

**ВОЗРАСТ (U-Pb, SHRIMP-II), ПЕТРОЛОГИЯ  
И МАНТИЙНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ  
И МЕЗОЗОЙСКИХ ДАЕК ДОЛЕРИТОВ В Ю-В ГОРНОМ АЛТАЕ**

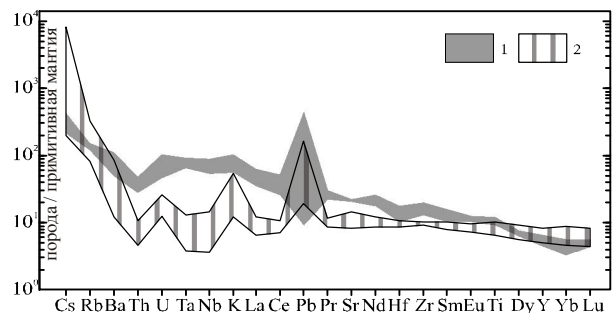
**Гусев Н.И.**

*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт, Санкт-Петербург,  
nikolay\_gusev@vsegei.ru*

В Делюно-Юстыдском прогибе Юго-Восточного Горного Алтая два комплекса даек базитов отличаются по геологическим взаимоотношениям с интрузивами гранитов. Один комплекс даек долеритов (караюкский) предшествует интрузивам позднедевонского юстыдского гранит-лейкогранитового комплекса, другой – прорывает граниты [1]. Догранитные дайки долеритов по времени формирования (все определения возраста U-Pb методом по цирконам, SHRIMP-II) – 375,1±5,4 млн. лет (СКВО = 0,36), являются позднедевонскими и близки к возрасту гранитов юстыдского комплекса. Возраст гранитов по пяти пробам составляет 375,4±5,5 млн. лет (СКВО = 0,32-0,77). Постгранитные дайки долеритов с возрастом 210,7±5,4 млн. лет (СКВО = 0,0034) являются производными самостоятельного поздне триасового магматизма. По изотопному составу Nd и Sr для позднедевонских долеритов ( $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0,1242$ ;  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,512851$ ;  $\epsilon_{\text{Nd}}(0) = +4,2$ ;  $\epsilon_{\text{Nd}}(T_{375}) = +7,6$ ;  $\epsilon_{\text{Sr}}(T_{375}) = -3,64$ ) и поздне триасового комплекса ( $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} = 0,1256$ ;  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,512994$ ;  $\epsilon_{\text{Nd}}(0) = +6,9$ ;  $\epsilon_{\text{Nd}}(T_{210}) = +8,9$ ;  $\epsilon_{\text{Sr}}(T_{210}) = +39,82$ ) определен мантийный источник типа PREMA – универсальный компонент мантийных плюмов. Поздне триасовые долериты имеют примерно одинаковый уровень  $\epsilon_{\text{Nd}}(T)$  с позднедевонскими долеритами, но обогащены «коровым» радиогенным стронцием.

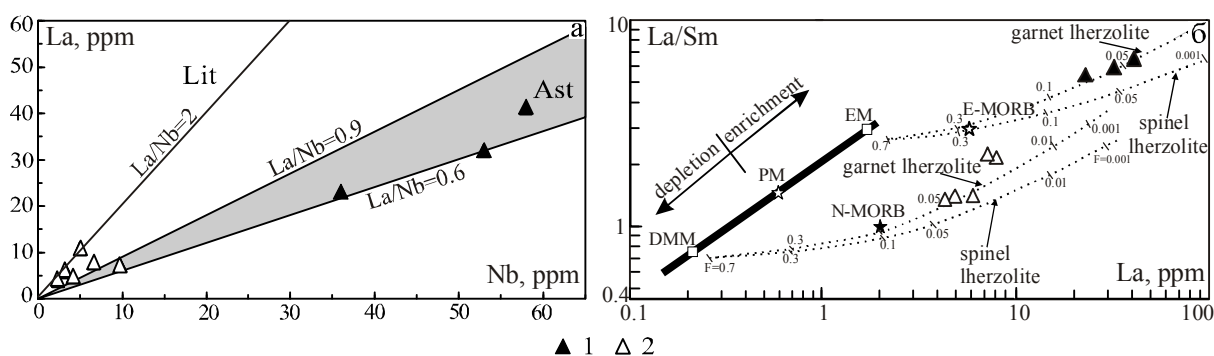
Обе серии долеритов обогащены крупноионными элементами: Cs, Rb, K, Ba, Pb (рис. 1). В поздне триасовых долеритах проявлена отрицательная аномалия Ta и Nb, отсутствующая в позднедевонских. Биотит-содержащие поздне триасовые долериты, отличаются повышенным содержанием  $\text{K}_2\text{O}$  (1,16-1,54%) и, особенно – Rb (151-199 г/т). При этом, в долеритах позднедевонского комплекса, даже при вдвое более высоком содержании  $\text{K}_2\text{O}$  – 2,9-2,95%, содержания Rb не превышают 72-93 г/т. По соотношению высокозарядных элементов (HFSE) позднедевонские долериты классифицируются как производные плюмового источника OIB-типа, в то время как поздне триасовые более разнородны и тяготеют к производным примитивной и деплетированной верхней мантии. Позднедевонские долериты, обогащенные легкими РЗЭ в сочетании с повышенными содержаниями Nb (>20 г/т) и высокими отношениями  $\text{Nb}/\text{La}_{\text{pm}} = 1.36-1.58$ , относятся к высокониобиевым базальтам (HNB-типу). В поздне триасовых долеритах отношение  $\text{Nb}/\text{La}_{\text{pm}}$  варьирует от 0.52 до 1.3, что позволяет классифицировать их как обогащенные Nb базальтоиды (NEB-тип). Для высоко-Nb базальтов считается, что их источник находится в астеносферной мантии [4]. Это очевидно подтверждается для позднедевонского комплекса (рис. 2а), долериты которого размещаются в поле лав провинции Бассейнов и Хребтов (США), производных астеносферной мантии [5] на траектории обогащенного (EM) мантийного источника, идентичного источнику обогащенных базальтов E-MORB-типа (рис. 2б).

Поздне триасовые долериты имеют характеристики, свойственные плавлению деплетированного источника DMM-типа. Уточнение состава мантийного источника по соотношению Sm/Yb и La/Sm показывает, что позднедевонские долериты соответствуют тренду с 2% степенью частичного плавления шпинель-гранатового лерцолита при соотношении 50/50 и более в пользу шпинелевого лерцолита. Поздне триасовые долериты за счет повышенного отношения Sm/Yb тяготеют к линии плавления шпинелевого лерцолита в источнике типа DMM. По соотношению Sm и Rb обе серии эволю-



**Рис. 1. Мультиэлементная диаграмма для даек долеритов.**

1 – позднедевонские долериты, 2 – поздне триасовые долериты.



**Рис. 2. Диаграммы La – Nb и La/Sm – La для даек долеритов.**

1 – догранитные долериты; 2 – постгранитные долериты. На диаграмме а [5]: Ast – поле лав провинции Бассейнов и Хребтов, производных астеносферной мантии (La/Nb от 0,6 до 0,9), Lit – поле лав литосферной мантии (La/Nb >2). На диаграмме б [3]: DMM – деплетированный мантийный источник MORB, PM – примитивная мантия; EM – обогащенный астеносферный мантийный источник; E-MORB и N-MORB составы обогащенных (E) и нормальных (N) базальтов срединно-океанических хребтов; точечные линии – тренды плавления источников DMM и EM, засечки с цифрами на линиях – степень частичного плавления для соответствующего мантийного источника.

ционировали с сохранением Sm на одном уровне или его слабым снижением по мере роста Rb, что объясняется формированием остаточного граната и фракционированием амфибола – признак кристаллизации водной ассоциации [3].

Во временном диапазоне поздний девон – поздний триас в Юго-Восточном Горном Алтае фиксируется эволюция источника мантийных базитовых магм, от обогащенного (EM) к деплетированному (DMM). Содержания Ni в позднетриасовых долеритах в три раза выше, чем в позднедевонских. Наличие в Горном Алтае Ni-Au-Te оруденения (Елангашское проявление) с возрастом 210-213 млн. лет [2] позволяет предполагать его связь с позднетриасовым базитовым магматизмом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев Н.И., Шокальский С.П., Вовшин Ю.Е. и др. Гранитоиды и базиты Юстыдского рудного узла // Региональная геология и металлогения. 2009. № 40. С. 82-98.
2. Митропольский А.С. Кулик Н.А. Висмут-никель-кобальтовое оруденение в зонах мезозойской активизации Горного Алтая и Западной Тувы // Закономерности размещения полезных ископаемых. Т. XI. М.: Наука, 1975. С. 306-313.
3. Aldanmaz E., Pearce J.A., Thirlwall M.F., Mitchell J.G. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2000. V. 102. P. 67-95.
4. Castillo P.R. Origin of the adakite – high-Nb basalt association and its implications for postsubduction magmatism in Baja California, Mexico // GSA Bull. 2008. V. 120. № 3-4. P. 451-462.
5. Putirka K., Busby C.J. The tectonic significance of high-K<sub>2</sub>O volcanism in the Sierra Nevada, California // Geology. 2007. V. 35. P. 923-926.