

УДК 552.4 : 550.4 : 550.93 (477)

Г.В. Артеменко¹, Е.В. Бибикова²,
И.А. Самборская¹, В.В. Демедюк¹, И.А. Швайка¹

¹ Институт геохимии, минералогии и рудообразования
им. Н.П. Семеново НАН Украины
03680, г. Киев-142, Украина, пр. Акад. Палладина, 34
E-mail: regul@igmof.gov.ua

² Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
19991, г. Москва, Россия, ул. Косыгина, 19

ВОЗРАСТ, ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ЭТАПЫ МЕТАМОРФИЗМА ПОРОД ЗАПАДНОПРИАЗОВСКОЙ СЕРИИ (ПРИЗОВСКИЙ МЕГАБЛОК)

Установлен мезоархейский (2,91 млрд лет) возраст биотитовых гнейсов кайинкулакской толщи, обнажающихся в нижнем течении р. Кайинкулак. Они близки по возрасту гранитоидам обиточненского и шевченковского комплексов Салтычанского антиклинория. По геохимическим данным, протолитом биотитовых гнейсов были плагиогранитоиды тоналит-грондьеит-гранодиоритовой (ТТГ) серии, которые претерпели сильный дислокационный метаморфизм 2,08 млрд лет тому назад. Присутствие в архейских биотитовых и биотит-амфиболовых гнейсах останцов таконитов, двупироксеновых кристаллосланцев, гранат-биотитовых гнейсов и других пород свидетельствует об их внедрении в более древнюю супракрупную толщу и указывает на их аллохтонное положение. Геохронологические данные свидетельствуют, что широко распространенные в Западном Приазовье плагиогнейсы, которые относятся к кайинкулакской толще, — это сильно дислоцированные в палеопротерозое плагиогранитоиды ТТГ серий, формировавшиеся (как и в Среднеприднепровском мегаблоке) в течение двух этапов: 2,91—2,95 и 3,0—3,12 млрд лет тому назад.

Ключевые слова: Западное Приазовье, гнейсы, кайинкулакская толща, дислокационный метаморфизм, ТТГ серия, изотопный возраст.

Введение. Западно-Приазовский блок сложен преимущественно мезоархейскими гранитоидами, формирующими гранитно-купольные структуры, среди которых выделяются останцы зеленокаменных структур (ЗС) [3]. Высокометаморфизованные породы наблюдаются в виде полосовидных тел сравнительно небольших размеров в обрамлении мезоархейских гранитно-купольных структур. Возраст, генезис и геодинамические условия формирования высокометаморфизованных комплексов изучены слабо, что объясняется фрагментарностью их разрезов, высокой степенью гранитизации и интенсивными дислокационными преобразованиями.

В настоящее время среди высокометаморфизованных пород ареального распространения выделяют две серии пород — западно-приазовскую, представленную метабазами и плагиогнейсами (более древнюю), и пеструю по составу центральноприазовскую, сложенную графитовыми, силлиманитовыми, ставролитовыми, кордиеритовыми, гранатовыми и другими гнейсами и сланцами, рудными и безрудными кварцитами, кристаллическими известняками и основными кристаллосланцами [5, 6, 9, 10].

Наиболее сложной проблемой оказывается расчленение монотонных по составу плагиогнейсов, принадлежащих к кайинкулакской толще западноприазовской серии и считающихся палеоархейскими [10], что, однако, не было подтверждено геохронологическими дан-

© Г.В. АРТЕМЕНКО, Е.В. БИБИКОВА, И.А. САМБОРСКАЯ,
В.В. ДЕМЕДЮК, И.А. ШВАЙКА, 2013

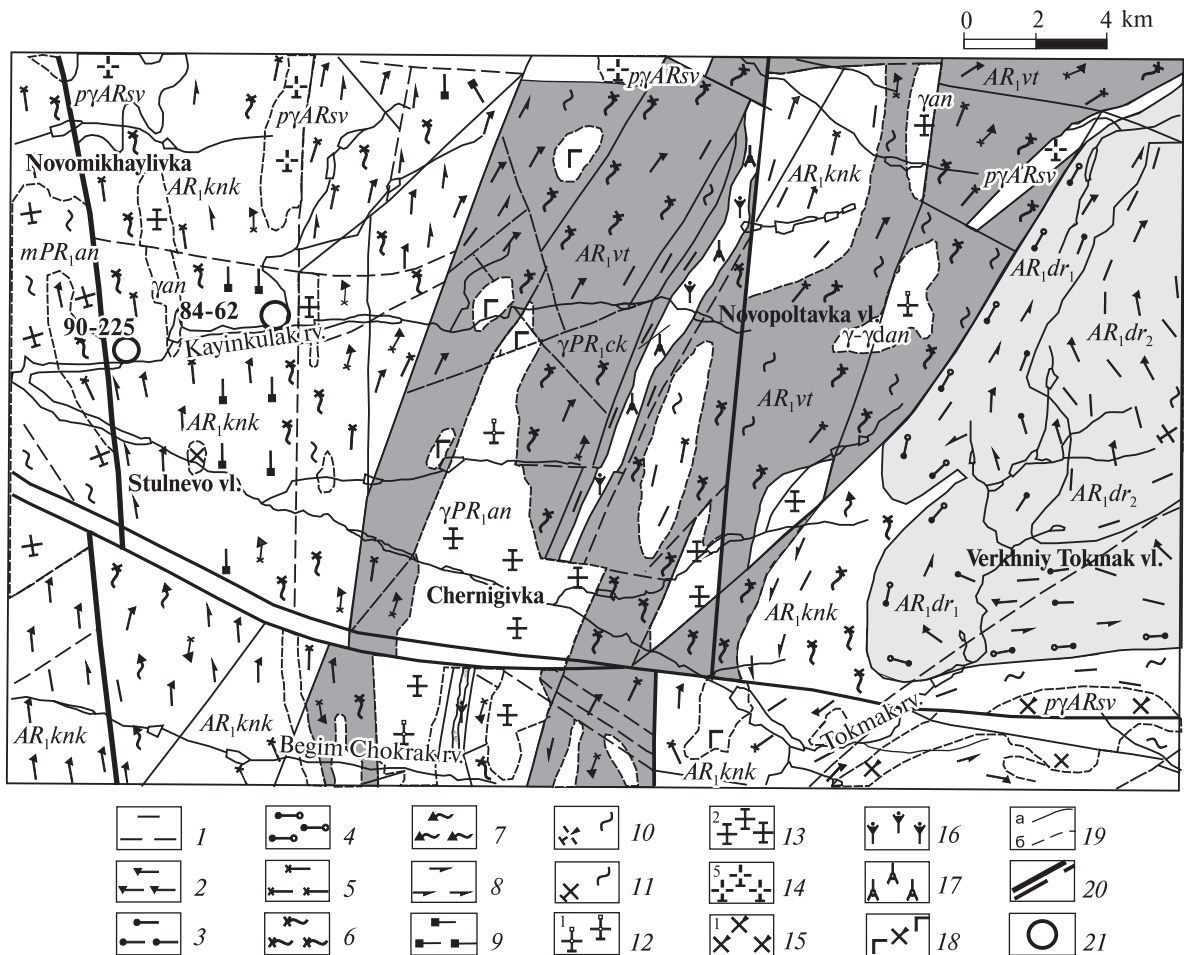


Рис. 1. Упрощенная геологическая карта участка работ по [2] с изменениями: 1 — гнейсы биотитовые, 2 — гнейсы биотит-амфиболовые, 3 — гнейсы гранатовые, 4 — гнейсы силлиманит-гранат-биотитовые, 5 — двупироксеновые гнейсы, 6 — двупироксеновые кристаллосланцы, 7 — биотит-амфиболовые кристаллосланцы, 8 — амфиболиты, 9 — пироксен-магнетитовые кварциты, 10 — плагиомигматиты биотит-амфиболовые, 11 — мигматиты биотитовые, амфибол-биотитовые, 12 — граниты амфибол-биотитовые порфиробластические, 13 — граниты мусковит-биотитовые, 14 — плагиограниты пироксен-биотитовые, 15 — диориты амфиболовые, 16 — кварцевые сиениты амфиболовые, 17 — сиениты нефелиновые, 18 — габбро-диориты биотит-амфибол-пироксеновые, 19 — геологические границы: а — достоверные, б — предполагаемые, 20 — разломы достоверные и предполагаемые, 21 — точки отбора проб для геохронологических исследований

Fig. 1. The simplified geological map of the works area after [2] with the changes: 1 — biotite gneisses, 2 — amphibole-biotite gneisses, 3 — garnet gneisses, 4 — sillimanite-garnet-biotite gneisses, 5 — two-pyroxene gneisses, 6 — two-pyroxene crystalline schists, 7 — biotite-amphibole crystalline schists, 8 — amphibolites, 9 — pyroxene-magnetite quartzite, 10 — biotite-amphibole plagiomigmatites, 11 — biotite and amphibole-biotite migmatites, 12 — amphibole-biotite porphyroblastic granites, 13 — muscovite-biotite granites, 14 — pyroxene-biotite plagiogranites, 15 — amphibole diorite, 16 — amphibole quartz-syenite, 17 — nepheline syenite, 18 — biotite-amphibole-pyroxene gabbro-diorite, 19 — geological boundaries: a — significant, b — prospective, 20 — faults valid and expected, 21 — point sampling for geochronological studies

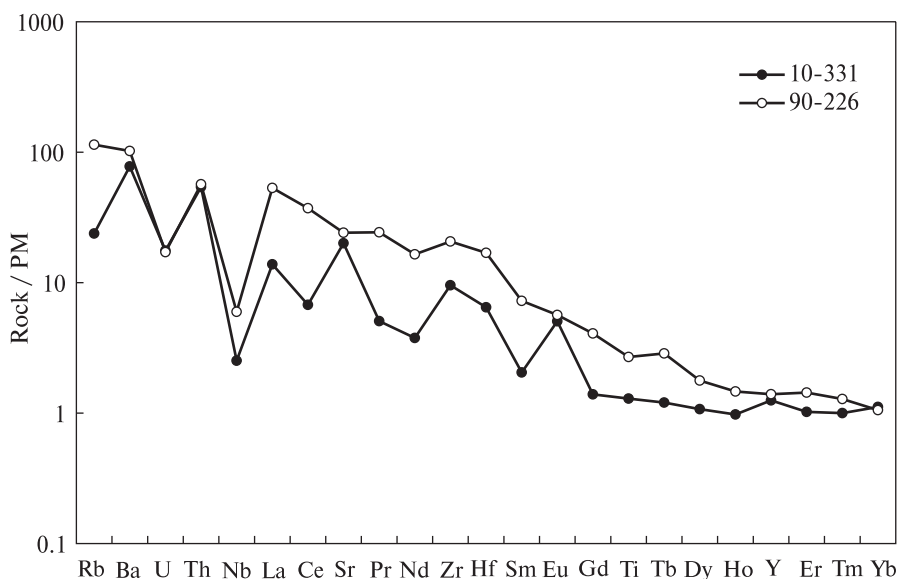
ными [1]. По составу они очень сходны с мезоархейскими тоналит-трондjemит-гранодиоритовыми (ТТГ) сериями Приазовского мегаблока. Более древние породы верхнетокмакской толщи западноприазовской серии представлены двупироксеновыми плагиогнейсами, иногда с гранатом, основными кристаллосланцами, реже — амфиболитами, которые без видимой закономерности чередуются в

разрезе [2]. Характерной особенностью верхнетокмакской толщи является присутствие в ней гнейсов среднего состава [10].

В Западном Приазовье породы западноприазовской серии распространены на периферии Салтычанского антиклинория, который сложен в основном гранитоидами обиточненского и шевченковского комплексов возрастом 2,9—2,95 млн лет [1, 10], а архейские ме-

Рис. 2. Мультиэлементные диаграммы для биотитового гнейса (пр. 90-226) и пегматита (пр. 10-331), прорывающего дайку амфиболита. Нормировано на состав примитивной мантии [12]

Fig. 2. Multielement diagrams for biotite gneiss (sample 90-226) and pegmatite (sample 10-331), which intruded the dyke of amphibolites. Normalized to primitive mantle composition [12]



таморфические породы здесь встречаются очень редко и представлены, как правило, маломощными линзовидными или пластообразными телами [6]. Западное крыло антиклинария усложнено антиклинальной структурой второго порядка — Лозоватской антиклиналью субмеридионального простирания шириной 10—15 км (рис. 1). Породы гнейсо-мигматитового комплекса Лозоватской антиклинали изучены значительно слабее. Они смяты в крутые складки, нередко изоклинные с размахом крыльев от нескольких десятков метров до нескольких километров и крутым падением (80—85°). В долине нижнего течения р. Кайинкулак, где обнажаются породы кайинкулакской толщи северной части Лозоватской антиклинали (рис. 1), они представлены в основном биотитовыми и амфибол-биотитовыми гнейсами и плагиомигматитами, среди которых встречаются небольшие останцы двупироксеновых, пироксен-амфибол-плагиоклазовых кристаллосланцев, пироксен-амфибол-биотитовых и гранат-биотитовых гнейсов, амфиболитов и железистых кварцитов [4]. Последние имеют удлиненно-линзовидную форму и вытянуты согласно с общей полосчатостью в субмеридиональном направлении. Породы этого комплекса отличаются высокой степенью переработки в раннем протерозое. Они дислоцированы и местами интенсивно калишпатизированы в виде сети тонких прожилков розовой лейкосомы, сквозь которую просматриваются тени плагиогнейсов и реликты субстрата.

Целью наших исследований было геохронологическое и геохимическое изучение биотитовых и амфибол-биотитовых гнейсов, останцов железистых кварцитов, а также даек амфиболитов, синкинематических с формированием субмеридиональных складок, которые обнажаются в долине нижнего течения р. Кайинкулак, где выделяется стратотипический разрез кайинкулакской толщи западноприазовской серии [4, 10].

Результаты геохронологических исследований. U-Pb датирование циркона из биотитовых и амфибол-биотитовых гнейсов выполнено ион-ионным методом на масс-спектрометре *SAMECA 1270 NORDSIM* в Шведском музее естественной истории. Методика изотопных аналитических исследований изложена в публикациях Whitehouse et al. [13, 14]. Точность измерения изотопного состава свинца составляла 0,1—0,3 %, точность измерения U/Pb отношения — 1—3 %. Изучение морфологии и внутреннего строения циркона выполнено в проходящем и отраженном свете. Внутреннее строение циркона изучено также с помощью метода катодлюминесценции.

Жильные тела пегматитов датированы U-Pb классическим методом в лаборатории Института геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеново (ИГМР) НАН Украины. Циркон выделен из проб весом 10—15 кг по стандартной методике в лаборатории обогащения ИГМР НАН Украины.

Биотитовые гнейсы (пр. 90-226) отбирали в обнажении размером 20 × 30 м на правом бе-

реку р. Кайинкулак, на 500 м ниже по течению реки от моста на дороге с. Каменка — с. Новомихайловка ($N 47^{\circ}15,239'$; $E 36^{\circ}02,175'$). Обнажение находится в пределах Новомихайловской синклинали [4] (рис. 1). Азимут простирания биотитовых гнейсов — СЗ 330° , азимут падения СВ 60° , угол 82° . Среди гнейсов на этом участке выделяются овалы ксенолиты более древних мигматитов размером до $1,5 \times 2,0$ м трондjemитового состава, смятые в мелкие изоклинальные складки, а также тектонические фрагменты основных кристаллосланцев.

Биотитовые гнейсы характеризуются лепидогранобластовой структурой. Минеральный состав, %: плагиоклаз — 60, кварц — 25, микроклин — 10, биотит — 5, апатит, циркон и рудный минерал — ед. зерна. По химическому составу они соответствуют семейству гранодиоритов-тоналитов нормального ряда, калий-натриевой серии [7], %: $SiO_2 = 65,30$; $Al_2O_3 = 17,35$; $Na_2O + K_2O = 5,96$; $Na_2O/K_2O = 2,4$ (табл. 1). Имеют низкую магнезиальность ($Mg\# = 34,1$ %). В них умеренное содержание Rb — 72,5 ppm и высокое Sr — 510 и Ba — 715 (табл. 2). Значения концентрации высокоза-

Таблица 1. Химические анализы кристаллических пород из обнажений по р. Кайинкулак
Table 1. Chemical analyzes of the crystalline rocks from outcrop along the Kayinkulak river

Major elements, wt. %	1/12/416	2/12/417	3/84-62	4/7/67	5/10/307	6/91/254	7/90/225	8/7/63	9/7/61	10/7/62	11/10/331	12/7/56
SiO ₂	67,06	65,13	56,04	48,92	46,48	40,50	65,30	64,04	47,16	48,26	73,65	45,82
TiO ₂	1,32	1,24	1,14	0,13	0,01	0,08	0,50	0,59	2,08	2,51	0,24	0,74
Al ₂ O ₃	12,02	11,73	15,76	0,84	0,46	0,48	17,35	15,12	12,77	12,44	13,59	14,71
Fe ₂ O ₃	5,12	6,03	4,36	22,50	28,48	32,40	1,72	2,75	7,64	7,15	1,28	5,60
FeO	3,77	4,43	6,74	19,6	17,45	19,40	2,63	3,72	11,79	11,65	2,15	9,48
MnO	0,06	0,10	0,18	0,27	0,21	0,40	0,05	0,03	0,24	0,20	0,13	0,27
MgO	1,87	1,84	2,92	2,39	1,77	2,95	1,21	3,24	5,17	4,67	0,33	6,97
CaO	3,42	5,24	7,19	2,94	1,81	2,50	4,74	4,56	7,13	7,95	3,69	10,44
Na ₂ O	4,01	2,77	3,80	0,1	0,19	0,25	4,20	4,05	2,40	2,29	3,54	3,28
K ₂ O	0,65	0,35	0,54	0,10	0,10	0,16	1,76	1,17	1,30	1,00	0,60	0,54
S _{общ}	<0,02	<0,02	—	<0,02	0,01	Сл.	0,05	<0,02	—	—	0,03	—
P ₂ O ₅	0,31	0,25	0,38	0,28	0,19	0,14	0,18	0,27	0,38	0,32	0,11	0,24
CO ₂	—	—	—	—	—	0,23	0,14	—	—	—	—	—
H ₂ O ⁻	<0,01	0,06	0,14	0,19	0,27	Сл.	0,08	<0,01	0,12	0,11	0,10	0,41
LOI	0,56	0,54	0,91	1,26	2,44	0,37	0,31	0,73	1,79	1,64	0,28	1,24
Total	100,17	99,71	100,10	99,54	99,87	99,86	100,22	100,27	99,97	99,59	99,72	99,74
Mg# (%)	28,4	26,3	32,6	—	—	—	34,1	48,2	33,0	31,5	13,2	46,1

Примечание. 1 — гнейс биотитовый, обн. по р. Кайинкулак, 300 м ниже моста на а/д в Новомихайловку (Косый шлях) (обр. 12/416); 2 — то же, там же (обр. 12/417); 3 — мигматит диоритового состава, там же (обр. 84-62); 4 — таконит, там же (обр. 7/67); 5 — железистый кварцит, Сорокинская ЗС, правый берег р. Буртичия, место бывшего хут. Сороки (обр. 10/307); 6 — железистый кварцит, Новогоровская ЗС, скв. 300 С, гл. 332,6 м (обр. 91/254); 7 — биотитовый гнейс, р. Кайинкулак, 300 м ниже моста на а/д в Новомихайловку (обр. 90-226); 8 — то же, 400 м выше моста на а/д с. Каменка — с. Новомихайловка (обр. 7/63); 9 — дайка амфиболита апогабрового, там же (обр. 7/61); 10 — то же, там же (обр. 7/62); 11 — жила пегматита, прорывающая дайку амфиболита, там же (обр. 10/331); 12 — амфибол-пироксеновый к/с, слив на плотине у слияния рек Токмак и Кайинкулак (обр. 7/56). Химические анализы выполнены в ИГМР им. Н.П. Семененко НАН Украины.

Note. 1 — biotite gneiss, outcrop on Kayinkulak river, 300 m below the bridge on the road to Novomikhaylivka (Kosy Shlyakh) (sample 12/416), 2 — the same, in the same place (sample 12/417), 3 — migmatite of diorite composition, in the same place (sample 84-62), 4 — taconite, in the same place (sample 7/67), 5 — ferruginous quartzite, Soroky GS, right bank of Burtichya river, the former site of Soroky vil. (sample 10/307), 6 — ferruginous quartzite, Novogorivka GS, bore 300 С, dep. 332.6 m (sample 91/254), 7 — biotite gneiss, Kayinkulak river, 300 m below the bridge on the road to Novomikhaylivka (sample 90-226), 8 — the same in 400 m above the bridge on the road to Kamenka vil. — Novomikhaylivka (sample 7/63); 9 — dyke of amphibolite in the same place (sample 7/61), 10 — the same, in the same place (sample 7/62), 11 — pegmatite vein, intruded amphibolite dyke, in the same place (sample 10/331), 12 — amphibole-pyroxene crystalline shist, drain on the dam at the confluence of Tokmak river and Kayinkulak river (sample 7/56). Chemical analyzes were performed in M.P. Semenenko IGMR of NAS of Ukraine.

рядных элементов, ppm: Y — 6,35; Nb — 4,26; Yb — 0,52 и переходных элементов — Cr — 19,9 и Ni — 11,7 низкие.

На спайдер-диаграмме выделяются отрицательные аномалии Nb и Ti и положительные — Zr и Hf (рис. 2). График распределе-

Таблица 2. Содержание редких и редкоземельных элементов в породах, ppm

Table 2. Contents trace and rare earth elements in rocks, ppm

Components	1/7/67	2/10/307	3/91/254	4/90/225	5/7/61	6/7/62	7/7/56	8/10/331	9/TTG av
Be	0,45	0,90	0,46	0,8	1,75	1,66	1,04	1,0	—
Rb	1,5	3,9	0,50	72,5	43,3	32,9	10,40	15,1	55
Sr	9,0	35,3	38,2	510	272	279	129,00	423	454
Ba	83,2	53,2	7,0	715	947	726	81,40	543	690
V	16,7	12,8	9,3	73,9	325	320	340,00	52,6	—
Cr	3,9	8,9	21,9	19,9	49,7	33,7	135,00	11,0	29
Co	5,9	2,8	2,5	11,5	60,2	54,5	55,10	7,9	—
Ni	16,7	14,6	27,2	11,7	87,2	50,7	93,40	15,7	14
Cu	9,1	23,2	15,6	15,2	69,9	52,3	98,30	138	—
Zn	112	56,5	20,4	75,4	179	172	109,00	35,1	—
Ga	7,6	1,2	0,92	19,6	25,9	25,0	23,10	13,2	—
Y	14,8	10,4	3,9	6,35	39,5	36,0	23,20	5,7	—
Nb	3,5	0,4	0,65	4,26	27,5	26,3	7,34	1,8	6,4
Ta	0,15	< ПО	0,027	0,23	1,95	2,08	0,73	0,13	—
Zr	14,6	4,9	6,9	232	181	171	57,30	107	152
Hf	0,24	0,090	0,089	5,23	5,83	5,73	2,23	2,0	—
U	0,6	1,3	0,10	0,36	0,83	0,53	0,83	0,37	1,6
Th	0,68	0,52	0,20	4,83	3,25	1,68	0,91	4,6	6,9
La	6,4	5,4	1,3	36,6	35,3	31,3	5,56	9,5	32
Ce	17,4	9,8	2,7	66,1	76,2	68,9	13,2	12,0	56
Pr	2,3	1,2	0,23	6,72	9,51	8,65	1,92	1,4	—
Nd	9,8	5,2	1,20	22,3	38,9	36,5	9,33	5,1	21,4
Sm	2,3	1,2	0,22	3,22	8,23	7,92	2,98	0,91	3,3
Eu	0,58	0,50	0,14	0,95	2,78	2,65	1,09	0,85	0,92
Gd	2,6	1,6	0,30	2,43	10,1	9,21	4,13	0,83	2,20
Tb	0,42	0,26	0,042	0,31	1,42	1,24	0,69	0,13	0,31
Dy	2,6	1,6	0,28	1,31	7,95	7,56	4,57	0,79	1,16
Ho	0,56	0,38	0,068	0,24	1,60	1,50	0,92	0,16	—
Er	1,8	1,2	0,24	0,69	4,54	4,15	2,70	0,49	0,59
Tm	0,27	0,17	0,034	0,095	0,65	0,59	0,39	0,074	—
Yb	1,93	1,2	0,22	0,52	4,00	3,82	2,40	0,55	0,55
Lu	0,26	0,17	0,038	0,088	0,57	0,58	0,37	0,08	0,12
Ge	—	—	—	0,83	2,08	1,95	2,13	—	—
Mo	3,5	1,1	1,30	<1	1,37	1,46	<1,00	1,1	—
Sn	<ПО	1,1	—	1,17	1,97	1,82	1,15	—	—
Sb	0,067	0,21	0,12	0,19	<0,5	<0,5	<0,5	0,39	—
Cs	0,065	0,87	0,10	1,61	0,16	0,30	<0,10	0,20	—
W	0,32	0,79	1,0	0,25	<0,5	<0,5	<0,50	14,5	—
Pb	0,62	3,3	1,0	7,83	5,63	7,24	6,36	98,9	—
(La/Yb) _N	—	—	—	50,49	6,33	5,88	1,66	12,4	—
Ti/Zr	—	—	—	—	68,9	83,1	77,42	—	—
(Nb/La) _N	—	—	—	—	0,75	0,81	1,27	—	—
Eu/Eu*	—	—	—	1,04	0,93	0,95	—	2,99	1,04
Yb _N	—	—	—	3,1	23,5	22,5	14,1	3,2	3,24

Примечание. Привязки образцов даны в табл. 1. Анализы выполнены методом ICP-MS в ЦЛ ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского (Россия). ПО — предел обнаружения.

Note. References of samples are given in Table 1. Analyses were carried out by ICP-MS in the Central Laboratory of A.P. Karpinsky VSEGEI (Russia). ПО — detection limit.

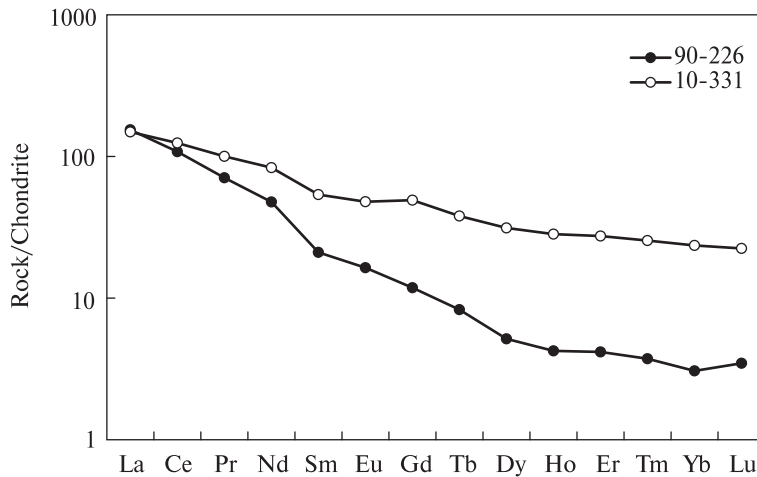


Рис. 3. Графики распределения РЗЭ для биотитового гнейса (пр. 90-226) и пегматита (пр. 10-331), прорывающего дайку амфиболита. Нормировано на состав хондрита C1 [12]

Fig. 3. REE distribution plots for biotite gneiss (sample 90-226) and pegmatite (sample 10-331), which intruded dike of amphibolite. Normalized to the C1 chondrite composition [12]

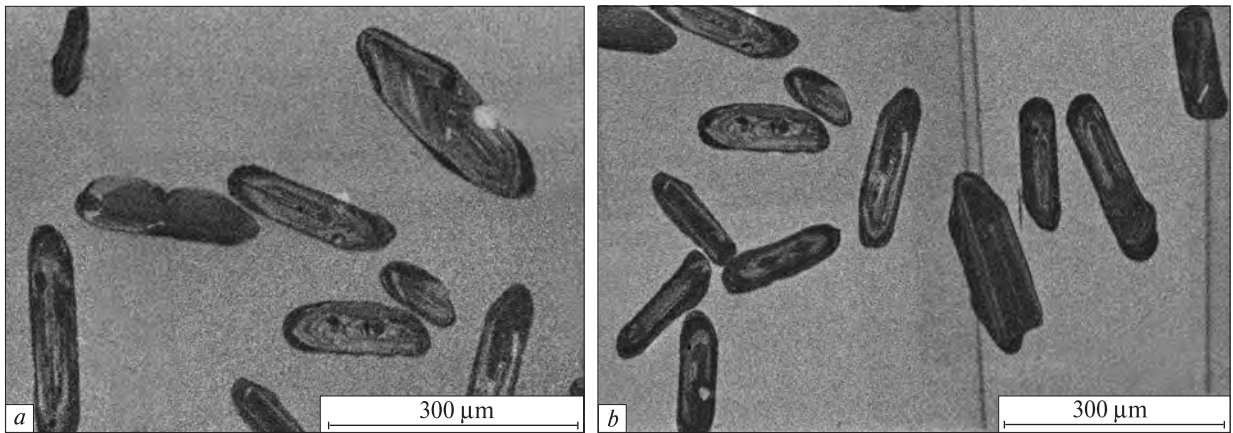


Рис. 4. Катодолуминесцентные изображения циркона из биотитовых гнейсов (пр. 90-226)

Fig. 4. Cathodoluminescent images of zircon from biotite gneiss (sample 90-226)

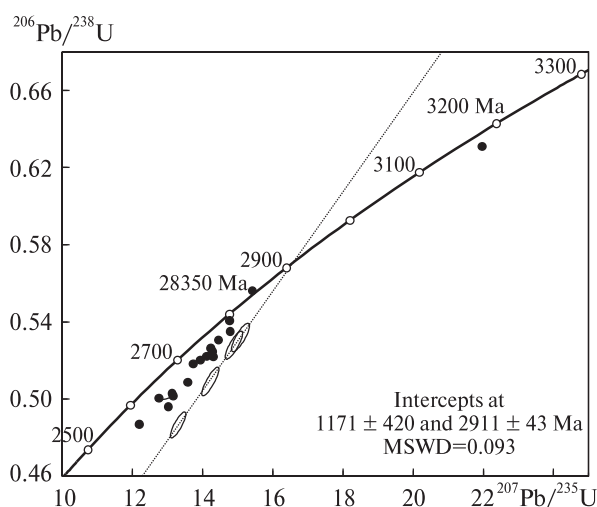


Рис. 5. U-Pb изохрона с конкордией для циркона из биотитовых гнейсов (пр. 90-226)

Fig. 5. U-Pb isochron with concordia for zircon from biotite gneiss (sample 90-226)

ния РЗЭ сильно дифференцированный ($La/Yb)_N = 50,49$ при $Yb_N = 3,1$ (рис. 3). Согласно этим данным, протолит биотитовых гнейсов мог образоваться при частичном плавлении базитового источника, в реститовой фазе которого присутствовал гранат и/или амфибол. По геохимическим характеристикам биотитовые гнейсы сходны с плагиогранитоидами ТТГ серий (табл. 2) [11].

Циркон из биотитовых гнейсов светло-розовый, прозрачный. Огранка не выражена. Выделяются единичные деформированные зерна (гантельки). Внутреннее строение циркона зональное (рис. 4, a, b). U-Pb возраст циркона определен на ионном микрозонде *CAMECA 1270 NORDSIM*. Содержание урана в цирконе умеренное — от 90 до 400 ppm, при единичном значении 600 ppm (табл. 3). В большинстве измеренных точек величина

Th/U отношения высокая (до 1,5). Значения изотопного возраста преимущественно дискордантные. Возраст циркона из биотитовых гнейсов по верхнему пересечению дискордии с конкордией составляет 2911 ± 43 млн лет (рис. 5). Единичное значение — $3199,8 \pm 5,3$ млн лет, соответствует, вероятно, возрасту циркона, захваченного из более древних пород.

Обнажение биотит-амфиболовых гнейсов с останцом рудных кварцитов в Новомихайловской синклинали [4] изучено нами на правом берегу р. Кайнкулак, в 300 м выше моста на а/д п.г.т Черниговка — с. Новомихайловка (Косый шлях) ($N 47^{\circ}15,818'$; $E 36^{\circ}05,885'$) (рис. 1). Здесь наблюдаются (с запада на восток): биотит-амфиболовые гнейсы (мощностью 20 м), диориты (0,4 м), кварцевая жила (0,8 м), рудные кварциты (8 м), биотит-амфиболовые гнейсы (10 м). Рудные кварциты прослежены по простиранию скважинами и по геофизическим данным. Элементы залегания рудных кварцитов: азимут падения СВ 73° , угол 85° .

Биотит-амфиболовые гнейсы (обр. 12/416, 12/417) — неравномернозернистые поро-

ды с лепидогранобластовой, местами пойкилитовой структурой. Минеральный состав, %: плагиоклаз — 65–75, амфибол — 5–35, кварц — 5–10, биотит — до 1 и рудный минерал — 5–10. Количество амфибола увеличивается в сторону контакта с железистыми кварцитами. В плагиоклазе присутствуют включения кварца. По химическому составу [7], %: $SiO_2 = 65,13–67,06$; $Al_2O_3 = 11,73–12,02$; $Na_2O + K_2O = 3,12–4,66$; $Na_2O/K_2O = 6,2–7,9$ (табл. 1) они соответствуют семейству гранодиоритов-тоналитов нормального ряда натриевой серии. Характеризуются низкой магнетиальностью ($Mg\# = 26,3–28,4$ %).

Диориты (пр. 84-62) — среднезернистая порода с гранобластовой структурой. Минеральный состав, %: амфиболизированный пироксен — 50, плагиоклаз (альбит) — 40, кварц — до 10, биотит, апатит и рудные минералы — ед. зерна. Плагиоклаз сильно трещиноватый, замещается серицитом. По химическому составу [7], %: $SiO_2 = 56,04$; $Al_2O_3 = 15,76$; $Na_2O + K_2O = 4,34$; $Na_2O/K_2O = 7,04$ (табл. 1) это средняя порода (соответствует диориту) нор-

Таблица 3. Результаты U-Pb изотопных исследований циркона из биотитовых гнейсов (пр. 90-225) методом SHRIMP
Table 3. Results of U-Pb isotopic investigations of zircon from tonalite gneiss (sample 90-225) by SHRIMP method

Sample, points	Content, ppm			Th/U	^{206}Pb com.	Isotopic ratios		Age, Ma	Degree of disc., %
	U	Th	Pb			$^{207}Pb/^{235}U$	$^{206}Pb/^{238}U$		
n2159-1a	186	15	110	0,080	0,60	13,3029	0,487	$2812,3 \pm 9,9$	-11,0
n2159-2a	198	246	164	1,243	0,56	14,7853	0,535	$2829,3 \pm 7,9$	-2,9
n2159-3a	385	594	325	1,544	0,20	13,9282	0,520	$2777,8 \pm 5,4$	-3,4
n2159-4a	227	195	168	0,861	2,19	13,5693	0,509	$2771,8 \pm 12,8$	-5,3
n2159-5a	190	159	140	0,837	0,13	14,2215	0,509	$2847,4 \pm 9,6$	-8,3
n2159-6a	333	309	240	0,928	1,61	13,0189	0,496	$2745,3 \pm 12,5$	-6,6
n2159-7a	426	98	176	0,229	2,08	8,0798	0,323	$2665,4 \pm 12,0$	-36,9
n2159-8a	159	205	130	1,289	0,09	14,2738	0,525	$2804,0 \pm 8,3$	-3,7
n2159-9a	251	204	184	0,811	0,03	14,1096	0,522	$2793,1 \pm 6,5$	-3,7
n2159-10a	142	123	110	0,864	0,22	15,0802	0,532	$2871,3 \pm 10,5$	-5,2
n2159-11a	221	296	180	1,336	0,05	13,7233	0,518	$2759,9 \pm 10,0$	-3,0
n2159-12a	135	130	106	0,961	0,76	14,8933	0,528	$2863,4 \pm 9,9$	-5,6
n2159-13a	617	469	483	0,761	0,05	15,4156	0,556	$2834,3 \pm 4,2$	0,7
n2159-14a	347	318	252	0,917	0,05	12,7511	0,500	$2696,4 \pm 5,7$	-3,6
n2159-15a	156	166	116	1,061	2,32	13,1537	0,502	$2743,8 \pm 15,3$	-5,5
n2159-16a	260	126	228	0,486	0,14	21,9604	0,631	$3199,8 \pm 5,3$	-1,8
n2159-17a	212	164	158	0,773	0,09	14,4478	0,531	$2805,6 \pm 7,1$	-2,7
n2159-18a	91	86	65	0,941	0,77	12,1926	0,487	$2667,5 \pm 19,8$	-5,0
n2159-19a	133	112	94	0,843	0,14	13,1291	0,503	$2736,1 \pm 10,3$	-4,9
n2159-20a	149	221	124	1,477	1,51	14,2958	0,522	$2815,2 \pm 21,8$	-4,7
n2159-21a	293	123	208	0,420	{0,00}	14,7661	0,541	$2810,1 \pm 9,8$	-1,0
n2159-22a	162	197	107	1,218	1,38	10,6868	0,432	$2645,6 \pm 11,6$	-14,8
n2159-23a	246	386	209	1,570	0,47	14,2301	0,526	$2793,7 \pm 7,2$	-3,0

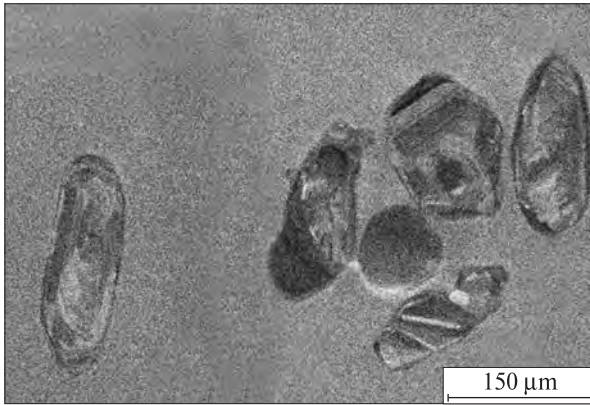


Рис. 6. Катодолуминесцентные изображения циркона из мигматитов диоритового состава (пр. 84-62)

Fig. 6. Cathodoluminescent images of zircon from migmatites of diorite composition (sample 84-62)

мального петрохимического ряда натриевой серии. Имеет низкую магнезиальность ($Mg\# = 32,6\%$).

Кварцевая жила (обр. 12/415, 12/416) наблюдается вблизи контакта мигматитов с рудными кварцитами. Это мономинеральная крупнозернистая порода. Структура ее ксеноморфнозернистая. Сложена кварцем (100 %) и единичными зернами светло-зеленого амфибола и рудного минерала.

Рудный кварцит (магнетит-ортопироксеновый таконит, обр. 7/67) — это крупнозернистая порода. Структура гранобластовая, местами пойкилогранобластовая. Породы сложены, %: ортопироксеном — 10–50, рудным минералом — 20–40, кварцем — 10–40 и плагиоклазом кислого состава — 5–20.

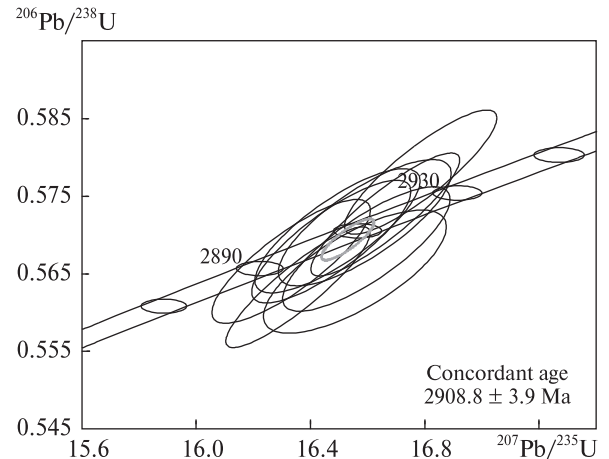


Рис. 7. U-Pb изохрона с конкордией для циркона из мигматитов диоритового состава (пр. 84-62)

Fig. 7. U-Pb isochron with concordia for zircons from migmatites of diorite composition (sample 84-62)

Содержание железа в породе — Fe_2O_3 — 22,5, FeO — 19,6 % (табл. 1). В штуфе рудных кварцитов наблюдаются микроскладки полос рудного минерала шириной до 5 мм.

Геохронологические исследования выполнены по циркону из диоритов (пр. 84-62) из зоны контакта с рудными кварцитами (таконитами). Циркон гиацинтового типа, часть его представлена обломками. Внутреннее строение циркона зональное (рис. 6).

U-Pb возраст циркона определен на ионном микрозонде *CAMECA 1270 NORDSIM*. Содержание урана в цирконе умеренное — от 50 до 250 ppm, при единичном значении 400 ppm. В большинстве измеренных точек величина

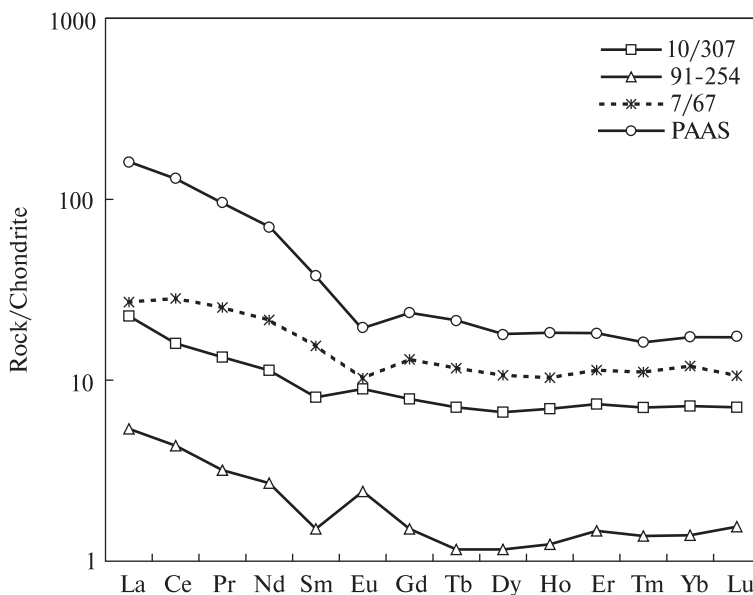


Рис. 8. Графики распределения РЗЭ для железистых кварцитов из обнажения на р. Кайнкулак (обр. 7/67), Сорокинской (обр. 10/307) и Новогоровской (обр. 91/254) ЗС. PAAS — состав протерозойского аргиллита [8]. Нормировано на состав хондрита C1 [12]

Fig. 8. REE distribution plots for the ferruginous quartzites of the outcrop on the Kayinkulak river (sample 7/67), Soroky (sample 10/307) and Novogorivka (sample 91/254) greenstone structures. PAAS — composition of the Proterozoic mudstone [8]. Normalized to the C1 chondrite composition [12]

Th/U отношения низкая (до 0,26—0,70). Значения изотопного возраста в большинстве случаев дискордантные, однако получено также одно конкордантное, которое составляет $2908,5 \pm 3,9$ млн лет (табл. 4; рис. 7).

Для решения вопроса о генезисе останцов более древней толщи, в которую внедрялись мезоархейские плагиогранитоиды, рудные кварциты (такониты) из обнажения на р. Кайинкулак (обр. 7/67), мы сравнили по геохимическим характеристикам с железисто-кремнистыми породами мезоархейского возраста Сорокинской (обр. 10/307) и Новогоровской ЗС (обр. 91-254). Согласно данным геолого-съемочных работ В.М. Дралова, железисто-кремнистые породы, обнажающиеся по р. Кайинкулак, находятся в ассоциации с гранат-биотитовыми гнейсами и безрудными кварцитами [4]. В Сорокинской ЗС они слагают прослой небольшой мощности среди амфиболитов (обр. 10-307), а в Новогоровской ЗС выделяются среди перидотитовых коматиитов (обр. 91-254).

Такониты по р. Кайинкулак (обр. 7/67) отличаются от железисто-кремнистых пород Сорокинской и Новогоровской ЗС более вы-

соким содержанием Al_2O_3 (0,84 %) и TiO_2 (0,13) (табл. 1). В них более высокие значения концентрации *HFS* элементов, ppm: Y (14,8), Nb (3,5), Ta (0,15), Zr (14,6), Hf (0,24) и PЗЭ (49,22) (табл. 2; рис. 8), что может указывать на примесь терригенного материала. По содержанию Cr (3,9 ppm), Ni (16,7) и V (12,8) такониты по р. Кайинкулак имеют сходство с железистыми кварцитами Сорокинской ЗС. От протерозойских аргиллитов *PAAS* [8] они отличаются меньшим содержанием PЗЭ и отсутствием сильного обогащения легкими PЗЭ.

Метаморфические породы, обнажающиеся по р. Кайинкулак, претерпели сильный дислокационный метаморфизм — крылья линейных складок Лозоватской антиклинали осложнены многочисленными мелкими изоклинальными складками [4]. Наблюдается согласное залегание гнейсов и маломощных тел микроклиновых гранитов. В Стульневском карьере отмечалось срезание дайками и сланцеватостью субмеридионального простирания микроскладок биотитовых гнейсов.

Для оценки времени проявления дислокационного метаморфизма нами были продати-

Таблица 4. Результаты U-Pb изотопных исследований циркона из мигматитов диоритового состава (пр. 84-62) методом *SHRIMP*

Table 4. Results of U-Pb isotopic investigations of zircon from migmatite of dioritic composition (sample 84-62) by SHRIMP method

Sample, points	Content, ppm			Th/U	²⁰⁶ Pb com.	Isotopic ratios		Age, Ma	Degree of disc., %
	U	Th	Pb			²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U		
n2160-16b	248	212	196	0,86	0,23	0,5502	15,864	2898,7 ± 7,5	-3,09
n2160-7a	126	62	96	0,49	{0,03}	0,5705	16,495	2903,1 ± 11,2	0,30
n2160-8a	93	24	44	0,26	1,74	0,3982	7,671	2223,6 ± 21,2	-3,32
n2160-9a	70	25	52	0,35	{0,00}	0,5716	16,590	2909,5 ± 12,1	0,20
n2160-10a	71	28	52	0,40	0,25	0,5616	15,766	2855,2 ± 12,8	0,79
n2160-10b	207	138	162	0,67	0,02	0,5633	16,356	2910,2 ± 7,3	-1,28
n2160-11a	49	23	37	0,46	{0,03}	0,5653	16,556	2924,1 ± 14,1	-1,51
n2160-12a	156	103	115	0,66	{0,00}	0,5344	14,824	2835,7 ± 8,4	-3,28
n2160-13a	108	38	79	0,35	{0,02}	0,5666	16,332	2898,3 ± 10,1	-0,19
n2160-13b	144	96	115	0,67	0,07	0,5781	16,786	2910,1 ± 8,3	1,32
n2160-14a	171	104	135	0,61	0,03	0,5726	16,662	2913,5 ± 7,7	0,22
n2160-14b	98	39	73	0,40	0,06	0,5691	16,473	2904,9 ± 10,3	-0,03
n2160-15a	411	397	326	0,97	0,08	0,5441	15,135	2840,5 ± 8,3	-1,74
n2160-16a	72	27	50	0,37	0,64	0,5441	15,068	2833,0 ± 19,0	-1,40
n2160-6a	167	84	111	0,50	0,04	0,5013	12,779	2697,4 ± 8,7	-3,52
n2160-1a	183	131	131	0,72	0,06	0,5144	13,702	2769,4 ± 9,9	-4,14
n2160-2a	154	73	114	0,48	{0,02}	0,5541	15,741	2874,8 ± 9,1	-1,41
n2160-3a	78	33	55	0,42	0,08	0,5340	14,615	2813,9 ± 13,3	-2,43
n2160-4a	224	125	171	0,56	0,06	0,5603	16,127	2895,7 ± 8,5	-1,18
n2160-5a	87	42	67	0,48	0,08	0,5682	16,595	2919,6 ± 11,3	-0,82

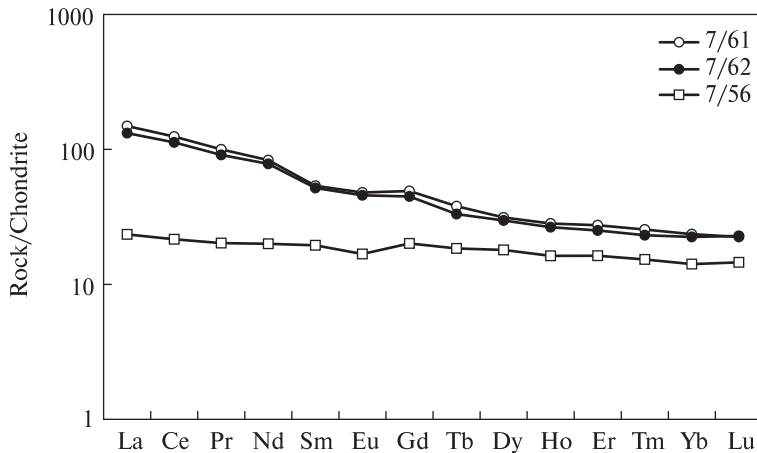
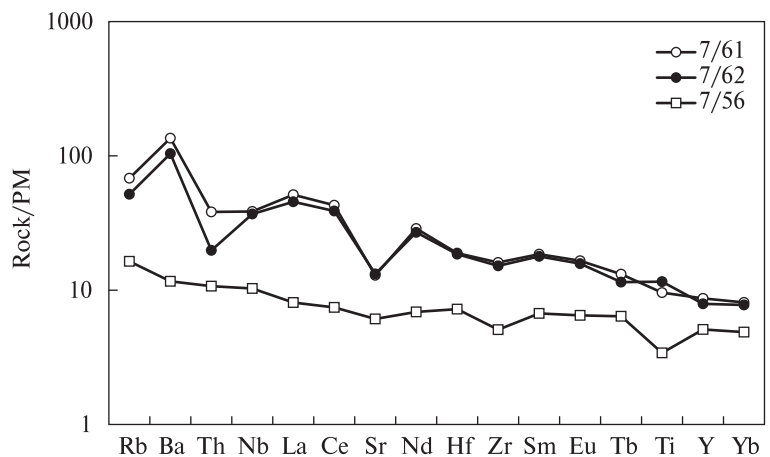


Рис. 9. Графики распределения РЗЭ дайковых амфиболитов (обр. 7/61, 7/62). Нормировано на состав хондрита C1 [12]

Fig. 9. REE distribution plots for dyke amphibolites (sample 7/61, 7/62). Normalized to the C1 chondrite composition [12]

Рис. 10. Мультиэлементные диаграммы для дайковых амфиболитов (обр. 7/61, 7/62). Нормировано на состав примитивной мантии [12]

Fig. 10. Multielement diagrams for dyke amphibolites (sample 7/61, 7/62). Normalized to primitive mantle composition [12]



рованы дайки амфиболитов, вероятно, синкинематических этому процессу. Дайка амфиболитов (обр. 7/61, 7/62) мощностью до 8 м среди биотит-амфиболовых гнейсов (обр. 7/63) наблюдается на правом берегу р. Кайинкулак на 300 м севернее бывшего с. Новоукраинка ($N 47^{\circ}15,417'$; $E 36^{\circ}03,379'$) (рис. 1). Она залегает согласно с гнейсовидностью биотит-амфиболовых гнейсов и прорвана жилами пегматитов. Азимут простирания дайки — СЗ 350° , падение вертикальное. По структурному положению она синкинематическая с формированием складок субмеридионального простирания Лозоватской антиклинали.

Дайковые амфиболиты — крупнозернистые породы с массивной текстурой и пойкилогранобластовой структурой. Порода состоит из, %: амфибола (до 60), плагиоклаза (20), амфиболизированного моноклинного пироксена (10) и кварца (5). Зеленая роговая обманка содержит мелкие включения кварца. Из акцессорных минералов присутствуют апатит (1–2 %) и ксеноморфные рудные минералы (5), которые тяготеют к зеленой роговой обманке.

По химическому составу это основная порода нормального петрохимического ряда [7]: ($SiO_2 = 47,16–48,26$ %; $Na_2O + K_2O = 3,29–3,70$) (табл. 1). Имеет повышенное содержание TiO_2 (2,08–2,5 %), FeO (18,1–18,6) и P_2O_5 (0,24–0,38). В ней наблюдается повышенное содержание, ppm: Rb (32,9–43,3), Ba (726–947), высоkozарядных элементов — Y (36–39,5), Nb (26,3–27,5), Ta (1,95–2,08), Zr (171–181), Hf (5,73–5,83) и РЗЭ (184,57–201,75) (табл. 2). График распределения РЗЭ амфиболитов дифференцированный — $(La/Yb)_N = 5,9–6,3$ при $Yb_N = 22,5–23,5$ (табл. 2; рис. 9). На спайдер-диаграмме выделяются отрицательные аномалии Sr и Zr (рис. 10). Значения отношения $(Nb/La)_N = 0,75–0,81$ указывают на незначительную контаминацию первичного базитового расплава коровым материалом. Согласно геохимическим данным, протолит дайковых амфиболитов выплавлялся из обогащенного мантийного источника.

Пегматиты, секущие дайки амфиболитов, были датированы U-Pb методом по циркону (пр. 10-331). Это крупнозернистая поро-

Таблица 5. Результаты U-Pb изотопных исследований циркона из пегматитов классическим U-Pb методом (пр. 10/331)

Table 5. Results of isotopic investigations of zircon from pegmatites (sample 10/331) by U-Pb conventional method

Fraction of zircon, mm	Content, ppm		Isotopic ratios					Age, Ma		
	U	Pb	206/204	206/207	206/208	206r/238	207r/235	206/238	207/235	207/206
НМ, 0,07–0,1	309,9	114,2	4060	7,5809	6,7958	0,33373	5,9263	1856	1965	2081,5

Примечание. *r* — радиогенный свинец; НМ — немагнитная фракция.

Note. *r* — radiogenic lead; НМ — no magnetic fraction.

да с аллотриоморфнозернистой структурой. Минеральный состав, %: плагиоклаз — 90—95, кварц — 5—10, биотит — ед. зерна. По химическому составу ($\text{SiO}_2 = 73,65\%$; $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 3,82$; $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 5,9$) пегматиты относятся к семейству низкощелочных гранитов нормального ряда натриевой серии (табл. 1) [7]. Характеризуются низким содержанием, ppm: Rb (15,1), высокочarged элементов — Y (5,7), Nb (1,8), Yb (0,55) и $\Sigma\text{PЗЭ}$ (32,864) (табл. 2), в них наблюдается высокое содержание Sr (423), Ba (543), повышенное — Cu (138), Pb (98) и W (14,5).

График распределения PЗЭ сильно дифференцированный — $(\text{La}/\text{Yb})_N = 12,4$ при $\text{Yb}_N = 3,2$ (рис. 3). Характерна положительная аномалия европия ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 2,99$). На спайдердиаграмме выделяются отрицательные аномалии Nb и положительные Sr, Zr, Hf и Eu (рис. 2). Пегматиты могли выплавиться из базитового источника, в реститовой фазе могли присутствовать гранат и/или амфибол.

Циркон в пегматитах (пр. 10/331) представлен двумя разновидностями. Первая (96 %) — удлиненно-призматические кристаллы с заостренными головками, четкими ребрами и гранями. Призма {110} значительно преобладает над {100}, $K_u = 2$. Циркон прозрачный, светло-коричневого цвета со стекляннм блеском, поверхность ровная, гладкая. Его внутреннее строение однородное. Вторая разновидность (4 %) — "драгоценный" тип, прозрачный, бледно-розового цвета с сильным стекляннм блеском. Поверхность зерен гладкая. Для геохронологических исследований отобран циркон первой разновидности. По изотопному отношению $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ возраст этого циркона составляет 2081 млн лет (табл. 5). Эта датировка — верхняя возрастная граница формирования крупнозернистых амфиболитов дайки, она близка к этапу деформаций,

приведших к формированию субмеридиональных складок в Лозоватской антиклинали.

Обсуждение результатов и выводы. В результате геохронологических исследований, проведенных с помощью ион-ионного метода (*SHRIMP*), определен мезоархейский (2,91 млрд лет) возраст биотитовых гнейсов кайинкулакской толщи, опробованных в обнажениях на р. Кайинкулак. Они близки по возрасту к гранитоидам обиточненского и шевченковского комплексов Салтычанского антиклинория. Согласно геохимическим данным, протолитом биотитовых гнейсов были гранитоиды ТТГ серии, которые претерпели сильный дислокационный метаморфизм 2,08 млрд лет тому назад. Присутствие в архейских биотитовых и биотит-амфиболовых гнейсах останцов таконитов, двупироксеновых кристаллосланцев, гранат-биотитовых гнейсов и других пород свидетельствует об их внедрении в более древнюю супракрустальную толщу и указывает на их аллохтонное положение. Останец архейских рудных кварцитов (пр. 7/67) в биотитовых гнейсах у р. Кайинкулак подобен железистым кварцитам Сорокинской ЗС. Наблюдаемая в обнажениях долины нижнего течения р. Кайинкулак породная ассоциация, охватывающая биотитовые и амфибол-биотитовые гнейсы (сильно дислоцированные в палеопротерозое плагиогранитоиды ТТГ серии) и более древние метаморфические породы гранулитовой фации, гетерогенна и не может рассматриваться в качестве единой стратифицированной кайинкулакской толщи.

Аналогичные данные о мезоархейском возрасте (3,0—3,12 млрд лет) кайинкулакской толщи получены ранее во время изучения биотитовых и амфибол-биотитовых гнейсов из обнажений в верховьях рек Кильтичия и Мокрая Конка [1]. Полученные геохронологические данные позволяют сделать вывод о

том, що широко розпространені плагіогнейси, які належать до кайінкулацької товщі, сильно дислоцировані в палеопротерозое (2,08 млрд років) плагіогранітоїдами ТТГ серій, які, як і в Середньодніпровському мегаблоці, формувалися в період двох етапів — 2,91–2,95 і 3,0–3,12 млрд років тому назад. До палеоархейських образів фундаменту можуть бути віднесені, очевидно, тільки метаморфічні породи верхньотокмацької товщі.

Автори висловлюють подяку М. Вайтхаузу (Swedish Museum of Natural History) за надану можливість проведення ізотопних досліджень на мас-спектрометрі вторинних іонів в Стокгольмі, а також Л. Ільїнському (Swedish Museum of Natural History) за допомогу в проведенні досліджень на іонному мікроскопі.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бибикова Е.В., Лобач-Жученко С.Б., Артеменко Г.В. и др. Позднеархейские магматические комплексы Приазовского террейна Украинского щита: геологическое положение, изотопный возраст, источники вещества // Петрология. — 2008. — **16**, № 3. — С. 227–247.
2. Геологічна карта та карта корисних копалин кристалічного фундаменту. Центральноукраїнська серія. L-37-VII (Бердянськ) / Уклад. Б.В. Бородиня; За ред. Є.Б. Глеваського. — 1 : 200000. — К. : Держ. геол. служба України, М-во екології та природ. ресурсів України, 1998.
3. Глевасский Е.Б. Зеленокаменные пояса и перспективы поисков золотого оруденения в Приазовье // Минерал. журн. — 1996. — **18**, № 4. — С. 72–88.
4. Дралов В.М. О результатах работ по глубинному геологическому картированию м-ба 1 : 50000 территории планшетов L-37-13-B, Г и L-37-25-A, Б (Западное Приазовье). — Днепропетровск : Новополт. ПГГК, 1975–1979.
5. Єсипчук К.Ю., Бобров О.Б., Степанюк Л.М. та ін. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (схема та поясн. зап.). — К. : УкрДГРІ, 2004. — 30 с.
6. Єсипчук К.Ю., Цуканов В.А. Гнейсо-мігматитовий комплекс Західного Приазов'я // Стратиграфія УССР. Т. I. Докембрій. — К. : Наук. думка, 1972. — С. 155–172.
7. Магматические горные породы : классификация, номенклатура, петрография / Гл. ред. О.А. Богатиков. — М. : Наука, 1983. — Т. 1, ч. 1. — 365 с.
8. Тейлор С.Р., Мак-Леннан С.М. Континентальная кора : ее состав и эволюция : Пер. с англ. — М. : Мир, 1988. — 384 с.
9. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н. Геохронология раннего докембрия

Украинского щита. Архей. — Киев : Наук. думка, 2005. — 243 с.

10. Щербак Н.П., Єсипчук К.Є., Берзенин Б.З. и др. Стратиграфические разрезы докембрия Украинского щита. — Киев : Наук. думка, 1985. — 168 с.
11. Martin H. The Archean grey gneisses and the genesis of continental crust // Archean Crustal Evolution / Ed. K.C. Condie. — Amsterdam : Elsevier, 1994. — P. 205–259.
12. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in the Ocean Basins / Eds A.D. Saunders, M.J. Norry. — 1989. — P. 313–346. — (Geol. Soc. Spec. Publ. ; No 42).
13. Whitehouse M., Claesson S., Sunde T., Vestin J. Ion microprobe U-Pb zircon geochronology and correlation of Archean gneisses from the Lewisian Complex of Gruinard Bay, northwest Scotland // Geochim. et cosmochim. acta. — 1997. — **61**. — P. 4429–4438.
14. Whitehouse M.J., Kamber B.S., Moorbath S. Age significance of U-Th-Pb zircon data from early Archean rocks of west Greenland — a reassessment based on combined ion-microprobe and imaging studies // Chem. Geol. — 1999. — **160**. — P. 201–224.

Поступила 16.09.2013

*Г.В. Артеменко, О.В. Бібікова,
І.А. Самборська, В.В. Демедюк, І.А. Швайка*

ВІК, ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ЕТАПИ МЕТАМОРФІЗМУ ПОРІД ЗАХІДНО-ПРИАЗОВСЬКОЇ СЕРІЇ (ПРИАЗОВСЬКИЙ МЕГАБЛОК)

Встановлено мезоархейський (2,91 млрд років) вік біотитових гнейсів кайінкулацької товщі, які відслонюються у нижній течії р. Кайінкулак. Вони близькі за віком гранітоїдам обіточненського та шевченківського комплексів Салтичанського антиклінорія. За геохімічними даними, протолітом біотитових гнейсів були плагіогранітоїди тоналіт-тронд'єміт-гранодіоритової (ТТГ) серії, які зазнали сильного дислокаційного метаморфізму 2,08 млрд років тому. Присутність серед архейських біотитових і біотит-амфіболових гнейсів останців таконітів, двопіроксенових кристалосланців, гранат-біотитових гнейсів та інших порід свідчить про їх вкорінення у більш древню високометаморфізовану супракрустальну товщу і вказує на їх алохтонне положення. Геохронологічні дані свідчать, що широко розповсюджені в Західному Приазов'ї плагіогнейси, належать до кайінкулацької товщі, є сильно дислокованими в палеопротерозої плагіогранітоїдами ТТГ серій, що, як і у Середньодніпровському мегаблоці, формувалися протягом двох етапів: 2,91–2,95 та 3,0–3,12 млрд років тому.

Ключові слова: Західне Приазов'я, гнейси, кайінкулацька товща, дислокаційний метаморфізм, ТТГ серія, ізотопний вік.

*G.V. Artemenko, E.V. Bibikova,
I.A. Samborskaya, V.V. Demedyuk, I.A. Shvaika*

AGE, GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS
AND ETAPES OF METAMORPHISM
OF ROCKS OF THE WEST AZOV SERIES
(AZOV MEGABLOCK)

High metamorphosed rocks of West Azov area are observed in the form of a stripe body of relatively small size in the framework of Mezoarchean granite-dome structures. The age, genesis and geodynamic conditions of formation of these complexes studied are great enough, because of the fragmentary nature of the cuts, high granitisation and intense dislocation. For this reason, all the up to date versions of stratigraphic subdivision of high metamorphosed complexes of Azov megablock have not been sufficiently substantiated. The Mezoarchean age (2.91 Ga) of biotite gneisses of Kayinkulak thickness, exposed in the lower reaches of the Kayinkulak river, was established. They correspond to granitoids of Shevchenko and Obitochne complexes of Saltychiya anticlinorium. From geochemical data the protolith of biotite gneisses was composed by plagiogranitoids of TTG series that have undergone strong

dislocation metamorphism 2.08 Ga ago. The presence of the remnants of taconites, pyroxene crystalline schists, garnet-biotite gneisses and other rocks in biotite and amphibole-biotite gneisses suggests their introduction in the older supracrustal thickness and indicates to their allochthonous position. Geochronological data indicate that plagiogneisses, widespread in the West Azov area, which are related to Kayinkulak thickness, are plagiogranitoids of TTG series heavily dislocated in the Paleoproterozoic, which were formed (as it was in the Middle Dnieper megablock) during two stages — 2.91–2.95 and 3.0–3.12 Ga ago. From geochemical data, xenolith of ore quartzite in the Archean biotite gneisses has similarities with ferruginous quartzites of the Soroky GS. Observed in the outcrops of the lower reaches of the Kayinkulak river breed association, which includes biotite and amphibole-biotite gneisses (strongly deformed in the Paleoproterozoic plagiogranitoids of TTG series) and older metamorphic rocks of the granulite facies is heterogeneous and cannot be considered as a single stratified Kayinkulak thickness.

Keywords: West Azov area, gneiss, Kayinkulak thickness, dislocation metamorphism, TTG series, isotopic age.