

## **6. Методы поисков месторождений полезных ископаемых**

- 1. Классификация методов поисков месторождений полезных ископаемых**
- 2. Наземные методы поисков**
- 3. Дистанционные методы поисков**
- 4. Подводные поиски**

## 6.1. Классификация методов поисков месторождений ПИ

- По характеру пространства, с которого ведутся поиски месторождений полезных ископаемых, различают **наземные, дистанционные и подводные** методы.
- Наземные методы поисков месторождений полезных ископаемых разделяются на следующие основные группы:
  - 1) геологические
    - 1 - визуальные поиски
    - 2 - метод геологической съемки
    - 3 - геолого-минералогические методы (обломочно-речной, валунно-ледниковый, шлиховой).
  - 2) геохимические
    - 1 - литохимический
    - 2 - гидрохимический
    - 3 - биохимический
    - 4 - атмохимический
  - 3) геофизические
    - 1 – магнитометрический
    - 2 - гравиметрический
    - 3 – сейсморазведочный
    - 4 - электроразведочные
  - 4) технические (горно-буровые) методы.

## 6.2. Наземные методы поисков

### 6.2.1. Геологические методы поисков

- Геологические методы поисков основаны на искаживании местности и **выявлении** непосредственных **признаков оруденения** при геологическом **картировании** площадей и **изучении** условий **образования** и **закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых**, на результатах геолого-минералогического изучения собранного каменного материала. Они разделяются на:
  - - **визуальные маршрутные поиски**,
  - - **метод геологической съемки**,
  - - **геолого-минералогические методы** поисков на основе изучения ореолов и потоков механического рассеяния рудного вещества (обломочно-речной, валунно-ледниковый, шлиховой методы).



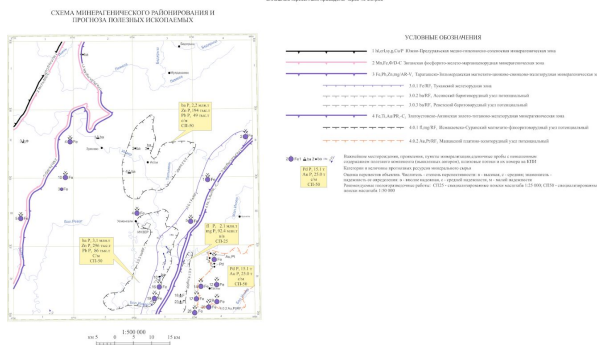
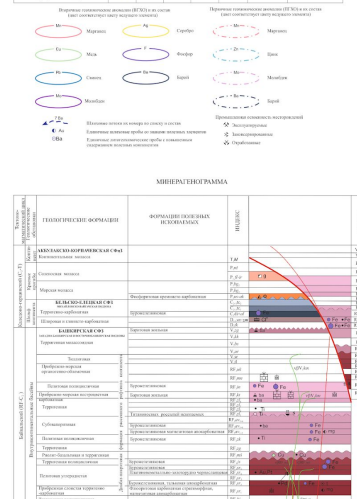
# Визуальные поиски

- **Визуальные поиски** включают в себя:
  - **1) метод прямого обнаружения рудных выходов** путём площадного искаживания местности и тщательного осмотра пород в естественных обнажениях и высыпках;
  - **2) метод ковшевого (лоткового) опробования рыхлых отложений** и протолочек с визуальной проверкой наличия рудных (и сопутствующих) минералов (простейшая разновидность и прототип шлихового метода);
  - **3) метод выявления и прослеживания косвенных визуальных признаков оруденения** по породам, водам и растительности.

Геологическая съёмка, результаты которой представляются в виде кондиционной геологической карты соответствующего масштаба, даёт возможность:

- - выявить условия образования месторождений полезных ископаемых;
- - закономерности их размещения;
- - поисковые признаки.

На этой основе и результатах поисков производится оценка промышленной продуктивности изучаемых площадей.

[illegible]

|                                                                             |                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОАО "Байкалресурс"<br>Центральная<br>межрайонная<br>геодезическая<br>служба | Отчет о результатах работ по объекту:<br>"ДПД 1:200 000, листа N 40-XXX"<br>(Иркутская область) |
| Приложение 3<br>Лист 1<br>Заголовок                                         | Огв. исполнителем:<br>илл. отдела Кукис В.Г. 201                                                |
| Масштаб 1:200 000                                                           | Карта составлена в соответствии с законодательством<br>их размещения                            |
| Составил: илл.отдела<br>Коммунальное хозяйство:                             | Айдаров Э.<br>Айдаров Э.                                                                        |

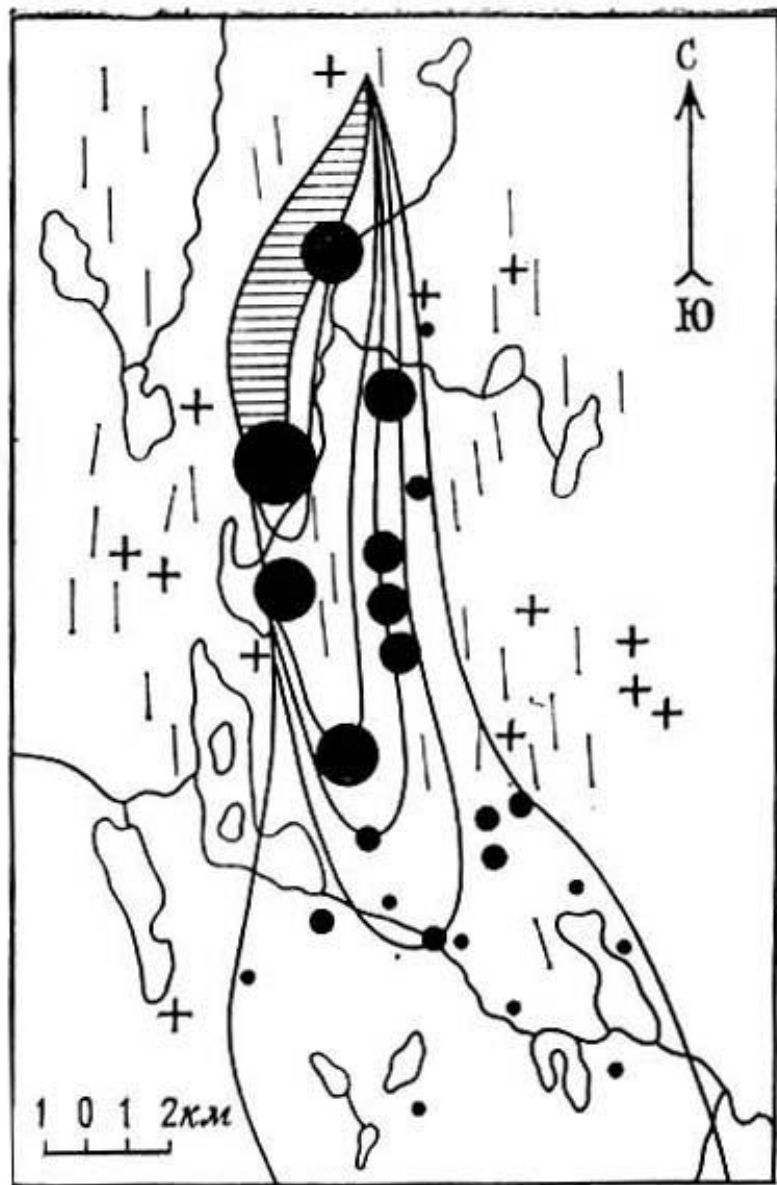


# Геолого-минералогические поиски

- Геолого-минералогические поиски используются при изучении ореолов потоков механического рассеяния рудного вещества и включают в себя: **обломочно-речной, валунно-ледниковый и шлиховой методы.**

## Обломочно-речной метод

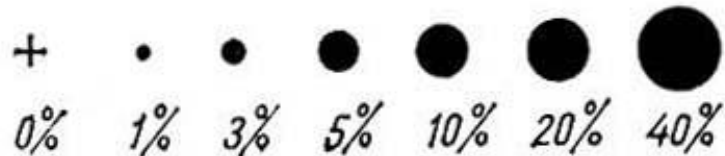
- **Обломочно-речной метод** основан на излучении аллювиальных, делювиальных и элювиальных ореолов механического рассеяния.
- **Сущность** метода состоит в **обнаружении обломков руды** или сопутствующих индикаторных пород и минералов в систематическом **прослеживании их вплоть до коренных выходов месторождения.** Геолог, встретивший рудные обломки в аллювиальных отложениях, продвигается вверх по реке и тщательно осматривает русловые, долинные и террасовые отложения. Места рудных обломков отмечаются на карте и в дневнике. Указываются размер, окатанность обломков, их минеральный состав и частота встречаемости.



## Пример составления карты при поисках валунно-ледниковым методом

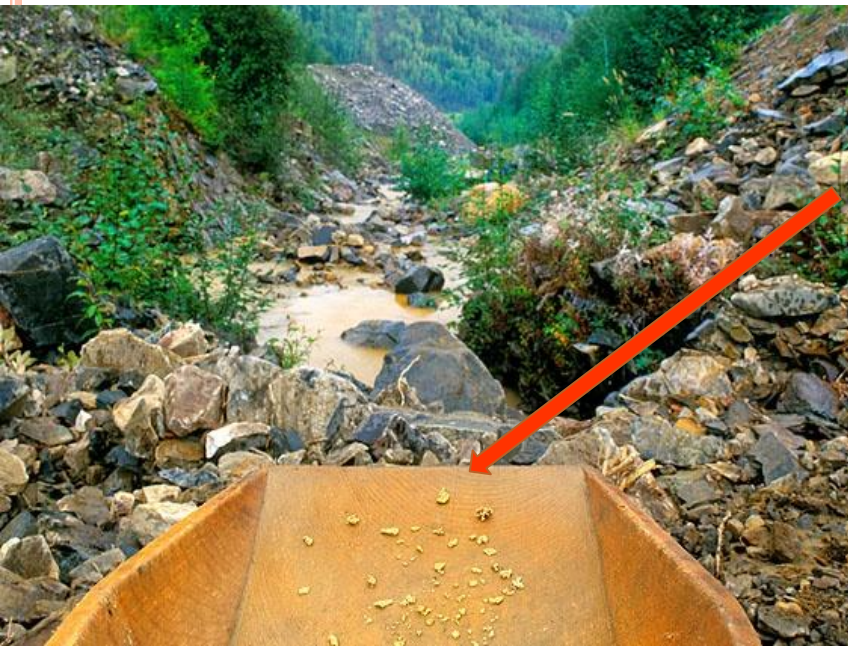
*Рис. 13. Изображение валунного веера и результаты подсчета валунов (по Магнусону).*

*Заштрихованы обнажения коренных горных пород. В процентах дано количество рудных валунов*



# Шлиховой метод

- ❑ Шлихом называют концентрат тяжелых минералов, получаемых в результате промывки материала пробы из рыхлых отложений или дробленых коренных пород.
- ❑ Шлиховой метод применение метода основано на изучении механических шлиховых ореолов рассеяния. Сущность его заключается в систематическом шлиховом опробовании рыхлых отложений, изучении состава шлихов, прослеживается и оконтуривании ореолов рассеяния и выявлении по ним коренных и россыпных месторождений полезных ископаемых.



Золото в шлихе

Золотые самородки





## Продолжение «Шлиховая съёмка»

- Обобщение материалов шлиховой съемки представляются в виде **шлиховых карт** – точечных, кружковых или ленточных.
- **На точечной карте** точками отмечаются места взятия проб, а индексами указываются обнаруженные рудные минералы (рис. 6.1).

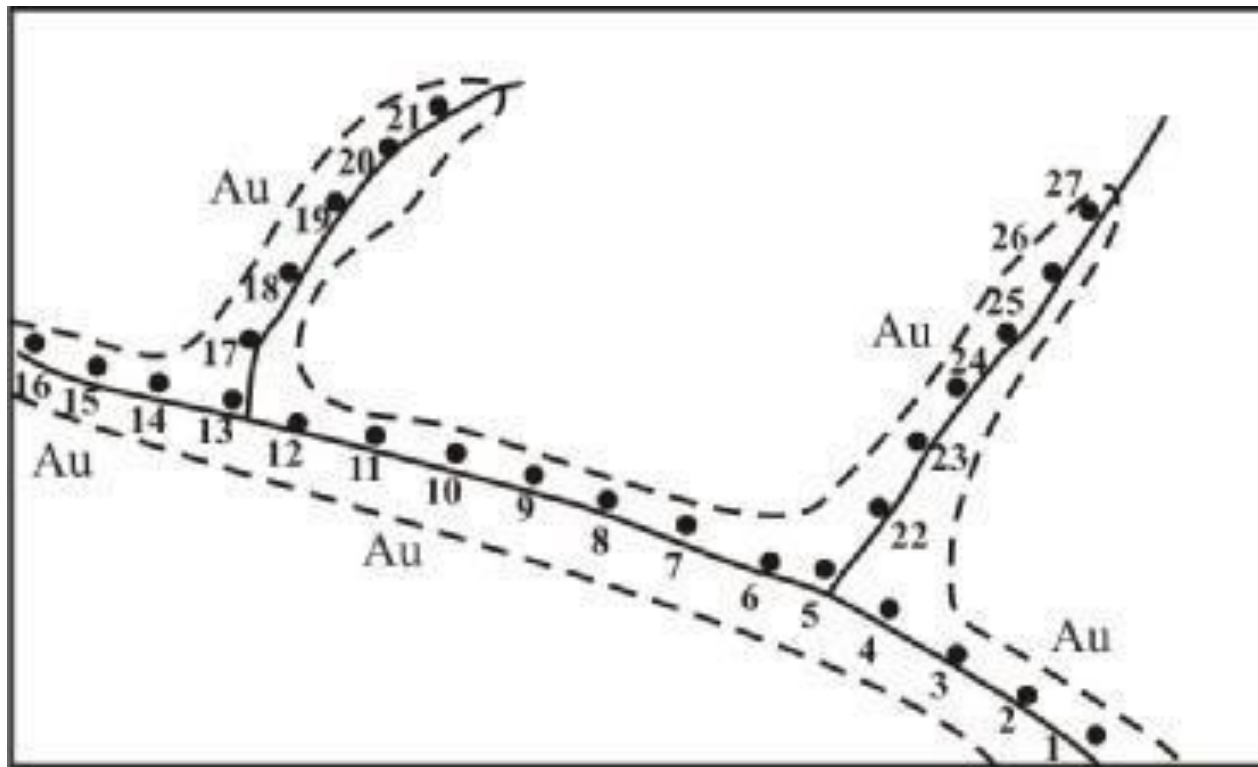
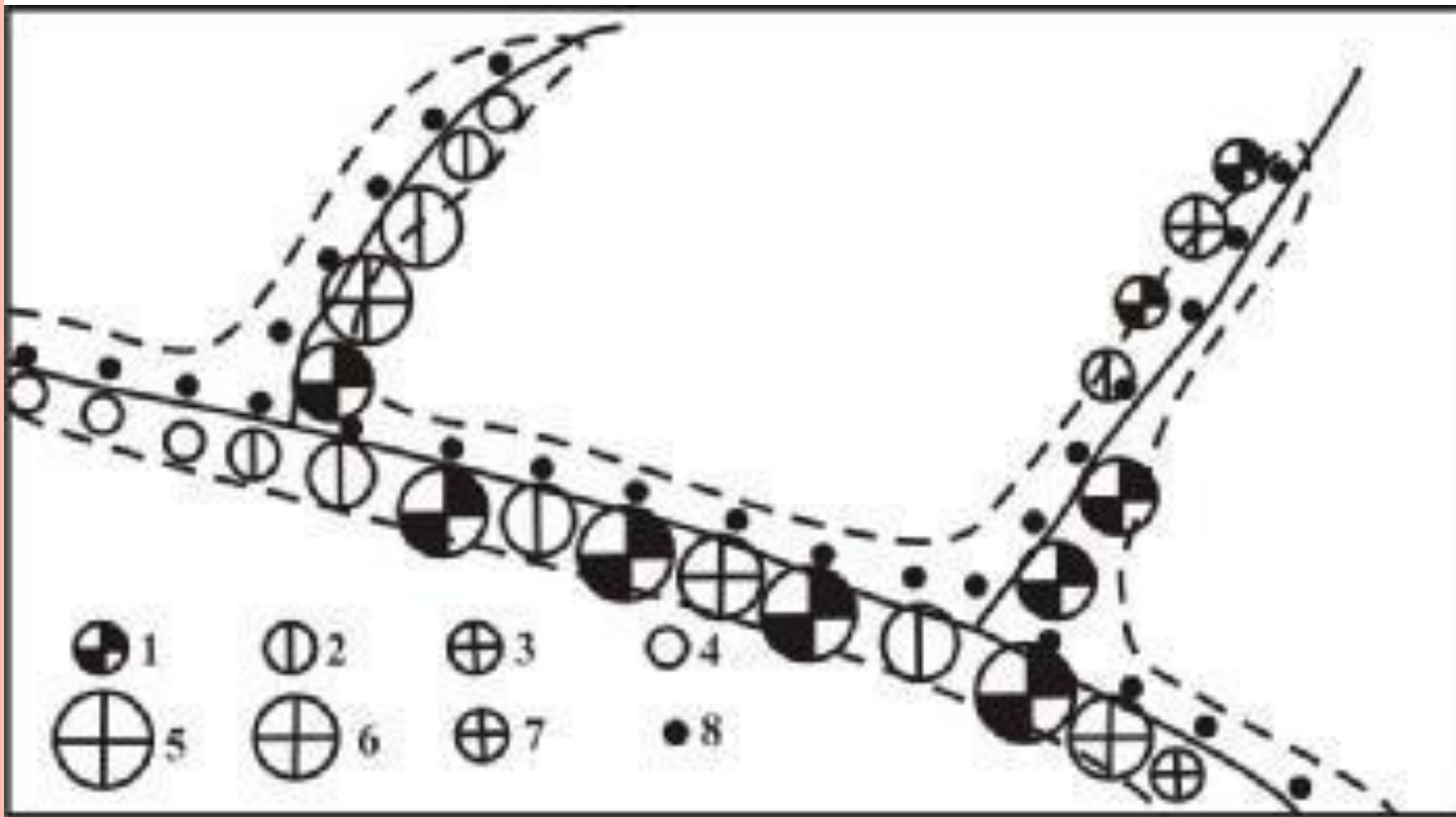


Рис. 6.1. Точечная шлиховая карта  
(по А.Ф. Коробейникову)

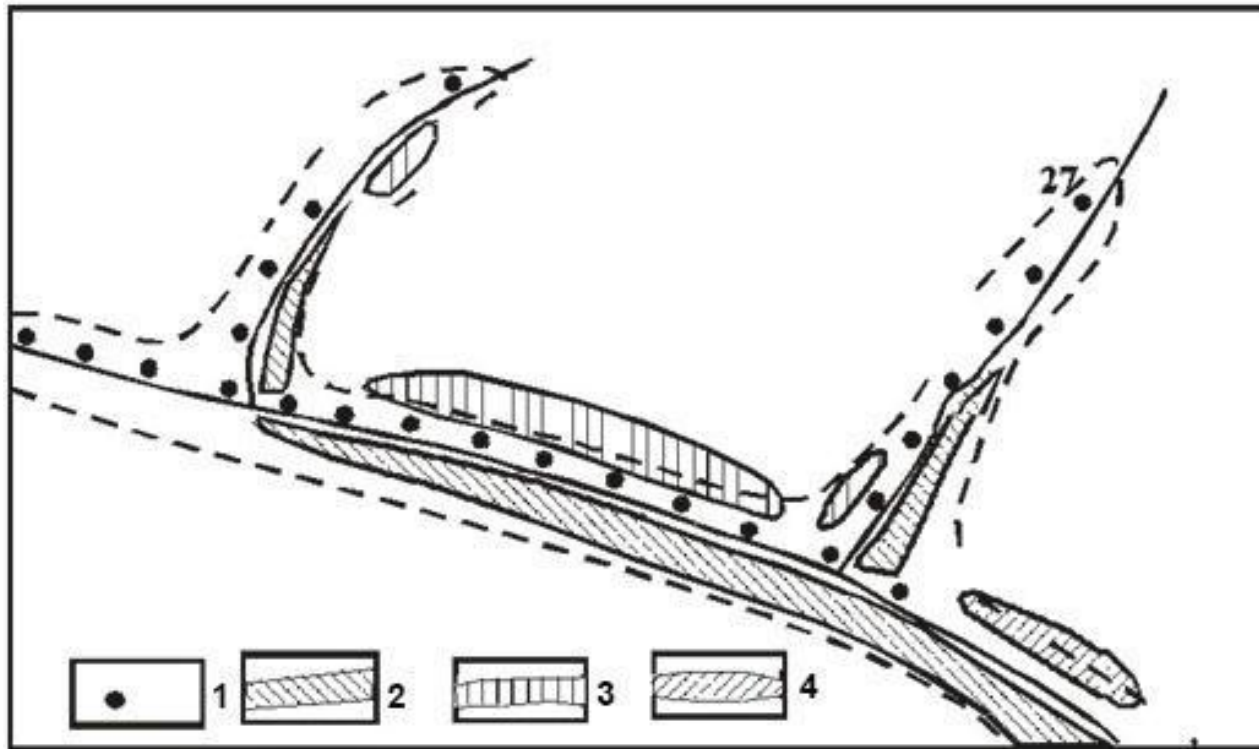
## Продолжение «Шлиховая съёмка»



- Кружковые карты более наглядны, но неудобны для мелкомасштабных карт (кружки перегружают карту).

Рис. 6.2. Кружковая шпиховая карта (по А.Ф. Коробейникову):  
1 – золото; 2 – шеелит; 3 – гранат;  
4 – золото, шеелит и гранат отсутствуют;  
5 – много минерала;  
6 – среднее количество минерала;  
7 – малое количество минерала;  
8 – место отбора проб.

## Продолжение «Шлиховая съёмка»



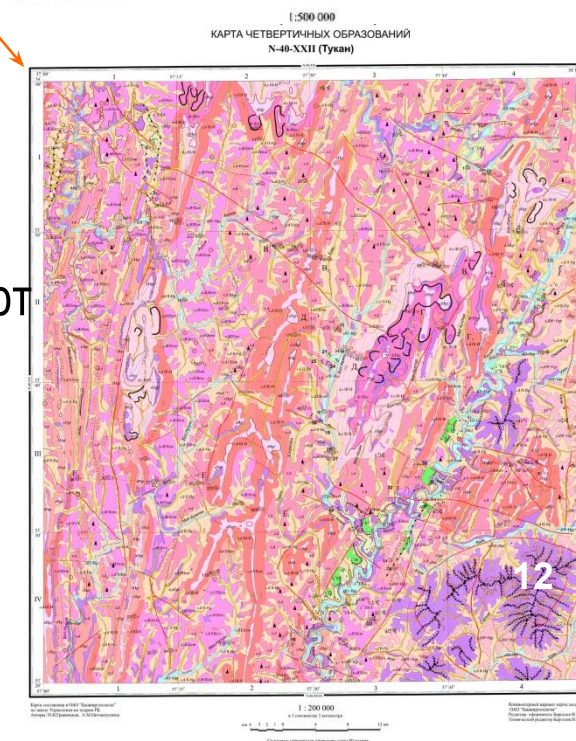
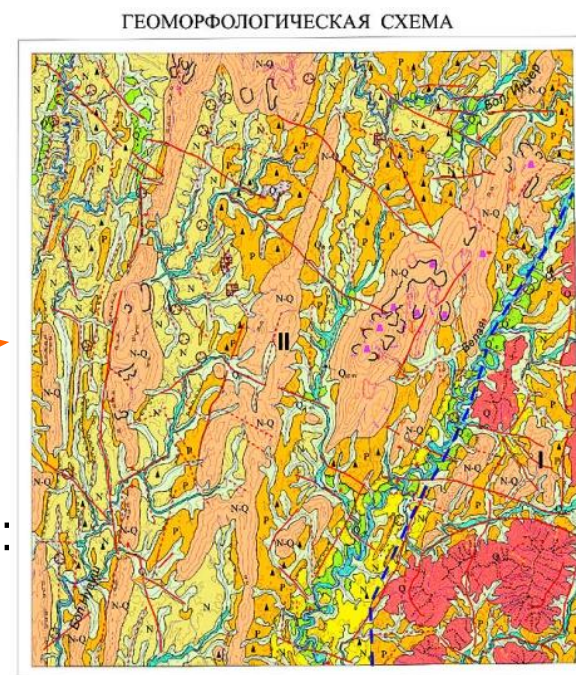
- **Ленточные карты** наиболее компактны и выразительны.

Рис. 6.3. Ленточная шлиховая карта (по А.Ф. Коробейникову):  
1 – номер и место отбора проб;  
2 – золото;  
3 – шеелит;  
4 – гранат.

- На ленточных картах в местах отбора проб **пропорционально количеству обнаруженного полезного минерала проводят линии поперек течения реки**. Затем боковые части линий соединяют, получая ленты, **ширина которых отражает изменение содержания полезного компонента по течению реки или по направлению опробования на склонах**.

# Продолжение «Шлиховая съёмка»

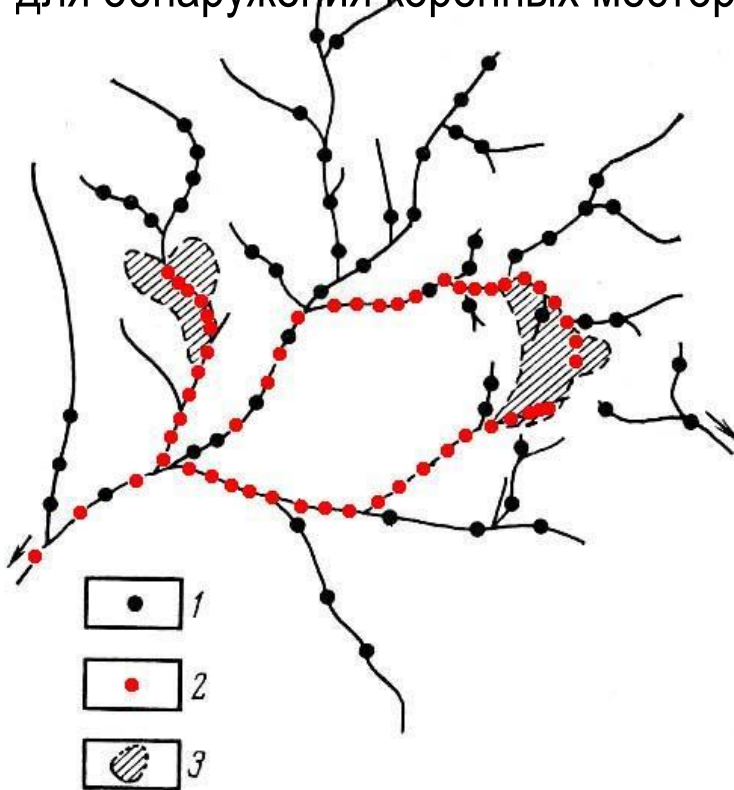
- К шлиховой карте прикладываются:
  - - геоморфологическая карта;
  - - карта четвертичных отложений.
- Если таких карт нет, то на шлиховую карту наносят:
  - - речные террасы;
  - - участки древнего аллювия;
  - - ледниковые отложения.
- При опробовании склонов долин и водоразделов шлиховые карты составляются в изолиниях содержания полезных минералов. Такие карты дают представление о морфологии и масштабе ореолов рассеяния и позволяют установить места максимальной концентрации продуктивных минералов.





## Продолжение «Шлиховая съёмка»

- Материалы шлиховой съёмки позволяют обнаружить россыпные и коренные месторождения полезных ископаемых или наметить перспективные участки для их поисков. О наличии россыпных месторождений свидетельствует:
  - повышенное содержание полезного минерала в рыхлых отложениях,
  - благоприятная геоморфологическая обстановка для его накопления,
  - наличие в районе источников россыпей или благоприятных предпосылок для обнаружения коренных месторождений.



*Рис. 17. Выявление участков возможного нахождения коренных месторождений с помощью шлихового опробования аллювия  
(по Д.В. Воскресенскому).*

*1 - пустые пробы; 2 - пробы, содержащие полезные минералы в иликах; 3 - площади, к которым приурочены коренные месторождения.*

*Стрелками показано направление течения рек*

## 6.2.2. Геохимические методы поисков

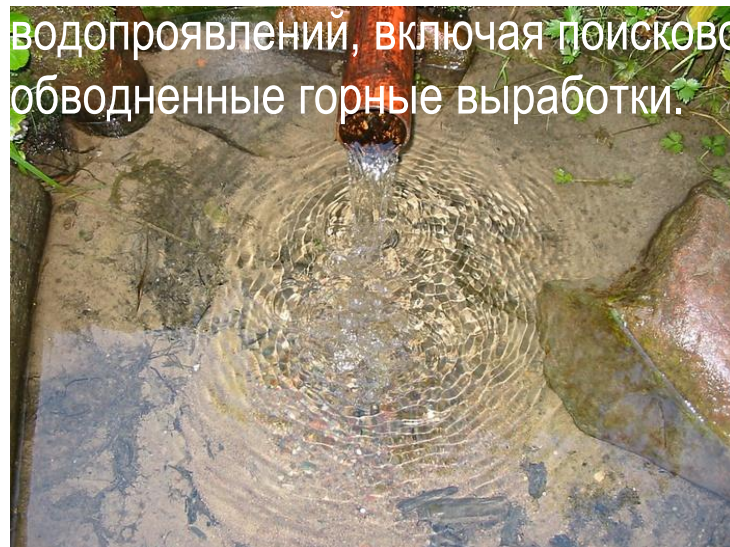
- Геохимические методы поисков получили в настоящее время очень широкое развитие. Достоинствами геохимических методов являются:
  - - **значительные возможности использования их на разных стадиях геологоразведочного процесса и в широких диапазонах ландшафтно-климатических обстановок, обнаженности и расчлененности рельефа** изучаемых регионов;
  - - **объективность, высокая информативность и оперативность исследований.**
- Они позволяют дешево и быстро определить весьма низкие концентрации химических элементов по большому числу проб и выявить аномальные участки с повышенными содержаниями полезных компонентов.
- Использование геохимических данных при составлении прогнозных карт **повышает глубинность прогнозирования до 1 км, что особенно важно при поисках скрытого оруденения.**

## Продолжение «6.2.2. Геохимические методы поисков»

- В зависимости от характера ореолов рассеяния элементов выделяются следующие геохимические методы поисков:
  - 1) литохимический (металлометрический);
  - 2) гидрохимический;
  - 3) биохимический;
  - 4) атмохимический (газовый ) и др.
- Важнейшее значение в практике работ имеет **литохимический метод поисков, позволяющий производить оценку рудоносных структур на количественной основе.**
- **Литогеохимический метод** поисков основан на систематическом опробовании **коренных пород** (литогеохимические поиски по первичным ореолам рассеяния) и **рыхлых отложений** (литогеохимические поиски по вторичным ореолам рассеяния).

## Продолжение «Гидрогеохимический метод»

- ▣ **Опробование водопроявлений** производится по заранее намеченным профилям, соответствующим маршрутам геологической съемки, с таким расчетом, чтобы **охарактеризовать все перспективные на обнаружение полезных ископаемых комплексы горных пород и зоны разрывных тектонических нарушений.**
- ▣ Пробы отбираются из источников и колодцев, а также поверхностных водотоков. Объем пробы составляет **1 л.** При детальном геологопоисковых работах масштаба 1:10 000 и крупнее в пределах выделенных перспективных участков гидрогеологические исследования помогают обнаруживать скрытые рудные тела. При этих работах проводится детальное опробование всех



**Водопроявления (родники): каптированный (а); необорудованный (б).**



# Атмогеохимический метод

- ▣ **Атмогеохимический метод** поисков основан на выявлении газовых аномалий родона, гелия, торона и углеводородов в почве, надпочвенном воздухе и в подземных выработках. Он **применяется при поисках нефти, газа, ископаемых углей, ртути** (газовый метод) и **радиоактивных руд** (эманационный метод).
- ▣ **Достоинствами метода** являются:
  - ▣ - **определенность связей** газовых выделений или радиоактивных эманаций **с их источником**;
  - ▣ - **возможность применения** этого метода **в закрытых районах**, при значительной мощности дальнеприносных отложений, на каменистых склонах и осыпях.

# Биохимический метод

- ❑ **Биогеохимический метод** поисков основан на выявлении вторичных ореолов рассеяния в растениях. **Основным достоинством биогеохимического метода является его глубинность**, т.е. возможность обнаружения рудных тел, перекрытых наносами мощностью до 30 м. **Метод может применяться при поисках полезных ископаемых в пустынных, лесистых, заболоченных районах, в областях недавнего оледенения.**
- ❑ При постановке производственных биогеохимических исследований особое значение имеет выбор растений для опробования. **Для новых районов комплекс растений устанавливается опытными методическими работами; для районов известных — по аналогии с ранее проведёнными исследованиями.** При этом должно быть выяснено, какие части растений — корни, ветви, листья — являются концентраторами элементов-индикаторов.
- ❑ С целью получения наиболее надежных результатов на каждом пункте опробования **отбираются пробы растений двух-трех видов.** Масса пробы определяется в зависимости от применяемых аналитических методов.

# Геоботанический метод

□ **Геоботанический метод** поисков основан на использовании растений-индикаторов, произрастающих на почвах, обогащенных соответствующими химическими элементами. Так, галмейная фиалка и галмейная ярутка растут на почвах с повышенным содержанием цинка, что может указывать на наличие в непосредственной близости повышенных концентраций цинка и, следовательно, на возможность обнаружения цинковых рудопроявлений в минеральных формах. Среди растений-индикаторов известны:

□ - представители «**медной**» флоры — **качим**;



□ - «**никелевой**» — грудница татарская, грудница мохнатая, **анемон**.



□ Некоторые элементы (уран, молибден, бор) вызывают характерные заболевания и морфологические изменения растений, что может служить дополнительным признаком при геоботанических поисках.

# Геофизические методы поисков

- **Геофизические методы поисков** основаны на изучении физических свойств горных пород и полезных ископаемых.
- Эти методы имеют большое значение для поисков месторождений, перекрытых мощными рыхлыми отложениями и залегающих на больших глубинах. **Наибольшей эффективности геофизические методы достигли при поисках месторождений:**
  - - нефти и газа;
  - - радиоактивных руд;
  - - железных руд;
  - - угля;
  - - колчеданных руд;
  - - подземных вод.



# Магнитометрический метод

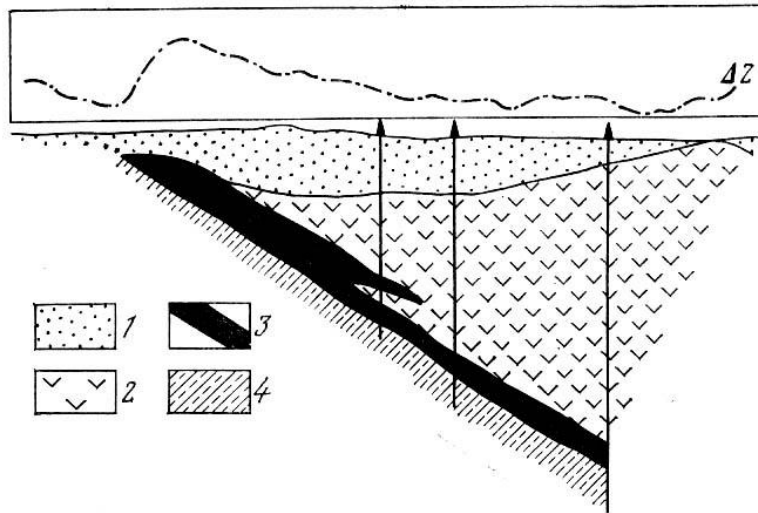
- **Магнитометрический метод** заключается в определении магнитного поля на поисковом участке. По способности к намагничиванию — магнитной восприимчивости все вещества делятся на:
  - - **диамагнитные** ( $\chi < 0$ );
  - - **парамагнитные** ( $\chi > 0$ ).
- Вещества с высокой магнитной восприимчивостью называются **ферромагнитными**.
- **Диамагнитными** свойствами обладают кварц, кальцит, барит, флюорит, соль, гипс, ангидрит, мрамор.
- К **парамагнитным** относятся породы, содержащие в своем составе магнетит, титаномагнетит, гематит, пирротин.
- Для производства магнитных измерений разработана высококачественная отечественная аппаратура:
  - - **наземные магнитометры** — М-18, М-20, М-23, М-27;
  - - **аэромагнитометры** — АСГ-48, АММ-13, АЯАМ-6 и др.



Магнитометр МФ-24ФМ

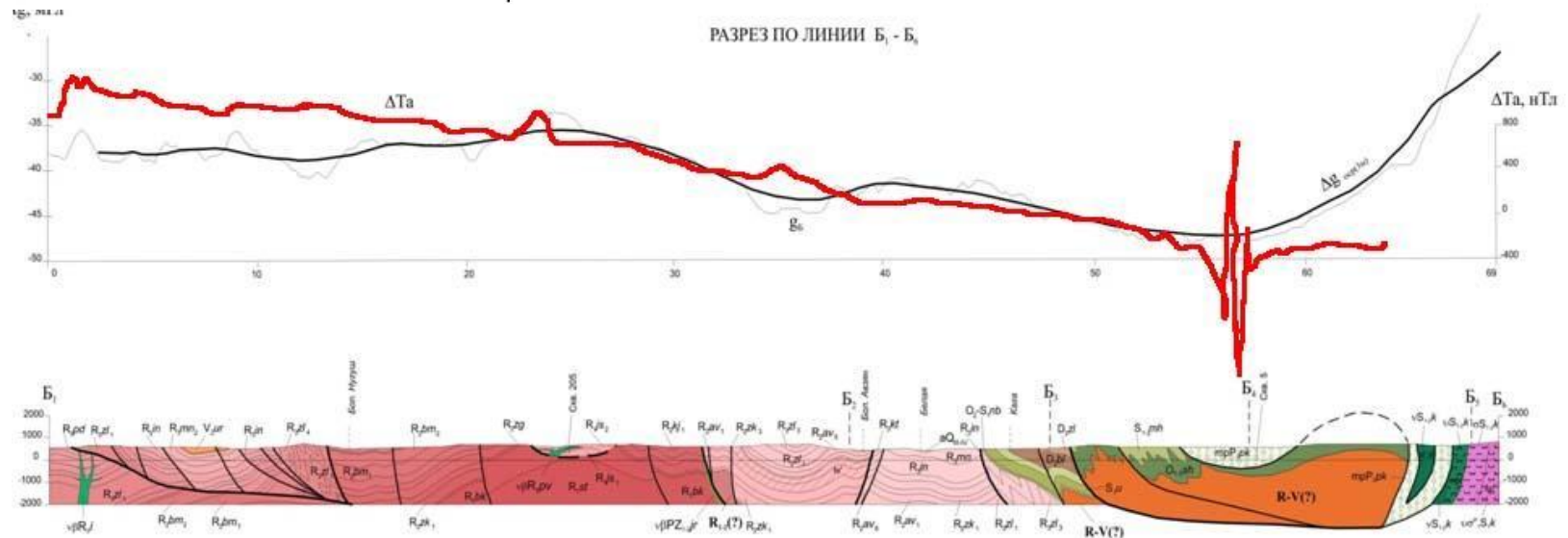
## Примеры применения магнитометрического метода

- На рис. 21 приведен график, показывающий характер изменения вертикальной составляющей напряженности магнитного поля  $\Delta Z$  над сульфидными медно-никелевыми рудами. Повышенная магнитность рудного тела объясняется наличием в руде пирротина, обладающего ферромагнитными свойствами.



*Рис. 21. График изменения  $\Delta Z$  при поисках медно-никелевого рудного тела магнитным методом в Сёдбери (по Гельбрайту).*

1 - ледниковые моренные отложения; 2 - нориты; 3 - рудное тело; 4 - подстилающие метаморфические породы



# Радиометрический метод

- ❑ **Радиометрический метод** является ведущим для поисков радиоактивных руд и оказывает существенную помощь в решении общих вопросов геологического строения и поисков месторождений других полезных ископаемых. **Метод основан на определении радиоактивности природных образований.** Известно более 230 радиоактивных изотопов элементов. К ним относятся изотопы таких тяжёлых элементов, как **уран, радий, торий, актиний**, и ряда лёгких элементов — **калия, рубидия, рения, индия, олова, теллура.**
- ❑ Радиоактивность пород выражается в **альфа-, бета- и гамма-излучении.** Наиболее широкое распространение получили методы поисков, основанные на **измерении гамма- и бета-излучения.**



## Гравиметрический метод

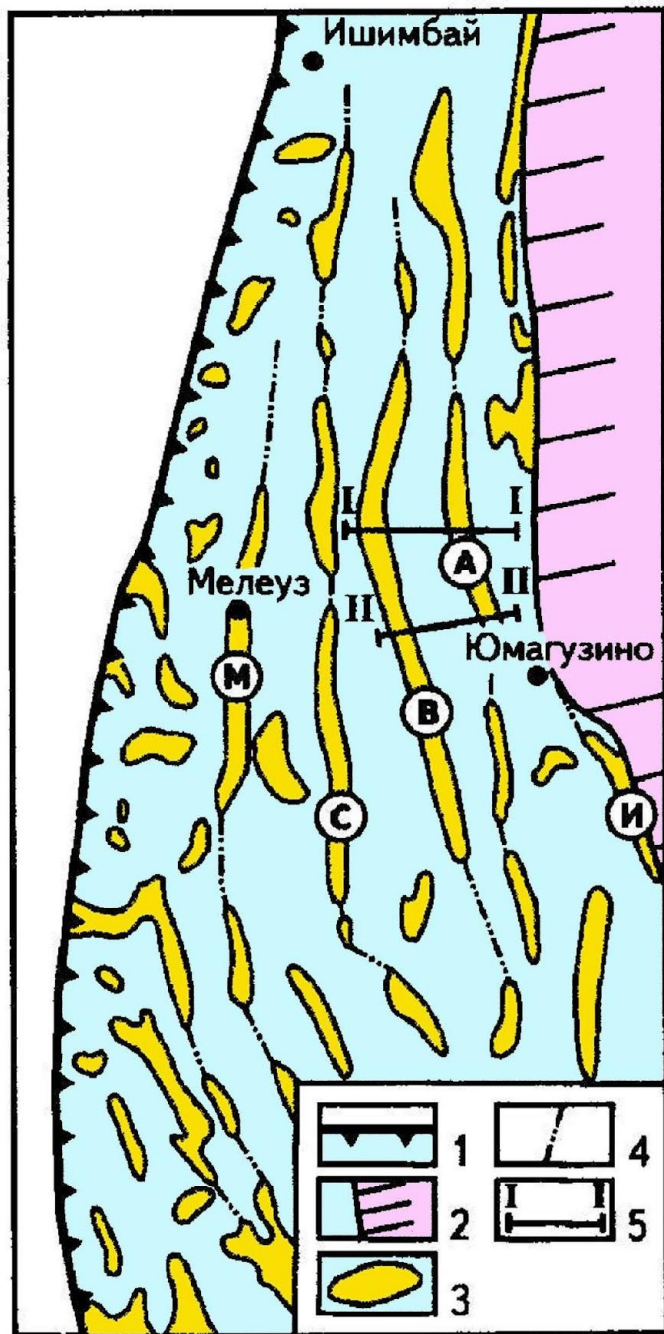
- **Гравиметрический метод** основан на изучении поля тяготения на поверхности земли, аномалии которого обусловлены различной плотностью горных пород, зависящий от их минерального состава и пористости. Плотность измеряется в граммах на кубический сантиметр и колеблется в значительных пределах.

**Наименьшую плотность (менее  $2 \text{ г/см}^3$ ) имеют песок, почвы, каменные угли.**

**Большинство жильных минералов, слюда, бокситы имеют плотность от  $2,5$  до  $3 \text{ г/см}^3$ ; карбонаты железа и марганца, флюорит, лимонит имеют плотность от  $3$  до  $4 \text{ г/см}^3$ ; богатые железные, пирротиновые, медноколчеданные и некоторые другие руды — выше  $4 \text{ г/см}^3$ .**

- **Метаморфические средние и кислые изверженные породы обладают плотностью от  $2,5$  до  $3 \text{ г/см}^3$ ; основные и ультраосновные породы, железистые кварциты относятся к породам повышенной плотности — от  $3$  до  $4 \text{ г/см}^3$ .**





## Картирование соляных куполов в Предуральском прогибе гравиметрическим методом

**Рис. 1. Схема размещения  
галогенных структур кунгура  
Бельской впадины**

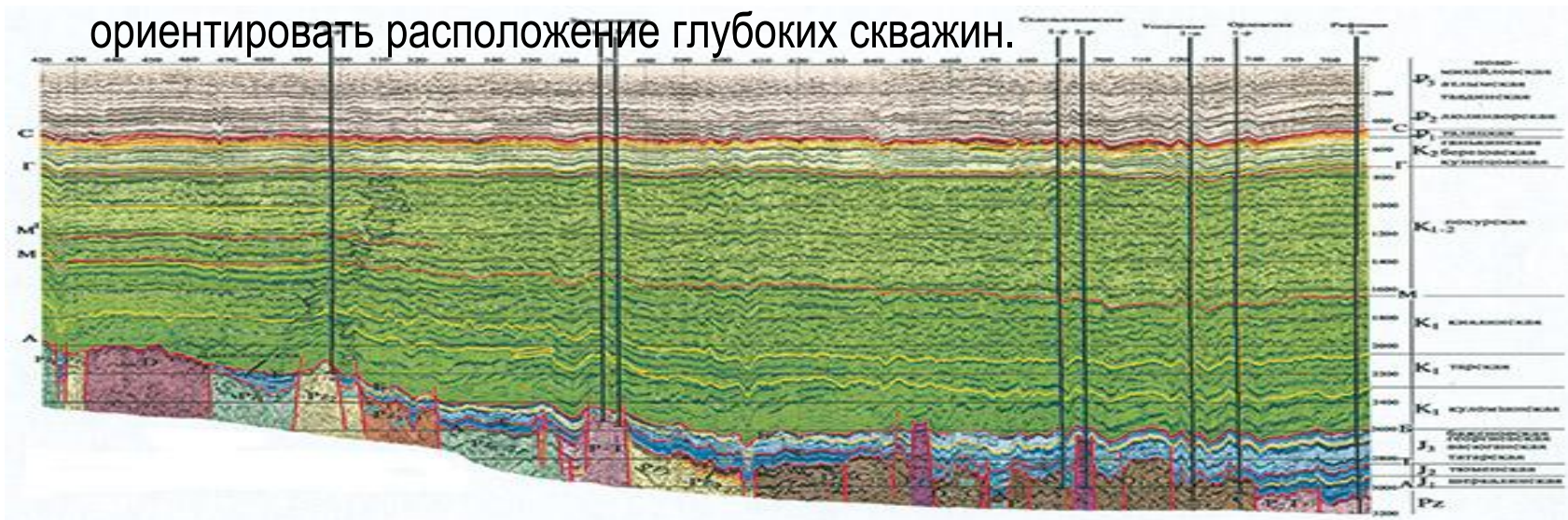
**Предуральского прогиба:**

*1 – западная граница впадины; 2 –  
область отсутствия отложений  
кунгура; 3 – соляные поднятия; 4 –  
оси кунгурских валов; 5 – линии  
геологических разрезов*



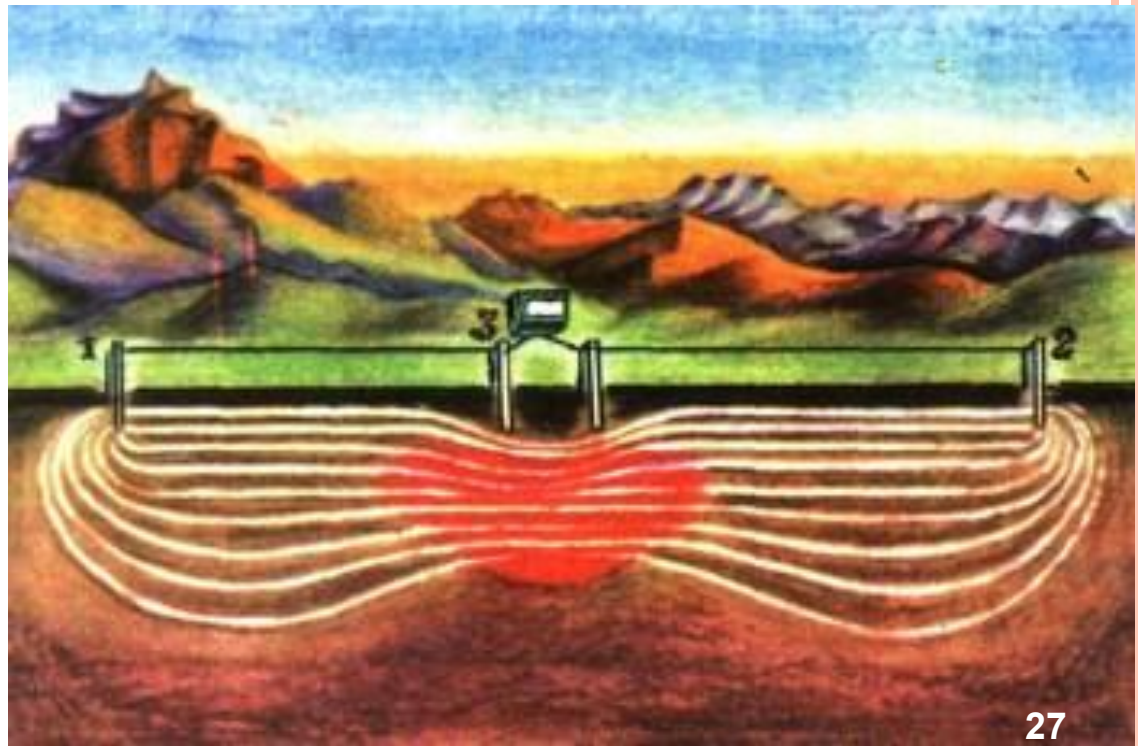
# Сейсмометрический метод

- ▣ **Сейсмометрический метод** основан на изучении скорости распространения и времени пробега в земной коре продольных упругих волн, вызываемых взрывами в скважинах. Скорость распространения волн в горных породах зависит от физических свойств этих пород и глубины их залегания. **Наибольшая скорость распространения сейсмических волн характерна для изверженных пород**, несколько меньшая — для карбонатных и песчано-глинистых и **самая низкая — для рыхлых отложений**. Регистрация сейсмических колебаний производится сейсмическими станциями.
- ▣ **Наибольшее значение сейсмический метод имеет для поисков нефтяных и газовых месторождений**, позволяя обнаруживать нефтегазоносные структуры на большой глубине. Детальные исследования дают возможность определить размеры этих структур и помогают ориентировать расположение глубоких скважин.



# Электрометрические методы

- **Электрометрические методы** основаны на различной электропроводности горных пород и руд. В геофизической практике пользуются понятием удельного сопротивления, измеряемого в **ом-метрах**. Горные породы обычно имеют очень высокое сопротивление. В то же время **сульфиды** (пирит, галенит, халькопирит), некоторые **окислы металлов** (магнетит, касситерит, манганит), **угли и графит** хорошо проводят электрический ток.
- В связи с возможностью изучения естественных и искусственных электромагнитных полей, возникающих в горных породах под воздействием источников постоянного или переменного тока, имеется большое число модификаций электрометрических методов.



Принципиальная схема  
электроразведки

## Продолжение «Электрометрические методы»

- При детальных работах в пределах рудных полей и месторождений широко применяются методы:
  - - *естественного поля,*
  - - *заряженного тела,*
  - - *вызванной поляризации,*
  - - *радиопросвечивания,*
  - - *ВЭЗ,*
  - - *электропрофилирования* и др.
- **Метод естественного поля** основан на изучении электрических полей, возникающих вблизи контакта горных пород и залежей полезных ископаемых, водоносных пластов и т.д. Метод успешно применяется при поисках сульфидных месторождений, некоторых типов углей и графита.



## Продолжение «Электрометрические методы»

- ▣ **Метод вызванной поляризации (ВП)** основан на измерении разности потенциалов, возникающей в результате поляризации электронно-проводящих объектов под воздействием кратковременных импульсов внешних источников тока.
- ▣ Метод предназначен для поисков сплошных и вкрапленных рудных тел, сложенных минералами, хорошо проводящими электрический ток.

- ▣ **Метод заряженного тела** применяется для прослеживания рудных тел, вскрытых хотя бы в одной точке.

