

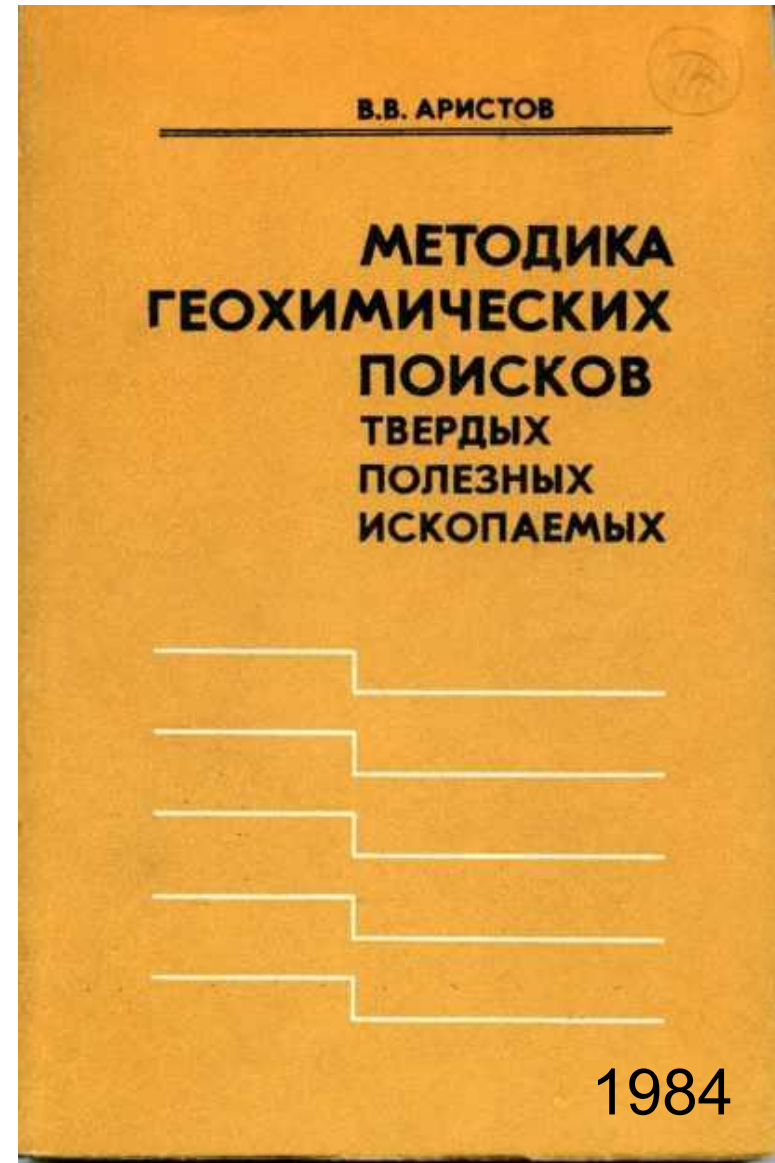


Общая геохимия

Лекция 14

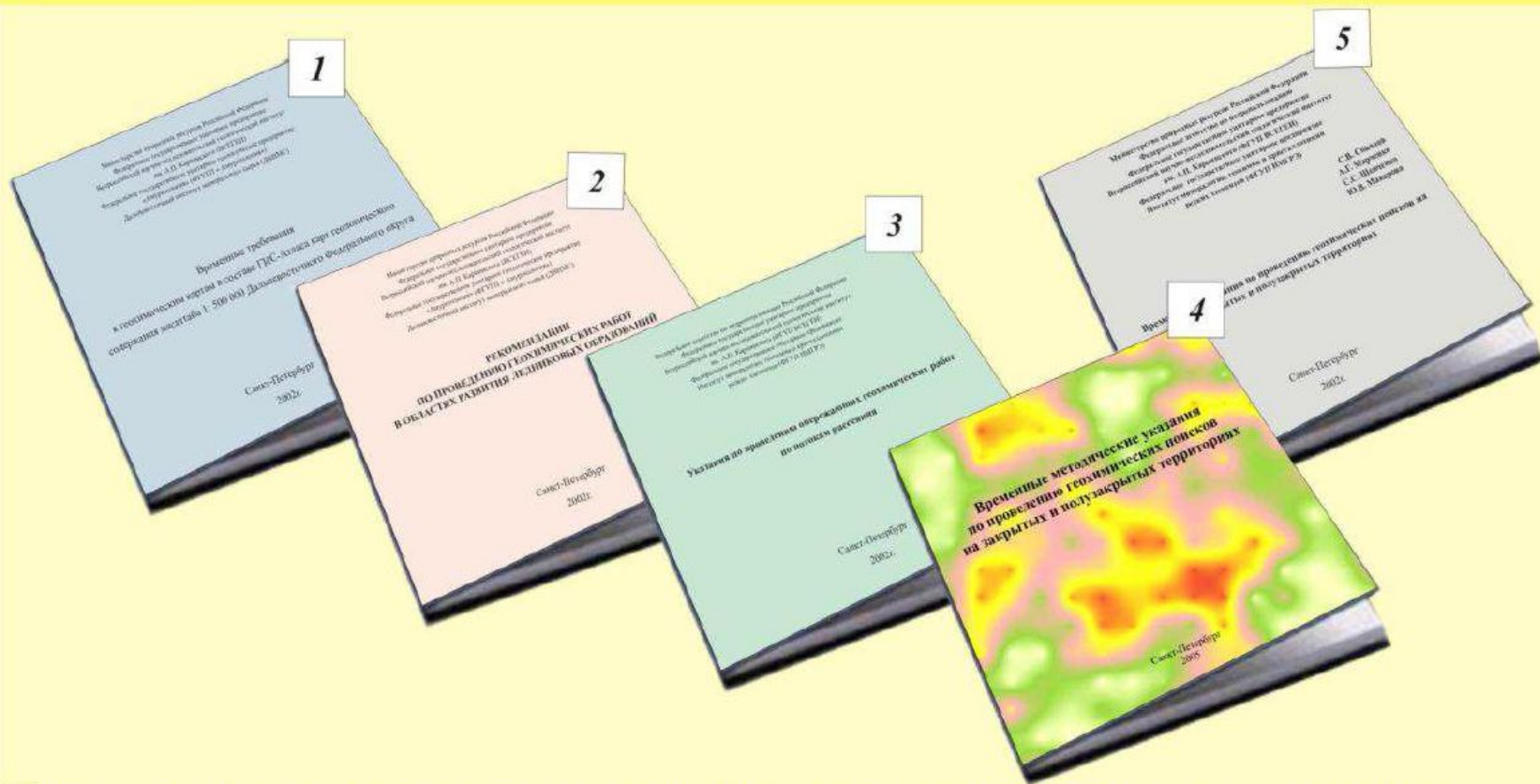
Прикладная геохимия. **Геохимические поиски**

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ





- Соколов С.В.,
Марченко А.Г.,
Шевченко С.С. и др.
Временные
методические
указания по
проведению
геохимических
поисков на закрытых
и полужакрытых
территориях.
- СПб: изд. ВСЕГЕИ,
2005. 98 с.



1. Временные требования к геохимическим картам в составе ГИС-Атласа карт геологического содержания масштаба 1: 500 000 Дальневосточного Федерального округа (2002г.)

2. Рекомендации по проведению геохимических работ в областях развития ледниковых образований (2005г.)

3. Указания по проведению опережающих геохимических работ по потокам рассеяния (2005г.)

4. Временные методические указания по проведению геохимических поисков на закрытых и полужакрытых территориях (2005г.)

5. Временные требования по проведению геохимических поисков на закрытых и полужакрытых территориях (2007г.)

Литохимические поиски по первичным ореолам

- Литохимические исследования по выявлению и изучению первичных ореолов в зависимости от запроектированного масштаба работ можно разделить на:
- **региональные исследования**
- **поисковые исследования**
- **разведочно-эксплуатационные исследования**

Региональные исследования

- Одновременно с проведением региональных геофизических работ, при составлении геол. карт 1:200 000 – 1:50 000
- Получение первичной геохимической характеристики пород в районе
- При 1: 50 000 возможно проведение поисков по первичным ореолам в пределах обнаженных и перспективных для обнаружения месторождений участков.
- Установление потенциальной рудоносности.

Поисковые исследования

- Для выявления МПИ по первичным ореолам в масштабах 1:25 000 – 1:5 000.
- 1:25 000 при опробовании крупных аномальных участков или рудопроявлений, выявленных на предыдущем этапе.
- Основа – поиски 1:10 000 – 1:5 000.
- Данные используются для корректировки направления горных выработок и выбора мест выработок второй очереди.

Разведочно-эксплуатационные исследования

- Проводятся в масштабе 1:5000 – 1:2000.
- Цель: оценка перспектив развития оруденения на глубину и на флангах разведываемых месторождений и рудопроявлений.
- Установление закономерностей распределения элементов-примесей в рудах.
- Уточнение морфологии рудных тел.
Корректирование разведочных работ.

Опытнo-метoдичеcкие иccлeдoвaния

- В районах, где раньше не проводились поиски по первичным ореолам:
- 1. Определение косвенных элементов-индикаторов, образующих первичные ореолы околорудных тел ожидаемого типа.
- 2. Определение геохимического фона и аномальных содержаний элементов-индикаторов для различных типов пород.
- 3. Выяснение морфологических особенностей первичных ореолов различных элементов.

- 4. Установление зональности оруденения и вычисление коэффициентов зональности.
- 5. Установление формы нахождения элементов-индикаторов в ореоле (минеральная или изоморфная форма).
- 6. Определение элементов-индикаторов, корреляционные зависимости содержания которых существенно изменяются от надрудных ореолов к подрудным.

Отбор проб

- Опробование штучным методом ведется по профилям, ориентированным вкрест простирания ожидаемых рудных зон.
- Расстояние между профилями при масштабе работ 1:50 000 равно 500 м, между точками отбора проб 50-20 м. Число проб в профиле должно быть больше 30.
- При частых фациальных переходах и смене типов пород сеть может быть сгущена до 250x10 м.
- Рекомендуемая сеть для других масштабов:
Масштаб/100 x 10 м.

Метод пунктирной борозды

- Из интервала 1-5 м отбирается 10-15 мелких кусочков (сколков) породы размером 3-4 см в поперечнике.
- Сколки объединяются в одну пробу массой 150-200 г.
- Нельзя объединять сколки, отобранные из пород различного состава.
- Зоны тектонических нарушений, брекчий и пород с околорудными изменениями опробовать отдельно.

Обработка проб

- Последовательность:
 1. Измельчение в дробилках.
 2. Перемешивание и сокращение квартованием до 50-100 г.
 3. Механическое истирание на истирателях.
- Очистка дробильных агрегатов и истирателей.
- Пробы из рудных интервалов обрабатывать отдельно от безрудных.
- Качество проверяется повторным отбором проб (в объеме 3%).

Отображение результатов анализа и оценка аномалий

- Геолого-геохимические колонки и графики по разрезам.
- Геохимические карты.

Выделение аномалий:

- Статистическая обработка результатов проб.
- для нормального закона $C_a = C_{\phi} + 3s/m^{1/2}$
- для логнормального закона $C_a = C_{\phi} \varepsilon^{3/m^{1/2}}$
- m – число коррелирующихся точек
- ε – антилогарифм s
- Снижение аномального содержания до $C_{\phi} + s$ и $C_{\phi} \varepsilon$

Оценка аномалий

- Линейная продуктивность ореола (M)

$$M = \sum_{i=1}^n m_i (C_i - C_{\phi}),$$

где m_i — длина интервала опробования; C_i — содержание элемента в пробе; C_{ϕ} — фоновое содержание элемента;

- *площадная продуктивность* ореола (P) в рассматриваемом сечении, рассчитываемая (при прямоугольной сети отбора проб) по формуле

$$P = \Delta X L \left(\sum_{x=1}^N C_x - N C_{\phi} \right),$$

где ΔX — шаг отбора проб по профилю; L — расстояние между профилями; $\sum C_x$ — арифметическая сумма содержаний элемента в аномалии (ореоле); C_{ϕ} — фоновое содержание элемента в ореоле; N — число проб, вошедших в подсчет;

Прогнозные ресурсы (Q) для слепых рудных зон

$$Q = \alpha \frac{1}{40} pN,$$

где α — коэффициент учета балансных руд в общих запасах полезного компонента в ореоле; p — площадная продуктивность первичного ореола; N — вероятная вертикальная протяженность оруденения, которая выбирается исходя из конкретной геологической ситуации.

Доля балансовых руд в общих запасах полезного компонента определяется на основании опытно-методических исследований для конкретных районов и типов месторождений.

При подсчете прогнозных ресурсов в слабо эродированных рудных зонах (это определяется по геохимическим данным) пользуются формулой: $Q = p' / 40 \cdot 0,8N$, а при уровне эрозионного среза, достигающем до средних частей рудной зоны*, — формулой $Q = p' / 40 \cdot 0,6N$. В этих формулах p' — площадная продуктивность рудного тела (зоны).

Определение уровня эрозионного среза

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ЭРОЗИОННОГО СРЕЗА

Патент Российской Федерации

Суть изобретения:

Использование: в геохимических методах при поисках магнетитового оруденения. Сущность: отбирают и анализируют пробы. Отбор осуществляют по первичному ореолу, а анализ производят на железо общее, железо магнетитовое, серу, медь, цинк, серебро, никель, кобальт, марганец и молибден. Затем определяют величину надфоновых продуктивностей этих элементов, величины показателей 1-го и 2-го порядков. Сравнивают их с эталонными величинами геохимических показателей. По результатам сравнения дают количественную привязку вскрытого первичного ореола к определенному уровню эрозионного среза в метрике эталона. Технический результат: достижение точной количественной оценки уровня вскрываемого магнетитового оруденения в метрике эталона и оценки на основании этого его перспективности при обнаружении надрудных и верхнерудных недоразветанных уровней эрозионного среза или неперспективности продолжения дальнейших работ при обнаружении ниже- и подрудных уровней эрозионного среза. 2 табл.

Номер патента:

2148844

Класс(ы) патента:

G01V9/00

Номер заявки:

98121257/28

Fe, Fe³, S, Cu, Zn, Ag, Ni, Co, Mn, Mo

Дата подачи заявки:

24.11.1998

Дата публикации:

10.05.2000

Заявитель(ы):

Открытое акционерное общество "Магнитогорский металлургический комбинат"

Автор(ы):

Емельяненко Т.И.; Матвеев А.А.

Патентообладатель(ы):

Открытое акционерное общество "Магнитогорский металлургический комбинат"

Формула изобретения:

Способ определения уровня эрозионного среза магнетитового оруденения, заключающийся в отборе и анализе проб первичного ореола на элементы-индикаторы медь, цинк, серебро, никель, кобальт, марганец, молибден, определении надфоновых продуктивностей этих элементов и величин геохимических показателей зональности 1-го и 2-го порядков, операции сравнения и привязки вскрытого первичного ореола к определенному уровню эрозионного среза в метрике эталона, отличающийся тем, что анализ проб дополнительно производят на железо общее, железо магнетитовое, серу.

Литохимические поиски по вторичным ореолам и потокам рассеяния

- После составления ландшафтно-геохимических карт (с более мелким масштабом, чем геохимические поиски).
- При ландшафтно-г/х картировании 1:500 000 сеть проботбора колеблется от 5x5 до 5x7 км.

По масштабу работ делятся на региональные, поисковые и детальные исследования.

Таблица 9.2. Масштабы литохимических поисков по вторичным ореолам

Масштаб	Расстояние, м, между		Число точек отбора проб на	
	профилями	точками отбора	1 см ² карты	1 км ² площади
<i>Рекогносцировочные съемки*</i>				
1:200 000	2000	100–200	10–20	2–5
1:100 000	1000	100–50	10–20	10–20
<i>Поисковые съемки</i>				
1:50 000	500	50	10	40
1:25 000	250	50–40	5–7	80–100
<i>Детальные съемки</i>				
1:10 000	100	20–25	5–4	500–400
1:5000	50	20–10	2,5–5	1000–2000
1:2000	25	10	1,6	4000

* Допускаются только в условиях слабо расчлененного рельефа, неблагоприятного для поисков по потокам рассеяния.

Продуктивность и суммарная продуктивность по потокам рассеяния

Количественным показателем вторичных ореолов и потоков рассеяния может служить *продуктивность*. Для потока рассеяния она вычисляется по формуле

$$P'_x = S_x (C'_x - C'_ф),$$

где S_x — площадь бассейна денудации для данной точки, m^2 ; C'_x — содержание металла в пробе; $C'_ф$ — фоновое содержание металла.

Предварительная оценка участка, выделенного при поисках по потокам рассеяния, определяется суммарной продуктивностью:

$$P'_{\text{общ.}} = \sum_{i=1}^m P'_i,$$

где P'_i — значения продуктивности отдельных потоков рассеяния по m смежным руслам, дренирующим данный участок.

МЕТОД АНАЛИЗА СВЕРХТОНКОЙ ФРАКЦИИ (МАСФ)



1. Опробование приповерхностных горизонтов рыхлых отложений (в подзолистых и дерново-подзолистых почвах - горизонт **B**, в болотных - горизонт **G** или **Bg**) или донных осадков речной сети
2. Выделение сверхтонкой фракции в лабораторных условиях по специальной технологии на установке, разработанной во ВСЕГЕИ, позволяющей выделять фракцию **<10 мкм** при высокой производительности и приемлемой стоимости пробоподготовки

МАСФ разработан во ВСЕГЕИ (патент № 2330259 от 27.07.2008) и представляет собой адаптированный к российским условиям аналог китайского высокоэффективного метода MOMEО

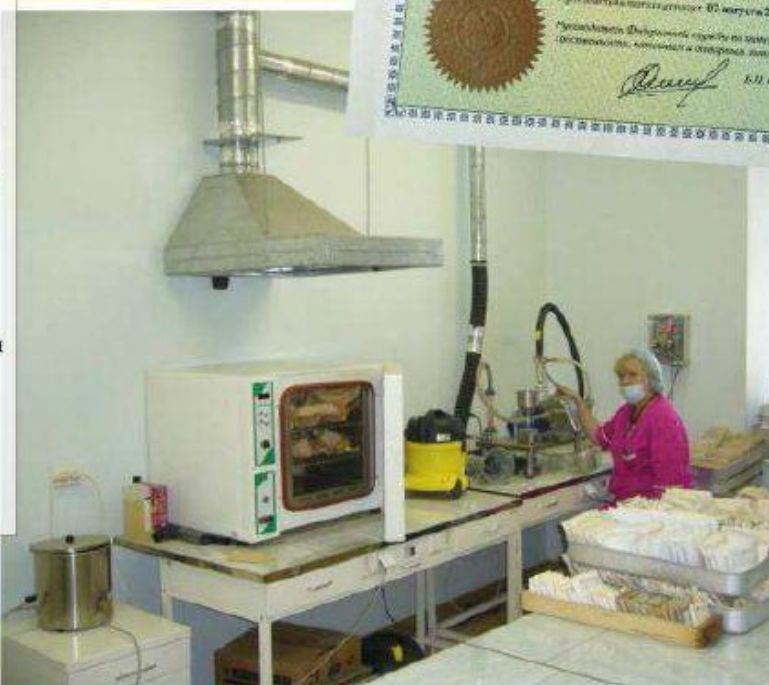


Типичные почвенные горизонты подзолистых почв Северной Карелии



- A1 - гумусовый горизонт
- A2 – подзол (белесый) горизонт «вымывания»
- B – опробуемый илювиальный горизонт**
- BC – переходный горизонт
- C – подстилаяющая почву морена

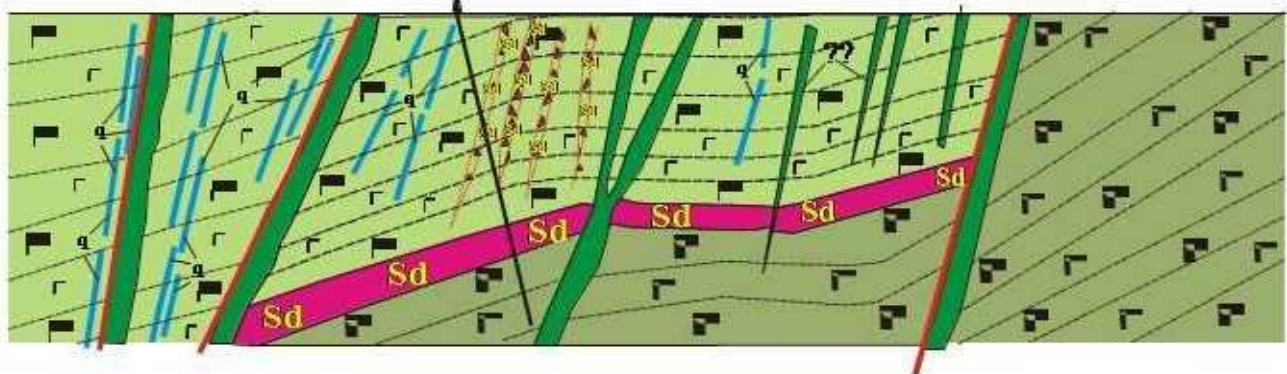
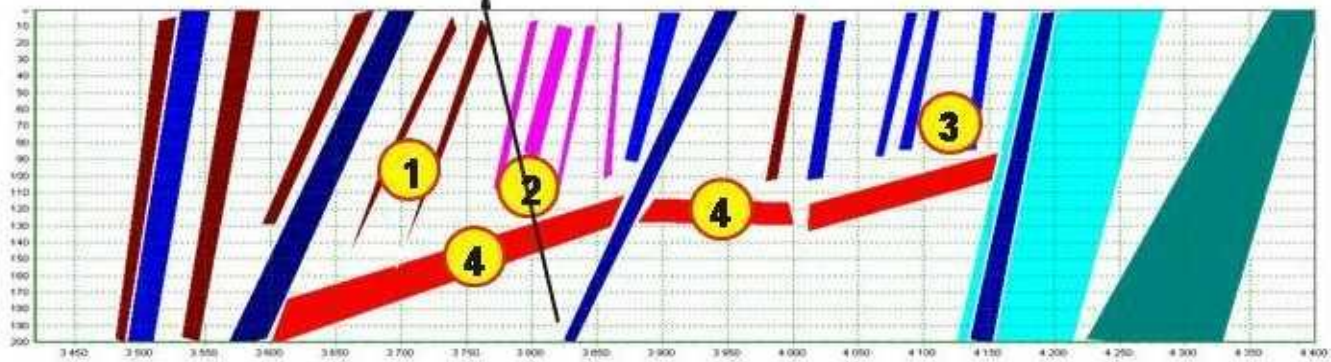
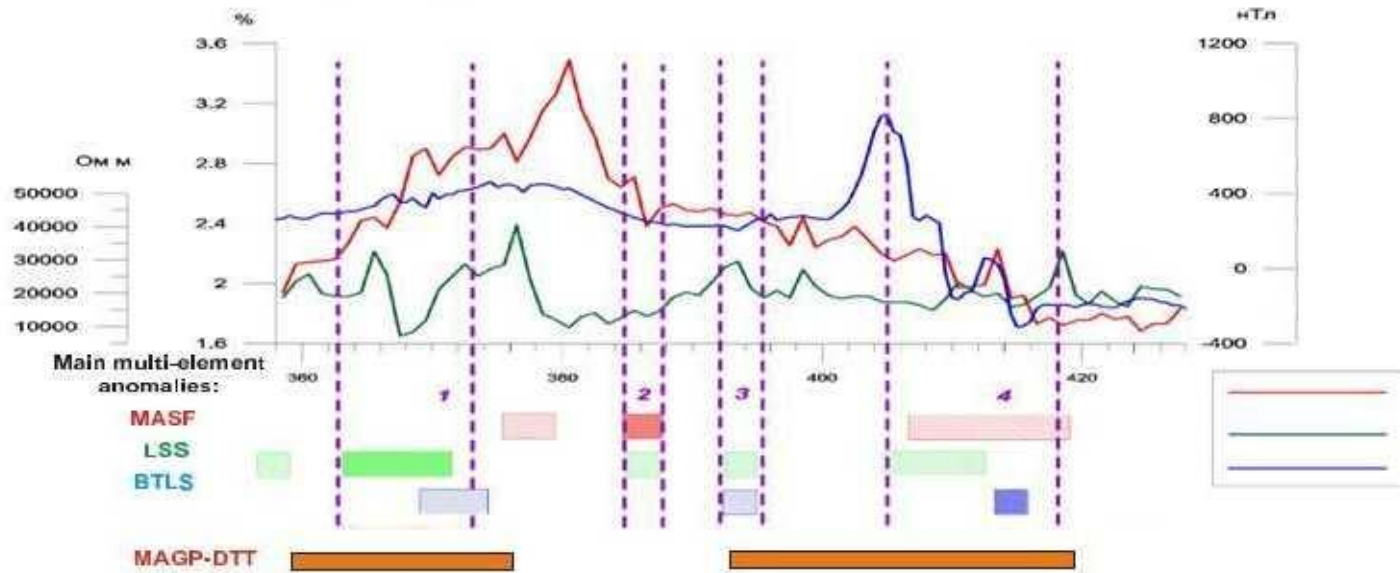
3. Перевод в раствор сорбционно-солевых форм нахождения элементов по специальной технологии. Определение содержаний сорбционно-солевых форм проводится с использованием прецизионных аналитических методов (ICP, XRF, ААА и др.) на широкий круг химических элементов с порогом



Метод анализа сверхтонкой фракции рыхлых отложений - МАСФ

- Сущность МАСФ заключается в выделении из проб рыхлых отложений сверхтонкой (глинистой, микроминеральной) фракции, которая затем анализируется количественными методами.
- Опробование производится преимущественно по контурам болот, заболоченных низин, водотоков и водоемов, для более уверенного выявления ореолов рудных объектов.

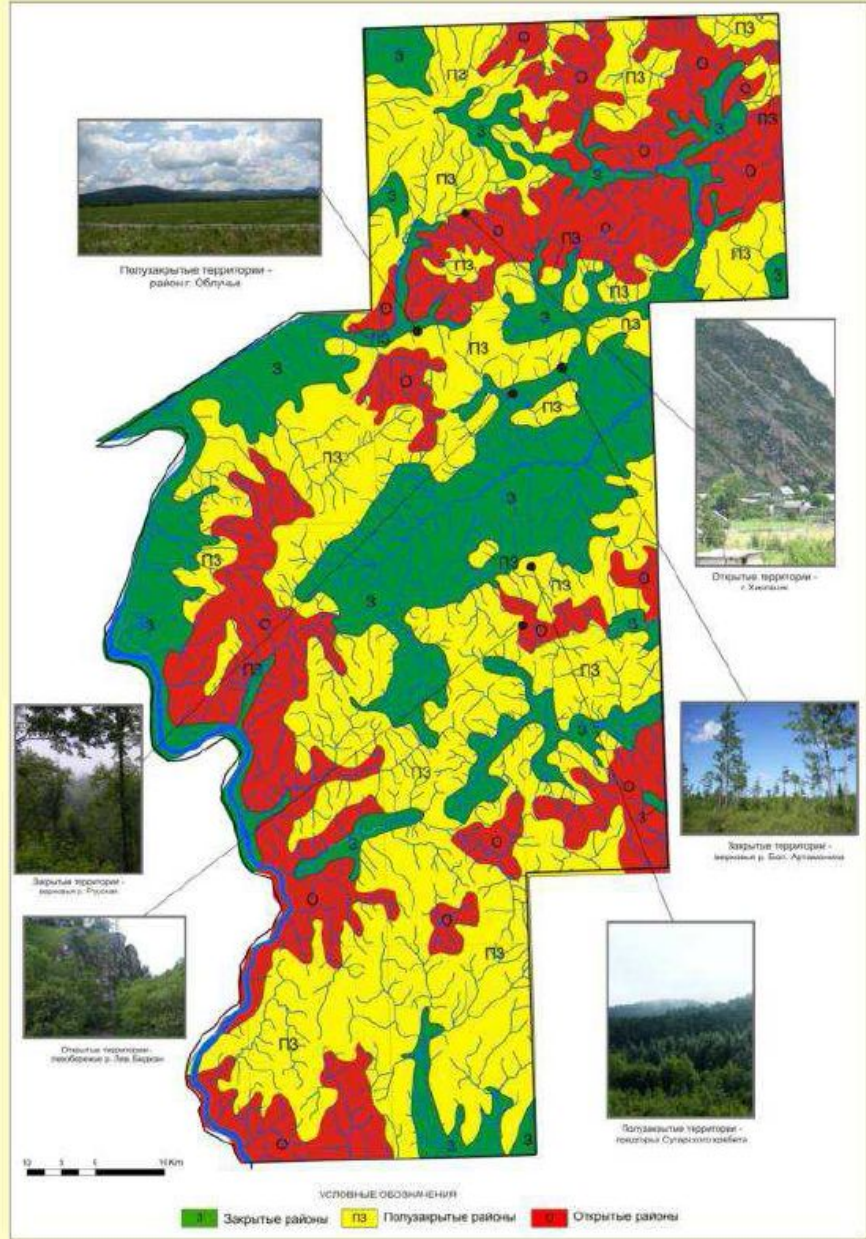
- На возвышенных площадях опробование производится также в зонах аккумуляции, на относительно пониженных участках микрорельефа.
- В почвах опробуется горизонт В (желто-бурый), в болотных почвах – глеевый горизонт (зеленоватый, серый).
- Глубина отбора проб обычно 0.3-0.6 м, реже до 1-1.5 м. Масса сверхтонкой фракции д.б. не менее 0.5-1 г, поэтому вес пробы составляет 200-600 г. Выделяется фракция менее 10 мкм в лабораторных условиях.



Цифровая модель рельефа с элементами морфометрического анализа как основа районирования территорий по условиям ведения геохимических работ



- ✓ Цифровая модель рельефа может быть построена практически для любой территории России, поскольку требует минимального количества исходной информации, являющейся легко доступной
- ✓ Использование цифровой модели рельефа с элементами морфометрического анализа позволяет существенно ускорить проведение ландшафтного районирования территории по условиям ведения геохимических работ как на региональных стадиях изучения недр, так и при производстве детальных поисковых работ

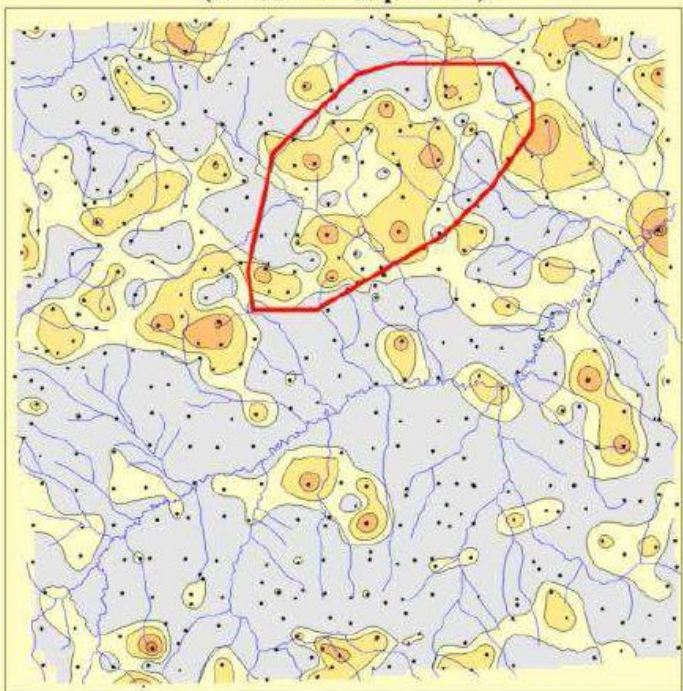


Первичная обработка аналитических данных Снятие влияния систематических расхождений между результатами различных серий анализов проб

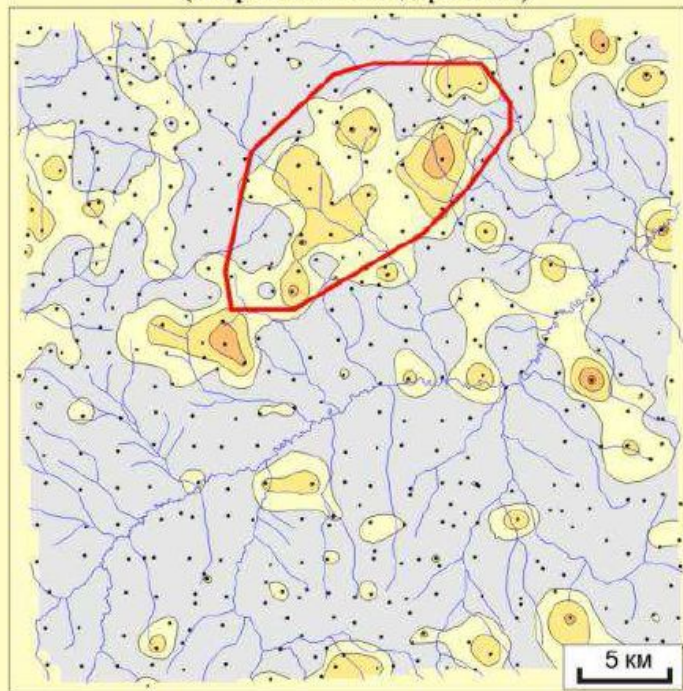
➔ Необходимое условие корректного выполнения операции: анализ проб в случайном порядке



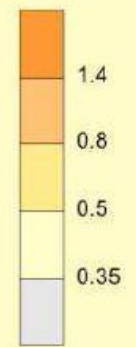
Распределение серебра в рыхлых отложениях (исходные содержания)



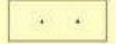
Распределение серебра в рыхлых отложениях (исправленные содержания)



Содержания серебра в рыхлых отложениях, г/т

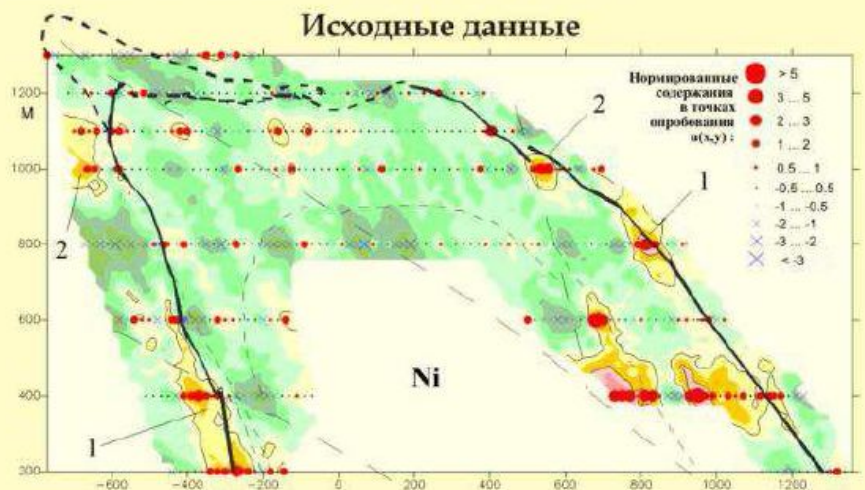
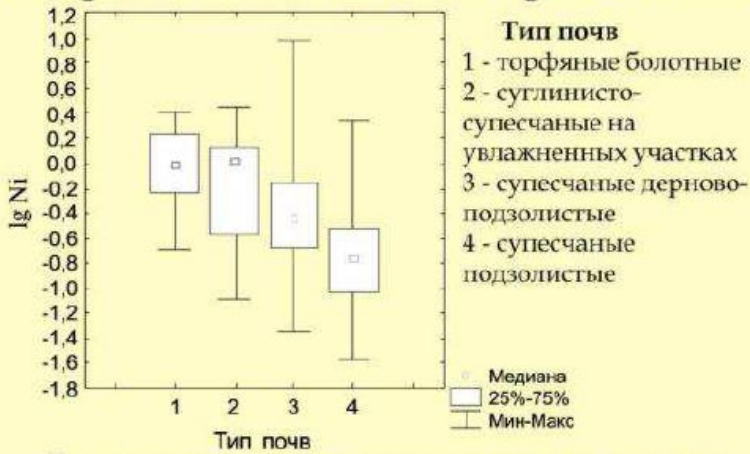


Точки опробования

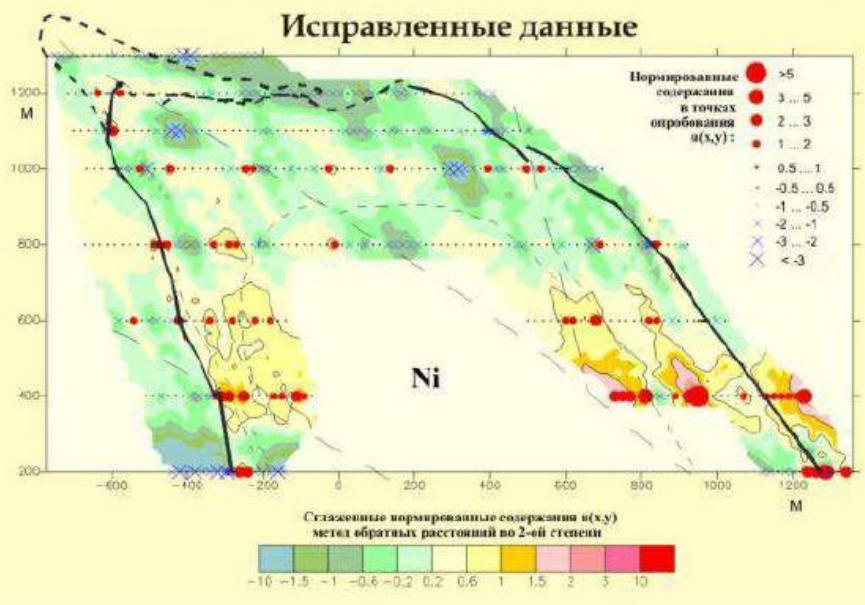
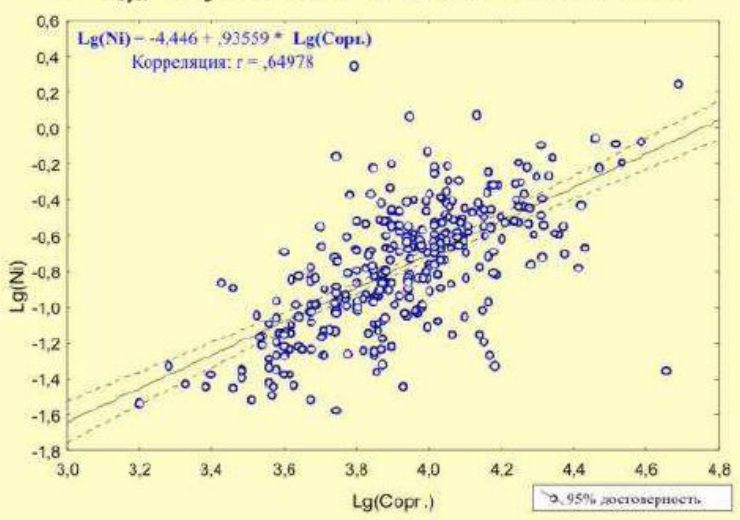


Удаление “ложных” ландшафтных аномалий (1 - связанные с заболоченностью, 2 - склоновые)
 Ганинский участок, Карелия (с использованием данных ВНИИ “ВИРГ-Рудгеофизика”)

Распределение никеля в почвах разных типов

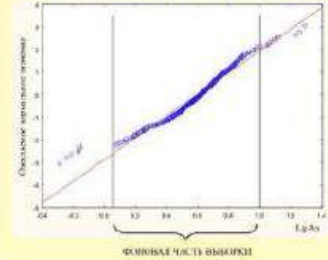
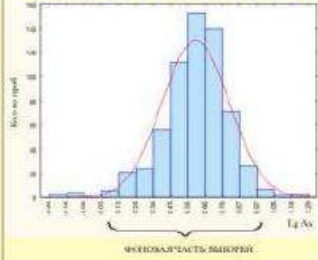


Зависимость между содержаниями никеля и $C_{орг}$ в супесчано-подзолистых почвах



Целесообразно использовать робастные оценки фоновых параметров, менее чувствительные к присутствию в выборке чуждых ее основной части данных

Графический способ оценки фоновой части выборки



Оценка фона:

$C_{\Phi} = C_{ME}$
 Уровень отклонений фона:
 При нормальном законе распределения:
 $S'_{\Phi} = 1.4825 \times (C_{ME} - C_{25\%})$, $S_{\Phi} = 0.5 \times (S'_{\Phi} + S''_{\Phi})$
 $S''_{\Phi} = 1.4825 \times (C_{75\%} - C_{ME})$
 При логнормальном законе распределения:
 $\varepsilon'_{\Phi} = (C_{ME} / C_{25\%}) \times 1.4825$, $\varepsilon_{\Phi} = \sqrt{\varepsilon'_{\Phi} \times \varepsilon''_{\Phi}}$
 $\varepsilon''_{\Phi} = (C_{75\%} / C_{ME}) \times 1.4825$

Отображение геохимических данных:

Для сбивки разнородных выборок данных, отличающихся среднефоновыми содержаниями и (или) дисперсиями рационально использовать нормированные по фоновым параметрам значения содержаний

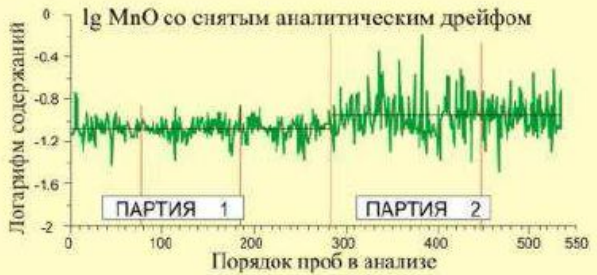
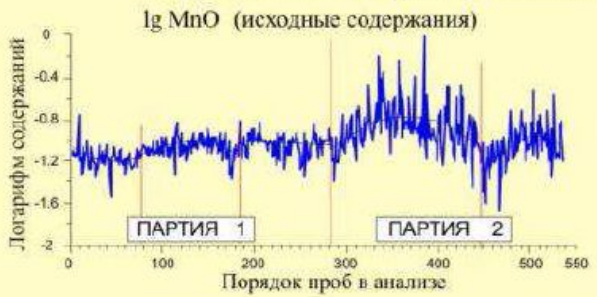
При нормальном законе распределения:

$$u(x,y) = [C(x,y) - C_{\Phi}(x,y)] / S_{\Phi}(x,y)$$

При логарифмически нормальном законе распределения

$$u(x,y) = [\lg C(x,y) - \lg C_{\Phi}(x,y)] / \lg \varepsilon_{\Phi}(x,y)$$

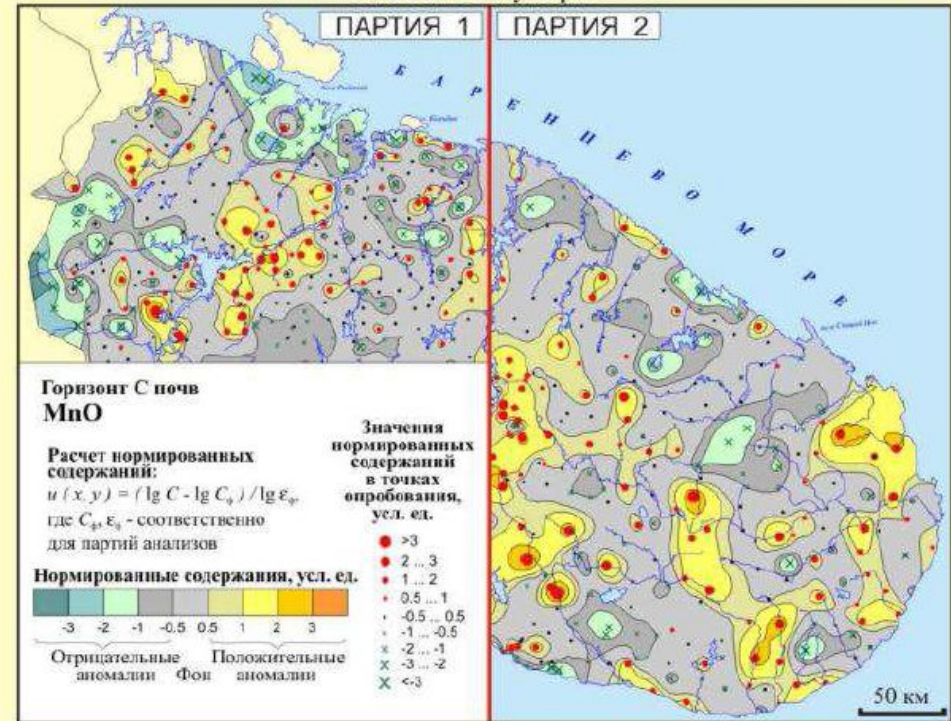
Применение нормированных содержаний для сбивки разнородных выборок данных



Фоновые параметры по исправленным данным:

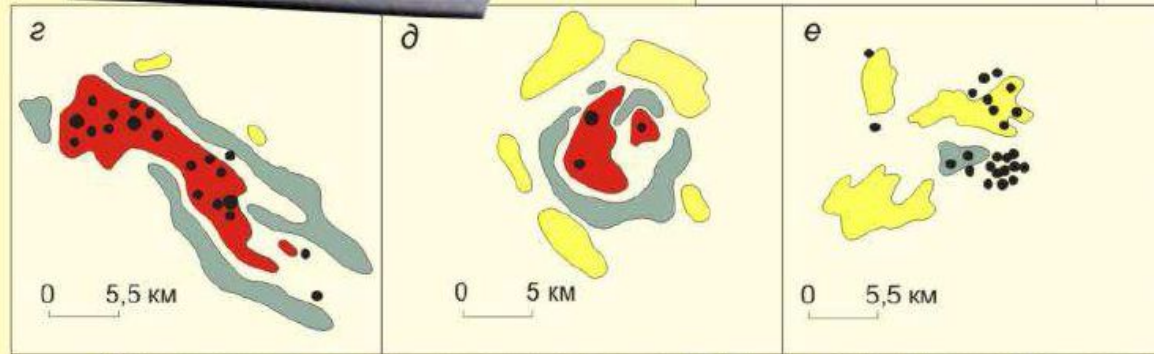
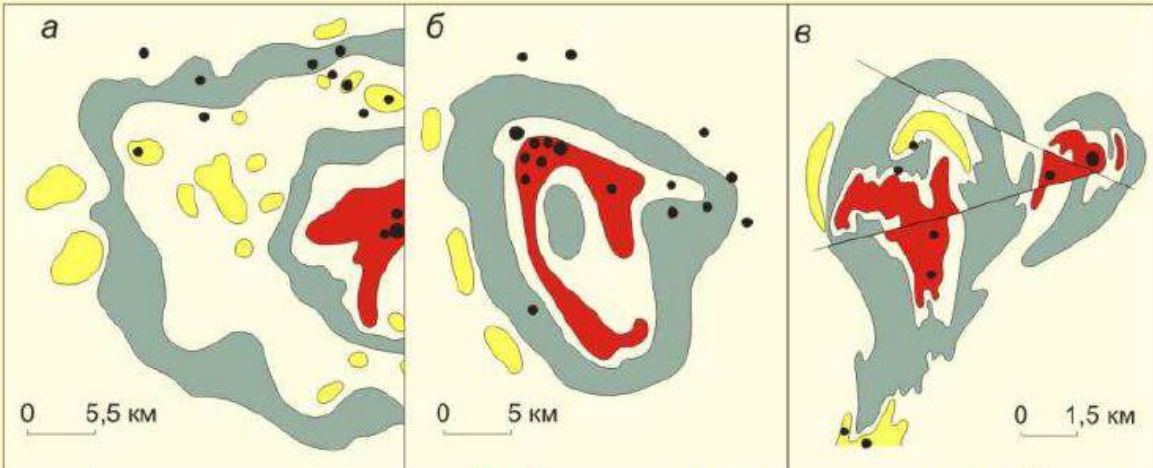
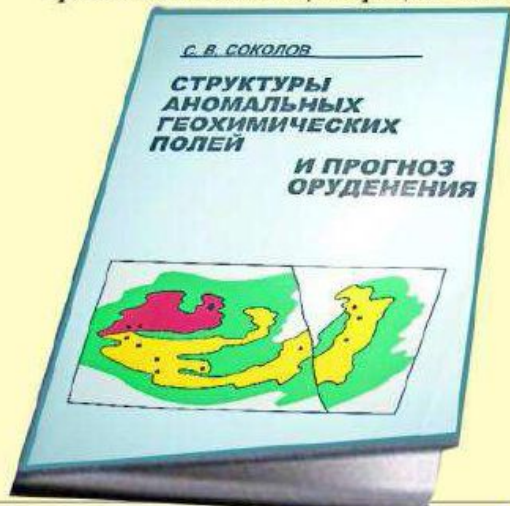
	Партия 1	Партия 2
lg C _ф	-1,07	-0,98
lg ε _ф	0,08	0,17
C _ф	0,09	0,10
ε _ф	1,21	1,48

Карта нормированных содержаний марганца в рыхлых отложениях горизонта С почв Кольский полуостров



Системообразующие свойства продуктивных АГХП халькофильной специализации на всех уровнях организации вещества проявляются в закономерной позиции генетически родственных ореолов привноса-выноса центростремительных и центробежных элементов, образующих объемно зональные системы трехзонного строения. От центра к периферии выделяются три зоны:

- **ядерная зона** – область концентрации центростремительных и деконцентрации центробежных элементов;
- **зона обмена**, характеризующаяся диаметрально противоположным спектром;
- **фланговая зона концентрации** – область повышенных содержаний центростремительных элементов при субфоновых центробежных.



■ 1 — ядерная зона
 ■ 2 — зона обмена
 ■ 3 — фланговая зона концентрации

Проявления полезных ископаемых:
а б
 а — месторождения,
 б — рудопроявления

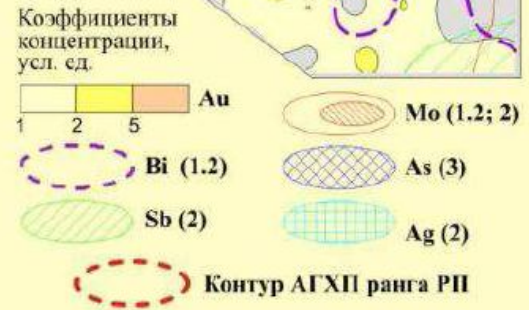
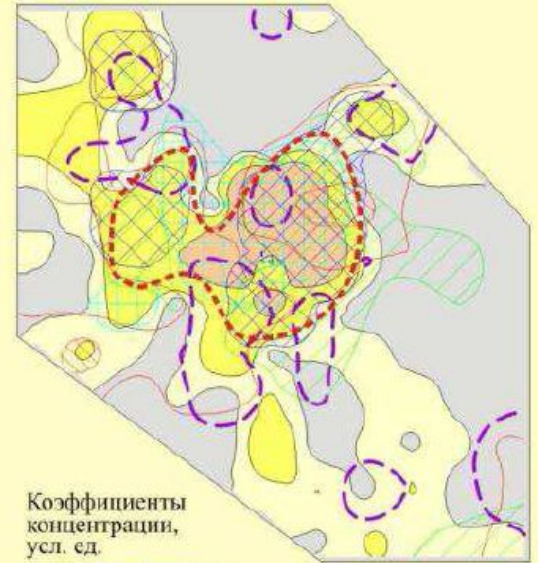
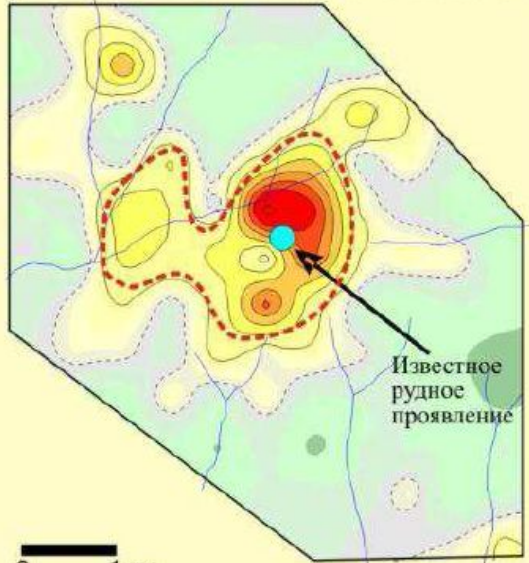
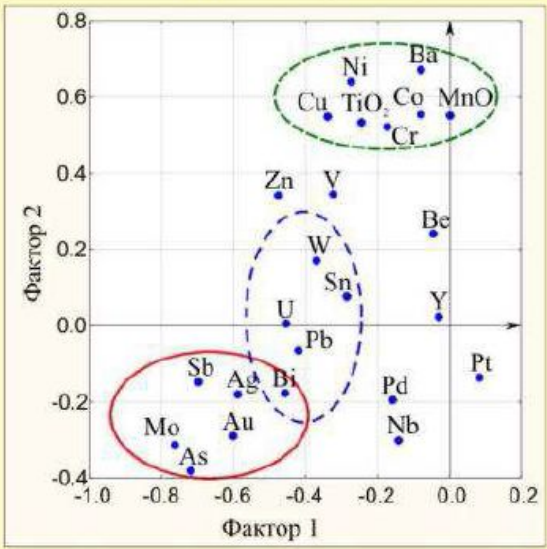
а - Дусканынский РР,
 б - Токурский РУ,
 в - Школьный РМ,
 г - Тенькинский РУ,
 д - Бамский РУ,
 е - Омчугское АГХП неупорядоченного строения (ранг РУ)

Состав группы центростремительных элементов отражает геохимическую специализацию, спектр центробежных элементов вне зависимости от ранга АГХП универсален [Ca, Mg, Fe, Ni, Co, Mn, Cr, V (Zn, Ba, Ti, Sc, Sr)], что предопределяет возможность широкого использования установленной закономерности в прогнозных целях.

На минеральном уровне зональность проявляется в закономерной смене от центра к периферии проявлений преимущественно кварц-светлослюдистых метасоматических ассоциаций проявлениями темноцветных, реже полевошпатовых ассоциаций

Поиски по вторичным ореолам рассеяния, метод анализа сверхтонкой фракции.
Солонечный участок, Малохинганская площадь (Приамурье)

Диаграмма факторных нагрузок
(Исходные данные - логарифмы содержаний)



- ✓ Для более надежного выявления АГХП рудной природы целесообразно использовать комплексные показатели накопления, которые позволяют лучше оценить структуру АГХП, чем простое совмещение моноэлементных карт
- ✓ Выбор полиэлементных показателей может производиться на основе факторного анализа

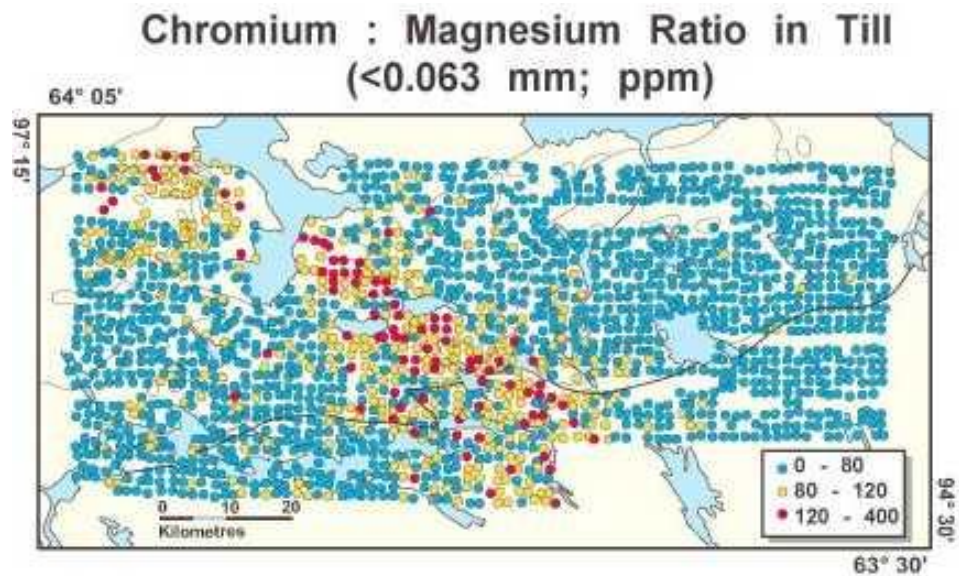
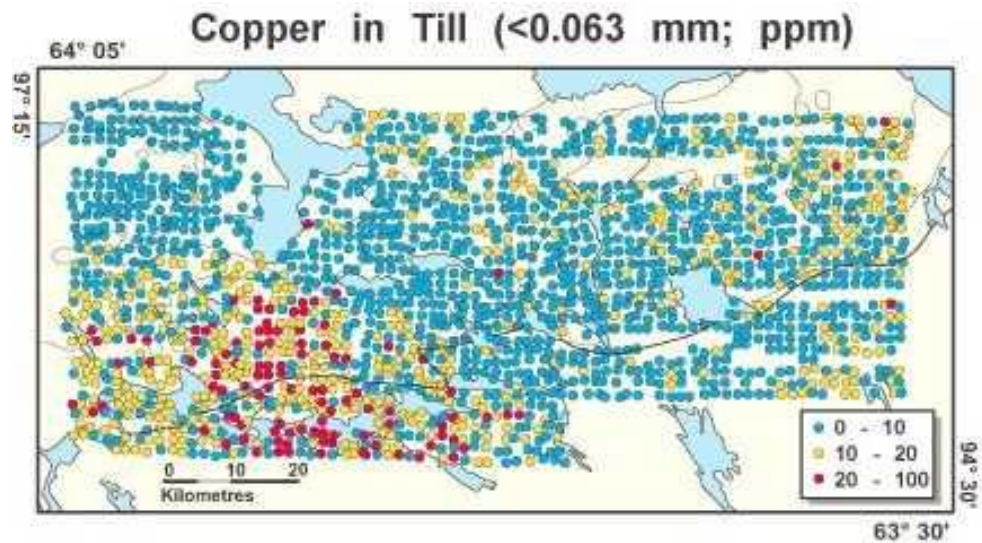
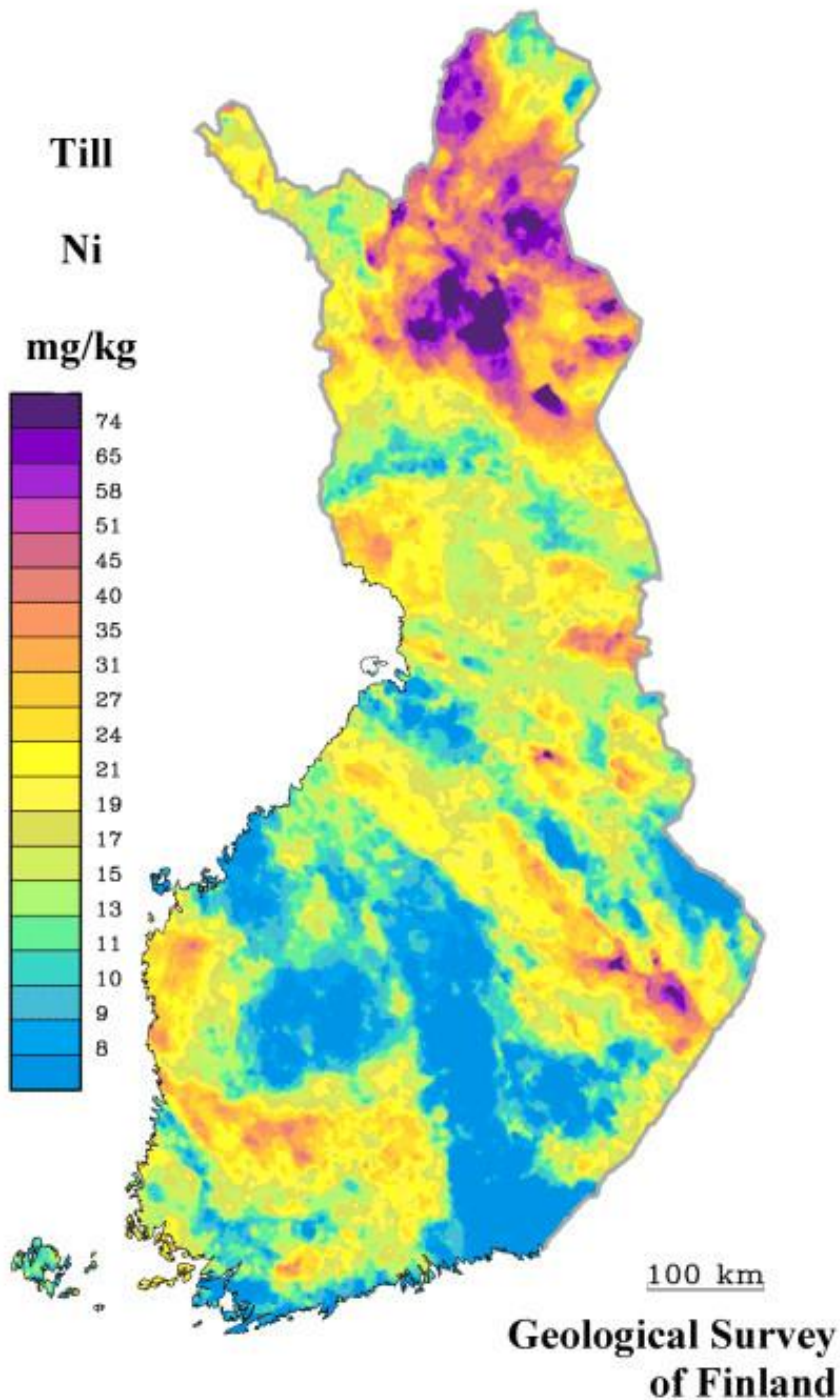
Тиллевая литохимическая съемка - ТЛС

- Метод глубинных литохимических поисков по вторичным ореолам в районах развития покровно-ледниковых отложений.

Литохимические ореолы в базальных тиллах являются существенно механическими по своей природе, несмещенными или мало смещенными от коренного источника.

- Отбор проб моренного материала должен производиться из нижних горизонтов моренного покрова (0-0.5 м от поверхности коренных пород). Требуется мотобуры.

- После высушивания проб из них высеивается фракция <0.5 или 0.25 мм, которая истирается и направляется на анализ.
- На участках и площадях сплошной заболоченности может применяться торфометрическая съемка для выявления вторичных наложенных ореолов в органогенных отложениях, с отбором проб торфа с глубин $0.5-1$ м, их высушиванием, измельчением, сухим или мокрым (кислотным) озолением.



Метод «Геопочва-Геогаз»

- В каждой точке отбираются две пробы: одна из почвы, вторая – из почвенного воздуха.
- Из почвы – с глубины 20-30 см из иллювиального почвенного горизонта В, т.е. из области максимального накопления преимущественно неорганических вторично закрепленных форм химических элементов. Вес пробы 300-500 г. Ситование < 1 мм.
- Воздух с глубины 20-40 см. Забор до 50 л почвенного воздуха.

Многоцелевое геохимическое картирование (МГХК)

- Замена случайного опробования по регулярной сети на детерминированное опробование квазиоднородных участков, выделенных на основе многофакторного районирования.
- Применение современных аналитических инструментальных многокомпонентных методов
- Создание полистных банков данных и компьютерная обработка информации по комплексу программ “ГЕОСКАН”.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ОТЛИЧИЯ ТЕХНОЛОГИИ МГХК (Б) ОТ СТАНДАРТНОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ (А)

А

Нет ←

Проведение
многофакторного
районирования
и выделение
квазиоднородных площадок

→ Да

Б

4-20 пунктов
на 1 см²
карты ←

Плотность
опробования

→ 1 пункт
на 1 см²
карты

1 ←

Количество
опробуемых
компонентов ПГС

→ 3-6

← Элементы-индикаторы
рудных объектов
определенного рудно-
формационного типа

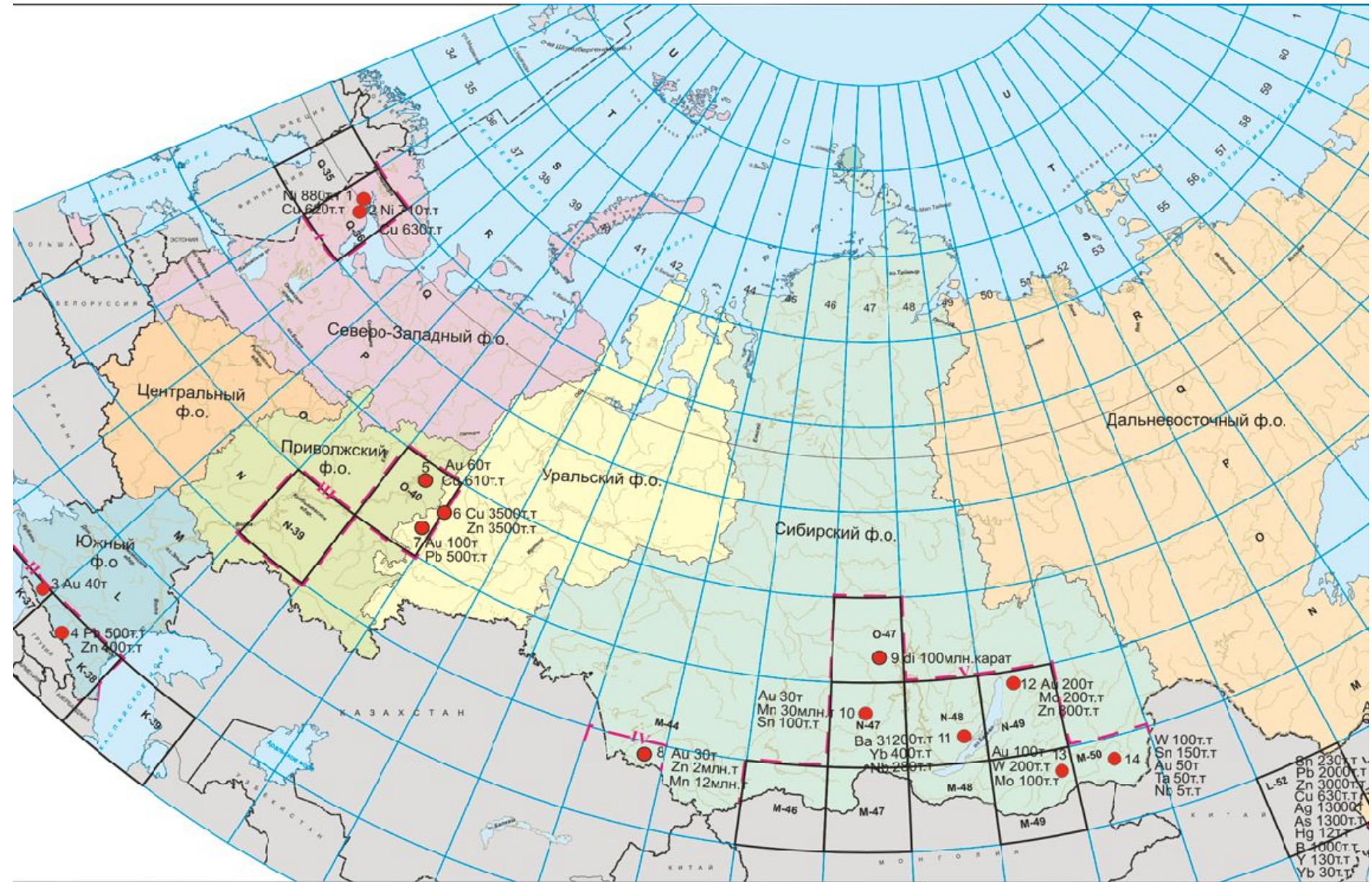
Анализируемый комплекс
химических элементов
(х.э.)

→ Комплекс
индикаторных,
токсичных и
биофильных
элементов

← Карты распределения
содержаний Х.Э., их
ассоциаций, показателей
в одном компоненте ПГС
Итоговая прогнозная
геохимическая карта

Составляемые
карты

→ Карты распределения
содержаний Х.Э., их
ассоциаций, показателей
в 3-6 компонентах ПГС
Карта ИГАП
6 итоговых карт



Условные обозначения



Территории работ, их номера и номенклатура листов

- I-Карело-Кольская
- II-Северо-Кавказская
- III-Волго-Уральская

- IV-Алтайская
- V-Южно-Сибирская
- VI-Приморская
- VII-Южно-Камчатская
- VIII-Северо-Камчатская



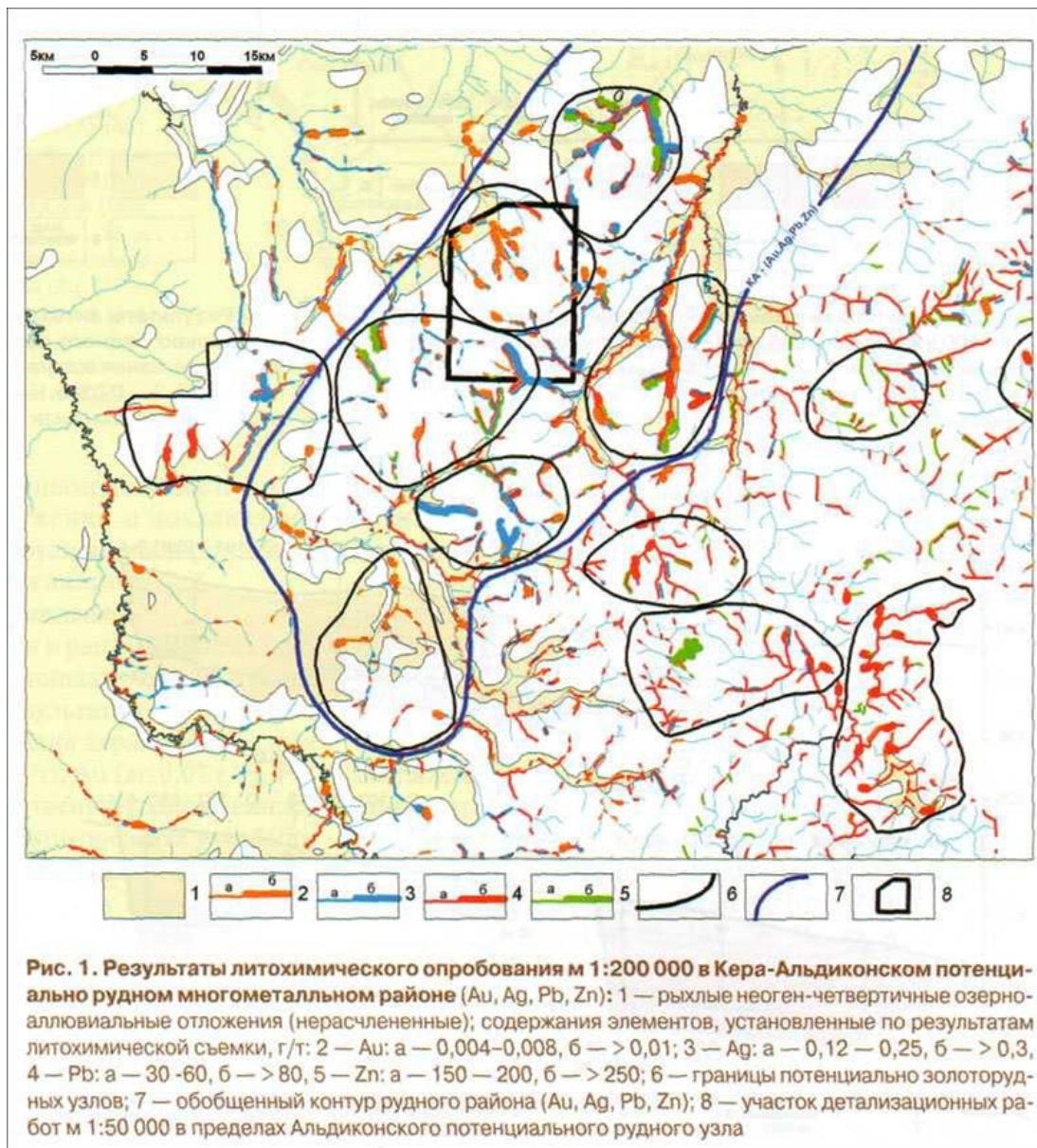
Рудные районы с очень высокой инвестиционной привлекательностью

- 1-Нольозерский
- 2-Чупинский
- 3-Урупский

- 4-Садонский
- 5-Вогульский
- 6-Нижне-Тагильский
- 7-Староуткинский
- 8-Ново-Фирсовский
- 9-Дешимский
- 10-Николаевский

- 11-Затхун-Сарменский
- 12-Светлинско-Котерский
- 13-Оленгуйский
- 14-Кукульбейский
- 15-Светловодненский
- 16-Арминский
- 17-Дальнегорский

Домчак В.В., Третьяков В.Н. Результаты детализации рудогенных аномалий при ОГХР-200 в Амурском секторе зоны БАМ // Разведка и охран недр. 2010. № 5.



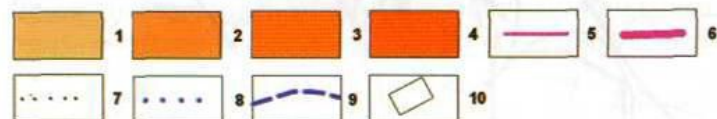
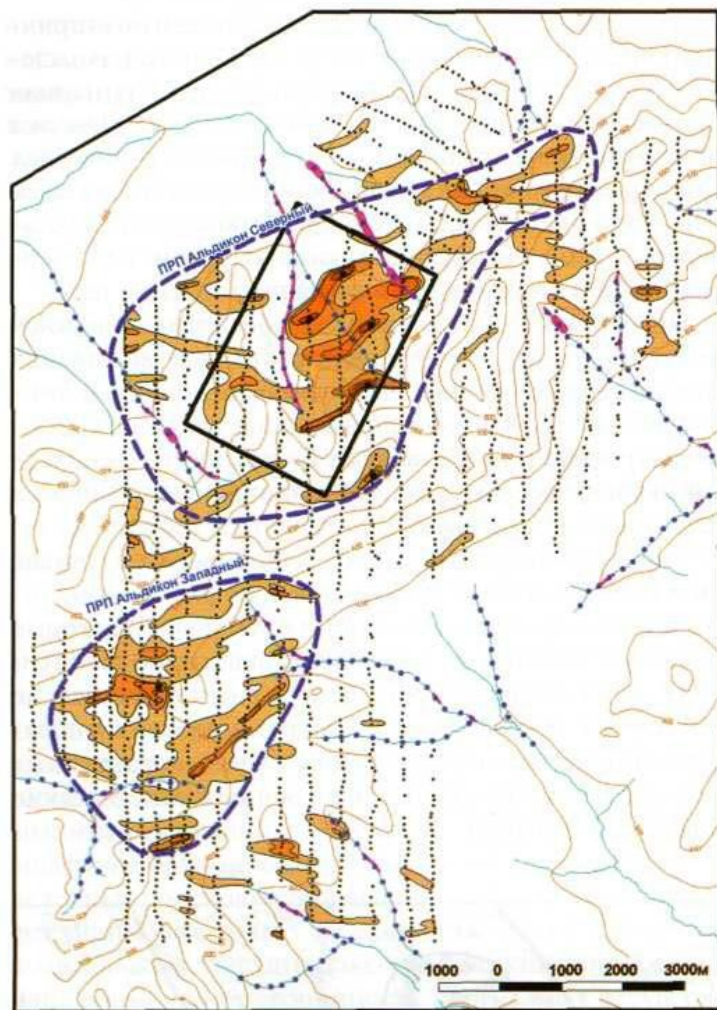


Рис. 2. Результаты литохимического опробования М 1:100 000 — 1:50 000 в Альдиконский потенциально рудном узле: вторичные ореолы рассеивания золота с содержаниями, г/т: 1 — 0,004–0,01, 2 — 0,01–0,03, 3 — 0,03–0,1; 4 — > 0,1; потоки рассеивания золота с содержаниями, г/т: 5 — 0,004–0,01, 6 — > 0,1; точки пробоотбора: 7 — почв, 8 — донных осадков; 9 — границы выделенных рудных полей; 10 — участок детализационных работ М 1:25 000 в пределах потенциально рудного поля Альдикон Северный

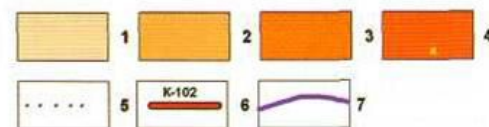
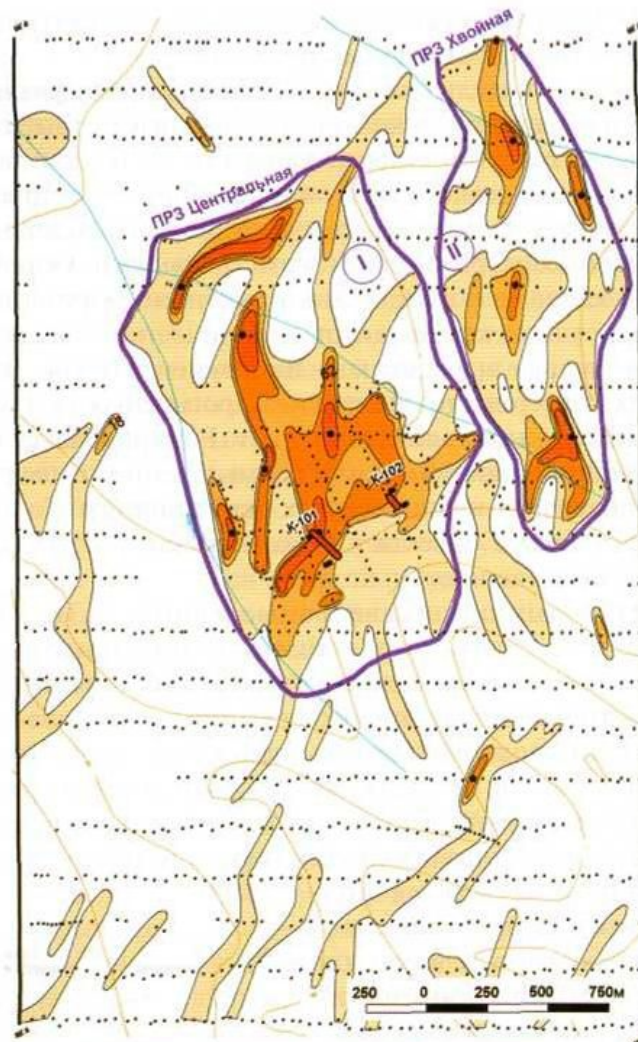


Рис. 3. Результаты литохимического опробования М 1:25 000 потенциально рудного поля Альдикон Северный: вторичные ореолы рассеивания золота с содержаниями, г/т: 1 — 0,004–0,01, 2 — 0,01–0,03, 3 — 0,03–0,1; 4 — > 0,1; 5 — точки пробоотбора почв; 6 — линии пунктирных каналов; 7 — контуры рудных зон (I — Центральная, II — Хвойная)

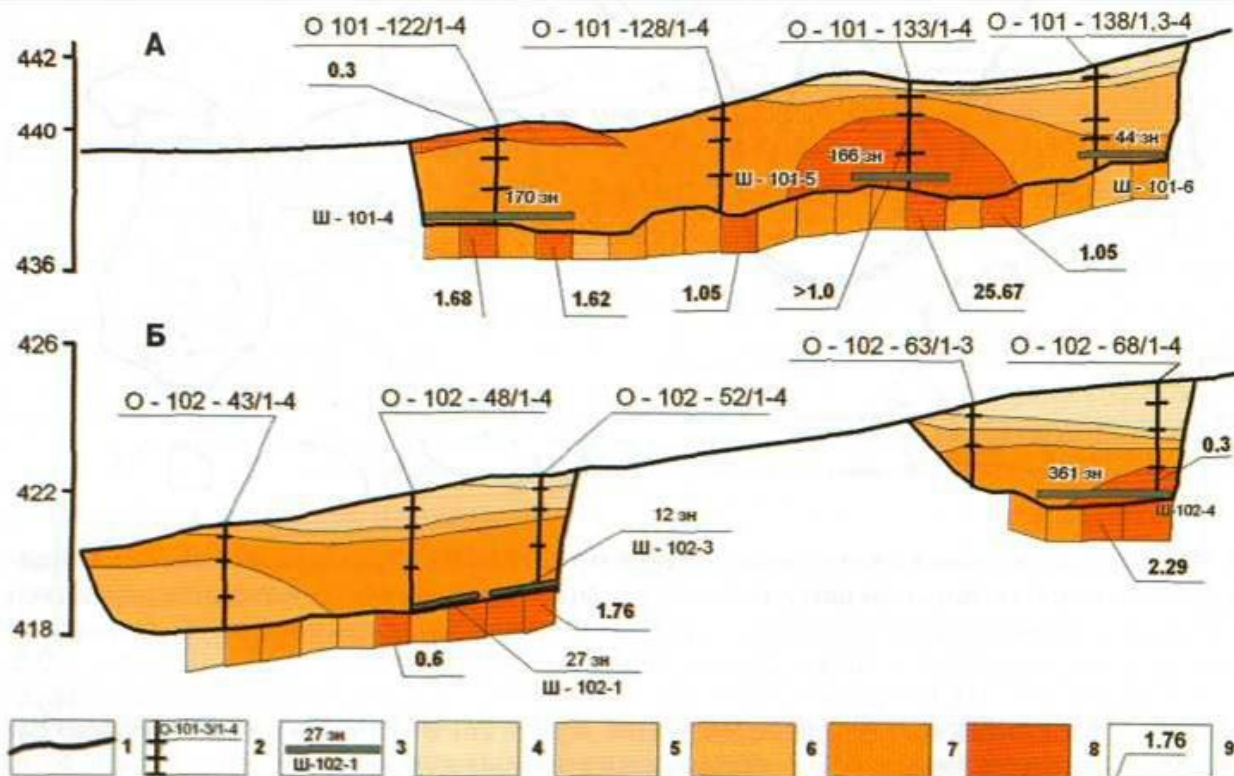


Рис. 4. Результаты заверочного бороздowego и пунктирно-бороздowego опробования канавами потенциально рудной зоны Центральная:
 А — фрагмент линии канав 101, Б — то же, 102; 1 — верхняя граница коренных пород; 2 — вертикальные разрезы литохимического опробования рыхлых отложений; 3 — шлиховые пробы из рыхлого элювио-делювия (44 зн. — количество знаков золота в шлихе); содержания золота в коренных породах и рыхлых образованиях, г/т: 4 — 0,004 — 0,008, 5 — 0,01 — 0,025, 6 — 0,03 — 0,08, 7 — 0,1 — 0,25, 8 — > 0,3, 9 — максимальные

Гидрогеохимические поиски

- Наиболее эффективным является применение гидрогеохимического метода для поисков МПИ, находящихся в следующих условиях:
- 1) **на участках, перекрытых мощным чехлом приносных отложений**, когда неэффективен даже биогеохимический метод поисков;
- 2) **в резко расчлененных высокогорных районах**, где из-за специфических условий дренажа подземных вод метод становится не только более глубинным, но и возможна более точная интерпретация гидрогеохимических аномалий;
- 3) **в платформенных условиях** при

- **Наиболее благоприятными объектами для гидрогеохимических поисков являются месторождения минеральных солей — различных природных хлоридов и сульфатов.**
- Суммарное содержание этих соединений в природных рассолах может превышать 350 г/л, и они способны устойчиво сохраняться в растворах, определяя солевой состав океанической воды (сумма солей 35.6 г/л).
- Учитывая, что общая минерализация пресных, в т. ч. речных, вод обычно составляет 1.0—0.5 г/л, можно оценить тот диапазон, в котором могут лежать аномальные содержания солей в поверхностных и подземных водах суши.

- Из рудных месторождений наиболее благоприятными объектами для гидрохимических поисков являются **сульфидные**, главным образом **колчеданно-полиметаллические**, и, особенно, богатые дисульфидами **медноколчеданные** месторождения.
- Природные воды обогащаются рудными элементами в основном при **гипергенном окислении сульфидных руд**, в ходе которого труднорастворимые, но неустойчивые сульфиды до превращения в устойчивые и труднорастворимые вторичные минералы проходят стадию легкорастворимых сульфатов.

- Несмотря на процессы самоочищения природных вод от содержаний рудных элементов, их повышенные, аномальные концентрации сохраняются в речных и подземных водах на расстояниях до **500—1000 м, иногда до нескольких километров** от месторождений.
- Результаты гидрохимического метода зависят от **сезонных колебаний уровня грунтовых вод, выпадения атмосферных осадков и режима гидростока рек**, за короткий отрезок времени изменяющегося в сотни раз. Это определяет неустойчивость количественных параметров гидрохимического фона.

Изображение результатов анализа и оценка аномалий

- По материалам региональных гидрогеохимических исследований **составляются карты** общего химического и микрокомпонентного состава вод. На карте общего химического состава **выделяются генетические типы вод и приводится их химический состав**. Эта карта составляется на гидрогеологической основе с учетом ландшафтно-геохимических условий.
- На карте микрокомпонентного состава **выделяются участки**, различающиеся по комплексу микрокомпонентов, а в их пределах — **площади с аномальными содержаниями**

- **Расчет всех фоновых и аномальных содержаний осуществляется дифференцированно по отношению к опробуемым типам вод, водоносным комплексам и геохимическим ландшафтам.**
- При значительном изменении минерализации вод иногда возникают затруднения в разбраковке аномалий. В этих случаях целесообразно использовать **отношения содержаний отдельных компонентов между собой и общей минерализацией воды:**
 SO_4/M ; SO_4/Cl ; B/Cl ; SO_4/HCO_3 ; Zn/M ; B/M
(**M** — **общая минерализация воды** в точке отбора).
- В случае их существенного отличия от аналогичных отношений, вычисленных для заведомо безрудных участков, они могут являться одним из признаков поисковых

Отбор и анализ гидропроб: общие положения

- из источников подземных вод;
- из поверхностных вод (реки, ручьи, болота, мочажины, озера, пруды);
- из скважин, колодцев, канав, шурфов, штолен, шахт и других горных выработок.
- Ультрамалые концентрации микроэлементов, на которые ориентированы гидрохимические поиски, требуют высокой чистоты посуды и затрудняют хранение проб вследствие микробиологических и химических реакций, протекающих в воде, осаждения металлов взвешьями и на стенках сосуда.

Основная часть проб обрабатывается и подготавливается к анализу на месте отбора проб в полевых гидрохимических лабораториях. Здесь выполняются общие наиболее простые анализы проб на некоторые макрокомпоненты (SO_4^{2-} , HSO_3^- , O_2 , Cl^- , CO_2 , H_2S , $\text{Fe}_{\text{общ.}}$) и сумму некоторых микрокомпонентов (Cu, Pb, Zn). В стационарные лаборатории направляются только сухие остатки или концентраты, а также пробы воды для ее полного химического анализа.

Наиболее перспективными являются методы концентрирования растворенных микрокомпонентов путем их перевода в твердую фазу непосредственно у водоисточника и последующего анализа воды.

Густота сети опробования природных вод при гидрохимических поисках различных масштабов

Масштаб	Число пунктов опробования на 1 кв. км в зависимости от сложности геологического строения и ландшафтно-геохимических условий		
	простые	средние	сложные
1 : 200 000	0.1	0.15	0.2-0.4
1 : 50 000	1.1	1.7	1.5-2.0
1 : 25 000	2.3	3.4	4-5
1 : 10 000	Опробуются все водопункты при расстоянии между ними не более 100 м, если это невозможно выполнить, поиски данного масштаба проводиться не могут		

Отбор проб

- Проба объемом 0.5-1 л отбирается в стеклянные или пластиковые бутылки.
- Посуду и пробки сначала моют раствором соляной кислоты, затем ополаскивают дистиллированной водой.
- Перед взятием пробы воды бутылки и пробки следует сполоснуть водой, отбираемой на анализ.
- После определения рН воду для консервации подкисляют безметальной соляной или серной кислотами.
- Мутные воды требуют отстоя и фильтрации.
- Опробование подземных водоносных горизонтов производится специальными пробоотборниками после предварительной промывки скважины и

В процессе пробоотбора из источников проводят следующие наблюдения:

- устанавливается геоморфологическое положение источника;
- описывается литологический состав и характер трещиноватости отложений, к которым приурочен выход поверхностных вод; особое внимание обращается на участки с рудной минерализацией;
- определяется тип водопроявления и, по возможности, питающий его водоносный горизонт;
- описываются условия выхода воды на поверхность;
- описываются физические свойства воды, отмечается наличие и примерный состав спонтанных газов;

• описывается состав воды из источника и устанавливается их

Опробование поверхностных водотоков

- Производится в местах наиболее спокойного течения, на участках возможного выклинивания подземных вод
- Небольшие водоемы и водотоки характеризуют единичными пробами; крупные – серией проб, отобранных по профилям.
- При опробовании производят:
 1. описание гидрогеологических условий района;
 2. измерение расходов потоков и температуры воды в них;
 3. описание физических свойств отобранной воды.

Опробование буровых скважин

- Отбор проб из самоизливающихся скважин проводят непосредственно из струи.
- В случае отсутствия самоизлива необходима прокачка скважины.
- Отбор проб из несамоизливающихся скважин следует производить антикоррозийными и герметичными пробоотборниками.
- Комплекс наблюдений при гидрохимическом отборе буровых скважин включает:
 1. характеристику геологического разреза;
 2. измерение глубины установившегося уровня воды;
 3. измерение дебита воды (в случае самоизлива и при откачках);
 4. измерение температуры воды;
 5. установление конструкции скважины и технологии бурения

Методы концентрирования микроэлементного состава воды

1. Для перевода рудных элементов из раствора в **осадок** непосредственно у водопунктов существуют разные способы:
 - *Способ ТПИ* (Томского политехнического института) – соосаждение микроэлементов с гидроксидом алюминия в присутствии сульфида натрия. В течение 25-30 мин гидроксид алюминия осаждается на дне сосуда вместе с сульфидами и гидратами оксидов металлов.
 - *Способ ВИТР-ЛТИ* (Всесоюзного института методики и техники разведки и Ленинградского технологического института) – соосаждение микроэлементов с сульфидом кадмия в присутствии хлорида железа.
2. Применяется метод **сорбции** на активированном угле, ионно-обменных смолах и др. Сорбент на 3-4 дня погружается в водоисточник.
3. Полнота концентрирования микроэлементов достигается лишь при определении валового содержания в **сухом остатке** гидрохимических проб, полученном при выпаривании. Воду подкисляют серной кислотой, выпаривают на песчаной бане, остаток подвергают спектральному анализу.

Атмогеохимические поиски

- Атмохимические (газовые) поиски месторождений полезных ископаемых основаны на исследовании состава **подземной атмосферы** — химического состава газов, насыщающих горные породы вблизи дневной поверхности.
- Если газовый пробоотбор ведется с малой глубины (1-3 м), принято говорить об **исследовании подпочвенного воздуха**. Современные газовые съемки выполняются с глубиной пробоотбора 20-600 м.
- Реже исследуется газовый состав приземной атмосферы, хотя именно в этом варианте существенно возрастает оперативность атмохимической съёмки. Аэрозольные съёмки правильнее относить к числу литохимических

Условия применения

- Основной объем работ при поисках месторождений полезных ископаемых приходится на долю поисков **нефтегазовых залежей**. Природная нефтяная залежь представляет собой смесь жидких и газообразных углеводородов.
- **Газортутные съёмки** — косвенный метод поисков месторождений, только для собственно ртутных месторождений выделяются три месторождений они являются прямыми. В сульфидных минералах и месторождениях халькофильной группы элементов обнаруживаются существенно повышенные

- При поисках рудных тел геохимические методы **следует использовать на участках, перекрытых толщей молодых отложений.**
- Применение геохимических методов поисков рудных месторождений наиболее целесообразно на стадии «поиски месторождений полезных ископаемых» при масштабе исследований **1:50 000 - 1:25 000.**
- Среди газов рудных месторождений выделяются три основные группы:
- газы, сингенетичные процессу рудообразования
- газовые компоненты зон тектонических нарушений;
- газы гипергенных процессов

- Проведению поисковых работ атмогеохимическими методами во всех новых районах должны предшествовать **опытно-методические исследования**, которые должны дать ответ на следующие вопросы:
- образуются ли над ожидаемыми телами полезных ископаемых в конкретной геологической и ландшафтно-геохимической обстановке газовые ореолы рассеяния;
- какие индикаторы образуют аномалии;
- какой является наиболее целесообразная глубина пробоотбора;
- каковы значения фоновых и аномальных содержаний, выбранных для поисков индикаторов;
- являются ли в данных условиях атмохимические поиски более эффективными и дешевыми по сравнению с другими методами поисков

Атмохимические съемки

- метод геохимических поисков полезных ископаемых и геологического картирования, основанный на исследовании состава газообразных компонентов в подпочвенной и приземной атмосфере. Съемки выполняются преимущественно в масштабах 1:1 000 000 – 1:100 000 при поисках месторождений нефти и газа, а также погребенных рудных месторождений в закрытых районах с мощностью чехла молодых осадков более 10 м.
- Наиболее широкое применение атмохимические методы получили при поисках радиоактивных руд (радоновая и тороновая съемки), нефтяных и газовых месторождений.
- Самостоятельными видами атмохимических съемок являются **газортутные** и **гелиевые** съемки.

Газортутные съемки

- проводятся с целью поисков погребенных рудных месторождений (прежде всего, ртутных).
- Наиболее распространены съемки по почвенному воздуху. Опробование выполняется из шпуров глубиной 0.4-0.7 м зондом с золотым сорбентом. Отсос газа в объеме 0.5-1 л проводится со скоростью 1 л/мин. После прокачки поглощенная сорбентом ртуть десорбируется нагреванием и потоком атмосферного воздуха вводится в ртутный фотометр.
- Глубинность газортутного метода при поисках колчеданных и полиметаллических месторождений достигает 300 м, ртутных и сурьмяных месторождений – 400 м. Рациональный масштаб поисковых съемок 1:50 000, плотность сети наблюдений 500-50 м.

Гелиевые съемки

- Геохимический метод картирования крупных блоков земной коры, имеющий ограниченное поисковое значение, хотя содержание гелия нередко определяется при геохимических поисках. В качестве самостоятельного вида работ гелиевые съемки выполняются в масштабах 1: 2 500 000 – 1: 1 000 000.
- В подземных условиях свободный подвижный гелий равномерно распределен во всех фазах вмещающей среды: минералах и породах, в подземных породах и свободных газах. На практике широко применяется водно-гелиевая съемка. Содержание гелия определяют с помощью магниторазрядных индикаторов типа ИНГЕМ.
- Приповерхностное поле гелия отражает современный газообмен в верхней части литосферы, происходящий

Биогеохимические поиски

- Биогеохимические поиски месторождений полезных ископаемых **основаны на исследовании химического состава живого вещества, как правило, состава растений.**
- Между химическим составом живых организмов и составом среды обитания существует бесспорная зависимость, в предельных случаях проявленная сменой их видового состава, усиленным или угнетённым развитием и появлением морфологических особенностей.

- Характеристика геологической роли биогенной миграции микроэлементов - величина отношения между содержаниями элемента в золе растения и в почве, на которой оно произрастает.
- Этот показатель получил название коэффициента биологического поглощения и обозначается A_x :
- $A_x = C_2 / C_1$,
- где C_2 — содержание элемента в золе растения, %; C_1 — содержание этого элемента в почве.

Условия применения

- Применение целесообразно, когда он обладает преимуществом перед более простым литохим. методом по вторичным ореолам рассеяния.
- **гумидная зона при замедленной денудации**, если широкое развитие получили процессы выщелачивания элементов-индикаторов из элювиально-делювиальных отложений и кор выветривания;
- **гумидная и умеренно влажная зона**, если вторичные литохимические ореолы перекрыты дальнеприносимыми отложениями мощностью до 40 м;
- **пустыни или полупустыни аридной зоны**, если вторичные литохимические ореолы или непосредственно рудные зоны перекрыты дальнеприносимыми отложениями мощ. до 30-40 м;

- **заболоченные равнины и торфяники** при неглубоком (2-10 м) залегании потенциально рудовмещающих коренных пород;
- **на участках, покрытых сплошным моховым покровом**, где отбор литохимических проб затруднен и связан с большими затратами;
- **на участках, покрытых растительным покровом**, и со слепыми литохимическими ореолами рассеяния, верхняя граница которых находится на глубине не менее 1 м от дневной поверхности;
- **на участках, перекрытых крупноглыбовыми куррумовыми осыпями**, поросшими деревьями и кустарниками;
- **на болотах** (при условии их промерзания и возможности зимнего отбора проб).

- Опытные работы должны проводиться над рудными телами и безрудными участками и включать ботанические и биогеохимические исследования.
- При **ботанических исследованиях** определяют основные виды растений, произрастающих в данном районе, и составляют гербарий.
- С помощью **биогеохимических опытных работ** решают следующие задачи:
- определение влияния фенологических фаз развития и возраста на содержание элементов-индикаторов в наиболее распространенных растениях района;
- установление закономерностей распределения элементов-индикаторов по частям растений;

- установление у основных растений района физиологических барьеров поглощения элементов-индикаторов;
- определение растений, наиболее пригодных для опробования;
- выявление комплекса элементов-индикаторов, определение содержаний которых необходимо проводить в пробах;
- установление морфологических и биохимических особенностей биогеохимических ореолов в зависимости от состава и размеров рудных тел и вторичных литохимических ореолов, от мощности рыхлых отложений, ландшафтно-геохимических условий;

- определение в конкретных ландшафтно-геохимических условиях глубинности метода при отборе в пробы основных растений;
- сопоставление результатов биогеохимических поисков с литохимическими;
- установление различий в распределении основных элементов-индикаторов в одних и тех же растениях, произрастающих в различных ландшафтно-геохимических условиях.

Классификация биогеохимических методов поисков

- фитогеохимический
- торфогеохимический
- бриогеохимический (исследование водного мха из нижней части водосборного бассейна)
- гумусогеохимический
- метод лесной подстилки

Методика биогеохимических поисков

включает:

1. Выбор площадей.
2. Масштабы и поисковые сети.
3. Отбор проб растений.
4. Подготовка проб растений к анализу.
5. Анализ биогеохимических проб.
6. Обработка результатов биогеохимических исследований.
7. Оценка биогеохимических аномалий.

Рекомендуемые поисковые сети при биогеохимических поисках

Масштаб	Интервалы, м		Число точек отбора проб на 1 км ² площади
	между профилями	между точками опробования	
1:200 000	2000	100–500	1–5
1:100 000	1000	50–200	5–20
1:50 000	500	20–100	20–100
1:25 000	250	10–50	80–400
1:10 000	100	10–20	500–1000
1:5000	50	5–20	1000–5000
1:2000	20	2–20	2500–25 000
1:1000	10	2–10	10 000–50 000

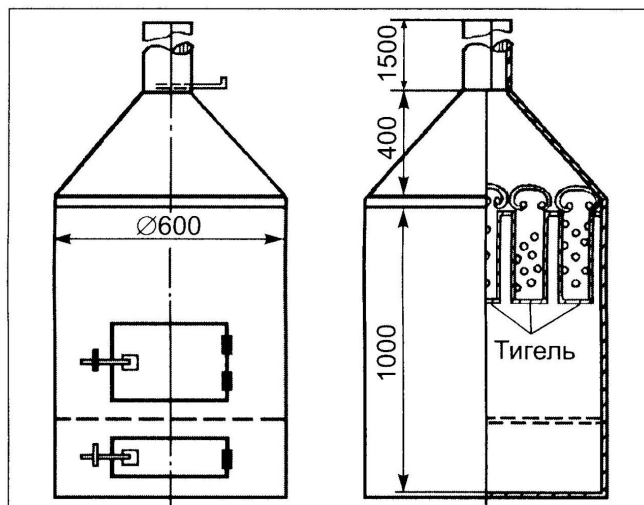
Отбор проб

- **Сеть пробоотбора при проведении биогеохимических исследований, ориентировка профилей и последовательность укрупнения масштаба работ должны соответствовать требованиям литохимических поисков по вторичным ореолам.**
- **Один вид растений должен опробоваться подряд не менее чем на пяти точках по профилю.**
- **При опробовании травянистых растений** (соотношение между отдельными частями в которых всегда примерно одинаково) в пробу лучше брать **всю надземную часть**, кроме прикорневых листьев, загрязненных почвой.
- **При опробовании многолетних кустарников и деревьев следует брать только одну и ту же**

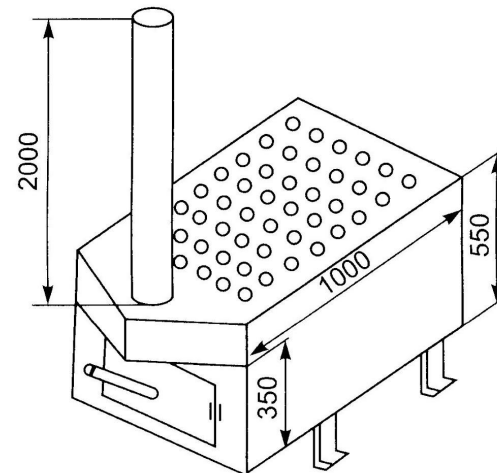
Обработка проб

- Отобранные биогеохимические пробы в полевых условиях сушатся и измельчаются. В случае сильного запыления пробы нужно промыть. Ввиду опасности “вымывания” элементов промывание следует проводить как можно быстрее.
- Затем в лаборатории пробы подвергаются озолению в специальных печах. Полученную золу прокаливают в муфельных печах в течение 4—6 ч при температуре 500-600 °С. В таких условиях в пробах выгорают органические вещества. Прокаленная зола растирается.
- При необходимости определения в биогеох. пробах легколетучих элементов (Hg, As, Sb и др.)

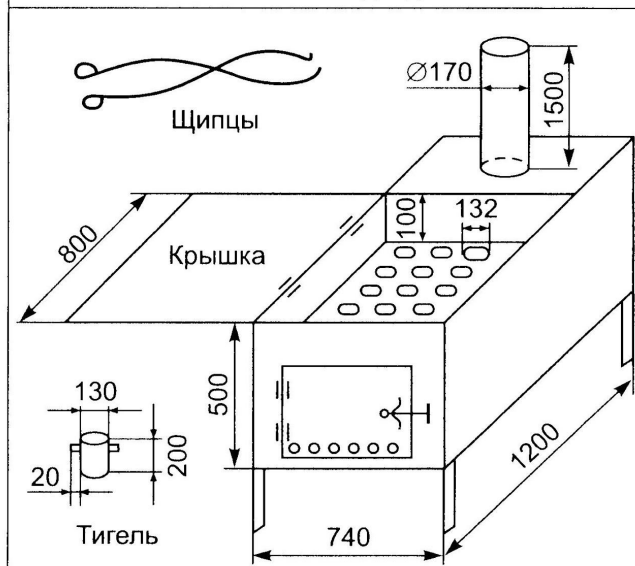
Печи для озоления проб растений



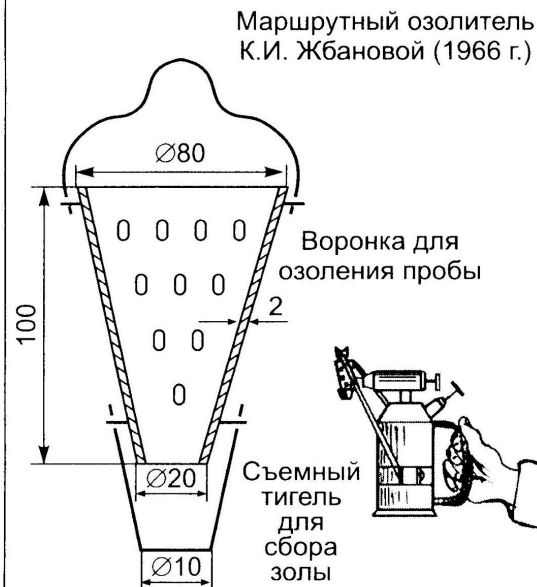
Печь В.И. Медведева



Печь М.В. Солодянкина и др. (1966 г.)



Печь Е.П. Захарова

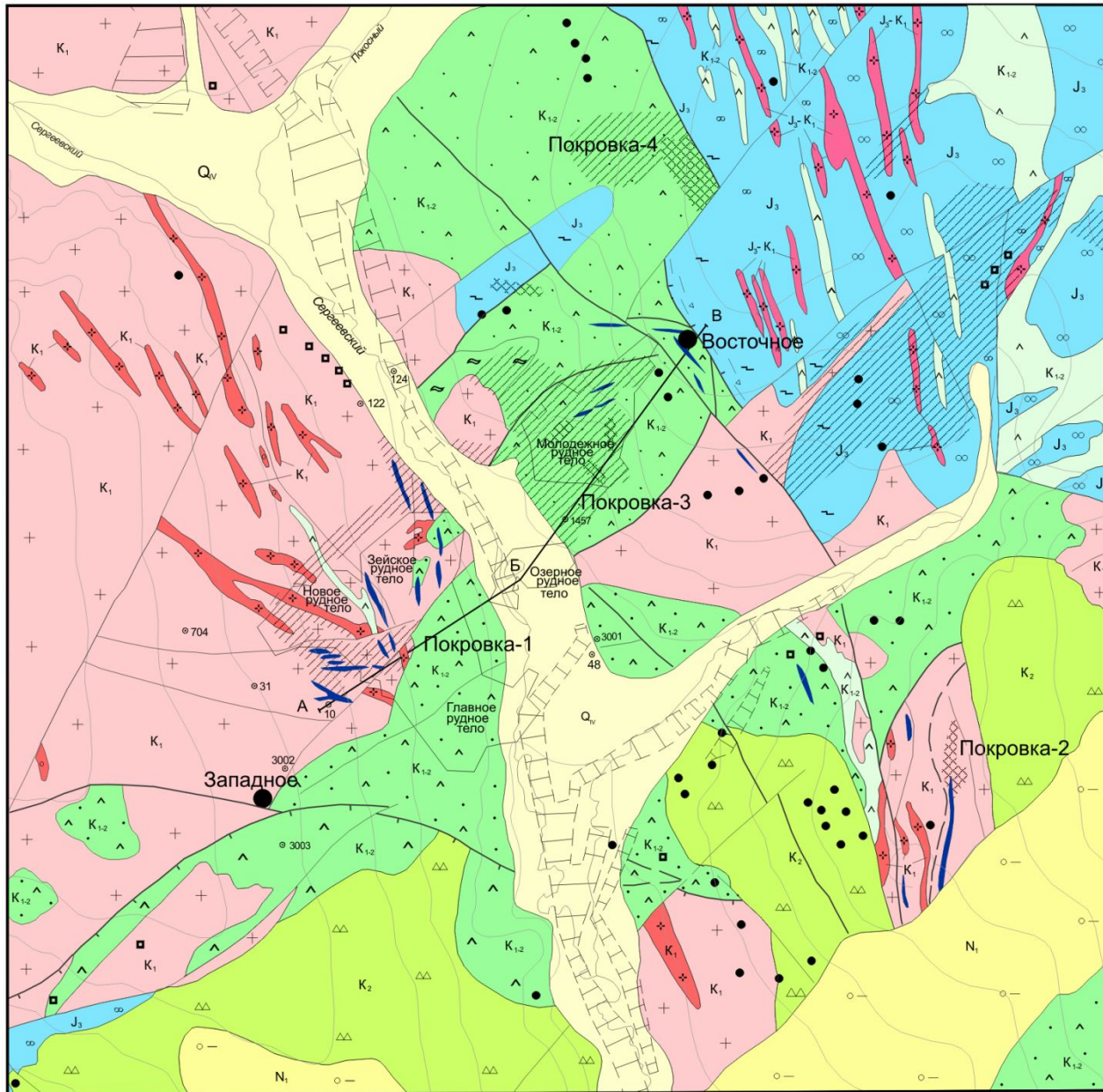


Маршрутный озолятор
К.И. Жбановой (1966 г.)

Покровское золоторудное месторождение

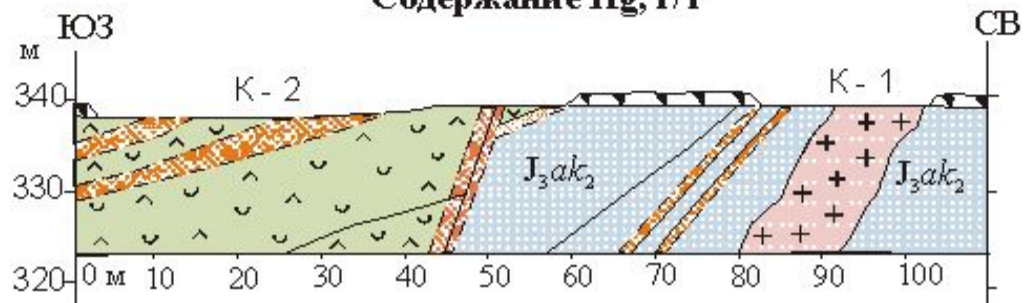
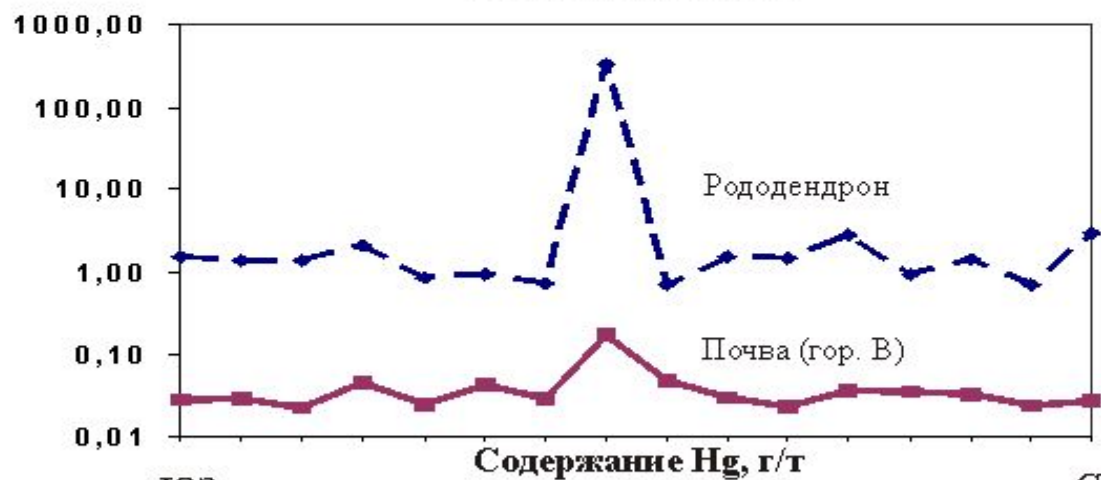
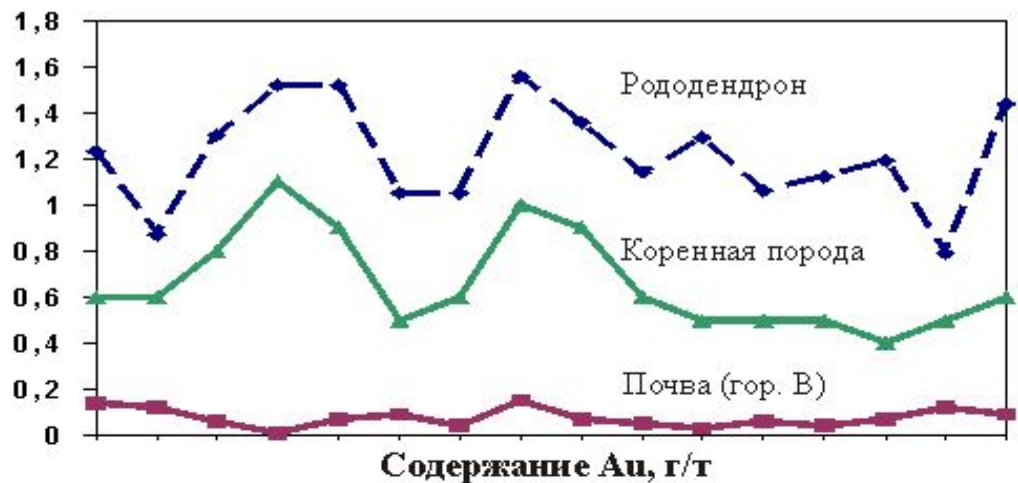
(схематическая геологическая карта
со снятым чехлом рыхлых отложений)

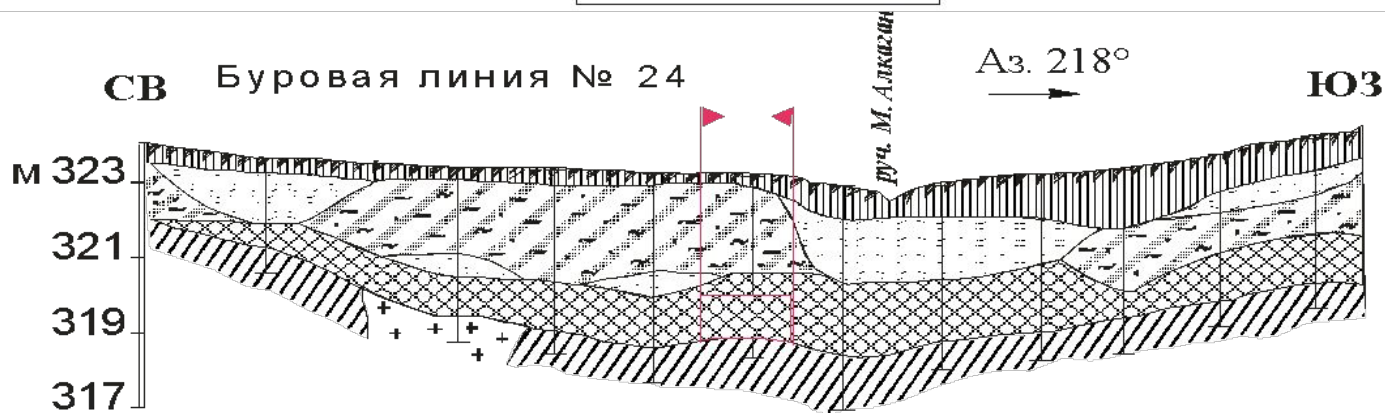
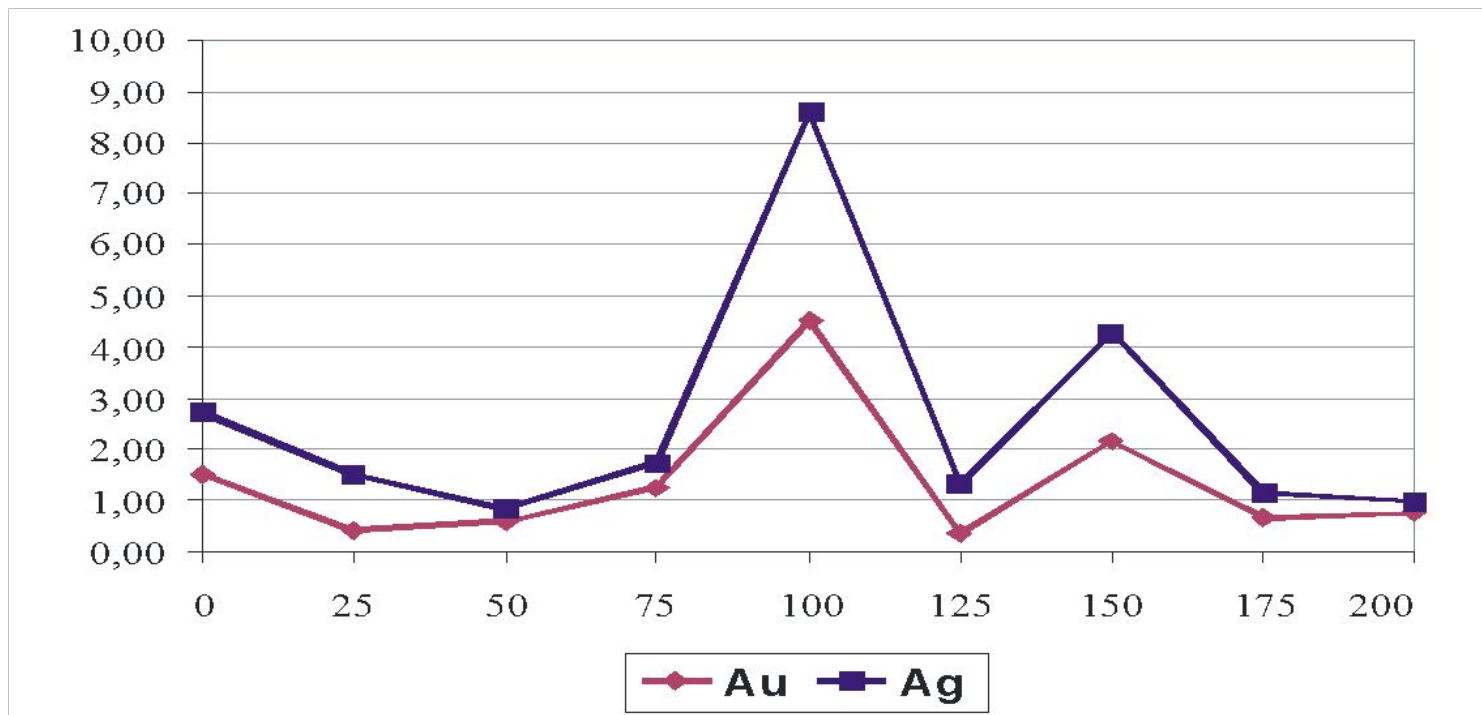
250 м



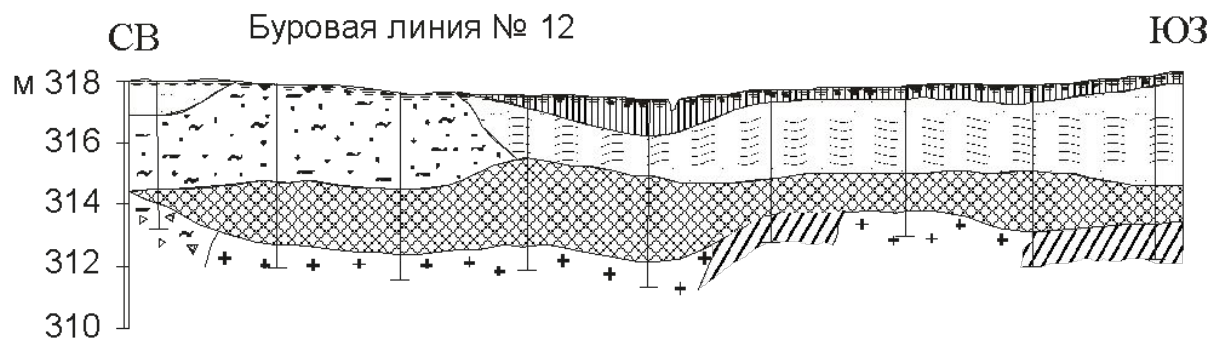
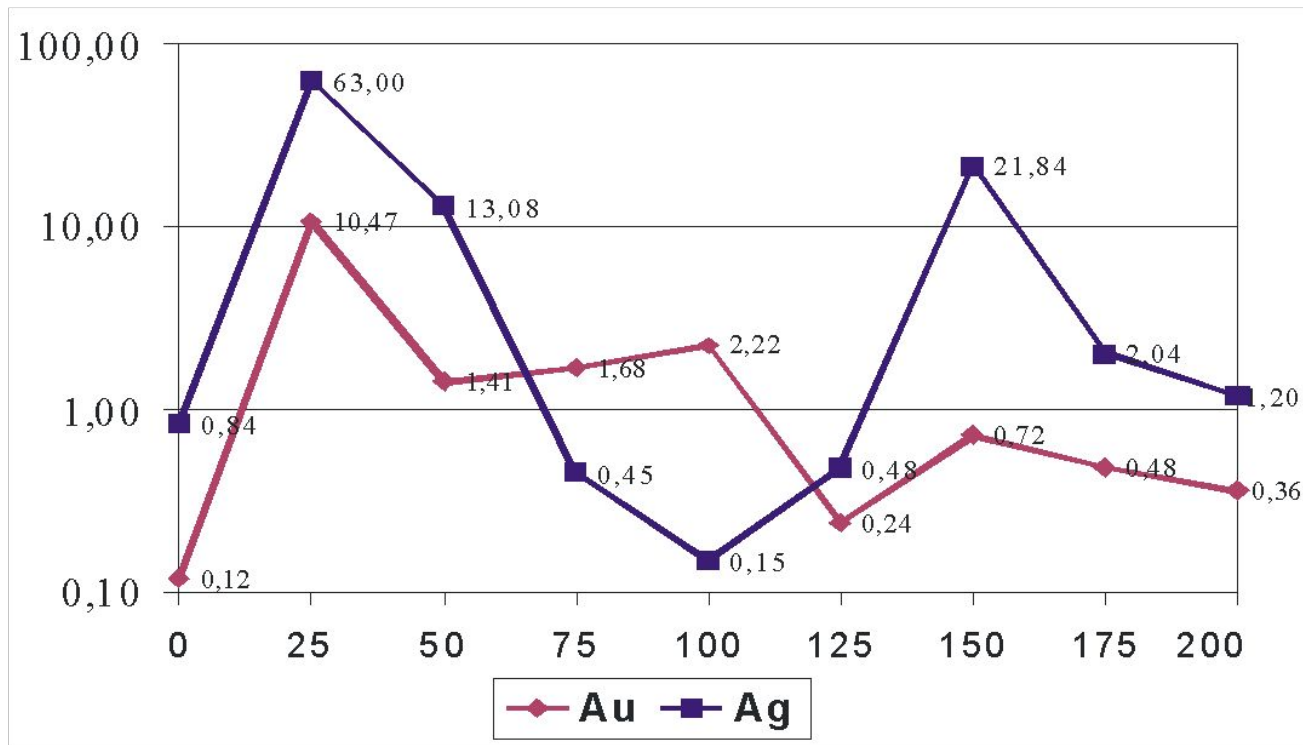
- Q_v Аллювиальные пески, галечники, щебень, глины, суглинки
- - N₁ Пески разнозернистые, глины каолин-монтмориллонитовые
- △△ K₂ Брекчии и конглобрекчии грубообломочные, слабцементированные и неотсортированные с линзами песчаников
- . K_{1,2} ^ Дацинты, их туфы
- ~ J₃ Алевролиты, аргиллиты
- ∞ J₃ Песчаники полимиктовые
- ^ K_{1,2} Дацинты субвулканические
- * K₁ Гранит-порфиры мелко - средне-порфировые
- + K₁ Граниты биотитовые
- * J₃ - K₁ Гранит-порфиры крупнопорфировые
- ^ дациты . туфы ~ лавы
- пески - глины △ дресва
- Кварцевые жилы
- Окварцевание прожилково-сетчатое
- Делювиальные развалы кварца и окварцованных пород
- Разрывные нарушения: а) главные; б) второстепенные; в) надвиги
- Зоны брекчирования, милонитизации, расланцевания
- Контуры разведанных и апробированных запасов рудного золота
- Рудопроявления золота
- Контуры промышленных запасов россыпного золота
- Участки наиболее интенсивной подпитки россыпей золота из коренных источников
- Штуфные пробы из делювия с содержанием золота свыше 0,5 г/т
- Шлиховое золото в делювии
- ↑ Скважина, ее номер

Графики
распределения
содержаний Au и
Hg в растениях,
почве, коренных
породах по
геологическому
профилю участка
«Покровка – IV»





Распределение золота и серебра в золе растений по биогеохимическому профилю над россыпью долины ручья Мал. Алкаган



Распределение золота и серебра в золе растений по биогеохимическому профилю над интрузивными образованиями долины руч. М. Алкаган

Инструментальная биогеохимическая съемка

- Растения анализируются рентгеноспектральным методом без озоления: дешевле, производительнее и оперативнее. Метод точнее, не разрушается вещество.
- Выбираются растения не высокозольные (мхи, осоки), а с развитой корневой системой (деревья, кустарники) – более информативные.
- Глубинность до первых км. Определяется величиной восходящей миграции элементов.