

УДК 550.4:552.11:553.3/4

ПЕТРОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ КОШРАБАДСКОГО ИНТРУЗИВА ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ ЗАРМИТАН (ЗАПАДНЫЙ УЗБЕКИСТАН)

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Приведены данные по геохимии, петрохимии, петрологии пород Кошрабадского интрузива Западного Узбекистана. Породы массива (монцогаббро, кварцевые монзониты, овоидные монзониты, граниты и лейкограниты) обнаруживают близость к шощонитовой серии, как это имеет место и на золоторудном месторождении Мурунтау. Основные породы массива формировались за счёт плавления мантийных гранатовых лерцолитов. Кислые разности пород обнаруживают признаки контаминации коровым материалом. В заключительных фазах проявлены M- и W – типы тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ. Генерация интрузива связана с функционированием Таримского плюма.

Ключевые слова: монцогаббро, габбро, эссекситы, овоидные монзониты, граниты, лейкограниты, плавление гранатовых лерцолитов, M- и W – типы тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ, Таримский плюм.

PETROLOGY AND GEOCHEMISTRY OF KOSHRABADSKII INTRUSIVE OF GOLD FIELD ZARMITAN (WEST UZBEKISTAN)

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

Data on geochemistry, petrochemistry, petrology of rocks of Koshrabadskii intrusive Western Uzbekistan. Rocks of massif (monzogabbro, quartz monzonites, ovoid monzonites, granites, leucogranites) disclosed near to shoshonitic series how it is on the gold deposit Muruntau. The basic rocks of massif formed for count melting of mantle garnet leucolites. The acid differences of rocks disclosed signs of contamination by crust material. M- and W – types tetrad effect fractionation of REE display in the end phases. Generation of intrusive related with function of Tarim plum.

Keywords: monzogabbro, gabbro, essexites, quartz monzonites, ovoid monzonites, granites, leucogranites, melting of mantle garnet leucolites, M- and W – types tetrad effect fractionation of REE, Tarim plum.

Введение

Области распространения крупных и гигантских месторождений золота, к каковым относится Кызылкум-Нуратинская золотоносная провинция Южного Тянь-Шаня с супергигантским месторождением Мурунтау и крупным месторождением Зармитан, привлекают внимание многих исследователей в силу уникального золотогенерирующего магматизма этой провинции и связанного с ним оруденения [4, 5, 7, 8]. Актуальность изучения такого магматизма не вызывает сомнений. *Цель исследования* – изучить петрологию и геохимические особенности пород Кошрабадского массива, вмещающего жильные месторождения Зармитанского золоторудного поля.

Результаты исследований

Рудное поле Зармитан расположено на южном склоне хребта Нуратау, в Кызылкум-Нуратинской золотоносной провинции Южно-Тяньшанского герцинского складчатого пояса. Золоторудное поле Зармитан включает в себя месторождения Гужумсай, Промежуточное и Чармитан, известных под общим названием Зармитан. Суммарные

запасы Зармитана составляют более 400 т. золота со средним содержанием 9,8 г/т. Основным рудовмещающим юнитом для указанных месторождений является многофазный Кошрабадский интрузив площадью 196 км², имеющий клиновидную форму, вытянутую в субширотном направлении.

Массив имеет зональное строение. В центре его локализуются основные породы: монцогаббро, габбро, эссекситы. Более эволюционированные фазы (кварцевые монзониты, овоидные монзониты, граниты, лейкограниты) развиты по периферии. Более 90% площади занимают специфические овоидные монзониты главной фазы.

Представительные анализы породных типов Кошрабадского массива сведены в табл. 1. Характерной особенностью пород массива являются высокие концентрации стронция и бария (за исключением лейкогранитов), что характерно для шощонитовой серии пород. В них также повышенные концентрации ниобия, циркония, иттрия и суммы редкоземельных элементов (РЗЭ). Относительно высокие нормированные отношения La/Yb_N указывают на дифференцированный тип распределения РЗЭ.

Таблица 1

Представительные анализы Кошрабадского интрузива
(оксиды – масс.%, элементы – г/т)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	50,6	53,3	56,5	61,4	61,8	64,7	65,1	72,3	72,5	74,1	74,5
TiO ₂	1,3	1,2	1,1	0,47	0,65	0,55	0,6	0,24	0,21	0,13	0,12
Al ₂ O ₃	14,5	17,8	14,8	18,9	17,0	15,94	15,96	14,5	14,4	13,7	13,2
Fe ₂ O ₃	3,1	1,2	3,1	1,35	2,1	1,81	2,1	1,3	1,2	0,25	0,22
FeO	9,1	8,3	7,04	3,03	3,34	3,05	3,07	2,2	2,3	1,2	1,1
MnO	0,2	0,17	0,17	0,07	0,11	0,07	0,08	0,03	0,04	0,03	0,03
MgO	0,95	0,5	0,76	0,68	0,5	0,8	0,74	0,56	0,52	0,3	0,25
CaO	12,2	7,3	8,7	5,4	3,7	3,2	3,3	2,2	2,3	1,6	1,3
Na ₂ O	3,7	5,4	4,3	5,3	4,4	4,3	3,8	3,85	3,9	3,7	3,8
K ₂ O	2,3	2,1	3,6	2,2	5,2	4,1	3,9	2,3	2,5	4,3	4,4
P ₂ O ₅	0,7	0,4	0,48	0,17	0,2	0,2	0,22	0,17	0,15	0,08	0,07
Li	21,5	20,8	20,4	19,0	20,0	26,4	25,8	45	44	10,5	9,5
Be	6,1	7,6	7,2	4,0	4,2	1,2	1,4	5,4	5,3	6,3	6,1
Cs	1,3	1,9	2,2	2,3	2,5	3,0	3,3	3,4	3,5	7,1	7,0
Sc	7,2	7,1	7,4	7,0	6,8	5,5	5,2	3,3	3,0	1,2	1,1
Rb	94	40	105	115	120	165	173	110	108	155	140
Ba	1950	1130	2034	920	1910	1460	1430	935	942	95	90
Sr	1165	580	985	480	502	285	302	235	225	40	38
Ga	22,5	23,7	23,2	21,6	20,1	26,4	25,8	24,1	23,8	17,8	16,4
Zr	230	310	186	280	510	240	335	310	305	195	185
Hf	4,7	8,1	4,3	7,0	9,8	6,2	8,5	7,7	7,8	5,0	4,9
Y	37,1	34,2	39,1	38,2	32,1	38,4	46,1	43,2	44,2	15,8	16,1
Nb	25,1	24,6	30,1	22,1	34,3	20,1	25,0	23,2	23,1	18,9	17,8
Ta	2,0	1,5	2,5	1,6	2,4	1,5	1,6	1,7	1,6	1,6	1,5
U	2,1	2,2	2,9	2,1	2,7	5,6	5,8	6,7	6,6	7,0	7,1
Th	6,1	6,8	7,1	9,6	10,2	16,1	16,9	16,3	15,8	17,8	18,2
La	50,6	39,3	48,0	45,7	35,5	48,3	43,0	34,1	34,3	55,1	32
Ce	98,2	79,4	94,9	83,7	64,8	94,0	82,4	57,2	58,1	63,5	36
Pr	10,9	9,8	11,0	9,5	7,1	11,1	9,4	9,3	9,5	8,7	2,2
Nd	43,9	35,6	44,5	38,9	29,6	40,5	39,6	17,5	17,9	16,5	8,6
Sm	8,6	7,1	9,0	8,2	6,3	8,5	9,0	6,1	6,2	6,0	0,9
Eu	2,3	2,1	2,0	2,2	2,0	1,6	1,5	1,6	1,7	1,1	0,13
Gd	6,9	6,2	7,1	7,0	5,3	7,9	7,5	6,5	6,6	6,6	0,9
Tb	1,2	1,1	1,2	1,2	1,0	1,3	1,4	0,9	0,8	0,9	0,11
Dy	6,5	5,5	6,7	6,7	5,4	7,0	8,0	2,5	2,7	2,9	0,7
Ho	1,2	1,2	1,3	1,3	1,1	1,5	1,6	0,4	0,7	0,9	0,5
Er	3,8	3,2	3,9	3,8	3,3	3,9	4,7	1,4	1,5	1,5	1,5
Tm	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,2
Yb	3,6	3,3	3,7	3,3	3,2	3,7	4,1	2,9	3,1	3,0	1,4
Lu	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,5	0,4	0,2
La/Yb _N	9,2	7,8	8,5	9,1	7,3	8,6	6,9	7,8	7,3	12,1	15,1
U/Th	0,34	0,32	0,41	0,22	0,26	0,35	0,34	0,41	0,42	0,39	0,39
∑PЗЭ	275,8	225,3	273,6	250,7	197,5	268,7	259,6	184,6	188,5	183,5	101,4
Eu/Eu*	0,053	0,068	0,044	0,054	0,086	0,034	0,032	0,058	0,059	0,04	1,0

Примечание. 1- Монцогаббро, 2- монцодиорит, 3- монцонит, 4- 5- кварцевые монцониты, 6-7 – овоидные монцониты, 8- 9 – граниты, 10-11- лейкограниты. Eu*=(Sm_N*Gd_N)/2.

Во всех разновидностях отношения U/Th меньше 1, что характерно для пород, не претерпевших наложенных изменений.

По соотношениям (Ce/Yb) и (Ta/Yb) породы Кошрабадского массива попадают в поле шшонитов (рис. 1).

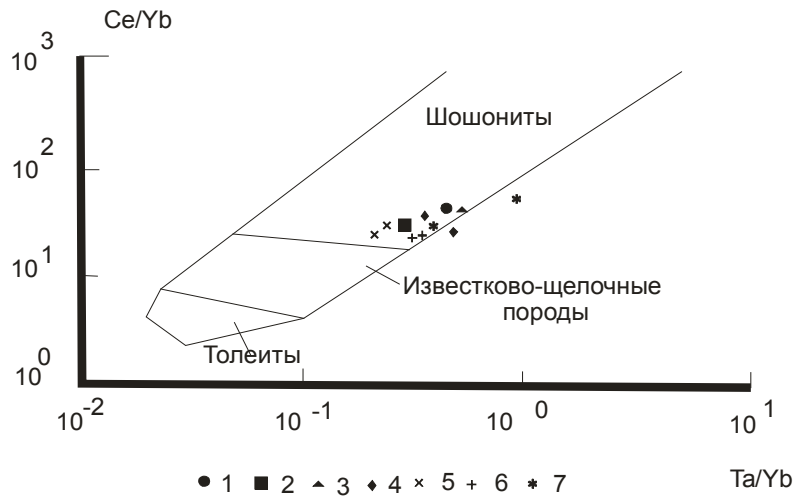


Рис. 1. Диаграмма Ce/Yb – Ta/Yb для пород Кошрабадского массива. Поля пород выделены по [14]. 1 – монцогаббро, 2 – монцодиориты, 3 – монзониты, 4 – кварцевые монзониты, 5 – оvoidные монзониты, 6 – граниты, 7 – лейкограниты

Соотношение La/Sm – La указывает, что основные и средние породы Кошрабадского массива обнаруживают обогащённый ман-

тийный источник при частичном плавлении мантйных гранатовых лерцолитов в промежутке между 0,001 и 0,1 % плавления (рис. 2).

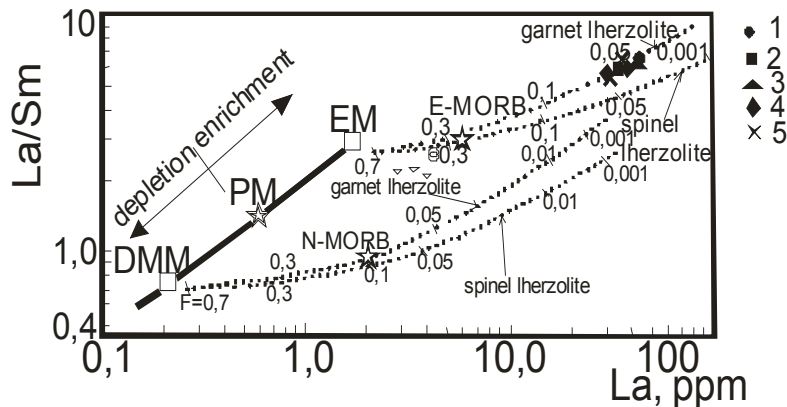


Рис. 2. Диаграмма La/Sm – La по [9] для пород Кошрабадского массива. DMM – деплетированный мантйный источник MORB. PM – примитивная мантйя; EM – обогащённый мантйный источник; E-MORB и N-MORB – составы обогащённых (E) и нормальных (N), базальтов срединно-океанических хребтов; точечные линии – тренды плавления источников DMM и EM, засечки с цифрами на точечных линиях – степень частичного плавления для соответствующих мантйных источников. Остальные условные см. на рис. 1.

На диаграмме Ba/Nb – La/Nb фигуративные точки составов основных и средних пород попадают в поле островодужных вулканитов и в промежуток между полями аномалии Дюпаль и полями островодужных вулканитов (рис. 3). В кислых разностях

пород Кошрабадского массива проявлены значимые величины тетрадного эффекта фракционирования (ТЭФ) M- типа в овоидных монзонитах (превышающие пороговое значение 1.1) и W- типа – в лейкогранитах (пороговое значение менее 0,9) (табл. 2).

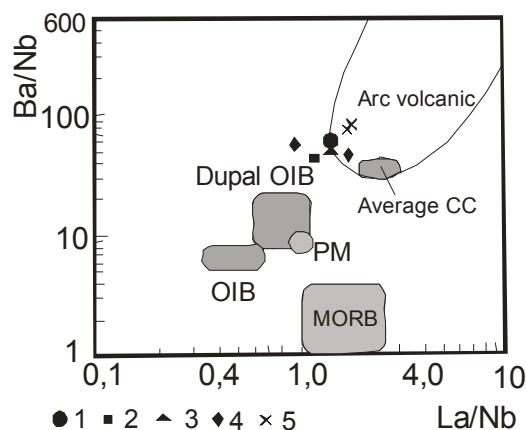


Рис. 3. Диаграмма Ba/Nb – La/Nb по [11, 12] для пород Кошрабадского массива. Данные по примитивной мантии (PM) по [15]; поля по вулканическим дугам (Arc volcanic) и архейским гранулитам (Granulites) из Восточного Хебея (Kunai) по [11]; средней континентальной коры (CC) по [16]; данные по OIB, MORB по [13]; данные по составам вулканических дуг по [11]. Остальные условные см. на рис. 1.

Таблица 2

Отношения элементов и значения тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ в породах Кошрабадского массива

Отношения компонентов	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	Хондрит
Zr/Hf	48,9	38,3	43,2	40,0	52,0	38,7	39,4	40,2	39,1	39,0	36,0
La/Nb	2,0	1,6	1,59	2,1	1,0	2,4	1,72	1,47	2,91	1,8	17,2
La/Ta	25,3	26,2	19,2	28,6	14,8	32,2	26,9	20,0	34,4	21,3	16,8
Y/Ho	30,9	28,5	30,1	29,4	29,2	25,6	28,8	108	17,5	32,2	29,0
Sr/Eu	506	276	492	218	251	178	201	147	36	292	100,5
Eu/Eu*	0,053	0,068	0,044	0,054	0,086	0,034	0,032	0,058	0,059	0,04	1,0
TE _{1,3}	0,99	0,99	1,01	0,97	0,96	1,0	1,17	1,04	0,91	0,61	-

Примечание. TE_{1,3} – тетрадный эффект фракционирования РЗЭ как среднее между первой и третьей тетрадами по [10]. Eu* = (Sm_N*Gd_N)/2.

На диаграмме соотношений Y/Ho – TE_{1,3} фигуративные точки составов всех пород, за исключением гранитов, попадают в область варьирования составов магматических пород (рис. 4).

Специфика проявления тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ W- и M- типов в породах Кошрабадского массива заключается в том, что увеличение и уменьшение величин обоих типов ТЭФ происходит в области варьирования составов магматических пород (рис. 4). А в заключительных эволюционированных фазах гранитов в связи с контаминацией коровым материалом наблюдается резкое отклонение в соотношениях иттрия и гольмия.

Интерпретация результатов

Ранее породы Кошрабадского интрузива относили к различным петрогеохимическим типам гранитоидов: Юдалевич З.А. и

соавторы относили гранитоиды массива к типу рапакиви [7], Конопелько Д.Л. с соавторами – к А-типу гранитоидов на основании высокой железистости и повышенных содержаний высоко-зарядных элементов (HFSE), сформировавшихся в постколлизинный этап развития территории [6].

Полученные нами результаты показывают, что породы Кошрабадского массива показывают близость к шшонитовой серии, являющейся чаще всего гибридной, в которой наблюдаются черты мантийных и коровых субстратов [1, 2, 4]. Близость к шшонитовой серии обнаруживают и золотогенерирующие гранитоиды месторождения Мурунтау. Мантийная составляющая проявляется в том, что основные и средние по составу породы формировались за счёт плавления обогащённого мантийного источника (гранатового лерцолита).

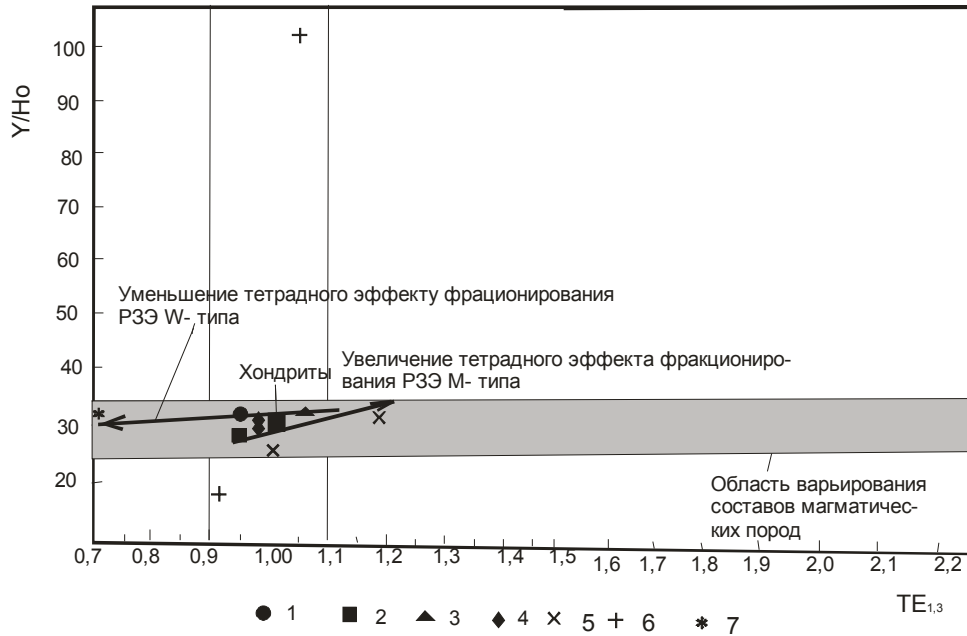


Рис. 4. Диаграмма $Y/Nb - TE_{1,3}$ для пород Кошрабадского массива
Условные обозначения как на рис. 1.

Мантийная базальтовая магма, генерированная за счёт плавления гранатовых лерцолитов, была обогащена ниобием, что подтверждается высокими концентрациями в основных и средних породах массива Nb (от 17,8 до 34,3) и отношениями Nb/La pm (нормированными на содержания в примитивной мантии): от 0,41 до 0,95, что позволяет классифицировать их как производные базальтоидов NEB-типа (обогащенные Nb базальты). В процессе её подъема происходила контаминация коровым материалом, скорее всего, островодужными вулканитами (рис. 3).

Специфика интрузива состоит в том, что его строение имеет обратную зональность – в центре располагаются ранние фазы внедрения монцогаббро, эссекситы, монцодиориты, а более эволюционированные порции магмы (овоидные монцониты главной фазы, граниты, лейкограниты) локализируются на периферии; контакты между фазами и фациями контрастные с дискордантными текстурами. Характер зональности плутона интерпретируется как результат химической дифференциации и скорости поступления последовательных фаз. Когда скорость становления массивов малая предыдущие фазы внедрения успевают закристаллизоваться и тогда более поздние фазы внедряются на периферию плутонов с образованием обратной зональности. Распределение породных типов в составе

плутона для такого сценария отвечает строению Кошрабадского массива.

В кислых породах массива проявлен тетрадный эффект фракционирования РЗЭ М – и W- типов, что не редко проявляется в гранитоидах шошонитовой серии. Проявление двух типов тетрадного эффекта фракционирования редкоземельных элементов в некоторых интрузивных массивах обусловлено различной ролью фтора в магматогенных флюидах и ассимиляцией вадозной воды при становлении массива г. Бык в районе Кавказских Минеральных Вод, где и проявлены оба типа тетрад-эффекта [2].

Возраст пород Кошрабадского плутона (280-295 млн. лет) наиболее близок ко времени функционирования Таримского плюма (292-275 млн. лет), с которым связывается образование и многочисленных интрузивных комплексов и золотого оруденения месторождений Мурунтау и Зармитан.

Заключение

Таким образом, породы Кошрабадского интрузива показывают признаки шошонитовой серии и формировались за счёт плавления мантийных гранатовых лерцолитов. Последующее мантийно-коровое взаимодействие сопровождалось контаминацией коровым материалом. Магматизм сопровождался активностью летучих компонентов (фтора, хлора, бора, воды), что вызывало дифференцированный тип распределе-

ния РЗЭ и проявлением М- и W-типов ТЭФ. Магматизм Кошрабадского интрузива связан с функционированием Таримского плюма.

Список литературы

1. Гусев А.И., Гусев А.А. Шошонитовые гранитиды: петрология, геохимия, флюидный режим и оруденение. – М.: Изд-во РАЕ, 2011. – 128 с.
2. Гусев А.А., Гусев А.И., Гусев Н.И., Гусев Е.А. Два типа тетрадного эффекта фракционирования редкоземельных элементов в шошонитовых гранитоидах Кавказских Минеральных вод // Современные наукоёмкие технологии. – 2011. – № 4. – С. 17-22.
3. Гусев А.И., Гусев Н.И. Флюидный режим и петрология шошонитовых гранитоидов супергигантского золоторудного месторождения Мурунтау // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 6 (часть I). – С. 13-18.
4. Гусев А.И. Постколлизийные гранитоиды: петрология, геохимия, флюидный режим и оруденение. – Gamburg: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 217 с.
5. Изох Э.П., Юдалевич З.А., Пономарёва А.П. и др. Формационный анализ гранитоидов Западного Узбекистана. – Новосибирск: Наука, 1975. – 519 с.
6. Конопелько Д.Л., Бискэ Ю.С., Куллеруд Л., Зельтманн Р., Диваев Ф.К. Кошрабадский гранитный массив в Узбекистане: петрогенезис, металлогения и геодинамическая обстановка формирования // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52, № 12. – С. 1987-2000.
7. Юдалевич З.А., Сандомирский Г.Т., Ляшенко Г.К. Кошрабадский массив – пример формации рапакиви в Южном Тянь-Шане // Докл. АН СССР. – 1973. – Т. 211, №2. – С. 452-455.
8. Abzalov M. Zarmitan granitoid-hosted gold deposit, Tian Shan belt, Uzbekistan // *Econ. Geol.* – 2007. – V. 102. – Pp. 519-532.
9. Aldanmaz E., Pearce J.A., Thirlwall M.F., Mitchell J.G. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, postcollision volcanism in western Anatolia, Turkey // *Journal of Volcanology and Geothermal Research.* – 2000. – V. 102. – P. 67-95.
10. Irber W. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu*, Sr/Eu, Y/Ho, and Zr/Hf of evolving peraluminous granite suites // *Geochim Comochim Acta.* – 1999. – V.63. – №3/4. – Pp. 489-508.
11. Jahn B.-M., Zhang Z.Q. et al. Archean granulite gneisses from eastern Nebei Province, China // *Contrib. Mineral. Petrol.* – 1984. – V. 85. – Pp. 224-243.
12. Jahn B.-M., Wu F. et al. Crust-mantle interaction induced by deep subduction of the continental crust: geochemical and Sr-Nd isotopic evidence from post-collisional mafic-ultramafic intrusions of the northern Dabie complex, central China // *Chemical Geology.* – 1999. – V. 157. – Pp. 119-146.
13. Le Roux A.P. Geochemical correlation between Southern African kimberlites and South Atlantic hot spot // *Nature.* – 1986. – V. 324. – Pp. 243-245.
14. Pearce J.A. Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: Thorpe R.S. (ed.). *Andesites.* Wiley, Chichester. – 1982. – P.525-548.
15. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implication and processes / *Magmatism in the Ocean Basins* // *Geological Society of London. Special Publication.* – 1989. – № 42. – Pp. 313-345.
16. Taylor S.R., McLennan S.M. The continental crust: composition and evolution. – Boston: Blackwell Scientific Publications. – 1985. – Pp. 209-230.