

## ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЙ ХРОМИТОНОСНЫЙ ИНТРУЗИВ ПАДОС-ТУНДРА (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ): НОВЫЕ SM-ND ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ РИТМИЧНО-РАССЛОЕННОЙ СЕРИИ

Серов П.А., Стешенко Е.Н., Кунаккузин Е.Л., Борисенко Е.С., Баянова Т.Б.

Геологический институт КНЦ РАН, Анапты, serov@geoksc.apatity.ru

Массив Падос-Тундра располагается в западной части Кольского полуострова и является частью Нотозерского гипербазитового комплекса [2, 3]. На уровне современного эрозионного среза интрузия представлена телом площадью около 13 км<sup>2</sup>, вытянутым в северо-восточном направлении (рис. 1).

Вмещающие породы – архейские гранито- и гранодиорито-гнейсы. В строении массива выделяют три основных зоны: эндоконтактовая зона, ритмично-расслоенная серия и верхняя зона. *Эндоконтактовая зона* мощностью 10-20 м представлена рассланцованными амфиболовыми породами, образованными в процессе метаморфизма основных пород. *Ритмично-расслоенная серия* представлена рядом пород от дунитов до ортопироксенитов и слагает основной объем массива. Всего выделяют 7 ритмов, каждый из которых начинается дунитами и завершается ортопироксенитами. В породах этой серии развиты дайки мезо- и лейкократовых габбро, диоритов и горнблендитов, которые залегают в основном согласно с простираем вмещающих их пород. *Верхняя зона* частично наблюдается на северо-востоке массива; ориентировочная мощность этой зоны около 400 м. Предполагается, что в результате надвига основной ее объем был перекрыт вмещающими породами. Особенностью массива является высокое содержание Сг (до 1.10%), который концентрируется в основном в хромшпинелидах. В массиве установлены 4 вкрапленных хромитовых горизонта пластового

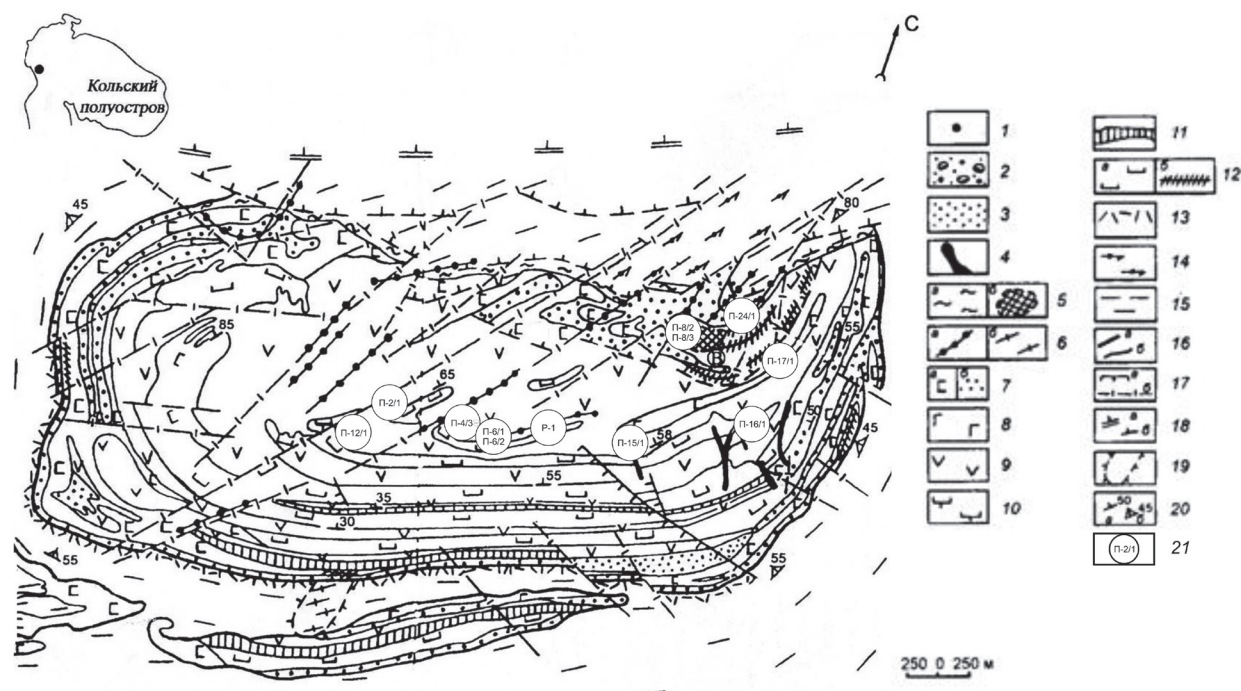


Рис. 1. Геологическая схема массива Падос-Тундра (по [5] с дополнениями).

1 – положение массива в пределах Кольского полуострова; 2 – морена; ПРОТЕРОЗОЙ, породы: 3 – ультраосновные, 4 – тальк-магнезитовые; 5 – милониты (а), магнетит-хромитовые линзовидные и столбообразные тела (б); 6 – дайки плагиогранитов (а), гранитный купол (б); 7 – серпентиниты (а), тремолитовые породы по ортопироксенитам (б); 8 – габбро; 9 – ортопироксениты; 10 – ортопироксениты оливковые (гарцбургиты); 11 – гарцбургиты; 12 – дуниты (а), хромититы (б); 13 – хлорит-биотит-амфиболовые породы экзоконтакта; 14 – амфиболиты гранатовые; АРХЕЙ: 15 – гранито- и грано-диорито-гнейсы; 16 – границы: а – массивов, б – петрографических разновидностей пород; 17 – тектонические нарушения: а – установленные, б – предполагаемые; 18 – надвиги: а – региональные, б – локальные; 19 – предполагаемый контур гнейсо-гранитного купола; 20 – элементы залегания: а – гнейсовидность, б – контакты пород массива; 21 – места отбора проб и их номера.

типа, а также ряд линзовидных и столбообразных тел [5]. Согласно ранее проведенным исследованиям, считалось, что формирование массива происходило на рубеже 2.5-2.4 млрд. лет, а сам массив близок по строению, составу и условиям формирования к расслоенным комплексам палеопротерозоя [5, 8]. Однако геохронологическое изучение показало более молодой возраст – около 2.15 млрд. лет [9]. Определение возраста формирования интрузива и внедрения дайкового комплекса базировалось на Sm-Nd изохронных определениях с использованием не только пороодообразующих и рудных (хромшпинелид), но и метаморфогенных минералов (амфибол, рутил). Проведенные тесты на смешение и анализ модельных возрастов дают основания предполагать более древний возраст массива, а полученные ранее Sm-Nd датировки требуют пересмотра и дополнительных изотопных исследований. В связи с этим одной из главных целей настоящей работы было исследование качественного геохронологического материала, повторно отобранного в ходе полевых работ 2016 г. Для изотопных исследований были отобраны пробы (11 проб) пироксенитов, гарцбургитов и дунитов из центральной, наиболее сохранившейся, части массива (5-й и 6-й ритмы).

Измерения изотопного состава неодама и концентраций Sm и Nd проводились на 7-канальном твердофазном масс-спектрометре Finnigan-MAT 262. Методики химической пробоподготовки и проведения изотопного анализа подробно описаны в работах [1, 6, 7, 10].

Изотопный Sm-Nd возраст по 11 образцам породы в целом равен  $2485 \pm 77$  млн. лет,  $\epsilon_{Nd}(T) = +2.0 \pm 0.6$  (рис. 2, табл. 1). Полученный возраст близок к возрастам пород расслоенных интрузий северо-восточной части Балтийского щита [1, 6, 7, 10].

Таблица 1. Результаты Sm-Nd исследований пород и минералов ритмично-расслоенной серии массива.

Образец	Порода	Ритм	Концентрация, мкг/г		Изотопные отношения		T <sub>DM</sub> , млн. лет	$\epsilon_{Nd}(T)$
			Sm	Nd	<sup>147</sup> Sm/ <sup>144</sup> Nd	<sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd		
П-12/1	пироксенит	5	0.017	0.091	0.1118	0.511326±20	2717	+1.5
П-6/2	гарцбургит серпентинизированный	5	0.010	0.055	0.1155	0.511405±22	2698	+1.8
П-4/3	оливиновый пироксенит (гарцбургит)	5	0.037	0.157	0.1420	0.511835±16	2784	+1.8
П-15/1	пироксенит амфиболизованный	4-5	0.068	0.346	0.1185	0.511469±14	2681	+2.1
П-16/1	пироксенит с рудной минерализацией	4-5	0.013	0.064	0.1177	0.511436±20	2712	+1.7
П-2/1	оливиновый пироксенит	5	0.028	0.125	0.1338	0.511713±11	2734	+2.0
П-6/1	дунит	5	0.024	0.106	0.1384	0.511783±43	2757	+1.9
П-8/3	пироксенит амфиболизованный	6-7	0.028	0.130	0.1288	0.511617±15	2742	+1.7
П-8/2	амфиболизованная порода с рудной минерализацией	6-7	0.015	0.075	0.1193	0.511478±15	2689	+2.1
П-17/1	дунит серпентинизированный	6-7	0.037	0.149	0.1496	0.511969±42	2799	+1.9
П-24/1	пироксенит	7	0.021	0.115	0.1124	0.511361±50	2681	+2.0
Р-1 WR	пироксенит	5-6	0.054	0.237	0.1306	0.511868±17	2345	+1.1
Р-1 Chr-Spl	хромшпинелид	---	0.017	0.083	0.1208	0.511775±27	---	
Р-1 Оpx-1	ортопироксен	---	0.097	0.435	0.1344	0.511926±30	---	
Р-1 Оpx-2	ортопироксен	---	0.055	0.233	0.1419	0.512028±20	---	

Примечание. Среднее значение отношения <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd в стандарте JNd<sub>1</sub>-1 за период измерений составило  $0.512081 \pm 13$  (N=11).

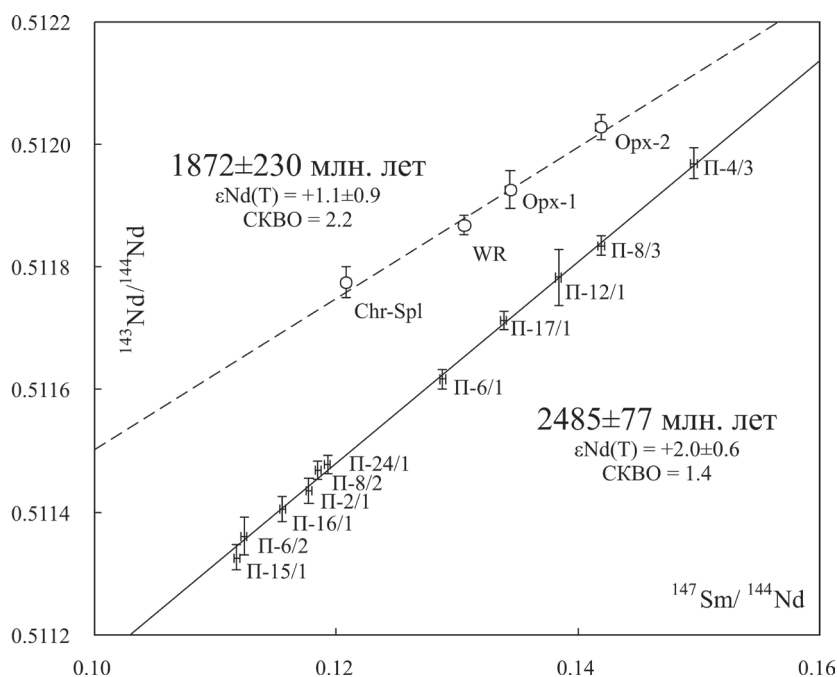


Рис. 2. Sm-Nd изохроны для пород и минералов ритмично-расслоенной серии массива.

Минеральная изохрона, построенная по ранее полученным данным, отражает возраст  $1872 \pm 230$  млн. лет (рис. 1), что, в пределах ошибки, может соответствовать эпизоду метаморфического события на рубеже 1.9 млрд. лет и указывать на перестройку Sm-Nd изотопной системы на уровне минералов. Близкий Sm-Nd возраст по породе и метаморфическим рутилам –  $1872 \pm 76$  млн. лет [9] – был получен для амфиболизированных габброноритов Малого Падоса (сателлит массива). Полученный возраст интерпретируется как временной рубеж пост-метаморфического остывания пород до температуры  $650-600^\circ\text{C}$ . Эта температура соответствует температуре закрытия изотопной Sm-Nd системы в гранатах из глиноземистых гнейсов района Явр-Падос-Нота, возраст которых около 1.89 млрд. лет [4].

Полученные изотопно-геохронологические данные, в совокупности с результатами предыдущих исследований по геохимии, петрологии и минералогии массива [5, 8, 9], позволяют отнести массив к обширной палеопротерозойской изверженной провинции, богатой на месторождения стратегических видов минерального сырья – Cr, Cu-Ni-Co, ЭПГ, Ti-Fe-V.

Таким образом, новые Sm-Nd геохронологические данные указывают на более древний возраст пород массива и его ритмично-расслоенной серии, который близок к возрасту палеопротерозойской рудномагматической системы Фенноскандинавского щита, длительно развивавшейся 2.53-2.40 млрд. лет назад.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ №№ 16-05-00305 и Программы Президиума РАН №1.4. Тема Госзадания № 0231-2015-0005.

## Литература

1. Баянова Т.Б. Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. С.-Пб.: Наука, 2004. 174 с.
2. Виноградов Л.А. Формация альпинотипных гипербазитов юго-западной части Кольского полуострова (Нотозерский гипербазитовый пояс) / Проблемы магматизма Балтийского щита. Л.: Наука, 1971. С. 147-153.
3. Зак С.И. Нижнепротерозойская гипербазитовая формация Кольского полуострова. – Л.: Наука, 1980.
4. Каулина Т.В., Беляев О.А., Апанасевич Е.А., Деленицин А.А., Жавков В.А., Козлова Н.Е., Серов П.А. Эволюция процессов метаморфизма в Лапландском гранулитовом поясе (ЛГП) и поясе Тана: U-Pb и Sm-Nd данные // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Кольского полуострова. Апатиты, 2005. С. 34-53.

5. Мамонтов В.П., Докучаева В.С. Геология и рудоносность массива Падос-Тундра на Кольском полуострове // Отечественная геология. 2005. № 6. С. 52-60.
6. Серов П.А. Возрастные рубежи формирования платинометалльного оруденения Федорово-Панского расслоенного интрузива по Sm-Nd и Rb-Sr изотопным характеристикам // Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. Воронеж. 2008. 24 с.
7. Серов П.А., Екимова Н.А., Баянова Т.Б., Митрофанов Ф.П. Сульфидные минералы – новые геохронометры при Sm-Nd датировании рудогенеза расслоенных мафит-ультрамафитовых интрузий Балтийского щита // Литосфера. 2014. № 4. С. 11-21.
8. Тюремнов В.А., Смолькин В.Ф., Мысов С.В. Особенности магнитного поля и магнитных свойств ультраосновных пород из зон хромитового оруденения массива Падос-Тундра (Кольский полуостров) // Российский геофизический журнал. 2002. № 25-26. С. 65-67.
9. Шапкин С.С., Баянова Т.Б., Серов П.А. Новые Sm-Nd и U-Pb данные для пород массива Падос-Тундра (зап. часть Кольского полуострова) // Геология и геоэкология: исследования молодых; мат. XIX молодежной конф. посв. памяти К.О. Кратца, Апатиты, 2008. С. 63-66.
10. Bayanova T., Mitrofanov F., Serov P., Nerovich L., Yekimova N., Nitkina E. and Kamensky I. Layered PGE Paleoproterozoic (LIP) Intrusions in the N-E Part of the Fennoscandian Shield – Isotope Nd-Sr and <sup>3</sup>He/<sup>4</sup>He Data, Summarizing U-Pb Ages (on Baddeleyite and Zircon), Sm-Nd Data (on Rock-Forming and Sulphide Minerals), Duration and Mineralization / Geochronology – Methods and Case Studies / INTECH. 2014. P. 143-193.