

Приложение 1

Морозов Ю.А., Терехов Е.Н., Матвеев М.А., Романюк Т.В., Баянова Т.Б., Кунакузин Е.Л., Окина О.И., Смутьская А.И. Пластинчатые интрузии в свекокарелидах Приладожья: структурный контроль, петрогенез, геодинамическая обстановка формирования // Геотектоника. 2024. №6.

Таблица П1. Результаты U–Pb изотопного (LA-ICP-MS) датирования зерен ксеногенного циркона из пластинчатых интрузий в свекофеннидах северного Приладожья (пробы P911-1 и P911-2)

№ п/п	Номер анализа в пробе	Th	U	Измеренные отношения с коррекцией на общий Pb					Возраст (млн лет) с коррекцией на общий Pb						D1 (%)	D2 (%)
				²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	RHO	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ		
Проба П911-1																
1	01-1	163	1327	8.77042	0.0947	0.08493	0.0009	0.98	4828	8	2314	10	525	5	340.76	819.62
2	01-2	96	299	39.5492	0.4294	0.5989	0.0064	0.98	4178	9	3759	11	3025	26	24.26	38.12
3	02-0	50	154	5.65136	0.0625	0.346	0.0037	0.97	1933	11	1924	10	1915	18	0.47	0.94
4	03-1	115	270	5.98245	0.066	0.35576	0.0038	0.97	1985	11	1973	10	1962	18	0.56	1.17
5	03-2	53	184	6.08313	0.0676	0.29327	0.0032	0.97	2351	10	1988	10	1658	16	19.9	41.8
6	04-0	50	137	6.35362	0.0708	0.34834	0.0038	0.97	2129	11	2026	10	1927	18	5.14	10.48
7	05-1	324	631	5.62452	0.0628	0.34649	0.0037	0.96	1922	11	1920	10	1918	18	0.1	0.21
8	05-2	58	185	5.4252	0.0617	0.32243	0.0035	0.95	1986	11	1889	10	1802	17	4.83	10.21
9	06-0	109	131	14.4224	0.1626	0.53876	0.0058	0.96	2778	10	2778	11	2778	24	0	0
10	07-0	86	249	6.13676	0.0698	0.36274	0.0039	0.95	1996	11	1995	10	1995	19	0	0.05
11	08-0	33	89	6.26039	0.071	0.36667	0.004	0.96	2012	11	2013	10	2014	19	-0.05	-0.1
12	09-1	412	2119	8.60241	0.095	0.02292	0.0003	0.99	6611	8	2297	10	146	2	1473.3	4428.1
13	09-2	49	193	6.03442	0.0679	0.35599	0.0039	0.96	1999	11	1981	10	1963	18	0.92	1.83
14	10-1	195	385	8.1365	0.0909	0.41675	0.0045	0.97	2247	11	2246	10	2246	20	0	0.04
15	10-2	99	239	7.61494	0.0854	0.40306	0.0044	0.96	2190	11	2187	10	2183	20	0.18	0.32
16	10-3	180	491	16.8243	0.1876	0.23412	0.0025	0.97	4302	9	2925	11	1356	13	115.71	217.26
17	11-1	299	1364	9.67408	0.1081	0.17267	0.0019	0.96	3933	9	2404	10	1027	10	134.08	282.96

Табл.П1 (продолж.(1))

№ п/п	Номер анализа в пробе	Th	U	Измеренные отношения с коррекцией на общий Pb					Возраст (млн лет) с коррекцией на общий Pb						D1 (%)	D2 (%)
				$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	RHO	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ		
18	11-2	74	339	5.69003	0.0641	0.34889	0.0038	0.96	1931	11	1930	10	1929	18	0.05	0.1
19	12-1	134	673	21.2522	0.239	0.35003	0.0038	0.96	4053	9	3150	11	1935	18	62.79	109.46
20	12-2	167	733	20.8067	0.2345	0.28928	0.0031	0.95	4304	9	3130	11	1638	16	91.09	162.76
21	13-1	43	203	8.88127	0.1022	0.42906	0.0046	0.94	2347	11	2326	11	2301	21	1.09	2
22	13-2	141	623	6.13082	0.0684	0.35242	0.0038	0.96	2045	11	1995	10	1946	18	2.52	5.09
23	13-3	43	430	6.58855	0.0736	0.33799	0.0036	0.96	2244	11	2058	10	1877	17	9.64	19.55
24	14-1	217	567	6.56646	0.0735	0.36827	0.0039	0.96	2089	11	2055	10	2021	19	1.68	3.36
25	14-2	220	1088	5.69043	0.0637	0.2291	0.0025	0.95	2654	10	1930	10	1330	13	45.11	99.55
26	14-3	210	874	8.20125	0.0922	0.32077	0.0034	0.95	2702	10	2253	10	1793	17	25.66	50.7
27	15-1	297	1113	19.8732	0.224	0.20842	0.0022	0.95	4713	9	3085	11	1220	12	152.87	286.31
28	15-2	513	2059	9.86335	0.1115	0.0218	0.0002	0.93	6861	8	2422	10	139	1	1642.5	4836
29	15-3	113	372	10.1887	0.1159	0.36538	0.0039	0.94	2845	10	2452	11	2008	19	22.11	41.68
30	16-1	113	57	9.58278	0.1126	0.45139	0.0049	0.92	2391	11	2396	11	2401	22	-0.21	-0.42
31	16-2	114	810	5.55351	0.0639	0.34448	0.0037	0.93	1910	12	1909	10	1908	18	0.05	0.1
32	17-1	118	224	5.60458	0.0633	0.33197	0.0036	0.97	1992	11	1917	10	1848	18	3.73	7.79
33	17-2	330	615	6.85783	0.0757	0.38598	0.0042	0.98	2083	10	2093	10	2104	19	-0.52	-1
34	17-3	56	232	5.6609	0.0628	0.34746	0.0038	0.98	1929	11	1925	10	1922	18	0.16	0.36
35	18-1	153	260	7.99203	0.0899	0.31396	0.0034	0.97	2695	10	2230	10	1760	17	26.7	53.13
36	18-2	180	230	7.32272	0.0811	0.33859	0.0037	0.98	2422	10	2152	10	1880	18	14.47	28.83
37	19-1	451	635	7.22992	0.0795	0.39104	0.0042	0.99	2152	10	2140	10	2128	20	0.56	1.13
38	19-2	298	1179	5.99891	0.066	0.26284	0.0029	0.99	2513	10	1976	10	1504	15	31.38	67.09
39	19-3	52	175	8.33639	0.0923	0.3162	0.0034	0.98	2753	10	2268	10	1771	17	28.06	55.45
40	20-1	288	803	19.3442	0.2124	0.42842	0.0047	0.99	3605	9	3059	11	2299	21	33.06	56.81
41	20-2	469	1960	5.46289	0.06	0.03796	0.0004	0.98	5298	8	1895	9	240	3	689.58	2107.5
42	20-3	77	214	9.06662	0.1016	0.42132	0.0046	0.97	2414	10	2345	10	2266	21	3.49	6.53
43	21-1	389	1109	5.93156	0.0661	0.30264	0.0033	0.98	2254	10	1966	10	1704	16	15.38	32.28
44	21-2	435	1556	4.1701	0.0465	0.2065	0.0022	0.97	2305	10	1668	9	1210	12	37.85	90.5

Табл.П1 (продолж.(2))

№ п/п	Номер анализа в пробе	Th	U	Измеренные отношения с коррекцией на общий Pb					Возраст (млн лет) с коррекцией на общий Pb						D1 (%)	D2 (%)
				²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	RHO	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ		
45	21-3	132	634	25.1627	0.2808	0.40563	0.0044	0.97	4085	9	3315	11	2195	20	51.03	86.1
46	21-4	191	949	17.7144	0.1979	0.27211	0.003	0.97	4157	9	2974	11	1552	15	91.62	167.85
47	22-1	113	2758	10.7184	0.12	0.01611	0.0002	1	7373	8	2499	10	103	1	2326.2	7058.3
48	22-2	44	146	13.0719	0.148	0.37715	0.0041	0.96	3194	10	2685	11	2063	19	30.15	54.82
49	23-1	201	578	6.68353	0.0754	0.25425	0.0028	0.96	2748	10	2070	10	1460	14	41.78	88.22
50	23-2	132	1548	3.27738	0.0371	0.14751	0.0016	0.96	2468	10	1476	9	887	9	66.4	178.24
51	23-3	36	198	6.34629	0.0733	0.3604	0.0039	0.95	2067	11	2025	10	1984	19	2.07	4.18
52	24-1	74	570	5.82292	0.0653	0.34787	0.0038	0.96	1977	11	1950	10	1924	18	1.35	2.75
53	24-2	355	1551	5.24229	0.0585	0.17725	0.0019	0.97	2940	10	1860	10	1052	11	76.81	179.47
54	25-1	183	6769	3.31077	0.037	0.01318	0.0001	0.95	6067	8	1484	9	84.4	1	1658.3	7088.4
55	25-2	417	2195	5.2564	0.059	0.02734	0.0003	0.98	5700	8	1862	10	174	2	970.11	3175.9
56	25-3	34	129	31.6192	0.3573	0.72929	0.0079	0.96	3543	9	3539	11	3531	29	0.23	0.34
57	26-1	283	1854	5.94549	0.0672	0.11811	0.0013	0.96	3771	10	1968	10	720	7	173.33	423.75
58	26-2	215	1095	5.90474	0.0675	0.3568	0.0039	0.95	1957	11	1962	10	1967	18	-0.25	-0.51
59	26-3	165	601	5.80489	0.0662	0.25338	0.0027	0.95	2519	11	1947	10	1456	14	33.72	73.01
60	27-1	251	3691	4.10763	0.0463	0.04598	0.0005	0.95	4619	9	1656	9	290	3	471.03	1492.8
61	27-2	207	1034	6.08976	0.0697	0.36071	0.0039	0.94	1992	11	1989	10	1986	18	0.15	0.3
62	27-3	95	435	6.41354	0.0738	0.33458	0.0036	0.93	2215	11	2034	10	1861	17	9.3	19.02
63	27a-1	301	1736	5.20404	0.0596	0.11687	0.0013	0.95	3584	10	1853	10	713	7	159.89	402.66
64	27a-2	176	866	5.20083	0.0599	0.33282	0.0036	0.94	1854	11	1853	10	1852	17	0.05	0.11
65	27a-3	92	390	4.45774	0.0492	0.26005	0.0028	0.97	2019	11	1723	9	1490	14	15.64	35.5
66	28	204	950	5.3867	0.0594	0.33955	0.0036	0.97	1881	11	1883	9	1885	18	-0.11	-0.21
67	29	90	475	5.3811	0.0597	0.33003	0.0035	0.97	1930	10	1882	9	1839	17	2.34	4.95
68	30-1	457	572	7.12134	0.0789	0.38585	0.0041	0.97	2149	11	2127	10	2104	19	1.09	2.14
69	30-2	70	251	15.7668	0.1748	0.39463	0.0042	0.97	3416	10	2863	11	2144	20	33.54	59.33

Табл.П1 (продолж.(3))

№ п/п	Номер анализа в пробе	Th	U	Измеренные отношения с коррекцией на общий Pb					Возраст (млн лет) с коррекцией на общий Pb						D1 (%)	D2 (%)
				²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	RHO	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ		
Проба П911-2																
1	01	32	212	5.47627	0.0612	0.34237	0.0037	0.96	1896	11	1897	10	1898	18	-0.05	-0.11
2	02	171	311	5.4045	0.0604	0.3394	0.0036	0.96	1888	11	1886	10	1884	17	0.11	0.21
3	03	66	400	5.54042	0.0622	0.33745	0.0036	0.95	1943	11	1907	10	1874	17	1.76	3.68
4	04	321	696	4.78416	0.0542	0.30447	0.0033	0.94	1864	11	1782	10	1713	16	4.03	8.81
5	05	162	318	5.33029	0.0601	0.33793	0.0036	0.95	1871	11	1874	10	1877	17	-0.16	-0.32
6	06-1	354	795	5.0612	0.0563	0.30436	0.0033	0.97	1965	11	1830	9	1713	16	6.83	14.71
7	07-1	121	227	5.43731	0.0606	0.34264	0.0037	0.96	1881	11	1891	10	1899	18	-0.42	-0.95
8	07-2	16	216	5.41391	0.0607	0.33974	0.0037	0.96	1889	11	1887	10	1885	18	0.11	0.21
9	08	101	222	5.43934	0.0613	0.34046	0.0037	0.95	1894	11	1891	10	1889	18	0.11	0.26
10	09-1	117	892	5.43602	0.0609	0.34047	0.0037	0.96	1893	11	1891	10	1889	18	0.11	0.21
11	09-2	59	135	5.91151	0.0674	0.35399	0.0038	0.94	1973	11	1963	10	1954	18	0.46	0.97
12	10-1	281	437	5.3103	0.0602	0.33515	0.0036	0.95	1879	11	1871	10	1863	17	0.43	0.86
13	10-2	56	190	5.5113	0.0634	0.34661	0.0037	0.93	1885	12	1902	10	1918	18	-0.83	-1.72
14	11	218	363	5.57161	0.0638	0.34507	0.0037	0.94	1913	11	1912	10	1911	18	0.05	0.1
15	12	45	107	5.50744	0.064	0.34343	0.0037	0.92	1900	12	1902	10	1903	18	-0.05	-0.16
16	13	60	132	6.05471	0.0692	0.35858	0.0039	0.95	1993	11	1984	10	1975	19	0.46	0.91
17	14-1	69	102	5.32071	0.062	0.32078	0.0035	0.94	1961	11	1872	10	1794	17	4.35	9.31
18	14-2	205	366	5.40153	0.0614	0.34044	0.0037	0.96	1881	11	1885	10	1889	18	-0.21	-0.42
19	15-1	173	8039	5.27186	0.0597	0.00977	0.0001	0.99	7096	8	1864	10	62.7	1	2872.9	11217
20	15-2	569	1993	5.31873	0.0604	0.03856	0.0004	0.96	5238	8	1872	10	244	3	667.21	2046.7
21	15-3	147	845	5.73399	0.0655	0.35128	0.0038	0.95	1932	11	1937	10	1941	18	-0.21	-0.46
22	16-1	23	125	5.8183	0.0685	0.3375	0.0037	0.93	2029	12	1949	10	1875	18	3.95	8.21
23	16-2	140	257	5.42289	0.0626	0.34156	0.0037	0.94	1882	11	1888	10	1894	18	-0.32	-0.63
24	16-3	2	9	4.82043	0.084	0.28628	0.0035	0.71	1988	18	1788	15	1623	18	10.17	22.49
25	16-4	65	184	5.5699	0.0657	0.34042	0.0037	0.92	1936	12	1911	10	1889	18	1.16	2.49

Примечание. Обработка первичных аналитических данных выполнена с помощью коммерческой компьютерной программы «GLITTER» [5], приобретенной ГИН РАН, и программы Isoplot/Ex [8], размещенной в свободном доступе. Калибровка всех изотопных измерений проведена по внешнему стандарту с использованием циркона GJ-1 [3, 7]. Качество всех выполненных анализов было оценено путем последовательного измерения неизвестных образцов (зерен dZr) и контрольных стандартов циркона 91500 [10–12] и Plesovice [9] с аттестованными по изотопному отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ значениями возраста. Для циркона GJ-1, 91500 и Plesovice в ходе измерений получены средневзвешенные оценки возраста ($\pm 1\sigma$) 600.5 ± 1.7 (n=48), 1062 ± 11 (n=13) и 332 ± 6 (n=10) млн лет. Эти значения в пределах ошибки измерения соответствуют аттестованным по изотопному отношению $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ средневзвешенными значениями возраста ($\pm 2\sigma$) 601.9 ± 0.4 , 1063.5 ± 0.4 и 337.2 ± 0.1 млн лет, полученными методом CA-ID-TIMS [6]. Для коррекции на обычный свинец использована программа ComPbCorr, составленная Andersen [2]. Теоретические основы коррекции и формулы, по которым проводится коррекция, приведены в работе [1]. Нарушение изотопной U–Th–Pb системы зерна циркона оценивается, исходя из измеренных содержаний изотопов свинца ^{206}Pb , ^{207}Pb и ^{208}Pb в цирконе и известных изотопных соотношений изотопов свинца, которые в программе приняты как $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=18.7$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.628$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.63$. Для характеристики степени дискордантности анализов нами использованы величины D1 и D2, которые рассчитаны по формулам: $D1 = 100\% * [\text{возраст } (^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}) / \text{возраст } (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) - 1]$, $D2 = 100\% * [\text{возраст } (^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}) / \text{возраст } (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) - 1]$. Для построения гистограммы и кривой плотности вероятности (КПВ) использовались результаты анализов (кондиционные датировки), удовлетворяющие трем условиям: $-5\% < D1$ и $D2 < 5\%$; аналитическая ошибка измерений обеспечивает точность оценки возраста < 50 млн лет; поправка на общий свинец < 50 млн лет. С учетом рекомендаций [4], поскольку все датировки древнее 1 млрд лет, возраст рассчитывался по изотопному отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$. Датировки, которые не удовлетворяли этим условиям, показаны на светло-сером фоне, – эти датировки не учитывались при построении гистограмм и КПВ. Полужирным шрифтом выделены значения возраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Andersen T. Correction of common lead in U–Pb analyses that do not report ^{204}Pb // Chem. Geol. 2002. Vol. 192. P. 59–79.
2. Andersen T. ComPbCorr – Software for common lead correction of U–Th–Pb analyses that do not report ^{204}Pb // LA-ICP-MS. – In: *The Earth Sciences: Principles and Applications*. – Ed.by P.J. Sylvester, (Mineral. Assoc. Can. Short Course Ser. 2008. Vol. 40), P. 312–314.
3. Elhlou S., Belousova E.A., Griffin W.L., Pearson N.J., O'Reily S.Y. Trace element and isotopic composition of GJ-red zircon standard by laser ablation // Geochm. Cosmochim. Acta. 2006. Vol. 70. No. 18. A158.

4. *Gehrels G.* Detrital zircon U–Pb geochronology: current methods and new opportunities, in tectonics of sedimentary basins. – In: *Recent Advances*. – Ed. by C. Busby, A. Azor, (Wiley-Blackwell Publ. NY. USA. 2012), P. 47–62.
5. *Griffin W.L., Powell W.J., Pearson N.J., O'Reilly S.Y.* GLITTER: Data reduction software for laser ablation ICP-MS. – In: *Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues*. – Ed. by P.J. Sylvester, (Mineral. Assoc. Can. Short Course. 2008. Vol. 40), P. 308–311.
6. *Horstwood M.S.A., Kosler J., Gehrels G., Jackson S.E., McLean N.M., Paton Ch., Pearson N.J., Sircombe K., Sylvester P., Vermeesch P., Bowring J.F., Condon D.J., Schoene B.* Community-derived standards for LA-ICP-MS U–(Th)–Pb geochronology – uncertainty propagation, age interpretation and data reporting // *Geostand. Geoanalyt. Res.* 2016. Vol. 40. No. 1. P. 311–332.
7. *Jackson S.E., Pearson N.J., Griffin W.L., Belousova E.A.* The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U–Pb zircon geochronology // *Chem. Geol.* 2004. Vol. 211. P. 47–69.
8. *Ludwig K.R.* User's manual for Isoplot 3.75. – A geochronological toolkit for Microsoft Excel, (Berkeley Geochron. Center. Spec. Publ. 2012. Is.5), 75 p.
9. *Sláma J., Košler J., Condon D.J., Crowley J.L., Gerdes A., Hanchar J.M., Horstwood M.S.A., Morris G.A., Nasdala L., Norberg N., Schaltegger U., Schoene B., Tubrett M.N., Whitehouse M.J.* Plešovice zircon – A new natural reference material for U–Pb and Hf isotopic microanalysis // *Chem. Geol.* 2008. Vol. 249. P. 1–35.
10. *Wiedenbeck M., Allen P., Corfu F., Griffin W.L., Meier M., Oberli F., Vonquadt A., Roddick J.C., Spiegel W.* Three natural zircon standards for U–Th–Pb, Lu–Hf, trace-element and REE analyses // *Geostand. Newsl.* 1995. Vol. 19. P. 1–23.
11. *Wiedenbeck M., Hanchar J.M., Peck W.H., Sylvester P., Valley J., Whitehouse M., Kronz A., Morishita Y., Nasdala L., Fiebig J., Franchi I., Girard J.P., Greenwood R.C., Hinton R., Kita N., Mason P.R.D., Norman M., Ogasawara M., Piccoli R., Rhede D., Satoh H., Schulz-Dobrick B., Skar O., Spicuzza M.J., Terada K., Tindle A., Togashi S., Vennemann T., Xie Q., Zheng Y.F.* Further characterization of the 91500 zircon crystal // *Geostand. Geoanalyt. Res.* 2004. Vol. 28. P. 9–39.
12. *Yuan H.-L., Gao S., Dai M.-N., Zong C.-L., Gunther D., Fontaine G.H., Liu X.-M., Diwu C.-R.* Simultaneous determinations of U–Pb age, Hf isotopes and trace element compositions of zircon by excimer laser-ablation quadrupole and multiple-collector ICP-MS // *Chem. Geol.* 2008. Vol. 247. P. 100–118.