

УДК 550.93 (477)

**С.Б. Лобач-Жученко<sup>1</sup>, Л.М. Степанюк<sup>2</sup>, А.Н. Пономаренко<sup>2</sup>,  
В.В. Балаганский<sup>3</sup>, С.А. Сергеев<sup>4</sup>, С.Л. Пресняков<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Институт геологии и геохронологии докембрия РАН  
199034, г. Санкт-Петербург, Россия, наб. Макарова, 2

<sup>2</sup> Институт геохимии, минералогии и рудообразования  
им. Н.П. Семеново НАН Украины  
03680, г. Киев-142, Украина, пр. Акад. Палладина, 34  
E-mail: stepanyuk@igmof.gov.ua

<sup>3</sup> Геологический институт КНЦ РАН  
184209, Мурманская обл., г. Апатиты, Россия, ул. Ферсмана, 14

<sup>4</sup> Центр изотопных исследований ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского  
199106, г. Санкт-Петербург, В. О., Россия, Средний пр., 74

## ВОЗРАСТ ЦИРКОНОВ ИЗ ЭНДЕРБИТО-ГНЕЙСОВ СРЕДНЕГО ПОБУЖЬЯ (ДНЕСТРОВСКО-БУГСКИЙ МЕГАБЛОК УКРАИНСКОГО ЩИТА)

С помощью ион-ионного микрозонда SHRIMP-II изучены уран-свинцовые изотопные системы разных генераций циркона из трех проб эндербито-гнейсов, распространенных в районе с. Завалье (Среднее Побужье) — карьерах Одесском, Казачий Яр и Завальевском графитовом. Протолитом эндербито-гнейсов были магматические породы, о чем свидетельствует анатомия кристаллов циркона. Ранняя "магматическая" генерация циркона в них представлена идиоморфными ядрами с тонкой концентрической зональностью, повторяющей контур ядра. Во всех трех пробах кристаллы циркона сложные, представлены несколькими генерациями минерала. Полученные значения достоверных (конкордантных) дат лежат в возрастном интервале 3,65—1,99 млрд лет. Наиболее древний достоверный возраст 3648 ± 32 млн лет получен для концентрически зонального ядра в кристалле циркона из эндербито-гнейса карьера Казачий Яр. Другие конкордантные значения возраста: зональное ядро — 2867 ± 16, высокоурановое незональное ядро — 2082 ± 23 и низкоурановая оболочка — 1980 ± 30 млн лет, отражают наложенные структурно-метаморфические преобразования исходных пород. Практически конкордантные значения возраста, полученные по некоторым зернам циркона из эндербито-гнейса Одесского карьера, отражают три события: 3506 ± 37 — для ядра с магматической зональностью, 2870 ± 22 — для малоурановой генерации циркона и 2144 ± 40 млн лет — для низкоуранового ядра. Возраст древнейших ядер из эндербито-гнейса Завальевского графитового карьера заметно меньше — 3281,1 ± 7,7 млн лет. Многие структурно-метаморфические преобразования, хорошо проявленные в анатомии кристаллов циркона, и полученные значения возраста которых представляются достаточно надежными, исходные тоналиты претерпели 2668 ± 17 млн лет и около 2,0 млрд лет назад.

Днестровско-Бугский мегаблок — гранулитогнейсовая область, сложенная преимущественно архейскими образованиями. Они представлены породами, метаморфизованными в условиях гранулитовой и амфиболитовой фаций и претерпевшими влияние нескольких эндогенных структурно-метаморфических преобразо-

ваний. Многочисленные проявления наложенных высокотемпературных процессов сказались как на самих породах (их составе, текстурно-структурных особенностях, парагенезисах породообразующих минералов), так и на анатомии кристаллов аксессуарного циркона. Достаточно широко в пределах мегаблока распространены эндербито-гнейсы.

В Среднем Побужье эндербито-гнейсы эпизодически обнажаются в долине р. Южный Буг (от г. Гайворон до г. Первомайск) и вскры-

© С.Б. ЛОБАЧ-ЖУЧЕНКО, Л.М. СТЕПАНЮК,  
А.Н. ПОНОМАРЕНКО, В.В. БАЛАГАНСКИЙ,  
С.А. СЕРГЕЕВ, С.Л. ПРЕСНЯКОВ, 2011

ты многочисленными карьерами. Это зелено-вато-серые гнейсовидные породы, характерной чертой которых является наличие двух пироксенов, неоднородный состав (от трондьемитов до диоритов, а в некоторых случаях — до плагиоклазитов (табл. 1)) и полосчатая текстура (светлые лейкократовые полосы чередуются с более темными, обогащенными железисто-магнезиальными силикатами) без четких закономерностей в их пространственном размещении. Все разности эндрбито-гнейсов имеют одинаковый минеральный состав, но разные соотношения минералов.

Структура эндрбито-гнейсов грано-, гетерогранобластовая, среднезернистая. Минеральный состав, вес. %: гиперстен — 5—15; диопсид — 0—10; плагиоклаз (№ 20—35) — 45—90; кварц — 5—35; единичные зерна роговой обманки, граната, очень редко — биотита. Из аксессуарных минералов присутствуют ильменит, магнетит, циркон и апатит. Иногда в результате наложенных процессов в породах увеличивается количество роговой обманки и граната, появляется биотит.

О магматической природе протолита эндрбито-гнейсов свидетельствует анатомия кристаллов циркона. Ранняя "магматическая" генерация циркона в них представлена идиоморфными ядрами с тонкой концентрической

кой зональностью, повторяющей контур ядра (рис. 1).

Для определения времени формирования эндрбито-гнейсов было проведено несколько датировок по циркону с помощью уран-свинцового изотопного метода. В результате с помощью классического уран-свинцового изотопного метода для цирконов из эндрбито-гнейсов, распространенных северо-западнее с. Завалье (карьеры Казачий Яр и Одесский), был получен ряд датировок: 3,1 млрд лет [4], несколько позже — 3,4 [16]. Значительное расхождение значений возраста вызвано "омоложением" цирконов вследствие нарастания на древние ядра магматогенного циркона нескольких, в отдельных кристаллах более двух, оболочек [5, 13], отражающих более молодые эндогенные события. Это закономерно, поскольку навески зерен циркона из полиметаморфических комплексов, используемые при измерении классическим методом, усредняют значения возраста геологических событий, имевших место в ходе их становления. Более достоверный возраст (3,65 млрд лет) был получен Е.В. Бибиковой в результате применения метода локального датирования на ионном микрозонде *Cameca* [19] для ранней генерации сложных кристаллов циркона из этих же эндрбито-гнейсов. Палеоархейские

Таблица 1. Химический состав эндрбито-гнейсов Среднего Побужья, %

Table 1. Chemical composition of enderbite-gneisses of Middle Pobuzhie, %

Номер пробы	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	H <sub>2</sub> O	П. п. п.	Сумма
CP-10-20	70,89	0,40	15,80	2,43	0,60	0,03	0,70	4,50	3,60	0,30	0,11	0,10	0,05	0,34	99,85
CP-10-22	55,50	1,20	15,60	9,00	1,58	0,19	4,00	7,50	3,60	0,30	0,40	0,10	0,05	1,04	100,06
CP-10-23	72,00	0,40	15,30	2,14	0,80	0,04	0,60	4,10	3,60	0,40	0,11	0,09	0,05	0,43	100,06
CP-10-24	62,50	0,90	14,10	6,00	2,50	0,11	2,60	6,00	3,60	0,40	0,36	0,10	0,05	0,71	99,93
UR-22/1	61,03	0,92	16,02	0,98	5,86	0,15	2,69	5,97	4,51	0,78	0,10	0,02	0,23	0,63	99,89
CP-13-3к	56,50	0,90	21,13	4,29	0,80	0,08	2,30	7,30	4,85	0,32	0,40	0,08	0,04	0,7	99,69
CP-13-11	73,50	0,05	15,50	0,44	1,00	0,03	0,40	4,20	4,00	0,50	Сл.	0,10	0,03	0,35	100,1
CP-13-12	61,10	0,80	13,95	6,15	2,70	0,14	3,50	6,50	3,40	0,40	0,34	0,09	0,05	0,75	99,87
CP-13-13	70,60	0,40	13,60	4,14	0,70	0,03	1,20	4,20	3,60	0,40	0,22	0,10	0,05	0,75	99,99
CP-13-13/28	54,76	1,23	20,16	1,04	5,01	0,09	3,11	7,07	6,17	0,40	0,26	0,02	0,08	0,86	100,26
Е-31/3к	63,14	0,47	17,76	1,04	2,58	0,06	2,52	5,77	5,08	0,60	0,11	Сл.	0,10	0,59	99,82
CP-8	65,29	0,50	16,48	2,02	3,22	0,11	1,41	5,38	4,80	0,48	0,30	Н/в	0,05	0,17	100,21
CP-8-15	70,20	0,34	16,26	1,37	2,01	0,05	0,92	4,10	3,78	0,82	0,11	Сл.	0,12	0,33	100,41
CP-11	73,30	0,10	14,70	1,45	0,14	0,08	1,30	2,00	4,00	2,80	0,01	0,05	0,01	0,12	100,06
CP-11-5	64,20	0,30	17,30	2,57	1,55	0,04	1,70	6,20	4,00	1,40	0,10	0,13	0,05	0,43	99,97
CP-14-22	71,28	0,20	16,04	1,20	1,62	0,05	0,71	3,34	3,86	0,92	0,10	0,05	0,05	0,54	99,96

Примечание. Пробы отобраны в карьерах: CP-10-*n* и UR-22/1 — Одесском, CP-13-*n*, Е-31/3 и Е-31/3к — Казачий Яр, CP-8-*n* — Кошаро-Александровском, CP-11-*n* — Гайворонском и CP-14-22 — Завальевском графитовом. Анализы выполнены в лаборатории силикатного анализа ИГМР им. Н.П. Семененко НАН Украины.

Рис. 1. Микрофотографии срезов кристаллов циркона из эндербито-гнейсов Побужья: *a–г* — кристаллы, сложенные тремя генерациями циркона (*a*, *б* — первая генерация представлена тонкозональным ядром; *в*, *г* — реликтами азонального циркона); *д–ж* — кристаллы, сложенные двумя генерациями циркона; *з* — кристалл циркона из лейкосомы, представленной антипертитовым эндербитом, палеосома — эндербито-гнейс; *и* — кристалл циркона из жилы антипертитового эндербита, рассекающей амфибол-двупироксеновый кристаллосланец. Микрозонд *Jeol-733*, режим *COMPO*

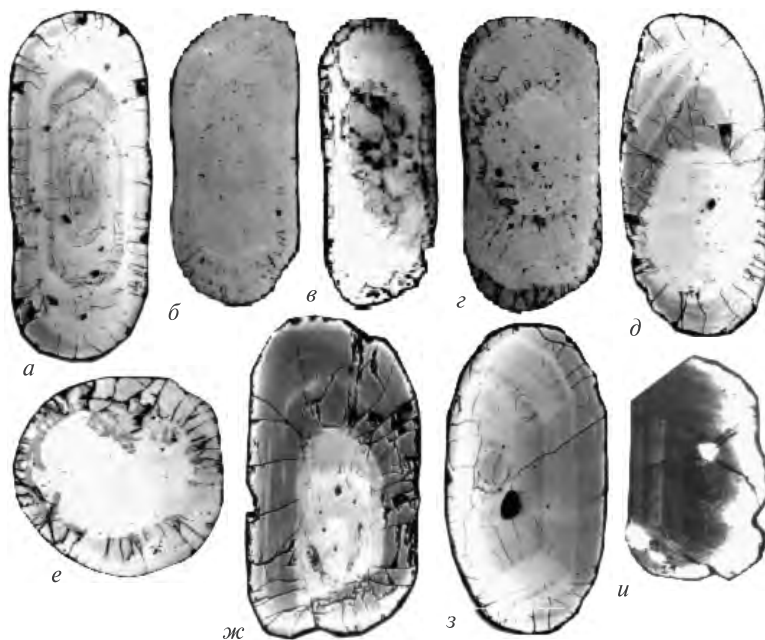


Fig. 1. Microphotos of sections of zircon crystals from hypersthene-plagioclase gneisses (enderbite-gneisses) of Pobuzhie (the Bug area): *a–г* — crystals composed by three generations of zircon (*a*, *б* — the first generation is presented by fine-zonal kernel; *в*, *г* — by relics of azonal zircon); *д–ж* — crystals composed by three generations of zircon; *з* — zircon crystal from leucosoma, presented by antiperthite enderbite, paleosoma — enderbite-gneiss; *и* — zircon crystal from the vein of antiperthite enderbite cutting amphibole-bipyroxene crystal schist. Microprobe *Jeol-733*, mode *COMPO*

значения модельного возраста для этих образований были получены с применением самарий-неодимового метода [12]. На сегодня из-за неоднократной и глубокой структурно-метаморфической переработки пород нет однозначного ответа на вопрос, какой из геологических процессов (вулканизм или интрузивный магматизм) соответствует возрасту 3,65 млрд лет. А это весьма важно для обоснованного выделения днестровско-бугской серии, определения ее природы и возрастного положения. Относительно первичной природы этих образований среди украинских геологов существует несколько точек зрения. Некоторые исследователи [6, 15] относят их к вулканогенно-осадочным образованиям, другие рассматривают в качестве продуктов базификации первичной базитовой [2, 17] или анортозитовой [7] коры. В соответствии с "Кореляционной хроностатиграфической схемой раннего докембрия Украинского щита" [3], эндербито-гнейсы принадлежат к тывровской толще днестровско-бугской серии.

Первый гранулитовый метаморфизм эндербито-гнейсы, возможно, претерпели приблизительно 3,2–3,1 млрд лет назад [8] или, по данным Е.В. Бибиковой [19], около 2,8 млрд лет назад. Близкие значения возраста получе-

ны с помощью классического уран-свинцового изотопного датирования по цирконам из гранат-биотитовых гнейсов (2,84 млрд лет) [5] и по цирконам из мафитовых и ультрамафитовых гранулитов (2,7 млрд лет) [9]. Еще меньшие значения получены по цирконам из метапироксенита (2,32 млрд лет) и основного кристаллосланца (2,36) [9], гранита (2,34) [1] и гранат-биотитового гнейса (2,32 млрд лет) [11]. Поскольку значения 2,36–2,32 млрд лет получены по навескам зерен, то нет полной уверенности в том, что они соответствуют определенным геологическим событиям.

Время проявления последних эндогенных процессов в породах этого района фиксируется формированием анатектических линзовидных и жильных тел антипертитовых эндербитов —  $1992,7 \pm 2,1$  млн лет, чарнокитов —  $2058 \pm 0,8$  [14]. В районах, характеризуемых в этой работе, около 2 млрд лет назад имело место становление мафитовых даек и наложение метаморфических процессов, сопровождавшихся кристаллизацией циркона возрастом около 1,95 млрд лет [5].

Нами с помощью ион-ионного микрозонда *SHRIMP-II* (Центр изотопных исследований ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского, С.-Петербург, Россия), изучены уран-свинцовые изотопные

системы разных генераций циркона из эндрбито-гнейсов, распространенных в районе с. Завалье — карьеры Казачий Яр, Одесский и Завальевский графитовый.

**Характеристика морфологии и состава цирконов.** Кристаллы цирконов практически из всех отобранных нами в разное время проб эндрбито-гнейсов (около 30), вне зависимости от минерального и химического состава породы, имеют весьма похожее и сложное внутреннее строение, обусловленное сочетанием в разных комбинациях трех (изредка четырех) генераций циркона (рис. 1). Как правило присутствуют кристаллы с тонкозональными ядрами, имеющими кристалломорфологически правильные очертания (рис. 1, а, б), на которые нарастают чаще всего две оболочки (рис. 1, а—з). В некоторых кристаллах встречаются ядра незонального циркона или реликты (фрагменты) древних ядер (рис. 1, в, г). Циркон первой оболочки незональный, характеризуется высоким двупреломлением, светло-розового цвета. Вторая, внешняя его оболочка грубозональная, светло- или бледно-розовая, с высоким двупреломлением. Во многих кристаллах

древние ядра отсутствуют и они полностью сложены цирконом, образующим оболочки в описанных выше кристаллах (рис. 1, д—ж), при этом циркон первой оболочки в них выполняет роль ядра. Характерно, что максимально развита (занимает наибольший объем в кристалле) вторая оболочка в цирконах из лейкосомы (рис. 1, з), представленной антипертитовыми эндрбитами, а в жильных телах антипертитовых эндрбитов большинство кристаллов сложены цирконом (рис. 1, и), аналогичным циркону внешней оболочки в кристаллах из эндрбито-гнейсов.

*Проба СР-13-3/28* (восточный борт карьера Казачий Яр, левый берег р. Юж. Буг). Цирконы образуют крупные, удлиненно-призматические, реже — короткопризматические с округленными вершинками, преимущественно двух- и трехфазные кристаллы, центральные части которых практически не прозрачны в катодолюминесценции (CL). Во многих из них хорошо сохранилась тонкая концентрическая (магматическая) зональность. Они характеризуются высоким содержанием U (666—439 ppm), Th (274—641 ppm), Th/U отношение варьиру-

Таблица 2. Результаты U-Pb датирования цирконов из эндрбито-гнейса (пр. СР-13-3/28, карьер Казачий Яр)  
Table 2. Results of U-Pb dating of zircons from enderbite-gneisses, sample CP-13-3/28, Kazatchy Yar open pit

Номер участка анализа	Содержание, ppm			$^{206}\text{Pb}_c$ , %	Изотопные отношения										Возраст, млн лет			Дискордантность	
	U	Th	$^{206}\text{Pb}^*$		измеренные				рассчитанные						$^{206}\text{Pb}$ / $^{238}\text{U}$	±	$^{207}\text{Pb}$ / $^{206}\text{Pb}$		±
					$\frac{^{238}\text{U}}{^{206}\text{Pb}}$	еггор, %	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	еггор, %	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{206}\text{Pb}}$	±, %	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{235}\text{U}}$	±, %	$\frac{^{206}\text{Pb}^*}{^{238}\text{U}}$	±, %					
CP13328.1.1	439	274	292	0,06	1,290	0,78	0,3255	1,0	0,3250	1,0	34,7	1,3	0,7746	0,78	3697	22	3593	16	-2,8
CP13328.2.1	550	257	261	0,04	1,812	0,89	0,1917	0,53	0,1913	0,53	14,55	1,0	0,5516	0,89	2832	20	2753	8,8	-2,8
CP13328.2.2	455	240	218	0,04	1,793	0,79	0,2058	0,5	0,2054	0,51	15,79	0,9	0,5574	0,79	2856	18	2870	8,3	0,5
CP13328.3.1	735	417	373	0,11	1,694	0,76	0,2689	0,61	0,2679	0,61	21,78	1,0	0,5895	0,76	2987	18	3294	9,6	10
CP13328.4.1	574	294	379	0,05	1,301	0,78	0,3309	1,6	0,3305	1,6	34,99	1,7	0,7679	0,78	3673	22	3619	24	-1,5
CP13328.5.1	666	641	391	0,09	1,462	0,78	0,2960	1,5	0,2952	1,5	27,81	1,7	0,6833	0,78	3357	20	3445	24	2,6
CP13328.6.1	1342	216	439	0,01	2,627	0,73	0,1298	1,5	0,1298	1,5	6,81	1,6	0,3806	0,73	2079	13	2095	26	0,8
CP13328.6.2	129	42	40,3	0,47	2,749	0,96	0,1235	1,3	0,1193	1,8	5,95	2,0	0,3617	0,98	1990	17	1945	32	-2,3
CP13328.7.1	623	381	356	0,05	1,504	0,75	0,3018	0,78	0,3013	0,78	27,6	1,1	0,6643	0,75	3284	19	3477	12	5,9
CP13328.8.1	399	150	207	0,05	1,657	0,79	0,2716	2,3	0,2712	2,3	22,55	2,4	0,6031	0,79	3042	19	3313	35	8,9
CP13328.9.1	657	75	375	0,01	1,503	0,88	0,2888	0,32	0,2887	0,32	26,49	0,9	0,6653	0,88	3288	23	3411	4,9	3,7
CP13328.10.1	237	163	75	0,08	2,718	10	0,1319	0,73	0,1312	0,76	6,649	1,3	0,3675	10	2018	17	2114	13	4,8
CP13328.11.1	192	88	126	0,09	1,306	1,0	0,2808	2,4	0,2801	2,5	29,52	2,7	0,7645	1,0	3661	28	3363	38	-8,1
CP13328.12.1	283	153	137	0,26	1,773	1,3	0,2311	1,4	0,2289	1,4	17,74	2,0	0,5621	1,3	2875	30	3044	23	5,9
CP13328.13.1	76	40	43,2	0,18	1,517	1,1	0,2767	0,93	0,2752	0,96	24,94	1,4	0,6573	1,1	3256	28	3336	15	2,4
CP13328.13.2	771	370	347	0,02	1,908	0,76	0,2161	0,34	0,2160	0,35	15,61	0,8	0,5241	0,76	2716	17	2951	5,6	8,6

Примечание. Тут и в табл. 3, 4 ошибки измерений приведены при 1σ;  $\text{Pb}_c$  — содержание обыкновенного и  $\text{Pb}^*$  — радиогенного свинца. Поправка на обыкновенный свинец введена на измеренное содержание изотопа  $^{204}\text{Pb}$ . Номера участков анализа состоят из номера пробы — СР-13-3/28, номера кристаллов — 1—13 и номера участка датирования на кристалле — 1—2 (рис. 2).

Таблица 3. Результаты U-Pb датирования цирконов из эндербито-гнейса (пр. UR-22/1, Одесский карьер)

Table 3. Results of U-Pb dating of zircons from enderbite-gneisses, sample UR-22/1, Odessa open pit

Номер участка анализа	Содержание, ppm			<sup>206</sup> Pb <sub>c</sub> , %	Изотопные отношения										Возраст, млн лет				Дискордантность
	U	Th	<sup>206</sup> Pb*		измеренные				рассчитанные						Возраст, млн лет				
					<sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb	еггор, %	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	еггор, %	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>206</sup> Pb	±, %	<sup>207</sup> Pb*/ <sup>235</sup> U	±, %	<sup>206</sup> Pb*/ <sup>238</sup> U	±, %	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	±	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	±	
UR221.1.1	110	111	68,4	—	1,377	2,2	0,2316	0,85	0,2317	0,85	23,21	2,4	0,726	2,2	3520	60	3064	14	—13
UR221.2.1	113	35	75,8	0,03	1,276	2,2	0,3156	0,87	0,3154	0,87	34,05	2,4	0,783	2,2	3728	62	3547	13	—4,9
UR221.3.1	150	88	89,4	0,06	1,439	2,2	0,3075	2,4	0,3070	2,4	29,39	3,2	0,694	2,2	3399	57	3506	37	3,1
UR221.4.1	27	4	8,75	—	2,608	2,7	0,1331	2,3	0,1335	2,3	7,06	3,6	0,384	2,7	2093	49	2144	40	2,4
UR221.5.1	58	19	27,4	0,19	1,805	2,3	0,2072	1,3	0,2055	1,4	15,66	2,7	0,553	2,3	2836	54	2870	22	1,2
UR221.6.1	166	71	61,1	0,04	2,33	2,2	0,1708	0,84	0,1704	0,87	10,08	2,3	0,429	2,2	2301	42	2562	15	11
UR221.7.1	282	154	109	0,09	2,215	2,1	0,1831	1,5	0,1823	1,5	11,33	2,6	0,451	2,1	2399	42	2674	25	11
UR221.7.2	36	11	11,4	0,77	2,752	2,5	0,1226	2,1	0,1158	3,5	5,75	4,3	0,360	2,6	1982	44	1892	62	—4,6
UR221.8.1	122	57	63,4	0,03	1,66	2,3	0,2944	0,68	0,2942	0,68	24,43	2,4	0,602	2,3	3039	55	3440	11	13
UR221.9.1	150	98	72,1	0,04	1,781	2,2	0,2521	0,67	0,2518	0,68	19,48	2,3	0,561	2,2	2872	50	3196	11	11

Примечание. Номера участков анализа состоят из номера пробы — UR-22/1, номера кристаллов — 1—9 и номера участка датирования на кристалле — 1—2 (рис. 4).

ет незначительно (0,51—0,91). Два зерна возрастом 2 млрд лет имеют более низкое значение Th/U отношения (0,16 и 0,32) (табл. 2).

В пробе UR-22/1 (центральная часть северо-западного борта Одесского карьера, правый берег р. Юж. Буг) присутствуют цирконы, представленные весьма разнообразными типами как по удлинению (от удлиненно-призматических до изометричных), так и по окраске (коричневые, коричневато-, серовато- и светло-розовые). Цирконы как правило сложены тремя или двумя генерациями. Ядра трехфазных зерен (преимущественно это удлиненно-призматические кристаллы) серого или темно-серого цвета в CL с отчетливой магматической зональностью, которая срезается серой в CL, однородной метасоматической (?) каймой. Метасоматический процесс, обусловивший образование этой каймы, был достаточно интенсивным, судя по тому, что у многих зерен были полностью растворены копьевидные окончания кристаллов. Внешняя кайма у большинства зерен светлая в CL. Все зерна характеризуются умеренным содержанием U и Th: три зерна с наибольшими значениями возраста по <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb (3547—3440 млн лет) имеют средние значения 125 и 60 ppm соответственно, а Th/U отношение — 0,47 (табл. 3).

Проба CP-14-22 (северный борт Завальевского графитового карьера, третий уступ снизу от дороги) содержит удлиненно-призматические, крупные цирконы (от 250×130 до 500×150 мк). Здесь значительно больше ко-

роткопризматических и изометричных зерен, чем в двух предыдущих пробах. Для кристаллов циркона характерна широкая гамма окрасок — от коричневой до светло-розовой, при этом многие кристаллы имеют неоднородную окраску, более темную в центральной части и светлую в периферической. Кристаллы сложные, многофазные. В отдельных кристаллах наблюдается несколько темных (черных, серых) зон в CL, разделенных светлыми. Для большей части зерен, в том числе имеющих наибольший возраст, характерно высокое содержание U, Th/U отношение варьирует от 0,07 до 0,46.

**Методика изотопных исследований.** U-Pb датирование цирконов было выполнено на ионном микрозонде SHRIMP-II в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского. Отобранные вручную зерна цирконов были имплантированы в эпоксидную смолу вместе с зернами цирконовых стандартов TEMORA и 91500. Далее зерна цирконов были сошлифованы и приполированы приблизительно на половину своей толщины. Для выбора участков (точек) датирования на поверхности зерен использованы оптические (в проходящем и отраженном свете) и катодолюминесцентные изображения, отражающие внутреннюю структуру и зональность цирконов. Измерения U/Pb отношений на SHRIMP-II проведены по методике, описанной в статье [22]. Интенсивность первичного пучка молекулярных отрицательно заряженных ионов

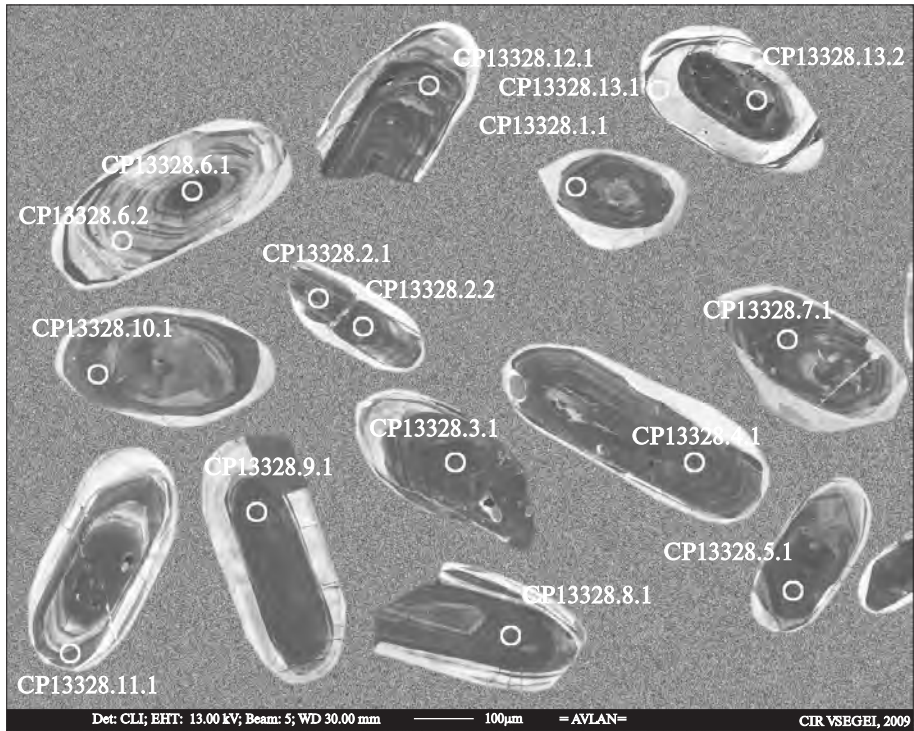


Рис. 2. Микрофотографии срезов кристаллов циркона из эндербито-гнейса, пр. CP-13-3/28, карьер Казачий Яр, катодоллюминесценция

Fig. 2. Microphotos of sections of zircon crystals from enderbite-gneiss, sample CP-13-3/28, Kazachy Yar open pit, cathodoluminescence

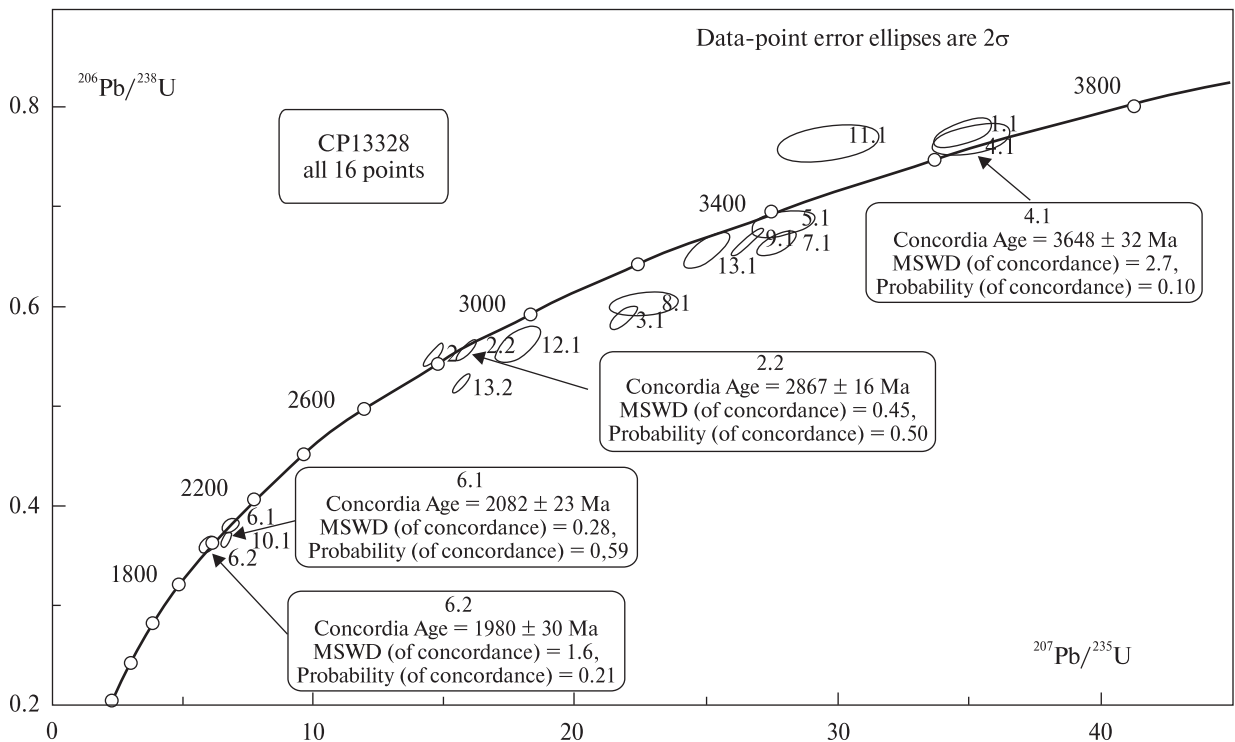


Рис. 3. Уран-свинцовая диаграмма с конкордией для цирконов из эндербито-гнейса, пр. CP-13-3/28

Fig. 3. Uranium-lead diagram with concordia for zircons from enderbite-gneiss, sample CP-13-3/28

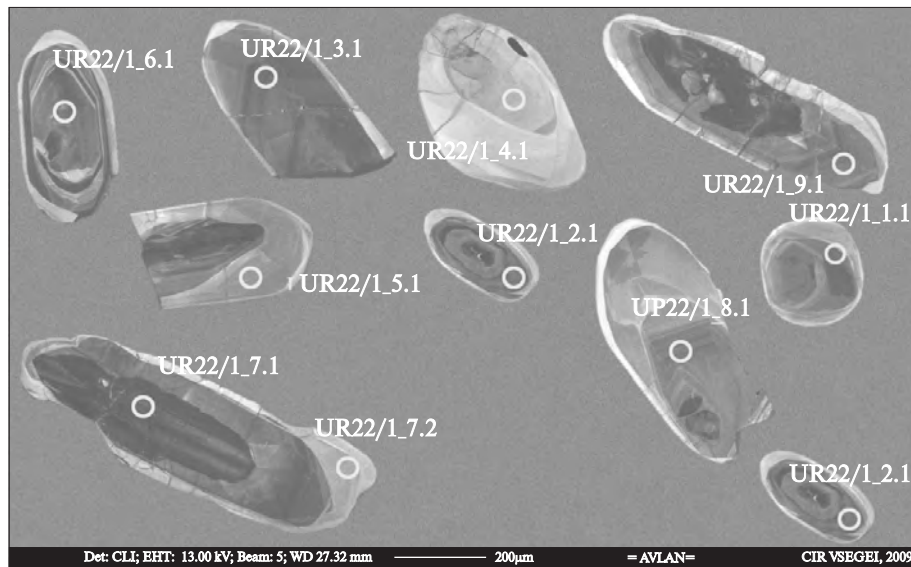


Рис. 4. Микрофотографии срезов кристаллов циркона из эндербито-гнейса, пр. UR-22/1, Одесский карьер, катодолуминесценция

Fig. 4. Microphotos of sections of zircon crystals from enderbite-gneiss, sample UR-22/1, Odessa open pit, cathodoluminescence

кислорода составляла 4 нА, диаметр пятна (кратера) составлял 18 мкм. Обработка полученных данных осуществлена с использованием программы *SQUID* [21]. U/Pb отношения нормализовались на значение 0,0668, приписанное стандартному циркону *TEMORA*, которое соответствует возрасту этого циркона 416,75 млн лет [18]. Погрешности единичных анализов (значений отношения и возраста) приводятся на уровне 1σ, погрешности вычисленных значений конкордантного возраста и пересечений с конкордией — на уровне 2σ. Графики с конкордией построены с использованием программы *ISOPLOT/EX* [20].

**Результаты исследований и их интерпретация.**

Для определения возраста разных генераций циркона нами изучены кристаллы, выделенные из трех проб эндербито-гнейсов: *CP-13-3/28* (карьер Казачий Яр), *UR-22/1* (Одесский карьер) и *CP-14-22* (Завальевский графитовый карьер).

Наиболее древние значения изотопного возраста (по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) получены для ядер цирконов из эндербито-гнейсов карьера Казачий Яр (пр. *CP-13-3/28*) — 3620—3593 млн лет, характеризующихся тонкой магматической зональностью (рис. 2; табл. 2), при этом самый древний возраст имеет ядро зерна 4.1 (табл. 2) —  $3619 \pm 24$  млн лет (конкордантный возраст  $3648 \pm 32$  млн лет, рис. 3), аналогичное ранее полученному значению для зональных ядер [19]. Для других ядер с

"магматической" зональностью (1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 5.1, 7.1, 8.1, 9.1, 11.1, 12.1 и 13.1, рис. 2) получены заметно меньшие и достаточно дискордантные, за исключением кристалла 2, значения возраста (*CP13328.2.1*, *CP13328.2.2*, табл. 2) —  $2867 \pm 16$  млн лет (рис. 3).

В пробе присутствуют кристаллы циркона с более низким содержанием урана, для которых получен (по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) возраст 3336 млн лет (участок датирования 13,1, рис. 2; табл. 2). Незначительную дискордантность имеют обе генерации циркона кристалла 6, для которых получены протерозойские

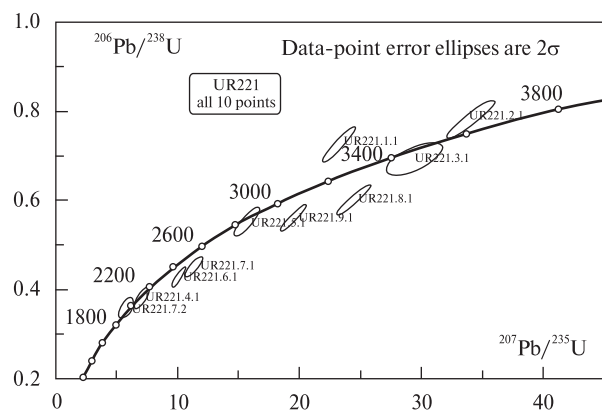


Рис. 5. Уран-свинцовая диаграмма с конкордией для цирконов из эндербито-гнейса, пр. UR-22/1

Fig. 5. Uranium-lead diagram with concordia for zircons from enderbite-gneiss, sample UR-22/1

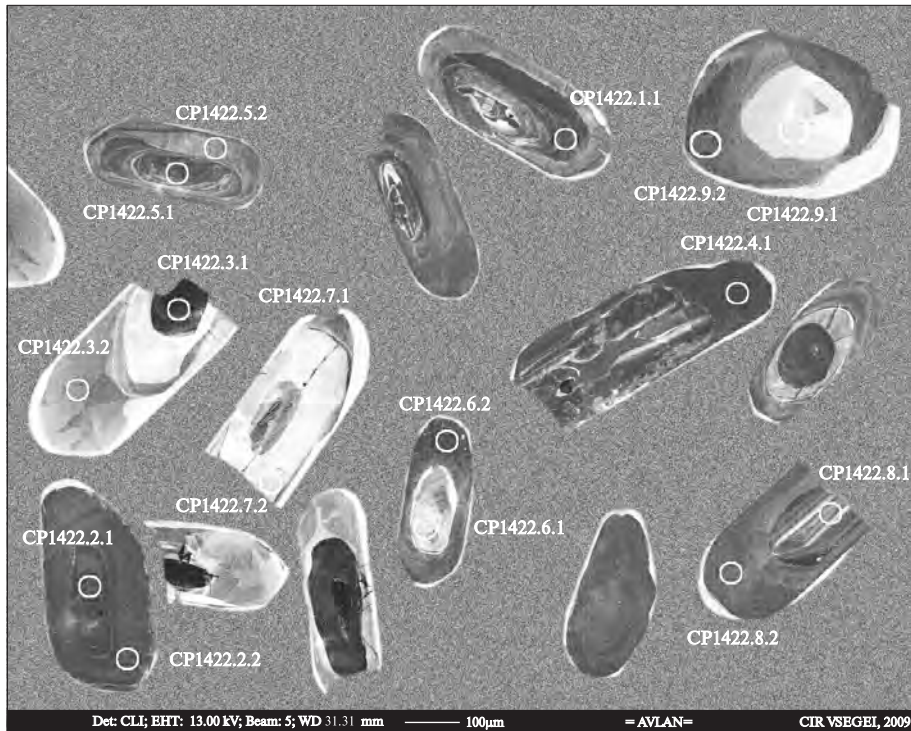


Рис. 6. Микрофотографии срезов кристаллов циркона из эндербито-гнейса, пр. CP-14-22, Завальевский графитовый карьер, катодолуминесценция

Fig. 6. Microphotos of sections of zircon crystals from enderbite-gneiss, sample CP-14-22, Zavalie graphite open pit, cathodoluminescence

Таблица 4. Результаты U-Pb датирования цирконов из эндербито-гнейса (пр. CP-14-22, Завальевский графитовый карьер)

Table 4. Results of U-Pb dating of zircons from enderbite-gneisses, sample CP-14-22, Zavalie graphite open pit

Номер участка анализа	Содержание, ppm			$^{206}\text{Pb}_c$ , %	Изотопные отношения										Возраст, млн лет			Дискордантность	
	U	Th	$^{206}\text{Pb}^*$		измеренные				рассчитанные						$^{206}\text{Pb}$ $^{238}\text{U}$	$\pm$	$^{207}\text{Pb}$ $^{206}\text{Pb}$		$\pm$
					$\frac{^{238}\text{U}}{^{206}\text{Pb}}$	error, %	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	error, %	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{206}\text{Pb}}$	$\pm$ , %	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{235}\text{U}}$	$\pm$ , %	$\frac{^{206}\text{Pb}^*}{^{238}\text{U}}$	$\pm$ , %					
CP1422.1.1	1309	209	751	0,06	1,498	2	0,2683	0,89	0,2678	0,9	24,63	2,2	0,667	2	3294	51	3293	14	0,0
CP1422.2.1	1061	72	595	0,00	1,532	1,9	0,2655	0,33	0,2655	0,33	23,89	2	0,653	1,9	3238	49	3280	5,2	1,3
CP1422.2.2	1002	257	415	0,01	2,076	1,9	0,1812	0,39	0,1810	0,39	12,02	2	0,4816	1,9	2534	41	2662	6,4	5,1
CP1422.3.1	1230	236	498	0,20	2,123	1,9	0,1839	0,46	0,1821	0,48	11,80	2	0,4698	1,9	2482	40	2672	7,9	7,6
CP1422.3.2	271	93	86,8	0,01	2,684	2	0,1225	0,76	0,1224	0,76	6,29	2,1	0,3726	2	2042	35	1992	13	-2,4
CP1422.4.1	1190	478	471	0,03	2,169	1,9	0,1604	1,2	0,1601	1,3	10,17	2,3	0,4608	1,9	2443	39	2457	21	0,6
CP1422.5.1	1936	890	1180	—	1,406	1,9	0,2654	0,5	0,2654	0,5	26,02	2	0,711	1,9	3463	52	3279	7,8	-5,3
CP1422.5.2	360	133	162	0,03	1,905	2	0,1827	0,88	0,1824	0,89	13,20	2,2	0,525	2	2719	44	2675	15	-1,6
CP1422.6.1	218	77	101	0,07	1,848	2	0,2154	1,2	0,2148	1,2	16,01	2,3	0,540	2	2786	45	2942	19	5,6
CP1422.6.2	1144	375	517	0,56	1,903	1,9	0,2217	3,4	0,2167	3,5	15,58	4	0,521	1,9	2705	43	2956	56	9,3
CP1422.7.1	73	212	30,5	0,00	2,048	2,3	0,1823	1,1	0,1823	1,1	12,27	2,5	0,488	2,3	2563	49	2674	17	4,3
CP1422.7.2	82	213	34,6	0,09	2,048	2,2	0,1819	1,1	0,1810	1,2	12,17	2,5	0,488	2,2	2560	46	2662	19	4,0
CP1422.8.1	301	98	171	0,01	1,512	2	0,2665	0,73	0,2664	0,73	24,28	2,1	0,661	2	3271	51	3285	12	0,4
CP1422.8.2	688	199	325	0,04	1,819	1,9	0,1928	0,41	0,1925	0,42	14,59	2	0,550	1,9	2823	45	2764	6,9	-2,1
CP1422.9.1	72	181	27,7	0,48	2,225	2,3	0,1601	1,1	0,1559	1,5	9,60	2,8	0,447	2,3	2381	46	2411	25	1,3
CP1422.9.2	329	324	140	0,01	2,017	2	0,1823	0,55	0,1823	0,56	12,46	2,1	0,4959	2	2596	42	2674	9,2	3,0

Примечание. Номера участков анализа состоят из номера пробы — CP-14-22, номера кристаллов — 1—9 и номера участка датирования на кристалле — 1—2 (рис. 6).



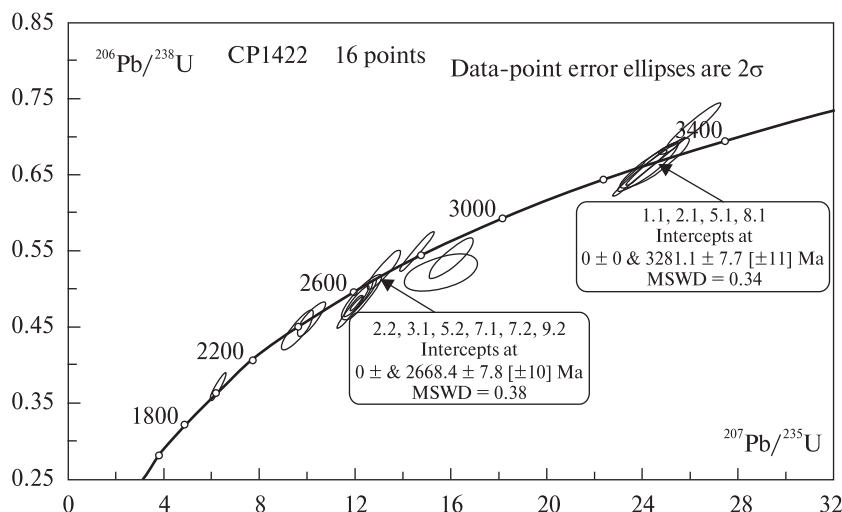


Рис. 7. Уран-свинцовая диаграмма с конкордией для цирконов из эндербито-гнейса, пр. *CP-14-22*

Fig. 7. Uranium-lead diagram with concordia for zircons from enderbite-gneiss, sample *CP-14-22*

значения возраста —  $2082 \pm 23$  млн лет (конкордантный возраст, рис. 3) для ядра и  $1980 \pm 30$  млн лет (конкордантный возраст, рис. 3) для низкоурановой оболочки.

Уран-свинцовые изотопные системы цирконов пр. *UR-22/1* (рис. 4) также в основном дискордантны. Тем не менее практически конкордантные значения, полученные для ряда зерен, отражают три события. Для ядра с магматической зональностью (зерно 3) получено значение  $3506 \pm 37$  млн лет (дискордантность 3,1, табл. 3). Следующий из наиболее достоверных (конкордантных) — возраст малоурановой генерации циркона (анализ 5.1) —  $2870 \pm 22$  млн лет (табл. 3), что совпадает с ранее полученной датировкой "гранулитового" циркона [19]. Третье, протерозойское, событие соответствует возрасту  $2144 \pm 40$  млн лет (табл. 3), полученному для низкоуранового ядра кристалла 4 (рис. 5).

Большинство изотопных значений возраста циркона из эндербито-гнейса, отобранного в Завальевском графитовом карьере (пр. *CP-14-22*), оказались практически конкордантными (табл. 4). В то же время возраст тонкозональных ядер заметно моложе (по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) возраста аналогичных ядер в двух предыдущих пробах и равен  $3281,1 \pm 7,7$  млн лет (средневзвешенное значение по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ , рис. 6, 7). Кроме возраста важное отличие зональных ядер в кристаллах циркона пр. *CP-14-22* — более высокое содер-

жание урана — 1000—1900 ppm, за исключением ядра 8.1, содержащего 300 ppm урана (табл. 4), тогда как в цирконе пр. *CP-13-3/28* его концентрация составляет 700—280 (табл. 2), а в пр. *UR-22/1* не превышает 200 ppm (табл. 3).

Второе достоверное событие проявилось в кристаллах циркона формированием высокоурановой (темной в *CL*) азональной генерации циркона, наблюдаемой чаще всего в виде оболочек (например, кристаллы 2, 5, 8, рис. 6), реже — ядер (как в кристалле 3, рис. 6). Средневзвешенное значение возраста (по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ), полученного для этой генерации циркона, —  $2668 \pm 17$  млн лет.

Аналогичный возраст — 2674 и 2662 млн лет (по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ), получен и для низкоурановой оболочки в кристалле 7 (см. анализы *CP1422.7.1* и *CP1422.7.2*, табл. 4). В то же время для высокоурановой незональной оболочки в кристалле 4 получен практически конкордантный, но значительно меньший возраст (2450 млн лет, анализ *CP1422.4.1*), а для оболочки в кристалле 8 — близкий к конкордантному, но выше него (по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) — 2674 млн лет, что невозможно объяснить без дополнительных исследований.

Близкое к конкордантному (по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  — 1992 млн лет) значение получено для серой в *CL* оболочки кристалла 3 (табл. 4; рис. 6), что отражает, как и в двух других пробах эндербито-гнейсов, раннепротерозойские структурно-метаморфические преобразования.

**Обсуждение результатов и основные выводы.**

1. Первый и наиболее важный результат — установление трех этапов магматизма в архее Побужья с помощью датирования имеющих зональное строение ядер цирконов из эндербито-гнейсов из трех разных участков: 3,65 млрд лет — становление протолита эндербито-гнейса (тоналита/дацита) (карьер Казачий Яр); 3,5 млрд лет — кристаллизация протолита (кварцевого диорита/андезита) (карьер Одесский) и 3,28 млрд лет — внедрение протолита эндербито-гнейса (тоналита/дацита) (Завальевский графитовый карьер).

Как отмечено выше, в настоящее время нет достоверных доказательств интерпретации первичной природы эндербито-гнейсов: являются ли они эффузивными или интрузивными образованиями или среди них присутствуют и те, и другие. Учитывая сложную и длительную структурно-метаморфическую историю региона, для каждого типа породы требуется всесторонняя информация для реставрации ее происхождения.

2. Значительные структурно-метаморфические события имели место около 2,6—2,67 млрд лет назад. В эндербито-гнейсе Завальевского графитового карьера несколько зерен (пр. СР-14-22) дают конкордантный возраст  $2668 \pm 8$  млн лет (рис. 7). Зерна незональные, имеют высокое и низкое содержание урана (табл. 4). Аналогичный возраст для процесса метаморфизма получен в пр. UR-22/1 в Одесском карьере. Возможно, что этому этапу соответствовало становление или метаморфизм основных пород (кристаллосланцев и метасульфидов), вскрытых карьерами Одесский и Казачий Яр [9].

3. Последнему этапу структурно-метаморфического преобразования эндербито-гнейсов, происходившему в протерозое, соответствуют внешние каймы кристаллов циркона, для которых получены такие значения возраста по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  — 2144 и 1892 млн лет (пр. UR-22/1, точки 4.1 и 7.2) (рис. 4; табл. 3); 1945 и 2114 млн лет (пр. СР-13-3/28, точки 6.2 и 10,1 (рис. 2; табл. 2) и 1992 млн лет (пр. СР-14-22, точка 3,2) (рис. 6; табл. 4). В это время имело место становление даек, соответствующих по химическому составу габбро и вмещающих метаморфогенный циркон, кристаллизовавшийся около 1,95 млрд лет назад [5]. Можно предположить, что полученные вариации значений возраста по отношению  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  в изученных пробах в интервале 2144—1945 млн

лет отражают некую последовательность и/или асинхронность эндогенных процессов.

Об асинхронности протекания эндогенных процессов в макромасштабе свидетельствуют уран-свинцовые изотопные датировки цирконов, полученные, в том числе, за пределами изученных участков: антипертитовые эндербиты Верхнего Побужья были сформированы 2,06—2,04 млрд лет назад [10], на Среднем Побужье анатектическое плавление более ранних чарнокитоидов и образование линзовидных и жильных тел эндербитов в Гайворонском блоке имело место  $1993 \pm 2$  млн лет назад, эндербитов в Ятранском блоке —  $2026 \pm 6$  и чарнокитов в Первомайском —  $2058 \pm 0,8$  млн лет назад [14].

*Работа выполнена в рамках проекта № 48/08-Ф НАН Украины и РФФИ 08-05-90416Укр\_а.*

*Авторы выражают благодарность академику НАН Украины Н.П. Щербаку за ценные советы при обсуждении работы.*

1. Бобров О.Б., Сиворонов А.О., Степанюк Л.М. та ін. Геологічна позиція та вік гранітів Майського золоторудного родовища (Середнє Побужжя) // Мінерал. журн. — 1999. — 21, № 4. — С. 83—86.
2. Виноградов Г.Г. О генезисе пироксеновых гнейсов и некоторых вопросах стратиграфии докембрия Среднего Побужья УКМ // Петрография докембрия Русской платформы. — Киев : Наук. думка, 1970. — С. 352—358.
3. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита : схема та поясн. зап. / К.Ю. Єсипчук, О.Б. Бобров, Л.М. Степанюк та ін. — К. : УкрДГРІ, 2004.
4. Лесная И.М. Геохронология чарнокитоидов Побужья. — Киев : Наук. думка, 1985. — 133 с.
5. Лесная И.М., Плоткина Т.Э., Степанюк Л.М., Бартицкий Е.Н. Возрастные этапы формирования мафит-ендербитовой ассоциации Побужья // Геохимия и рудообразование. — 1995. — № 21. — С. 56—69.
6. Нижній докембрій західної частини Українського щита (візастні комплекси і формації) / В.М. Лазько, В.П. Кирилюк, А.А. Сиворонов, Г.М. Яценко. — Львів : Вища шк., 1975. — 239 с.
7. Никулина Э.А. Петрогенезис и структурообразование в докембрии юго-западной части Украинского щита. — Киев : Наук. думка, 1991. — 104 с.
8. Плоткина Т.Э. Геохимия и петрология эндербито-гнейсов и кристаллосланцев Хашевато-Завальевского блока Украинского щита : Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / АН Украины. Ин-т геохимии, минералогии и рудообразования. — Киев, 1994. — 24 с.
9. Степанюк Л.М. Кристаллогенезис и возраст цирконов из пород мафит-ультрамафитовой ассоциации Среднего Побужья // Минерал. журн. — 1996. — 18, № 4. — С. 10—19.

10. Степанюк Л.М. Хронология формирования гранулитовых комплексов Верхнего Побужья, по данным цирконометрии // Там же. — 1997. — **19**, № 6. — С. 71—76.
11. Степанюк Л.М. Хронология проявления эндогенных процессов в гранулитовых комплексах Днепровско-Бугского мегаблока (конец архея — ранний протерозой) // Там же. — 1998. — **20**, № 2. — С. 68—73.
12. Степанюк Л.М., Бибикина Е.В., Клайсен С., Скобелев В.М. Sm-Nd изотопная система в докембрийских породах западной части Украинского щита // Там же. — № 5. — С. 72—79.
13. Степанюк Л.М., Лесная И.М., Бартницкий Е.Н. Генезис и возраст циркона из чарнокитоидов Завальевского блока Среднего Побужья // Там же. — 1995. — **17**, № 5. — С. 30—39.
14. Степанюк Л.М., Скобелев В.М., Довбуш Т.И., Пономаренко О.М. Ше раз про вік двопольовошпатових палінгенно-анатектичних чарнокітоїдів Побужжя // 36. наук. пр. УкрДГРІ. — 2007. — № 4. — С. 49—55.
15. Стратиграфические разрезы Украинского щита / Н.П. Щербак, К.Е. Есипчук, Б.З. Берзенин и др. — Киев : Наук. думка, 1985. — 168 с.
16. Щербак Н.П., Лесная И.М., Бартницкий Е.Н. и др. Древнейшие цирконы Побужья // Докл. АН УССР. Сер. Б. — 1990. — № 4. — С. 29—33.
17. Яковлев Б.Г., Степченко С.Б. Минеральные равновесия и условия метаморфизма докембрийских мафитов. — Киев : Наук. думка, 1985. — 224 с.
18. Black L.P., Kato S.L. et al. TEMORA 1 : a new zircon standard for U-Pb geochronology // Chem. Geol. — 2003. — **200**. — P. 155—170.
19. Claesson S., Bibikova E., Bogdanova S., Skobelev V. Archaean Terranes, Palaeoproterozoic Reworking and Accretion in the Ukrainian Shield, East-European Craton // European Lithosphere Dynamics. — Geol. Soc. of London, 2006. — P. 645—654.
20. Ludwig K.R. User's manual for Isoplot / Ex, Version 2.10, A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication. — 1999. — No 1a, 2455 Ridge Road, Berkeley CA 94709, USA.
21. Ludwig K.R. SQUID 1.00, A User's Manual ; Berkeley Geochronology Center Special Publication. — 2000. — No 2, 2455 Ridge Road, Berkeley, CA 94709, USA.
22. 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, W.I. Ridley. — 1998. — P. 1—35. — (Revs in Econ. Geol. ; Vol. 7).

Поступила 7.12.2010

С.Б. Лобач-Жученко, Л.М. Степанюк,  
О.М. Пономаренко, В.В. Балаганський,  
С.А. Сергеев, С.Л. Пресняков

#### ВІК ЦИРКОНІВ ІЗ ЕНДЕРБИТО-ГНЕЙСІВ СЕРЕДНЬОГО ПОБУЖЖЯ (ДНІСТРОВСЬКО- БУЗЬКИЙ МЕГАБЛОК УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА)

За допомогою іон-іонного мікрозонда SHRIMP-II вивчено уран-свинцеві ізотопні системи різних генерацій циркону із трьох проб ендербіто-гнейсів, поши-

рених в районі с. Завалля (Середнє Побужжя) — кар'єрах Одеському, Козачий Яр та Заваллівському графітовому. Протолітом ендербіто-гнейсів були магматичні породи, про що свідчить анатомія кристалів циркону. Рання "магматична" генерація циркону в них представлена ідіоморфними ядрами з тонкою концентричною зональністю, що повторює контур ядра. У всіх трьох пробах кристали циркону складні, представлені кількома генераціями. Отримані значення достовірних (конкордантних) дат лежать у віковому інтервалі 3,65—1,99 млрд рр. Найдавніший достовірний вік  $3648 \pm 32$  млн рр. отримано для концентрично зонального ядра у кристалі циркону із ендербіто-гнейсу кар'єру Козачий Яр. Інші конкордантні значення віку: зональне ядро —  $2867 \pm 16$ , високоуранове незональне ядро —  $2082 \pm 23$  і низькоуранова оболонка —  $1980 \pm 30$  млн рр., відображають накладені структурно-метаморфічні перетворення вихідних порід. Практично конкордантні значення віку, отримані для деяких зерен циркону із ендербіто-гнейсу Одеського кар'єру, відображають три події —  $3506 \pm 37$  — для ядра з магматичною зональністю,  $2870 \pm 22$  — для низькоуранової оболонки циркону і  $2144 \pm 40$  млн рр. — для низькоуранового ядра. Вік найдревніших ядер із ендербіто-гнейсу Заваллівського графітового кар'єру помітно менший —  $3281,1 \pm 7,7$  млн рр. Багато які структурно-метаморфічні перетворення, що добре проявилися в анатомії кристалів циркону, і отримані значення віку яких є достатньо надійними, вихідні тоналіти зазнали  $2668 \pm 17$  млн рр. та близько 2,0 млрд рр. тому.

S.B. Lobach-Zhuchenko, L.M. Stepanyuk,  
O.M. Ponomarenko, V.V. Balaganskiy,  
S.A. Sergeev, S.L. Presnyakov

#### AGE OF ZIRCONS FROM ENDERBITE-GNEISSES OF MIDDLE POBUZHIE (DNIESTER-BUG MEGABLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD)

In Middle Pobuzhie enderbite-gneisses are locally outcropped along South Bug River valley, from Gaivoron to Pervomaisk. These are greenish-grey gneissic rocks which characteristic features are the bipyroxene composition, heterogeneity of composition (from trondiemites to diorites, and sometimes plagioclases).

Uranium-lead isotopic systems of different zircon generations from three samples of enderbite-gneisses, distributed in the area of Zavalie (Middle Pobuzhie) — Odessa open pit, Kazatchy Yar open pit and Zavalie graphite open pit, are studied with the help of ion-ionic microprobe (SHRIMP-II). Magmatic rocks, on which the anatomy of zircon crystals of indicate, were a protolytith to enderbite-gneisses. Early "magmatic" generation of zircon in them is represented by idiomorphic cores with the thin concentric zoning that outline repeatedly contour of the core.

In all three samples zircon crystals are complex and represented by several generations of mineral.

Obtained numerical values of true (concordant) ages lay in age interval of 3.65—1.99 billion years. The most ancient true age of  $3648 \pm 32$  million years is obtained for concentrically zonal core of zircon crystal from enderbite-

gneiss of Kazatchy Yar open pit. Moreover, there are also other concordant age values —  $2867 \pm 16$  million years for zonal core;  $2082 \pm 23$  million years for high-uranium non-zonal core and  $1980 \pm 30$  million years for low-uranium rim — that reflect imposed structural-metamorphic transformations of initial rocks.

Practically concordant age values are received on some zircon grains from enderbite-gneisses of Odessa open pit inciting on three events —  $3506 \pm 37$  million years for core with magmatic zoning;  $2870 \pm 22$  million years for low-uranium generation of zircon;  $2144 \pm 40$  million years for low-uranium core.

In addition, a number of discordant ages, with numerical age values (on  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  ratio) of 3620—2753 mil-

lion years is received for zonal cores of crystals of zircon from enderbite-gneisses of Kazatchy Yar and Odessa open pits.

The age of the most ancient cores of enderbite-gneiss from Zavalie graphite open pit is much low,  $3281.1 \pm 7.7$  million years. Structural-metamorphic transformations that are clearly distinguished in anatomy of zircon crystals of primary tonalites are dated at  $2668 \pm 17$  million years and about 2.0 billion years, which age values looks reliable enough.

The variations of age values received from studied samples within the age interval of (on ratio  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) 2144—1945 million years probably reflect certain sequence and/or asynchronous nature of endogenic processes.