

**К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТЕ МАФИТОВ И УЛЬТРАМАФИТОВ  
БОЛЬШЕМАРТЫНОВСКОГО ПЛУТОНА (ВКМ)****Л. В. Гончарова, П. А. Серов\****Воронежский государственный университет,**\*Кольский геологический институт Российской академии наук**Поступила в редакцию 27 февраля 2009 г.*

**Аннотация.** Впервые выполнены изотопно-геохронологические исследования Sm-Nd методом породных ассоциаций Большемартыновского ультрамафит-мафитового плутона мамонского комплекса. Подтверждена возрастная последовательность длительного (1,9–1,7 млрд лет) формирования породных ассоциаций; установлена деплетированная природа мантийного источника, с крайне незначительной степенью ассимиляционных процессов при становлении данного плутона.

**Ключевые слова:** мамонский, ширяевский, каменский типы, Большемартыновский массив, породные ассоциации, ультрамафиты, мафиты, корово-мантийная эволюция, метаморфические преобразования.

**Annotation.** Isotopic-geochronology researches are first executed Sm-Nd by the method of rock associations of Bolshemartinovsky massif of mamonsky complex. The age sequence of the protracted (1,9–1,7 milliard of years) forming of rock associations is confirmed; impoverished nature of mantle source is set, with the extremely insignificant degree of assimilatory processes at becoming of this massif.

**Key words:** mamonsky, shiryaevsky, kamensky types, Bolshemartinovsky massif, rock associations, ultramafity, mafity, crust-mantle evolution, metamorphic transformations.

Воронежский кристаллический массив (ВКМ) характеризуется исключительно широким развитием ультрамафит-мафитовых комплексов, сформировавшихся в разнотипных обстановках и характеризующихся различной степенью рудоносности [1; 2]. Все известные в пределах ВКМ никеленосные интрузии принадлежат к двум комплексам: мамонскому (2100–2080 ± 10 млн лет) и еланскому (2065–2050 ± 14 млн лет) [1]. В составе мамонского комплекса выделяется четыре последовательно сформировавшихся во времени структурно-вещественных типа интрузий: а) существенно ультрамафитовый бесполовошпатовый (мамонский тип); б) дифференцированный ультрамафит-мафитовый с титанистой роговой обманкой (ширяевский тип); в) ультрамафит-мафитовый камерно-дифференцированный (елань-вязовский тип); г) габбро-габброноритовый (каменский тип).

В общей структурно-вещественной систематике ультрамафит-мафитовых интрузивов мамонского комплекса особый интерес представляет Большемартыновский массив. Этот плутон, общей

площадью 40,5 км<sup>2</sup>, расположен в западной части Хоперского мегаблока, вблизи Лосевской шовной зоны (см. далее рис. 1), где, помимо мамонского, широко проявлены другие структурно-вещественные типы интрузивов. Как показали исследования, такое структурное положение плутона обусловлено наличием в нем трех различных по возрасту и составу породных ассоциаций [1; 3]:

1) серпентинизированные дуниты, апоперидотитовые серпентиниты и в различной степени серпентинизированные гарцбургиты, оливиновые пироксениты, горнблендиты и лерцолиты, слагающие небольшие по масштабам автономные ультраосновные тела ранней фазы (мамонский тип);

2) титанистороговообманковые перидотиты, оливиновые пироксениты и габбро ширяевского типа;

3) габбронориты, габбро, габбродиориты и диориты завершающей интрузивной фазы (каменский тип).

Одной из основных целей работы было уточнение состава источника, возраста пород и минералов Большемартыновского массива на основе Sm-Nd исследования пород скважин 7006, 7101, а

также установление возрастной последовательности формирования породных ассоциаций Большемартыновского массива. При этом авторы отчетливо понимали, что Sm/Nd возраст в большей мере отвечает заключительному (метаморфическому) по своей природе процессу преобразования пород, сохраняя при этом общую последовательность становления массива.

Для валовых проб из скважины 7101, после истирания в сепарационной лаборатории и химической подготовки, были получены фракции исследуемых пород в нитратной форме. Монофракции оливина и ортопироксена для пробы 7006 выделялись с помощью жидкостей Клеричи и отбирались до чистоты 99 % вручную под бинокулярным микроскопом.

Изотопные Sm-Nd исследования проводились по методике, применяемой в лаборатории геохронологии и геохимии Геологического института КНЦ РАН. Перед разложением проб пород и породообразующих минералов для определения содержаний Sm и Nd методом изотопного разбавления к навеске анализируемого образца добавляется смешанный трассер  $^{149}\text{Sm}/^{150}\text{Nd}$ . Образцы разлагаются в смеси  $\text{HF} + \text{HNO}_3$  (или  $+ \text{HClO}_4$ ) в тefлоновых бюксах при температуре  $100^\circ\text{C}$  в термостате до полного растворения. Дальнейшее выделение Sm и Nd проводится по стандартной методике двухступенчатого ионообменного и экстракционно-хроматографического разделения с использованием ионнообменной смолы «Dowex» 50×8 на хроматографических колонках, где применяется 2,3 N и 4,5 N HCl в качестве элюента. Отобранные фракции Sm и Nd переводятся в нитратную форму, после чего препараты готовы к масс-спектрометрическому анализу.

Измерения изотопного состава Nd и концентраций Sm и Nd проводились на семиканальном твердофазном масс-спектрометре Finnigan-MAT 262 (RPQ) в статическом двухленточном режиме на коллекторах с использованием рениевых и танталовых лент. Погрешность изотопного состава Nd

стандарта La Jolla =  $0,512088 \pm 14$  не превышает 0,003 % (2σ). Такая же погрешность была получена при измерении 100 параллельных анализов японского стандарта  $\text{JNd}_1 = 0,512066 \pm 15$ . Ошибка в  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  отношениях составляет 0,2 % (2σ) – среднее значение из семи измерений в стандарте BCR. Холостое внутривлабораторное загрязнение по Nd равно 0,3 нг и по Sm равно 0,06 нг. Все измеренные изотопные отношения Nd были нормализованы по отношению  $^{148}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,241570$ , а затем пересчитаны на отношение  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  в стандарте  $\text{JNd}_1 = 0,512068$ . В расчете возрастов использовались принятые величины констант распада по [4]. Расчеты параметров изохрон проводились с использованием программ К. Людвига [5; 6].

Результаты Sm-Nd исследований пород и минералов Большемартыновского массива свидетельствуют о длительной мантийно-коровой эволюции

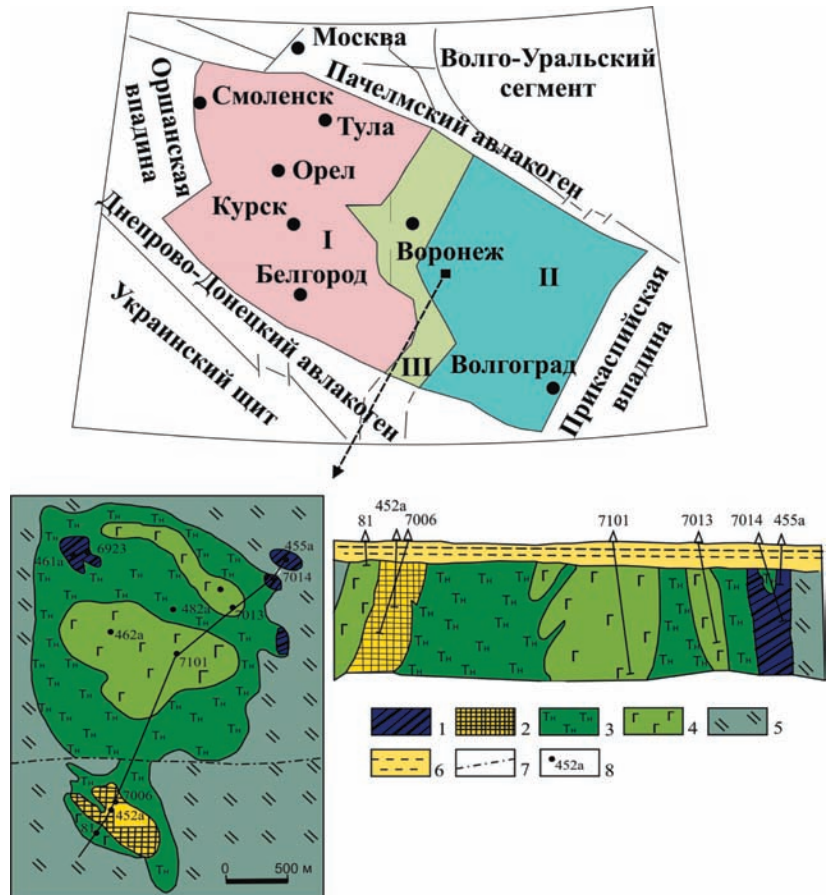


Рис. 1. Схематическая геологическая карта и разрез Большемартыновского интрузива и его положение в структуре Воронежского кристаллического массива (по С. М. Фролову, В. В. Багдасаровой [1]): 1–4 – породные ассоциации мамонского типа (1), ширяевского (2–3) и каменского (4) типов; породы воронцовской серии (5) и осадочного чехла (6); 7 – тектонические нарушения; 8 – скважины и их номера

вещественного источника, генерирующего магмы, сформировавшие массив.

Для дунитов из скважины 7006 был получен Sm-Nd возраст, равный  $1929 \pm 39$  млн лет (табл. 1,

рис. 2), который может интерпретироваться как время заключительного формирования дунитов, вместе с тем параметр  $\epsilon_{Nd}(T) = +3,3$  изначально соответствует обедненному источнику.

Таблица 1

Результаты Sm-Nd анализа пород Большемартыновского массива

Образец	Содержание, ppm		Изотопные отношения		$T_{DM}$ , млн лет	$\epsilon_{Nd}(T)$
	Sm	Nd	$^{147}Sm/^{144}Nd$	$^{143}Nd/^{144}Nd$		
7006 WR	1,800	6,035	0,180351	0,512591±35	2550	+3,15
7006 OI	1,205	14,879	0,125690	0,511906±24		
7006 Орх	0,127	0,976	0,213564	0,513024±15		
54/7101	3,428	15,405	0,134522	0,511895±5	2408	+0,27
49/7101	3,147	13,616	0,139735	0,511957±9	2450	+0,24
17/7101	3,524	16,162	0,131816	0,511867±17	2381	+0,37
56/7101	2,975	12,745	0,141092	0,511983±17	2442	+0,43

Примечание: здесь и далее – WR – роговая обманка; OI – оливин; Орх – ортопироксен; с 54/7101 по 56/7101 – габбронориты;  $\epsilon_{Nd}(T)$  – величина, рассчитанная на полученный возраст; СКВО – среднеквадратичное отклонение

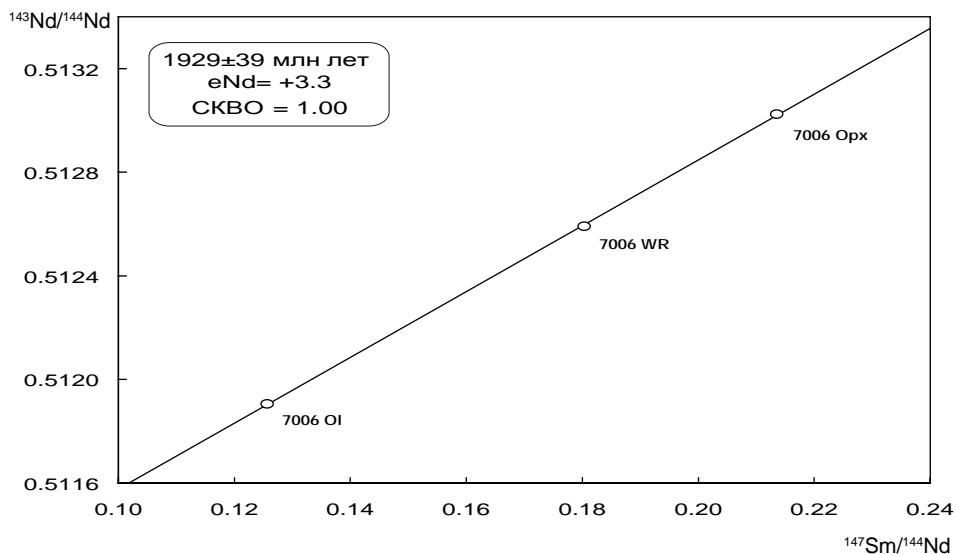


Рис. 2. Минеральная Sm-Nd изохрона для серпентинизированных дунитов Большемартыновского массива

Для проб из скважины 7101 были получены Sm-Nd возраста по породе в целом. Для четырех валовых проб габброноритов массива была получена изохронная зависимость, отражающая в целом более поздний возраст формирования пород и их преобразования, равный  $1866 \pm 250$  млн лет (см. табл. 1, рис. 3).

Такая значительная ошибка определения возраста связана с очень небольшими вариациями отношения  $^{147}Sm/^{144}Nd$  (0,13–0,14), что вызывает большую неопределенность расчета первичного

изотопного состава неодима в исследуемой пробе и, как результат, делает невозможным определение изотопного возраста с приемлемой погрешностью, несмотря на соответствие величины СКВО (среднеквадратичной погрешности) канонам изотопных методов исследований.

Вместе с тем полученный возраст в известной мере отражает признаки формирования габброноритов массива с изотопными метками, характерными для обедненного мантийного источника ( $\epsilon_{Nd}(T) = +0,5$ ).

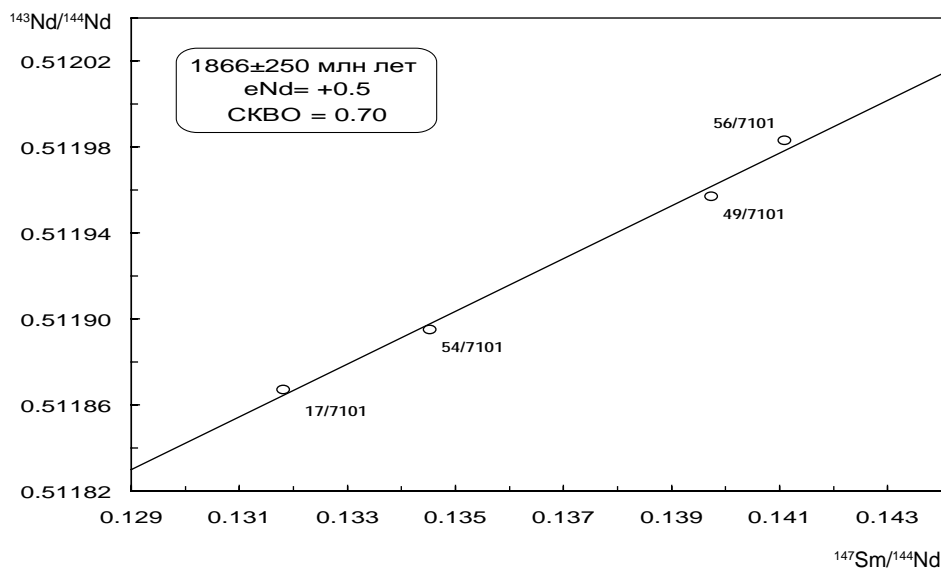


Рис. 3. Минеральная Sm-Nd изохрона для габброноритов Большемартыновского массива

Однако изотопная Sm-Nd изохрона, построенная по трем валовым пробам из той же скважины, определяет возраст  $1739 \pm 330$  млн лет,  $\epsilon\text{Nd}(T) = -0,6$  (табл. 1, рис. 4). Этот возраст может соответствовать поздней переработке пород.

На основе проведенных исследований изотопов Sm/Nd систем основных породных ассоциаций Большемартыновского плутона установлено:

- изотопные и возрастные характеристики подтверждают последовательность формирования породных ассоциаций Большемартыновского массива;
- формирование рудно-магматических систем Большемартыновского массива в условиях длитель-

ной корово-мантийной эволюции за счет обедненного (деплетированного) мантийного источника при крайне незначительной степени ассимиляционных процессов;

– влияние на возрастной облик плутона, вероятно, оказали последующие метаморфические преобразования породных ассоциаций, наиболее полно проявившиеся на рубеже 1,9–1,7 млрд лет назад как возможный вариант воздействия глобальных геодинамических процессов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №= 08-05-0093- р-офи) и Гранта Президента Российской Федерации «Ведущие научные школы» (НШ-2211.2008.5)

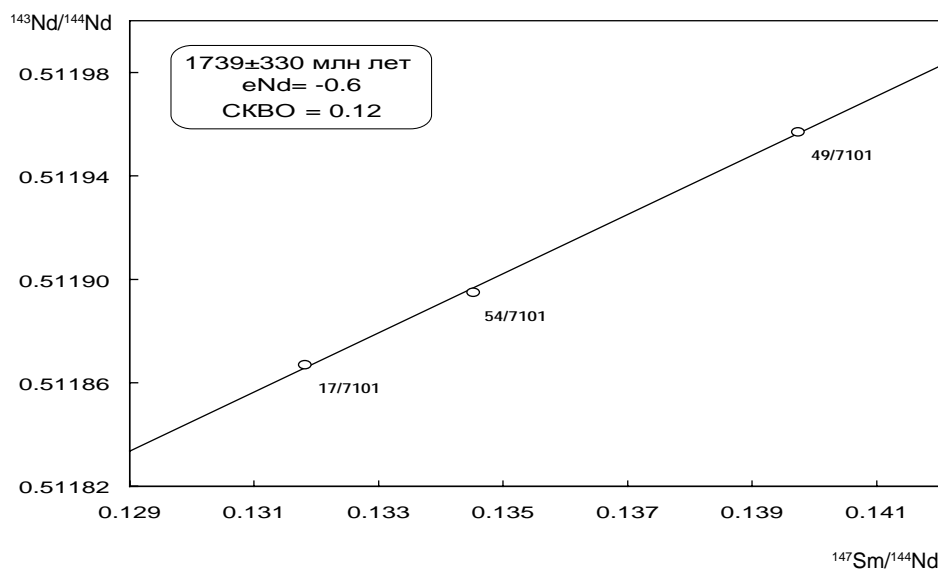


Рис. 4. Минеральная Sm-Nd изохрона для габброноритов Большемартыновского массива (поздняя переработка)

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернышов Н. М. Платиноносные формации Курско-Воронежского региона (Центральная Россия) / Н. М. Чернышов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 448 с.

2. Бочаров В. Л. Геология, геохимия и металлогения ультрамафит-мафитовых формаций Воронежского кристаллического массива : автореф. дис... д-ра геол.-мин. наук / В. Л. Бочаров. – Киев, 1988. – 56 с.

3. Багдасарова В. В. Интрузивные мафитовые породы раннего докембрия ВКМ : автореф. дис... канд. геол.-мин. наук / В. В. Багдасарова. – Киев, 1987. – 23 с.

*Л. В. Гончарова, аспирант кафедры минералогии и петрологии, Воронежский государственный университет; тел.: (4732)-208-779; e-mail: gordeichenko\_l@mail.ru*

*П. А. Серов, младший научный сотрудник лаборатории геохронологии и геохимии изотопов ГИКНЦ РАН; e-mail: mozay@nm.ru*

4. Steiger R. H. Subcommittee on geochronology : convention on the use of decay constants in geo-and cosmochronology / R. H. Steiger, E. Jäger // Earth Planet. Sci. Lett. – 1977. – V. 36, № 3. – P. 359–362.

5. Ludwig K. R. ISOPLOT/Ex – A geochronological toolkit for Microsoft Excel, Version 2.05 / K. R. Ludwig // Berkeley Geochronology Center Special Publication. – 1999. – № 1a.

6. Ludwig K. R. (б) ISOPLOT – A plotting and regression program for radiogenic – isotope data, version 2.56 / K. R. Ludwig // Open-file report 91-445. US Geol. Surv. – 1991. – 40 p.

*L. V. Goncharova, postgraduate student, Chair of Mineralogy and Petrology, Voronezh State University; tel.: (4732) 208-779; e-mail: gordeichenko\_l@mail.ru*

*P. A. Serov, Scientist, Laboratory of Geochronology and Geochemistry of Geological Institute of KSC; e-mail: mozay@nm.ru*