

НОВЫЙ ТИП БАЗАЛЬТОВ В КАЛГУТИНСКО-АКСАЙСКОМ ВУЛКАНИЧЕСКОМ РАЙОНЕ, ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ АЛТАЙ

В.И. Крупчатников, В.А. Кривчиков¹, В.Л. Пономарев¹

Филиал по Республике Алтай ФГУ «ТФИ по Сибирскому федеральному округу», г. Горно-Алтайск

¹ ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенейское

В Калгутинско-Аксайском районе (рис. 1) все вулканические производные объединены в девонский аксайский трахиандезит-дацит-риолитовый комплекс и по своим вещественным характеристикам соответствуют надсубдукционным магматитам активных континентальных окраин [3, 8], что согласуется с проведенными ранее палеогеодинамическими реконструкциями западной части Алтае-Саянской складчатой области [1]. Каких-либо достоверно иного возраста и/или состава вулканических проявлений в пределах района предшествующими исследованиями установлено не было. В процессе проходящих здесь в настоящее время ГСР-200 нами закартирован и предварительно изучен участок базальтов с отчетливо выраженными геохимическими параметрами типичных базальтов океанических островов (ОИВ). Вещественная специфика этих пород не дает оснований отождествлять их с аксайскими вулканитами, а косвенные признаки позволяют предполагать более древний возраст.

Геологическое положение и петрография.

Рассматриваемые базальты развиты на площади примерно 300 x 400 м на правом берегу р. Ирбисту в юго-западном борту Чуйской котловины (рис. 2). Контакты с окружающими их метатурбидитами кембро-ордовикской горноалтайской серии повсеместно не обнажены, но по характерным понижениям в рельефе предполагается их тектоническая природа. С северо-востока базальты перекрываются рыхлым чехлом Чуйской котловины. Среди разновидностей выделяются незакономерно чередующиеся однородные, миндалекаменные (до мелкопузырчатых) и брекчиевые лавы, на северо-восточной периферии вулканического поля фрагментарно отмечаются пиллоуподобные лавы. Границы между разновидностями нечеткие, обычно выглядят как постепенные взаимопереходы. Толща базальтов в различной степени тектонизирована, местами пронизана маломощными жилами гидротермалитов. Все породы плагиопорфировые, обычно с пилотакситовым плагиоклаз-лейкоксен (сфен)-хлорит-железооксидным мат-

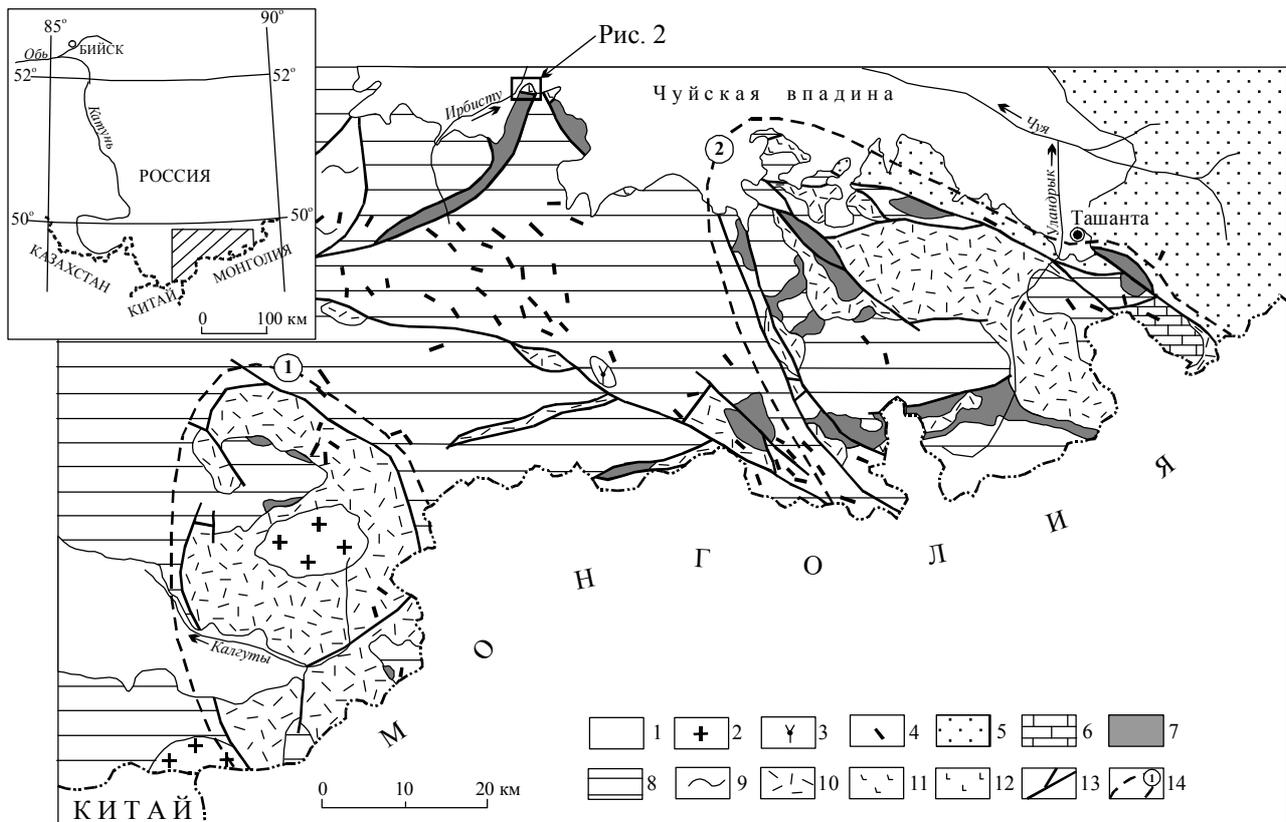


Рис. 1. Схема геологического строения Калгутинско-Аксайского вулканического района (по материалам ГСР-50).

1 - рыхлые отложения, KZ; 2 - гранитоиды чиндагатуйского комплекса, T₃-J₁; 3 - монцо- и сиенодиориты, граносиениты тархатинского комплекса, T₁₋₂; 4 - лампрофиты и лампронты чуйского комплекса, T₁₋₂; 5-8 - карбонатные и терригенные отложения: 5 - D₂₋₃, 6 - D₁, 7 - S₁-D₁, 8 - E₂-O₁; 9 - метаморфические образования южно-чуйского комплекса, PR-PZ; 10-11 - аксайский вулканический комплекс, D₁₋₂: 10 - высококальциевый (аксайский) тип, 11 - высоконатриевый (оюмский) тип; 12 - базальты р. Ирбисту; 13 - разломы; 14 - контуры вулcano-тектонических структур: 1 - Калгутинской, 2 - Аксайской.

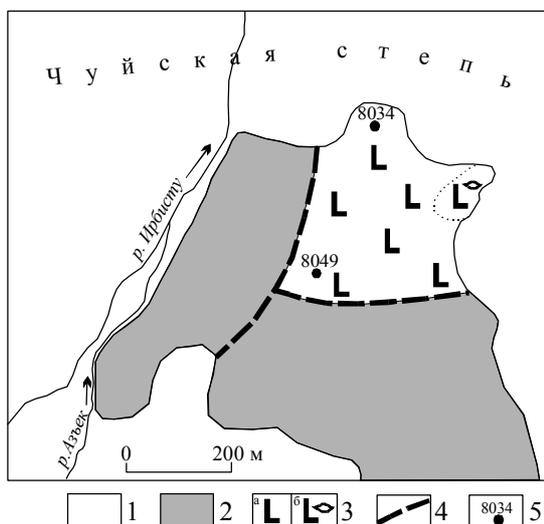


Рис. 2. Схема геологического строения участка базальтов на правобережье р. Ирбисту.

1 - кайнозойские рыхлые отложения; 2 - метатурбидиты горноалтайской серии (Є₂ - О₁); 3 - базальты: (а) лавы однородные, миндалекаменные и брекчиевые, (б) пиллоуподобные лавы; 4 - предполагаемые разрывные нарушения; 5 - точки опробования и их номера.

риком, обильно серицитизированы, изредка карбонатизированы. Размер вкрапленников непостоянен, варьирует от долей миллиметра до 1,5 см.

Геохимия петрогенных и редких элементов.

Анализ двух образцов однородных лав показал их весьма близкий химический состав (таблица).

По соотношению кремнезема с суммой щелочей и калием ирбистинские базальты соответствуют производным субщелочной высококалиевой (шошонитовой) серии. Величина K_2O/Na_2O превышает 1

Химические составы базальтов р. Ирбисту

	8034	8049		8034	8049		8034	8049
SiO ₂	46,9	45,98	Ba	372	377	Sm	9,7	12,7
TiO ₂	3,93	3,81	Sr	87	74	Eu	3,1	4,1
Al ₂ O ₃	18,51	17,82	Rb	43	38	Gd	9,8	10,2
Fe ₂ O ₃ t	12,95	14,16	Cs	1,48	0,94	Tb	1,42	1,45
MnO	0,06	0,06	Sc	22	21	Dy	7,7	7,9
MgO	5,87	6,08	Th	5,3	6	Ho	1,35	1,38
CaO	1,77	2,91	U	1,7	1,75	Er	3,3	3,7
Na ₂ O	1,49	1,04	Zr	424	431	Tm	0,44	0,48
K ₂ O	2,22	2,31	Hf	9,9	10,5	Yb	2,4	2,8
P ₂ O ₅	0,62	0,54	Nb	79	81	Lu	0,32	0,37
nnn	5,24	4,89	Ta	4,5	5	V	189	216
сумма	99,55	99,6	Y	41	39	Cr	4,5	4,5
K ₂ O + Na ₂ O	3,71	3,35	La	47	52	Co	29	32
K ₂ O / Na ₂ O	1,49	2,22	Ce	103	108	Ni	15,8	8,6
(K+Na) / Al	0,26	0,24	Pr	13,2	14,2	Pb	2	1,35
mg#	47	46	Nd	50	60			

Примечание. Содержания петрогенных (мас. %) и редких (г/т) элементов определены методами РФА и ICP-MS в Аналитическом центре ИГиМ СО РАН, г. Новосибирск (ан. Глухова Н.М., Николаева И.В.). mg# = 100Mg / (Mg+Fe_t), ат. кол.

Рис. 3. Положение составов базальтов р. Ирбисту на классификационных диаграммах $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (а) и $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ (б).

На диаграмме (а) разделительные линии приведены по []; на диаграмме (б) классификационные поля I-IV - по []; I - низкокальциевые (толеитовые) серии, II - умереннокальциевые известково-щелочные серии, III - высококальциевые известково-щелочные серии, IV -шошонитовые серии.

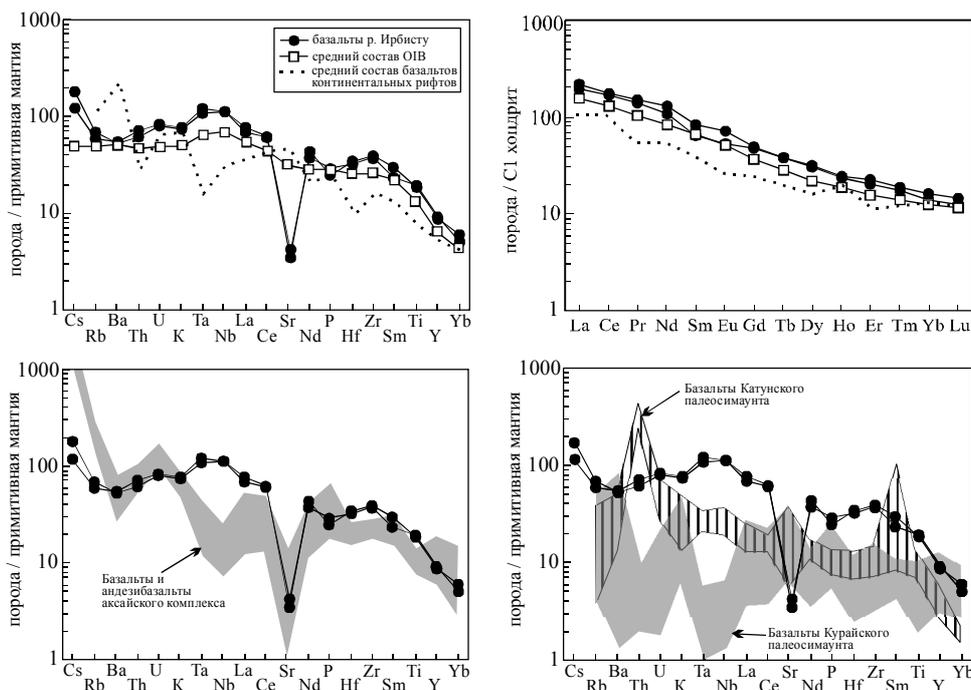
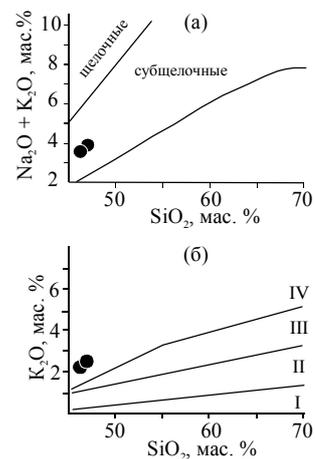


Рис. 4. Распределение редких и редкоземельных элементов в базальтах р. Ирбисту.

Средний состав ОИВ (базальтов океанических островов) и нормирование содержаний элементов по составам примитивной мантии (PM) и C1 хондрита - по []; средний состав базальтов континентальных рифтов - по []; составы Nb-обогащенных андезитбазальтов аксайского комплекса - по [], базальтов Курайского и Катунского палеосимаунтов - по [].

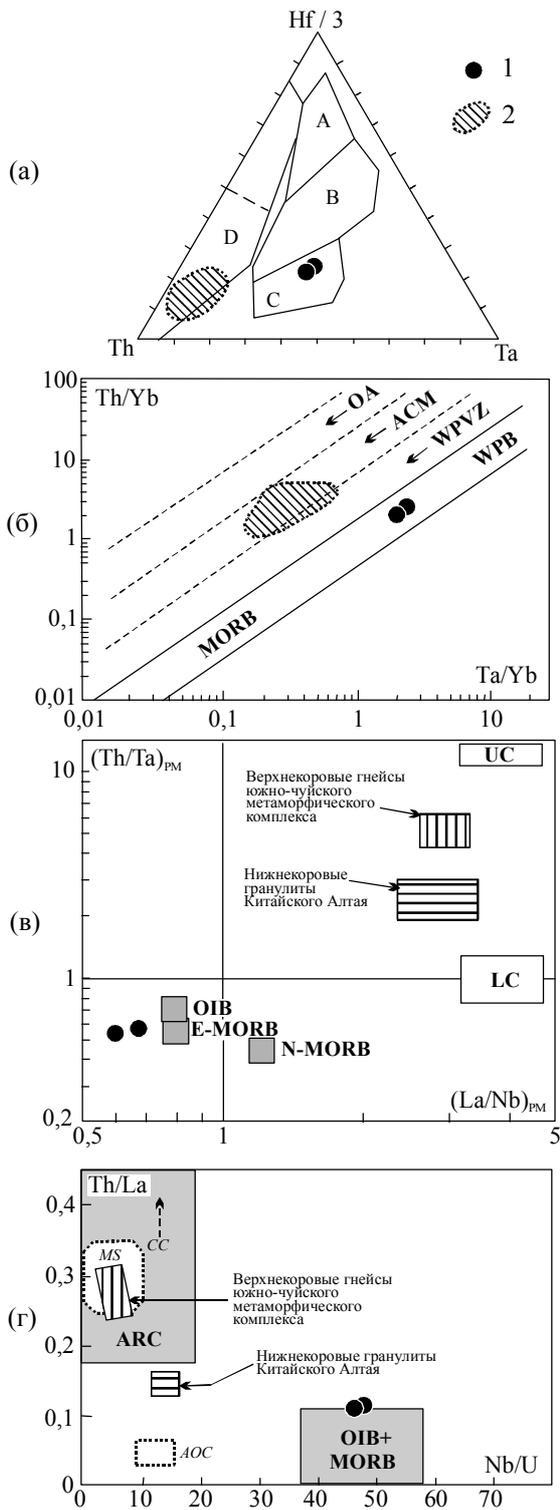


Рис. 5. Соотношения несовместимых редких элементов в базальтах р. Ирбисту.

1 - базальты р. Ирбисту; 2 - поля составов вулканитов аксайского комплекса (по []).

(а) Диаграмма Th - Hf - Ta с дискриминационными полями составов по [Wood, 1980]: А - N-MORB, В - E-MORB и внутриплитные толенты; С - внутриплитные щелочные базальты, D - островодужные базальты (пунктирная линия разделяет островодужные толенты с Hf/Th > 3 и известково-щелочные базальты с Hf/Th < 3).

(б) Диаграмма Th/Yb - Ta/Yb с дискриминационными полями составов по [Gorton, Schandl, 2000]: OA - островных дуг, ACM - активных континентальных окраин, WPVZ - внутриплитных вулканических зон, WPB - внутриплитных океанических базальтов, MORB - базальтов срединно-океанических хребтов.

(в) Диаграмма $(Th/Ta)_{PM}$ - $(La/Nb)_{PM}$. Нормирование по составу примитивной мантии (PM) и средние значения OIB, N-MORB, E-MORB - по [Sun, McDonough, 1989]; составы верхней (UC) и нижней (LC) континентальной коры - по [Weaver, Tarney, 1984; Rudnick, Fountain, 1995], нижнекоровых гранулитов Китайского Алтая - по [Li et al., 2004], гнейсов южно-чуйского метаморфического комплекса - по [Владимиров и др., 2002].

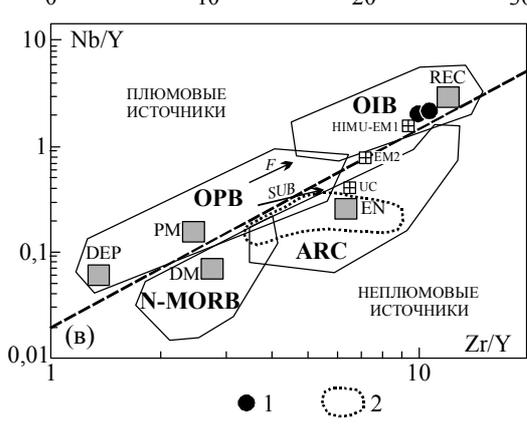
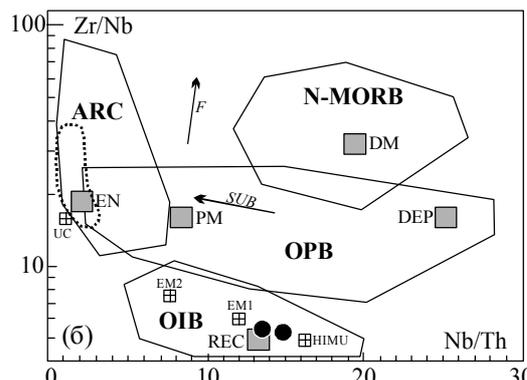
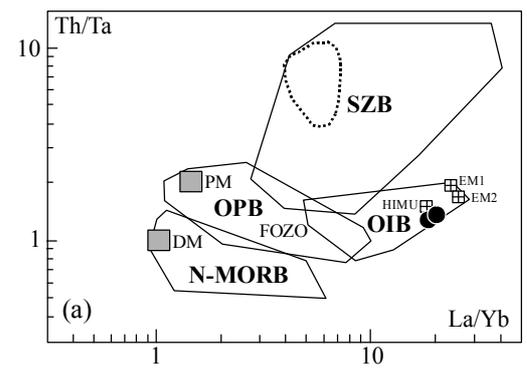
(г) Диаграмма Th/La - Nb/U. Поля составов OIB+MORB, островодужных вулканитов (ARC), морских осадков (MS), измененной океанической коры (AOC) и континентальной коры (CC) - по [Klein, Karsten, 1995].

Рис. 6. Положение составов базальтов р. Ирбисту на диаграммах Th/Ta - La/Yb, Zr/Nb - Nb/Th и Nb/Y - Zr/Y.

1 - ааааеуоу о. Ёдаепоо; 2 - иеа ааааеуоиа е аиааааааааеуоиа аеиаеиетии еиитееаеиа.

(а) Аеааааиа Th/Ta - La/Yb. Еиитеееиитиа иеу ааааеуоиа ндааеиитееаие+анеео одааоиа (N-MORB), иеааие+анеео теаои (OPB), чи ндааоеее (SZB), иеааие+анеео иподиата (OIB), оиеаеуитее чиу (FOZO) е ипнаау оериауо иаидеиуо енои+иееиа - и [Tomlinson, Condie, 2001]: HIMU - енои+иее н аунтеи U/Pb-иоифаиеаи, EM I + EM II - иаиауаиуау, DM - аатеаодеиатаиуау, PM - идеиеоаиуау иаидеу.

(а) е (а) Аеааааиау Zr/Nb - Nb/Th е Nb/Y - Zr/Y. Енои+иее, еиитееиоу е иеу ааааеуоиа оаеоие+анеео иапоаитате - и [Condie, 2005]: UC - аадоиуу еиидеиатаоаеуиуау еида; DEI - идеиеоаиуау иаидеу; DM - идеиатадоиитоиау аатеаодеиатаиуау иаидеу; DEP - аеоаеиуау аатеаодеиатаиуау иаидеу; REC - даеоеедеиатаиуе еиитиато; EN - иаиауаиуе еиитиато; HIMU - енои+иее н аунтеи иоифаиеаи U/Pb; А11 е А12 - иаиауаиуау иаидеиуау енои+иее; ARC - иподиатаоаиуау ааааеуоу; N-MORB - ааааеуоу ндааеиитееаие+анеео одааоиа, OIB - ааааеуоу иеааие+анеео иподиата, OPB - ааааеуоу иеааие+анеео теаои. Содаеаие иеааиу уоаеоу иадоаеуиуаиу теааеиу (F) е аеуеуу ндааоеееиитоу оебеаиа (SUB). Одиуаиуау оодеиатау еиеу - аадиуоиау адаиеа, даааеууае тебиауа е иатебиауа енои+иее.



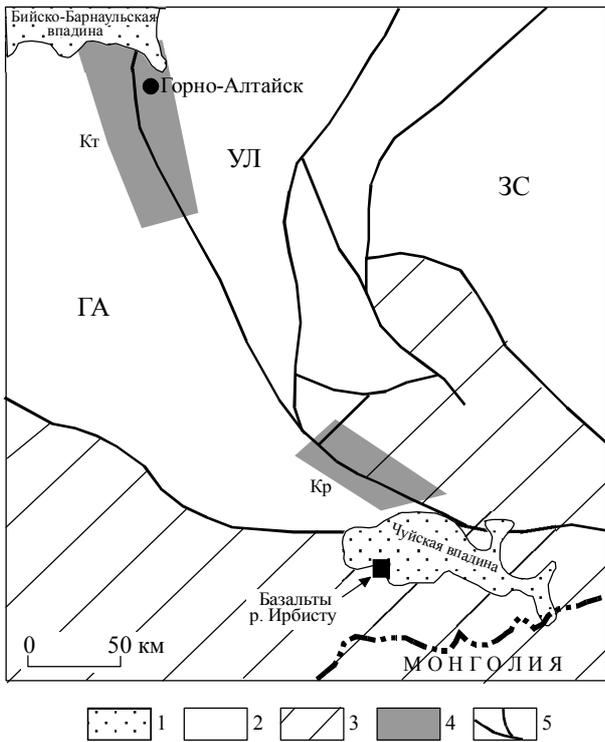


Рис. 7. Террейновая структура Горного Алтая (по [] с упрощениями).

1 - кайнозойские впадины; 2 - террейны окраинно-континентальных образований Сибирского континента: ГА - Горно-Алтайский, УЛ - Уймено-Лебедской, ЗС - Западно-Саянский; 3 - фрагменты Алтае-Монгольского микроконтинента; 4 - палеосимаунты (по []): Кт - катунский, Кр - курайский; 5 - разломные зоны (границы террейнов).

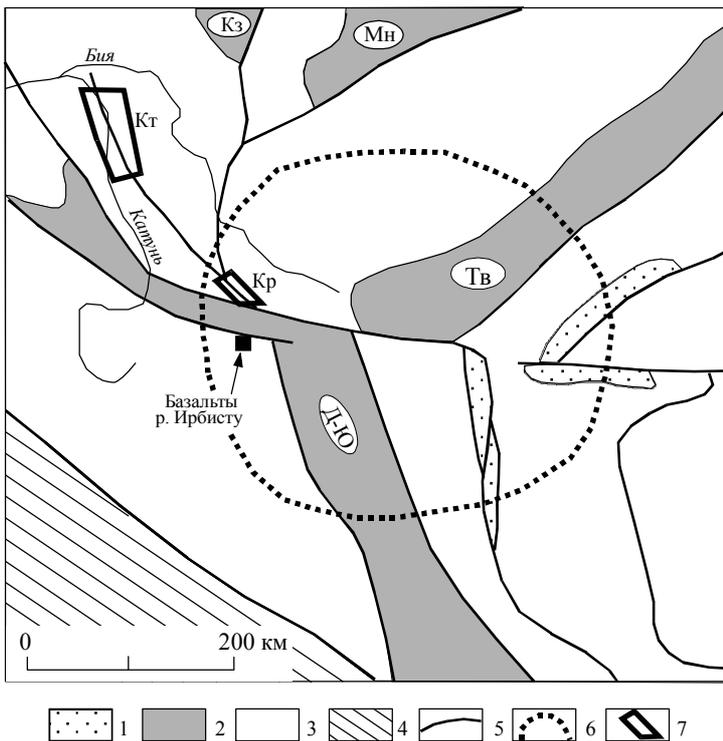


Рис. 8. Схема строения области тройного сочленения рифтогенных структур в юго-западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса (по [] с упрощениями).

1-6 - по []: 1 - вулканические грабены, 2 - прогибы (Кз - Кузнецкий, Мн - Минусинский, Д-Ю - Делоно-Юстыдский, Тв - Тувинский), 3 - каледониды, 4 - герциниды, 5 - разломы, 6 - область тройного сочленения рифтов; 7 - палеосимаунты (по []): Кт - катунский, Кр - курайский.

Литература

1. Берзин Н.А., Колман Р.Г., Добрецов Н.Л., Зоненшайн Л.П., Сяо Сючань, Чанг Э.З. Геодинамическая карта западной части Палеоазиатского океана // Геология и геофизика, 1994, т. 35, № 7-8, с. 8-28.
2. Владимиров А.Г., Руднев С.Н., Крук Н.Н., Владимиров В.Г., Титов А.В., Бабин Г.А. Изотопное датирование рудоносных магматических и метаморфических комплексов Алтае-Саянской складчатой области для госгеолкарты-1000 // Сводный отчет по результатам работ за 1999-2001 гг. Книга 1: «Салаир, Рудный Алтай, Горный Алтай и зона его сочленения с Западным Саяном». Новосибирск, 2002 г.
3. Врублевский В.В., Крупчатников В.И., Покровский Б.Г., Гертнер И.Ф. Редкие элементы и (Nd, Sr, O)-изотопные отношения в вулканиках аксайского комплекса, Горный Алтай: характер и масштабы участия корового материала в генерации субдукционных калиевых магм повышенной щелочности // Материалы III Всерос. симпозиума по вулканологии и палеовулканологии «Вулканизм и геодинамика». Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН, 2006, т. 2. С. 524-528.
4. Добрецов Н.Л., Буслев М.М., Сафонова И.Ю., Кох Д.А. Фрагменты океанических островов в структуре Курайского и Катунского аккреционных клиньев Горного Алтая // Геология и геофизика, 2004, т. 45, № 12, с. 1381-1403.
5. Добрецов Н.Л., Буслев М.М. Позднекембрийско-ордовикская тектоника и геодинамика Центральной Азии // Геология и геофизика, 2007, т. 48, № 1, с. 93-108.
6. Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Сальникова Е.Б., Карташов П.М., Ковач В.П. и др. Халдзан-Бурегтейский массив щелочных и редкометальных магматических пород: строение, геохронология и геодинамическое положение в каледонидах Западной Монголии // Петрология, 2004, т. 12, № 5, с. 467-494.
7. Коваленко В.И., Наумов В.Б., Гирнис А.В., Дорофеева В.А., Ярмолюк В.В. Средние составы магм и мантии срединно-океанических хребтов и внутриплитных океанических и континентальных обстановок по данным изучения расплавных включений и закалочных стекол базальтов // Петрология, 2007, т. 15, № 4, с. 361-396.
8. Крупчатников В.И., Врублевский В.В., Гертнер И.Ф. Геохимия, источники и геодинамическая интерпретация девонских вулкаников Калгутинской и Аксайской тектонических депрессий, Юго-Восточный Алтай // Геология и геофизика, 2008 (в печати).
9. Магматические горные породы. Т. 1: Классификация, номенклатура, петрография. Ч. 1. // Андреева Е.Д., Баскина В.А., Богатилов О.А. и др. М.: Наука. 1983. 366 с.
10. Condie K.C. High field strength element ratios in Archean basalts: a window to evolving sources of mantle plumes? // Lithos, 2005, vol. 79, p. 491-504.
11. Gorton M.P., Schandl E.S. From continents to island arcs: a geochemical index of tectonic setting for arc-related and within-plate felsic to intermediate volcanic rocks. // The Canadian Mineralogist, 2000, vol. 38, p. 1065-1073.
12. Klein E.M., Karsten J.L. Ocean ridge basalts with convergent margin geochemical affinities from the southern Chile Ridge // Nature, 1995, vol. 374, p. 52-57.
13. Le Maitre R.W., Bateman P., Dudek A. et al. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Oxford: Blackwell, 1989, 193 p.
14. Li Z., Chen H., Yang Sh., Dong Ch., Xiao W. Petrology, geochemistry and geodynamics of basic granulite from the Altay area, North Xinjiang, China // Journal of Zhejiang University Science, 2004, vol. 5(8), p.979-984.
15. Rudnick R.L., Fountain D.M. Nature and composition of the continental crust: a lower crustal perspective // Reviews of geophysics, 1995, vol. 33, p. 267-309.
16. Stracke A., Hofmann A.W., Hart S.R. FOZO, HIMU, and the rest of the mantle zoo // Geochem. Geophys. Geosyst., 2005, vol. 6, n. 5 (Q05007, doi:10.1029/2004GC000824).
17. Sun S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // In: Magmatism in the ocean basins. Eds. Saunders A.D. & Norry M.J. Geol. Soc. Special Publ., 1989, № 42, p. 313-345.
18. Weaver B.L., Tarney J. Empirical approach to estimating the composition of continental crust // Nature, 1984, vol. 310, p. 575-577.
19. Wood D.A. The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province // Earth Planet. Sci. Lett., 1980, vol. 50, p. 11-30.