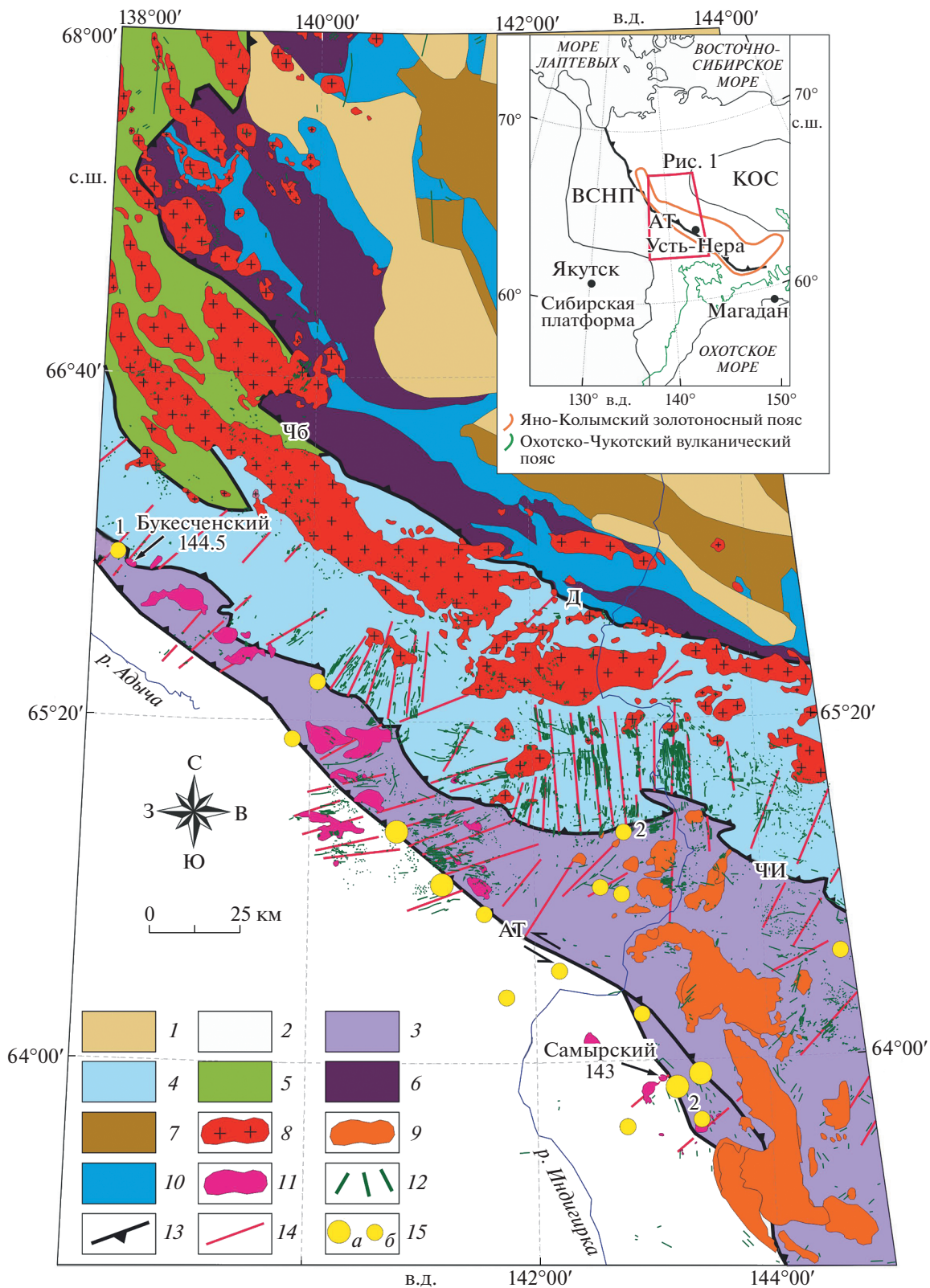
которых демонстрируются на рис. 2а и в табл. 1. Цирконы представлены идиоморфными длинно-призматическими зернами, а также небольшим количеством их обломков, имеющими зональное строение. Конкордантный возраст для 11 зерен, полученный из их перефирийных частей, составляет 144.5 млн лет (СКВО 0.34, вероятность 0.56). Для центральных частей зерен получены более древние оценки возрастов по отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$: 2804 млн лет, 1448 млн лет, 462 млн лет и 411 млн лет.

Самырский гранитоидный массив площадью около 7.6 км² имеет округлую форму и расположен на правом берегу р. Малый Тарын (бассейн р. Индигирка). Массив приурочен к системе поперечных нарушений СВ-простира-ния, сопряженных с Адыча-Тарынский разломом. В составе крупнозернистых гранитоидов Самырского массива преобладают: плагиоклаз (35 об. %), калиевый полевой шпат (до 30 об. %), кварц (30 об. %) и биотит (5 об. %). Вторичные изменения – серицитизация, хлоритизация, пелитизация и эпидотизация. Акцессорные минералы – апатит и циркон, рудные – магнетит.

U–Th–Pb-геохронологические исследования проводились для 9 зерен цирконов из пробы Сам-3012 гранита Самырского массива. Цирконы представлены бесцветными и прозрачными идиоморфными длиннопризматическими зернами, а также их обломками, имеющими зональное строение (рис. 2б). Основываясь на 12 результатах U–Th–Pb-датирования из периферийных частей зерен цирконов, установлен конкордантный возраст 143 млн лет (СКВО 0.029, вероятность конкордантности 0.87). Один результат с возрастом 155 млн лет оказался на диаграмме с конкордией выше конкордантного кластера, что связано, скорее всего, с переоценкой уран-свинцового возраста за счет матричного эффекта, вызванного повышенным содержанием урана в ней [11]. Из центральных частей зерен получены две более древние возрастные дискордантные датировки возраста ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$) – 1705 млн лет и 1832 млн лет.

Гранитоиды Букесченского и Самырского массивов имеют близкие содержания SiO_2 (68.14–69.02 мас. %), невысокие значения суммы $\text{Na}_2\text{O} +$

Рис. 1. Схема геологического строения центральной части Верхояно-Колымской складчатой области по [1, 3, 4, 8] с изменениями и дополнениями. 1 – четвертичные и неогеновые отложения; 2–5 – окраинные структуры Сибирского кратона: 2 – Верхоянский складчато-надвиговый пояс, 3 – Кулар-Нерский террейн, 4 – Полоусно-Дебинский террейн, 5 – Нагондинский террейн; 6 – Омүлөвский террейн; 7 – Илин-Тасский антиклинорий; 8–12 – магматические пояса, комплексы (U–P-возраст по цирконам): 8 – Главный батолитовый, гранитоиды (154–144 млн лет [6, 7]), 9 – Тас-Кыстабытский, средние и кислые интрузивные и вулканические породы 152–148 млн лет [9]), 10 – Уяндино-Ясачненский вулканический (152–150 млн лет [10]); 11 – гранитоиды малых интрузий (144.5–143 млн лет, цифры на схеме красного цвета – эта работа); 12 – нера-бохапчинский, дайки основного, среднего и кислого состава (151–145 млн лет [4]); 13 – надвиги: АТ – Адыча-Тарынский, ЧИ – Чаркы-Индибирский, Д – Дарпирский, ЧБ – Чибалахский; 14 – поперечные разломы сдвиговой кинематики; 15 – золоторудные месторождения (а) и проявления (б), цифры на схеме черного цвета – участки детальных работ: 1 – Мало-Тарынский, 2 – Тинь-Юрюетэ, 3 – Вьюн-Шумный. На врезке показаны: КОС – Колымо-Омолонский супертеррейн, ВСНП – Верхоянский складчато-надвиговый пояс.



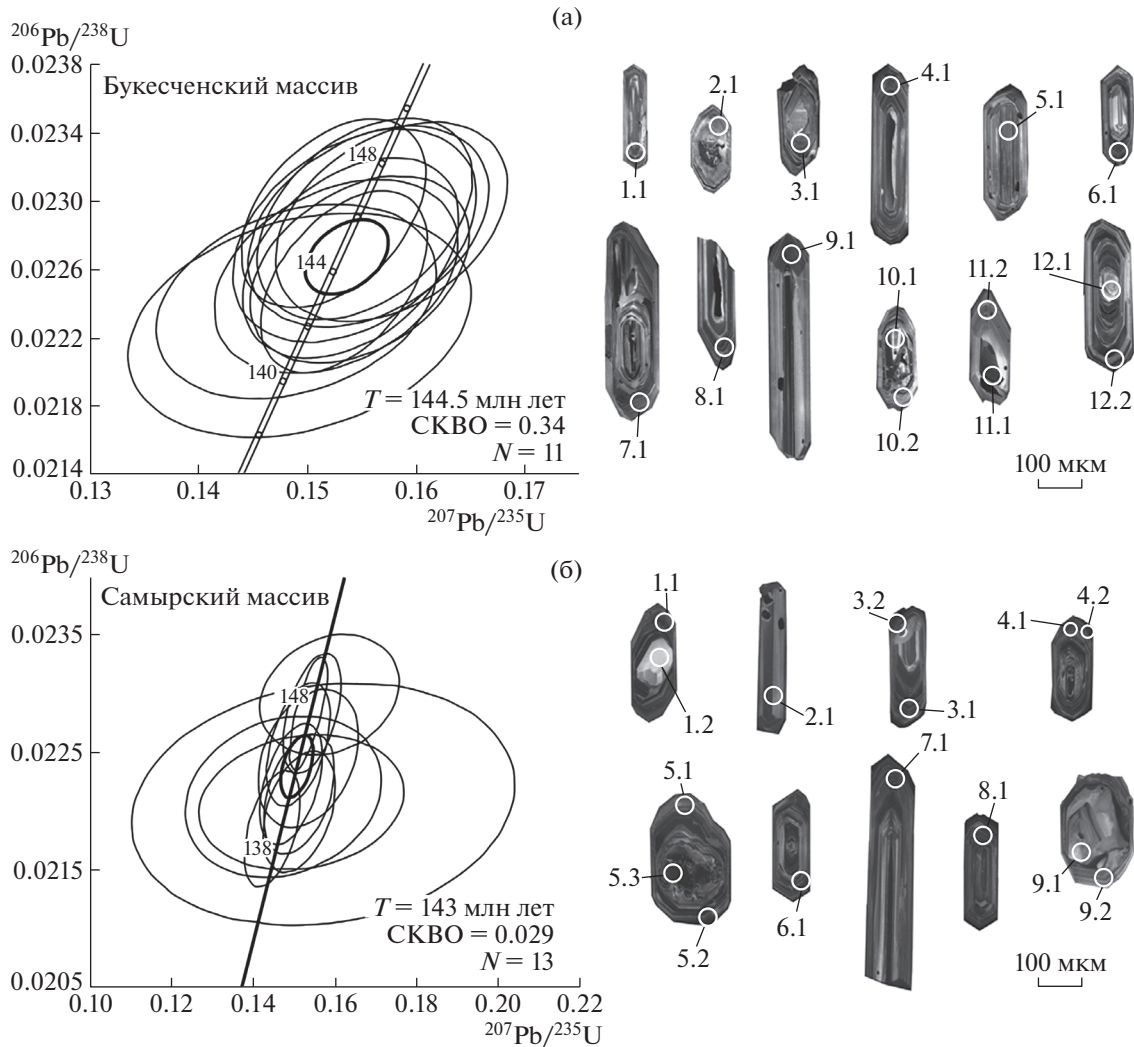


Рис. 2. Диаграммы с конкордией и катодолуминесцентные (CL) изображения цирконов из (а) гранодиорита Букесченского массива (проба Б-6) и (б) гранита Самырского массива (проба Сам-3012).

+ K₂O (6.32–6.39 мас. %), повышенные значения отношений Na₂O/K₂O (1.34–1.67). Они относятся к суб- и слабопералюминиевым разностям с невысокими значениями A/CNK (1.05–1.17) и, согласно классификации [12], соответствуют породам известковой и известково-щелочной магматических серий. Концентрации трэйс элементов для гранитоидов исследуемых малых массивов демонстрируют сходство распределений на редкоземельных и спайдер-диаграммах с дайками различного состава нера-бохапчинского комплекса из золоторудных объектов Яно-Колымского пояса – мафитовыми из Мало-Тарынского [13], мафитовыми и фельзитовыми из Тинь-Юрюетэ [14] и Вьюн-Шумный [4] (рис. 3). Они имеют умеренные величины (La/Yb)_N (5–6.8), отрицательные аномалии Ta и Nb и плоские спектры распределения тяжелых РЗЭ. Вместе с тем гранитоиды проявляют более дифференцирован-

ные характеристики, в отличие от даек, выраженные наличием небольших отрицательных аномалий Eu (Eu/Eu* = 0.84–0.85), Ti и низких отрицательных аномалий Sr, указывая на процесс фракционной кристаллизации (вероятно плагиоклаза, титаномагнетита) при их формировании. Концентрации большинства высоkozарядных элементов в гранитоидах близки к промежуточным между OIB и E-MORB, а крупноионных литофильных элементов, таких как Rb, K и Ba, и высоkozарядных, таких как Th и U выше OIB.

Формирование гранитоидов Букесченского и Самырского массивов комплекса малых интрузий центральной части ВККО происходило в раннем мезо, в интервале 144.5–143 млн лет. Исследуемые гранитоиды малых интрузий, характеризующиеся сходством геохимических характеристик с ассоциирующими с ними позднеюрскими дайками разнообразного состава нера-бохапчин-

Таблица 1. Результаты U–Th–Pb–изотопных исследований цирконов (SIMS SHRIMP-1) из гранодиорита Букесченского массива (обр. Б-6) и гранита Самырского массива (обр. Сам-3012)

№ анализ. точки	Содержание, г/г		$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$\% ^{206}\text{Pb}_c$	Изотопные отношения			Корреляция ошибок	Возраст, млн лет				D (%)
	$^{206}\text{Pb}^*$	U			Th	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$ ($\pm\%$)	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$ ($\pm\%$)		$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$ ($\pm\%$)	(1) $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	(1) $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	(2) $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	
Гранодиорит Букесченского массива, проба Б-6 (GPS координаты точки отбора: $65^\circ 55' 32.3''$ с.ш. и $138^\circ 19' 36.7''$ в.д.)													
1.1	13.9	715	206	0.30	0.22	0.0491 \pm 2.8	0.1527 \pm 3	0.02256 \pm 1	0.3	143.8 \pm 1.5	144.3 \pm 4.0	143.8 \pm 1.5	0
2.1	8.81	448	93	0.21	0.00	0.0492 \pm 2.4	0.1553 \pm 2.6	0.02289 \pm 1	0.4	145.9 \pm 1.5	146.6 \pm 3.5	145.9 \pm 1.5	0
3.1	18.9	439	117	0.27	0.14	0.0911 \pm 1.8	0.63 \pm 2	0.05015 \pm 0.96	0.5	315.4 \pm 3	495.9 \pm 7.8	1448 \pm 33	57
4.1	12.8	661	202	0.32	0.16	0.0497 \pm 2.5	0.1549 \pm 2.7	0.0226 \pm 0.99	0.4	144.1 \pm 1.4	146.2 \pm 3.6	143.9 \pm 1.4	1
5.1	9.21	468	107	0.24	0.11	0.05 \pm 2.5	0.1578 \pm 2.8	0.02288 \pm 1	0.4	145.8 \pm 1.5	148.7 \pm 3.8	145.6 \pm 1.5	2
6.1	14.8	764	248	0.34	0.00	0.04937 \pm 1.8	0.1534 \pm 2	0.02253 \pm 0.96	0.5	143.6 \pm 1.4	144.9 \pm 2.8	143.5 \pm 1.4	1
7.1	8.88	453	111	0.25	0.14	0.0491 \pm 2.7	0.1544 \pm 2.9	0.0228 \pm 1.1	0.4	145.3 \pm 1.6	145.8 \pm 4.0	145.3 \pm 1.6	0
8.1	8.57	440	121	0.28	0.00	0.0493 \pm 2.4	0.1541 \pm 2.6	0.02267 \pm 1.1	0.4	144.5 \pm 1.5	145.5 \pm 3.6	144.4 \pm 1.5	1
9.1	9.59	497	149	0.31	0.30	0.0482 \pm 3.4	0.149 \pm 3.5	0.02241 \pm 1	0.3	142.9 \pm 1.5	141.0 \pm 4.7	143 \pm 1.5	-1
10.1	23.6	422	311	0.76	0.11	0.05625 \pm 1.5	0.5048 \pm 1.8	0.06508 \pm 0.99	0.5	406.5 \pm 3.9	414.9 \pm 6.2	462 \pm 34	2
10.2	11.7	594	150	0.26	0.15	0.0494 \pm 2.7	0.1556 \pm 2.9	0.02285 \pm 1	0.4	145.6 \pm 1.5	146.9 \pm 4.0	145.6 \pm 1.5	1
11.1	65.3	1067	334	0.32	0.02	0.05496 \pm 1	0.5398 \pm 1.4	0.07122 \pm 0.89	0.7	443.5 \pm 3.8	438.3 \pm 4.9	411 \pm 23	-1
11.2	6.18	322	94	0.30	0.27	0.0486 \pm 4.1	0.1493 \pm 4.3	0.02228 \pm 1.2	0.3	142 \pm 1.7	141.3 \pm 5.7	142.1 \pm 1.7	0
12.1	48	104	27	0.27	0.05	0.1973 \pm 0.93	14.55 \pm 1.4	0.5348 \pm 1	0.7	2762 \pm 23	2786 \pm 13	2804 \pm 15	2
12.2	16.3	826	336	0.42	0.10	0.04823 \pm 2.1	0.1524 \pm 2.3	0.02293 \pm 0.98	0.4	146.1 \pm 1.4	144.1 \pm 3.1	146.3 \pm 1.4	-1

Таблица 1. Продолжение

№ аналит. точки	Содержание, г/т		$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$\% ^{206}\text{Pb}_c$	Изотопные отношения			Корреляционный коэффициент	Возраст, млн лет				D (%)
	$^{206}\text{Pb}^*$	U			Th	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}^*$ (±%)	$^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$ (±%)		$^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$ (±%)	(1) $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	(1) $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	(2) $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	
Гранит Самырского массива, проба Сам-3012 (GPS координаты точки отбора: $63^\circ 54' 02.2''$ с.ш.; $143^\circ 04' 39.5''$ в.д.)													
1.1	18.3	972	356	0.38	0.04801 ± 1.7	0.1447 ± 1.9	0.02186 ± 0.93	0.5	139.4 ± 1.3	137.2 ± 2.5	139.5 ± 1.3		-2
1.2	1.31	68	24	0.37	0.0517 ± 12	0.157 ± 12	0.02207 ± 1.9	0.2	140.7 ± 2.7	148.3 ± 17	140.2 ± 2.6		5
2.1	4.41	230	81	0.36	0.0483 ± 6.5	0.1474 ± 6.7	0.02214 ± 1.3	0.2	141.2 ± 1.8	139.6 ± 8.7	141.3 ± 1.7		-1
3.1	34	1729	582	0.35	0.04906 ± 1.6	0.1545 ± 1.9	0.02284 ± 0.91	0.5	145.6 ± 1.3	145.9 ± 2.5	145.6 ± 1.3		0
3.2	78.6	4004	613	0.16	0.04875 ± 0.84	0.1535 ± 1.2	0.02284 ± 0.85	0.7	145.6 ± 1.2	145.0 ± 1.6	145.6 ± 1.2		0
4.1	16.7	872	309	0.37	0.0487 ± 1.8	0.1493 ± 2.1	0.02224 ± 0.94	0.5	141.8 ± 1.3	141.3 ± 2.7	141.8 ± 1.3		0
4.2	67.1	3192	684	0.22	0.04991 ± 1.7	0.1679 ± 1.9	0.02441 ± 0.88	0.5	155.4 ± 1.3	157.6 ± 2.7	155.3 ± 1.3		1
5.1	11.2	578	178	0.32	0.0498 ± 6.7	0.152 ± 6.7	0.02209 ± 1.1	0.2	140.8 ± 1.5	143.5 ± 9.0	140.7 ± 1.4		2
5.2	54.5	2725	656	0.25	0.0501 ± 4.3	0.1588 ± 4.4	0.023 ± 0.91	0.2	146.6 ± 1.3	149.6 ± 6.1	146.4 ± 1.3		2
5.3	259	981	1091	1.15	0.11199 ± 0.29	4.75 ± 0.9	0.3076 ± 0.85	0.9	1729 ± 13	1776 ± 8		1832 ± 5.3	6
6.1	20	1028	394	0.40	0.04853 ± 1.8	0.1511 ± 2.1	0.02258 ± 0.95	0.5	143.9 ± 1.4	142.9 ± 2.8	144 ± 1.4		-1
7.1	15.4	811	241	0.31	0.0498 ± 2.2	0.1512 ± 2.4	0.02201 ± 0.95	0.4	140.3 ± 1.3	143.0 ± 3.2	140.2 ± 1.3		2
8.1	16.4	859	356	0.43	0.0495 ± 2.1	0.1513 ± 2.3	0.02216 ± 0.94	0.4	141.3 ± 1.3	143.1 ± 3.1	141.2 ± 1.3		1
9.1	50.8	280	79	0.29	0.10445 ± 0.74	3.04 ± 1.2	0.2111 ± 0.97	0.8	1234 ± 11	1418 ± 9		1705 ± 14	38
9.2	7.41	383	73	0.20	0.0496 ± 3.1	0.1536 ± 3.3	0.02246 ± 1.1	0.3	143.2 ± 1.5	145.1 ± 4.4	143.1 ± 1.5		1

Примечание. Погрешности приведены на уровне 1σ . Pb_c и Pb^* — нерадиогенный и радиогенный свинец соответственно; ошибка в стандартной калибровке составляет — 0.36%; (1) — нерадиогенный свинец скорректирован по измеренному ^{204}Pb ; (2) — нерадиогенный свинец скорректирован с учетом возрастного соответствия $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{Pb}$ — $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{Pb}$, расчет выполнен только для фанерозойских возрастов; расчет возраста $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ выполнен только для докембрийских значений, и если неопределенность $\pm 1\sigma$ не превышает 40%; D — дискордантность для возрастов > 1 млрд лет: $100 \times (^{207}/^{206}\text{Pb})_{\text{возраст}} / (^{207}/^{206}\text{Pb})_{\text{возраст}} - 1$, для возрастов < 1 млрд лет расчет по формуле: $100 \times (^{207}/^{235}\text{Pb})_{\text{возраст}} / (^{206}/^{238}\text{Pb})_{\text{возраст}} - 1$.

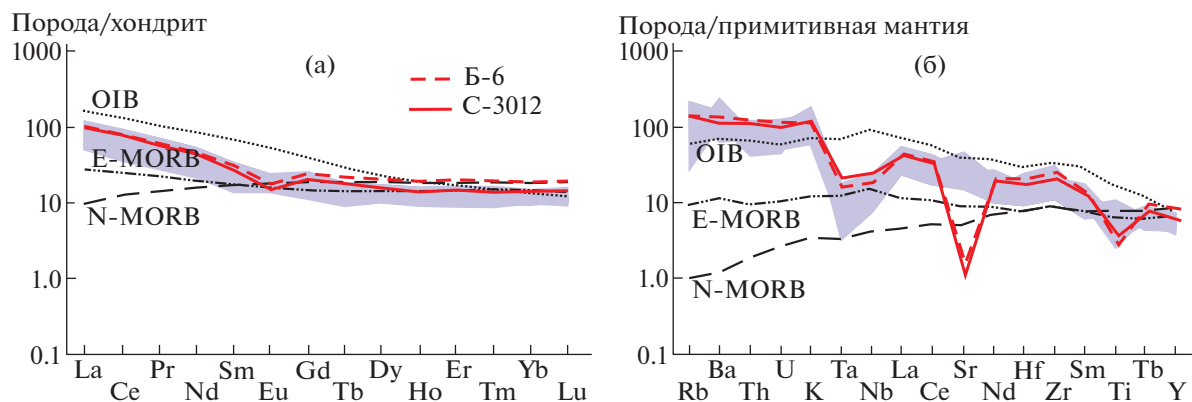


Рис. 3. Спектры распределений редкоземельных элементов (а) и спайдер-диаграммы (б) для гранитоидов комплекса малых интрузий западной части Яно-Колымского золотоносного пояса. Содержания элементов нормированы по [15]. Сиреневое поле – дайки основного, среднего и кислого состава нера-бохапчинского комплекса, с использованием данных из [4].

ского комплекса, могли формироваться из смешанного источника с участием мантийной (ОИВ- и E-MORB-типа), субдукционной или коровой компонент. О вкладе древнего корового компонента в магматический источник гранитоидов указывают палеопротерозойские, мезопротерозойские и ордовикские возрастные оценки из ядер цирконов этих пород. Внедрение раннемеловых гранитоидов малых интрузий, вероятно, способствовало финальным процессам миграции и локализации золота Яно-Колымского пояса. Благоприятными для этого стали системы тектонических разломов разных порядков – продольных (северо-западных), Адыча-Тарынского и Чаркы-Индибирского, и поперечных к ним северо-восточных разрывных структур.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено при финансовой поддержке по плану НИР ИГАБМ СО РАН и РФФИ (проекты 18-05-70035 и 20-05-00360).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Парфенов Л.М., Кузьмин М.И. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. 571 с.
2. Индолев Л.Н. Дайки рудных районов Восточной Якутии. М.: Наука, 1979. 189 с.
3. Протопопов Р.И., Трущелев А.М., Кузнецов Ю.В. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000. Третье поколение. Серия Верхоянско-Колымская. Лист Q-54 – Усть-Нера. Объяснительная записка. Минприроды России, Роснедра, ФГБУ «ВСЕГЕИ», АО «Якутскгеология». СПб.: ВСЕГЕИ, 2019. 845 с.
4. Fridovsky V.Yu., Yakovleva K.Yu., Vernikovskaya A.E., Vernikovskiy V.A., Matushkin N.Y., Kadilnikov P.I., Rodionov N.V. Geodynamic Emplacement Setting of Late Jurassic Dikes of the Yana-Kolyma Gold Belt, NE Folded Framing of the Siberian Craton: Geochemical, Petrologic, and U-Pb Zircon Data // *Minerals*. 2020. V. 10. № 11. P. 1000.
5. Фридовский В.Ю., Яковлева К.Ю., Верниковская А.Е., Верниковский В.А., Родионов Н.В., Лохов К.И. Позднеюрский (151–147 млн лет) дайковый магматизм северо-восточной окраины Сибирского кратона // *ДАН*. 2020. Т. 491. № 1. С. 12–16.
6. Акинин В.В., Прокопьев А.В., Торо Х., Миллер Э.Л., Вуден Дж., Горячев Н.А., Альшевский А.В., Бахарев А.Г., Трунилина В.А. U–Pb–SHRIMP-возраст гранитоидов Главного батолитового пояса (Северо-Востока Азии) // *ДАН*. 2009. Т. 42. № 2. С. 216–221.
7. Akinin V.V., Miller E.L., Toro J., Prokopiev A.V., Gottlieb E.S., Pearce S., Polzunenkov G.O., Trunilina V.A. Episodicity and the Dance of Late Mesozoic Magmatism and Deformation along the Northern Circum-Pacific Margin: North-eastern Russia to the Cordillera // *Earth Sci. Reviews*. 2020. V. 208. 103272.
8. Toro J., Miller E.L., Prokopiev A.V., et al. Mesozoic Orogens of the Arctic from Novaya Zemlya to Alaska // *Journal of the Geological Society*. 2016. V. 173. № 6. P. 989–1006.
9. Прокопьев А.В., Бахарев А.Г., Торо Х., Миллер Э.Л. Тас-Кыстабытский магматический пояс (Северо-Восток Азии): первые U–Pb (SHRIMP) и Sm–Nd данные // *Граниты и эволюция Земли: геодинамическая позиция, петрогенезис и рудоносность гранитоидных батолитов. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН*. 2008. С. 305–308.
10. Ганелин А.В., Лучицкая М.В., Маскаев М.В. U–Th–Pb (SIMS)-возраст и условия формирования вулканитов индибирского разреза Уяндино-Ясаченского вулканического пояса (Северо-Восток Азии) // *ДАН*. 2021. Т. 496. № 1. С. 11–16.
11. Williams I.S., Hergt J.M. U–Pb Dating of Tasmanian Dole Rites: A Cautionary Tale of SHRIMP Analysis of High-U Zircon. In: Woodhead J.D., Hergt J.M., Noble W.P., editors. *Beyond 2000, New Frontiers in*

- Isotope Geoscience (Incorporating ACOG 4): Abstracts and Proceedings; 30 January–4 February 2000; Lorne, Australia. University of Melbourne: Melbourne, Australia, 2000. P. 185–188.
12. Frost B.R., Barnes C.G., Collins W.J., et al. A Geochemical Classification for Granitic Rocks // *Journal of Petrology*. 2001. V. 42. № 11. P. 2033.
13. Зайцев А.И., Фридовский В.Ю., Верниковская А.Е., Верниковская А.Е., Кудрин М.В., Яковлева К.Ю., Кадильников П.И. Rb-Sr изотопное изучение базитов дайкового комплекса Тарынской рудно-магматической системы (северо-восток России) // *Отечественная геология*. 2018. № 5. С. 50–61.
14. Зайцев А.И., Фридовский В.Ю., Кудрин М.В. Rb-Sr систематика магматических пород западной части Ольчан-Нерской металлогенической зоны (Восточная Якутия) // *Отечественная геология*. 2016. № 6. С. 43–51.
15. McDonough W.F., S.-S. Sun. The Composition of Earth // *Chem. Geol.* 1995. V. 120. P. 223–253.

GEOCHRONOLOGY AND GEOCHEMISTRY OF SMALL INTRUSION GRANITOIDS IN THE WESTERN YANA–KOLYMA GOLD-BEING BELT (NORTH-EAST ASIA)

V. Yu. Fridovsky^{a,#}, A. E. Vernikovskaya^{a,b,c}, K. Yu. Yakovleva^a,
Academician of the RAS V. A. Vernikovskiy^{b,c}, and N. V. Rodionov^d

^aDiamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russian Federation

^bTrofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

^cNovosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

^dKarpinsky All-Russia Research Institute of Geology, St. Petersburg, Russian Federation

[#]E-mail: fridovsky@diamond.ysn.ru

The article presents the data of petrographic-geochemical and U-Th-Pb geochronological studies of granitoids of the Bukeschensky and Samyrsky plutons of the complex of small intrusions of the Yana–Kolyma gold-bearing belt, which intrude terrigenous rocks of the Kular-Nera and the Polousno-Debinsky terranes and the Verkhoyansk fold and thrust belt. According to the obtained U-Pb geochronological data on zircons (SIMS SHRIMP-II method), their formation took place in the Early Cretaceous, in the interval of 144.5–143 Ma. They are characterized by the similarity of geochemical characteristics with the associated Late Jurassic (151–145 Ma) dikes of various composition of the Nera–Bokhapcha complex, could have been formed from a mixed source with the participation of the mantle (OIB- and E-MORB-type), subduction, or crustal components. Intrusion of Early Cretaceous granitoids probably contributed to the final processes of migration and localization of gold in the Yana–Kolyma belt. Systems of tectonic faults of different orders – longitudinal (northwestern), Adycha-Taryn and others, and transverse to them (northeastern) – became favorable for this.

Keywords: U-Pb geochronological studies of zircons, granitoids, small intrusions, Yana–Kolyma gold belt, North-East Asia