

отмерших частях минеральные формы (биолиты серебра), аналогичные золоту [7].

### Заключение

Проведённое исследование показало, что золотосеребряное оруденение Покровского месторождения хорошо выявляется биогеохимическим методом поисков. Оруденение сопровождается контрастными биогеохимическими ореолами рассеяния золота, ртути и литохимическими вторичными ореолами рассеяния серебра, которые отражают местоположение рудного источника на глубине 1—7 м. Источником биогеохимических ореолов служат первичный ореол окварцованных и выветрелых вулканических пород с прожилково-вкрапленной золотосеребряной минерализацией.

Биогеохимическими индикаторами золотосеребряного оруденения служат рододендрон даур-

ский, кора лиственницы даурской и берёзы плосколистной. Для рододендрона характерно большее накопление золота в сухих частях растения по безбарьерному типу (количественно-информативный биогеохимический индикатор) и практически безбарьерное в живых ветвях растения (приблизительно-количественный биогеохимический индикатор). Обратная закономерность выявлена в отношении распределения ртути: повышенные содержания наблюдаются в живых ветвях рододендрона и средние — в сухих частях этого кустарника.

Полученные результаты углубляют представления о процессах формирования биогеохимических ореолов рассеяния и формах нахождения в них химических элементов на территории Верхнего Приамурья и будут способствовать практическому применению эффективных методов геохимических поисков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Беус А.А., Григорян С.В. Геохимические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1975. 280 с.
2. Васильев И.А. К истории открытия Покровского золоторудного месторождения // Геологические исследования в Амурской области. Благовещенск: КПр Амурской обл., 2000. С. 25—27.
3. Загоскин В.А. Высокоэффективные технологии геохимических поисков руд и россыпей в таёжных и субарктических ландшафтах. М.: Пробел, 2003. 517 с.
4. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов: Справочник: в 6 кн. / Под ред. Э.К. Буренкова. М.: Экология, 1997. Кн. 5: Редкие d-элементы. 576 с.
5. Ковалевский А.Л., Прокопчук С.И. О минеральных формах золота в растениях // Докл. АН СССР. 1978. Т. 242. № 2. С. 430—433.
6. Ковалевский А.Л. Биогеохимические поиски рудных месторождений. М.: Недра, 1984. 172 с.
7. Ковалевский А.Л., Огурцов А.М., Прокопчук С.И., Суранова Н.А. О минеральных формах серебра в растениях // Докл. РАН. 1992. Т. 327. № 2. С. 253—255.
8. Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков. Благовещенск: КПр Амурской обл., 2000. 168 с.
9. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высш. школа, 1989. 528 с.
10. Разин Л.В., Рожков И.С. К геохимии золота в коре выветривания и биосфере золоторудных месторождений Куранахского типа. М.: Наука, 1966. 252 с.
11. Росляков Н.А., Нестеренко Г.В., Рослякова Н.В., Воротников Б.А. Применение геохимических методов при поисках и разведке золоторудных месторождений // Геохимические методы поисков месторождений золота по вторичным ореолам рассеяния. Чита: Заб. филиал географ. общества СССР, 1973. С. 5—9.
12. Сауков А.А., Айдиньян Н.Х., Озерова Н.А. Очерки геохимии ртути. М.: Наука, 1972. 336 с.
13. Соловьев А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых: Учебник для вузов. М.: Недра, 1985. 294 с.
14. Степанов В.А., Мельников А.В., Вах А.С., Вьюнов Д.Л., Дементенко А.И., Пересторонин А.Е. Приамурская золоторудная провинция. Благовещенск: АмГУ; НИГТЦ ДВО РАН, 2008. 232 с.

Научно-исследовательский  
геотехнологический центр ДВО РАН  
(683002, г. Петропавловск-Камчатский,  
Северо-Восточное шоссе, д. 30, а/я 56;  
e-mail: yusupovd@mail.ru)  
Рецензент — П.И. Игнатов

УДК 552.32

*Ю.П. ТРУХИН, М.Д. СИДОРОВ, В.А. СТЕПАНОВ, В.Е. КУНГУРОВА*

## СТРОЕНИЕ И НИКЕЛЕНОСНОСТЬ КУВАЛОРОГСКОГО БАЗИТ-УЛЬТРАБАЗИТОВОГО МАССИВА

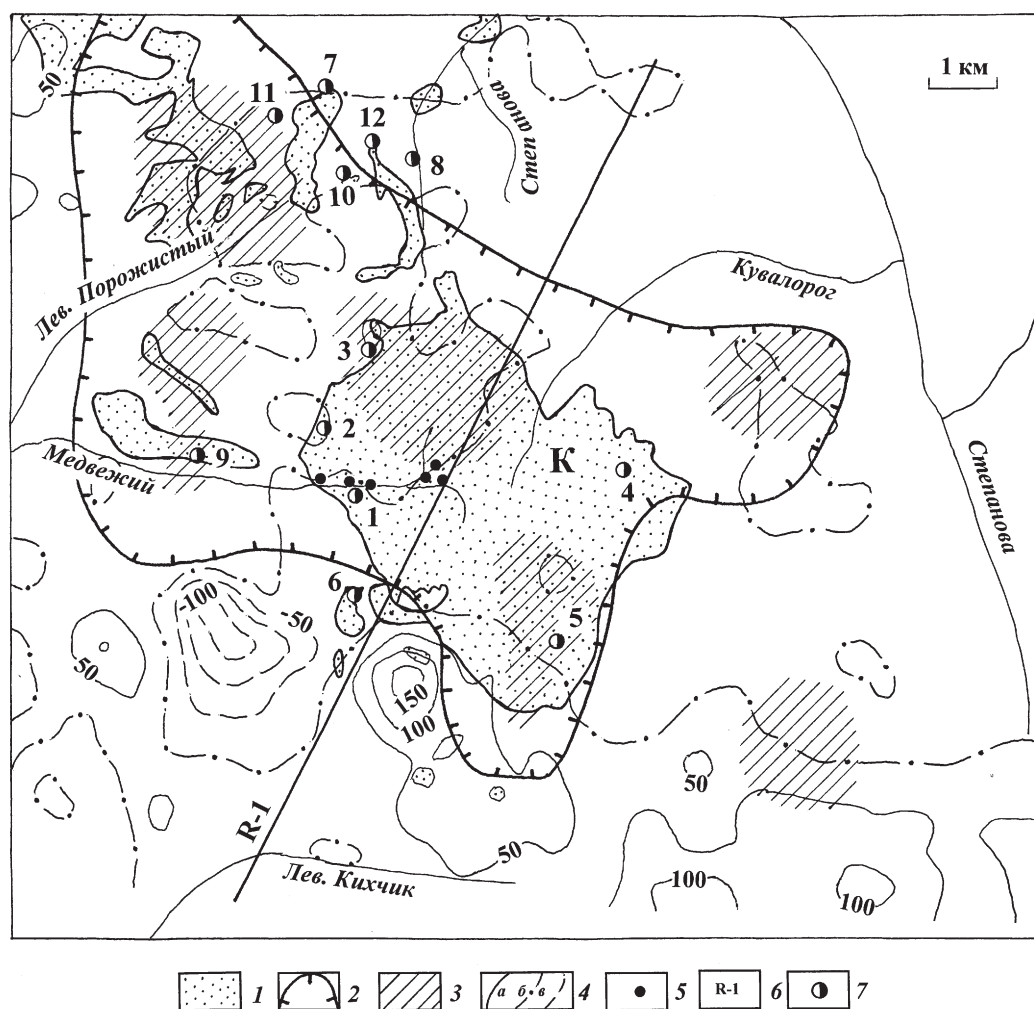
Рассмотрены строение, состав и никеленосность Кувалорогского габбро-пироксенит-кортландитового массива, расположенного в южной части Камчатской никеленосной провинции. Рудопоявления сульфидного медно-никелевого типа приурочены к краевым частям массива. Проведена интерпретация гравиметрического поля и плотностное моделирование. Установлено, что массив имеет лополитообразную форму, его мощность — 1 км. Нижняя часть интрузии существенно гипербазитового состава, верхняя — габбрового. Юго-западная часть интрузии осложнена серией разрывных нарушений, которые привели к нарушению пер-

вично субгоризонтального залегания слоев. Основные рудные минералы — пирротин, халькопирит и пентландит. Изотопный состав серы отличается незначительным обеднением  $\delta^{34}\text{S}$  (-1,9 -0,1 ‰). Абсолютный возраст массива Кувалорог по данным Rb-Sr метода  $55,2 \pm 2,2$  млн. лет.

**Ключевые слова:** Камчатская никеленосная провинция; Кувалорогский интрузивный массив; сульфидное медно-никелевое оруденение; плотностное моделирование; изотопный состав серы сульфидов; абсолютный возраст.

В Камчатской никеленосной провинции сульфидное медно-никелевое оруденение пространственно и генетически связано с интрузиями дукукского габбро-пироксенит-кортландитового комплекса эоценового возраста [7]. Наиболее крупным никеленосным массивом является Кувалорогский, расположенный в южной части провинции в верховьях р. Кувалорог и руч. Медвежьего. Площадь массива составляет около 28 км<sup>2</sup>. В его пределах и обрамлении известен ряд перспективных рудопроявлений никеля: Снежное, Перевальное, Медвежье, Олень, Северное, Аннабергитовая шель, Коба и др. (рис. 1).

По мнению большинства исследователей [3, 7], массив имеет лополитообразную форму, сложен преимущественно (90%) габброидами (роговообманковые нориты, габбро, горнблендиты, гранатовые лейкодиориты); куртландиты, роговообманковые ортопироксениты (перкниты) и меланократовые роговообманковые нориты (10%) приурочены к его западной периферии. Лополит залегает среди метаморфизованных песчано-сланцевых образований хейванской свиты мелового возраста и имеет центриклинальный наклон расслоенности крупных ритмов. Поэтому основные перспективы его никеленосности связывались с залежами богатых



**Рис. 1.** Схема элементов геофизических полей района Кувалорогского интрузивного массива: 1 — выходы интрузий дукукского плутонического комплекса (К — интрузия Кувалорог); 2 — контур локального максимума  $\Delta g_{\text{ср}}$ ; 3 — участки экстремумов аномалии силы тяжести; 4 — изолинии аномального магнитного поля: положительные (а), нулевые (б), отрицательные (в); 5 — скважины; 6 — линия разреза; 7 — проявления медно-никелевых руд: Медвежье (1), Снежное (2), Аннабергитовая шель (3), Кувалорог (4), Рассоха (5), Олень (6), Северное (7), Обвальное (8), Медвежий мыс (9), Озерное (10), Коба (11), Гранатовое (12)

руд, наличие которых предполагалось на глубинах от 160 до 800 м [3]. О более сложной опрокинутой структуре западной части интрузива, образованного не менее чем в два этапа внедрения магнезиальной базитовой магмы, сообщается в [4].

С учетом важности определения формы и внутренней структуры массива для прогнозирования и поисков сульфидных медно-никелевых руд произведено плотностное моделирование для определения и уточнения современной формы и положения массива в пространстве, особенностей его внутреннего строения, а также выявления геологических блоков, содержащих неэродированные, скрытые на глубине, части интрузии.

Моделирование проведено с помощью программного комплекса GM-SYS Profile Modeling (Geosoft Inc) на основе гравиметрических и магнитных данных, анализа петрофизических свойств пород массива и медно-никелевых руд. Кроме того, собраны данные о генезисе и возрасте медно-никелевого оруденения.

Кувалорогский интрузивный массив находится в осевой части интенсивной гравиметрической ступени северо-западного простирания на южном ограничении Камчатского срединного массива (КСМ). По данным гравиметрических съемок в районе интрузии отмечается сложный локальный относительный максимум силы тяжести (рис. 1). Наиболее ярко аномалия проявлена в остаточном поле при осреднении палетками с радиусами 3—4 км. Аномалия площадью около 70 км<sup>2</sup> охватывает массив в его современном эрозионном срезе и неэродированную его часть к северо-западу и к востоку. Морфология максимума сложная. Аномалия имеет пять экстремумов с резкими градиентными ступенями на границах. Максимальная амплитуда наблюдается в истоках р. Левый Порожистый.

По данным аэромагнитной съемки масштаба 1:50000 для района Кувалорогского массива типично плавное, слабо отрицательное магнитное поле. Единственная положительная аномалия интенсивностью до 150 нТл у южного экзоконтакта массива

связана с массивом магнитных диоритов кольского магматического комплекса.

В целом для пород Кувалорогского массива характерна слабая способность к намагничиванию в сочетании с повышенной плотностью (рис. 2). Такая комбинация физических свойств типична для интрузий дукукского никеленосного магматического комплекса КСМ. Благодаря высокой плотности, интрузии, расположенные в самой верхней части земной коры, отчетливо проявлены в локальной компоненте поля силы тяжести в виде относительных максимумов, а в магнитном поле не отражены вследствие низких магнитных свойств пород. Эта особенность отличает их от интрузий других базит-ультрабазитовых магматических комплексов КСМ и является поисковым критерием выделения геоблоков, содержащих крупные дукукские интрузии [5].

Интрузия состоит из крупных блоков, отличающихся один от другого составом, формой и залеганием. Плотностная модель показывает, что Кувалорогская интрузия представляет собой тело плитообразной формы мощностью около 1 км, разбитое на блоки, с корневой частью, расположенной на северо-восточном фланге (рис. 3). Рассчитанная модель выявила существенную неоднородность плотности внутри массива. Более плотной являются его придонная часть и северо-восточный край. Здесь находится канал, связывавший интрузию с мантийным очагом. На северо-востоке интрузия полого выклинивается. Юго-западный край отмечен градиентной зоной (локальной гравитационной ступенью), которая образовалась на контакте массивной интрузии с блоком низкой плотности, типичной для сланцев хейванской свиты. По форме контакт подобен субвертикальному уступу с амплитудой 900 м.

С внешней стороны уступа к основной интрузии примыкает пластообразный блок мощностью около 200 м. Вероятно, это — апофиза или тектонический отторженец интрузии, вытянутый в сторону рудопроявления Олень. В краевой части интрузии блоки подвержены сильной деструкции.

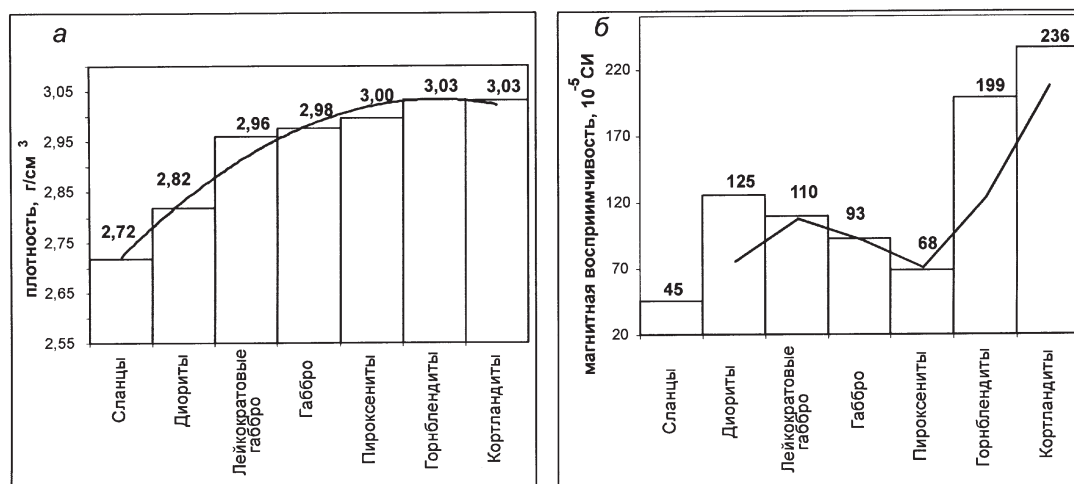


Рис. 2. Диаграмма и тренд средней плотности (а) и магнитной восприимчивости (б) горных пород Кувалорогского массива

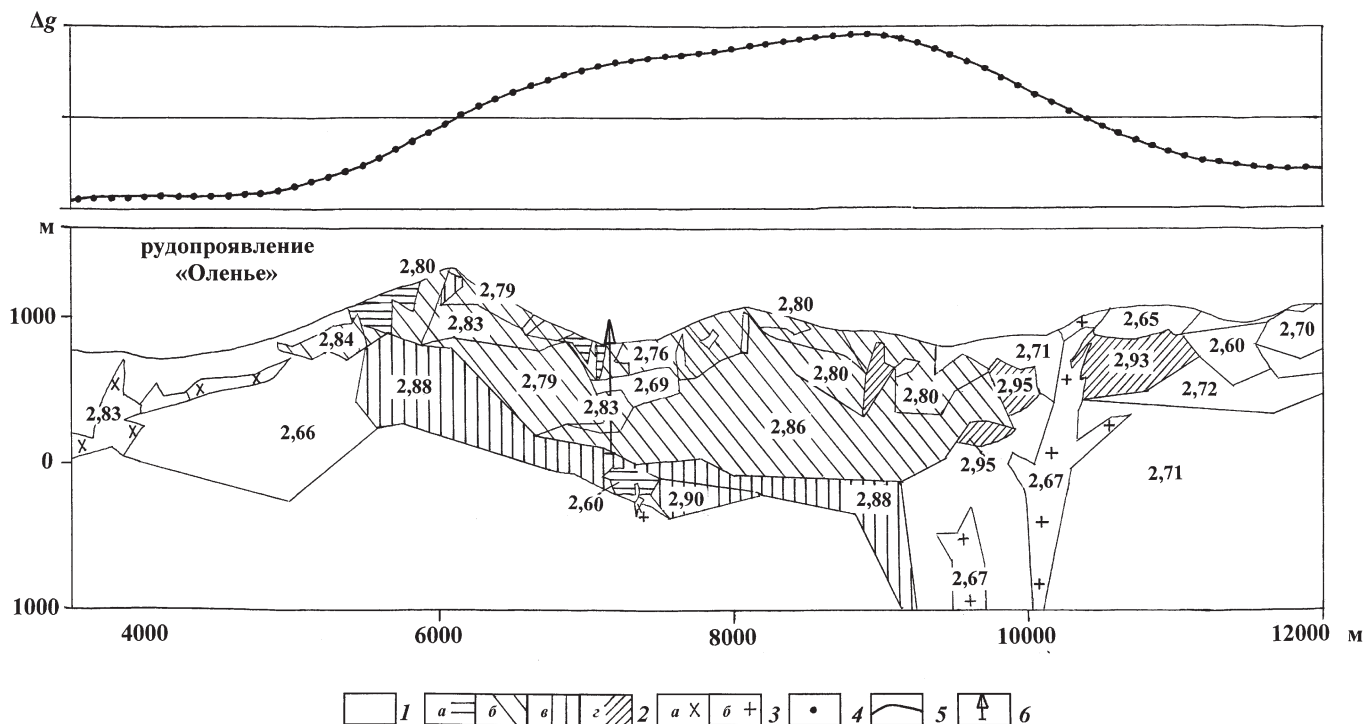


Рис. 3. Плотностная модель по профилю R-1: 1—3 — блоки: 1 — вмещающих пород (филлиты, метаалевролиты, метапесчаники, кристаллические сланцы, ксенолиты); 2 — пород интрузии Кувалорог, плотность: 2,75 г/см<sup>3</sup> и меньше (а), 2,76—2,85 (б), 2,86—2,90 (в), более 2,91 (з); 3 — с магматическими породами, не относящимися к дукаускому комплексу: среднего-основного состава (а), кислото-, кисло-среднего (б); 4 — точки опорного графика аномалий  $\Delta g$ ; 5 — график теоретической аномалии  $\Delta g$ ; 6 — глубокие скважины

Строение северо-восточного края интрузии сложное. На интервале в 700 м кровля интрузии ступенями погружается до глубины 250 м. Особенности краевых блоков северо-восточного фланга интрузии — их высокая плотность. Кувалорогская интрузия имеет подземное продолжение на протяжении 2 км на северо-восток от контакта, наблюдаемого на поверхности. Ее мощность резко сокращается до 400—500 м за счет погружения кровли и одновременного воздымания подошвы.

Вдоль всей линии разреза на глубине ниже подошвы интрузии подобранная плотность составляет 2,71—2,73 г/см<sup>3</sup>, что соответствует плотности подстилающих кристаллических сланцев. Выше интрузии расположены блоки терригенных отложений хейванской свиты, метаморфизованных в зеленосланцевой фации. Такое положение интрузии позволяет отнести ее к типу лополитоподобных, хотя форма и не совсем соответствует чашеобразной.

Нами исследованы составы руд и сульфидов рудопроявлений никеля. В западной части Кувалорогского массива, в бассейне руч. Медвежьего, расположено одноименное рудопроявление. Сульфидное медно-никелевое оруденение приурочено преимущественно к слоям оливиновых или оливинсодержащих плагиоклаз-флогопит-амфиболовых пироксенитов, иногда с прослоями или линзами кортландитов. Оруденение вкрапленное и прожилково-вкрапленное. Сульфиды (2—5 об. %) представлены пирротинном, реже халькопиритом и пентландитом. Размеры выделений достигают нескольких миллиметров. Сульфиды расположены в интерстициях кристаллов амфибола и оливина, реже

внутри кристаллов в виде округлых выделений (нодулей) размером от 15 до 200 мкм. Отмечены также мелкие микропрожилки и линзы сульфидов, ориентированные по спайности пироксенов и амфиболов. Крупные (5—8 мм) кристаллы пирротина нередко содержат нитевидные прожилки или включения халькопирита и пламенивидные выделения пентландита. Кроме того, в состав вкрапленных руд входят виоларит, а также пирит, халькозин, ковеллин, сфалерит, арсенопирит, галенит, блеклая руда, отмечены единичные знаки золота. Содержания полезных компонентов: никель до 1,0%, медь до 0,4; кобальт до 0,04 (атомно-абсорбционный анализ, НИГТЦ ДВО РАН, аналитик Л.И. Зернова). Также отмечено серебро до 2 г/т. Значительно меньше содержание платины (0,012—0,014 г/т), палладия (0,02—0,03), родия (< 0,01) (количественный пробирно-атомно-эмиссионный анализ, ЦЛ ОАО «Камчатгеология», аналитик С.С. Головатова).

В юго-восточном борту Кувалорогского массива, в бассейне руч. Правокихчикский (рудопроявление Рассоха), вкрапленные, гнездово-вкрапленные и массивные сульфидные руды связаны с ортопироксенитами. Вкрапленная минерализация представлена отдельными мономинеральными зернами и сростаниями пирротина, пентландита и халькопирита, а также каплевидными образованиями (0,1—5 мм) этих минералов. Отмечены также пирит, марказит, герсдорфит, лёллингит, глаукодот; из оксидов в виде аксессуариев присутствуют ильменит, рутил, анатаз; из минералов благородных металлов — сперрилит и золото. Гнездово-вкрапленные и массивные руды, обнаруженные в зоне окисления, представлены пирротинном



(75–80%), частично замещенным марказитом; пентландитом (до 15%), по которому развивается виоларит; халькопиритом (2–5%). Присутствуют пирит, герсдорфит, никелин, зерна платиновых минералов, самородное золото; ильменит, хромшпинелиды, перовскит. Структуры руд сидеронитовые, интерстициальные, каплевидных обособлений. Содержания основных полезных компонентов в массивной руде из зоны окисления: никеля 4,2%, кобальта 0,19, меди 1,2; платины 0,3 г/т, палладия 0,5, золота 0,14.

Проведены исследования состава главных рудообразующих сульфидных минералов на рентгеновском микроанализаторе «САМЕВАХ» в лаборатории ИВиС ДВО РАН (оператор Т.М. Философова) и на электронном микроскопе CamScan-2300 в отделе микроанализа ИЭМ РАН (аналитик А.Н. Некрасов). В *пирротинах* главные элементы-приме-

Изотопный состав серы определялся на масс-спектрометре Finnigan-Mat-252 в ДВГИ ДВО РАН (аналитик Т.А. Веливецкая) (рис. 4). Исследования показали, что сера сульфидов, образующих сингенетическую вкрапленность в оливинсодержащих плагиоклаз-флогопит-амфиболовых ортопироксенитах массива Кувалорог, незначительно обеднена  $\delta^{34}\text{S}$  по сравнению с серой метеоритов. В сере пирротинов эта величина изменяется в сравнительно узком диапазоне ( $-1,9 \div -0,1 \text{ ‰}$ ); в пентландитах и халькопиритах значения  $\delta^{34}\text{S}$  колеблются в пределах  $-1,2 \div -0,2 \text{ ‰}$ . Анализ серы сульфидов из вкрапленников и прожилков пирротина на контакте интрузии с вмещающими породами показал, что они наиболее облежены серой по сравнению с серой метеоритов ( $\delta^{34}\text{S} -6,7 \div -6,2$ ).

Соотношения изотопов серы в сульфидах, незначительно отличающиеся от таковых изотопов

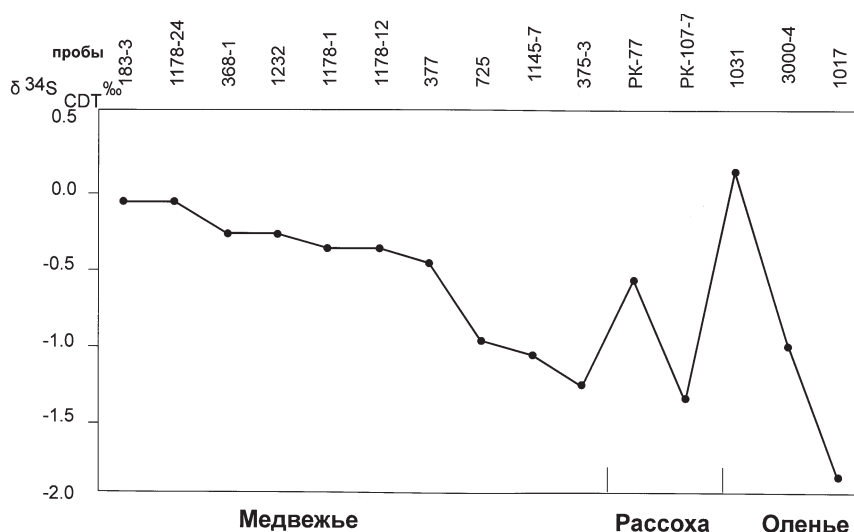


Рис. 4. Изотопный состав серы пирротинов из никеленой интрузии Кувалорог

си — никель (до 5,46%), а также кобальт (до 1,95), медь (до 0,38). Максимальные их значения установлены в пирротинах из оливинсодержащих пироксенитов рудопоявления Медвежье. Содержание железа в исследованных пирротинах несколько меньше теоретического их состава, а количество серы повышено и в среднем составляет 40,07%. *Пентландит* встречается в форме выделений и пламенеvidных включений в пирротине. Ему свойственно повышенное содержание серы (среднее 34,26%) по сравнению с теоретическим составом. Из элементов-примесей постоянно присутствует кобальт (0,41–1,62%). *Халькопирит*, как и пирротин, характеризуется повышенным составом серы (среднее 35,33%), по сравнению с теоретическим [2], и наличием примеси кобальта (0,1–0,4%); количество меди (33,82%) меньше теоретического. *Виоларит* обладает повышенной железистостью (28,85%), пониженной концентрацией никеля (26,77% против 39,24). В качестве элемента-примеси отмечен кобальт, что свидетельствует об унаследованности состава замещаемых пентландитов. При образовании виоларита никель частично замещается железом.

глубинной мантийной серы, узкий диапазон вариаций  $\delta^{34}\text{S}$  могут свидетельствовать об едином источнике магматического расплава и ликвидационно-магматическом происхождении сульфидов. Отмечено сходство изотопного состава серы интрузии Кувалорог с серой сульфидов медно-никелевых месторождений Кольского п-ова (Печенегское рудное поле, Западный рудный узел, месторождение Каула) и Канады (Войсис Бей, вкрапленные руды Восточного погружения и массивные руды Овоида и Миниовоида) [3]. Сульфиды из вкрапленников и прожилков на контакте интрузии с вмещающими породами с более высокими содержаниями легкого изотопа серы могут свидетельствовать о перераспределении серы в процессе контактового метаморфизма и гидротермальных процессов.

Для определения абсолютного возраста Кувалорогской интрузии мономинеральные фракции флогопита и сростков флогопита с амфиболом из кортландитов и флогопитовых горнблендитов проанализированы Rb-Sr методом (табл. 1). В результате получена изохрона с возрастом  $55,2 \pm 2,2$  млн. лет (табл. 2, рис. 5), что отвечает позднему палеоцену.

Таблица 1

Химический состав (вес. %) пород Кувалорогской интрузии

Проба	Порода	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	nnn	Σ	Cr	Ni	Cu	Co
69-1	Кортландит	40,15	0,924	8,303	4,45	11,95	0,215	23,38	5,25	0,10	1,05	0,085	1,206	2,41	99,363	0,112	0,173	0,041	0,023
360-2	Флогопитовый горнблендит	46,62	1,59	12,72	4,20	9,05	0,145	11,21	6,92	2,16	2,98	0,163	0,006	1,86	99,624	0,052	0,018	0,002	0,005
377	Кортландит	43,05	0,881	7,55	3,99	10,56	0,192	24,4	4,94	0,10	1,05	0,048	0,705	2,40	99,766	0,103	0,109	0,024	0,018

Примечание. Анализы выполнены рентгено-флуоресцентным методом в лаборатории ИВиС ДВО РАН, аналитики Е.В. Карташева, Н.И. Чеброва.

Таблица 2

Результаты изотопного анализа Rb и Sr

Проба	Порода	Минерал	Rb (ppm)	Sr (ppm)	<sup>87</sup> Rb/ <sup>86</sup> Sr	<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr
69-1	Кортландит	Флогопит	114,2	80,52	4,0972	0,707501+8
360-2	Флогопитовый горнблендит	Флогопит	187,3	54,05	10,021	0,712161+9
377	Кортландит	Сростки флогопита с амфиболом	38,60	147,7	0,7550	0,704904+8

Примечание. Анализы выполнены в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ на девятиколлекторном масс-спектрометре Triton (Германия), аналитик П.Б. Лебедев.

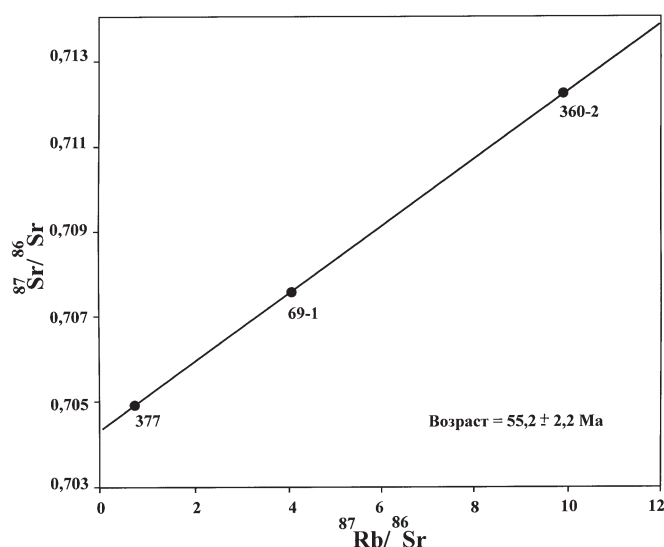


Рис. 5. Изохрона абсолютного возраста массива Кувалорог

Наши данные близки к определениям абсолютного возраста интрузии другими исследователями [1]. Абсолютный возраст, определенный ими Ar-Ar методом по роговой обманке и биотиту, оценивается в  $57,2 \pm 1,4$  млн. лет, т. е. поздний палеоцен. В то же время для цирконов U-Pb методом получено значение ниже — возрастная конкордия равна  $50,8 \pm 1,4$  млн. лет, что отвечает эоцену. Следует отметить, что абсолютный возраст месторождения Шануч, расположенного на северном фланге Камчатской никеленосной провинции,  $49,2 \pm 2,7$  млн. лет [6], что соответствует эоцену.

## Заключение

В результате интерпретации гравиметрического поля и плотностного моделирования установлено, что Кувалорогский никеленосный интрузивный массив, расположенный в пределах Камчатской никеленосной провинции, имеет лополитообразную форму. Мощность его составляет около 1 км. Он имеет отчетливое двучленное строение с нижним горизонтом, сложенным породами повышенной основности (кортландиты, пироксениты и горнблендиты), с которыми генетически связано сульфидное медно-никелевое оруденение, и верхним, существенно габбровым и габбро-диоритовым. Юго-западная часть интрузии осложнена серией разрывных нарушений, что привело к нарушению первичного пологого залегания интрузивных масс. Медно-никелевые рудопоявления Рассоха, Олень и Медвежье сложены вкрапленными, гнездово-вкрапленными и массивными сульфидными рудами. Среди сульфидов преобладают пирротин, халькопирит и пентландит, содержащие повышенные по отношению к теоретическому количества серы. В пирротинах наблюдается существенная примесь никеля, кобальта и меди, а в пентландите — кобальта. Сера рудоносных сульфидов обеднена  $\delta^{34}\text{S}$  (от -0,1 до -1,9 ‰). Абсолютный возраст интрузии, определенный Rb-Sr методом,  $55,2 \pm 2,2$  млн. лет, что отвечает позднему палеоцену.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конников Э.Г., Чубаров В.М., Травина А.В., Матуков Д.И., Сидоров Е.Г. Время проявления никеленосной норит-кортландитовой формации на востоке Азиатского континента // Геохимия. 2006. № 3. С. 1–7.
2. Минералы: справочник. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 618 с.
3. Полетаев В.А. Камчатская платиноидно-никеленосная зона — геология и рудоносность: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. — М., 2004. 22 с.
4. Селянгин О.Б. Новые данные о строении и эволюции никеленосного интрузива Кувалорог, Южная Камчатка // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007. № 1. В. 9. С. 111–126.

5. Сидоров М.Д. Геофизические критерии прогнозирования никеленосных интрузий // Минерально-сырьевые ресурсы как фактор развития промышленной и социальной инфраструктуры Камчатского края: тез. докл. региональной научно-практической конференции, 1–2 марта 2007 г., Петропавловск-Камчатский. Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Оттиск», 2007. С. 7–9.
6. Степанов В.А., Трухин Ю.П. О возрасте Шанучского медно-никелевого месторождения Камчатки // Докл. РАН. 2007. Т. 417, № 1. С. 84–86.
7. Трухин Ю.П., Степанов В.А., Сидоров М.Д. Камчатская никеленосная провинция // Докл. РАН 2008. Т. 418. № 6. С. 802–805.

Научно-исследовательский  
геотехнологический центр ДВО РАН  
(683002, г. Петропавловск-Камчатский  
Северо-Восточное шоссе 30, а/я 56;  
e-mail: ytrukhin@yandex.ru)  
Рецензент — В.С. Попов

УДК 553, 481 (470.324)

*М.Н. ЧЕРНЫШОВА, Л.В. ГОНЧАРОВА*

## СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЕ И РУДНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ НИКЕЛЕНОСНОСТИ БОЛЬШЕМАРТЫНОВСКОГО ПЛУТОНА ВОРОНЕЖСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ РОССИЯ)

Обоснована принадлежность Большемартыновского плутона к мамонскому никель-платиноносному комплексу раннего карелия (2100-2080±14 млн. лет). Установлена общность геолого-тектонического положения массива, минералого-петрографических и петрорудно-геохимических признаков с эталонным сульфидно-медно-никелевым Нижнемамонским интрузивом.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** Большемартыновский массив; Воронежский кристаллический массив; минерально-петрографический состав; ультрамафит-мафитовые породы; сульфидные платиноидно-медно-никелевые руды.

Одним из определяющих источников никеля и сопутствующих ему металлов платиновой группы (МПП) являются сульфидные медно-никелевые месторождения. Производство этих металлов в России практически полностью базируется на сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождениях Норильско-Талнахского и отчасти Кольского регионов [2].

Вместе с тем отчетливо выражена мировая тенденция увеличения потребления никеля и МПП [6] настоятельно требует значительного расширения существующих и поисков новых минерально-сырьевых баз добычи этих металлов.

В обеспечении сырьевой безопасности России важное значение приобретают выявленные во второй половине прошлого столетия в докембрийском фундаменте Центрального региона (в рамках Воронежского кристаллического массива (ВКМ) ряда разномасштабных по запасам и ресурсам никеля, меди, кобальта, МПП и Au сульфидных медно-никелевых месторождений [4, 6]. Пространственно они ассоциируют с двумя различными по геолого-формационной принадлежности, возрасту и составу интрузивно-дайкивыми комплексами [6, 8]: а) дунит-перидотит-пироксенит-габброноритовым зонам рассеянного спрединга (2100-2080±14 млн.

лет) — мамонский тип месторождений; б) ортопироксенит-норит-диоритовым (2065-2050±14 млн. лет) реактивизированных позднеархейских структурах (еланский тип месторождений). Оба типа месторождений сосредоточены в Хоперском мегаблоке, одна из особенностей которого — широкое развитие в его пределах ультрамафит-мафитовых, мафитовых и мезомафитовых интрузивно-дайкивых тел никель-платиноносного мамонского комплекса.

В его составе выделяют несколько групп интрузивно-дайкивых тел, сформировавшихся, вероятно, в условиях неодинаковых уровней магмагенерации и различающихся по структурному положению и уровню эродированности, масштабам и степени продуктивности на цветные и благородные металлы [3, 5]: 1) ранние ультрамафитовые высоко- и умеренно-магнезиальные в разной мере дифференцированные, бесполовошпатовые промышленно рудоносные (мамонский тип); 2) ультрамафит-мафитовые умеренно-магнезиальные камерно-дифференцированные с амфибол (титанистая роговая обманка)-плагиоклазсодержащими рудоносными ультрамафитами (ширяевский тип); 3) ультрамафит-мафитовые (фазные) камерно-дифференцированные рудоносные (елань-вязов-