

## ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ОБ U-Pb ВОЗРАСТЕ ЦИРКОНА ИЗ ГРАНОДИОРИТОВ НОВОАЛЕКСЕЕВСКОГО МАССИВА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

© 2013 г. Е. А. Зинькова, П. Монтеро\*, Ф. Беа\*

В Восточно-Уральской мегазоне гранитоиды различных формаций образуют протяженный суб-меридиональный пояс. Преобладающими здесь являются батолитоподобные массивы тоналит-гранодиоритовой формации, в апикальных частях которых развиты малые гранитные интрузии с дайковыми полями, золотоносными кварцевыми жилами и околорудными метасоматитами листовит-березитовой формации. В экзоконтактах батолитов, кроме малых интрузий-сателлитов (Середовинский, Свердловский и др.), присутствуют также гипабиссальные массивы предшествующих им гранитоидов базальтоидной габбро-гранитной формации. К таким массивам на Среднем Урале относятся: Петрокаменский, Осинковский, Пановский, Балтымский, Шувакишский, Ширококореченский, Новоалексеевский (рис. 1), с большей частью которых сопряжены различные по величине месторождения золото-сульфидно-кварцевой формации. Возраст большинства этих массивов не установлен.

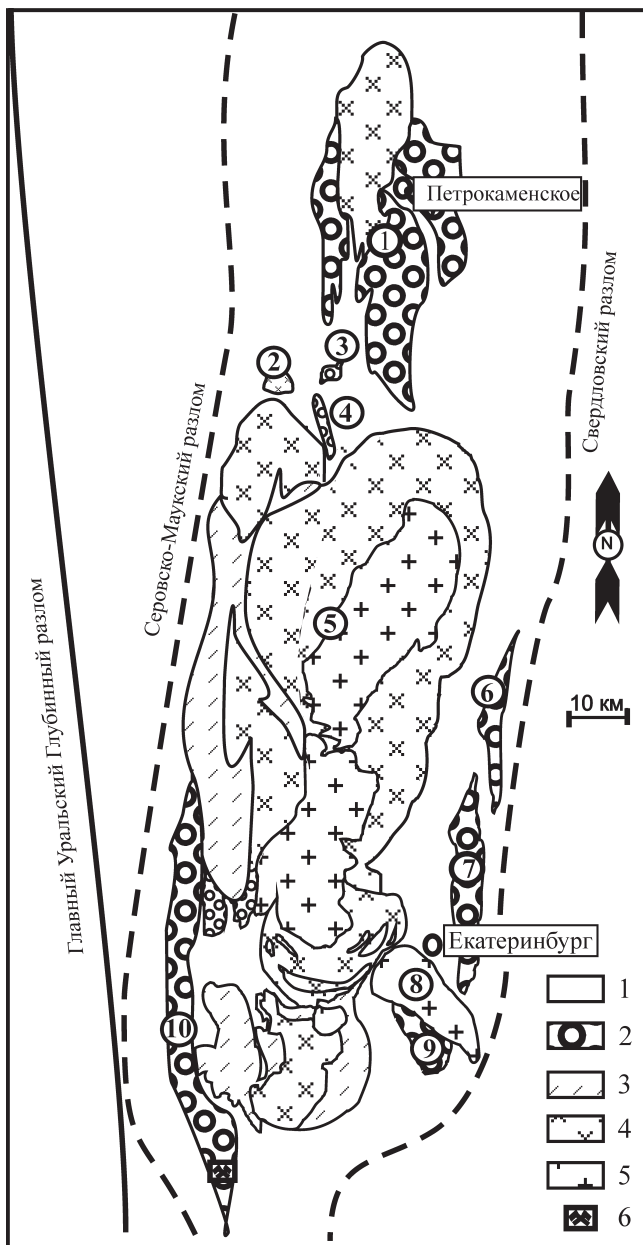
Настоящая работа посвящена результатам определения возраста циркона из гранодиорита Новоалексеевского массива, расположенного в юго-западной экзоконтактовой зоне крупного Верхисетского батолита на Среднем Урале (рис. 1) и вмещающего крупное месторождение золота – Крылатовское. Новоалексеевский массив – линейно вытянутое в меридиональном направлении ( $6 \times 48$  км) тело. На западе массив контактирует с породами дегтярской свиты предположительно среднедевонского возраста, а на востоке – с более молодыми гранитоидами Верхисетского массива, а так же с вулканитами кунгурковской свиты предположительно раннедевонского возраста (рис. 2). Следует отметить, что внутри кунгурковской свиты картируются многочисленные тела и дайки плагиогранодиоритов новоалексеевского комплекса [1]. Согласно данным геологического доизучения [3], массив имеет трехфазное строение. Породы первой фазы представлены, в основном, габброидами и чаще всего образуют небольшие ксенолиты и останцы среди пород последующих фаз – плагиогранодиоритов и плагиогранитов; последние преобладают.

Проба гранодиорита для выделения циркона была отобрана из отвалов шахты месторождения (см.

рис. 1, рис. 2) из наиболее свежих и неизмененных пород. Гранодиориты – биотит-роговообманковые светло-серые среднезернистые, с гнейсовидной текстурой, породы. Плагиоклаз образует призматические кристаллы, сосюртитизирован. Биотит и роговая обманка не затронуты вторичными процессами. Акцессорные минералы – магнетит, апатит, сфен, циркон. Яркая минералогическая черта пород – присутствие порфириовидных выделений (5–7 мм) голубоватого кварца. Цирконы выделялись обычным методом, включающим дробление пробы массой 30 кг до фракции  $-0.5$  мм, выделение тяжелой фракции на концентрационном столе и сепарации в тяжелых жидкостях. Конечный отбор цирконов осуществлялся вручную под биноклем. Датирование цирконов проведено на приборе SHRIMP  $\text{Pb}/\text{mC}$  в лаборатории IBERSIMS (Университет Гранады, Испания). Отобранные вручную цирконы плюс стандарты – несколько зерен циркона Temora, одно зерно SL13 и несколько зерен циркона GAL – помещаются в шайбу диаметром 3.5 см, полируются и фотографируются в отраженном и проходящем свете, во вторичных электронах и методом катодоллюминесценции. После интенсивной очистки шайба покрывается золотом толщиной 80 мкм. В каждой выбранной точке анализировалась следующая последовательность изотопов:  $^{196}\text{Zr}_2\text{O}$ ,  $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{204.1}$  фон,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{248}\text{ThO}$ ,  $^{254}\text{UO}$ . Первичный пучок, состоящий из  $^{16}\text{O}^{16}\text{O}_2^+$ , имеет значение интенсивности от 4 до 5 мкА, с диафрагмой Кохлера в 120 мкм, который создает пятно размером  $17 \times 20$  мкм на цели, вторичный кратер составляет 80 мкм, достигая разрешения около 5000 на 1% высоты пика. Более подробную информацию о процедуре можно почерпнуть в литературе [4, 5]. Обработка данных осуществляется программой SHRIMPTOOLS, специально приспособленной Ф. Беа к IBERSIMS (доступна на сайте [www.ugr.es/~fba](http://www.ugr.es/~fba)). Результаты исследований приведены в табл. 1.

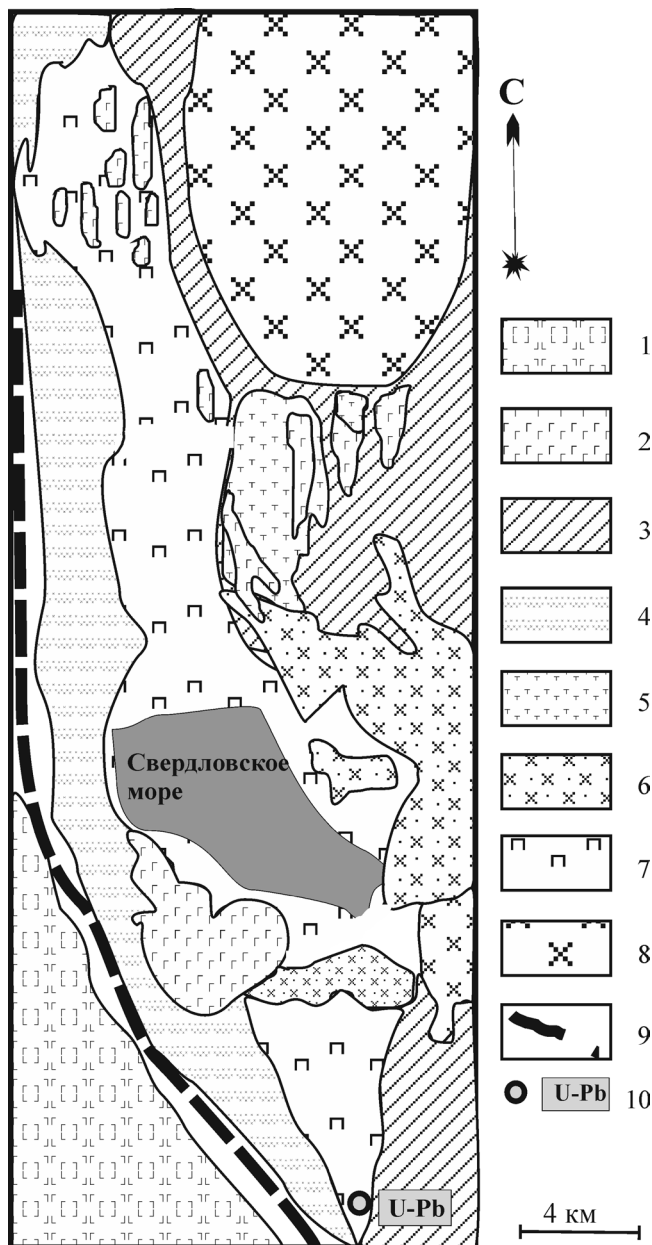
Цирконы представлены идиоморфными короткопризматическими кристаллами светло-кремового цвета. Катодоллюминесцентные изображения кристаллов циркона (рис. 3) показывают наличие тонкоритмичной зональности, параллельной кристаллографическим ограничениям зерен, что указывает на магматическую природу цирконов. Возраст по замерам 17 зерен циркона определяется интер-

\* Университет г. Гранада, Испания



**Рис. 1.** Схема расположения массивов в южной части Верхисетско-Туринской зоны, составлена по материалам Д.А. Двоглазова, Г.Н. Кузовкова, Д.С. Вагшалья (1972–1979) и авторов.

1 – вулканогенные и вулканогенно-осадочные толщи силурийско(?)–раннедевонского возраста; 2 – породы базальтоидной габбро-гранитной формации; 3–5 – породы тоналит-гранодиоритовой формации (верхисетский комплекс): 3 – малокальциевой тоналит-трондремитовой (таватуйской) и габбро-диоритовой серий; 4 – калинатровой тоналит-гранодиоритовой серии; 5 – адамеллит-гранитной серии; 6 – Крылатовское месторождение золото-сульфидно-кварцевой формации. Цифрами в кружках обозначены массивы: 1 – Петрокаменский, 2 – Середовинский, 3 – Осиновский, 4 – Пановский, 5 – Верхисетский, 6 – Балтымский, 7 – Шувакишский, 8 – Свердловский, 9 – Ширококореченский, 10 – Новоалексеевский.



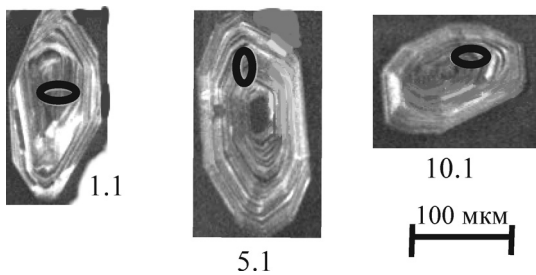
**Рис. 2.** Геологическая схема Новоалексеевского массива, составлена по материалам И.Н. Бушлякова и И.Д. Соболева (1972); Д.А. Двоглазова, Г.Н. Кузовкова, Д.С. Вагшалья (1972–1979) и авторов.

1 – габбро Ревдинского массива; 2 – габбро базальтоидной габбро-гранитной формации; 3 – базальты, андезибазальты порфировые и афировые, туфопесчаники и туфоалевропесчаники основного состава, туффиты, вулканомиктовые конгломераты, песчаники и алевролиты, фтаниты, мраморизованные известняки (кунгурковская свита D<sub>1</sub>kn); 4 – туфопесчаники, туфоалевролиты кислого и основного составов, базальты, андезибазальты (дегтярская свита D<sub>2</sub>?dg); 5 – диориты; 6 – кварцевые диориты; 7 – плагиогранодиориты Новоалексеевского массива; 8 – плагиогранодиориты таватуйской серии Верхисетского массива; 9 – Серовско-Маукский глубинный разлом; 10 – место отбора пробы для U-Pb-датирования по циркону.

**Таблица 1.** Результаты U-Pb изотопного анализа цирконов из гранодиорита Новоалексеевского массива (обр. Крл-16)

Точка анализа	U, г/г	Th, г/г	$^{206}\text{Pb}_0$ , %	$^{206}\text{Pb}^*$ , г/г	(1) $\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{206}\text{Pb}^*}$	(±)	(1) $\frac{^{206}\text{Pb}^*}{^{238}\text{U}}$	(±)	(1) $\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{235}\text{U}}$	(±)	(1) Возраст, млн. лет $\frac{^{206}\text{Pb}^*}{^{238}\text{U}}$	(±)	(1) Возраст, млн. лет $\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{235}\text{U}}$	(±)	D, %
1.1	686	180	0.2	36	0.05662	0.00013	0.06067	0.00054	0.47366	0.00469	379	3.3	378.6	3.2	3.6
2.1	379	66	-0.02	20	0.05472	0.00047	0.06079	0.0005	0.45858	0.0057	380.4	3	380.1	3.1	0.8
3.1	1023	275	0.44	55	0.05608	0.00031	0.0618	0.00037	0.47782	0.00425	384.9	2.2	385.6	2.3	2.6
4.1	349	51	0	19	0.05168	0.0006	0.06242	0.00114	0.44474	0.00972	390.3	6.9	391.6	7	-4.4
5.1	842	255	0.13	44	0.05458	0.00038	0.06089	0.00051	0.45826	0.00527	380.6	3.1	381	3	0.4
6.1	922	280	0.72	49	0.06125	0.00026	0.06121	0.00047	0.51696	0.00488	380.4	2.9	379.6	2.9	9.4
7.1	367	98	-0.14	19	0.05464	0.00032	0.06025	0.00045	0.45399	0.00462	377.2	2.8	377	2.6	0.8
8.1	1507	570	0.39	82	0.05605	0.00014	0.06278	0.0007	0.48522	0.00222	391.1	0.5	391.8	0.4	2.2
9.1	621	135	-0.14	34	0.05359	0.00042	0.0627	0.00043	0.46334	0.00507	392	2.6	392.5	2.6	-1.4
10.1	1919	1007	0.16	103	0.05424	0.00015	0.06227	0.00032	0.46573	0.0032	388.8	1.9	389.4	2.1	-0.4
11.1	489	87	0	26	0.054	0.0004	0.062	0.00077	0.46165	0.00691	387.8	4.7	387.9	4.8	-0.6
12.1	474	134	1.73	26	0.06785	0.0004	0.06231	0.00073	0.58292	0.00797	383.2	4.5	383.2	4.4	16.4
13.1	670	133	-0.03	36	0.05349	0.00033	0.06187	0.00019	0.45632	0.00359	387	1.2	387.5	1.1	-1.4
14.1	500	139	0.49	26	0.05774	0.00057	0.05988	0.00105	0.47672	0.00976	373.1	6.4	373.1	6.6	5.2
15.1	530	113	-0.16	28	0.05386	0.00042	0.06154	0.00037	0.457	0.00476	385	2.2	385.3	2.2	-0.8
16.1	587	113	-0.02	32	0.05431	0.00015	0.06213	0.00032	0.46524	0.00323	388.6	2	388.6	2	-0.2
17.1	306	62	0	16	0.05453	0.00029	0.06092	0.00064	0.45798	0.00566	381.2	3.9	381.1	3.9	0.4

Примечание.  $\text{Pb}_0$  и  $\text{Pb}^*$  – обыкновенный и радиогенный свинец соответственно. (1) – введена поправка на обыкновенный свинец по измеренному  $^{204}\text{Pb}$ . D – дискордантность, %.



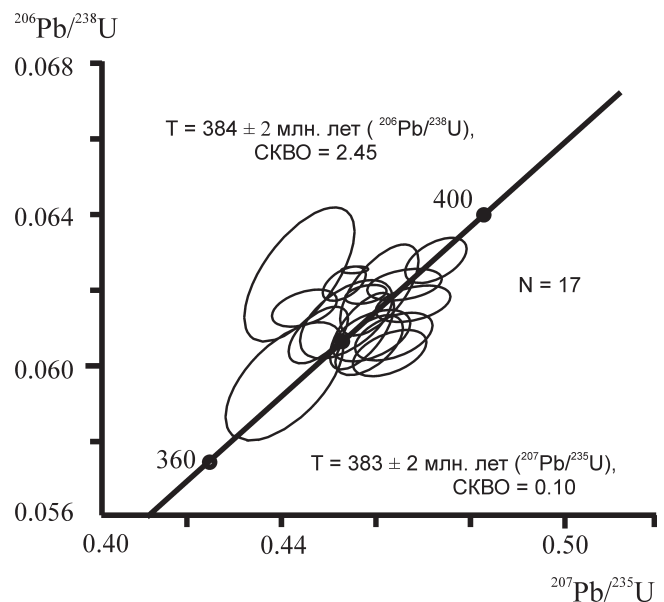
**Рис. 3.** Катодолуминесцентные изображения отдельных кристаллов циркона из гранодиорита обр. Крл-16 Новоалексеевского массива.

Овалы – точки измерения; номера соответствуют номерам анализов, приведенных в табл. 1.

валом  $383 \pm 2$  млн. лет (СКВО = 0.10) –  $384 \pm 2$  млн. лет (СКВО = 2.45) (рис. 4).

Таким образом, по результатам U-Pb датирования цирконов, внедрение и кристаллизация гранодиоритов Новоалексеевского массива происходили никак не позднее франского века. Полученные результаты не противоречат существующим геологическим данным о том, что гранитоиды Новоалексеевского массива интродуцируют вулканиты кунгуровской свиты предположительно раннедевонского возраста.

Возраст гранодиоритов Новоалексеевского массива ( $384 \pm 2$  млн. лет) близок к возрасту долеритовых даек г. Азов ( $382 \pm 4.4$  млн. лет,  $387 \pm 4.1$  млн. лет), по данным К.С. Иванова [2], фиксирующих реликтовые зоны задугового спрединга на Среднем Урале. Учитывая сказанное выше и тот факт, что гранодиориты Новоалексеевского массива вне-



**Рис. 4.** U-Pb возраст зерен циркона из гранодиорита Новоалексеевского массива (обр. Крл-16).

дрялись в толще кунгуровской свиты, формирование пород которой, судя по их набору и характеру разрезов, происходило в мелководной обстановке; можно предположить островодужную природу гранитоидов Новоалексеевского массива.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН 12П-5-1024, гранта РФФИ 12-05-00109-а и при частичной поддержке испанского гранта CGL2008-02864. Публикация IBERSIMS № 5.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зенков И.И., Южаков И.Г., Бегунов В.В. и др.* Объемное геологическое картирование м-ба 1: 50 000 Дегтярской площади в пределах листов О-41-109-В (з.п.), О-41-121-А (в.п.), О-41-121-В (в.п.) по работам Дегтярской ГСП за 1979–1984 гг. Отчет. Свердловск, 1984.
2. *Иванов К.С., Берзин С.В., Ерохин Ю.В.* Первые данные об U-Pb возрасте цирконов из реликтовых зон спрединга на Среднем Урале // Докл. АН. 2012. Т. 443, № 1. С. 78–83.
3. *Копанев В.Ф., Калугина Р.Д., Стороженко Е.В.* Отчет Ольховской ГСП за 1991–1999 гг. Екатеринбург, 1999.
4. *Black L.P., Kato S.L., Allen C.M. et al.* TEMORA 1: a new zircon standard for Phanerozoic U-Pb geochronology // *Chemical Geology*. 2003. P. 155–170.
5. *Williams I. S.* U-Th-Pb Geochronology by Ion Microprobe // *Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes* / Eds. M.A. McKibben, W.C. Shanks III, W.I. Ridley. *Reviews in Economic Geology*. 1998. V. 7. P. 1–35.