



Всероссийский научно-исследовательский
геологический институт им. А.П. Карпинского



Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского

Прогнозирование месторождений цветных и благородных металлов на основе петрографо-геохимического изучения и картирования полей гидротермально измененных пород

ШАТОВ В.В., КАШИН С.В., МОЛЧАНОВ А.В.

Центр прогнозно-металлогенических исследований ФГБУ «ВСЕГЕИ»



Москва, ВИМС
2022

В 60-70-х годах прошлого столетия во ВСЕГЕИ под руководством Е.В. Плющева была разработана специальная методика крупномасштабного картирования полей гидротермально измененных пород

**МЕТОДИКА
ИЗУЧЕНИЯ
ГИДРОТЕРМАЛЬНО-
МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ
ОБРАЗОВАНИЙ**



Ленинград
«Недра» Ленинградское отделение
1981

Е.В. Плющев, В.В. Шатов

**ГЕОХИМИЯ
И РУДОНОСНОСТЬ
ГИДРОТЕРМАЛЬНО-
МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ
ОБРАЗОВАНИЙ**



Ленинград
«Недра» Ленинградское отделение
1985

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А. П. КАРПИНСКОГО

Труды ВСЕГЕИ Новая серия Том 354

Е. В. Плющев, В. В. Шатов, С. В. Кашин

**МЕТАЛЛОГЕНИЯ
ГИДРОТЕРМАЛЬНО-
МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ
ОБРАЗОВАНИЙ**



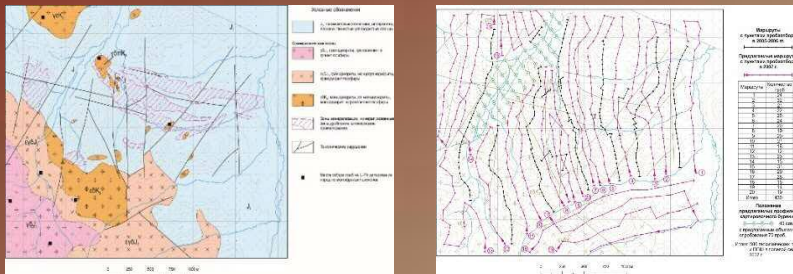
Издательство ВСЕГЕИ
Санкт-Петербург • 2012

Эта методика основана на комплексном подходе к изучению минералогии, петрографии и геохимии гидротермально-метасоматических образований, включая околорудные метасоматиты и полно проявленные гидротермалиты

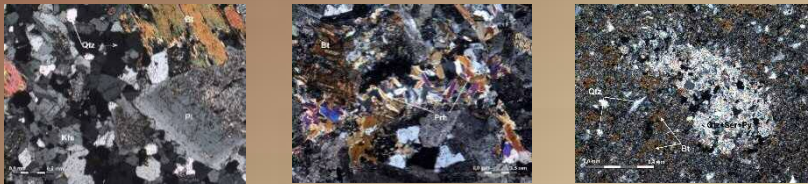
Технологическая схема

проведения локального прогноза оруденения на основе петрографо-геохимического изучения и картирования полей гидротермально измененных пород (7 «шагов»)

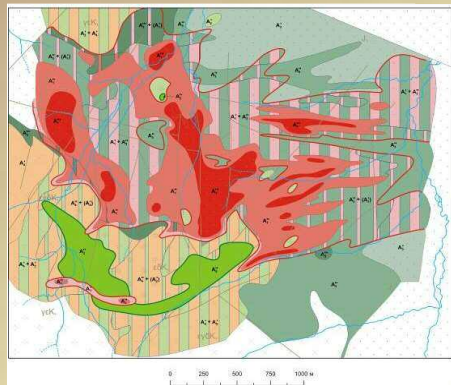
1. Создание равномерной сети опорных пунктов петрографо-геохимического опробования



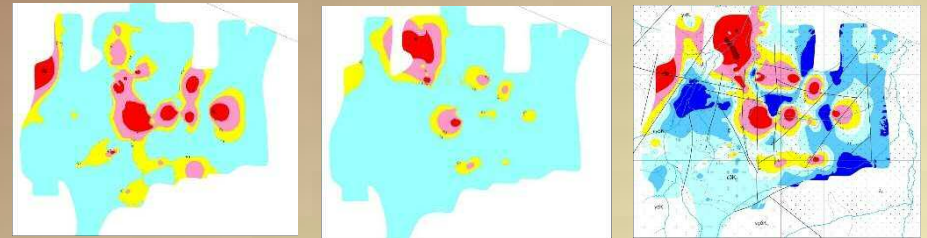
2. Описание прозрачно-полированных шлифов, подготовка минералого-петрографической базы данных



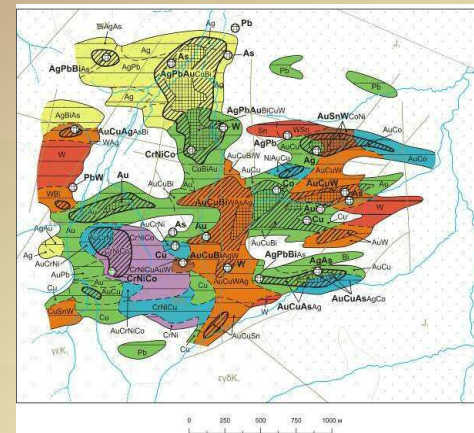
3. Подготовка Карты гидротермально-метасоматической зональности



4. Подготовка геохимической базы данных, составление отдельных моноэлементных карт



5. Подготовка Карты аномального геохимического поля

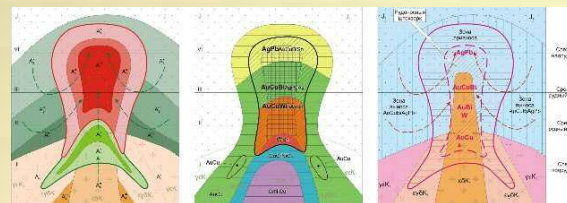


Состав геохимических ореолов		
Геохимический тип	Цвет на карте	Элементы
X	Желтый	AgPb(SnAuCu)
X ₁	Зеленый	AuCuW(AsPb)
ЛХ	Оранжевый	AuCuW(VAs)
Л	Синий	W(Sn)
СПХ	Красный	AuCuWShCrNi
СХ	Фиолетовый	CrNiCo(CuAu)
С	Сиреневый	CrNi(Co)

Структура геохимических ореолов		
Порядок аномалий (в ф.ф.фон)	Площадные аномалии	Точечные аномалии
I Первый 1,5-2,5		
II Второй 2,5-5,0		
III Третий ≥5,0		

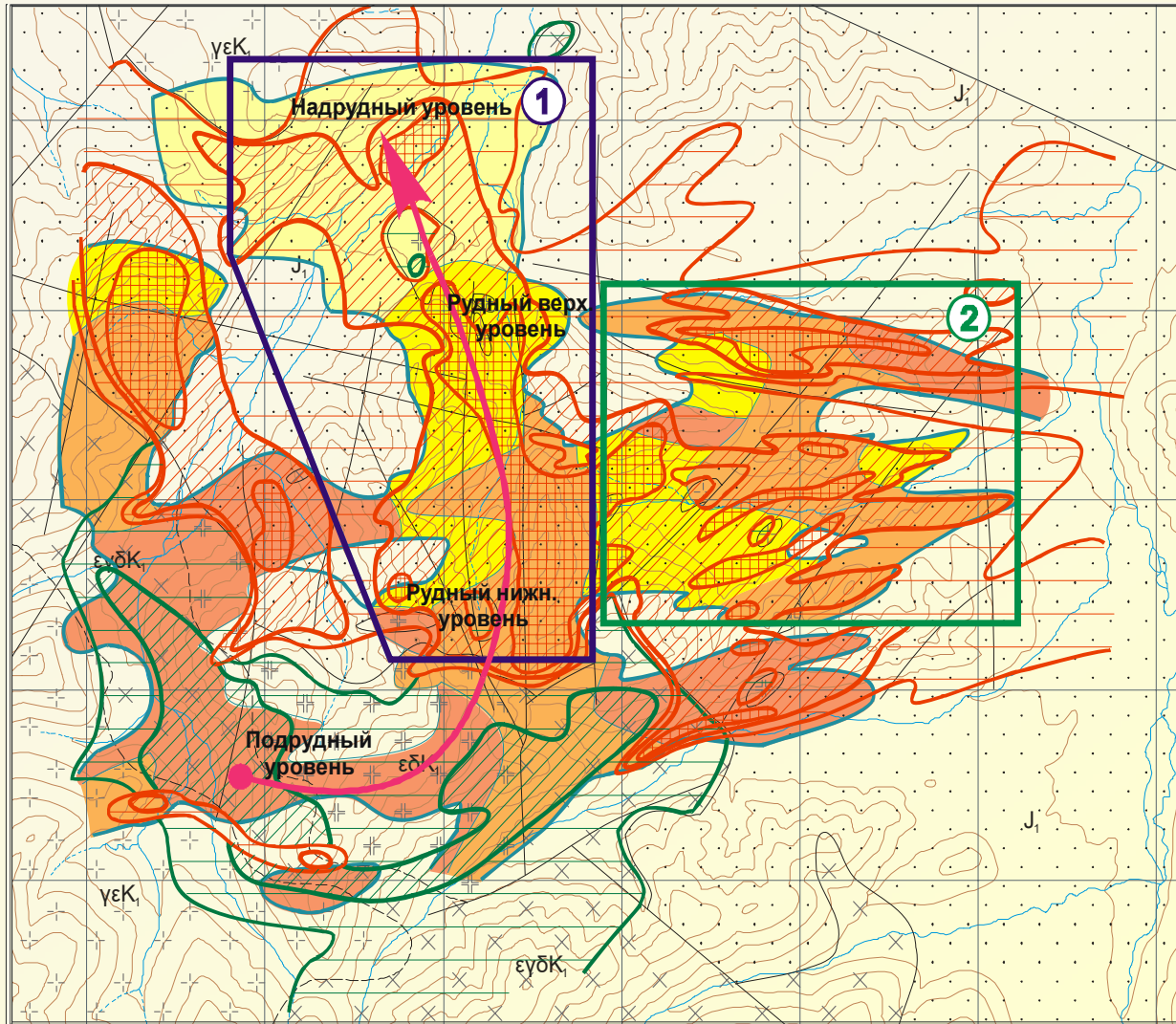
С - сидерофильный
 СХ - сидерофильно-халькофильный
 СПХ - сидеролиптохалькофильный
 Л - литофильный
 ЛХ - литофильнохалькофильный
 X - халькофильный (SnAuV)
 X₁ - халькофильный (AgPb)

6. Создание Моделей формирования вертикальной метасоматической, рудно-геохимической и рудно-метасоматической зональностей



Разработка минералого-петрографических и геохимических критериев прогноза гидротермального оруденения

7. Подготовка Карты прогнозного районирования, локализация и обоснование перспективных участков недр под поисково-оценочные работы



Условные обозначения

Рудоносные ГМ-изменения	Интенсивность проявления		
	Слабая-умеренная <15%	Сильная-интенсивная 15-50%	Интенсивная-полная >50%
Ms-Ser березиты			
Пренитовые березитоиды			

Уровни вертикальной рудно-метасоматической зональности порфировой ГМ-системы

Уровень	Цвет на карте	Геохимический тип
IV Надрудный		AgPbAu
III Рудный верхний		AuCuBiAg
II Рудный нижний		AuCuWBi
I Подрудный		CuAuCrNi

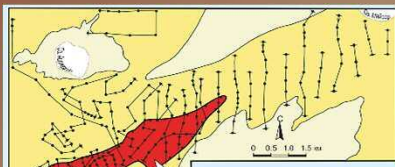
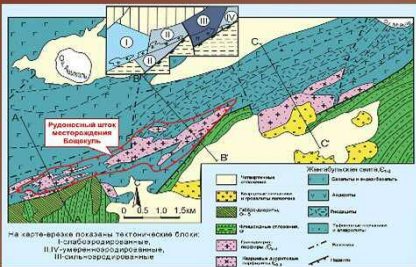
Прогнозные участки, перспективные на обнаружение:

- ① месторождений порфирового типа - CuAu;
- ② месторождений полигенного типа (стратиформного типа в терригенных породах, регенерированного порфировой ГМ-системой) - CuAu + AuZnPbAs.

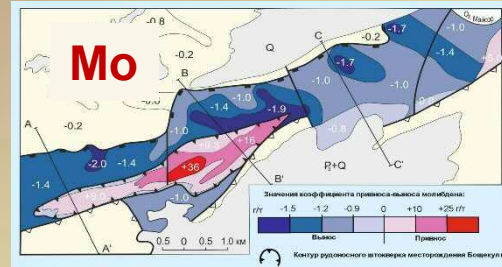
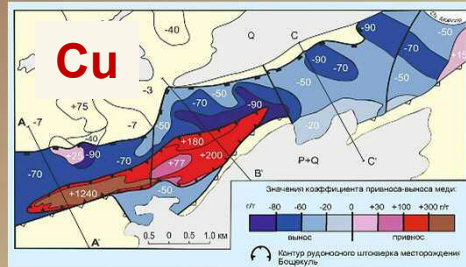
Стрелкой показано направление вектора максимальной изменчивости звеньев порфировой рудно-метасоматической гидротермальной системы.

Технологическая схема оценки прогнозных ресурсов на основе петрографо- геохимического изучения и картирования полей гидротермально измененных пород

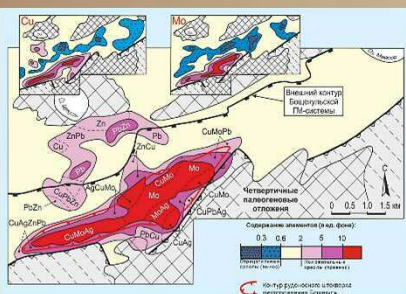
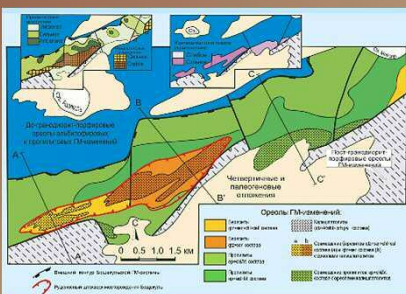
1. Создание равномерной сети опорных пунктов петрографо-геохимического опробования



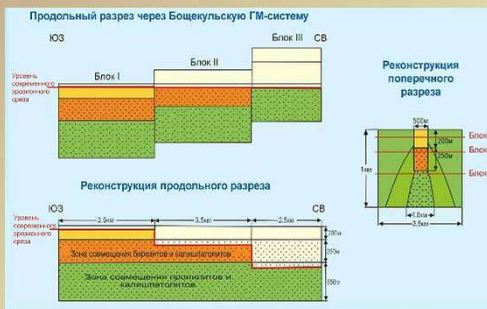
4. Подготовка карт привноса-выноса элементов



2. Подготовка карт гидротермально-метасоматической зональности и аномального геохимического поля

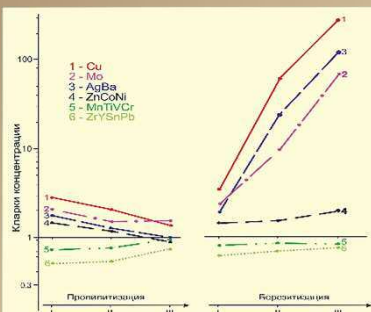


5. Подготовка расчетной объемной модели привноса-выноса Cu и Mo



Зона ГМ-изменения	S _{об} , км ²	ρ, г/см ³	Cu (г/т)			Mo (г/т)		
			Cu _{св}	Cu _{пр}	ΔC	Cu _{св}	Mo _{св}	ΔC
Пропилиты	17.6	2.70	135	77	-58	3.0	1.7	-1.3
В основных вулканитах:								
-Слабая/умеренная	8.6	2.70	140	90	-50	2.9	1.9	-1.0
-Сильная	5.2	2.74	140	70	-70	2.9	1.5	-1.4
-Интенсивная/очень	2.2	2.82	140	50	-90	2.9	1.0	-1.9
В архаидорит-порфирах:								
-Умеренная	1.6	2.55	80	60	-20	3.2	2.4	-0.8
Березиты								
CuZn-Ser+Cu+Ca фация	3.4	2.60	200	843	+643	8.0	21	+13
CuZn-Ser фация	1.0	2.60	200	1440	+1240	8.0	19	+11
CuZn-Ser фация	2.4	2.60	200	382	+182	8.0	23	+15

3. Оценка привноса-выноса элементов



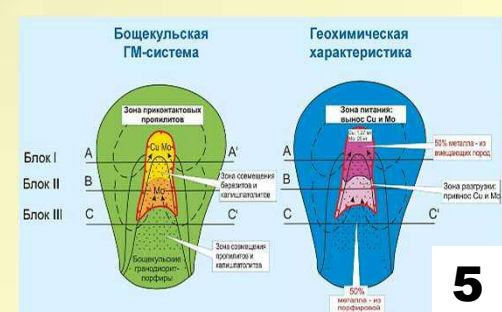
Элементы	Пропилиты			Березиты		
	Слабо/умеренно промывные	Сильно промывные	Интенсивно/полностью промывные	Слабо/умеренно промывные	Сильно промывные	Интенсивно/полностью промывные
Va, г/т	400	330	141	459	670	871
V	9.8	9.0	10	9.6	17	12
Zr	109	93	103	110	62	69
Mo	1.9	1.5	1.0	2.8	7.8	58
Sn	2.7	1.9	1.9	2.5	1.8	24
Cu	99	70	53	130	1600	5200
Zn	121	99	66	115	96	144
Pb	8.3	9.2	12	8.4	17	20
Ag	0.025	0.018	0.010	0.025	0.220	1.7
Ga	16	15	16	15	12	18
Ge	1.1	1.3	2.1	1.2	1.2	1.3
Se	11	10	13	12	15	18
Co	13	19	14	13	41	37
Sc	27	22	11	28	25	32
Ni	14	18	16	15	32	46
Ti	7150	8210	5050	7290	2890	3430
V	148	130	146	145	133	139
Mn	776	814	1440	770	1407	857
N	34	34	14	35	17	17

6. Расчет баланса привноса-выноса и оценка прогнозных ресурсов

Зоны ГМ-изменения	V _{об} , км ³	V _{сов} , км ³	ρ, г/см ³	Медь			Молибден		
				ΔC, г/т	Q _{пр} , Тис.т	Q _{вын} , Тис.т	ΔC, г/т	Q _{пр} , Тис.т	Q _{вын} , Тис.т
Пропилиты (зона выноса)	31.1	23.5	2.7	-58	-4870	-3680	-1.3	-109	-83
Березиты (зона привноса)	2.2	1.2	2.6	+643	+3678	2006	+13	+74	+41

Примечания: V_{об} — общий объем зоны; V_{сов} — современный объем зоны; Q_{пр} — общее количество металла, привнесенное или вынесенное из зоны ГМ-изменения; Q_{вын} — современное количество металла, привнесенное или вынесенное из зоны ГМ-изменения; ρ_{об} = V_{об} * ρ_{ср}; ρ_{сов} = V_{сов} * ρ_{ср}.

Р_{пр Cu} = 1.22 * 214870 = 261860; Р_{вын Cu} = 1.22 * 21109 = 25753; Р_{пр Mo} = 1.22 * 21109 = 25753; Р_{вын Mo} = 1.22 * 21109 = 25753.



На основе использования этой методики во ВСЕГЕИ накоплен богатый опыт прогнозирования скрытого оруденения различных геолого-промышленных типов:

- *колчеданно-полиметаллического и медно-колчеданного,*
- *скарнового медного и полиметаллического,*
- *грейзенового редкометального (W-Mo, W-Sn, Be),*
- *золото-кварцевого малосульфидного,*
- *золото-сульфидного,*
- *золото-медно-порфирового и медно-молибден-порфирового,*
- *эпитермального золото-серебряного,*
- *уран-молибденового, золото-уранового эльконского типа и др.*

Практическое пособие по прогнозу оруденения на основе петрографо-геохимического изучения и картирования полей гидротермально измененных пород при производстве ГСР-200

Цель и задачи исследования:

Подготовить «Практическое пособие по проведению локального прогноза оруденения на основе петрографо-геохимического изучения и картирования полей гидротермально измененных пород при производстве ГСР-200/2» в составе следующих разделов (по годам):

2021 г.

1. Выделение, систематика и диагностика гидротермально-метасоматических образований (ГМ-образования и их структурно-вещественная систематика, ГМ-формации и их генетические типы, ГМ-зональность: принципы и методы ее изучения и интерпретации)

2. Картирование гидротермально-метасоматических образований (подготовительные работы, полевые работы, диагностика гидротермально измененных пород, петрографические работы, подготовка петрографической базы данных, картосоставительские работы, интерпретация результатов)

3. Изучение геохимических особенностей гидротермально-метасоматических образований (пробоподготовка, требования к лабораторным исследованиям, подготовка геохимической базы данных, расчет баланса движения вещества, оценка геохимического фона, факторный анализ, картосоставительские работы, интерпретация результатов)

2022 г.

4. Технология локального прогноза гидротермального оруденения (разработка минералого-петрографических и геохимических критериев локального прогноза, прогнозно-минерагенический анализ, построение карт прогнозно-минерагенического районирования, выделение перспективных участков недр, принципы и методы оценки их прогнозных ресурсов)

5. Примеры прогнозирования гидротермального оруденения различных геолого-промышленных типов (жильный золото-кварцевый малосульфидный, золото-сульфидный, золото-медно-порфировый, золото-колчеданный, колчеданно-полиметаллический, стратиформный барит-полиметаллический, золото-урановый, золото-серебряный эпитеpmальный, скарновый редкометально-полиметаллический, редкометальный грейзеновый жильный и штокверковый, апогранитный и др.).

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (Минприроды РФ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ (РОСНЕДРА)
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. А.П. КАРПИНСКОГО (ВСЕГЕИ)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ПО ПРОГНОЗУ ОРУДЕНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЕТРОГРАФО-
ГЕОХИМИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ И КАРТИРОВАНИЯ
ПОЛЕЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНО ИЗМЕНЕННЫХ ПОРОД
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГСР-200

Санкт-Петербург
2023

УДК 550.8:528:553.065.044(043.3)

**Практическое пособие по прогнозу оруденения на основе петрографо-
геохимического изучения и картирования полей гидротермально измененных
пород при производстве ГСР-200. – СПб. Изд-во ВСЕГЕИ, 2023. XXX с.**

ISBN XXX-X-XXXXXX-XX-X

Рассмотрены задачи и основные методические приемы петрографо-геохимического подхода к изучению и картированию полей гидротермально измененных пород с целью прогноза оруденения при производстве ГСР-200/2. Приводятся примеры прогнозирования гидротермального оруденения различных геолого-промышленных типов: жильного золото-кварцевого малосульфидного, золото-сульфидного, золото-медно-порфирового, золото-колчеданного, колчеданно-полиметаллического, золото-уранового, золото-серебряного эпитермального и др. на основе использования предлагаемых методических приемов к изучению и картированию гидротермалитов.

Составители:

В.В. Шатов, С.В. Какин, В.Н. Белова, А.В. Молчанов, Н.В. Шатова

Рецензент

В.И. Леонтьев (ГМК «Норильский никель»)

Рекомендовано к печати
НПС Роснедра
XX февраля 2023 г.

ISBN XXX-X-XXXXXX-XX-X

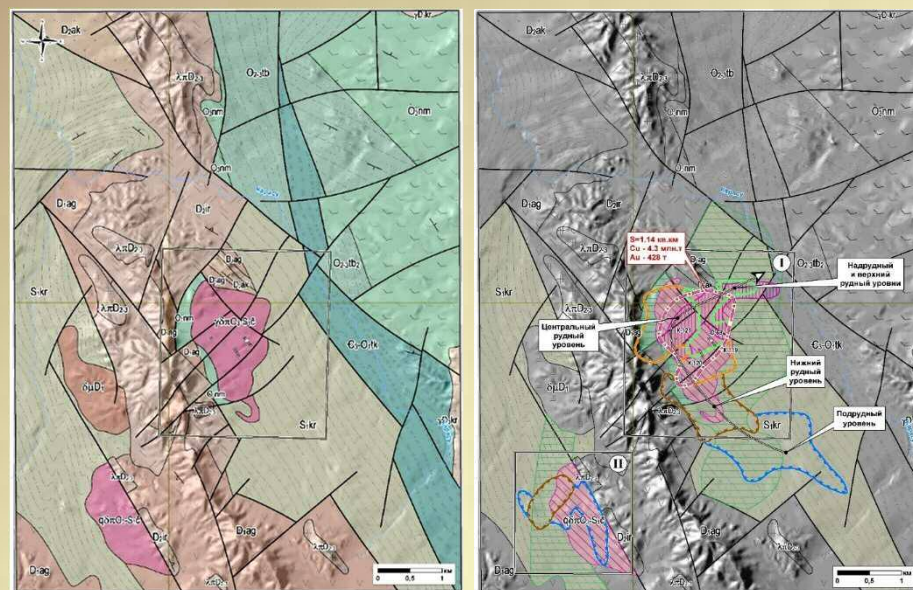
© Федеральное агентство по недропользованию, 2023
© Всероссийский научно-исследовательский
геологический институт им. А.П. Карпинского, 2023
© Составители, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

- ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ.....
- ВВЕДЕНИЕ
- КАРТИРОВАНИЕ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ
 - 1.1. Подготовительные работы
 - 1.2. Полевые работы
 - 1.3. Петрографические исследования.....
 - 1.4. Подготовка минералого-петрографической базы данных и картосоставительские работы
 - 1.5. Интерпретация результатов
- ИЗУЧЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ...
 - 2.1. Пробоподготовка и требования к лабораторным исследованиям ..
 - 2.2. Оценка геохимического фона
 - 2.3. Картосоставительские работы
 - 2.4. Расчет баланса движения вещества (привнос-вынос элементов) ...
 - 2.5. Интерпретация результатов
- ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ
 - 3.1. Разработка минералого-петрографических и геохимических критериев прогноза
 - 3.2. Прогнозно-минерагенический анализ и построение карт прогноза гидротермального оруденения
 - 3.3. Выделение перспективных участков недр
 - 3.4. Количественная оценка прогнозных ресурсов
 - 3.4.1. Некоторые исходные положения
 - 3.4.2. Обработка петрографо-геохимических данных
 - 3.4.3. Количественная оценка прогнозных ресурсов
- ПРИМЕРЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ТИПОВ.....
 - 4.1. Золото-медно-порфировый тип (Рябиновое рудное поле, Центральный Алдан).....
 - 4.2. Золото-кварцевый малосульфидный тип (рудное поле Хужир, Коневинское месторождение, Восточный Саян)
 - 4.3. Золото-сульфидный тип (Холмохинское рудное поле, месторождение Голец Высочайший)

- 4.4. Колчеданно-полиметаллический тип (Прииртышский район Рудного Алтая, Республика Казахстан)
- 4.5. Золото-урановый тип (Эльконский горст, Центральный Алдан) ...

- СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
 - 5.1. Гидротермально-метасоматические образования и их структурно-вещественная классификация
 - 5.2. Классификация околорудных метасоматитов и гидротермалитов по типу метасоматоза
 - 5.3. Гидротермально-метасоматические формации и их генетические типы
- ЛИТЕРАТУРА



Общий объем Практического пособия составляет 259 стр., включая 36 таблиц, 100 рисунков и список рекомендуемой литературы

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !!