

Проявления полихронных цирконов из пород массивов ультраосновного–основного состава из разных регионов России и мира

Table S1. Occurrences of polychronous zircons from ultramafic-mafic rock complexes in various regions of Russia and the world

Местонахождение	Массивы (провинции)	Порода	Возраст, млн лет (количество определений)	Источник
Атлантический океан	Срединно-Атлантический хребет (САХ): впадина Маркова	Троктолит	87, 485, 498, 526, 630–685 (5), 3117–3258 (3)	Бортников и др. (2008)
		Габбронорит	989, 1133, 1360, 1384, 1879	
		Габбронорит	1433, 1459	
		Габбронорит	2132, 2470, 2500, 2638, 2692	
Атлантический океан	Центральная Атлантика, осевая часть САХ	Плагиигранит	0,38–0,45 (24)	Сколотнев и др. (2010)
		Плагиигранит	1,6 (11)	
		Габбро, габбронорит	0,7–0,73 (10)	
		Диорит	0,82 (9)	
		Гарцбургит	1,19 (7)	
		Рудный габбронорит	3,65 (7)	
		Пегматоидное габбро	9,13 (7)	
		Габбронорит	11 (6), 53, 54	
		Щелочной вулканит	57–58 (9), 100, 115, 177, 204, 204, 228, 238, 243	
		Базальт	248, 248, 293, 308, 332, 345, 394	
Атлантический океан	САХ: впадина Маркова	Габбронорит	2,00 ± 0,05 (18)	Костицын и др. (2015)
		Габбронорит	0,90 ± 0,02 (9), 1000	
		Габбронорит	1,10 ± 0,10 (18)	
	САХ: поле Ашадзе	Габбро	1,04 ± 0,11 (13)	
		Габбро	1,04 ± 0,07 (19)	
		Трондьемит	1,05 ± 0,08 (28), 3410	
		Трондьемит	1,12 ± 0,09 (10)	
Атлантический океан	САХ: от 33° 35' до 0° 2'СШ	Габбро (с серпентином)	Палео-PR–AR	Bea et al. (2020)
		Fe-Ti габбро	14,69 ± 0,22, 26,5 ± 1,0	
		Габбронорит	1,65 ± 0,30, нео-PR, мезо-PR, AR	
		Метагаббро	1,70 ± 0,26, 3,4 ± 0,30, палео-PR–AR	
		Габбро	С	
		Габбро	1,45 ± 0,26, 15,5 ± 1,1	
		Габбро	0,89 ± 0,10, палео-PR	
		Габбро	Палео-PR	
		Троктолит	Палео-PR	
		Габбро	9,97 ± 0,26, 15,8 ± 0,6	
		Базальт	С	
		Оливиновое лейкогаббро	0,88 ± 0,12, 3,6 ± 0,10	
		Гарцбургит	Є–0, нео-PR	
	Бразильский бассейн	Трахибазальт	85,8 ± 1,12, нео-PR	
		Анкарамит	84,3 ± 1,6 (1 зерно), Є–0	
	Королевский трог	Габбро	15,6 ± 1 (1 зерно), MZ, палео-PR	
Юго-Запад Индийского океана	Срединно-океанический хребет Шака	Габбродиорит	Возраст кристаллизации: ~2800, термический эпизод: ~600 (15)	Skublov et al. (2022)
Полярный Урал, Россия	Войкаро-Сыньинский массив	Хромититы	585,3 ± 6 (7), 622, 2552	Савельева и др. (2007)
Урал, Россия	Кытлымский плутон	Дунит	333–381 (14), 1213, 1270, 2109, 2556, 2734, 2815–2838 (3)	Bea et al. (2001)
Урал, Россия	Черноисточнинский массив	Габбро	345, 443, 448, 560–573 (3), 1239	Краснобаев и др. (2007)
Урал, Россия	Тагило-Баранчинский массив	Габбро	336, 457, 1498, 1693	
		Габбронорит	436–454 (4)	

Местонахождение	Массивы (провинции)	Порода	Возраст, млн лет (количество определений)	Источник
Урал, Россия	Волковский массив	Габбро	428–462 (10), 490, 578, 603, 1698, 1824	Краснобаев и др. (2007)
		Габбро роговообманковое	377–549 (7)	
		Оливин-анортитовое габбро	343–389 (3), 410–457 (4), 537–589 (5), 612–655 (3), 972, 999, 1517, 1961, 2065, 2682	Аникина и др. (2014)
		Лабрадорское габбро	322–359 (6), 420–433 (6), 1894, 2539	
Урал, Россия	Косьвинский массив (часть Кытлымского плутона)	Дунит	352–381 (8), 432, 435, 1802 (2), 2827, 2838	Ферштатер и др. (2009)
Урал, Россия	Сахаринский массив	Габбро	377–388 (4)	Ферштатер и др. (2009), Краснобаев и др. (2009)
		Дунит	320, 371–378 (6), 1517, 1653, 1687	
Урал, Россия	Восточно-Хабарнинский массив	Дунит	326, 384–407 (7), 400–407 (5), 461, 1911, 2121, 2808	Ферштатер и др. (2009)
		Габбронорит	389–392 (7), 1343, 1350, 1541, 1554	
Урал, Россия	Нижне-Тагильский массив	Дунит	585, 1608, 2656–2852 (6)	Малич и др. (2009)
Урал, Россия	Ключевской массив	Оливиновый пироксенит	276, 413–459 (9), 1610, 1693	Иванов и др. (2012)
Урал, Россия	Сарановский массив	Аподунитовый серпентинит	305–354 (3), 431–472 (11)	Краснобаев и др. (2013)
		Аподунитовый серпентинит	1559, 1625–1689 (3), 1723–1794 (9)	
Урал, Россия	Нуралинский массив	Плагиоклазовый лерцолит	425–465 (11), 1189	Краснобаев и др. (2013)
		Шпинелевый лерцолит	380, 385, 408–482 (10), 739	
		Дунит	411–455 (10), 527, 1155, 1916	
Урал, Россия	Кытлымский массив	Клинопироксенит	790	Кнауф (2009)
		Метадунит	1494	
		Дунит	2772	
Корякия, Россия	Гальмознанский массив	Дунит	1831, 1832, 1861, 2591	Кнауф (2009)
		Метадунит	1892	
		Клинопироксенит	2682, 2700	
Алданский щит, Россия	Кондерский массив	Дунит	143,0 ± 2,0; 176,0 ± 1,2; 1885 ± 52; 2473 ± 21 (всего 24 зерна)	Баданина и др. (2012)
		Дунит	123–130 (3), 384, 400, 1009–1026 (3), 1860–1889 (4)	Ронкин и др. (2013)
Витимское плато, Россия	Ксенолиты в базальтах	Гранат-шпинелевый перидотит	139–183 (10), 264–296 (13), 532, 1161–1694 (8)	Салтыкова и др. (2008)
Шантарский архипелаг, Россия	Феклистовский массив	Верлит	361–385 (4), 442, 621, 1039, 1043, 1226, 1286, 1484, 1655, 2702	Малич и др. (2017)
Западная Чукотка, Россия	Алучинский массив	Габбро	89–91 (4), 273–283 (4), 1824, 1833, 2712	Ганелин и др. (2013)
Полуостров Камчатский мыс, Россия	Оленегорский массив	Габбро	64, 1498, 1518, 1900, 2306, 2631, 2721	Цуканов и др. (2010)
Остров Сахалин, Россия	Березовский офиолитовый массив	Трахиандезизабазальт	19–23 (8), 412, 1190	Леснов (2015)
		Трахиандезит	28–30 (3), 78, 141, 151, 991, 1004, 1834, 1926, 2170	
		Диорит кварцевый	75–81 (5), 163–188 (3), 263, 324	
		Андезит	85, 100–178 (5), 227, 391, 462, 522	
		Метатуф латитовый	154, 164, 476, 496	
		Диорит	153–169 (10)	
		Диорит	72–88 (6)	
		Габбродиорит	86–93 (4), 130, 131, 333, 532	
		Габбродиорит	150–156 (9)	
		Габбродиорит	156–163 (11)	
		Габбродиорит	151–168 (10), 793	
		Габброид	72–103 (4), 164–178 (4), 255, 387, 1778	
		Габброид	180 (2), 360, 455, 474, 1121, 1706, 2069, 2093, 2247	
		Габброид	143 (2), 360, 394, 462, 633	
		Габброид	154, 320, 389, 390, 1179	
		Габброид	410, 447, 623, 629, 1978, 2020	
		Габбро	75 (2), 97, 146, 154, 502, 1054, 1248, 1913, 1936	
		Габбронорит оливиновый	75–93 (3), 160–184 (4), 298, 364, 2043, 2086	
		Габбро-пироксенит	155–186 (7), 210–230 (3), 389, 395, 550, 1028	
		Габбро-пироксенит	154, 597–626 (4), 716, 1005, 1413, 2121	
		Габбро-пироксенит	257, 273, 356–365 (4), 1672, 2123, 2865	
		Пироксенит	647–697 (3), 1043, 1561, 2056–2077 (3), 2188, 3078	

Местонахождение	Массивы (провинции)	Порода	Возраст, млн лет (количество определений)	Источник
Забайкалье, Россия	Шаманский массив	Гарцбургиты и дуниты (коллективная проба)	502–630 (19), 812–827 (3), 1177, 1393, 1741, 1779, 1820, 1871, 1884, 2200, 2350, 2383, 2620, 2672	Леснов (2018)
Чукотка, Россия	Усть-Бельский массив	Габбро амфиболовое	312–317 (3), 361, 799 ± 15 (5)	Леднева и др. (2012)
		Диорит	575 ± 10 (7)	
Курильские острова, Россия	О. Шикотан, Шикотанский массив	Лерцолиты, пироксениты, габбро-пироксениты, габбронориты, габбродиориты, диориты	63, 66, 936–2775 (55)	Рыбак-Франко и др. (2006)
Южная Корея	Массив Бэкдонг	Серпентинизированный ультрамафит	32, 236, 633, 1843, 1909, 2140	Oh et al. (2012)
			375–451 (4), 1830, 1909, 1922, 2301, 2514, 2527	
Внутренняя Монголия	Хегеншаньский офиолитовый массив	Мелкозернистая основная дайка	136, 139, 251–329 (14), 2432, 2548	Miao et al. (2008)
		Лейкогаббро	136, 236–315 (8), 377, 411, 465, 500, 597, 1671, 2327, 2570	
		Гранодиоритовая дайка	204–287 (5)	
Китай	Провинция Ганьсу (дайки)	Диабаз	835–840 (9)	Liu et al. (2012)
		Диабаз	847–1011 (14)	
		Диабаз	988–1018 (10)	
	Провинция Шаньси (дайки)	Диабаз	1802–1869 (8)	
		Диабаз	1902–1918 (18)	
	Провинция Ляонин (дайки)	Диабаз	2439–2504 (8)	
Африка	Ботсвана, ксенолит в кимберлитах	Перидотит	235, 2800	Kinny et al. (1989)
	Намибия, ксенолит в кимберлитах	Гранатовый перидотит	559–636 (7), 731–780 (5), 927–1148 (9)	Liati et al. (2004)
Юго-Восточная Бразилия	Массив Розета	Лерцолит	619–663 (13), 728–800 (5)	Леснов и др. (2019)
		Оливиновый ортопироксенит	597–623 (16)	
	Массив Коррего да Арея	Оливиновый ортопироксенит	575, 588, 787, 929, 1321–1979 (16), 2074–2558 (7)	

Примечание. Возраст цирконов из пород указанных в таблице комплексов определен U–Pb изотопным методом. В скобках указано количество аналитических определений.

Note. The age of zircons from the complexes listed in the table was determined with the U–Pb isotope method. Parentheses indicate the number of analytical determinations.

Результаты изотопного датирования минералов и пород ультраосновного, основного и генетически связанных с ними пород среднего и кислого состава, проявленных на территории Тувы

Table S2. Results of isotope dating of minerals and rocks of ultramafic, mafic, and genetically related intermediate and felsic compositions in the Tuva region

№ п/п	Объект, его местонахождение и координаты			Номер образца	Порода	Метод анализа, минерал, количество определений	Возраст (млн лет), индекс		Источник			
1	Лавы отдельных вулканов Восточно-Тувинского лавового нагорья (ВТЛН)	Влк. Соруг-Чушку-Узю		52°29'00" 98°28'40"*	Сч 1/4	Базанит	К–Ar	1	0,06 ± 0,04	Q ₃	Сугоракова и др. (2003), Ярмолюк и др. (2001)	
2		Влк. Приозёрный		52°21'10" 98°31'54"*	Пр 1/7	Базанит		1	0,075 ± 0,04	Q ₃		
3		Влк. Шивит-Тайга			Шт 1/1	Гавайит		1	0,11 ± 0,04	Q ₃		
4			52°28'00" 98°22'45"*	Шт 1/8	Гавайит	1		0,13 ± 0,04	Q ₃			
5		Влк. Кок-Хем		52°25'00" 98°38'20"*	Пр 3/3	Базанит		1	0,15 ± 0,05	Q ₃		
6		Влк. Альбине-Болдок		52°25'30" 98°11'00"*	Де 2/3	Базанит		1	0,195 ± 0,05	Q ₃		
7		Влк. Чараш-Даг		52°25'15" 98°31'55"*	Пр 2/4	Гавайит		1	0,21 ± 0,05	Q ₃		
8		Влк. Плоский		52°17'12" 98°44'50"*	Пл 1/5	Базанит		1	0,225 ± 0,05	Q ₃		
9		Влк. Юрдава		52°26'00" 98°18'00"*	Шт 1/8	Гавайит		1	0,29 ± 0,04	Q ₃		
10		Г. Саган		52°17'00" 98°9'30"*	Бе 1/2	Базанит		1	0,35 ± 0,04	Q ₃		
11		Влк. Кадыр-Суг		52°28'30" 98°25'30"*	Кд 1/3	Базанит		1	0,565 ± 0,08	Q ₃		
12		Вост. влк. Дерби-Тайга			Бе 1/12	Базанит		1	0,6 ± 0,08	Q ₃		
13		Влк. Дерби-Тайга			Де 1/2	Базанит		1	0,725 ± 0,05	Q ₃		
14			52°22'40" 98°15'30"*	Де 1/9	Гавайит	1		0,76 ± 0,05	Q ₃			
15	Лавовые реки р. Мал. Енисей	Р. Билин (нижняя лавовая терраса)		51°50'52.2" 98°12'19.8"	Бл 3/2	Гавайит	К–Ar	1	0,05 ± 0,03	Q ₃	Сугоракова и др. (2003), Ярмолюк и др. (2003)	
16		Р. Мал. Енисей	51°19'30.0" 96°58'53.4"	МЕ 1/10	Гавайит	1		0,28 ± 0,06	Q ₃			
17			51°19'40.2" 96°20'45.0"	МЕ 1/5	Базальт	1		0,26 ± 0,06	Q ₃			
18		Р. Билин		51°51'13.2" 98°9'49.8"	Бл 3/1	Гавайит		1	0,205 ± 0,05	Q ₃	Сугоракова и др. (2003), Ярмолюк и др. (2001)	
19		Р. Кыштаг		51°54'43.2" 98°3'31.8"	Бл 1/3	Гавайит		1	0,29 ± 0,05	Q ₃		
20		Р. Кадыр-Ат		51°47'28.2" 97°53'0.0"	Бл 2/3	Гавайит		1	1 ± 0,1	Q ₂		
21		Р. Билин (верхняя лавовая терраса)		51°52'43.2" 98°15'16.8"	Бл 4	Гавайит		1	2,8 ± 0,2	N ₂		
22	Лавовые реки бассейна р. Бол. Енисей	Нижняя лавовая терраса, влк. Улуг-Арга			52°22'19.2" 98°20'52.8"	УА 1/5	Базанит	К–Ar	1	0,05 ± 0,02	Q ₃	Сугоракова и др. (2003), Ярмолюк и др. (2003)
23		Верх. лав. терр.	Перевал Сарикти-Даба		52°18'33.0" 98°41'19.8"	Пл 2/5	Базальт		1	1,65 ± 0,13	Q ₂	
24			Верхняя часть р. Бол. Енисей	52°14'45.6" 98°5'52.8"	Бе 1/18	Базальт	1		1,73 ± 0,15	Q ₂		
25				52°20'40.2" 98°27'52.8"	Пр 4/2	Базанит	1		1,75 ± 0,1	Q ₂		
26		Истоки р. Шивит				Шт 2/6	Гавайит		1	1,21 ± 0,08	Q ₂	Сугоракова и др. (2003), Ярмолюк и др. (2001)
27		Р. Шивит		52°19'00" 98°19'00"*	Бе 1/4	Базальт	1		2,07 ± 0,15	Q ₁		
28					Бе 1/9	Базальт	1		2,14 ± 0,2	Q ₁		
29		Подножье хр. Улуг-Арга			52°24'00" 98°24'30"*	Р908/2	Щелочной О/ базальт		4	2,32 ± 0,7	Q ₁	Рассказов и др. (1989)

№ п/п	Объект, его местонахождение и координаты			Номер образца	Порода	Метод анализа, минерал, количество определений		Возраст (млн лет), индекс		Источник
30	Базальты, подстилающие лавовое плато ВТЛН, водопад Кадыр-Суг		52°26'00" 98°29'50"*	Кд 1/8	Базальт	K–Ar	1	14,7 ± 0,6	N ₂	Сугоракова и др. (2003), Ярмолюк и др. (2001)
31	ВТЛН, вулканическая толща хр. Улуг-Арга		52°23'00" 98°22'00"*		Гавайит, О/толеиты		10	16,1–17,5	N ₁	Рассказов и др. (1989)
32	В. Тува	Шуйское вулканическое поле, р. Шуй	51°25'00" 96°00'00"*	АШ 1	Базанит		1	24 ± 1	P ₃	Сугоракова и др. (2003)
33		Влк. Улугойский	52°06'30" 95°34'30"*	Ау 1	Тефрит			25	P ₃	
34		С. Тува, Уюкское вулканическое поле, реки Чинжаш, Уюк		52°06'30" 93°30'00"*	Ую 1/3		Фонотефрит	1	28 ± 1,5	
35	В. Саян, р. Мундорга, выходы основных вулканитов		52°51'45.4" 99°55'37.1"	ОК-43/4	Андезит-базальт	U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	9	267,4 ± 2,8	P ₂	Школьник и др. (2021)
36	З. Саян, водораздел рек Изинзюль–Акулька, шток габбро		53°5'45" 94°33'5"*	1082-1	Hbl габбро	Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	285 ± 4	P ₁	Монгуш и др. (2019)
37	Хр. Восточный Танну-Ола, р. Доштуг-Хем		50°55'53.4" 93°34'56.8"	2189-1	Габбро	U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	9	288 ± 2	P ₁	Vetrov et al. (2020)
							1	511 ± 8	Є ₁	
38	В. Тува, р. Каа-Хем, Чадалский габбро-сиенитовый массив (минглинг)		51°20'04.67" 96°22'22.98"	К 467-2	Грано-сиенит (поздний тип минглинга)	U-Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	50	283 ± 2	P ₁	Кармышева и др. (2022)
			51°20'04.07" 96°22'20.08"	К 484-1	Монцодиорит (ранний тип минглинга)		6	292 ± 3	P ₁	
					51°20'13" 96°18'16"*	2398	Сиенит	U-Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	11	293 ± 4
39	Базитовые интрузии Тувинского рифтогенного прогиба	Базитовые интрузии	51°17'31" 93°46'10"	2043-1	Долерит	Ar/Ar, <i>pl</i>	1	279,0 ± 4,1	P ₁	Ветров и др. (2022, 2024)
40			51°17'12" 93°46'29"	2041-3	Долерит	Ar/Ar, <i>pl</i>	1	290,0 ± 5,6	P ₁	
41			51°17'35" 93°48'49"	4	Долерит	Ar/Ar, <i>pl</i>	1	319,8 ± 5,8	C ₂	
42		Субвулканическая фация кендейской свиты	51°16'09" 93°49'48"	57-1	Габбро-диорит	Ar/Ar, <i>fsp</i>	1	187,9 ± 4,0	J ₁	
43			51°14'55" 93°49'47"	7	Габбро-диорит	Ar/Ar, <i>fsp</i>	1	281,1 ± 4,4	P ₁	
44			51°14'39" 93°45'29"	905	Долерит	Ar/Ar, <i>pl</i>	1	318,7 ± 6,1	C ₂	
45			51°15'32" 93°49'59"	8	Долерит	Ar/Ar, <i>pl</i>	1	375,0 ± 3,6	D ₃	
46		Торгалыкский комплекс	51°08'08" 93°41'59"	921-8	Долерит	Ar/Ar, <i>pl</i>	1	377,1 ± 4,8	D ₃	
47			51°16'11" 93°26'58"	29-4	Габбро	U–Pb SHRIMP II, <i>bad</i>	23	374,4 ± 2,5/4,9	D ₃	
48	Зап. Тува	Эдегейский габбро-диорит-сиеногранитный массив	51°15'25.6" 90°37'25.3"	ЭД2-11	Монцодиорит Q-содержащий	Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	358 ± 2	D ₃	Кужугет (2024)
49		Участок Тлангара, дайка в чингинской толще	51°18'36.0" 90°32'27.3"	ХТ-318/2	Hbl габбро Q-содержащее	Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	376 ± 3	D ₃	Монгуш и др., (2011a)
50	Хр. Восточный Танну-Ола	Р. Кара-Суг, дайка	50°49'28.6" 93°47'07.8"	4583-1	Габбро	Ar/Ar, <i>fsp</i>	1	340 ± 5	C ₁	Vetrov et al. (2020)
51		Р. Ирбитей, дайка	50°54'57.8" 93°00'51.2"	4018-1			1	365 ± 4	D ₃	
52		Р. Тели, дайка	50°48'42.0" 93°12'13.1"	4033-4			1	388 ± 7	D ₂	
53		Р. Ирбитей	50°51'31.7" 93°01'00.2"	3619			1	399 ± 5	D ₁	
54		Р. Ирбитей, дайка	50°53'33.9" 93°08'01.2"	4019-1			1	404 ± 4	D ₁	
55		Р. Ирбитей, дайка	50°51'30.7" 93°01'44.5"	3621		Ar/Ar, <i>pl</i>	1	407 ± 4	D ₁	
56		Р. Аптара	50°49'19.2" 93°36'02.8"	3741-2		Ar/Ar, <i>fsp</i>	1	432 ± 13	S ₁	

№ п/п	Объект, его местонахождение и координаты			Номер образца	Порода	Метод анализа, минерал, количество определений		Возраст (млн лет), индекс		Источник		
57	3. Саян, штоки и дайки в Булкинском габброидном массиве (см. № 65)			53°17'47" 94°38'45"*	Бл-111а	Монцодиорит	Ar/Ar, hbl	1	416 ± 4	D ₁	Бородина и др. (2016)	
						Горнблендит	K–Ar	1	~417	D ₁	Немцович (1973)*	
58	В. Тува, Кара-Осский ультрамафит-мафитовый массив			51°50'30" 95°42'30"*	М-47-98	Pl-hbl вебстерит	Ar/Ar, hbl	1	437 ± 4	S ₁	Монгуш (2019)	
59	Западный Сангилен	Нарынский дайковый пикродолерит-гранитный комплекс, минглинг дайка	50°13'58.03" 95°23'16.73"	ЧЖ-5/14	Лейкогранит минглинг дайки	U–Pb SHRIMP II, zrn	11	439 ± 3	S ₁	Ярмолук и др. (2024)		
60		Агардагский дайковый щелочно-базальтоидный комплекс	50°28'7.4" 95°12'3.9"	Дайка 4Н	Камптонит	Ar/Ar, amp	1	439 ± 4	S ₁	Гибшер и др. (2012)		
			50°28'7.4" 95°07'30.9"	Дайка 30Н			1	443 ± 5	O ₃			
			50°27'40.4" 95°06'1.6"	Дайка 20Н			1	444 ± 4	O ₃			
			50°28'3.3" 95°13'33.2"	Дайка 5Н			1	446 ± 3	O ₃			
			50°25'54.0" 95°11'42.7"	Дайка 34Н	U–Pb Cameca IMS, zrn	2	444, 446 (край)	O ₃	Изох и др. (2001)			
				1		489 (ядро)	Є ₃					
			50°27'4.9" 95°06'52.8"	Дайка 3Н	Ar/Ar, amp	1	441 ± 1	S ₁				
				1		446 ± 4	O ₃					
61		Ю.-З. Тува, Хаялыгский габброидный массив (см. № 80)			50°20'11" 89°42'21"*	Мх-11	Hbl габбро	U–Pb ID-TIMS, zrn	1	447 ± 1	O ₃	Ойдуп и др. (2011)
62	В. Тува	Шуйский габброидный массив	51°25'15" 96°03'17"*	1526	Amp габ-бронорит	Ar/Ar, hbl	1	449 ± 4	O ₃	Монгуш и др. (2013)		
63		Р. Каа-Хем, устье Балыктыг-Хема, габброидная дайка	51°19'32.0" 96°57'49.0"	К 497-1	Hbl габбро	Ar/Ar, hbl	1	450 ± 6.3	O ₃	Яковлев и др. (2024)		
					U–Pb LA-ICP-MS, zrn	3	454 ± 10	O ₃				
							3	1857 ± 17	PR ₁			
64	С. Монголия, Шивлэггольский массив ультраосновных щелочных пород			50°26'50" 99°22'30"*	БСГ 1901/2	Щелочной клинопироксенит	U–Pb ID-TIMS, tit	2	450 ± 1	O ₃	Петлина и др. (2025)	
65	3. Саян, Булкинский габброидный массив (см. № 57)			53°18'23.3" 94°35'40.3"	Бл-946	Ol-hbl габ-бронорит	Ar/Ar, hbl	1	465 ± 5	O ₂	Бородина и др. (2011, 2016)	
						Троктолит	K–Ar	1	(495 ± 20)	Є ₃	Орлов (1975)	
66	Западный Сангилен	Башкымугурский вебстерит-габбро-монцодиоритовый массив			Q диорит	Rb–Sr	1	464 ± 5	O ₂	Петрова (2001)*		
				5523	Q диорит	U–Pb ID-TIMS, zrn	3	464,6 ± 5,7	O ₂	Козаков и др. (1999)		
				Ш16-99	Q монцодиорит	Ar/Ar, bt	1	465 ± 1	O ₂	Шелепаев (2006)*, Шелепаев и др. (2018)		
			50°21'16.4" 95°14'52.7"		Вебстерит, монцодиорит	Sm-Nd	2	469 ± 23	O ₂			
67		Правотарлашкинский габброидный массив (см. № 90)	50°26'40.00" 95°10'5.55"	DA23-002	Габброиды с высокими содержаниями TiO ₂ и P ₂ O ₅	U–Pb LA-ICP-MS, zrn	10	482 ± 5	O ₁	Домашайтис и др. (2025)		
			50°25'11.01" 95°7'39.66"	DA23-008/2			9	484 ± 5	O ₁			
68		Участок Тавыт-Даг, минглинг дайка		50°17'48.8" 95°16'8.98"	5-704В	Габбро	Ar/Ar, bt	1	462,5 ± 1,0	O ₂	Владимиров и др. (2017)	
							Гранит	Ar/Ar, amp	1	471,2 ± 1,9		O ₁
						Монцогаббродиорит			489,7 ± 7,0	Є ₃		
								494,8 ± 5,4	Є ₃			
	50°17'48.91" 95°16'8.68"			КТ-1252-4	Гранит	U–Pb LA-ICP-MS, zrn	17	482 ± 4	O ₁	Семенова (2025)*		
				КТ-1252-1	Габбро		45	486 ± 16	Є ₃			
				ER-03/9-15	Салическая часть дайки		29	(474–920)	O ₁ –R ₃	Цыганков и др. (2019)		
				ER-03/2-15	Базитовая часть дайки		5	490 ± 16	Є ₃			

^{1*} Немцович В. М. Базитовые интрузии Тувы и их титаноносность : дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Л., 1973. 215 с.

^{2*} Петрова А. Ю. Rb–Sr изотопная система метаморфических и магматических пород Западного Сангилен: Юго-Восточная Тува : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М., 2001. 26 с.

^{3*} Шелепаев Р. А. Эволюция базитового магматизма Западного Сангилен: Юго-Восточная Тува : дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Новосибирск, 2006. 155 с.

^{4*} Семенова Д. В. Петрохронология коллизионных гранитоидов Эрзинской тектонической зоны Западного Сангилен: ЮВ Тува : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Новосибирск, 2025. 31 с.

^{1**} Nemtsovich V. M. (1973). *Basite intrusions in Tuva and their titanium potential* [PhD diss., Geol. and Miner.]. Leningrad, 215 p.

^{2**} Petrova A. Yu. (2001). *Rb–Sr isotope system of metamorphic and igneous rocks in West Sangilen: South-East Tuva* [Abstr. of PhD diss., Geol. and Miner.]. Moscow, 26 p.

^{3**} Shelepaev R. A. (2006). *Basite magmatism evolution in West Sangilen: South-East Tuva* [PhD diss., Geol. and Miner.]. Novosibirsk, 155 p.

^{4**} Semenova D. V. (2025). *Petrochronology of collisional granitoids in the Erzin tectonic zone of West Sangilen: South-East Tuva* [Abstr. of PhD diss., Geol. and Miner.]. Novosibirsk, 31 p.

№ п/п	Объект, его местонахождение и координаты			Номер образца	Порода	Метод анализа, минерал, количество определений		Возраст (млн лет), индекс		Источник
69	Кызыл-Таштыг-месторождение	«Внутрирудные» лавобрекчии силицифизированных андезитов	52°01'00.0" 95°59'49.5"	202	Андезит	U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	9	478 ± 12	O ₁	Гусев и др. (2011)
		Туматтайгинская свита		4308	Лейко-долерит		1	488 ± 15	Є ₃	
							9	761, 780, 810–856, 2030	R ₃ , PR ₁	
70	В. Тува, р. Каа-Хем	Устье Балыктыг-Хема, диорит-гранитная минглинг-дайка	51°19'40.30" 96°58'45.80"	К 471	Плагиигранит	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	25	477 ± 3	O ₁	Яковлев и др. (2024)
71		Панфиловский порог, ксенолит в гранитоидах	51°20'9.84" 96°34'57.52"	К 504-1	Монцогаббро		44	480 ± 3	O ₁	Кармышева и др. (2025)
72	Восточная Тува, мажалькский перидотит-габбровый комплекс	Мажалькский массив	51°02'00" 94°58'40"*	5895-22	Габброанортозит (жила)	U–Pb ID-TIMS, <i>zrn</i>	1	476 ± 1	O ₁	Сальникова и др. (2004)
			51°02'20" 94°58'44"*	И-51-99	Габбронорит <i>атр</i> -содержащий		1	484 ± 2	O ₁	
			51°01'13" 94°58'59"	M23-17	Верлит	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	39	491–533	Є _{1–3}	Леснов и др. (2024a)
73		Калбакдагский массив	51°33'50.5" 94°57'09.5"	K2	Ol габбронорит	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	5	383–417	D _{1–2}	Ойдуп и др. (2021)
			51°34'11.4" 94°58'10.0"	K5	Ol габбро		7	464–475	O _{1–2}	
							2	1862, 2153	PR ₁	
							4	279–314	C ₂ –P ₁	
							2	650, 2740	R ₃ AR ₂	
							6	462–498	Є ₃ –O ₂	
51°33'36.1" 94°56'46.1"		K1	Ol габбронорит	2	775	R ₃				
74		Район оз. Чедер	51°23'45" 94°58'00"*	340302	Габбродиорит	U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	6	487 ± 6	Є ₃	Колямкин и др. (2015) ^{6*}
75	3. Саян, Верхнеоэжинский габброидный массив		52°38'13.31" 94°10'06.85"	KO-350	Hbl габбро	Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	487 ± 7	Є ₃	Монгуш и др. (2026a) ^{7*}
76	Западный Сангилен	Участок Сайзырал, минглинг-дайка	50°17'12.1" 95°16'42.5"	ER-02/4-15	Лейкогранит	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	14	494,9 ± 4,5	Є ₃	Цыганков и др. (2019)
				ER-02/3-15	Габбро		4	485 ± 12	Є ₃	
							5	711 ± 18	R ₃	
77		Баянкольский габбромонцодиоритовый массив	50°22'31" 95°34'05"	ШЗ-00	Bt-amp ol-меланогаббронорит	Ar/Ar, <i>amp</i>	1	489 ± 3	Є ₃	Шелепаев (2006) ^{3*} , Шелепаев и др. (2018)
							50°	5737	Диорит	U–Pb ID-TIMS, <i>zrn</i>
78			Эрзинский габбромонцодиоритовый массив	50°18'00" 95°29'50"*	5611	Q диорит	U–Pb ID-ID-TIMS, <i>zrn</i>	4	491,6 ± 9,5	Є ₃
79	Центральный Сангилен, Чикский массив щелочно-ультраосновных пород		50°10'16.1" 96°42'57.6"	Ca-270/2	Йолит	Sm–Nd, <i>ap, gr</i> , вал	3	489 ± 9	Є ₃	Сальникова и др. (2018)
						U–Pb ID-TIMS, <i>gr</i>	3	492 ± 2	Є ₃	
80	Ю.-З. Тува, Хаялыгский габброидный массив (см. № 61)		50°20'22" 89°41'19"*	Mx-37	Hbl меланогаббро	Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	494 ± 16	Є ₃	Ойдуп и др. (2011)

⁵ В первоисточнике (Ойдул и др., 2021) местоположение точки K7 на рис. 1, с показано ошибочно: она должна находиться в северо-восточной части Калбакдагского массива в пределах относительно крупного тела ультрамафитовых пород.

^{6*} Колямки В. М., Поваров М. Ю., Александровский Ю. С. Отчет о результатах работ по теме «ГДП-200 листа М-46-V (Кызыльская площадь)». Красноярск : Красноярскгеосъемка, 2015. 320 с.

^{7*} Монгуш А. А., Чернышов А. И., Леснов Ф. П., Ойдул Ч. К., Кадыр-оол Ч. О., Дружкова Е. К., Воробьева А. В. Гетерогенная природа ультрабазит-базитовой ассоциации Куртушибинского хребта (Западный Саян): вендские офиолиты и ордовикские габброиды // Литосфера. 2026. № 3.

^{6**} Kolyamkin V. M., Povarov M. Yu. (2015). Report on the results of additional site appraisal (scale of 1 : 200,000) of the sheet M-46-V (Kyzyl area). Krasnoyarsk: Krasnoyarskgeosemka, 320 p.

^{7**} Mongush A. A., Chernyshov A. I., Lesnov F. P., Oydup Ch. K., Kadyr-ool Ch. O., Druzhkova E. K., Vorobyeva A. V. (2026a). Heterogeneous ultrabasicite-basite associations in the Kurtushiba Ridge (West Sayan): Vendian ophiolites and Ordovician gabbroids. *Lithosphere (Russia)*, (3).

№ п/п	Объект, его местонахождение и координаты			Номер образца	Порода	Метод анализа, минерал, количество определений		Возраст (млн лет), индекс		Источник	
81	В.-Таннуольский батолит, р. Хоолу			50°49'40.01" 93°24'47.31"	2168-2	Диорит	U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>		492,2 ± 5,5	Є ₃	Vetrov et al. (2020)
82	В. Тува	Большекоптинский ультра-мафит-мафитовый массив со штоками гранитов		C-24-06	Гранит	U–Pb ID-TIMS, <i>zrn</i>	3	499 ± 16	Є ₂	Симонов и др. (2009), Котляров (2010) ^{8*}	
			51°55'29" 95°31'38"*	Kx24-4	Q диорит	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	87	498 ± 2	Є ₂	Леснов и др. (2025), Леснов и др. (2026) ^{9*}	
83	В. Тува	Тужеминский габброидный массив	51°22'47" 97°22'43"*	ME-4786-6	Bt габбро-норит	U–Pb ID-TIMS, <i>zrn</i>	1	500 ± 10	Є ₂	Сугоракова и др. (2017)	
							1	1220 ± 3	R ₂		
							1	1430 ± 10	R ₁		
84	Ю.-В. Тува, шурмакская вулканогенно-осадочная толща			50°33'18.7" 95°22'15.0"	TV-119	Андезитовый туф	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	24	475–513	O ₁ –Є ₁	Иванов и др. (2020)
								13	739–831	R ₃	
								3	1884, 1981, 2207	PR ₁	
85	С.-В. Тува	Шивилигский габброидный массив	52°43'37.2" 96°49'39.5"	233	Hbl габбро	Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	499 ± 6	Є ₂	Ойдуп и др. (2016)	
86		Ак-Сугский Cu-Mo-порфировый рудный узел, хойтоокинский комплекс	53°25'60" 96°35'30"*	S-0485	Габбро-диорит	U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	10	503 ± 2	Є ₂	Берзина и др. (2019)	
87	Ц. Тува	Терекская свита	51°42'16.1" 93°28'12.8"	TV-48	Туффит	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	62	~510	Є ₁	Школьник и др. (2024)	
								520–550	Є ₁ –V ₁		
88		Эжимская свита	51°53'54.3" 93°42'05.1"	TV-340 TV-337	Туф основного–среднего состава		52	510 ± 2.5	Є ₁		
								8	512 ± 11		Є ₁
								29	528–540 550–620		Є ₁ –R ₃
								10	900–2800		R ₃ –AR ₂
89	В. Тува, зубовский монцонит-граносиенитовый комплекс		1	51°40'35" 95°04'00"*	Д-35	Q монцодиорит	Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	512.4 ± 2.1	Є ₁	Руднев и др. (2006)
			2	51°36'52" 94°56'25"*							
90	3. Сангилен, Правотарлашкинский габброидный массив (см. № 67)				E3-99	Ol габбро атр-содержащее	Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	524 ± 9	Є ₁	Шелепаев (2006) ^{3*} , Шелепаев и др. (2018)
91	Ц. Тува, баянкольская свита			51°36'00" 93°34'00"*		Туф основного состава	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	3	530	Є ₁	Бродникова и др. (2022)
								17	560-590	V	
92	Хр. Восточный Танну-Ола, Ирбитейский габброидный массив			50°49'01.9" 93°07'10.9"	3624-2	Hbl габбро	Ar/Ar, <i>fsp</i>	1	476 ± 10	O ₁	Vetrov et al. (2020)
							U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	9	529 ± 3	Є ₁	Ветров и др. (2019), Vetrov et al. (2020)
				50°49'43.1" 93°07'24.6"	ТИ-126	Ol-hbl норит bt-содержащий	Ar/Ar, <i>bt</i>	1	515 ± 7	Є ₁	Монгуш и др. (2025b)
							Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	539 ± 6	V ₂	Монгуш и др. (2011b)

^{8*} Котляров А. В. Петрология офиолитовых ассоциаций Южной и Восточной Тувы : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Новосибирск, 2010. 16 с.

^{9*} Леснов Ф. П., Монгуш А. А., Королюк В. Н., Хлестов В. В., Карпов А. В., Рагозин А. Л., Карпутин И. С., Ойдул Ч. К., Кадыр-оол Ч. О. Геохимия и U–Pb-возраст цирконов из кварцевого диорита Большекоптинского мафит-ультрамафитового массива: к раннеколлизонной магматической эволюции Каахемского офиолитсодержащего пояса (Восточная Тува) // Геосферные исследования. 2026. (в редакции)

^{8**} Kotlyarov A. V. (2010). *Petrology of ophiolite associations in South and East Tuva* [Abstr. of PhD diss., Geol. and Miner.]. Novosibirsk, 16 p.

^{9**} Lesnov F. P., Mongush A. A., Korolyuk V. N., Khlestov V. V., Karpov A. V., Ragozin A. L., Karputin I. S., Oydup Ch. K., Kadyr-ool Ch. O. (2026). Geochemistry and U–Pb age of zircons from quartz diorite of the Bolshekoptynsky mafic-ultramafic massif: Constraints on early-collisional magmatic evolution of the Kaakhem ophiolite-bearing belt (Eastern Tuva). *Geosphere Research*. (submitted for publication)

№ п/п	Объект, его местонахождение и координаты		Номер образца	Порода	Метод анализа, минерал, количество определений		Возраст (млн лет), индекс		Источник	
93	3. Тува, Дуушкуннугский габброидный массив		51°18'56.2" 90°53'36.5"	ДШ22/2	Габбро <i>amp</i> -содержащее	Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	538 ± 5	V ₂	Монгуш и др. (2017)
94	С. Тува, изинзюльский плагиогранит-диорит-габбровый комплекс		53°6'49" 94°32'42""*	КИ-18/15	Плагиогранит	U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	10	537,9 ± 4,2	V ₂	Монгуш и др. (2022)
95	Ю.-В. Тува, Карашат-Тесхемский участок офиолитов		50°27'19" 94°48'05""*		Габброиды	Sm-Nd	7	546 ± 18	V ₂	Pfänder et al. (2004)
96	Куртушибинский хребет, офиолиты		52°28'34.26" 93°47'50.4""*	КК22-3	Плагиогранит (жила)	U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	6	569 ± 6	V ₂	Монгуш и др. (2025a)
97	3. Тува	Шатский офиолитовый массив	51°07'42.9" 90°11'47.4"	ХШ-306	Габбро	Ar/Ar, <i>hbl</i>	1	578 ± 6	V ₁	Монгуш и др. (2011c)
98		Участок Шат, базальтовая (высоко-Ti) толща	51°08'32.64" 90°11'40.84"	ХШ-314	Базальт	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	3	477, 479, 480	O ₁	Монгуш и др. (2026b) ^{10*}
							2	603, 604	V ₁	
			51°08'40.3" 90°12'49.3"	ХШ-17-12	Базальт	U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	2	492, 497	Є ₃	Монгуш и др. (2014)
							2	770, 844	R ₃	
99		Безымянный офиолитовый массив	51°08'51" 90°06'25""*	Б-21-1	Ol клинопироксенит	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	4	432, 482, 480, 484	S ₁ –O ₁	Леснов и др. (2024b)
							1	1877	PR ₁	
100	Ю.-В. Тува	Агардагский ультрамафитовый массив	50°17'22.43" 94°34'48.45"	Ту 5621	Плагиогранит (дайка в гарцбургите Ag-1)	Pb–Pb ID-TIMS, <i>zrn</i>	3	569,6 ± 1,7	V ₂	Pfänder et al. (2004)
							1	1623 ± 2	R ₁	
			50°17'23.9" 94°34'48.5"	Ag-1	Гарцбургит	U–Pb SHRIMP II, <i>zrn</i>	4	276–293	P ₁	Леснов и др. (2020)
							10	419–885	R ₃	
		50°17'05.1" 94°32'58.6"	Ag-3	Хромитит	10	403–863	D ₁ –R ₃			
		101	Базальные конгломераты Є ₁ теректигской свиты	50°27'52" 94°55'26""*	КГЗ	Диорит (валун в конгломерате)	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>	19	580 ± 2	V ₁
102	Р. Шишхид-гол, офиолиты			1007/2 1007/3	Риодацит, риолит	Rb-Sr	2	631	R ₃	Кузьмичев (2004)
103	Ц. Тува, район месторождения Хову-Аксы, дайка в Є–D отложениях		51°9'2" 93°40'47""*		Базит	U–Pb LA-ICP-MS, <i>zrn</i>		1750–1920	PR ₁	Летникова и др. (2019)

Примечание. *ap* — апатит, *amp* — амфибол(овый), *bad* — бадделеит, *bt* — биотит, *fsp* — калиевый полевой шпат, *gr* — гранат, *hbl* — роговая обманка (роговообманковый), *ol* — оливин(овый), *Q* — кварцевый, *tit* — титанит. **Жирным шрифтом** выделены значения изотопного возраста магматических минералов, отражающие возраст породы; обычным шрифтом отмечены значения возраста унаследованных или ксеногенных минералов, *курсивом* — наложенных минералов, в скобках — приблизительные значения возраста. Координаты точек отбора проб взяты из соответствующих публикаций либо предоставлены их авторами по нашей просьбе, либо приблизительно определены нами с помощью карты Google Earth^{3*} (помечены знаком *). Единичные и интервальные значения U–Pb возрастов рассчитаны по отношениям изотопов ²⁰⁶Pb/²³⁸U без учета погрешности. Пустая ячейка — нет данных.

Note. *ap* — apatite, *amp* — amphibole(-bearing), *bad* — baddeleyite, *bt* — biotite, *fsp* — potassium feldspar, *gr* — garnet, *hbl* — hornblende (hornblende-bearing), *ol* — olivine(-bearing), *Q* — quartz(-bearing), *tit* — titanite. Isotope ages of magmatic minerals, which reflect the rock age, are highlighted in **bold**; the regular font presents ages of inherited or xenogenic minerals; ages of overprinted minerals are marked in *italic*; approximate age values are provided in parentheses. Sample point coordinates were sourced either from relevant publications or those their authors had provided upon our request, or our approximate determinations with Google Earth^{11**} (marked with an asterisk *). Single and interval U–Pb ages values were calculated based on the ²⁰⁶Pb/²³⁸U isotope ratios without accounting for analytical uncertainty. An empty cell indicates no data available.

^{10*} Монгуш А. А., Леснов Ф. П., Карпов А. В., Ойдул Ч. К. U–Pb возраст циркона из преддуговых базальтов Западной Тувы // Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкинские чтения — 2026) : материалы рос. конф. с междунар. участием. Сыктывкар : ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2026. С. 59–60.

^{11*} Координаты приведены как результаты определения местоположения точек отбора проб в пользовательском интерфейсе Google Earth (URL: <https://earth.google.com/web/>) (дата обращения: 17.03.2026); картографические материалы Google не воспроизводятся. Сервис используется в соответствии с условиями Google (Google Maps/Google Earth End User Additional Terms of Service)

^{10**} Mongush A. A., Lesnov F. P., Karpov A. V., Oydul Ch. K. (2026b). U–Pb age of zircons from forearc basalts in West Tuva. In *Modern problems of theoretical, experimental and applied mineralogy* (Yushkin readings — 2026) (pp. 59–60) [Proc. of Russ. conf. with foreign participants]. Syktuykar: IG FRC Komi Sc UB RAS.

^{11**} The coordinates result from determining sampling point locations in the Google Earth user interface (retrieved March 31, 2026, from <https://earth.google.com/web/>); Google cartographic data are not replicated. The authors comply with the Google terms of service (Google Maps/Google Earth End User Additional Terms of Service)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Аникина Е. В., Краснобаев А. А., Ронкин Ю. Л., Алексеев А. В., Бушарина С. В., Капитонов И. Н., Лохов К. И. Изотопная геохимия и геохронология габброидов Волковского массива на Урале // *Геохимия*. 2014. № 2. С. 99–123. <https://doi.org/10.7868/S0016752514020022>
- Баданина И. Ю., Малич К. Н. Полихронный возраст цирконов в дунитах из Кондерского массива (Алданская провинция, Россия) // *Геохронометрические изотопные системы, методы их изучения, хронология геологических процессов* : материалы рос. конф. М. : ИГЕМ РАН, 2012. С. 49–52.
- Берзина А. Н., Берзина А. П., Гимон В. О. Cu-Mo-порфировое месторождение Аксуг (Северо-Восточная Тува): хронология процессов магматизма и рудообразования (U–Pb, Re–Os изотопные данные), металлогенические следствия // *Геология и геофизика*. 2019. Т. 60, № 9. С. 1330–1349. <https://doi.org/10.15372/GiG2019070>
- Бородин Е. В., Егорова В. В., Изох А. Э. Петрология ордовикских коллизионных расслоенных перидотит-габбровых массивов (на примере Мажалякского интрузива, Юго-Восточная Тува) // *Геология и геофизика*. 2004. Т. 45, № 9. С. 1074–1091.
- Бородин Е. В., Изох А. Э., Монгуш А. А. Булгинский перидотит-габбровый массив (Западный Саян) — синколлизийный тип расслоенных интрузивов // *Геология и геофизика*. 2011. Т. 52, № 3. С. 393–408.
- Бородин Е. В., Изох А. Э., Монгуш А. А. Петрологические и изотопно-геохронологические особенности Булгинского перидотит-габбрового массива и гранитоидов Кызыкдагского комплекса (Западный Саян) // *Геохимия*. 2016. № 4. С. 344–370. <https://doi.org/10.7868/S0016752516040026>
- Бортников Н. С., Шарков Е. В., Богатиков О. А., Зингер Т. Ф., Лепехина Е. Н., Антонов А. В., Сергеев С. А. Находки молодых и древних цирконов в габброидных впадинах Маркова, Средне-Атлантический хребет, 5°30,6' – 5°32,4' С.Ш. (результаты SHRIMP-II U–Pb датирования): значение для понимания глубинной геодинамики современных океанов // *Доклады Академии наук*. 2008. Т. 421, № 2. С. 240–248.
- Бродникова Е. А., Ветров Е. В., Летникова Е. Ф., Иванов А. В., Руднев С. Н. Позднеархейские и вендские гранитоиды в источниках сноса раннекембрийских грубозернистых пород баянкольской свиты Систигхемского прогиба Тувы // *Геология и геофизика*. 2022. Т. 63, № 6. С. 783–800. <https://doi.org/10.15372/GiG2021146>
- Ветров Е. В., Ветрова Н. И., Бирюкова Т. А., Агатова А. Р., Гаврюшкина О. А., Булгакова Д. Д. Тектоническая эволюция Тувинского прогиба (северная часть Центрально-Азиатского орогенного пояса): синтез геологических данных и результатов Ar–Ar датирования полевых шпатов // *Геотектоника*. 2024. № 4. С. 60–79. <https://doi.org/10.31857/S0016853X24040045>
- Ветров Е. В., Черных А. И., Бабин Г. А. Раннепалеозойский гранитоидный магматизм Восточно-Таннуольского сектора Тувинского магматического пояса: геодинамическая позиция, возраст и металлогения // *Геология и геофизика*. 2019. Т. 60, № 5. С. 641–665. <https://doi.org/10.15372/GiG2019047>
- Ветров Е. В., Уваров А. Н., Андреева Е. С., Ветрова Н. И., Жимулев Ф. И., Степанов А. С., Вишневская И. А., Червяковский М. В. Среднепалеозойский магматизм Центрально-Тувинского прогиба (восточная часть Алтае-Саянской складчатой области): петрогенезис, тектоника и геодинамика // *Геология и геофизика*. 2022. Т. 63, № 12. С. 1607–1629. <https://doi.org/10.15372/GiG2021187>
- Владимиров В. Г., Кармышева И. В., Яковлев В. А., Травин А. В., Цыганков А. А., Бурмакина Г. Н. Термохронология минглинг-даек Западного Сангилен (Юго-Восточная Тува): свидетельства развала коллизионной системы на северо-западной окраине Тувино-Монгольского массива // *Геодинамика и тектонофизика*. 2017. Т. 8, № 2. С. 283–310. <https://doi.org/10.5800/GT-2017-8-2-0242>
- Ганелин А. В., Соколов С. Д., Лэйер П., Симонов В. А. Новые геохронологические данные о возрасте офиолитовых комплексов Западной Чукотки // *Доклады Академии наук*. 2013. Т. 451, № 1. С. 60–64. <https://doi.org/10.7868/S0869565213190171>
- Гибшер А. А., Мальковец В. Г., Травин А. В., Белоусова Е. А., Шарыгин В. В., Конц З. Возраст камптонитовых даек агардагского щелочно-базальтоидного комплекса Западного Сангилен на основании Ar/Ar и U/Pb датирования // *Геология и геофизика*. 2012. Т. 53, № 8. С. 998–1013.
- Гусев Н. И., Суфиев А. А. Интрузивные образования западной части Каахемского ареал-плутона и медно-порфировое оруденение Тувы // *Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту) : материалы совещ.* Вып. 15. Иркутск : Ин-т зем. коры СО РАН, 2017. С. 76–78.
- Гусев Н. И., Тимашков А. Н., Толмачева Е. В., Родионов Н. В., Крылова А. Л. Возраст и геодинамическая обстановка формирования полиметаллического оруденения в Восточной Туве // *Геология, тектоника и минералогия Центральной Азии* : тез. докл. СПб. : ВСЕГЕИ, 2011. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
- Домашайтис А. А., Шелепаев Р. А. Геологическое строение Правотарлашкского и Башкымугурского габброидных массивов (Западный Сангилен) // *Петрология и геодинамика геологических процессов: роль в изучении недр и геологическом картографировании* : труды совещ. СПб. : Ин-т Карпинского, 2025. С. 83–85. 1-USB-флеш-накопитель.
- Иванов А. В., Летникова Е. Ф., Школьник С. И., Маслов А. В., Ветрова Н. И. Фрагмент раннекембрийской континентальной окраины в структуре Тувинского сегмента Центрально-Азиатского складчатого пояса (терегтгская свита): результаты U–Pb датирования циркона и Sr-хемостратиграфии // *Доклады Российской академии наук. Науки о Земле*. 2023. Т. 512, № 2. С. 165–173. <https://doi.org/10.31857/S2686739722602034>
- Иванов А. В., Летникова Е. Ф., Школьник С. И., Прошенкин А. И., Бродникова Е. А. Возраст пород шурмакской свиты по данным U–Pb датирования цирконов методом LA-ICP-MS (Юго-Восточная Тува) // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле*. 2020. Т. 65, № 4. С. 702–716. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2020.406>
- Иванов К. С., Краснобаев А. А., Смирнов В. Н. Цирконовая геохронология Ключевского габбро-ультрабазитового массива и проблема возраста палеограницы Моховичича на Среднем Урале // *Доклады Академии наук*. 2012. Т. 442, № 4. С. 516–520.
- Изох А. Э., Поляков Г. В., Мальковец В. Г., Шелепаев Р. А., Травин А. В., Литасов Ю. К., Гибшер А. А. Позднеордовикский возраст камптонитов агардагского комплекса Юго-Восточной Тувы — свидетельство проявления плюмового магматизма при коллизионных процессах // *Доклады Академии наук*. 2001. Т. 378, № 6. С. 794–797.
- Кармышева И. В., Яковлев В. А., Руднев С. Н., Зюков Е. Д., Семенова Д. В. Происхождение меланократовых включений магматических пород в гранитоидах сархойского комплекса (Каахемский магматический ареал, Восточная Тува) // *Геология и геофизика*. 2025. Т. 66, № 7. С. 813–830. <https://doi.org/10.15372/GiG2025116>
- Кармышева И. В., Яковлев В. А., Сугоракова А. М., Руднев С. Н., Семенова Д. В. Позднепалеозойский контрастный магматизм восточной части Каахемского магматического ареала (Центрально-Азиатский складчатый пояс) // *Геодинамика и тектонофизика*. 2022. Т. 13, № 3. Р. 0637. <https://doi.org/10.5800/GT-2022-13-3-0637>
- Кнауф О. В. U–Pb возраст цирконов из дунит-клинопироксенитовых ядер Кытлымского (Средний Урал) и Гальмозанского (Южная Корякия) зональных массивов Уральского типа // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7. Геология и география*. 2009. № 4. С. 64–71.
- Козаков И. К., Котов А. Б., Сальникова Е. Б., Ковач В. П., Натман А., Бибикина Е. В., Кириозова Т. И., Тодт В., Кренер А., Яковлева С. З., Лебедев В. И., Сугоракова А. М. Возрастные рубежи структурного развития метаморфических комплексов Тувино-Монгольского массива // *Геотектоника*. 2001. № 3. С. 22–43.
- Козаков И. К., Сальникова Е. Б., Бибикина Е. В., Кириозова Т. И., Котов А. Б., Ковач В. П. О полихронности развития палеозойского гранитоидного магматизма в Тувино-Монгольском массиве: результаты U–Pb геохронологических исследований // *Петрология*. 1999. Т. 7, № 6. С. 631–643.
- Костицын Ю. А., Белоусова Е. А., Силантьев С. А., Бортников Н. С., Аносова М. О. Современные проблемы геохимических и U–Pb геохронологических исследований циркона в океанических породах // *Геохимия*. 2015. № 9. С. 771–800. <https://doi.org/10.7868/S0016752515090022>
- Краснобаев А. А., Беа Ф., Ферштатер Г. Б., Монтеро П. Полихронность цирконов габброидов Платиноносного пояса Урала и проблема докембрия Тагильского мегасинклинария // *Доклады Академии наук*. 2007. Т. 413, № 6. С. 785–790.
- Краснобаев А. А., Русин А. И., Бушарина С. В., Антонов А. В. Цирконология дунитов Сарановского хромитоносного

ультрамафитового комплекса (Средний Урал) // Доклады Академии наук. 2013. Т. 451, № 1. С. 81–86. <https://doi.org/10.7868/S0869565213190195>

Краснобаев А. А., Ферштатер Г. Б., Бушарина С. В. Цирконология дунитов Южного Урала (Сахаринский, Южно-Хабаринский массивы) // Доклады Академии наук. 2009. Т. 426, № 4. С. 523–527.

Кужугет Р. В. Золото-сульфидно-кварцевое оруденение Алдан-Маадырского рудного узла (Западная Тува, Россия): возраст, минералого-геохимические особенности, РТ-параметры, состав рудообразующих флюидов и изотопия S и O. Кызыл : ТуВИКОПР СО РАН, 2024. 151 с.

Кузьмичев А. Б. Тектоническая история Тувино-Монгольского массива: раннебайкальский, позднебайкальский и раннекаледонский этапы. М. : Пробел-2000, 2004. 191 с.

Леднева Г. В., Базылев Б. А., Лебедев В. В., Кононкова Н. Н., Ишиватари А. U–Pb возраст цирконов из габброидов Усть-Бельского мафит-ультрамафитового массива (Чукотка) и его интерпретация // Геохимия. 2012. № 1. С. 48–59.

Леснов Ф. П. U–Pb изотопное датирование цирконов из ультрамафитовых реситов Шаманского массива (Восточное Забайкалье) // Геосферные исследования. 2018. № 1. С. 6–16. <https://doi.org/10.17223/25421379/6/1>

Леснов Ф. П. Петрология полигенных мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации. Новосибирск : ГЕО, 2015. 240 с.

Леснов Ф. П., Монгуш А. А. Геохимическая зональность кристаллов циркона из кварцевого диорита Большеекптинского мафит-ультрамафитового массива (Восточная Тува) // Петрология магматических и метаморфических комплексов : материалы всерос. конф. Томск : ТГУ, 2025. С. 115–119.

Леснов Ф. П., Ойдул Ч. К., Монгуш А. А., Сергеев С. А. Первые данные об U–Pb изотопном возрасте цирконов из гарцбургитов и хромититов Агардагского ультрамафитового массива (Южная Тува) // Геосферные исследования. 2020. № 3. С. 60–68. <https://doi.org/10.17223/25421379/16/5>

Леснов Ф. П., Ойдул Ч. К., Королюк В. Н., Монгуш А. А. Минералогия ультрамафитового массива Безымянный (Западно-Тувинская офиолитовая ассоциация) // Геосферные исследования. 2024а. № 4. С. 55–72.

Леснов Ф. П., Пинхейро М. А. П., Сергеев С. А., Медведев Н. С. Геохимия и изотопный возраст цирконов из пород ультрамафитовых массивов южного складчатого обрамления кратона Сан-Франциско (Юго-Восточная Бразилия) // Геология и геофизика. 2019. Т. 60, № 5. С. 619–640. <https://doi.org/10.15372/GiG2019025>

Леснов Ф. П., Хлестов В. В., Карпов А. В., Королюк В. Н., Кадыр-оол Ч. О., Монгуш А. А., Ойдул Ч. К. Использование U–Pb датировок полихронных цирконов из перидотитов Мажалыкского мафит-ультрамафитового массива для определения условий его формирования (Южная Тува) // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского складчатого пояса (от океана к континенту) : материалы науч. конф. Вып. 22. Иркутск. 2024б. С. 195–197.

Летникова Е. Ф., Иванов А. В., Ветров Е. В., Бродникова Е. А. Доордовикские осадочные бассейны Тувино-Монгольского микроконтинента и "тувинских" террейнов — родственники или соседи? // Проблемы тектоники континентов и океанов : материалы совещ. Т. 2. М. : ГЕОС, 2019. С. 3–6.

Малич К. Н., Баданина И. Ю., Пучков В. Н., Белоусова Е. А., Степашко А. А. Результаты U–Pb-датирования цирконов верлитов платиноносного Феклистовского массива (Шантарский архипелаг, Россия) // Доклады Академии наук. 2017. Т. 475, № 3. С. 295–298. <https://doi.org/10.7868/S0869565217210137>

Малич К. Н., Ефимов А. А., Ронкин Ю. Л. Архейский U–Pb изотопный возраст циркона дунитов Нижне-Тагильского массива (Платиноносный пояс Урала) // Доклады Академии наук. 2009. Т. 427, № 1. С. 101–105.

Монгуш А. А. Новые данные о возрасте и вещественном составе Кара-Осского перидотит-пироксенит-габброноритового массива (Тува) // Успехи современного естествознания. 2019. № 12-1. С. 108–115. <https://doi.org/10.17513/use.37276>

Монгуш А. А., Гусев Н. И. U–PB (SHRIMP-II) возраст цирконов в высокотитанистых базальтах преддуговой зоны Таннуольско-Хамсаринской островодужной системы (Тува) // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту) : материалы науч. совещ. Вып. 12. Иркутск : Ин-т зем. коры СО РАН, 2014. С. 213–215.

Монгуш А. А., Гусев Н. И., Ойдул Ч. К., Кадыр-оол Ч. О., Хертек Ч. М., Леснов Ф. П., Дружкова Е. К. Возраст и геодинамическая позиция офиолитов Куртушибинского хребта Западного Саяна // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2025а. Т. 520, № 2. С. 185–192.

Монгуш А. А., Гусев Н. И., Прудников С. Г., Хертек Ч. М., Дружкова Е. К. Вещественный состав и возраст изинзюльского габбро-диорит-плагиогранитного комплекса (Куртушибинская преддуговая подзона, Западный Саян) // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту) : материалы науч. конф. Вып. 20. Иркутск : Ин-т зем. коры СО РАН, 2022. С. 208–210.

Монгуш А. А., Кужугет Р. В. Надсубдукционные преддуговые габбро Дуушкунгского массива (Тува): необычный геохимический состав и проблема геодинамической интерпретации // Геосферные исследования. 2017. № 3. С. 41–49. <https://doi.org/10.17223/25421379/4/6>

Монгуш А. А., Кужугет Р. В., Дружкова Е. К. Особенности состава магматических пород и ^{40}Ar – ^{39}Ar данные о возрасте базитовых даек Алдан-Маадырской золоторудной зоны (Западная Тува) // Металлогения древних и современных океанов — 2011 : № 1. Рудоносность осадочно-вулканогенных и гипербазитовых комплексов. Миасс : ИМин УрО РАН, 2011а. С. 262–268.

Монгуш А. А., Лебедев В. И., Ковач В. П., Сальникова Е. Б., Дружкова Е. К., Яковлева С. З., Плоткина Ю. В., Загорная Н. Ю., Травин А. В., Серов П. А. Тектономагматическая эволюция структурно-вещественных комплексов Таннуольской зоны Тувы в позднем венде-раннем кембрии (на основе геохимических, Nd изотопных и геохронологических данных) // Геология и геофизика. 2011b. Т. 52, № 5. С. 649–665.

Монгуш А. А., Лебедев В. И., Травин А. В., Ярмолюк В. В. Офиолиты Западной Тувы — фрагменты поздневендской островной дуги Палеоазиатского океана // Доклады Академии наук. 2011с. Т. 438, № 6. С. 796–802.

Монгуш А. А., Прудников С. Г., Дружкова Е. К. Раннепермский возраст роговообманкового габбро в чингинской осадочно-вулканогенной толще Западного Саяна // Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура : материалы междунар. конф. Кызыл : ТуВИКОПР СО РАН, 2019. С. 340–344.

Монгуш А. А., Сугоракова А. М. Возраст и источники магм постколлизиионных габброидов Каахемского магматического ареала, Восточная Тува: результаты первых $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ и Sm–Nd исследований // Геохимия. 2013. № 11. С. 1042–1047. <https://doi.org/10.7868/S0016752513110046>

Монгуш А. А., Травин А. В., Дружкова Е. К. Изотопный возраст минералов из пород Ирбитейского габброидного массива (Тува): соотношение датировок по роговой обманке, биотиту, калиевому полевоому шпату и циркону // Соотношение времени образования магматических формаций и рудных месторождений в металлогенических провинциях Евразии : материалы рос. конф. М. : ИГЕМ РАН, 2025b. С. 108–111.

Ойдул Ч. К., Леснов Ф. П., Монгуш А. А., Лебедев В. И. Габбро-норит-диоритовая ассоциация Хамсаринской зоны (Тува): первые данные о возрасте, геохимии, источниках магм и геодинамической позиции // Успехи современного естествознания. 2016. № 9. С. 148–154.

Ойдул Ч. К., Леснов Ф. П., Монгуш А. А., Семенова Д. В. Полихронные цирконы из пород Калбадагского мафит-ультрамафитового массива и вопросы его генезиса (Центральная Тува) // Геосферные исследования. 2021. № 4. С. 37–49. <https://doi.org/10.17223/25421379/21/3>

Ойдул Ч. К., Леснов Ф. П., Ярмолюк В. В., Лебедев В. И., Сальникова Е. Б. Ультрамафит-мафитовый магматизм Юго-Западной Тувы // Геология и геофизика. 2011. Т. 52, № 3. С. 354–372.

Орлов Д. М. Петрология расслоенных титаноносных интрузий Алтае-Саянской складчатой области. Л. : Недра, Ленингр. отделение, 1975. 198 с.

Петлина А. А., Врублевский В. В., Стифеева М. В., Котов А. Б., Сальникова Е. Б. Новые данные о полихронности проявления раннепалеозойского щелочного магматизма Тувино-Монгольского массива Центрально-Азиатского складчатого пояса // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2025. Т. 520, № 2. С. 265–270.

Расказов С. В., Масловская М. Н., Батымурзаев А. С., Маджера А. В., Зеленков П. Я., Авдеев В. А., Омарова М. Р., Гаргацев И. О., Магомедов Ш. А. Состав, стронциевая изотопия

и калий-аргоновое датирование новейших базальтов Тувы // Геология и геофизика. 1989. № 2. С. 77–85.

Ронкин Ю. Л., Ефимов А. А., Лепихина Г. А., Родионов Н. В., Маслов А. В. U–Pb-датирование системы "бадделейт–циркон" платиноносного дунита Кондёрского массива (Алданский щит): новые данные // Доклады Академии наук. 2013. Т. 450, № 5. С. 579–585. <https://doi.org/10.7868/S0869565213170209>

Руднев С. Н., Владимиров А. Г., Пономарчук В. А., Бибикова Е. В., Сергеев С. А., Матуков Д. И., Плотикина Ю. В., Баянова Т. Б. Каахемский полихронный гранитоидный батолит (Восточная Тува): состав, возраст, источники и геодинамическая позиция // Литосфера. 2006. № 2. С. 3–33.

Рыбак-Франко Ю. В., Гальверсен В. Г., Удодов В. В. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. 2-е изд. Серия Курильская. Лист К-55-III (Малокурильское). Объяснительная записка. СПб. : Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2006. 157 с.

Савельева Г. Н., Сулов П. В., Ларионов А. Н. Вендские тектоно-магматические события в мантийных комплексах офиолитов Полярного Урала: данные U–Pb датирования циркона из хромититов // Геотектоника. 2007. № 2. С. 23–33.

Салтыкова А. К., Никитина Л. П., Матуков Д. И. U–Pb-возраст цирконов из ксенолитов мантийных перидотитов в кайнозойских щелочных базальтах Витимского плато (Забайкалье) // Записки Российского минералогического общества. 2008. Т. 137, № 3. С. 1–22.

Сальникова Е. Б., Ковач В. П., Козаков И. К., Ойдул Ч. К., Монгуш А. А., Яковлева С. З., Федосеенко А. М. Возраст и геодинамическая позиция перидотит-пироксенит-анортосит-габбрового мажальского комплекса, Восточная Тува // Петрология. 2004. Т. 12, № 6. С. 656–662.

Сальникова Е. Б., Стифеева М. В., Никифоров А. В., Ярмолюк В. В., Котов А. Б., Анисимова И. В., Сугоракова А. М., Врублевский В. В. Гранаты ряда андрадит–моримотоит — потенциальные минералы-геохронометры для U–Pb-датирования ультрасосновных щелочных пород // Доклады Академии наук. 2018. Т. 480, № 5. С. 583–586. <https://doi.org/10.7868/S0869565218050171>

Симонов В. А., Котов А. Б., Сальникова Е. Б., Котляров А. В., Монгуш А. А. Возраст и особенности формирования офиолитов Южной и Восточной Тувы // Изотопные системы и время геологических процессов : материалы рос. конф. Т. 2. СПб. : ИП Каталикина, 2009. С. 167–169.

Сколотнев С. Г., Бельтнев В. Е., Лепихина Е. Н., Ипатьева И. С. Молодые и древние цирконы из пород океанической литосферы Центральной Атлантики, геотектонические следствия // Геотектоника. 2010. № 6. С. 24–59.

Сугоракова А. М., Хертек А. К. Новые данные к вопросу о возрасте Каахемского магматического ареала (Восточная Тува) // Геосферные исследования. 2017. № 3. С. 50–60. <https://doi.org/10.17223/25421379/4/7>

Сугоракова А. М., Ярмолюк В. В., Лебедев В. И. Кайнозойский вулканизм Тувы. Кызыл : ТувиКОПР СО РАН, 2003. 91 с.

Сугоракова А. М., Ярмолюк В. В., Лебедев В. И., Лыхин Д. А. Позднепалеозойский щелочно-гранитоидный магматизм Тувы и его связь с внутриплитной активностью в пределах Сибирского палеоконтинента // Доклады Академии наук. 2011. Т. 439, № 5. С. 641–647.

Ферштатер Г. Б., Краснобаев А. А., Беа Ф., Монтеро П., Левин В. Я., Холоднов В. В. Изотопно-геохимические особенности и возраст цирконов из дунитов уральских массивов платиноносного типа, петрогенетические следствия // Петрология. 2009. Т. 17, № 5. С. 539–558.

Цуканов Н. В., Сколотнев С. Г. Данные SHRIMP U–Pb-исследований цирконов из габбро офиолитовой ассоциации п-ова Камчатский (Восточная Камчатка) // Вестник Камчатской региональной ассоциации "Учебно-научный центр". Сер.: Науки о Земле. 2010. Т. 16, № 2. С. 78–85.

Цыганков А. А., Бурмакина Г. Н., Яковлев В. А., Хубанов В. Б., Владимиров В. Г., Кармышева И. В., Буянтуев М. Д. Состав и U–Pb (LA-ICP-MS) изотопный возраст цирконов комбинированных даек Западного Сангилена (Тувинно-Монгольский массив) // Геология и геофизика. 2019. Т. 60, № 1. С. 55–78. <https://doi.org/10.15372/GiG2019004>

Шелепаев Р. А., Егорова В. В., Изох А. Э., Зельтманн Р. Коллизионный базитовый магматизм складчатого обрамления юга Сибири (Западный Сангилен, Юго-Восточная Тува) // Геология и геофизика. 2018. Т. 59, № 5. С. 653–672. <https://doi.org/10.15372/GiG20180506>

Школьник С. И., Летникова Е. Ф., Колесов К. К., Иванов А. В., Булгакова Д. Д., Брянский Н. В. Кембрийские вулканогенно-осадочные толщи Систигхемского террейна (Центральная Тува): результаты изотопных, геохронологических и геохимических исследований // Геотектоника. 2024. № 6. С. 77–99.

Школьник С. И., Летникова Е. Ф., Резницкий Л. З., Иванов А. В., Прошенкин А. И. Этапы тектоно-магматической активизации в зоне сочленения Сибирской платформы и Таннуольско-Хамсаринского сегмента ЦАСП (по результатам U–Pb-изотопных исследований) // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2021. Т. 498, № 2. С. 115–120. <https://doi.org/10.31857/S2686739721060141>

Яковлев В. А., Кармышева И. В., Руднев С. Н., Семенова Д. В., Юдин Д. С. Дайковые комплексы восточной части Каахемского магматического ареала (Восточная Тува): состав, возраст, геологическая позиция // Геодинамика и тектонофизика. 2024. Т. 15, № 3. С. 0760. <https://doi.org/10.5800/GT-2024-15-3-0760>

Ярмолюк В. В., Аракелянц М. М., Лебедев В. А., Иванов В. Г., Козловский А. М., Лебедев В. И., Никифоров А. В., Сугоракова А. М., Байкин Д. Н., Коваленко В. И. Хронология долинных излияний в Южно-Байкальской вулканической области (данные K–Ar-датирования) // Доклады Академии наук. 2003. Т. 390, № 5. С. 657–662.

Ярмолюк В. В., Козловский А. М., Мороз У. А., Никифоров А. В. Пикродолеритовые дайки бассейна р. Нарын: возраст, состав и положение в геологической истории юго-восточной Тувы // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2024. Т. 516, № 2. С. 531–542. <https://doi.org/10.31857/S2686739724060056>

Ярмолюк В. В., Лебедев В. И., Сугоракова А. М., Брагин В. Ю., Литасов Ю. Д., Прудников С. Г., Аракелянц М. М., Лебедев В. А., Иванов В. Г., Козловский А. М. Восточно-Тувинский ареал новейшего вулканизма Центральной Азии: этапы, продукты и характер вулканической активности // Вулканология и сейсмология. 2001. № 3. С. 3–32.

Bea F., Bortnikov N., Montero P., Zinger T., Sharkov E., Silantiev S., Skolotnev S., Trukhalev A., Molina-Palma J. F. Zircon xenocryst evidence for crustal recycling at the Mid-Atlantic Ridge // Lithos. 2020. Vols. 354–355. P. 105361. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2019.105361>

Bea E., Fershtater G. B., Montero P., Whitehouse M., Levin V. Ya., Scarrow J. H., Austrheim H., Pushkariev E. V. Recycling of continental crust into mantle as revealed by Kytlym dunite zircons, Ural Mts, Russia // Terra Nova. 2001. Vol. 13, no. 6. P. 407–412. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3121.2001.00364.x>

Kinny R. D., Compston J., Bristow J. W., Williams I. S. Archaean mantle xenocrysts in a Permian kimberlite: Two generations of kimberlitic zircon in Jwaneng DK2, southern Botswana // Geological Society of Australia Special Publication : No. 14. Kimberlites and related rocks / eds. J. Ross [et al.]. Vol. 2. Carlton, 1989. P. 833–842.

Liati A., Franz L., Gebauer D., Fanning C. M. The timing of mantle and crustal events in South Namibia, as defined by SHRIMP-dating of zircon domains from a garnet peridotite xenolith of the Gibeon Kimberlite Province // Journal of African Earth Sciences. 2004. Vol. 39, nos. 3–5. P. 147–157. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2004.07.054>

Liu S., Hu R., Gao S., Feng C., Coulson I. M., Feng G., Qi Y., Yang Y., Yang Ch., Tang L. U–Pb zircon age, geochemical and Sr–Nd isotopic data as constraints on the petrogenesis and emplacement time of the Precambrian mafic dyke swarms in the North China Craton (NCC) // Lithos. 2012. Vol. 140–141. P. 38–52. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2012.01.002>

Miao L., Fan W., Liu D., Zhang F., Shi Y., Guo F. Geochronology and geochemistry of the Hegenshan ophiolitic complex: Implications for late-stage tectonic evolution of the Inner Mongolia-Daxinganling Orogenic Belt, China // Journal of Asian Earth Sciences. 2008. Vol. 32, nos. 5–6. P. 348–370. <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2007.11.005>

Oh C. W., Seo J., Choi S. G., Rajesh V. J., Lee J. H. U–Pb SHRIMP zircon geochronology, petrogenesis, and tectonic setting of the Neoproterozoic Baekdong ultramafic rocks in the Hongseong Collision Belt, South Korea // Lithos. 2012. Vols. 128–131. P. 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2011.10.008>

Pfänder J. A., Kröner A. Tectono-magmatic evolution, age and emplacement of the Agardagh Tes-Chem ophiolite in Tuva, Central Asia: Crustal growth by island arc accretion // Developments in Precambrian geology : Vol. 13. Precambrian ophiolites and related rocks / ed. T. M. Kusky. Amsterdam [et al.] : Elsevier, 2004. P. 207–221. [https://doi.org/10.1016/S0166-2635\(04\)13006-5](https://doi.org/10.1016/S0166-2635(04)13006-5)

Skublov S. G., Rummyantseva N. A., Li Q. L., Vanshtein B. G., Rezvukhin D. I., Li X. Zircon xenocrysts from the Shaka Ridge record ancient continental crust: New U–Pb geochronological and oxygen isotopic data // *Journal of Earth Science*. 2022. Vol. 33. P. 5–16. <https://doi.org/10.1007/s12583-021-1422-2>

Vetrov E., De Grave J., Vetrova N., Zhimulev F., Nachtergaele S., Van Ranst G., Mikhailova P. Tectonic history of the South Tannuol Fault Zone (Tuva Region of the Northern Central Asian Orogenic Belt, Russia): Constraints from multi-method geochronology // *Minerals*. 2020. Vol. 10, no. 1. P. 56. <https://doi.org/10.3390/min10010056>

REFERENCES

Anikina E. V., Krasnobaev A. A., Ronkin Yu. L., Alexeev A. V., Busharina S. V., Kapitonov I. N., Lokhov K. I. (2014). Isotope geochemistry and geochronology of the gabbro of the Volkovsky Massif, Urals. *Geochemistry International*, 52, 89–110. <https://doi.org/10.1134/S0016702914020025>

Badanina I. Yu., Malich K. N. (2012). Pochronous age of zircons from the Konder massif dunites (Aldan province, Russia). In *Geochronometric isotope systems, their research methods, chronology of geological processes* (pp. 49–52) [Russ. conf. proc.]. Moscow: IGEM RAS. (In Russ.).

Berzina A. N., Berzina A. P., Gimon V. O. (2019). The Aksug porphyry Cu–Mo deposit (northeastern Tuva): Chronology of magmatism and ore formation processes (U–Pb and Re–Os isotope data) and metallogenetic implications. *Russian Geology and Geophysics*, 60(9), 1060–1075. <https://doi.org/10.15372/RGG2019070>

Borodina E. V., Egorova V. V., Izokh A. E. (2004). Petrology of Ordovician collision-related layered peridotite-gabbro intrusions (exemplified by the Mazhalyk intrusion, Southeastern Tyva). *Russian Geology and Geophysics*, 45(9), 1074–1091. (In Russ.).

Borodina E. V., Izokh A. E., Mongush A. A. (2011). The Bulka peridotite–gabbro intrusion (West Sayan), a syncollisional type of layered intrusions. *Russian Geology and Geophysics*, 52(3), 307–319. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2011.02.004>

Borodina E. V., Izokh A. E., Mongush A. A. (2016). Comparison of petrology and isotope geochemistry of the Bulka peridotite–gabbro massif and granitoids of the Kyzylchadra complex (West Sayan). *Geochemistry International*, 54, 321–345. <https://doi.org/10.1134/S0016702916040029>

Bortnikov N. S., Sharkov E. V., Bogatkov O. A., Zinger T. F., Lepekhina E. N., Antonov A. V., Sergeev S. A. (2008). Finds of young and ancient zircons in gabbroids of the Markov Deep, Mid-Atlantic Ridge, 5°54′–5°02.2′ N (Results of SHRIMP-II U–Pb Dating): Implication for deep geodynamics of modern oceans. *Doklady Earth Sciences*, 421, 859–866. <https://doi.org/10.1134/S1028334X08050334>

Brodnikova E. A., Vetrov E. V., Letnikova E. F., Ivanov A. V., Rudnev S. N. (2022). Early Ediacaran and Middle Ediacaran granitoids in the provenances of Early Cambrian coarse-grained rocks of the Bayan-Kol Formation of the Systyg-Khem depression (Tuva). *Russian Geology and Geophysics*, 63(6), 649–663. <https://doi.org/10.1134/RGG20214208>

Vetrov E. V., Vetrova N. I., Biryukova T. A., Agatova A. R., Gavryushkina O. A., Bulgakova D. D. (2024). Tectonic evolution of the Tuvian trough (northern part of Central Asian orogenic belt): Synthesis of geological data and results of feldspar Ar–Ar dating. *Geotectonics*, 58, 449–464. <https://doi.org/10.1134/S0016852124700328>

Vetrov E. V., Chernykh A. I., Babin G. A. (2019). Early Paleozoic granitoid magmatism in the East Tannu-Ola sector of the Tuvian magmatic belt: Geodynamic setting, age, and metallogeny. *Russian Geology and Geophysics*, 60(5), 492–513. <https://doi.org/10.15372/RGG2019047>

Vetrov E. V., Uvarov A. N., Andreeva E. S., Vetrova N. I., Zhimulev F. I., Stepanov A. S., Vishnevskaya I. A., Chervyakovskaya M. V. (2022). The Middle Paleozoic magmatism of the Central Tuvian trough (Eastern Altai–Sayan fold area): Petrogenesis, tectonics, and geodynamics. *Russian Geology and Geophysics*, 63(12), 1333–1353. <https://doi.org/10.2113/rgg20214379>

Vladimirov V. G., Karmysheva I. V., Yakovlev V. A., Travin A. V., Tsygankov A. A., Burmakina G. N. (2017). Thermochronology of mingling dykes in West Sangilen (South-East Tuva, Russia): Evidence of the collapse of the collisional system in the north-western

edge of the Tuva-Mongolia massif. *Geodynamics & Tectonophysics*, 8(2), 283–310. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/GT-2017-8-2-0242>

Ganelin A. V., Sokolov S. D., Layer P., Simonov V. A. (2013). New isotopic age data on ophiolite complexes of western Chukotka (Northeast Russia). *Doklady Earth Sciences*, 451, 679–683. <https://doi.org/10.1134/S1028334X13070027>

Gibsher A. A., Malkovets V. G., Travin A. V., Belousova E. A., Sharygin V. V., Konc Z. (2012). The age of camptonite dikes of the Agardag alkali-basalt complex (western Sangilen): Results of Ar/Ar and U/Pb dating. *Russian Geology and Geophysics*, 53(8), 763–775. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2012.06.004>

Gusev N. I., Sufiev A. A. (2017). Intrusive formations in the western Kaa-Khem areal-pluton and copper-porphyry mineralization in Tuva. In *Geodynamic evolution of the Central Asian mobile belt lithosphere (from the ocean to the continent)*: Vol. 15 (pp. 76–78) [Conf. proc.]. Irkutsk: Inst. of the Earth's Crust of SB RAS. (In Russ.).

Gusev N. I., Timashkov A. N., Tolmacheva E. V., Rodionov N. V., Krylova A. L. (2011). Age and geodynamic setting of polymetallic mineralization formation in East Tuva. In *Geology, tectonics, and mineralogy of Central Asia* [Conf. abstr.]. [CD-ROM]. St. Petersburg: VSEGEI. (In Russ.).

Domashaytis A. A., Shelepaev R. A. (2025). Geological structure of the Pravy Tarlashkin and Bashkymugur gabbroid massifs (West Sangilen). In *Petrology and geodynamics of geological processes: Their role in subsurface exploration and geological mapping* (pp. 83–85) [Conf. proc.]. [USB flash drive]. St. Petersburg: Karpinsky Inst.

Ivanov K. S., Krasnobaev A. A., Smirnov V. N. (2012). Zircon geochronology of the Klyuchevskoi gabbro-ultramafic massif and the problem of the age of the Mohorovicic paleoboundary in the Central Urals. *Doklady Earth Sciences*, 442, 173–177. <https://doi.org/10.1134/S1028334X12020043>

Ivanov A. V., Letnikova E. F., Shkolnik S. I., Maslov A. V., Vetrova N. I. (2023). Fragment of an Early Cambrian continental margin in the structure of the Tuva segment of the Central Asian orogenic belt (Teregtig Formation): Results of U–Pb zircon dating of detrital zircons and Sr chemostratigraphy. *Doklady Earth Sciences*, 512, 915–922. <https://doi.org/10.1134/s1028334x23601177>

Ivanov A. V., Letnikova E. F., Shkolnik S. I., Prochenkin A. I., Brodnikova E. A. (2020). Age of rocks of the Shurmak Formation according to U–Pb dating of zircon by LA-ICP-MS method (south-eastern Tuva). *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*, 65(4), 702–716. (In Russ.). <https://doi.org/10.21638/spbu07.2020.406>

Izokh A. E., Polyakov G. V., Mal'kovets V. G., Shelepaev R. A., Travin A. V., Litasov Yu. K., Gibsher A. A. (2001). The late Ordovician age of camptonites from the Agardag Complex of southeastern Tuva as an indicator of the plume-related magmatism during collision processes. *Doklady Earth Sciences*, 379, 511–514.

Karmysheva I. V., Yakovlev V. A., Rudnev S. N., Zyukov E. D., Semenova D. V. (2025). Petrogenesis of melanocratic enclaves of igneous rocks in the Sarkhoi Complex granitoids (Kaa-Khem magmatic area, Eastern Tuva). *Russian Geology and Geophysics*, 66(7), 777–793. <https://doi.org/10.2113/rgg20254814>

Karmysheva I. V., Yakovlev V. A., Sugorakova A. M., Rudnev S. N., Semenova D. V. (2022). Late Paleozoic contrasting magmatism of the Eastern Kaakhem magmatic area (Central Asian orogenic belt). *Geodynamics & Tectonophysics*, 13(3), 0637. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/GT-2022-13-3-0637>

Knauf O. V. (2009). U–Pb age of zircons from dunite-clinopyroxene cores of Kytlym (Middle Ural) and Galmoenan (South Korjakija) zonal Ural type massifs. *Vestnik of Saint-Petersburg University. Geology and Geography*, (4), 64–71. (In Russ.).

Kozakov I. K., Kotov A. B., Salnikova E. B., Kovach V. P., Natman A., Bibikova E. V., Kirnozova T. I., Todt W., Kroner A., Yakovleva S. Z., Lebedev V. I., Sugorakova A. M. (2001). Timing of the structural evolution of metamorphic rocks in the Tuva-Mongolian massif. *Geotectonics*, (3), 22–43. (In Russ.).

Kozakov I. K., Sal'nikova E. B., Kotov A. B., Kovach V. P., Bibikova E. V., Kirnozova T. I. (1999). Polychronous evolution of the paleozoic granitoid magmatism in the Tuva-Mongolia Massif: U–Pb geochronological data. *Petrology*, 7(6), 592–601.

Kostitsyn Y. A., Belousova E. A., Silant'ev S. A., Bortnikov N. S., Anosova M. O. (2015). Modern problems of geochemical and U–Pb geochronological studies of zircon in oceanic rocks. *Geochemistry International*, 53(9), 759–785. <https://doi.org/10.1134/S0016702915090025>

Krasnobaev A. A., Bea F., Fershtater G. B., Montero P. (2007). The polychronous nature of zircons in gabbroids of the Ural Platinium Belt and the issue of the Precambrian in the Tagil Synclinorium.

Doklady Earth Sciences, 413, 457–461. <https://doi.org/10.1134/S1028334X07030312>

Krasnobaev A. A., Rusin A. I., Busharina S. V., Antonov A. V. (2013). Zirconology of dunite from the sarany chromite-bearing ultramafic complex (Middle Urals). *Doklady Earth Sciences*, 451, 737–742. <https://doi.org/10.1134/S1028334X13070040>

Krasnobaev A. A., Fershtater G. B., Busharina S. V. (2009). Character of zircon distribution in dunites of the South Urals (Sakharin and East Khabarnin massifs). *Doklady Earth Sciences*, 426, 685–689. <https://doi.org/10.1134/S1028334X09040394>

Kuzhuget R. V. (2024). Gold-sulfide-quartz mineralization of the Aldan-Maadyr ore cluster (Western Tuva, Russia): Dating, mineralogical-geochemical features, RT parameters, composition of ore-forming fluids, and S and O isotopy. Kyzyl: TuvIENR SB RAS, 151 p.

Kuzmichev A. B. (2004). *Tectonic history of the Tuva-Mongolia massif: Early Baikal, Late Baikal, and Early Caledonian stages*. Moscow: Probel-2000, 191 p.

Ledneva G. V., Bazylev B. A., Lebedev V. V., Kononkova N. N., Ishiwatari A. (2012). U–Pb zircon age of gabbroids of the Ust'-Belaya mafic-ultramafic massif (Chukotka) and its interpretation. *Geochemistry International*, 50, 44–53. <https://doi.org/10.1134/S0016702912010077>

Lesnov F. P. (2018). Data on U–Pb isotopic dating of zircons from ultramafic restites of the Shaman massif (Eastern Transbaikalia). *Geosphere Research*, (1), 6–16. (In Russ.). <https://doi.org/10.17223/25421379/6/1>

Lesnov F. P. (2015). *Petrology of polygenic mafic-ultramafic massifs of Eastern-Sakhalin ophiolite association*. Novosibirsk: GEO, 240 p.

Lesnov F. P., Mongush A. A. (2025). Geochemical zoning of zircon crystals from quartz diorite in the Bolshaya Koptu mafic-ultramafic massif (East Tuva). In *Petrology of igneous and metamorphic complexes* (pp. 115–119) [All-Russ. conf. proc.]. Tomsk: TSU. (In Russ.).

Lesnov F. P., Oydup Ch. K., Mongush A. A., Sergeev S. A. (2020). First data on U–Pb isotope age of zircons from the harzburgites and chromitites of the Agardaga ultramafite massive (Southern Tuva). *Geosphere Research*, (3), 60–68. (In Russ.). <https://doi.org/10.17223/25421379/16/5>

Lesnov F. P., Oydup Ch. K., Korolyuk V. N., Mongush A. A. (2024a). Mineralogy of the Bezmyannyi ultramafic massif (Western Tuva ophiolite association). *Geosphere Research*, (4), 55–72. (In Russ.).

Lesnov F. P., Pinheiro M. A. P., Sergeev S. A., Medvedev N. S. (2019). Geochemistry and isotopic age of zircons from rocks of ultramafic massifs in the southern folded framing of the São Francisco Craton (Southeastern Brazil). *Russian Geology and Geophysics*, 60(5), 473–491. <https://doi.org/10.15372/RGG2019025>

Lesnov F. P., Khlestov V. V., Karpov A. V., Korolyuk V. N., Kadyr-ool Ch. O., Mongush A. A., Oydup Ch. K. (2024b). U–Pb dating of polychronous zircons from the Mazhalyk mafic-ultramafic massif, aimed to identify its formation conditions (South Tuva). In *Geodynamic evolution of the Central Asian mobile belt lithosphere (from the ocean to the continent)*: Vol. 22 (pp. 195–197) [Conf. proc.]. Irkutsk: Inst. of the Earth's Crust of SB RAS. (In Russ.).

Letnikova E. F., Ivanov A. V., Vetrov E. V., Brodnikova E. A. (2019). Pre-Ordovician sedimentary basins in the Tuva-Mongolia micro-continent and "Tuva" terrains — are they relatives or neighbors? In *Continent and ocean tectonic issues*: Vol. 2 (pp. 3–6) [Conf. proc.]. Moscow: GEOS.

Malitch K. N., Badanina I. Y., Puchkov V. N., Belousova E. A., Stepashko A. A. (2017). Results of U–Pb dating of zircons from wehrlite of the platinum-bearing Feklistov massif (Shantar Archipelago, Russia). *Doklady Earth Sciences*, 475, 762–765. <https://doi.org/10.1134/S1028334X17070248>

Malitch K. N., Efimov A. A., Ronkin Y. L. (2009). Archean U–Pb isotope age of zircon from dunite of the Nizhny Tagil massif (the Uralian Platinum Belt). *Doklady Earth Sciences*, 427, 851–855. <https://doi.org/10.1134/S1028334X09050316>

Mongush A. A. (2019). New data on the age and material composition of the Kara-Os peridotite-pyroxenite-gabbro-norite massif (Tuva). *Advances in Current Natural Sciences*, (12-1), 108–115. <https://doi.org/10.17513/use.37276>

Mongush A. A., Gusev N. I. (2014). U–PB (SHRIMP-II) zircon dating in high-titanium basalts in the forearc zone of the Tannu-ola-Khamsara island arc system (Tuva). In *Geodynamic evolution of the Central Asian mobile belt lithosphere (from the ocean*

to the continent) (pp. 213–215) [Sci. conf. proc.]. Irkutsk: Inst. of the Earth's Crust of SB RAS. (In Russ.).

Mongush A. A., Gusev N. I., Oydup Ch. K., Kadyr-ool Ch. O., Khertek Ch. M., Lesnov F. P., Druzhkova E. K. (2025a). Age and geodynamic position of ophiolites of the Kurtushiba ridge of the Western Sayan. *Doklady Earth Sciences*, 520(2), 167–174.

Mongush A. A., Gusev N. I., Prudnikov S. G., Khertek Ch. M., Druzhkova E. K. (2022). Material composition and age of the Izinyul gabbro-diorite-plagiogranite complex (Kurtushiba forearc subzone, West Sayan). In *Geodynamic evolution of the Central Asian mobile belt lithosphere (from the ocean to the continent)*: Vol. 20 (pp. 208–210) [Sci. conf. proc.]. Irkutsk: Inst. of the Earth's Crust of SB RAS. (In Russ.).

Mongush A. A., Kuzhuget R. V. (2017). Suprasubduction forearc gabbro of the Duushkunnug massif (Tuva): Unusual geochemical composition and the problem of geodynamic interpretation. *Geosphere Research*, (3), 41–49. <https://doi.org/10.17223/25421379/4/6>

Mongush A. A., Kuzhuget R. V., Druzhkova E. K. (2011a). Igneous rock composition and ^{40}Ar – ^{39}Ar dating of basite dykes in the Aldan-Maadyr gold ore zone (West Tuva). In *Metallogeny of ancient and modern oceans — 2011: No. 1. Ore potential of volcanosedimentary and ultramafic complexes* (pp. 262–268). Miass: Inst. of Mineralogy, UB RAS.

Mongush A. A., Lebedev V. I., Kovach V. P., Sal'nikova E. B., Druzhkova E. K., Yakovleva S. Z., Plotkina Yu. V., Zagornaya N. Yu., Travin A. V., Serov P. A. (2011b). The tectonomagmatic evolution of structure-lithologic complexes in the Tannu-Ola zone, Tuva, in the Late Vendian–Early Cambrian (from geochemical, Nd isotope, and geochronological data). *Russian Geology and Geophysics*, 52(5), 503–516. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2011.04.003>

Mongush A. A., Lebedev V. I., Travin A. V., Yarmolyuk V. V. (2011c). Ophiolites of Western Tyva as fragments of a late Vendian Island arc of the Paleasian ocean. *Doklady Earth Sciences*, 438, 866–872. <https://doi.org/10.1134/S1028334X11060328>

Mongush A. A., Prudnikov S. G., Druzhkova E. K. (2019). Age Early Permian hornblende gabbro in the Chingin sedimentary-volcanogenic suite of the Western Sayan. In *Regional economy: Technologies, economy, ecology and infrastructure* (pp. 340–344) [Intern. conf. proc.]. Kyzyl: TuvIENR SB RAS. (In Russ.).

Mongush A. A., Sugorakova A. M. (2013). Age and magma sources of the post-collisional gabbroids of the Kaakhem magmatic area, Eastern Tuva: First $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and Sm–Nd data. *Geochemistry International*, 51, 939–943. <https://doi.org/10.1134/S0016702913110049>

Mongush A. A., Travin A. V., Druzhkova E. K. (2025b). Isotope age of minerals from the Irbitey gabbroid massif rocks (Tuva): Dating ratio from hornblende, biotite, potassium feldspar, and zircon. In *Development time relationship between igneous formations and ore deposits in Eurasian metallogenic provinces* (pp. 108–111) [Russ. conf. proc.]. Moscow: IGM RAS. (In Russ.).

Oydup Ch. K., Lesnov F. P., Mongush A. A., Lebedev V. I. (2016). Gabbro-norite-dioite association of the Khamsara zone (Tuva): First data on age, geochemistry, sources of magmas, and geodynamic position. *Advances in Current Natural Sciences*, (9), 148–154. (In Russ.).

Oidup Ch. K., Lesnov F. P., Mongush A. A., Semenova D. V. (2021). Polychron zircons from rocks of the Kalbakdag mafic-ultramafic massif and questions of its genesis (Central Tuva). *Geosphere Research*, (4), 37–49. <https://doi.org/10.17223/25421379/21/3>

Oidup Ch. K., Lesnov F. P., Yarmolyuk V. V., Lebedev V. I., Sal'nikova E. B. (2011). Ultramafic and mafic magmatism in southwestern Tuva. *Russian Geology and Geophysics*, 52(3), 354–372. (In Russ.).

Orlov D. M. (1975). *Petrology of layered titaniferous intrusions in the Altai-Sayan Fold Area*. Leningrad: Nedra, Leningrad branch, 198 p.

Petlina A. A., Vrublevskii V. V., Stifeeva M. V., Kotov A. B., Sal'nikova E. B. (2025). New data on the polychronic occurrence of Early Paleozoic alkaline magmatism in the Tuva-Mongolian massif of the Central Asian orogenic belt. *Doklady Earth Sciences*, 520(2), 265–270. (In Russ.).

Rasskazov S. V., Maslovskaja M. N., Batymurazjev A. S., Matzeva A. V., Zelenkov P. Ja., Avdejev V. A., Omarova M. R., Gargatzev I. O., Magomedov Sh. A. (1989). Composition, strontium isotopes and potassium — argon dating of the Late Cenozoic Tuva basalts. *Russian Geology and Geophysics*, (2), 77–85. (In Russ.).

Ronkin Y. L., Efimov A. A., Lepikhina G. A., Rodionov N. V., Maslov A. V. (2013). U–Pb dating of the baddeleyite-zircon system from Pt-bearing dunite of the Konder massif, Aldan shield:

- New data. *Doklady Earth Sciences*, 450, 607–612. <https://doi.org/10.1134/S1028334X13060135>
- Rudnev S. N., Vladimirov A. G., Ponomarchuk V. A., Bibikova E. V., Sergeev S. A., Marukov D. I., Plotkina Yu. V., Bayanova T. B. (2006). Kaakhemsky polychronous granitoid batholith (Eastern Tuva): Composition, age, sources and geodynamic position. *Lithosphere (Russia)*, (2), 3–33.
- Rybak-Franko Yu. V., Galversen V. G., Udodov V. V. (2006). *State Geological Map of the Russian Federation, scale of 1 : 200 000. 2nd ed. Kuril series. Sheet K-55-III (Malokuril'skoye). Explanatory note*. St. Petersburg: VSEGEI Cartographic Factory, 157 p. (In Russ.).
- Savelieva G. N., Suslov P. V., Larionov A. N. (2007). Vendian tectono-magmatic events in mantle ophiolitic complexes of the polar Urals: U–Pb dating of zircon from chromitite. *Geotectonics*, 41, 105–113. <https://doi.org/10.1134/S0016852107020021>
- Saltykova A. K., Nikitina L. P., Matukov D. I. (2009). U–Pb age of zircon from mantle peridotite nodules in Cenozoic alkali basalts of the Vitim Plateau, Transbaikalian region. *Geology of Ore Deposits*, 51, 549–564. <https://doi.org/10.1134/S1075701509070046>
- Sal'nikova E. B., Kovach V. P., Kozakov I. K., Oidup Ch. K., Mongush A. A., Yakovleva C. Z., Fedoseenko A. M. (2004). Age and geodynamic setting of the Mazhalyk peridotite-pyroxenite-anorthosite-gabbro complex, Eastern Tuva. *Petrology*, 12(6), 583–588.
- Salnikova E. B., Stifeeva M. V., Nikiforov A. V., Yarmolyuk V. V., Kotov A. B., Anisimova I. V., Sugorakova A. M., Vrublevskii V. V. (2018). Andradite–mormotite garnets as promising U–Pb geochronometers for dating ultrabasic alkaline rocks. *Doklady Earth Sciences*, 480, 778–782. <https://doi.org/10.1134/S1028334X18060168>
- Simonov V. A., Kotov A. B., Salnikova E. B., Kotlyarov A. V., Mongush A. A. (2009). Age and ophiolite formation in South and East Tuva. In *Isotope systems and geological process age. Vol. 2* (pp. 167–169) [Russ. conf. proc.]. St. Petersburg: SP Katalinka. (In Russ.).
- Skolotnev S. G., Bel'tenev V. E., Lepekhina E. N., Ipat'eva I. S. (2010). Younger and older zircons from rocks of the oceanic lithosphere in the central Atlantic and their geotectonic implications. *Geotectonics*, 44(6), 462–492. <https://doi.org/10.1134/S0016852110060038>
- Sugorakova A. M., Khertek A. K. (2017). The new data to the question of the age of associations Kaakhem magmatic area (Eastern Tuva). *Geosphere Research*, (3), 50–60. <https://doi.org/10.17223/25421379/4/7>
- Sugorakova A. M., Yarmolyuk V. V., Lebedev V. I. (2003). *Cenozoic volcanism in Tuva*. Kyzyl: TuvLENR SB RAS, 91 p. (In Russ.).
- Sugorakova A. M., Yarmolyuk V. V., Lebedev V. I., Lykhin D. A. (2011). Late Paleozoic alkali-granitic magmatism of Tuva and its relation to intraplate activity within the Siberian paleocontinent. *Doklady Earth Sciences*, 439, 1070–1075. <https://doi.org/10.1134/S1028334X11080198>
- Fershtater G. B., Krasnobaev A. A., Bea F., Montero P., Levin V. Ya., Kholodnov V. V. (2009). Isotopic-geochemical features and age of zircons in dunites of the platinum-bearing type Uralian massifs: Petrogenetic implications. *Petrology*, 17, 503–520. <https://doi.org/10.1134/S0869591109050051>
- Tsukanov N. V., Skolotnev S. G. (2010). New data on U–Pb SHRIMP investigation of the zircon composition from ophiolite gabbro on Kamchatsky Peninsula (Eastern Kamchatka). *Bulletin of Kamchatka Regional Association "Educational-Scientific Center"*. *Earth Sciences*, 16(2), 78–85.
- Tsygankov A. A., Burmakina G. N., Yakovlev V. A., Khubanov V. B., Vladimirov V. G., Karmysheva I. V., Buyantuev M. D. (2019). Composition and U–Pb (LA-ICP-MS) isotopic age of zircons from composite dikes of Western Sangilen (Tuva-Mongolian orogen). *Russian Geology and Geophysics*, 60(1), 45–66. <https://doi.org/10.15372/RGG2019004>
- Shelepaev R. A., Egorova V. V., Izokh A. E., Seltmann R. (2018). Collisional mafic magmatism of the fold-thrust belts framing southern Siberia (Western Sangilen, southeastern Tuva). *Russian Geology and Geophysics*, 59(5), 525–540. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2018.04.006>
- Shkolnik S. I., Letnikova E. F., Kolesov K. K., Ivanov A. V., Bulgakova D. D., Bryansky N. V. (2024). The Cambrian volcanosedimentary strata of the Systighem terrane (Central Tuva): Results of isotopic-geochronology and geochemical studies. *Geotectonics*, 58, 639–658. <https://doi.org/10.1134/S0016852124700420>
- Shkolnik S. I., Letnikova E. F., Reznitskii L. Z., Ivanov A. V., Proshenkin A. I. (2021). Stages of tectono-magmatic activity in the border zone of the Siberian Platform and the Tannuol-Khamsara segment of the CAFB (according to the results of U–Pb isotope studies). *Doklady Earth Sciences*, 498, 451–455. <https://doi.org/10.1134/S1028334X21060143>
- Yakovlev V. A., Karmysheva I. V., Rudnev S. N., Semenova D. V., Yudin D. S. (2024). Dike complexes in the eastern part of the Kaakhem magmatic area (Eastern Tuva): Composition, age, geological position. *Geodynamics & Tectonophysics*, 15(3), 0760. (In Russ.). <https://doi.org/10.5800/GT-2024-15-3-0760>
- Yarmolyuk V. V., Arakelyants M. M., Lebedev V. A., Ivanov V. G., Kozlovskii A. M., Lebedev V. I., Nikiforov A. V., Sugorakova A. M., Baikin D. N., Kovalenko V. I. (2003). Chronology of valley eruptions in the South Baikal volcanic region: Evidence from K–Ar dating. *Doklady Earth Sciences*, 391(5), 636–640.
- Yarmolyuk V. V., Kozlovsky A. M., Moroz U. A., Nikiforov A. V. (2024). Picrodolerite dikes of the Naryn River: Age, composition, and position in the geological history of Southern Tuva (Central Asian orogenic belt). *Doklady Earth Sciences*, 516, 954–963. <https://doi.org/10.1134/S1028334X24601287>
- Yarmolyuk V. V., Lebedev V. I., Sugorakova A. M., Bragin V. Yu., Litasov Yu. D., Prudnikov S. G., Arakelyants M. M., Lebedev V. A., Ivanov V. G., Kozlovskii A. M. (2001). The Eastern Tuva region of recent volcanism in Central Asia: Periods, products and types of volcanic activity. *Journal of Volcanology and Seismology*, (3), 3–32. (In Russ.).
- Bea F., Bortnikov N., Montero P., Zinger T., Sharkov E., Silant'ev S., Skolotnev S., Trukhalev A., Molina-Palma J. F. (2020). Zircon xenocryst evidence for crustal recycling at the Mid-Atlantic Ridge. *Lithos*, 354–355, 105361. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2019.105361>
- Bea F., Fershtater G. B., Montero P., Whitehouse M., Levin V. Ya., Scarrow J. H., Austrheim H., Pushkariev E. V. (2001). Recycling of continental crust into the mantle as revealed by Kytlym dunite zircons, Ural Mts, Russia. *Terra Nova*, 13(6), 407–412. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3121.2001.00364.x>
- Kinny R. D., Compston J., Bristow J. W., Williams I. S. (1989). Archaean mantle xenocrysts in a Permian kimberlite: Two generations of kimberlitic zircon in Jwaneng DK2, southern Botswana. In Ross J. et al. (Eds.), *Geological Society of Australia Special Publication: No. 14. Kimberlites and related rocks. Vol. 2* (pp. 833–842). Carlton.
- Liat A., Franz L., Gebauer D., Fanning C. M. (2004). The timing of mantle and crustal events in South Namibia, as defined by SHRIMP-dating of zircon domains from a garnet peridotite xenolith of the Gibeon Kimberlite Province. *Journal of African Earth Sciences*, 39(3–5), 147–157. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2004.07.054>
- Liu S., Hu R., Gao S., Feng C., Coulson I. M., Feng G., Qi Y., Yang Y., Yang Ch., Tang L. (2012). U–Pb zircon age, geochemical and Sr–Nd isotopic data as constraints on the petrogenesis and emplacement time of the Precambrian mafic dyke swarms in the North China Craton (NCC). *Lithos*, 140–141, 38–52. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2012.01.002>
- Miao L., Fan W., Liu D., Zhang F., Shi Y., Guo F. (2008). Geochronology and geochemistry of the Hegenshan ophiolitic complex: Implications for late-stage tectonic evolution of the Inner Mongolia-Daxinganling Orogenic Belt, China. *Journal of Asian Earth Sciences*, 32(5–6), 348–370. <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2007.11.005>
- Oh C. W., Seo J., Choi S. G., Rajesh V. J., Lee J. H. (2012). U–Pb SHRIMP zircon geochronology, petrogenesis, and tectonic setting of the Neoproterozoic Baekdong ultramafic rocks in the Hongseong Collision Belt, South Korea. *Lithos*, 128–131, 100–112. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2011.10.008>
- Pfänder J. A., Kröner A. (2004). Tectono-magmatic evolution, age and emplacement of the Agardagh Tes-Chem ophiolite in Tuva, Central Asia: Crustal growth by island arc accretion. In Kursky T. M. (Ed.), *Developments in Precambrian geology: Vol. 13. Precambrian ophiolites and related rocks* (pp. 207–221). Amsterdam [et al.]: Elsevier, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0166-2635\(04\)13006-5](https://doi.org/10.1016/S0166-2635(04)13006-5)
- Skublov S. G., Rummyantseva N. A., Li Q. L., Vanshtein B. G., Rezvukhin D. I., Li X. (2022). Zircon xenocrysts from the Shaka Ridge record ancient continental crust: New U–Pb geochronological and oxygen isotopic data. *Journal of Earth Science*, 33, 5–16. <https://doi.org/10.1007/s12583-021-1422-2>
- Vetrov E., De Grave J., Vetrova N., Zhimulev F., Nachtergaele S., Van Ranst G., Mikhailova P. (2020). Tectonic history of the South Tannuol Fault Zone (Tuva Region of the Northern Central Asian Orogenic Belt, Russia): Constraints from multi-method geochronology. *Minerals*, 10(1), 56. <https://doi.org/10.3390/min10010056>