

**В.Е. Кунгурова, Ю.П. Трухин, Г.В. Кувакин**

**СУЛЬФИДНОЕ МЕДНО-НИКЕЛЕВОЕ  
РУДОПРОЯВЛЕНИЕ РАССОХА (ДУКУКСКИЙ  
РУДНЫЙ РАЙОН, КАМЧАТКА)**

*Приведены данные, полученные при проведении в 2000 г. полевых исследований в пределах юго-восточного фланга никеленосного габбро-норитового массива Кувалорог (участок Правокихчинский) на сульфидном медно-никелевом рудопроявлении Рассоха. Исследовалась нижняя краевая часть массива, где рудные залежи локализованы в ортопироксенитах. Руды представлены триадой сульфидов пирротин+пентландит+халькопирит, присутствуют платиноиды, золото, арсениды никеля. Минералогический, химический состав пород и руд, структурно-текстурные особенности позволяют отнести их к сингенетическим образованиям.*

*Ключевые слова: Камчатская никеленосная провинция, Кувалорогский интрузивный массив, рудопроявление Рассоха, сульфидные медно-никелевые руды, платиноиды, ортопироксениты.*

---

**В** южной части Камчатской никеленосной провинции расположен Дукукский рудный район, в котором выявлен ряд перспективных сульфидных медно-никелевых рудопроявлений и точек минерализации, пространственно и генетически связанных с небольшими интрузиями базит-гипербазитового комплекса эоценового возраста [1]. Оруденение проявлено в трех рудных полях: Кувалорогском, Дукукском и Квинумском.

В пределах Кувалорогского рудного поля находится одноименная расслоенная интрузия норит-кортландитового состава (5х6 км), к юго-восточной части которой приурочено сульфидное медно-никелевое рудопроявление Рассоха (рис. 1). Оно включает территорию бассейна руч. Рассоха (начиная от выхода его из ложа цирка), правого притока р. Правокихчинской.

Предшественниками [2, 3] были проведены геолого-геофизические исследования, пройдены каналы, которые не вскрыли коренные выходы руд из-за большой мощности (до 6 м) рыхлых наносов. В бассейне руч. Рассоха был оконтурен ореол распространения развалов рудного материала на поверхно-

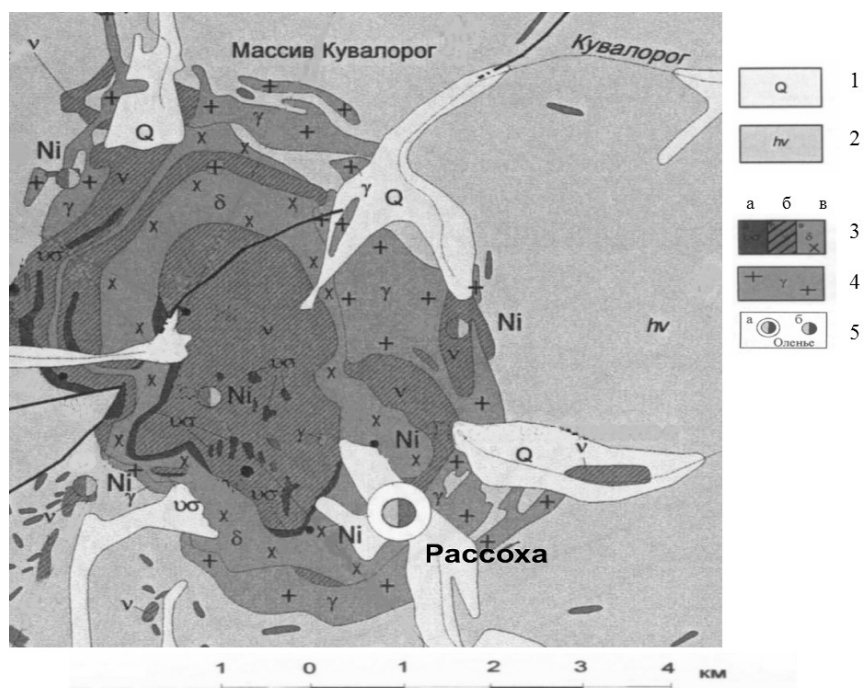
сти (в делювии), проанализированы 4 пробы и установлены содержания в руде (%): никеля – от 0,84 до 4,2; меди – от 0,32 до 0,55; кобальта – от 0,02 до 0,08. Содержание благородных металлов не определялись. На склоне правого борта цирка, в амфиболизированных и биотитизированных в меланократовых норитах была выявлена зона выщелоченных с поверхности сульфидных руд мощностью от 2,8 до 11,0 м. Падение залежи западное под углом 55-80°. Она прослеживается на поверхности на расстоянии 60 м, перекрываясь затем коллювиальными отложениями. Руды окислены и выщелочены; сохраняется лишь пористый каркас вмещающего сульфидное оруденение метасоматита, пропитанного окислами железа с примесью малахита, азурита и др. Изредка наблюдаются остатки сульфидов: пирротина, пентландита, халькопирита. Остаточные содержания в этих рудах металлов составили (%): никеля – 0,16; меди – 0,23; кобальта – 0,015 [2].

В 2000 г. НИГТЦ ДВО РАН проводил полевые исследования на участке Правокихчикский, который объединяет три рудопоявления (Рассоха, Кувалорог, Правокихчинское), локализованные в разрывных нарушениях, слагающих систему мощной (до 1,5 км) тектонической зоны северо-восточного простирания, пересекающей габброиды Кувалорогского интрузивного массива [4].

В лабораториях ПГО «Камчатгеология», ФГУП ИМГРЭ, НИГТЦ ДВО РАН выполнены следующие виды анализов: спектральный; атомно-абсорбционный (породы и медно-никелевые руды на определение никеля, меди, кобальта, платиноидов, золота); минералого-петрографические исследования, в том числе микросондовый анализ пирротина, пентландита, халькопирита, виоларита на приборе CamScan-2300.

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

В пределах рудопоявления Рассоха, приуроченного к нижним горизонтам массива Кувалорог, вмещающие породы представлены пироксенитами, горнблендитами, кортландитами, норитами, габбро-норитами и диоритами. В породах развиты позднемагматические изменения: тремолитизация, оталькование, актинолитизация. Породы повсеместно биотитизированы и графитизированы.



**Рис. 1. Схематическая геологическая карта района рудопроявления Рассоха [2, 3]:** 1 – современные и верхнечетвертичные рыхлые отложения; 2 – хейванская свита мелового возраста; 3 – дукукский комплекс эоценового возраста: а — перидотиты (uv); б – габбро и габбро-нориты (v); в – габбро-диориты и диориты (δ); 4 – граниты, плагиограниты, тоналиты (γ); 5 – рудопроявления (а); точки, пункты минерализации (б)

Рудная минерализация во вмещающих породах представлена пирротинном, пентландитом, халькопиритом в виде отдельных мономинеральных зерен, сростаний сульфидов (0,0п–0,п мм), в том числе каплевидных вростков.

Обломочный материал сульфидных руд и продуктов их окисления концентрируется в линейных зонах субширотного и северо-восточного простираний. Формирование этих зон происходит, очевидно, за счет активной эрозии вытянутых рудных образований, представленных сульфидами, которые подвержены процессам окисления. Наряду с массивными рудами в преобладающем количестве встречены глыбы и щебень прожилково-гнездовых и вкрапленных руд. Практически все глыбы

и обломки (размером от нескольких до 30 см в диаметре) различных типов руд имеют ту или иную степень окисленности. Зачастую плотная лимонитовая корка покрывает поверхность обломков, а внутри сохраняется руда, представленная отдельными кристаллами сульфидов, покрытыми тонкими черными сажистыми охрами, реже белесым, желтовато-оранжевым порошком. Проведен минералогический анализ данных образований на предмет обнаружения устойчивых к окислению ценных минералов. Очевидно, что из-за незначительного количества материала, золото и платиновые минералы в образцах не были обнаружены. Соотношение корки к ядру составляет, в среднем, 3:1. Графит нередко сопутствует сульфидной минерализации, образует гнезда, линзы, почти всегда окаймленные скоплениями гидроокислов железа.

Сульфидные медно-никелевые руды проявления Рассоха парагенетически связаны с ортопироксенитами, горнблендитами, в меньшей степени с норитами и габбро-диоритами.

Исследованы три выхода сульфидных руд, протягивающиеся на юго-запад полосой до 320 м (РК 107, РК 99 и РК 77). РК-77 и РК-99 – это старые канавы [3], которые были углублены и переопробованы; в месте выхода рудного тела, была пройдена канава РК-107. Развалы сульфидных медно-никелевых руд и продукты их окисления представляют собой не разрозненный по склону шлейф, как это представлялось ранее [2,3], а четко локализованы в зонах северо-восточного и субширотного простираения [4].

Минеральный состав руд во всех трех выходах рудных тел (в случае, если они не изменены в зоне окисления) представлен пирротинном (70–80 %), пентландитом (2–15 %), халькопиритом (0,4–4 %). Из второстепенных и редких сульфидов отмечаются пирит, герсдорфит, никелин, виоларит, единичные зерна платины самородной (до 0,004 мм), в руде К-99 встречено самородное золото (0,006х0,01 мм). В шлихах, отобранных по руч. Рассоха обнаружены единичные зерна сперилита, золота.

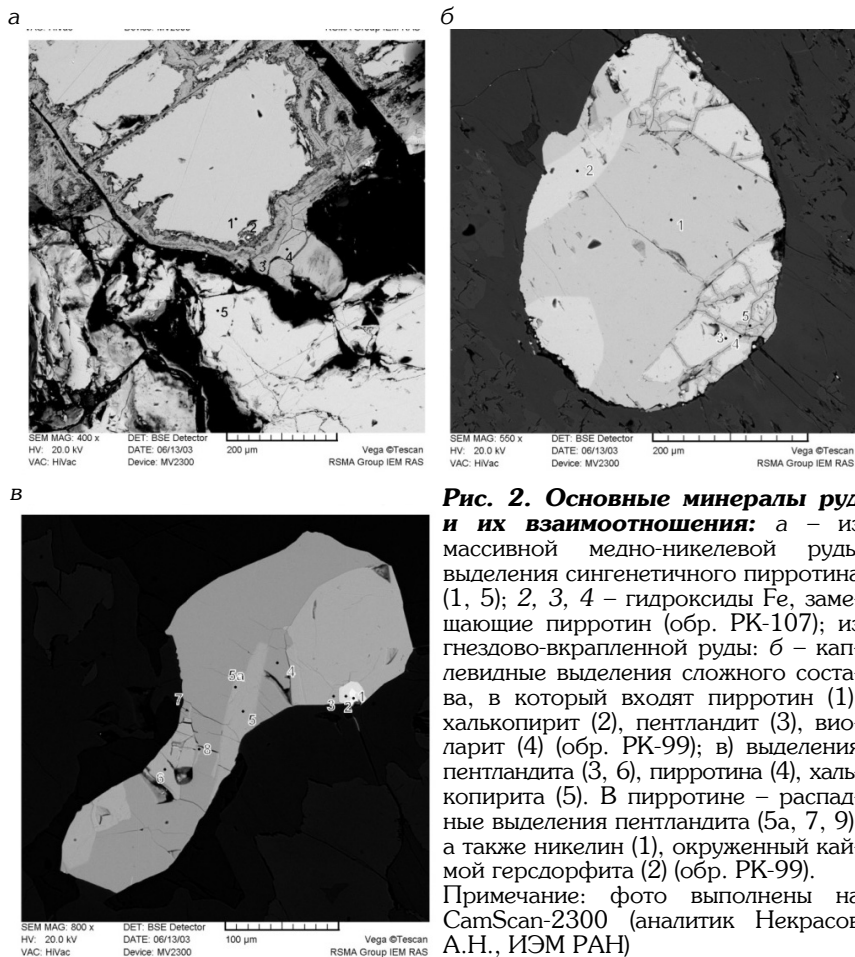
Самый северо-западный выход сульфидных руд в канаве РК-107 представлен норитами с убогой сульфидной минерализацией (от долей до 2–5 %), образующей мельчайшую вкра-

пленность (0,00n – 0,0n мм), в том числе каплевидные включения пирротина, халькопирита и пентландита. Последний присутствует преимущественно в виде пластинчатых вростков в пирротине. Халькопирит наблюдается как в виде мономинеральных зерен, так и в сростках с пирротинном. Из аксессуаров постоянно встречается ильменит, рутил, иногда хромшпинелиды.

Здесь же, в делювиальных развалах, в тремолитизированных ортопироксенитах обнаружены массивные сульфидные руды (75–80 % сульфидов). Структуры руд сидеронитовые и каплевидных вростков. В их составе присутствуют пирротин (80–85 % от всех сульфидных минералов), пентландит (5–10 %) и халькопирит (до 3–7 %). Пирротин на треть замещен марказитоподобным вторичным продуктом (рис. 2 а), пентландит почти полностью виоларитизирован. Основная часть пентландита (виоларита) присутствует в виде обособлений (до 0,н мм) в пирротине. Единично встречен герсдорфит.

Второй выход сульфидных руд вскрыт канавой РК-99 в 240 м к юго-востоку от первого. Нерудная составляющая представлена главным образом ортопироксенитами, горнблендитами, иногда габбро-норитами, в различной степени тремолитизированными. Текстуры руд – массивные и гнездовокрапленные; структуры – сидеронитовые, интерстициальные, каплевидных обособлений. Содержание сульфидов колеблется в пределах от 5 до 85–90, превышая, в основном, 50 %. Основными минералами руд являются пирротин (до 80 %), пентландит (до 15 %), халькопирит (до 5 %). Эти сульфиды являются основными и определяют структурный рисунок, образуя между собой срастания в различных соотношениях. Из второстепенных и редких минералов присутствуют пирит, герсдорфит, никелин (вростки до 0,01 мм в герсдорфите), единичные зерна платины самородной (до 0,00 n мм) [5] и самородное золото размером 0,006×0,01 мм.

Руды сильно изменены в зоне окисления: пирротин замещается марказитоподобным анизотропным вторичным продуктом, пентландит в его крупных выделениях (до 0,н мм) виоларитизируется, а количество гидроокислов железа достигает 20–30 об. %.



**Рис. 2. Основные минералы руд и их взаимоотношения:**

а – из массивной медно-никелевой руды выделения сингенетичного пирротина (1, 5); 2, 3, 4 – гидроксиды Fe, замещающие пирротин (обр. РК-107); из гнездово-вкрапленной руды: б – каплевидные выделения сложного состава, в который входят пирротин (1), халькопирит (2), пентландит (3), виоларит (4) (обр. РК-99); в) выделения пентландита (3, 6), пирротина (4), халькопирита (5). В пирротине – распавшие выделения пентландита (5а, 7, 9), а также никелин (1), окруженный каймой герсдорфита (2) (обр. РК-99).  
Примечание: фото выполнены на CamScan-2300 (аналитик Некрасов А.Н., ИЭМ РАН)

Третий рудный выход исследован в канаве К-77, в 80 м юго-восточнее РК-99. вмещающими породами являются клино- и ортопироксениты. Содержания сульфидов достигают 40–90 %, из них главными являются пирротин (до 85 %), частично замещенный вторичным марказитоподобным промежуточным продуктом, пентландит (до 10 %), большей частью виоларитизированный, и халькопирит (до 5 %). Сульфидные минералы здесь почти полностью лимонитизированы. Для более-менее хорошо сохранившихся сульфидных руд характерны относи-

тельно крупные выделения (до 0,1-0,2 мм) пентландита и халькопирита (рис. 2, б, в), наличие многочисленных кристалликов герсдорфита (до 0,1×0,2 мм) в пентландите и пирротине.

Содержания основных полезных компонентов в руде приведены в табл. 1.

В рудах отмечаются повышенные концентрации селена – от 27,3 до 95,2 г/т.

Изучение состава рудных минералов руд проводилось с помощью микронного анализатора CamScan-2300. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 1

**Средние содержания основных полезных компонентов в руде**

Номера проб	Элементы								Отношение	
	вес. %			г/т					Ni/Cu	Pt/Pd
	Ni	Cu	Co	Pt	Pd	Rh	Au	Ag		
РК-107	1,62	0,07 7	0,45	0,24	0,12	0,02 3	0,06 3	2,0	21,0	5,2
РК-99	3,97	0,48	0,16	0,20	0,08	<0,0 2	0,04 9	1,16	8,3	2,5
РК-77	1,99	1,20	0,19	0,24	0,16	0,03	0,14	5,0	1,6	1,5

Примечание: Cu, Ni, Co, Ag — атомно-абсорбционный анализ, данные ПГО «Камчатгеология»; Pt, Pd, Rh — атомно-абсорбционный анализ, ЦНИГРИ; Au — химико-эмиссионный анализ, ФГУП ИМГРЭ.

Таблица 2

**Средний химический состав рудных минералов**

Месторождение, рудопроявление (кол-во образцов)	Элементы							
	S	Fe	Co	Ni	Cu	Ag	O	Сумма
Пирротин								
Теоретический состав [6]	38,95	61,05		не >1				100,00
Рассоха (3)	40,08	58,78	0,09	0,66	0,15			99,76
Шануч (33) [7, 8]	40,12	56,30		1,64				99,06
Пентландит								
Теоретический состав [6]	33,23	32,55		34,22				100,00
Рассоха (4)	34,46	30,51	0,72	34,11	0,08			99,88
Шануч (10) [7, 8]	36,48	29,80	0,83	38,06				99,99

Окончание табл. 2

Месторождение, рудопоявление (кол-во образцов)	Элементы							
	S	Fe	Co	Ni	Cu	Ag	O	Сумма
Халькопирит								
Теоретический состав [6]	34,9	30,5			34,60			100,00
Рассоха (3)	35,35	30,24	0,21	0,09	33,80			99,69
Шануч (10) [7, 8]	34,31	31,68			33,61			99,60
Виоларит								
Теоретический состав [6]	42,54	18,5		39,9				100,94
Рассоха (4)	42,99	28,82	0,93	26,78	0,20			99,72
Шануч (23) [7, 8]	41,93	30,01	0,74	30,01				99,81
<i>Примечание: Анализы выполнены в отделе микроанализа ИЭМ РАН на CamScan-2300 с энергодисперсионным рентгеновским микроанализатором на полупроводниковом Si(Li) детекторе Link-IMSA. Оператор Некрасов А.Н.</i>								

Пирротин имеет достаточно постоянный состав, в нем обязательно присутствует никель, кобальт, в отдельных зернах – примесь меди. Пентландит встречен в виде отдельных зерен и каплевидных включений в пирротине, также имеет примесь кобальта, меди. У пирротина и пентландита несколько повышенные содержания серы и пониженные меди, по сравнению с теоретическим [6], что сближает его с этими минералами месторождения Шануч. Состав халькопирита близок к теоретическому; содержит примеси кобальта, никеля. Для виоларита характерна повышенная железистость, присутствие, как и для пентландита, кобальта, меди.

### **Выводы**

Исследовалась нижняя краевая часть массива Кувалорог, где рудные залежи локализованы в ортопироксенитах.

Массивные руды сопровождаются вкрапленными рудами, сложенными одними и теми же рудными минералами. В массивных рудах отмечаются сидеронитовые, интерстициальные и каплевидных включений структуры, для вкрапленных — характерны два последних типа структур. Первично-



магматические руды представлены триадой сульфидов пирротин+пентландит+ халькопирит, присутствуют платиноиды, золото, арсениды никеля, что по минеральному составу сближает руды проявления Рассоха с таковыми месторождения Шануч.

По составу вмещающих пород, минеральному составу и текстурно-структурным особенностям сульфидные медно-никелевые руды проявления Рассоха могут быть отнесены к сингенетическим образованиям.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трухин Ю.П., Сидоров М.Д., Степанов В.А., Кунгурова В.Е. Строе-ние и никеленосность Кувалорогского базит-ультрабазитового массива // Геология и разведка. 2009. № 6. С. 43–49.

2. Лащинский Г.В., Лукьянов В.Н. Отчет о результатах региональных и поисковых геолого-геофизических работ, выполненных в южной части Срединного Камчатского выступа Дукукской партией в 1976–1979 гг. 1979. В 3-х томах. 155 +229+223 с.

3. Дзюба Б.М., Иванов Б.П. Отчет о результатах поисковых геолого-геофизических работ, проведенных в пределах Кувалорог-Квинумской рудной зоны и Дукукского массива Квинумской партией в 1981–1982 гг. 1982. 147 с.

4. Кременецкий А.А., Трухин Ю.П. Отчет «Проведение комплекса ра-бот, связанных с геологическим изучением платиново-медно-никелевых руд в южной части Дукукского никеленосного рудного узла Квинум-Кувалорогской зоны». 2003. Т. I. 331 с.

5. Кунгурова В.Е., Трухин Ю.П. Платиноносность сульфидных медно-никелевых месторождений Камчатской никеленосной провинции // Горно-информационный аналитический бюллетень. М.: ЗАО «Горная книга». От-дельный выпуск № 2 «Камчатка». 2014. С. 334–342.

6. Минералы: справочник. Т. 1. М.: Из-во АН СССР. 1960. 618 с.

7. Трухин Ю.П., Степанов В.А., Сидоров М.Д., Кунгурова В.Е. Шануч-ское медно-никелевое месторождение: геолого-геофизическая модель, состав и геохимия руд // Руды и металлы. 2009. № 5. С. 75–81.

8. Трухин Ю.П., Степанов В.А., Сидоров М.Д., Кунгурова В.Е. Шануч-ское медно-никелевое рудное поле (Камчатка) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2011. № 1. С. 20–26. **ИДБ**

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кунгурова Валентина Егоровна<sup>1</sup> – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, kunwe@rambler.ru,

Трухин Юрий Петрович<sup>1</sup> – доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории геохимии и геотехнологии; e-mail: ytrukhin2@yandex.ru,

Кuvaкин Геннадий Владимирович<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,

<sup>2</sup> ЗАО НПК «Геотехнология».



---

UDC 553.411 (571.61)

### **SULFIDE COPPER-NICKEL ORE OCCURRENCE RASSOKHA (DUKUK ORE REGION, KAMCHATKA)**

<sup>1</sup>Kungurova V.Ye, Candidate of Geological-Mineralogical Sciences, Leading Researcher, kunwe@rambler.ru, Research Geotechnological Center, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Russia,

<sup>1</sup>Trukhin Yu.P., Doctor of Geological-Mineralogical Sciences, Professor, Chief research scientist of geochemistry and geotechnology, ytrukhin2@yandex.ru, Russia,

<sup>2</sup>Kuvakin G.V.

---

*Data obtained during field studies within the south-eastern flank of nickeliferous gabbro-norite massive Kuvalorog (Pravokikhchinsky allotment) at a sulfide copper-nickel ore occurrence Rassokha in 2000 are presented. Low massive selvage where ore reserves are located in orthopyroxenites was studied. Ores are presented by triads of sulfides pyrrhotine+pentlandite+chalcopyrite, platinoids, gold, nickel arsenides are also present. Mineralogical, chemical composition of the rocks and ores, structural-textural features allow referring them to the syngenetic units.*

*Key words: Kamchatka nickeliferous province, Kuvalorog intrusive massive, ore occurrence Rassokha, sulfide copper-nickel ores, platinoids, orthopyroxenites.*

#### **REFERENCES**

1. Trukhin Yu.P., Sidorov M.D., Stepanov V.A., Kungurova V.E. *Stroenie i nikelizatsiya Kuvalorogskogo bazit-ul'trabazitovogo massiva* (Structure and nickelization of Kuvalorog's basic-ultrabasic mass) // *Geologiya i razvedka*. 2009. No 6. pp. 43–49.
2. Lashchinskij G.V., Luk'yanov V.N. *Otchet o rezul'tatah regional'nyh i poiskovyh geologo-geofizicheskikh rabot, vypolnennyh v yuzhnoj chasti Sredinnogo Kamchatskogo vystupa Dukukskoj partiej v 1976–1979 gg.* (Report on the results of the search and regional geological-geophysical work performed in the southern part of Kamchatka Median projection Dukushi party in 1976–1979). 1979. V 3 tomah. 155 +229 +223 pp.
3. Dzyuba B.M., Ivanov B.P. *Otchet o rezul'tatah poiskovyh geologo-geofizicheskikh rabot, provedennyh v predelakh Kuvalorog-Kvinumskoj rudnoj zony i Dukukskogo massiva*

*Kvinumskoj partiej v 1981–1982 gg.* (A report on the results of your search of geological and geophysical work carried out within Kuvalorog-Quiosco ore zones and Dywxhgu array Quioscos party in 1981–1982). 1982. 147 p.

4. Kremeneckij A.A., Truhin Yu.P. *Otchet «Provedenie kompleksa rabot, svyazannyh s geologicheskim izucheniem platinovo-medno-nikelevyh rud v yuzhnoj chasti Dukukskogo nikelenosnogo rudnogo uzla Kvinum-Kuvalorogskoj zony»* (Report «execution of works related to geological research of platinum-copper-Nickel ores in the southern part Dywxhgu Nickel ore node Quenum-Kavalerovskiy zone»). 2003. T. I. 331 p.

5. Kungurova V.E., Truhin Yu.P. *Platinonosnost' sul'fidnyh medno-nikelevyh mestorozhdenij Kamchatskoj nikelenosnoj provincii* (Platinonosnost sulfide copper-Nickel deposits of the Kamchatka Nickel province) // Gorno-informacionnyj analiticheskij byulleten'. Moscow: ZAO «Gornaya kniga». Special'nyj vypusk No 2 «Kamchatka». 2014. pp. 334–342.

6. *Mineraly: spravochnik* (Minerals: reference book). T. 1. Moscow: Iz-vo AN SSSR. 1960. 618 p.

7. Truhin Yu.P., Stepanov V.A., Sidorov M.D., Kungurova V.E. *SHanuchskoe medno-nikelevoe mestorozhdenie: geologo-geofizicheskaya model', sostav i geohimiya rud* (Shanuchskoye copper-Nickel Deposit: geological-geophysical model, the composition and Geochemistry of ores) // Rudy i metally. 2009. No 5. pp. 75–81.

8. Truhin Yu.P., Stepanov V.A., Sidorov M.D., Kungurova V.E. *SHanuchskoe medno-nikelevoe rudnoe pole (Kamchatka)* (Shanuchskoye copper-Nickel ore field (Kamchatka)) // Vestnik SVNC DVO RAN. 2011. No 1. pp. 20–26.