



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

Новые методы и инновационные технологии прогнозирования золото-медно-порфирового оруденения

Шатов В.В., директор Центра прогнозно-металлогенических исследований

СОДЕРЖАНИЕ:

Раздел I

Месторождения порфирирового семейства: Обзор состояния минерально-сырьевой базы РФ.

Карта закономерностей размещения и прогноза золото-медно-порфирировых месторождений России, масштаб 1:2 500 000

Раздел II

Прецизионные изотопно-геохимические методы исследований при прогнозировании порфирирового оруденения

Раздел III

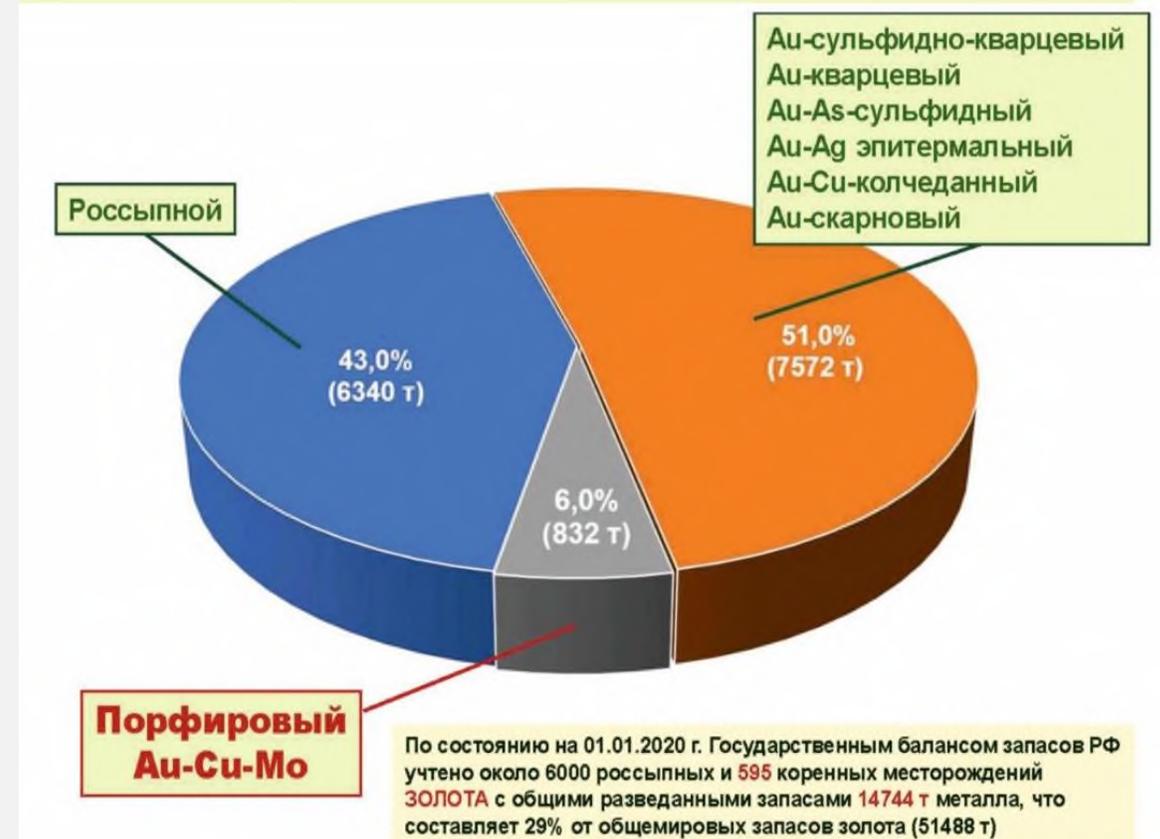
Прогнозирование порфирирового оруденения на основе петрографо-геохимического изучения и картирования гидротермально измененных пород

Структура минерально-сырьевой базы МЕДИ и ЗОЛОТА Российской Федерации (распределение по геолого-промышленным типам по состоянию на 01.01.2023 г.)

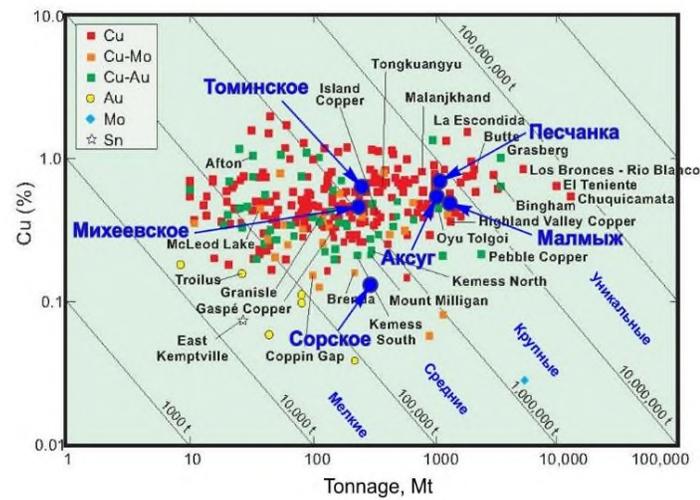
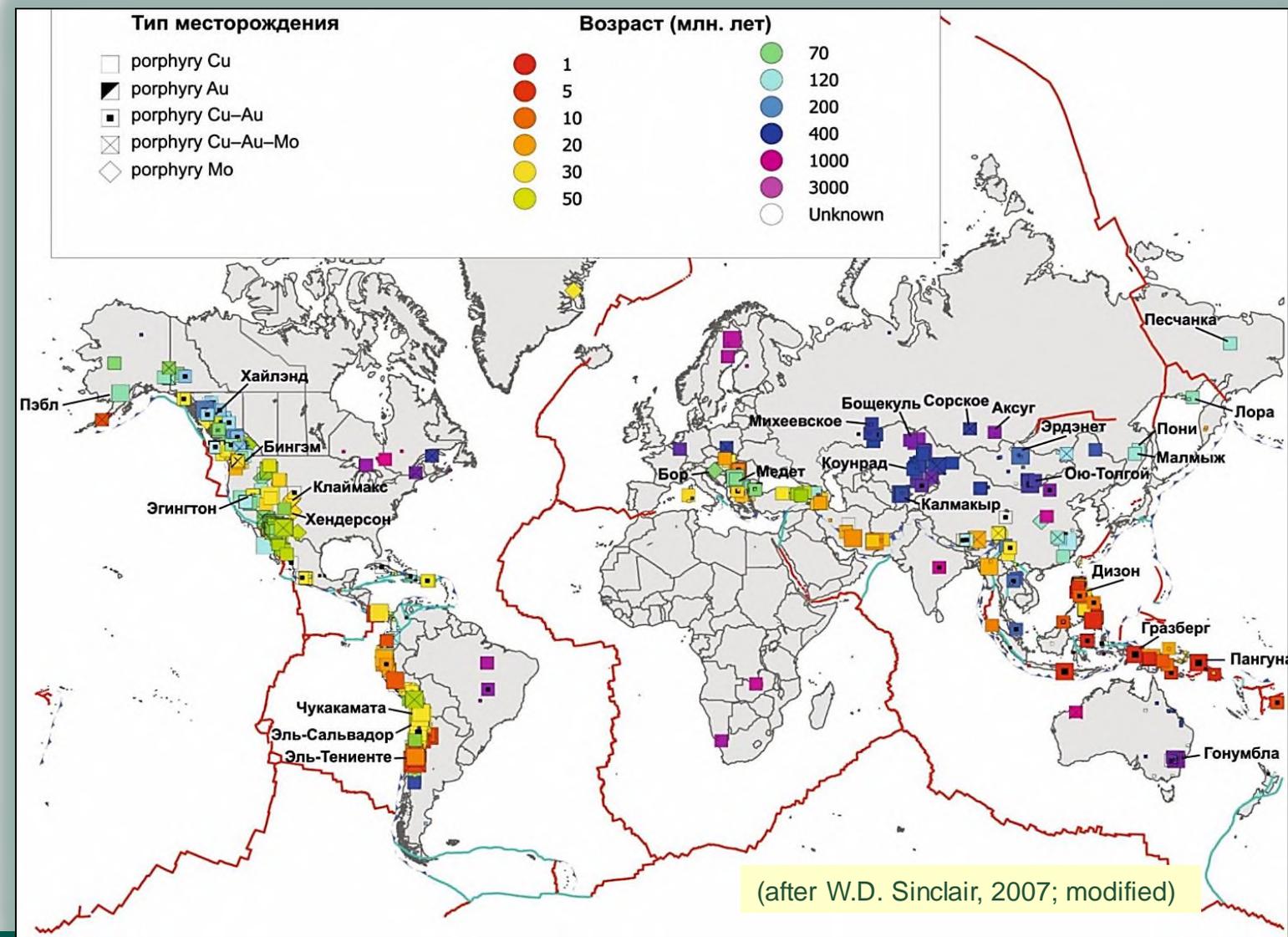
Медь



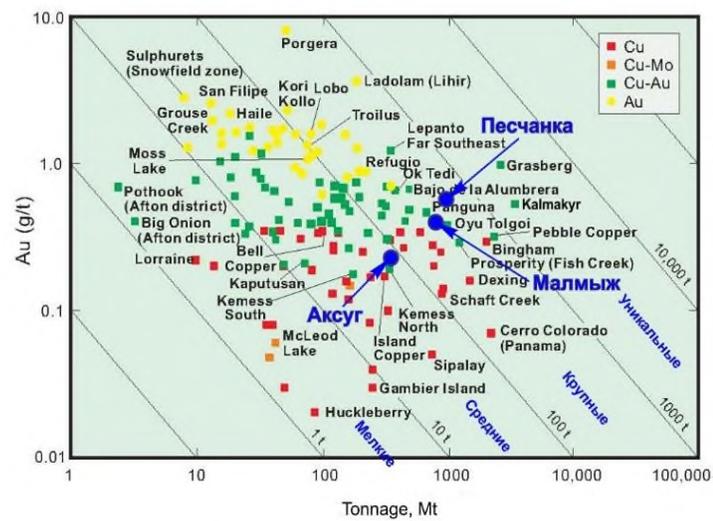
Золото



Закономерности глобального распределения месторождений порфирирового семейства с учетом их рудной специализации и возраста оруденения

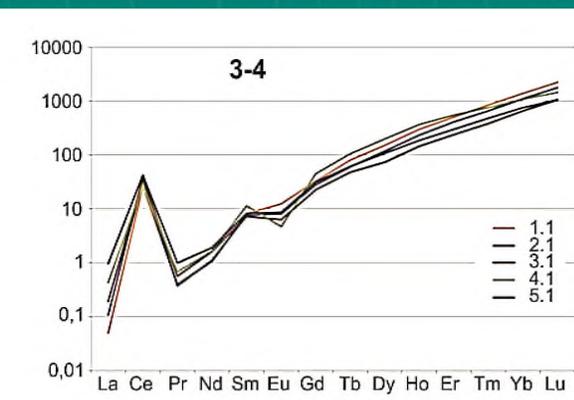
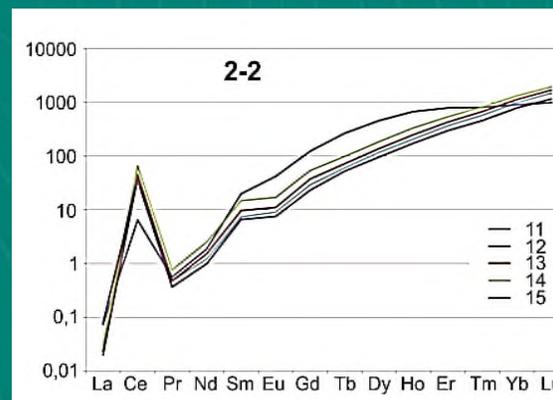
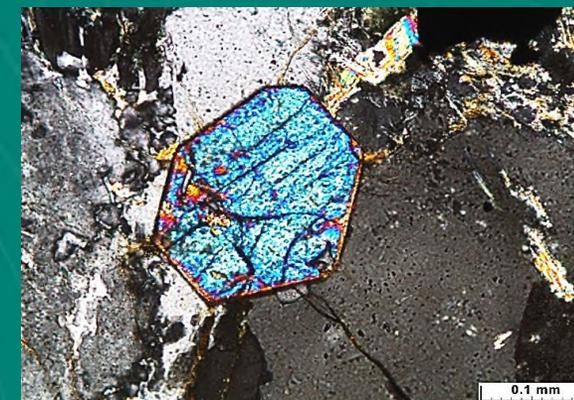
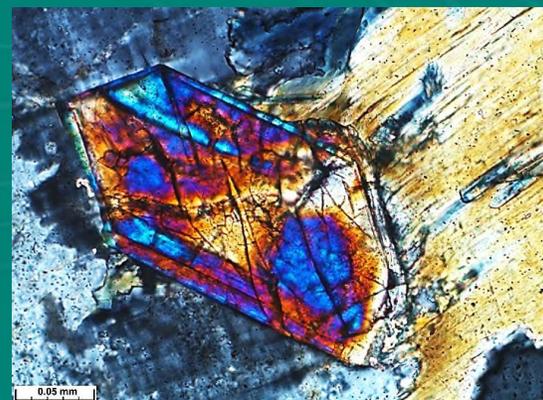
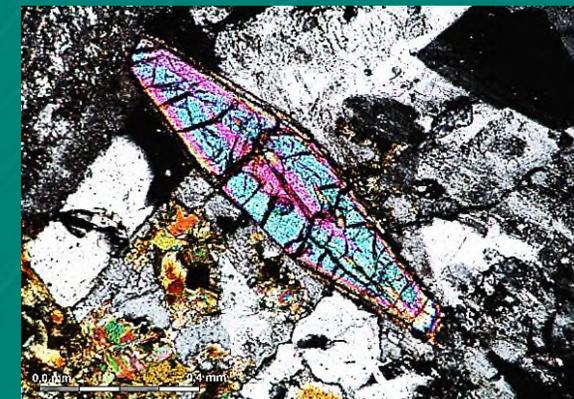
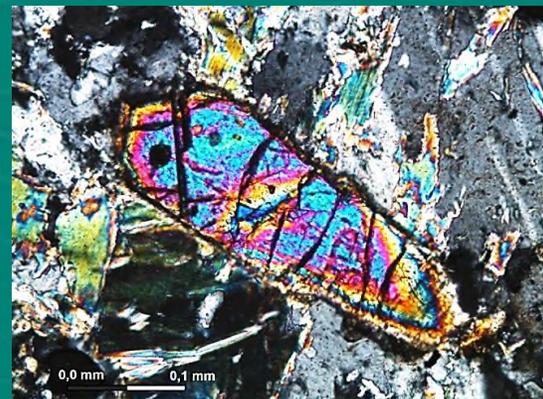


Cu



Au

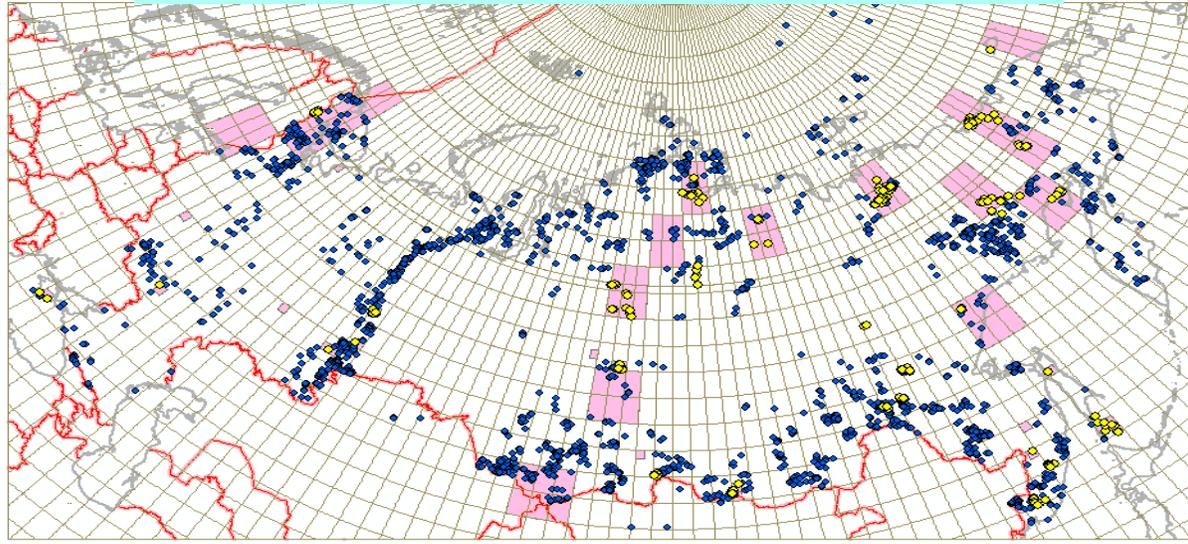
Прецизионны изотопно-
геохимические методы
исследований при
прогнозировании
порфирового оруденения



Интернет-ресурс

«Геохронологический атлас-справочник основных структурно-вещественных комплексов России»

Схема расположения пунктов датирования

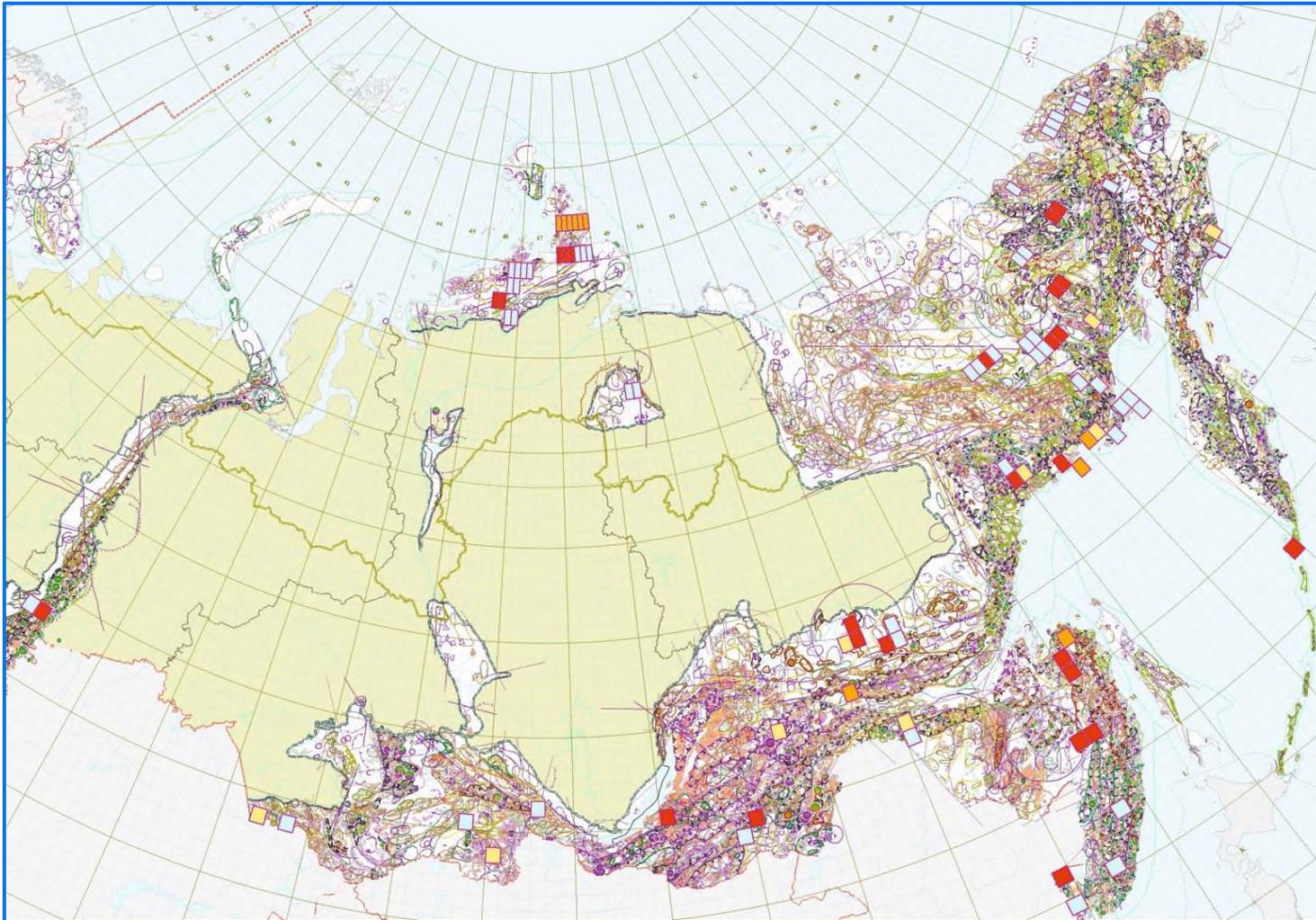


ЦИИ Института Карпинского:
Вторично-ионный микрозонд SHRIMP-IIe

В ЦИИ Института Карпинского в период с 2001 по 2024 годы создан банк изотопно-геохронологических данных, который насчитывает более **10000** определений возраста локальным U-Pb методом и содержит коллекцию готовых к исследованию препаратов (эпоксидных шайб) с монофракциями цирконов, ранее продатированных на вторично-ионном микрозонде SHRIMP-IIe.

В 2022 г. в рамках Госзадания «Роснедра» был запущен трехлетний проект «*Определение критериев рудоносности гранитоидов в отношении золото-медно-порфирового оруденения по результатам изотопно-геохимического изучения акцессорных цирконов*» в пределах Уральской, Таймыро-Североземельской, Алтае-Саянской, Анабаро-Виллюйской, Алдано-Забайкальской, Дальневосточной, Верхояно-Колымской, Чукотской и Корякско-Курильской серий листов ГК-1000/3

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ магматических комплексов пород, изученных на предмет установления закономерностей распределения элементов-примесей (REE+Y, Ti, Hf, U, Th, Pb) в акцессорных цирконах с целью определения индикативных геохимических параметров циркона – PIZs



Всего по состоянию на 19.12.2023 г. за весь период исследований начиная с 2022 г. изучено **200 обр.** магматических пород, принадлежащих **143 объектам** исследования - интрузивным комплексам и отдельным массивам.

Уровень продуктивности	Наивысшая	27	19%
	Высокая	8	6%
	Умеренная	22	15%
	Низкая	86	60%
Количество объектов		143	100%

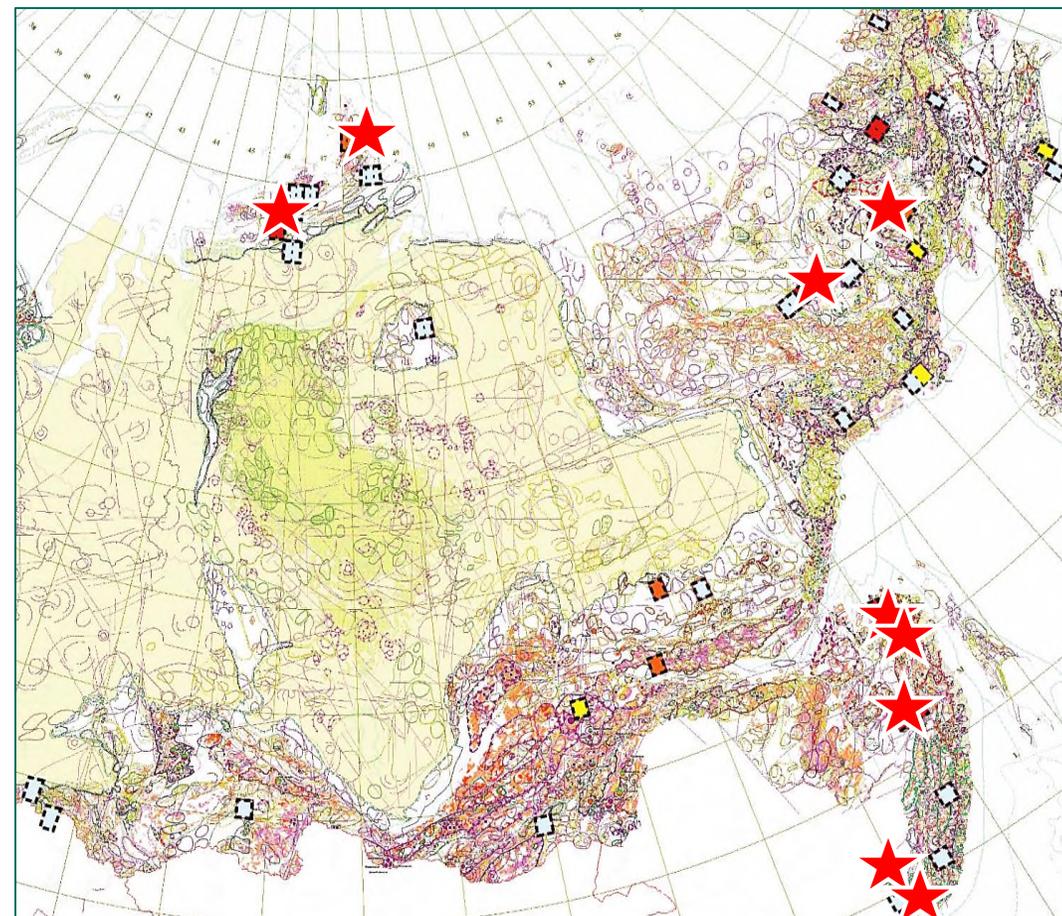
 Низкая продуктивность
 Умеренная продуктивность
 Высокая продуктивность
 Наивысшая продуктивность

Значения индикативных геохимических параметров циркона (PIZs) для рудоносных магматических пород некоторых промышленных порфировых месторождений России

№№ п/п	Месторождение	Порода	Возраст, млн. лет	Индикативные геохимические параметры циркона - PIZs (<i>Porphyry Indicator Zircons - after Pizarro et al., 2020</i>)						
				Ce/Nd	Eu/Eu*	(Ce/Nd)/Y	Dy/Yb	(10000xEu/ u/Eu*)/Y	Th/U	To C (Ti-in- zircon thermo- meter)
				> 1	> 0.4	> 0.01	< 0.3	> 1	0.1 ÷ 1.0	637 ÷ 738
1	МАЛМЫЖ	Кварцевый диорит-порфир	98.3 ± 1.2	10.0	0.60	0.018	0.16	10.0	0.61	680
2	ПЕСЧАНКА	Гранодиорит-порфир минерализованный	140.0 ± 1.0	15.2	0.78	0.016	0.23	9.9	0.63	718
3	МИХЕЕВСКОЕ	Кварцевый диорит	365.9 ± 2.8	10.0	0.41	0.011	0.12	5.1	0.33	702
4	ТОМИНСКОЕ	Кварцевый диорит-порфир	432.6 ± 3.2	29.4	0.47	0.035	0.13	11.1	0.21	673
5	МЕДЬГОРА	Кварцевый монцодиорит	143.4 ± 2.0	14.8	0.53	0.027	0.18	8.6	0.69	724
6	РЯБИНОВОЕ	Сиенит	142.5 ± 3.0	14.2	0.54	0.012	0.13	6.0	0.61	780
7	МОРОЗКИНСКОЕ	Сиенит-порфир	117.9 ± 1.4	22.5	1.07	0.013	0.13	2.6	0.57	696

Сводка по паспортам учета порфирировых перспективных объектов, подготовленных по данным изотопно-геохимического изучения акцессорных цирконов (PIZs)

№№ п/п	Интрузивный комплекс. массив	Номенклатура	№ паспорта, авторы	Название перспективного объекта	Прогнозные ресурсы кат. РЗ
1	Медьгора, Намандыканский комплекс	Q-57-XXVII, XXVIII	№ 3161527, Серегин С.В.	Медьгорский РУ	Cu - 348 тыс. т, Mo - 7 тыс. т (Au - 44 т, Ag - 200 т)
2	Рязановский комплекс, Первомайский РУ Западное Приморье	L-52-XXX	№ 4361533, Аленичева А.А., Юрченко А.А.	Каменный ПРУ	Cu - 5833 тыс. т, Mo - 116 тыс. т, Au - 135 т
3	Ульбанский комплекс, Хавинский массив	N-54-XXV	№ 7861526, Змиевский Ю.П., Юрченко А.А.	Хавинский ПРУ	Cu - 935 тыс. т, Au - 50 т
4	Кристифенсенский комплекс, Таймыр	T-48-XIX, XX, XXI	№ 2661528 Егоров А.Ю.	Кристифенсенский ПРУ	Cu - 2176 тыс. т, Au - 126 т (Mo - 63 тыс. т)
5	Верхнетарейский комплекс	S-46-XV, XVI	№ 2661531 Проскурнин В.Ф., Проскурнина М.А., Гавриш А.В.	Верхнетарейский ПРУ	Cu - 877 тыс. т
6	Рассошинский комплекс. Рассошинский лейкогранитовый массив	Q-55-XXIX, XXX	№ 5661530 Сычев С.Н.	Урадан-Рассошинский ПРУ	Au - 169 т, Cu - 3096 тыс. т (Mo - 85 тыс. т)
7	Первомайский РУ, Гродековский батолит, Рязановский комплекс	L-52-XXX	№ 4361532, Аленичева А.А., Юрченко А.А.	Первомайский РУ	Cu - 1530 тыс. т, Au - 35 т, Mo - 30 тыс. т
8	Нижнеамурский комплекс, Покровский массив	N-54-XXXI	№ 7861529, Гольцин Н.А., Юрченко А.А., Змиевский Ю.П.	Покрово-Троицкий РРУ	Au - 72 т, Cu - 1434 тыс. т
9	Массив Гион, Нижнеамурский комплекс (Маноминский ПРУ)	M-53-94	№ 7861548, Шатов В.В.	Гионская ПП	Cu - 1870 тыс. т, Au - 100 т



★ Перспективные объекты на Au-Cu-порфирировое оруденение с подготовленными Паспортами учета

**Прогнозирование порфирирового
оруднения на основе петрографо-
геохимического изучения и
картирования 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

ВЕРХОСИБИРСКАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТИТУТ им. А. П. КАРПИНСКОГО
Труды ВСИЭИ Новая серия Том 354

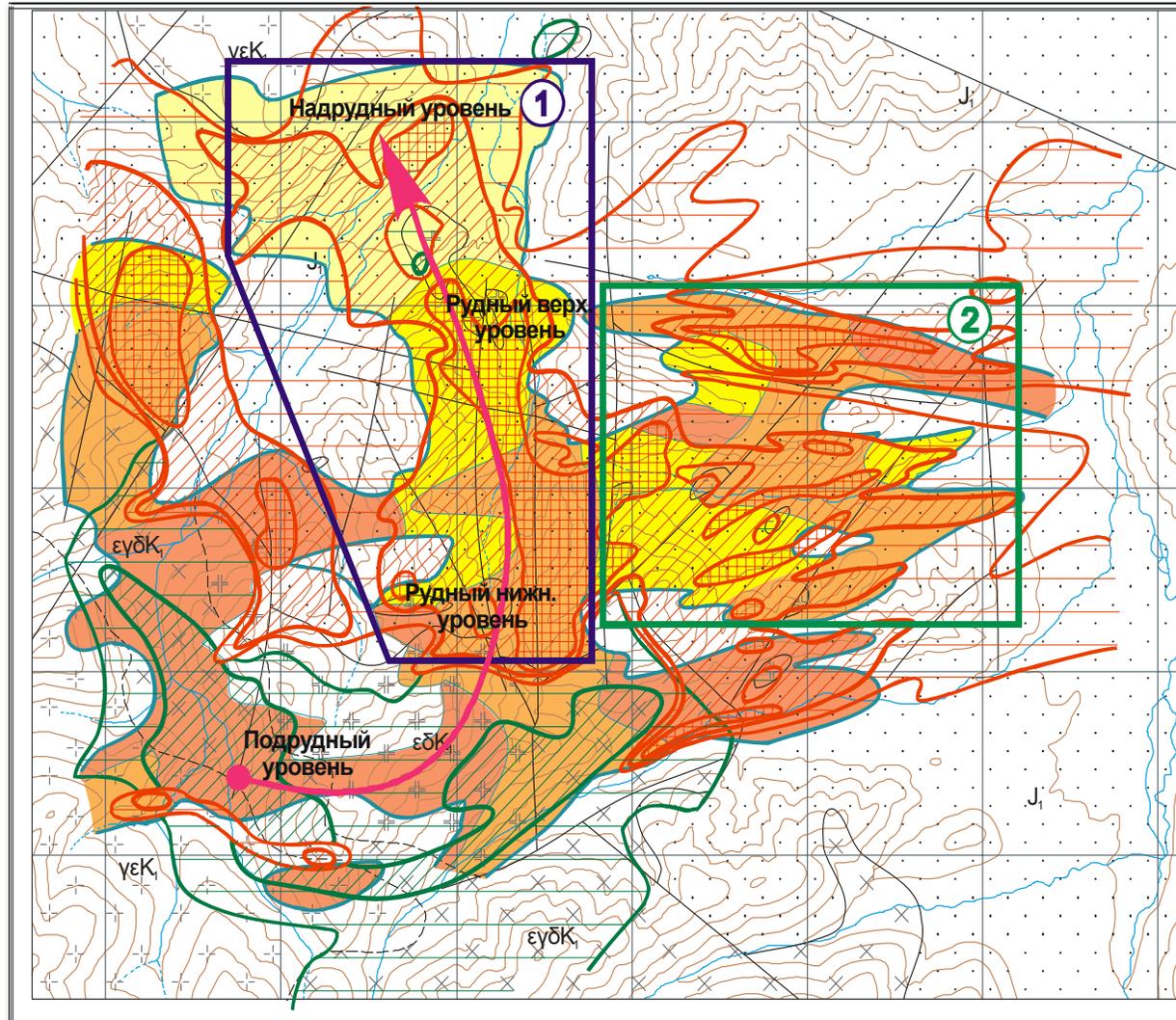
Е. В. Плющев, В. В. Шатов, С. В. Кашин

МЕТАЛЛОГЕНИЯ
ГИДРОТЕРМАЛЬНО-
МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ
ОБРАЗОВАНИЙ


Издательство ВСИЭИ
Санкт-Петербург • 2012

Методика основана на комплексном подходе к изучению минералогических, петрографических и геохимических особенностей гидротермально измененных пород, включая внешние слабо проявленные зоны околорудных метасоматитов и гидротермалитов

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	[Red horizontal lines]	[Red diagonal lines /]	[Red grid]
Пренитовые березитоиды	[Green horizontal lines]	[Green diagonal lines /]	[Green grid]

Уровни вертикальной рудно-метасоматической зональности порфировой ГМ-системы

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

Прогнозные участки, перспективные на обнаружение:

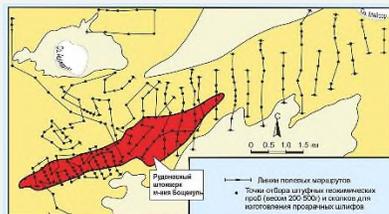
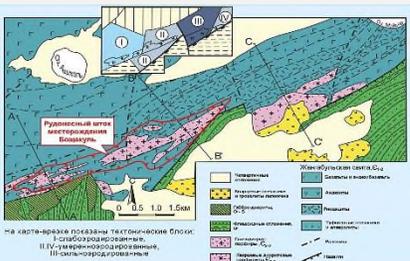
- ① месторождений порфирового типа - CuAu;
- ② месторождений полигенного типа (стратиформного типа в терригенных породах, регенерированного порфировой ГМ-системой) - CuAu + AuZnPbAs.

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

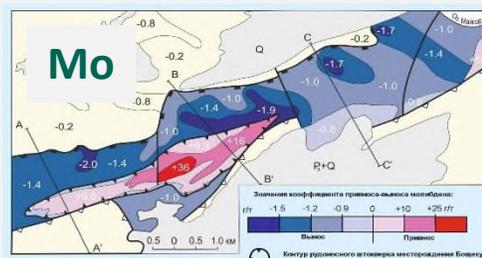
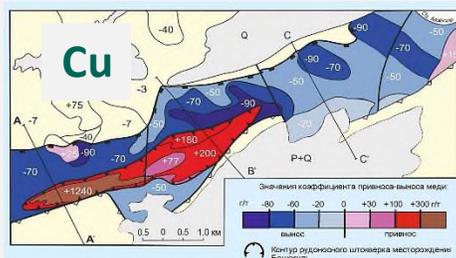
Технологическая схема

оценки прогнозных ресурсов на основе петрографо-геохимического изучения и картирования гидротермально измененных пород (на примере Божекульского рудного поля)

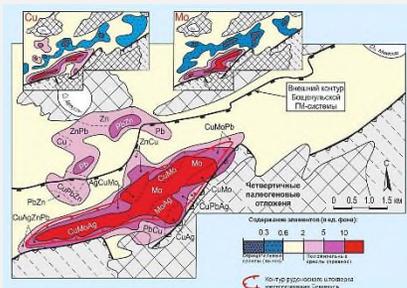
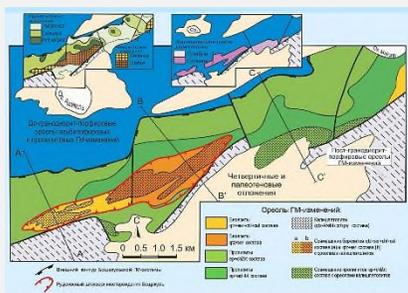
1. Создание равномерной сети опорных пунктов петрографо-геохимического опробования



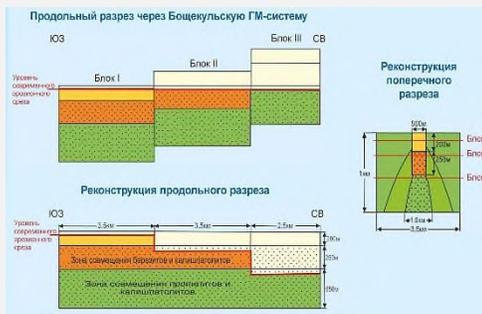
4. Карты привноса-выноса меди и молибдена



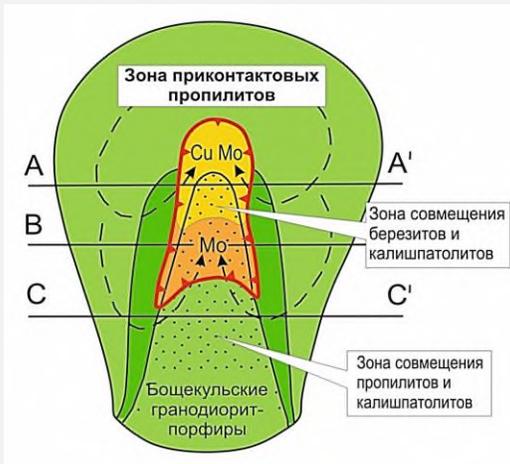
2. Карты гидротермально-метасоматической зональности и аномального геохимического поля



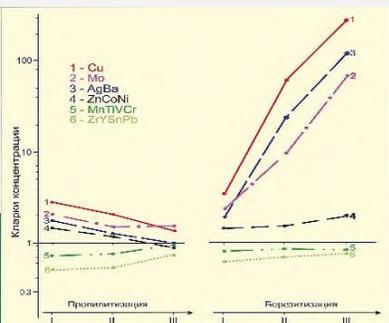
5. Подготовка расчетной модели привноса-выноса Cu и Mo



Зона ГМ-изменения	S _з , км ²	ρ, г/см ³	Cu (г/т)			Mo (г/т)		
			C _з	C _п	ΔC	C _з	C _п	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/полная	2,2	2,82	140	50	-90	2,9	1,0	-1,9
В гранодиорит-порфирах:								
- Уверенная	1,6	2,55	80	60	-20	3,2	2,4	-0,8
Березиты	3,4	2,60	200	843	+643	8,0	21	+13
Qtz-Ser+Chn+Cal фация	1,0	2,60	200	1440	+1240	8,0	19	+11
Qtz-Ser фация	2,4	2,60	200	382	+182	8,0	23	+15



3. Оценка привноса-выноса элементов



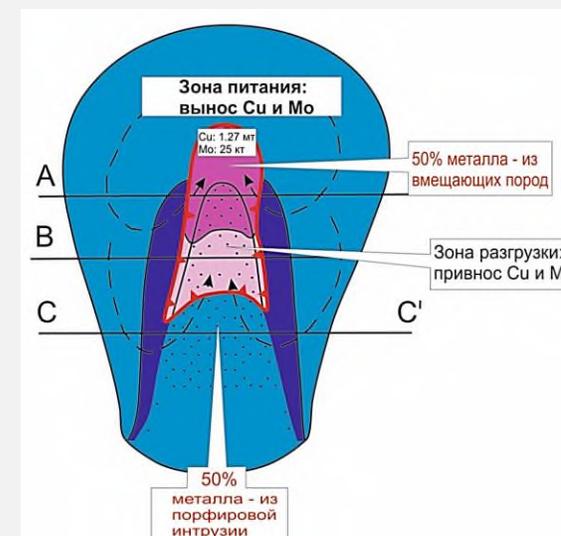
Элементы	Пропилиты			Березиты		
	Слабый умеренно проявление	Сильно проявление	Интенсивное/полное проявление	Слабый умеренно проявление	Сильно проявление	Интенсивное/полное проявление
Ba, г/т	400	320	141	450	670	871
Y	9,8	9,0	10	9,8	17	12
Zr	105	83	103	110	63	49
Mo	1,9	1,5	1,0	1,9	2,8	7,8
Sr	2,7	1,9	1,9	2,5	1,8	2,4
Cu	90	70	50	130	1680	5200
Zn	121	99	86	115	96	144
Pb	8,3	9,2	12	8,3	17	20
Ag	0,025	0,018	0,010	0,028	0,220	1,7
Ga	16	15	16	15	12	18
Ge	1,1	1,3	2,1	1,2	1,2	1,3
Sc	11	10	13	12	15	18
Cr	13	19	14	13	41	37
Co	27	22	11	28	25	32
Ni	18	14	16	16	15	32
Ti	7150	5210	5090	7200	2890	3430
V	148	120	146	145	133	139
Mn	778	814	1440	770	1407	957
N	34	34	14	35	17	17

6. Расчет баланса вещества и оценка прогнозных ресурсов

Зоны ГМ-изменения	V _з , км ²	V _{сов} , км ²	ρ, г/см ³	Медь			Молибден		
				ΔC, г/т	Q _{пр} , ТЫС.Т	Q _{вын} , ТЫС.Т	ΔC, г/т	Q _{пр} , ТЫС.Т	Q _{вын} , ТЫС.Т
Пропилиты (зона привноса)	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_з — 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.

Р_{сов. Cu} = V_{сов. Cu} * (Q_{пр. Cu} - Q_{вын. Cu})
 Р_{сов. Cu} = 1,22 * 2 * (4870 - 3678) = 656 000;
 Р_{сов. Mo} = 1,22 * 2 * (109 - 74) = 19 000.



ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ПО ПРОГНОЗУ ОРУДЕНЕНИЯ
НА ОСНОВЕ КАРТИРОВАНИЯ
ГИДРОТЕРМАЛЬНО ИЗМЕНЕННЫХ ПОРОД
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГСР-200 (ГСР-50)

Санкт-Петербург • 2023

Составители

*В. В. Шатов, О. В. Петров, С. В. Кашин, В. Н. Белова,
А. В. Молчанов, Н. В. Шатова*

Рецензент

В. И. Леонтьев, канд. геол.-минерал. наук, вед. специалист,
ГМК «Норильский никель»

Рекомендовано к изданию
решением Ученого совета ФГБУ «ВСЕГЕИ»,
Протокол № 1 от 10.01.2023 г.

Практическое пособие по прогнозу оруденения на основе картирования гидротермально измененных пород при производстве ГСР-200 (ГСР-50) / В. В. Шатов, О. В. Петров, С. В. Кашин и др. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2023. – 104 с. – ISBN 978-5-93761-875-7.

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 и ГСР-50. Обсуждаются особенности проведения подготовительных, полевых, петрографических, геохимических и картографических работ. Приводятся требования к лабораторно-аналитическим исследованиям, способы оценки геохимического фона и расчета баланса вещества (привноса-выноса элементов) в ходе развития гидротермально-метасоматических процессов. На примере Чумьшского золоторудного поля (Магаданская область) демонстрируется результирующая составляющая данного подхода к минерало-петрографическому и геохимическому изучению гидротермально-метасоматических образований в виде примеров разнообразных карт, схем, фотографий и таблиц. Главная цель Практического пособия – вооружить геологов-съемщиков практическими приемами использования предлагаемой методики при производстве ГСР-200/2 (ГСР-50) и продемонстрировать на примере отдельных рудных районов и полей эффективность ее применения при прогнозировании скрытой с поверхности рудной минерализации.

Общий объем Практического пособия составляет 104 стр., включая 13 таблиц, 29 рисунков и список рекомендуемой литературы объемом в 81 наименование.

УДК 550.8:528:550.4:552:553.044.065
ББК 26.31+26.34

© Федеральное агентство по недропользованию,
2023
© Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского,
2023
© Коллектив авторов, 2023
© Издательство ВСЕГЕИ, 2023

№ 978-5-93761-875-7

СОДЕРЖАНИЕ

Принятые сокращения	4
Введение	5
1. Картирование гидротермально-метасоматических образований	9
1.1. Подготовительные работы	9
1.2. Полевые работы	12
1.3. Петрографические исследования	20
1.4. Подготовка минерало-петрографической базы данных и картографические работы	23
1.5. Интерпретация результатов	27
2. Изучение геохимических особенностей гидротермально-метасоматических образований	37
2.1. Пробоподготовка и требования к лабораторным исследованиям	37
2.2. Оценка геохимического фона	38
2.3. Картографические работы	39
2.4. Расчет баланса движения вещества (привнос-вынос элементов)	43
2.5. Интерпретация результатов	48
3. Технология прогнозирования гидротермального оруденения	54
3.1. Разработка минерало-петрографических и геохимических критериев прогноза	54
3.2. Прогнозно-минерогенетический анализ и построение карт прогноза гидротермального оруденения	56
3.3. Выделение перспективных участков недр	60
3.4. Количественная оценка прогнозных ресурсов	64
3.4.1. Некоторые исходные положения	64
3.4.2. Обработка петрографо-геохимических данных	66
3.4.3. Количественная оценка прогнозных ресурсов	68
3.4.4. Бошекульское рудное поле	70
4. Справочные материалы	81
4.1. Гидротермально-метасоматические образования и их структурно-вещественная классификация	81
4.2. Классификация окolorудных метасоматитов и гидротермалитов по типу метасоматоза	86
4.3. Гидротермально-метасоматические формации и их генетические типы	88
Краткий словарь терминов	92
Список литературы	100



**Академик ДН СССР
Д.С. Коржинский
(1899 - 1985)**

Основоположник теории инфильтрационной метасоматической зональности.

Разработчик теоретических основ анализа парагенезиса минералов.

Автор монографии «Очерк метасоматических процессов», за которую получил в 1958 г.

Ленинскую премию.

С 1925 по 1937 г. г.

сотрудник Геолкома-ЦНИГРИ-ВСЕГЕИ

У нас в стране проблемой использования гидротермально-метасоматических образований (ГМ-образований) для целей локального прогноза и оценки перспектив рудоносности территорий в разные годы занимались такие известные ученые как:

Д.С. Коржинский, В.А. Жариков, Б.И. Омеляненко, Г.П. Зарайский, В.Л. Русинов, М.Б. Бородаевская В.Г. Чекваидзе, П.Ф. Иванкин, Л.Н. Овчинников, А.А. Беус, В.Г. Кушев, В.С. Попов, С.Д. Шер (*Московская научная школа по изучению проблем рудоносности метасоматитов*)

В.Д. Боголепов, Г.Н. Щерба, А.Е. Шлыгин (*Казахстанская научная школа*)

Н.И. Наковник, Н.И. Курек, А.И. Курек, Ю.В. Казицын, М.М. Василевский, Д.В. Рундквист, И.Г. Павлова, Г.Т. Волостных, А.С. Сергеев, В.В. Жданов, Э.А. Ланда, А.Б. Кольцов, С.А. Бушмин (*Ленинградская научная школа*)

Е.В. Плющев, О.П. Ушаков, В.В. Шатов, С.В. Кашин, А.В. Молчанов, Г.М. Беляев, В.Н. Белова, В.А. Михайлов, А.П. Мотов (*научная школа Института Карпинского по минералого-геохимическому изучению и картированию гидротермально измененных пород*)

Г.Л. Поспелов, Д.И. Царев, Ю.Н. Размахнин, И.П. Щербань, С.И. Набоко, Е.Г. Язиков (*Сибирская и ДВ научные школы*)

О.Н. Грязнов, В.Н. Сазонов, Л.И. Грабежев, Г.П. Дворник (*Уральская научная школа*)



ВСЕРОССИЙСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ им. А. П. КАРПИНСКОГО

Шатов В.В. + 7 921 926 9300
vitaly_shatov@karpinskyinstitute.ru

