



**МЕТОДИКА ПОИСКОВ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВИНЦА И ЦИНКА  
В ВУЛКАНОГЕННЫХ АССОЦИАЦИЯХ НА ЗАКРЫТЫХ ТЕРРИТОРИЯХ,  
ОСНОВАННАЯ НА ОПЫТЕ РАБОТ ФГБУ «ЦНИГРИ» 2010-2022 гг.**

**Авторы: Кузнецов В.В., Серавина Т.В.**

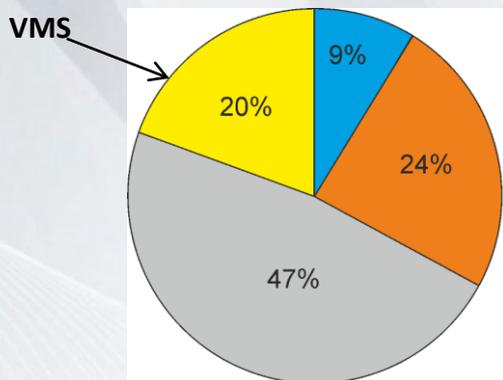


В настоящее время принято выделять **4 группы** месторождений:

- **SEDEX** (Sedimentary Exhalative) - серебро-свинцово-цинковые или серебросодержащие колчеданно-свинцово-цинковые месторождения в терригенных, углеродисто-терригенных и терригенно-карбонатных формациях.
- **MVT** (Mississippi Valley-type) - свинцово-цинковые месторождения в карбонатных формациях.
- **VMS** (Volcanogenic Massive Sulfide) - золото-серебросодержащие колчеданно-полиметаллические месторождения в вулканогенных ассоциациях. В данной группе выделяется самостоятельный подтип жильных месторождений (**VMS\_G**).
- **Skarn type** - месторождения скарнового типа.

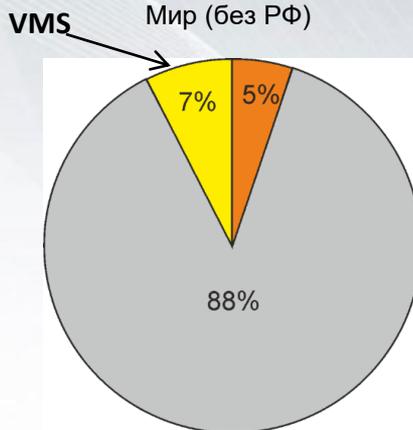
Суммарные запасы свинца и цинка по типам месторождений

Мир (без РФ)



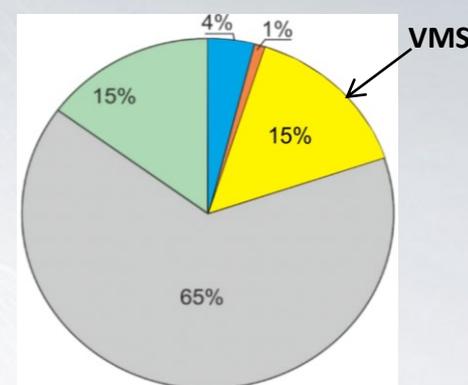
Суммарные запасы свинца и цинка в докембрийских месторождениях

Мир (без РФ)

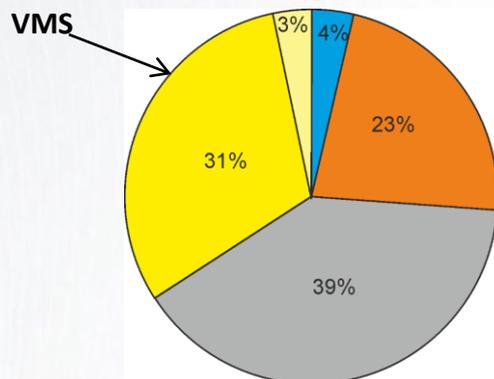


Суммарная добыча свинца и цинка по типам месторождений

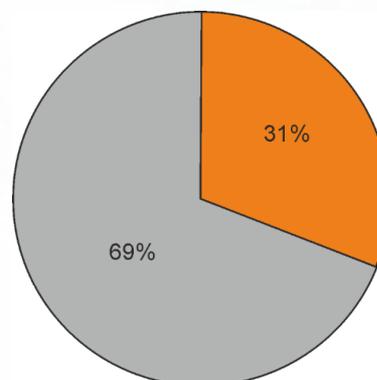
Мир (без РФ)



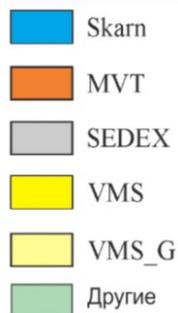
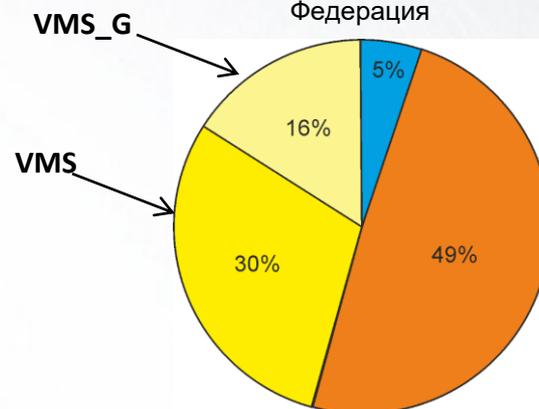
Российская Федерация



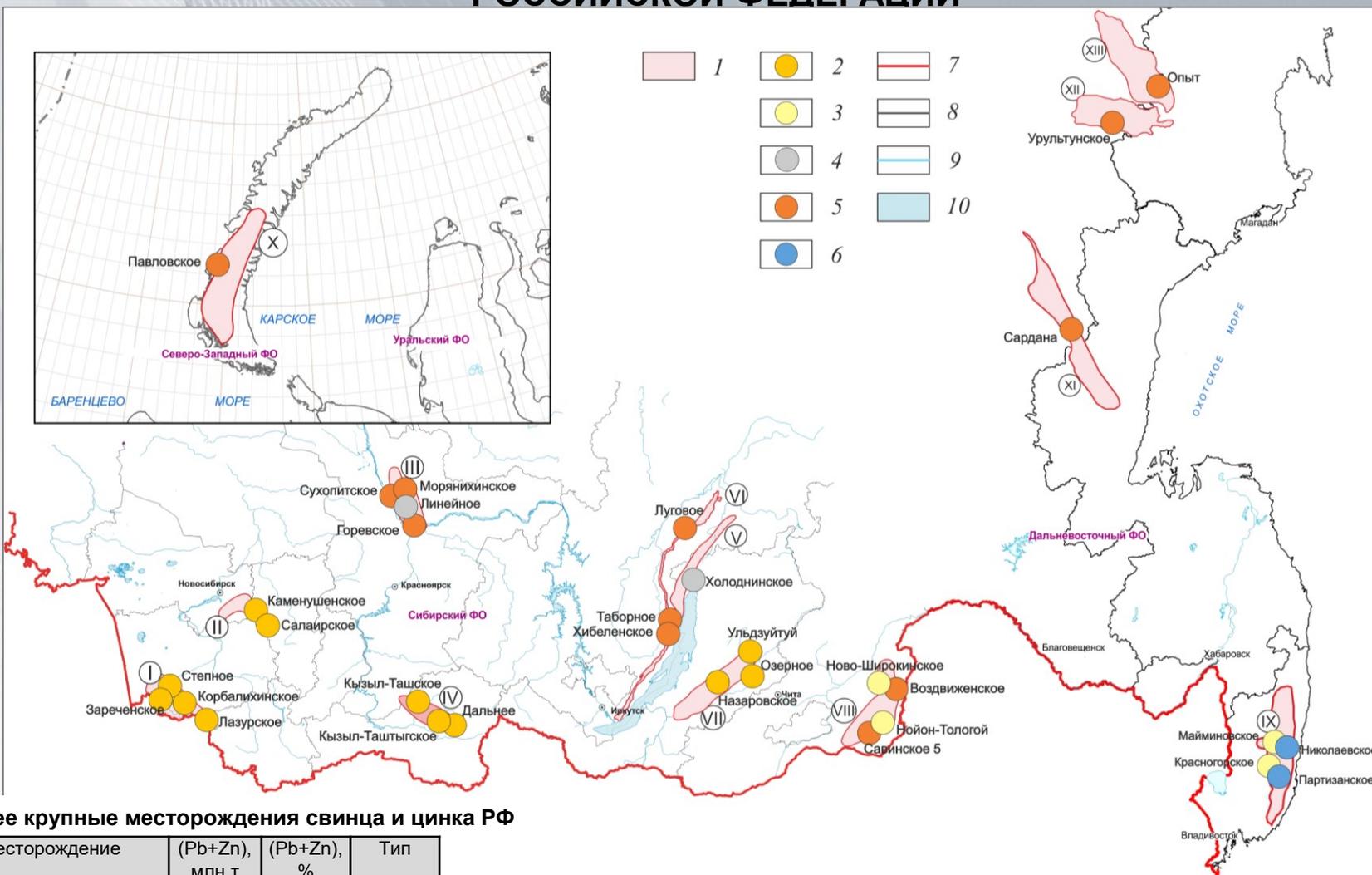
Российская Федерация



Российская Федерация



# СНУГРУ СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ ОСНОВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВИНЦА И ЦИНКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**Наиболее крупные месторождения свинца и цинка РФ**

Месторождение	(Pb+Zn), млн.т	(Pb+Zn), %	Тип
Холоднинское	23.0	4.0	SEDEX
Горевское	7.0	7.90	MVT
Сардана	2.4	13.7	MVT
Павловское	1.5	6.0	MVT
Озерное	9.7	7.20	VMS
Корбалихинское	2.6	11.7	VMS
Кызыл-Таштыгское	1.2	11.8	VMS
Салаирское	0.8	2.7	VMS
Нойон-Тологой	1.6	2.3	VMS G
Ново-Широкинское	0.6	2.6	VMS G

1 – минерагенические зоны: I – Рудноалтайская; II – Салаирская; III – Ангаро-Большепитская; IV – Улугуйская; V – Олоkitская; VI – Прибайкальская; VII – Удино-Витимская ; VIII – Приаргунская; IX – Кемско-Таухинская; X – Центрально-Новоземельская; XI – Кыллахская; XII – Омuleвская; XIII – Приколымская;  
 типы месторождений: 2 – VMS; 3 – VMS\_G; 4 – SEDEX; 5 – MVТ; 6 – Skarn type;  
 7 – граница РФ; 8 – границы субъектов РФ; 9 – реки; 10 – озера



Существует большое количество классификационных систем для месторождений свинца и цинка в вулканогенных ассоциациях

Сох D.P. и Singer D.A., 1986	Galley A.G. и др., 2007	Mosier D.L. и др., 2009	Геологическая служба США, 2017	Типы месторождений колчеданного семейства (Кривцов и др. 2002)	Группы месторождений
Куроко	Кисло-кремнистые	Кислые	Кремне-кислые	Малокавказский и Куроко	VMS
	Бимодально-кислые				
	Бимодально-мафические	Бимодально-мафические	Бимодально-мафические	Уральский	
Кипрский	Островодужные мафические		Мафические-ультра-мафические	Кипрский	VMS

По составу руд, связи с рудоконтролирующими формациями и промышленной значимости нами выделяются следующие рудно-формационные типы свинцово-цинковых месторождений в вулканогенных ассоциациях:

➢ В осадочно-вулканогенных формациях риолитоидного ряда — золото-серебросодержащий медно-свинцово-цинковый колчеданный (**Рудноалтайский**), куда относятся собственно месторождения Рудного Алтая, а также месторождения Салаирской, Удино-Витимская и Улугуйской минерагенических зон (МЗ).

➢ Жильный в разнообразных формациях — золото-серебросодержащий свинцово-цинковый колчеданный жильный (**Нойон-Тологойский**). К этому типу относятся жильные и штокверковые месторождения Приаргунской минерагенической зоны и Дальнегорского рудного района.

➢ В осадочно-вулканогенных формациях андезитовидного ряда — медно-свинцово-цинковый колчеданный (**Малокавказский** или, как вариант, тип Куроко), не имеющий распространения на территории РФ.

№ № п/п	Геолого-промышленные типы месторождений	Примеры месторождений	Геолого-структурные условия локализации; рудовмещающие отложения; рудоносные структуры	Форма и размеры рудных тел; запасы металлов; содержания полезных компонентов	Минеральные типы руд; околорудные изменения пород						
						Рудно-формационные типы свинцово-цинковых месторождений в вулканогенных ассоциациях					
						1.	<b>Золото-серебросодержащий медно-свинцово-цинковый колчеданный (Рудноалтайский)</b>	<b>РФ:</b> Рубцовское, Степное, Зареченское, Лазурское, Таловское, Ново-Золотушинское, Корбалихинское и др. (Алтайский край); Салаирское, Каменушинское, Ново-Урское, Первомайское, Александровское (Кемеровская область); Кызыл-Таштыг, Кызыл-Таш, Дальнее (Республика Тыва); Озерное, Назаровское, Ульдузуйтуй (Республика Бурятия); <b>Мир:</b> Нью-Браунсвик (Канада), Зырянское, Риддер-Сокольное, Малеевское, Белоусовское, Орловское (Республика Казахстан)	Кремнистые и углистые алевролиты, туфы, лавобреккии (от известково-терригенной до терригенно-базальт-риолитовой ассоциации). Рудоносные структуры — вулcano-тектонические палеовадины (околовершинные и межкупольные)	Изометричные, линзовидные, пластовые и пластообразные залежи, ленты и лентовидные рудные тела. Размеры (в м): по простиранию — до 1500, по падению — до 900, по мощности — от 1 до 100. Запасы металлов (тыс. т): в рядовых месторождениях — от 300 до 1000, в наиболее крупных — от 1000 до 9400 и более. Содержания металлов (%): Pb — 0,5–7,5; Zn — 1,5–11,9; Cu — 0,1–2,0	Сплошные и густо-вкрапленные медно-свинцово-цинковые колчеданные, цинково-свинцовые колчеданные и барит-свинцово-цинковые, сложенные галенит-сфалерит-халькопирит-пиритовой, халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовой, пирит-барит-галенит-сфалеритовой ассоциациями. Околорудные изменения — мощные зоны кварц-хлоритовых и серицит-кварцевых пород
2.	<b>Золото-серебросодержащий свинцово-цинковый жильный (Нойон-Тологойский)</b>	<b>РФ:</b> Нойон-Тологой, Ново-Шириноинское, Талман, Кодак (Забайкальский край); Красногорское, Майминоское, Арцевское (Приморский край); Лидовское (Россия); <b>Мир:</b> Кер-д'Ален (США)	1. Базальты, андезибазальты андезиты, андезидациты, дациты, риолиты (павы, лавобреккии реже туфы). Кремнистые алевролиты и кремнистые туффиты. 2. Трахириолиты, трахиандезиты вулканических поясов (породы эффузивной серии кислое и среднего состава). Рудоносные структуры — трещины скола и отрыва в крупных породах (свободные полости)	Пастообразная и линзообразная, прослеживается по падению на 300–500 м, по простиранию до 2500 м, при мощности от одного до первых десятков метров. Штокверковая крупноподобная в зоне подводящего канала — размер первые десятки метров в поперечнике. Содержание металлов: Ag — до 100 г/т, Pb — в среднем 5–7%, Zn — более 7%. Запасы руд — около 5 млн т. Жилы, линейные реже изометричные штокверки, рудные столбы, гнезда. Размеры рудных тел (в м): по простиранию — 20–800; по падению — 50–500; по мощности — 0,5–10. Содержания металлов (%): Pb — 1,2–2,8; Zn — 1,9–7,3	Вкрапленные прожилковые и прожилково-вкрапленные свинцово-цинковые колчеданные руды. Главными рудными минералами являются: пирит, сфалерит, галенит, арсениопирит, тетраэдрит, второстепенными — сульфосоли свинца и серебра, джемсонит, марказит, халькопирит, бурнонит. Типы руд: серебро-свинцово-цинковый, колчеданно-серебро-свинцово-цинковый, колчеданно-серебро-свинцово-цинковый золотосодержащий Околорудные изменения пород: кварц + серицит + карбонаты + пирит, которые близко соответствуют березитам; зоны пропилитизации по основным вулканикам.						
3.	<b>Медно-свинцово-цинковый колчеданный (Малокавказский тип, Куроко)</b>	<b>Мир:</b> Шамлуг (Армения); Фадка, Челопеч (Болгария); Дайкоку (Япония)	До 85% пород рудоносной формации представлены туфами и лавовыми потоками базальт-андезит-дацит-риолитовой формации с прослоями тонкообломочных туффитов и углесто-кремнисто-карбонатных пород. Рудоконтролирующие структуры — сводовые и склоновые части экструзивных риодацитовых куполов	Линзо- и пластообразные залежи; уплощенные штокверкоподобные тела в сочетании с подводящими жильными системами. Размеры (в м): по простиранию — до 900, по падению — до 700, по мощности от 1 до 100. Запасы металлов в рядовых месторождениях менее 1% от мировых запасов Pb и Zn. Содержания металлов (%): Pb — 0,5–7,5; Zn — 1,5–11,9; Cu — 0,1–2,0	Сплошные и густо-вкрапленные медно-свинцово-цинковые колчеданные, цинково-свинцово-колчеданные, барит-свинцово-цинковые колчеданные руды, сложенные барит-галенит-сфалерит-халькопирит-пиритовой, сфалерит-халькопирит-пиритовой ассоциациями Околорудные изменения пород — кварцево-хлоритовые и кварц-серицит-хлоритовые гидротермально-метасоматические образования						



«Опережающие геолого-геофизические работы для обоснования переоценки перспектив полиметаллического оруденения Рудного Алтая (Алтайский край)»

## «Опережающие геолого-геофизические работы для обоснования переоценки перспектив полиметаллического оруденения Рудного Алтая»

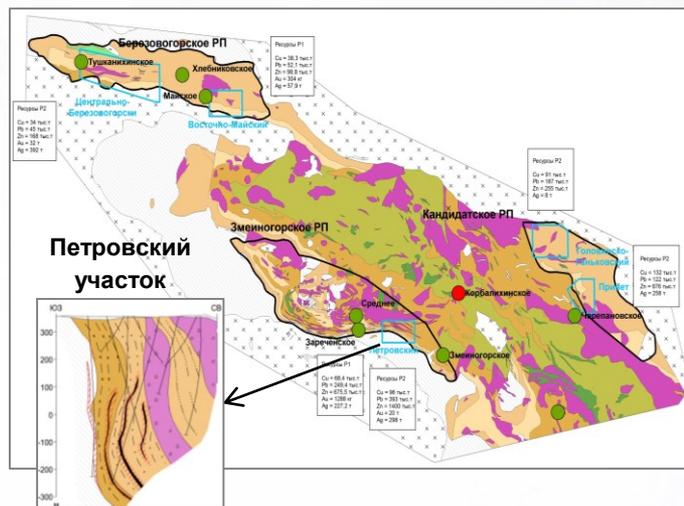
Площади поисковых работ	Годы проведения	Результаты полученные		
		PI	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>
Вересухинско-Комиссаровская	2012 – 2014	Cu+Pb+Zn (тыс. т)	1025	450
		Ag (т)	130	55
Змеиногорско-Берёзовогорская	2013 – 2015	Cu+Pb+Zn (тыс. т)	3830	1185
		Au (т)	50	1,5
		Ag (т)	1405	285
Новокузнецовская	2015 – 2017	Cu+Pb+Zn (тыс. т)	265	100
		Ag (т)	45	30
Краснореченская	2017 – 2019	Cu+Pb+Zn (тыс. т)	71	781
		Ag (т)	1,5	307
Холодная	2018 – 2020	Cu+Pb+Zn (тыс. т)		121
		Au (т)		0,44
		Ag (т)		14
Итого:		Cu+Pb+Zn (тыс. т)	5191	2637
		Au (т)	50	1,94
		Ag (т)	1581,5	691
Результаты ожидаемые				
Новоникольская (авторский вариант)	2020 – 2022	Cu+Pb+Zn (тыс. т)	411	549
		Au (т)	1	0,7
		Ag (т)	52	50
Шумаковская	2021 – 2023	Cu+Pb+Zn (тыс. т)	1200	565
		Au (т)	10	3
		Ag (т)	170	80
Кандидатская	2022 – 2024	Cu+Pb+Zn (тыс. т)	730	370
		Ag (т)	110	50
Итого:		Cu+Pb+Zn (тыс. т)	2341	1484
		Au (т)	11	3,7
		Ag (т)	442	180



Цветом показаны рудоносные формации

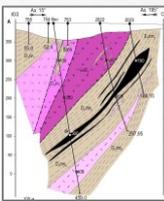
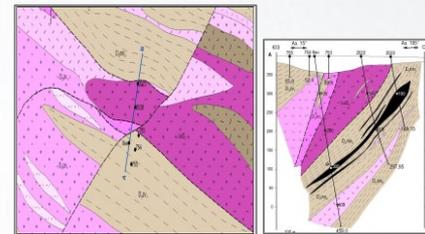
Выделены перспективные площади для проведения детализационных поисковых исследований, которые по перспективности были разделены на три группы. В настоящее время заканчивается опоскование перспективных площадей первой очереди и встает вопрос о проведении повторных прогнозно-минерогенических исследованиях в пределах рудных районов и узлов.

## «Поисковые работы на золото-серебро-полиметаллическое оруденение в пределах Змеиногорско-Березовогорской площади в Змеиногорском рудном районе (Алтайский край)»



## «Проведение поисковых работ на золото-серебросодержащие полиметаллическое оруденение в пределах Новоникольской площади Змеиногорского рудного района (Алтайский край)»

Тушканихинский участок



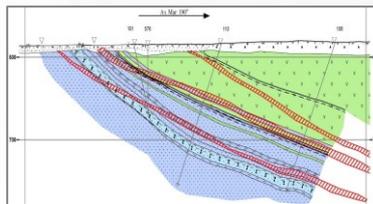
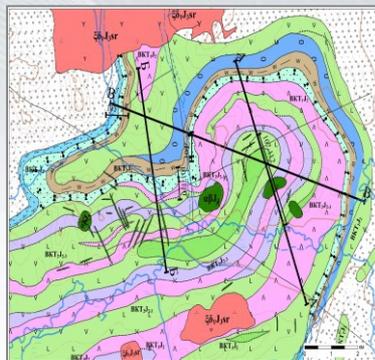




Работы в пределах Приаргунской минерагенической зоны

Площади поисковых работ	Годы проведения	Результаты полученные			
		ПИ	P <sub>3</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>
Кличкинская	2012 – 2014	Pb+Zn (тыс. т)		515	
		Ag (т)		1018	
		Au (т)		7,9	
Александрово-Заводская	2014 – 2016	Pb+Zn (тыс. т)		144	51
		Au (т)		5,5	4
		Ag (т)		535	233
Приаргунская СФЗ	2015 – 2017	Pb+Zn (тыс. т)		2572	211
		Au (т)		35	
		Ag (т)		4170	220,7
Савва-Борзинский рудный узел	2017 – 2019	Pb+Zn (тыс. т)	650	14,74	3,78
		Au (т)		1,2	
		Ag (т)	12	87	1398
Ивановское рудное поле	2018 – 2020	Pb+Zn (тыс. т)		90,5	645
		Au (т)		2,21	31,44
		Ag (т)		160	438
Итого:		Pb+Zn (тыс. т)	650	3336	911
		Au (т)		51,8	35,44
		Ag (т)	12	4960	2290
<b>Ожидаемые результаты</b>					
Шилкинско-Заводская (авторский вариант)	2020-2022	Pb+Zn (тыс. т)		138	37
		Au (т)		9	12
		Ag (т)		483	574
Маньковская	2021-2023	Pb+Zn (тыс. т)		270	150
		Ag (т)		400	250
Итого:		Pb+Zn (тыс. т)		408	187
		Au (т)		9	12
		Ag (т)		883	824

«Поисковые работы на полиметаллическое оруденение в пределах Александрово-Заводского полиметаллического рудного узла (Забайкальский край)»  
Участок Кодак

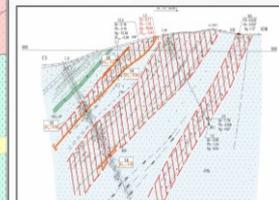
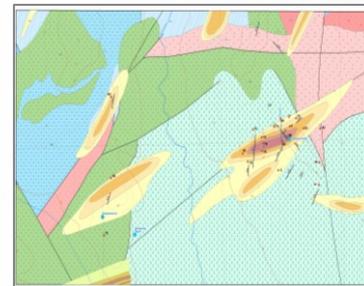


«Поисковые работы с оценкой перспектив золото-полиметаллического оруденения основных рудных районов и узлов Приаргунской структурно-формационной зоны (Забайкальский край)»

Цветом показаны отложения рудовмещающих формаций



«Поисковые работы на золото-полиметаллическое оруденение в пределах Савва-Борзинского рудного узла (Забайкальский край)»  
Участок Яблочный

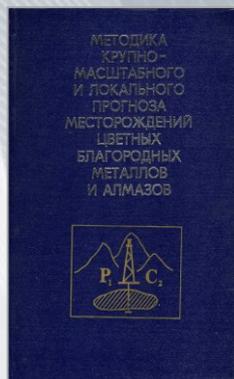


Проведено металлогеническое районирование с выделением рудных районов и узлов и ранжирования их по степени перспективности. В результате оконтурены 19 рудных узлов, 7 из которых являются первоочередными.

В настоящее время заканчивается оплоискование перспективных площадей первой очереди.



Прогнозно-поисковые комплексы. Комплексирование работ по прогнозу и поискам месторождений. Методические рекомендации/ М.: ЦНИГРИ. 1983-1987.



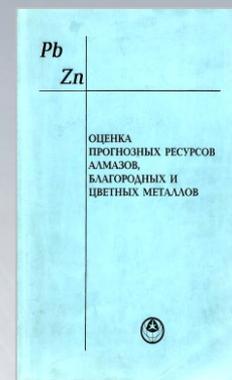
Методика крупномасштабного и локального прогноза месторождений цветных металлов и алмазов/ В.И.Ваганов, А.Г.Волчков, М.М.Константинов, А.И.Кривцов, Н.К.Курбанов, И.Ф.Мигачев, под. ред. И.Ф.Мигачева, М.М.Константинова –М.: ЦНИГРИ.1989. 274 с.



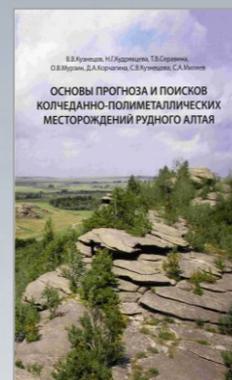
Система геологических наблюдений при прогнозе и поисках месторождений колчеданных руд /М.Б.Бородаевская, Д.И.Горжевский, А.Г.Волчков, Г.В.Ручкин, Е.П.Ширай, А.Г.Золотник-Хоткевич, В.С.Требухин, В.Д.Конкин, Н.Г.Кудрявцева, В.В.Кузнецов, Т.П.Кузнецова, Н.К.Курбанов, П.С.Ревякин и др. Ред. М.Б.Бородаевская, Д.И.Горжевский, Г.В.Ручкин. – М.: ЦНИГРИ.1992. 225 с.



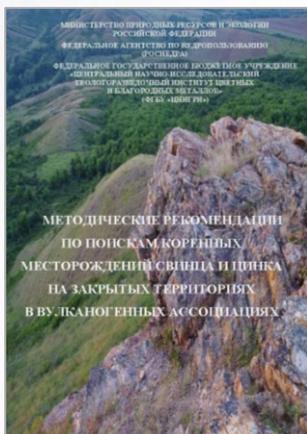
Месторождения колчеданного семейства. Серия: Модели месторождений благородных и цветных металлов. /А.И. Кривцов, О.В. Минина, А.Г. Волчков, Е.Е. Абрамова, Д.В. Гричук, Е.А. Ельянова. Научн. ред. А.И.Кривцов. – М.: ЦНИГРИ. 2002. 282 с.



Выпуск «Свинец и цинк» Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Издание третье, переработанное и дополненное. /Г.В. Ручкин, В.Д. Конкин, А.И. Донец, И.А. Августинчик, Н.Г. Кудрявцева. Ред. Г.В. Ручкин. – М.: ЦНИГРИ. 2002.169 с.



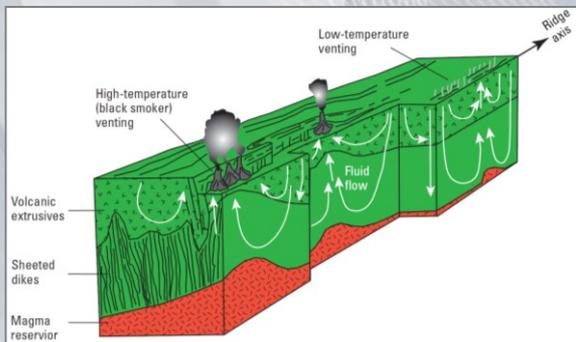
Основы прогноза и поисков колчеданно-полиметаллических месторождений Рудного Алтая. Научное издание / В.В. Кузнецов, Н.Г. Кудрявцева, Т.В. Серавина, О.В. Мурзин, Д.А. Корчагина, С.В. Кузнецова, С.А. Миляев. Науч. ред. А.И. Иванов, Ответ. ред. В.В. Кузнецов – М.: ЦНИГРИ, 2019. 207 с.



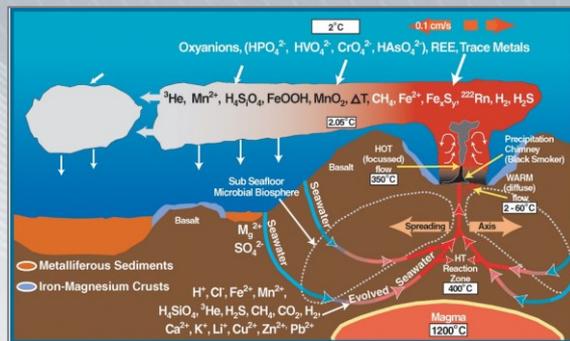
1. Обстановки локализации месторождений
  - 1.1. Рудноалтайский формационный тип
  - 1.2. Нойон-Тологойский формационный тип
2. Модель формирования месторождений
3. Прогнозно-поисковые модели
4. Условия и обстановки ведения поисков
5. Литолого-фациальный и структурно-формационный анализ рудоносных отложений
6. Геохимические методы поисков
  - 6.1. Наложённые ореолы рассеяния
  - 6.2. Первичные ореолы и геохимическая зональность
  - 6.3. Разбраковка аномалий, отвечающих рудным залежам и зонам непромышленной рассеянной минерализации
7. Геофизические методы поисков
  - 7.1. Аэрогеофизические работы
  - 7.2. Наземные геофизические работы
8. Поисковые признаки и оценочные критерии рудных полей и месторождений
9. Геоинформационные системы, базы и банки данных
10. Прогнозно-поисковый комплекс, ориентированный на выявление разноранговых объектов (рудные поля и месторождения)



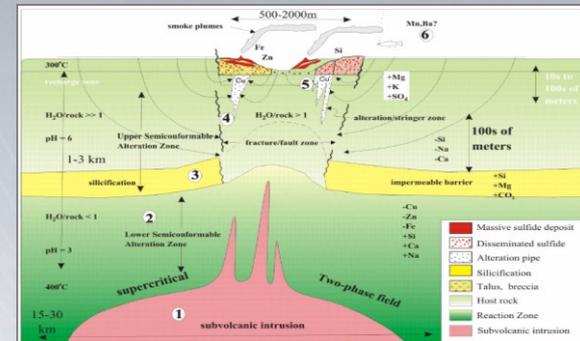
## Принципиальные схемы формирования



Hannington et al., 2005

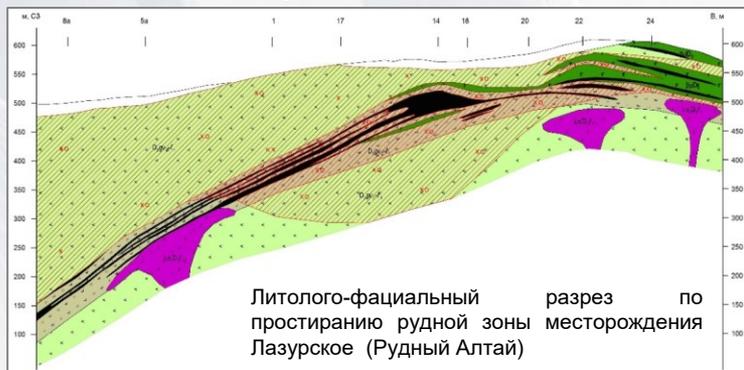


Franklin et al., 2005

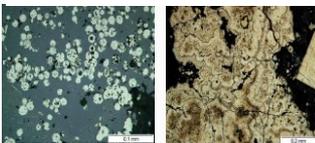
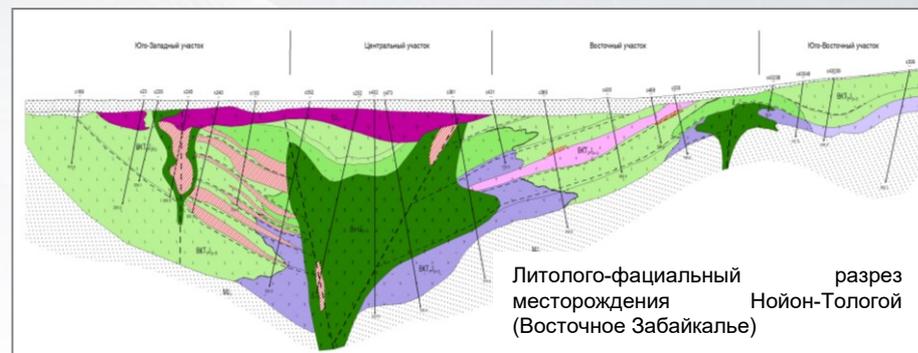


Gibson et al., 2007

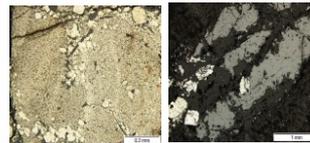
### Рудноалтайский тип



### Нойон-Тологойский тип



➤ На возможность образования древних колчеданных руд по механизму «черных курильщиков» указывает холмообразная форма рудных залежей на месторождениях Новозолотушинское, Лазурское, Таловское, Орловское, Майское, Кызыл-Таштыгское и др., широко развитие брекчиевых, градиционно-слоистых и других подобных текстурных форм в них, образованных за счет продуктов разрушения «курильщика», а также осаднения дисперсного рудного вещества из восходящих плюмов.



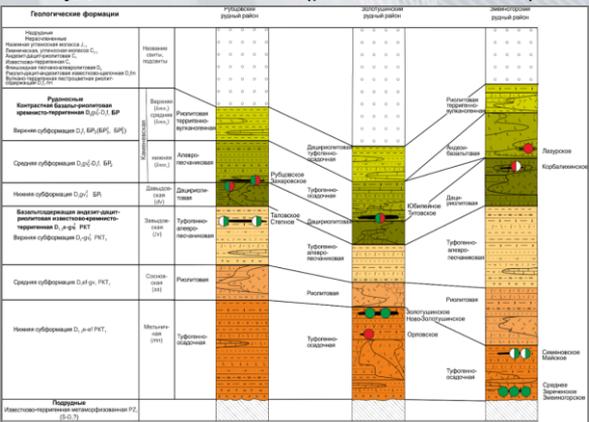
➤ Наличие признаков эпигенитичности рудообразования – жильные, прожилковые, прожилково-вкрапленные текстуры, широко развитые на месторождениях нойон-тологойского типа, позволяет сделать вывод, что формирование полиметаллических месторождений этого типа преимущественно происходило в субмаринных малоглубинных обстановках путем придонного переотложения в частично проницаемой среде.



## МЕСТОРОЖДЕНИЙ

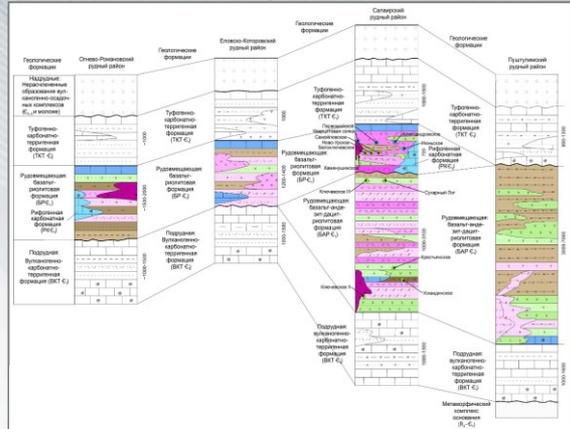
### Рудноалтайский тип

#### Рудноалтайская МЗ (русская часть)



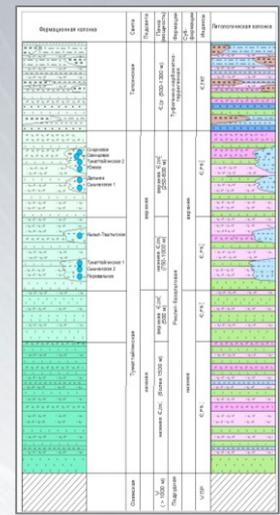
Рудноносные комплексы разделяются на две формации: нижнюю (эмс-эйфель-ранний живет) — последовательно дифференцированную базальтосодержащую андезит-дацит-риолитовую известково-кремнисто-терригенную калиевую и верхнюю (поздний живет-ранний фран) — контрастную базальт-риолитовую кремнисто-терригенную калиевую-натриевую.

#### Салаирская МЗ



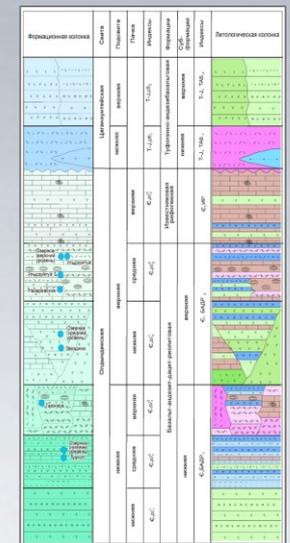
Рудноносные вулканогенные отложения нижнего кембрия (печеркинский вулканический комплекс) относятся к двум геологическим формациям: нижней — последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой и верхней — контрастной базальт-риолитовой.

#### Улугойская МЗ



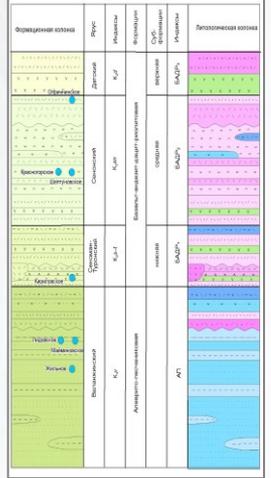
Рудовмещающая формация — контрастная риолит-базальтовая и соответствует туматтайгинской свите. Оруденение установлено на различных уровнях нижнекембрийского разреза Улугойской зоны. Однако промышленные скопления руд сосредоточены в породах верхней половины разреза туматтайгинской свиты.

#### Удино-Витимская (Еравнинско-Тунгокоченская) МЗ



Колчеданно-полиметаллические залежи в вулканогенных и вулканогенно-осадочных породах локализованы в пределах последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой геологической формации нижнекембрийского возраста. В ее пределах выделяется три рудноносных уровня.

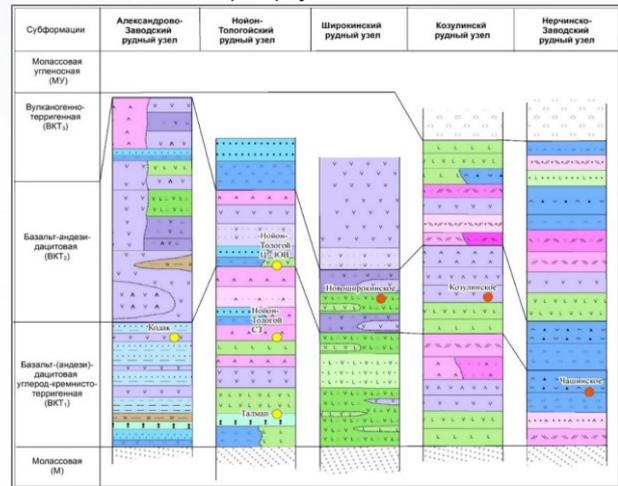
#### Кемско-Таухинская МЗ (Дальнегорский рудный район, Черемшанский рудный узел)



Промышленное полиметаллическое оруденение локализовано в породах алевритопесчаной и базальт-андезит-дацит-риолитовой формаций мелового возраста.

#### Нойон-Тологойский тип

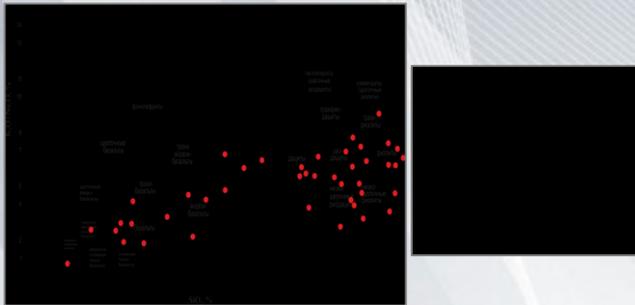
#### Приаргунская МЗ



Колчеданно-полиметаллические месторождения и проявления связаны со средне-верхнеюрскими терригенно-вулканогенными отложениями, которые объединяются в вулканогенно-кремнисто-терригенную формацию. На основе сопоставления обобщенных колонок рудных районов рассматриваемая формация подразделяется на три субформации (снизу-вверх): базальт-(андезит)-дацитовую углерод-кремнисто-терригенную, базальт-андезит-дацитовую и вулканогенно-терригенную.



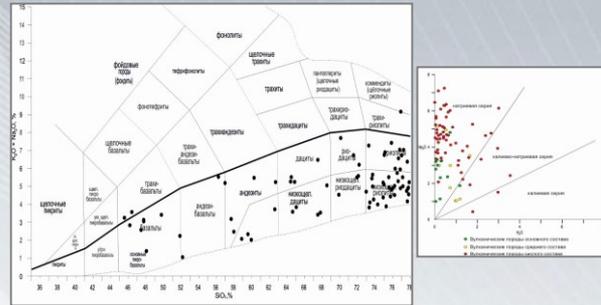
## Рудноалтайская МЗ



Диаграммы в координатах  $SiO_2-(K_2O+Na_2O)$  и  $K_2O-Na_2O-CaO$

Змеиногорский рудный район, нижняя базальтсодержащая андезит-дацит-риолитовая известково-кремнисто-терригенная формация

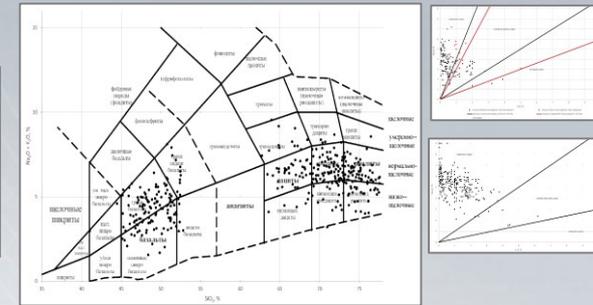
## Салаирская МЗ



Диаграммы в координатах  $SiO_2-(K_2O+Na_2O)$  и  $K_2O-Na_2O$

Салаирский рудный район, нижняя последовательно дифференцированная базальт-андезит-дацит-риолитовая формация

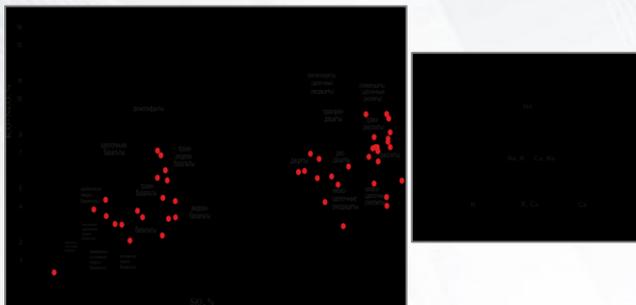
## Улугуйская МЗ



Диаграммы в координатах  $SiO_2-(K_2O+Na_2O)$  и  $K_2O-Na_2O$

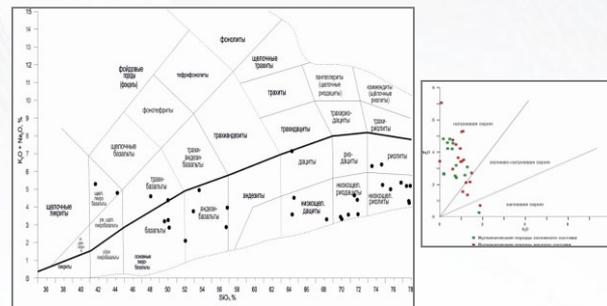
Кызыл-Таштыгский рудный район, контрастная риолит-базальтовая формация

## Приаргунская МЗ



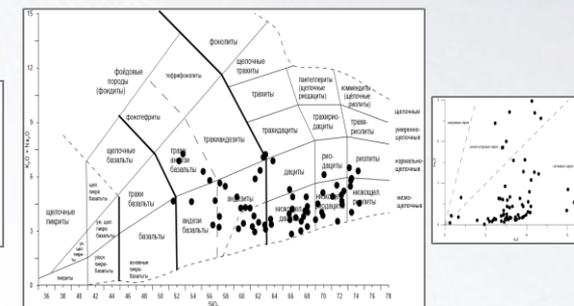
Диаграммы в координатах  $SiO_2-(K_2O+Na_2O)$  и  $K_2O-Na_2O-CaO$

Змеиногорский рудный район, верхняя базальт-риолитовая кремнисто-терригенная формация



Диаграммы в координатах  $SiO_2-(K_2O+Na_2O)$  и  $K_2O-Na_2O$

Салаирский рудный район, верхняя контрастная базальт-риолитовая формация



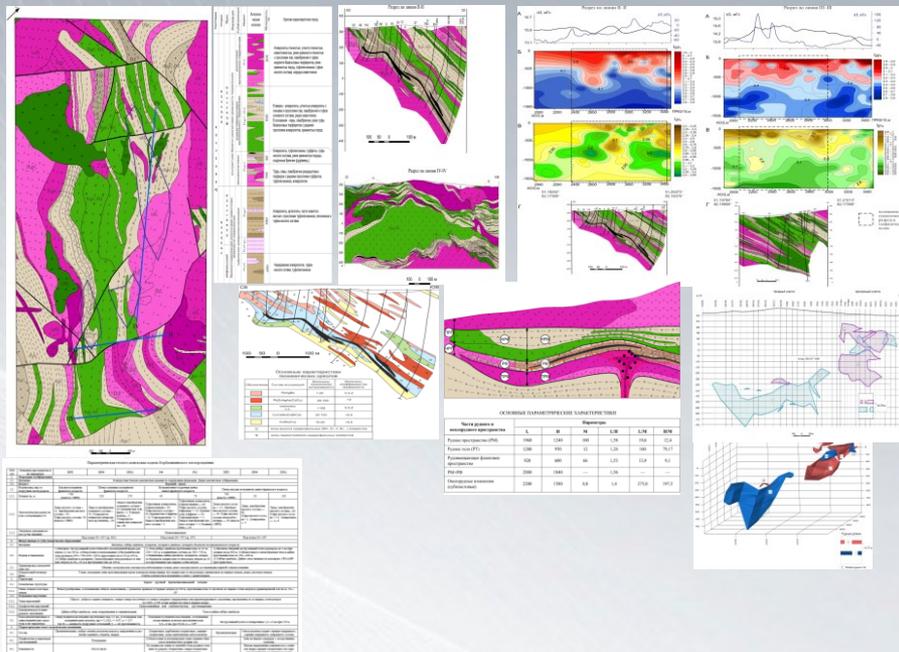
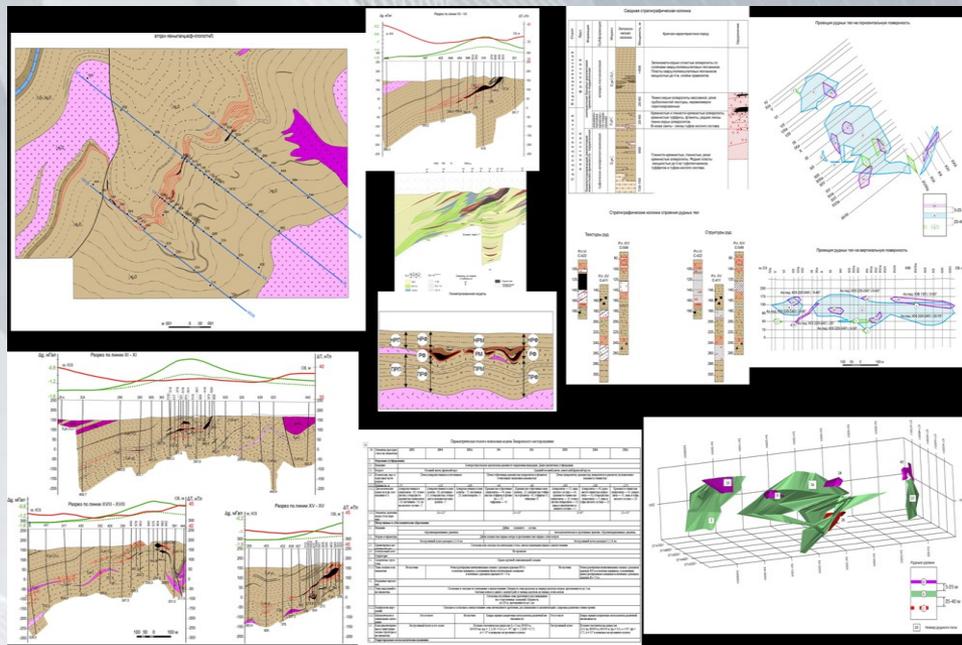
Диаграммы в координатах  $SiO_2-(K_2O+Na_2O)$  и  $K_2O-Na_2O$

Кличкинский рудный район, вулканогенно-кремнисто-терригенная формация

➤ Изучение петрохимических особенностей вулканогенных пород позволяет обосновать циклы вулканической активности в регионе, а также установить особенности, характерные для пород рудоносных формаций.

ЗАХАРОВСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

КОРБАЛИХИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ



Прогнозно-поисковые модели состоят из нескольких блоков:

- I. Текстовая часть.
- II. Табличная часть.
- III. Графическая часть:

1) геолого-фациальная карта масштаба 1:10 000, включающая следующий набор тематических слоев:

- геологические формации;
- литолого-фациальный состав пород,
- зонирование окорудного пространства (с выделением собственно рудоносной, рудоносной фланговой, собственно надрудной, надрудной фланговой, надрудной периферийной, собственно подрудной, подрудной фланговой и подрудной периферийной зон);
- гидротермально-метасоматические изменения;
- формационные, геологические, фациальные границы и тектонические нарушения;
- линии разрезов или сеть опробования и др.;

2) литолого-фациальные разрезы продольные и поперечные, включающие тот же набор тематических слоев, что и карта, масштаба 1:10 000–1:5000;

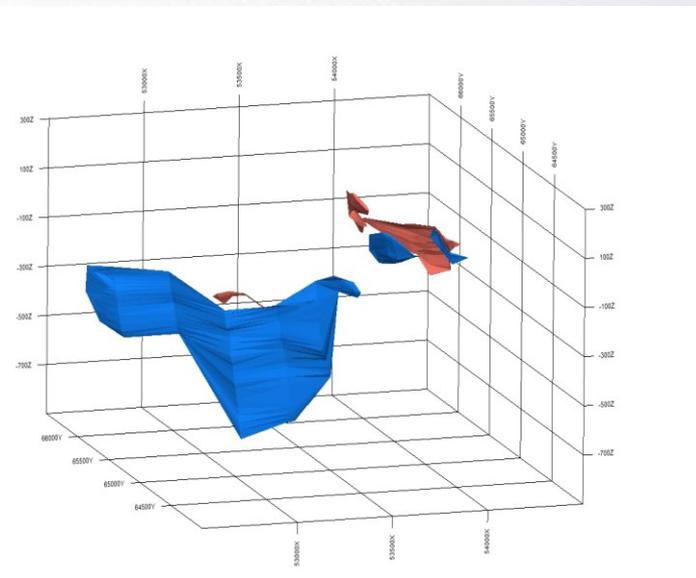
3) продольная пресс-проекция рудных тел на вертикальную, а при необходимости (при горизонтальном залегании) и на горизонтальную плоскость, масштаба 1:10 000;

4) стратиграфическая колонка с указанием положения оруденения;

5) колонка рудной зоны;

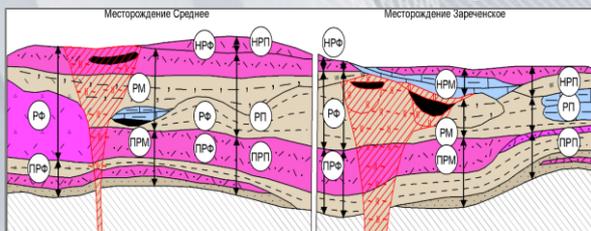
6) геометризованная модель месторождения, являющаяся наглядным сопровождением табличной формы параметрических моделей;

7) 3D-модель.





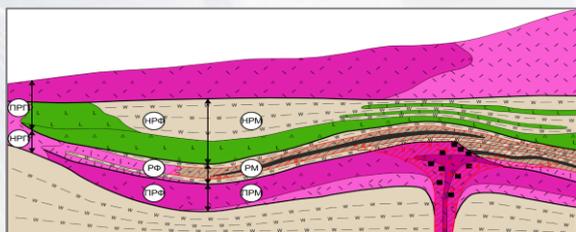
**Рудноалтайский тип**



**ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Части рудного и окорудного пространства	Параметры					
	L	H	M	L/H	L/M	H/M
Рудное пространство (РМ)	1960	1240	100	1,58	19,6	12,4
Рудное тело (РТ)	1200	950	12	1,26	100	79,17
Рудовмещающее фланговое пространство	920	600	66	1,53	13,9	9,1
РМ-РФ	2880	1840	—	1,56	—	—
Окорудные изменения (субпластовые)	2200	1580	8,0	1,4	275,0	197,5

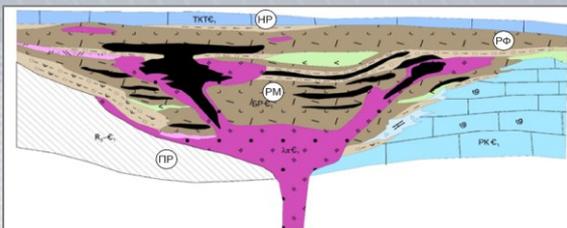
Рудноалтайская минерагеническая зона (эмс–раннеживетский цикл вулканизма); месторождения Зареченское и Среднее



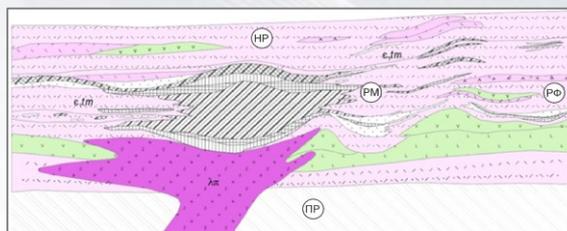
**ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Части рудного и окорудного пространства	Параметры					
	L	H	M	L/H	L/M	H/M
Рудное пространство (РМ)	1960	1240	100	1,58	19,6	12,4
Рудное тело (РТ)	1200	950	12	1,26	100	79,17
Рудовмещающее фланговое пространство	920	600	66	1,53	13,9	9,1
РМ-РФ	2880	1840	—	1,56	—	—
Окорудные изменения (субпластовые)	2200	1580	8,0	1,4	275,0	197,5

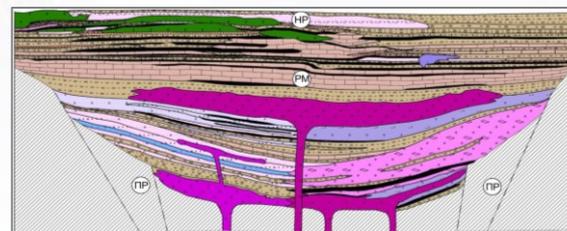
Рудноалтайская минерагеническая зона (позднеживетский–раннефранский цикл вулканизма); месторождение Корбалихинское



Салаирская минерагеническая зона (раннекембрийский цикл вулканизма); месторождение Салаирское

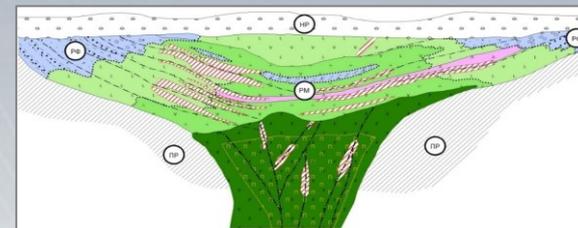


Улугойская минерагеническая зона (раннекембрийский цикл вулканизма); месторождение Кызыл-Таштыгское

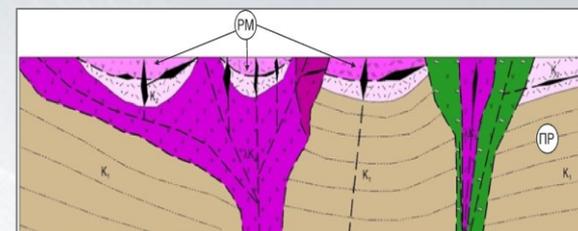


Удино-Витимская (Еравнинско-Тунгокоченская) минерагеническая зона (раннекембрийский цикл вулканизма); месторождение Озерное

**Нойон-Тологойский тип**



Приаргунская минерагеническая зона (средне-позднеюрский цикл вулканизма); месторождение Нойон-Тологой



Кемско-Таухинская минерагеническая зона (поздне меловой цикл вулканизма); месторождение Красногорское

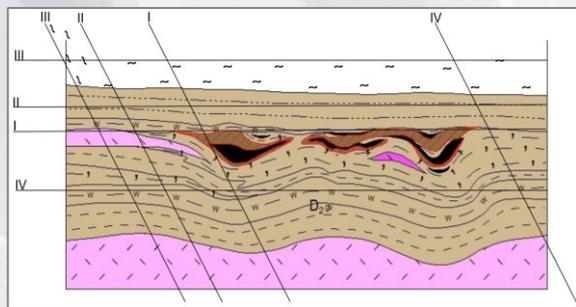
➤ Производится деление геологического пространства месторождения на следующие его части или зоны: собственно, рудоносная (РМ), рудоносная фланговая (РФ), собственно надрудная (НР), надрудная фланговая (НРФ), надрудная периферийная (НРП), собственно подрудная (ПРМ), подрудная фланговая (ПРФ) и подрудная периферийная (ПРП).



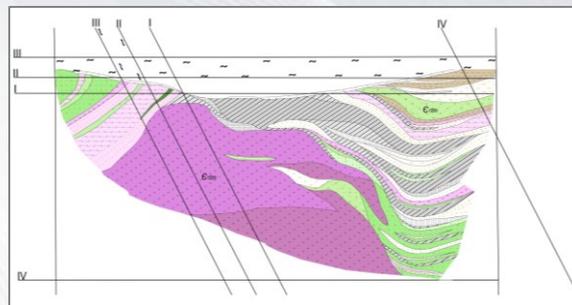
Условия и обстановки ведения поисков месторождений вытекают из их моделей. Выделение различных условий зависит от уровня эрозионного среза рудоносной субформации — для рудного поля, а рудовмещающего горизонта (рудоносная ассоциация литофаций) — для поискового участка и рудных залежей. Главными являются следующие варианты:

- I. Рудовмещающие отложения вскрыты эрозией и выходят на поверхность и перекрыты маломощным чехлом рыхлых отложений менее 10 м (выходящий на поверхность).
- II. Рудовмещающие отложения вскрыты эрозией, но с мощным чехлом более молодых отложений более 10 м (перекрытый вариант).
- III. Рудовмещающие отложения находятся в скрытом залегании и перекрыты чехлом рыхлых отложений (скрыто-перекрытый вариант).
- IV. Вскрыто только подрудное пространство (месторождение полностью эродировано).

## Рудноалтайский тип

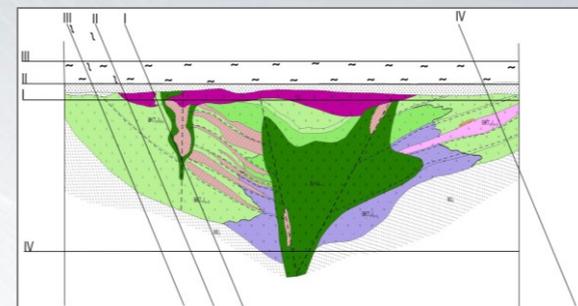


Рудноалтайская МЗ

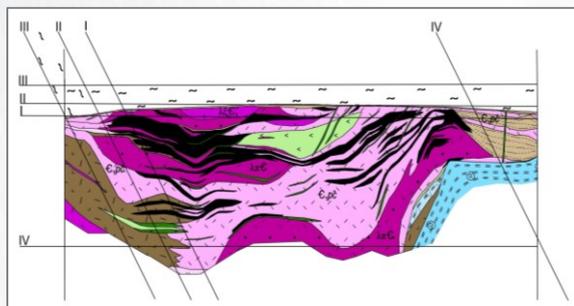


Улугойская МЗ

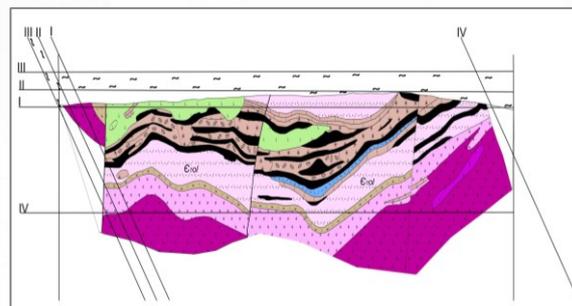
## Нойон-Тологойский тип



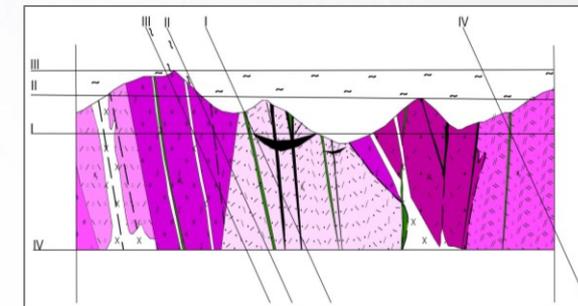
Приаргунская МЗ



Салаирская МЗ



Удино-Витимская (Еравнинско-Тунгокоченская) МЗ



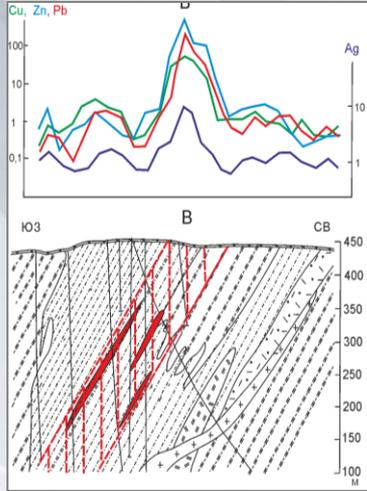
Кемско-Таухинская МЗ  
(Дальнегорский рудный район,  
Черемшанский рудный узел)



Ионно-сорбционный метод

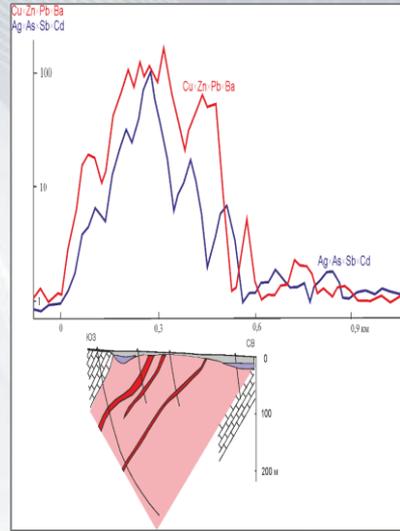
Рудноалтайская МЗ

Майское месторождение



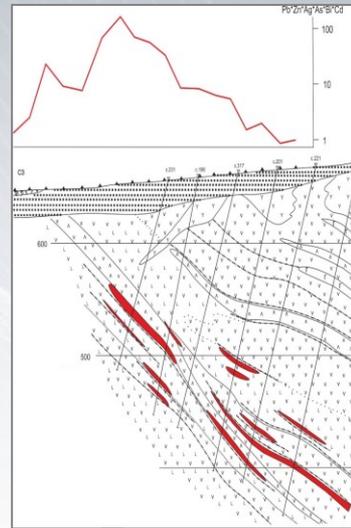
Салаирская МЗ

Каменушинское месторождение

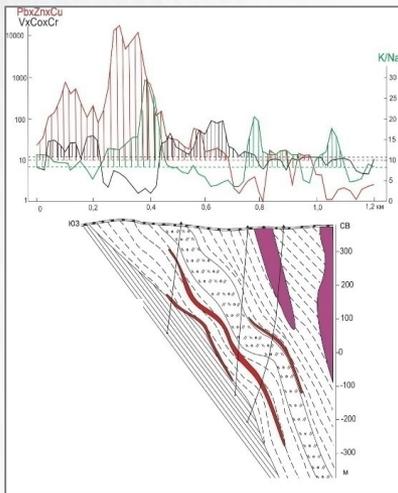


Приаргунская МЗ

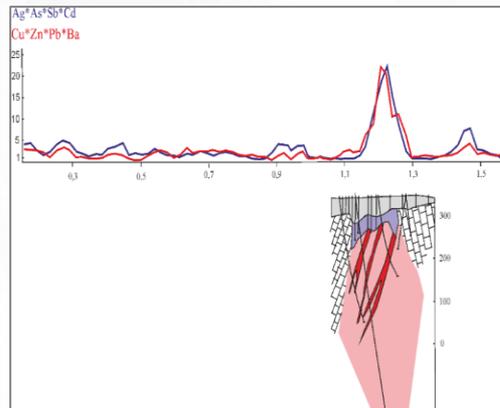
Месторождение Нойон-Тологой



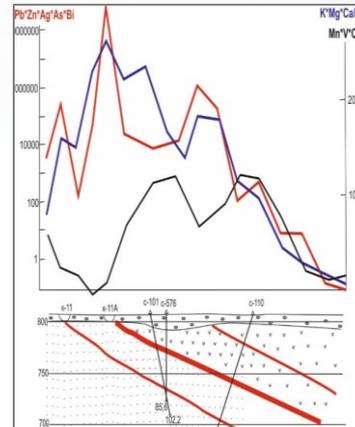
Петровское рудопоявление



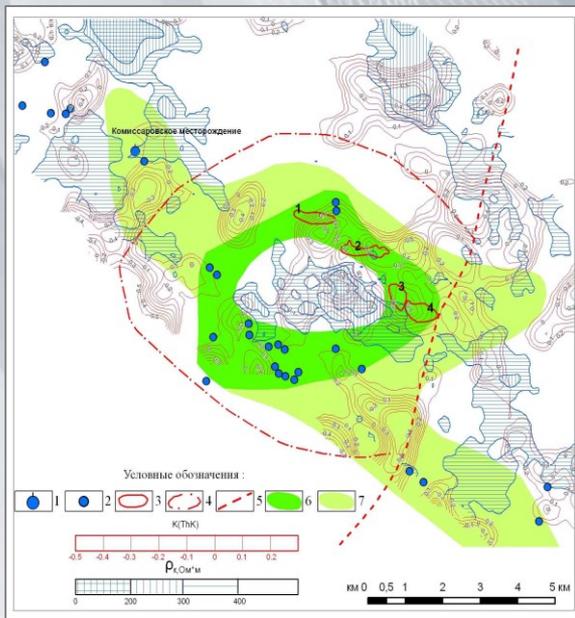
Вершинное рудопоявление



Рудопоявление Кодак

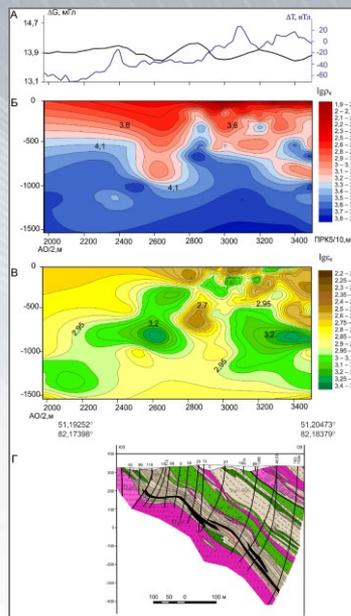


- Скрытые месторождения свинца и цинка Рудного Алтая, Восточного Забайкалья и Салаирского кряжа фиксируются с поверхности ионно-сорбционным методом ореолами рудных, сопутствующих, петрогенных и сидерофильных элементов.
- По признаку контрастности выявляемых аномалий поиски ионно-сорбционным методом более информативны по сравнению с традиционной литохимической съемкой.
- Размеры сорбционно-солевых ореолов в 3 раза превышают размеры ореолов, выявляемых традиционной литохимической съемкой, что позволяет проводить геохимические работы по более разреженной сети опробования.
- С поверхности рыхлого чехла выявляются сорбционно-солевые ореолы над скрытыми полиметаллическими рудными залежами, залегающими на глубине до 300-350 м, а также перекрытыми чехлом неоген-четвертичных отложений мощностью 100-110 м.
- Ионно-сорбционный метод основан на извлечении из тонкой фракции почвенных проб (горизонт А1) химических элементов 5% раствором азотной кислоты с ICP MS-анализом полученных вытяжек.



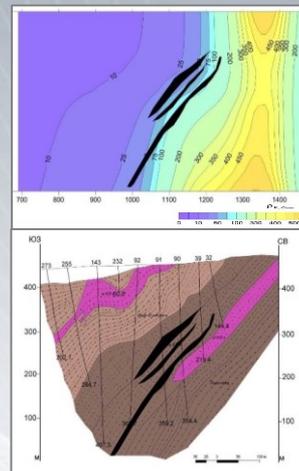
Положение рудных объектов Лазурско-Гольцовского рудного поля (Змеиногорский рудный район) в аномальных геохимическом и геофизическом полях

1 — полиметаллические месторождения вне масштаба; 2 — полиметаллические рудопроявления и пункты минерализации вне масштаба; 3 — проекции на горизонтальную поверхность рудных зон полиметаллических месторождений и рудопроявлений и их номера (1 — рудопроявление Сосновское, 2 — месторождение Лазурское, 3 — месторождение Маслянское, 4 — месторождение Пихтовское); 4 — контуры вулканотектонических структур; 5 — разрывные нарушения; 6 — область накопления рудных концентраций цветных металлов; 7 — область геохимических ореолов цветных металлов.

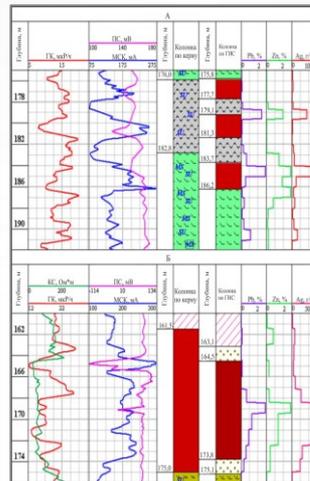


Месторождение Корбалихинское

A - графики магнитного, гравитационного поля, и вертикальной производной гравитационного поля;  
 Б - изолинии логарифма кажущегося сопротивления;  
 В - изолинии логарифма эффективной диэлектрической проницаемости;  
 Г - литолого-фациальный разрез по линии II-II



Месторождение Майское  
(геоэлектрический разрез)



Месторождение Нойон-Тологой

(пример выделения рудных интервалов по данным ГИС)

Комплекс методов ГИС, традиционно применяемый для этих целей и обеспечивающий их достоверное решение: — ядерно-геофизический каротаж (ГК); — электрический (КС); — электродных потенциалов (МЭП); — каротаж магнитной восприимчивости (КМВ); — кавернометрия (Кав.); — инклинометрия (Инкл).

➤ На первом этапе опережающих геолого-геофизических исследований, наиболее эффективным и информативным инструментом геофизических работ является комплексная аэрогеофизическая съемка в составе аэромагнитометрии, аэрогамма-спектрометрии и аэроэлектроразведки.

➤ При проведении поисковых и поисково-оценочных работ масштаба 1:25 000–1:10 000 на перспективных участках (десятки квадратных километров), выделенных на стадии опережающих геолого-геофизических и геохимических работ, детализация и заверка полученных при опережающих КАГС аномальных полей и площадей должна выполняться наземными геофизическими исследованиями (электроразведочные работы (М-ЗСБ), ВЭЗ-ВП, СЭП-ВП и магниторазведка)

➤ Наиболее информативными в плане приуроченности полиметаллического оруденения являются по глубинные карты кажущихся сопротивлений, геоэлектрические разрезы, карты и графики вызванной поляризации, а также карты и графики локальных аномалий силы тяжести.

➤ Оруденение локализуется в зоне градиента поля кажущихся сопротивлений.

# ПОИСКОВЫЕ КРИТЕРИИ И ПРИЗНАКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, БАЗЫ И БАНКИ ДАННЫХ.

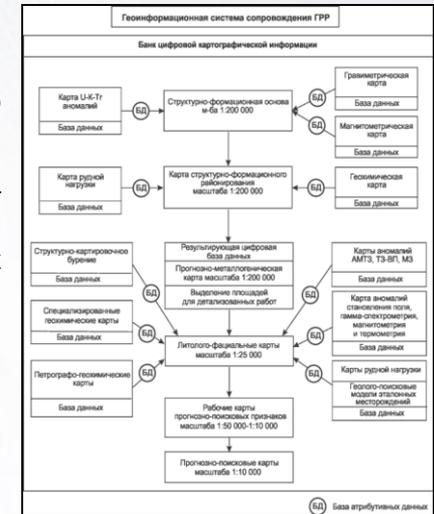


Приаргунская МЗ — поисковые критерии и признаки месторождений, связанных с непрерывной средне-позднеюрская вулканогенно-кремнисто-терригенной геологической формацией; проксимальные залежи комбинированного субпластового и штокверкового типов — верхний рудоносный уровень (на примере месторождения Нойон-Тологой)

## Геоинформационная система

Критерии и признаки	
№п/п	№
<b>Формация (субформация)</b>	
1.1.	Название
1.2.	Возраст
1.3.	Рудносыя, вид и подвидная часть руды
1.3.1.	Минимум, м
1.3.2.	Литогеохимическая равновесия в их соотношении, %
1.3.3.	Элементы металлов пород (угли, вакалы)
<b>Интрузивные и субвулканические образования</b>	
2.1.	Название
2.2.	Формы и параметры
2.3.	Ориентирован магнитический тип
2.4.	Контрастный метаморфизм
<b>Структура</b>	
3.1.	Складчатые структуры
3.1.1.	Типы складок и их параметры
3.2.	Разрывные нарушения
3.2.1.	Типы нарушений
3.2.2.	Морфология нарушений
3.2.3.	Магнитические и минеральные залежи
3.3.	Конформационные и синвулканические структуры и их параметры
<b>Гидротермально-метасоматические изменения</b>	
4.1.	Состав
4.2.	Морфология и параметры зон изменений
4.3.	Зональность
<b>Рудные тела и проявления рудной минерализации</b>	
5.1.	Морфология и параметры
5.2.	Положение в элементах структуры
5.3.	Количество рудоносных уровней
5.4.	Состав и минеральные типы руд
<b>Первичные и вторичные геохимические ореолы</b>	
6.1.	Аномальные значения основных рудных элементов
6.2.	Элементы индикаторов оруженения и их значения
6.3.	Иново-сорбционные вторичные ореолы рассеяния, в долях от фона
6.4.	Морфология аномалий
6.5.	а) в плане
6.6.	Радиусы
6.7.	а) в плане
6.8.	Зональность
6.9.	а) в плане

## Модель данных ГИС

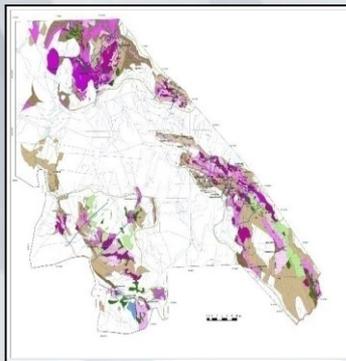


- Поисковые критерии и признаки колчеданно-полиметаллических месторождений вытекают из геологических обстановок их нахождения.
- Рудные объекты в своем размещении подчиняются формационному, стратиграфическому, литолого-фациальному и структурному контролю.
- Кроме того, они сопровождаются околорудными метасоматитами, геохимическими и геофизическими аномалиями.

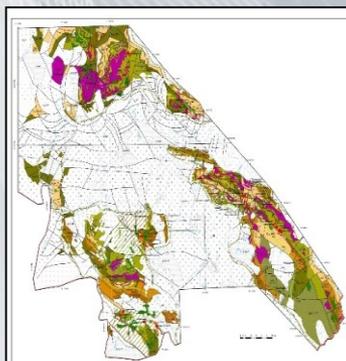
- ГИС объединяет в единую систему цифровые карты и базы данных.
- Экранные формы позволяют переходить к любым картам комплекта и осуществлять их совместный анализ.



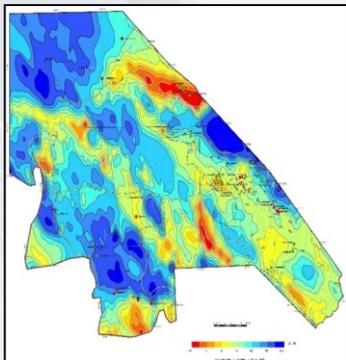
## Комплект прогнозной карты



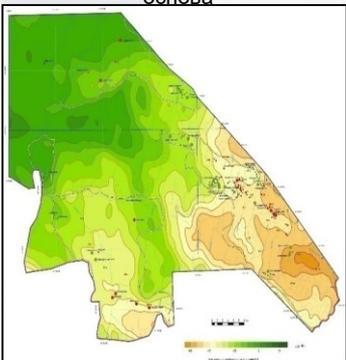
Лито-фациальная основа



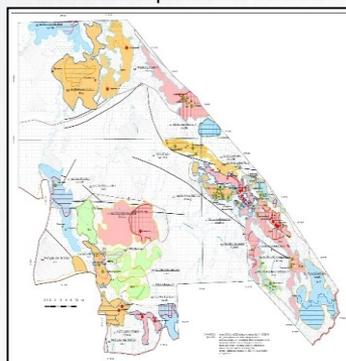
Структурно-формационная основа



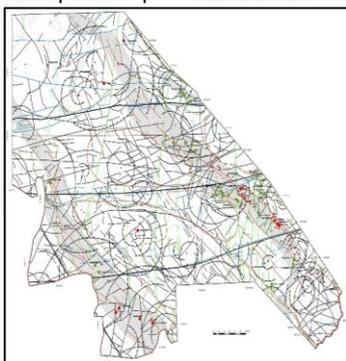
Магнитометрическая основа



Гравиметрическая основа

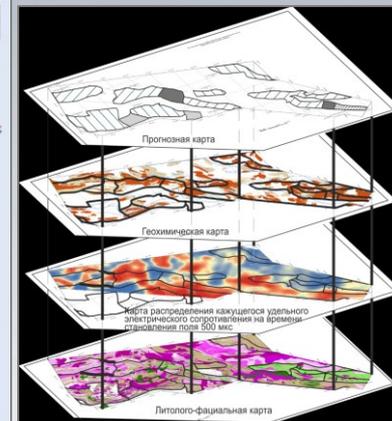
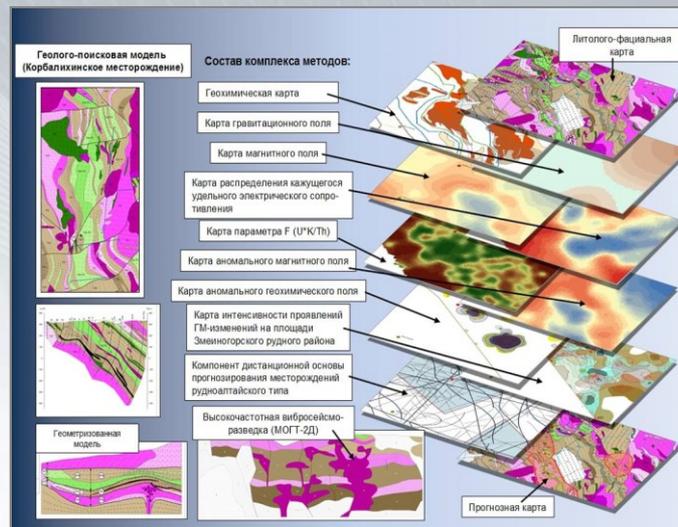


Геохимическая основа

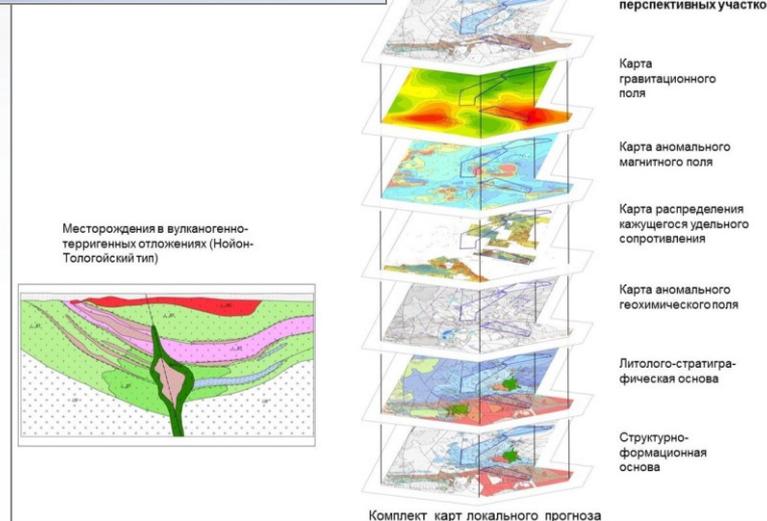


Космоструктурная основа

## Рудноалтайская МЗ



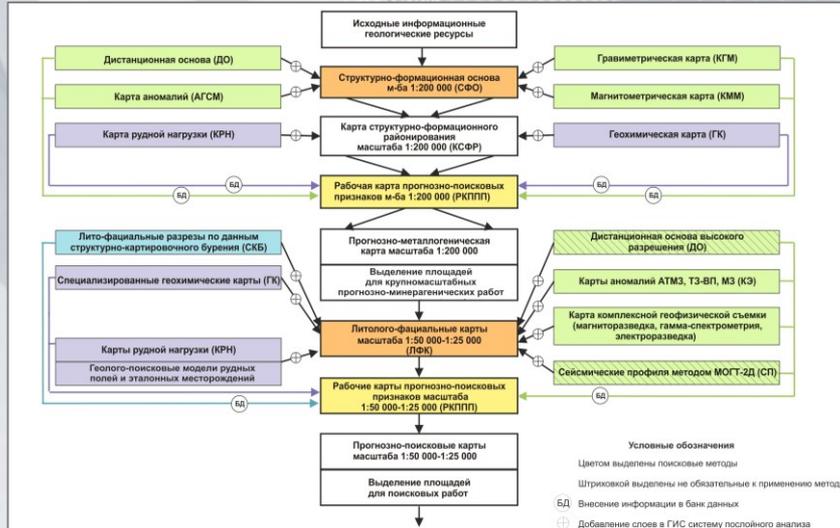
## Приаргунская МЗ



➤ Основной целью прогнозно-металлогенических построений является выявление потенциально перспективных площадей, соответствующих определенным металлогеническим обстановкам.



# ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЙ КОМПЛЕКС, ОРИЕНТИРОВАННЫЙ НА ВЫЯВЛЕНИЕ РАЗНОРАНГОВЫХ ОБЪЕКТОВ (РУДНЫЕ РАЙОНЫ, РУДНЫЕ УЗЛЫ, РУДНЫЕ ПОЛЯ И МЕСТОРОЖДЕНИЯ)



## Прогнозно-минералогические работы масштаба 1:200 000 с врезками масштаба 1:50 000

Рекомендуется следующий комплект карт закономерностей размещения и прогноза полиметаллического оруденения масштаба 1:200 000:

- структурно-формационная основа, совмещенная с картой рудной нагрузки;
- литолого-фациальная основа;
- карты гравитационного поля;
- карты магнитного поля;
- карты аномалий параметра F(U-K/Th);
- дистанционная основа;
- прогнозно-металлогеническая карта с указанием перспективных участков для постановки дальнейших геологоразведочных работ.

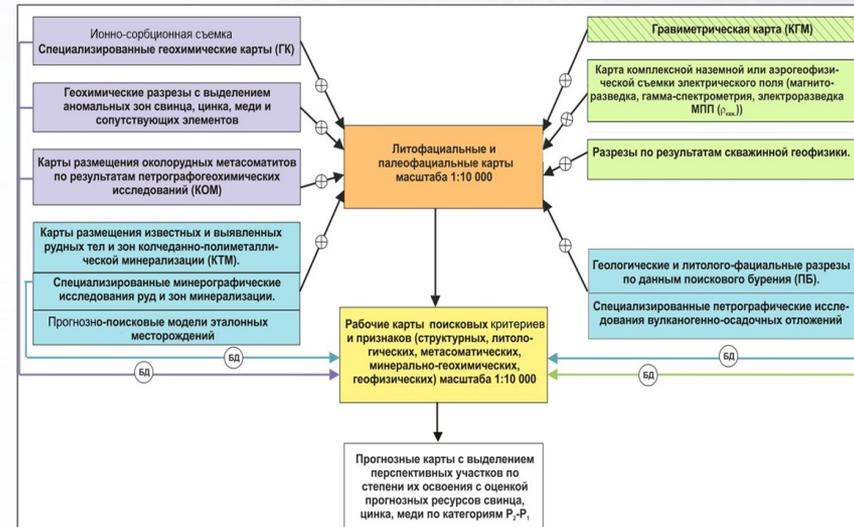
Основой использования прогнозно-поисковых технологий, условий и последовательности их применения является прогнозно-поисковый комплекс.

Прогнозно-поисковый комплекс по своему содержанию, сочетанию методов и очередности их постановки нами рассматривается для двух стадий: I — прогнозно-минералогические работы и II — поиски месторождений

## Поисковые работы масштаба 1:10 000

Для крупномасштабного прогнозирования масштаба 1:50 000–1:10 000 рекомендуется следующий специализированный картографический комплект:

- литолого-фациальные карты;
- карты палеорельефа и палеофациальные;
- карты изомощностей рудовмещающей толщи с выделением частей разреза, контролирующих уровни оруденения и фации, с которыми тесно ассоциирует оруденение;
- карты геохимических аномалий рудовмещающей толщи;
- геохимические разрезы и планы для разных уровней оруденения;
- карта интерпретации геофизических аномалий;
- карта оценочных критериев и признаков;
- прогнозная карта.





Степное месторождение



Салаирское месторождение



Кызыл-Таштыгское месторождение

**Спасибо за внимание!**

месторождение  
Нойон-Тологой

