

## Приложение 2. Описание методики проведенного исследования

С целью проведения изотопно-геохимического исследования циркона из пробы Гол-18-06 мономинеральные фракции циркона были исследованы с помощью оптического микроскопа, а также проанализированы изображения в отраженных электронах (BSE) и в катодных лучах (CL, Рис. 2.1), полученные на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA3 LMH с системой энергодисперсионного микроанализа AztecLiveLiteUltimMax 40. U-Pb датирование детритового циркона выполнено в ЦКП «Геоспектр» Геологического института им. Н.Л. Добрецова СО РАН (г. Улан-Удэ) на одноколлекторном магнитно-секторном масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Element XR (ThermoScientific), оснащенным устройством лазерной абляции UP-213 (New Wave Research). Детально описание аналитических процедур приведено [21]. При определении возраста предпочтение отдавалось ядерным частям зерен. Обработка полученных результатов производилась с помощью программы Glitter [22]. При построении кривых относительной вероятности возрастов детритового циркона и вычислении их пиков [23] использовались только конкордантные оценки возраста ( $D < 5\%$ ). Дискордантность рассчитывалась по формуле:  $D = 100\% \cdot [\text{возраст } (^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}) / \text{возраст } (^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}) - 1]$ . Для определения возраста циркона использовались геохронологические данные по  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  изотопному отношению. Расчет средневзвешенного конкордантного возраста проводился по отношениям  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  и  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ .

Изотопно-геохронологическое изучение 112 зерен циркона, включая микроэлементный анализ, проводилось в Лаборатории микроанализа ISTERre Университета Гренобль-Альпы (Гренобль, Франция) с использованием системы лазерной абляции (RESolution SE, AppliedSpectra) в сочетании с одноколлекторным квадрупольным масс-спектрометром (Agilent 8900 ICP-QQQ). Анализ был выполнен с использованием пучка диаметром 30 мкм, частотой импульсов 5 Гц и мощностью лазера 4 Дж/см<sup>2</sup>. В качестве первичного стандарта для U-Th-Pb изотопных анализов использовался циркон 91500[24], в качестве вторичного и проверочного стандартов использовались Maniitsoq (не опубликованные данные) и Mudtank[25]. Средние измеренные значения  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  и  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  для стандартных образцов Maniitsoq и Mudtank в пределах двух стандартных отклонений соответствуют аттестованным значениям (Табл. №1).

Таблица №1. Средние измеренные и референсные (ref.) значения  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$  и  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  в стандартах Maniitsoq и Mudtank в 2 стандартных отклонения (2sd).

	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2sd	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2sd	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2sd
Maniitsoq	0.58691	0.03818	17.95075	1.31298	0.221865	0.002915
ref.	0.59095	-	18.20064	0.40528	0.223719	0.00138

Mudtank	0.119794	0.002	1.0533	0.026	0.06383	0.00128
ref.	0.120188	0.000085	1.0569	0.0012	0.0638	0.00003

Для анализа примесных элементов (массы 93, 157, 172, 178) в качестве первичного стандарта был использован NIST610, NIST612 [26] и 91500 [24] – для контроля качества анализов. Средние измеренные значения для Nb, Gd, Yb, Hf в стандарте NIST612 и 91500 соответствуют аттестованным значениям в пределах двух стандартных отклонений (Табл. №2). Для обработки данных использовался программный пакет Lolite-4 [27].

Таблица №. 2. Средние измеренные и референсные (ref.) содержания Nb, Gd, Yb, Hf (ppm) в стандартах NIST612 и цирконе 91500 и 2 стандартных отклонения (2sd).

	Nb	2sd	Gd	2sd	Yb	2sd	Hf	2sd
NIST612	38.9	0.9	37.3	1.2	39.2	1.3	36.7	1.7
ref.	38.9	2.1	37.3	0.9	39.2	0.9	36.7	1.2
91500	0.74	0.03	2.1	0.1	63	2	5575	181
ref.	0.79	0.14	2.2	0.6	74	8	5900	600

21. Khubanov V.B., Buyantuev M.D., Tsygankov A.A. U-Pb Dating of Zircons from PZ3–MZ Igneous Complexes of Transbaikalia by Sector-Field Mass Spectrometry with Laser Sampling: Technique and Comparison with SHRIMP // Russ. Geol. Geophys. 2016. V. 57. № 1. P. 190–205.
22. 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. Vancouver. 2008. P. 308–311.
23. Ludwig K.R. ISOPLOT 3.6. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. User's Manual // BGC Special Publication. 2008. V. 4. 77 p.
24. Wiedenbeck M., Hanchar J.M., Peck W.H., et al. Further characterisation of the 91500 zircon crystal. GGR. 2004. V.28, №1. P.9-39.
25. Gain S.E., Gréau Y., Henry H., et al. Mud Tank Zircon: Long-term evaluation of a reference material for U-Pb dating, Hf-isotope analysis and trace element analysis // GGR. 2019 V.43, № 3. P. 339-354.
26. Jochum K.P., Weis U., Stoll B., et al. Determination of reference values for NIST SRM 610–617 glasses following ISO guidelines // GGR. 2011 V. 35. №4. P. 397-429.
27. Paton C., Hellstrom J., Paul B., et al. Freeware for the visualisation and processing of mass spectrometric data // J. Anal. At. Spectrom. 2011. V. 26. № 12. P. 2508–2518.



Рис. 2.1. Катодолюминесцентные изображения зерен циркона из метапесчаников с примерным положением точек анализа.