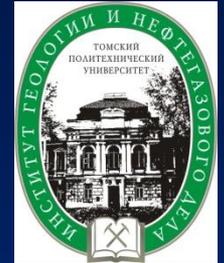




Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
« НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ »  
ИНСТИТУТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ



Рациональная методика поисков и геолого-экономической оценки  
минеральных ресурсов,  
(часть I)

*Лекция*  
**ДОКУМЕНТАЦИЯ И ОПРОБОВАНИЕ ПРИ ПОИСКОВЫХ И  
РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТАХ**

Автор: к.г.-м.н., доцент Домаренко Виктор Алексеевич

*Геологическая документация. Опробование.  
Факторы, определяющие выбор способа отбора проб и важнейшие параметры  
пробоотбора.*

*Обработка и анализы проб*

*Контроль процесса опробования и анализов проб.*

ТОМСК-2011

# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК

Проведение первичных геологических наблюдений и их фиксацию в виде определенных документов называют *геологической документацией*.

Геологическая документация, в сущности, первый и, следовательно, самый ответственный этап при изучении месторождений в процессе разведки. Поэтому очень важно следить за качеством документации.

К качеству первичных геологических документов предъявляются высокие требования. Они должны выполняться тщательно, точно и объективно, с максимальной полнотой отражать наблюдаемые факты. Неправильные выводы, сделанные при правильном ведении геологической документации, можно исправить, но неправильно составленную геологическую документацию в большинстве случаев исправить нельзя.

**Поэтому геологическую документацию следует поручать высококвалифицированным геологам, т.к. в самой документации уже заключен творческий элемент - отбор документируемого материала.**

**Значение геологической документации геологоразведочных выработок станет понятным, если учесть, что возможность повторных наблюдений в них часто исключается. Необходимо также сохранять геологическую и иную документацию, образцы горных пород и руд, керны, дубликаты проб, которые могут быть использованы при дальнейшем изучении недр.**



**Первичная геологическая документация обеспечивает накопление всех данных, необходимых для получения правильного представления об особенностях геологического строения месторождения, морфологии тел полезных ископаемых, условиях их залегания и внутреннего строения, пространственного распределения в них полезных и вредных компонентов и других характеристик, определяющих промышленную ценность объекта.**

**Первичная геологическая документация отражает методику проведенных работ и правильность их исполнения.**



Полевая документация производится в стандартной полевой книжке обязательно одновременно с отбором проб. Полевая книжка является основным документом работы партии (отряда). Одновременно с отбором проб техник ведет в полевой книжке абрис профиля (кроки), отмечая элементы ситуации, определяющие местоположение точек отбора проб, геологическую обстановку и геоморфологические особенности местности. Обязательным условием является фотодокументация наиболее типичных элементов и инструментальная привязка GPS/



При съемке по потокам рассеяния основой абриса служит схема местной гидросети, в случае съемки по прямолинейным маршрутам — линия профиля, дополняемая наблюдениями в стороны на  $1/2$  расстояния между профилями или в пределах видимости. В абрис заносят дороги, реки, горные выработки, особенности рельефа, контакты горных пород, петрографический состав, генезис, по возможности мощность и характер (песчанистый, глинистый, илистый и т. п.) опробуемых рыхлых отложений, места находок рудных свалов и точки отбора детализационных проб, а также особо заметные точки для привязки на местности и т. п.



Абрис ведётся глазомерно в масштабе, при котором ширина одной строчки в полевой книжке равна шагу по профилю. Привязку точек отбора проб к элементам ситуации производят с помощью горного компаса GPS-приёмника и определения расстояний шагами или на глаз; на абрисе указывают положение магнитного меридиана (стрелка С—Ю). Дополнительные записи, поясняющие абрис, заносят в полевую книжку в форме примечаний. При глубинных поисках каждую отбираемую пробу просматривает техник с точки зрения ее принадлежности к представительному горизонту для опоскования, что отмечается в полевой книжке.



В конце рабочего дня техник обязан записать итоговое количество проб и подписать полевую книжку, свидетельствуя своей подписью правильность сделанных в ней записей. Все записи в полевой книжке должны вестись простым черным карандашом. Записи химическим карандашом и чернилами запрещаются. Применение нехимических цветных карандашей допустимо только для абриса.

В полевых книжках категорически воспрещаются всякого рода подчистки, исправления и стирание резинкой сделанных записей, заклеивание или вырывание страниц. Вычеркивание записи разрешается только тонкой чертой с указанием причин, скрепляемых подписью.



Все записи, сделанные в поле, начальник партии (отряда) должен систематически проверять и подписывать.

Пройденные за день маршруты пробоотбора наносят на сводную карту (схему) с указанием даты и номера полевой книжки. При поисках по потокам рассеяния сводная схема должна представлять собой подробную, выкопировку с топокарты временной и постоянной гидросети участка. В случае поисковых и детальных работ по ореолам рассеяния сводную схему расположения профилей составляют для простоты на миллиметровой бумаге.



Геологической документации подвергаются все пройденные горные выработки и пробуренные скважины.

Необходимо, чтобы геологическая документация проводилась непосредственно вслед за проходкой выработок и скважин.

Первостепенными объектами геологической документации являются тела полезных ископаемых и вмещающие их породы. При изучении тел полезных ископаемых документируются условия их залегания, морфология, внутреннее строение, характер контактов с вмещающими породами, текстуры, минеральный состав, зональность тел полезных ископаемых и околорудные изменения вмещающих пород.

A stylized, low-poly silhouette of a mountain range in shades of brown and tan, positioned at the bottom of the slide against a dark blue background.

Особое внимание должно быть уделено выявлению пространственных связей рудных тел с геолого-структурными элементами: нарушениями, трещинами, складками, а также породами определенного состава.

Массовой геологической документации подлежат все пройденные горные выработки и скважины.

Специализированная геологическая (тематическая) документация используется при изучении отдельных, принципиально важных вопросов геологического строения, решение которых необходимо для правильного понимания условий формирования или закономерностей размещения полезного ископаемого.

A stylized, low-poly silhouette of a mountain range in shades of brown and tan, positioned at the bottom of the slide against a blue background.

**Первичная документация буровой скважины заканчивается составлением колонки-разреза, на которую выносят результаты геофизических исследований (электро- и гамма-каротажа, данные инклинометрии) и результаты анализов проб.**

**В краткой геологической характеристике приводится обобщенное описание горных пород вскрываемого разреза и рудных интервалов.**

**Колонка-разрез по скважине является обобщенным первичным документом, который используется при составлении сводной геологической документации.**



# ОПРОБОВАНИЕ

**Опробование** – единственный научно обоснованный способ выявления качества полезного ископаемого, их минерального и химического состава, технологических свойств, зональности и внутреннего строения рудных тел (залежей).

Опробование проводят на всех стадиях геологоразведочного процесса, включая эксплуатационную разведку, с целью изучения элементного и минерального состава полезных ископаемых, физико-механических свойств и оценки их соответствия существующим требованиям промышленности.

Опробованию подлежат все естественные и искусственные обнажения, вскрывшие полезное ископаемое независимо от их назначения.



Опробование делят на:

- геологическое, в том числе минералогическое (минералогическое петрографическое) и геохимическое,
- технологическое,
- техническое
- товарное
- геофизическое.

Результаты опробования используют для оконтуривания тел полезных ископаемых, установления их состава и внутреннего строения, определения качества подсчёта запасов полезных ископаемых и заключенных в них ценных компонентов. На горнодобывающих предприятиях результатами опробования контролируют производственную деятельность, их используют для уточнения контуров тел полезных ископаемых, составления планов и программ добычи полезных ископаемых и ценных компонентов, определения потерь и разубоживания, оперативного руководства очистными горными работами и т.п.

## Геологическое опробование:

-Минералогическое (минералого-петрографическое) опробование осуществляют для выяснения минерального состава руд и вмещающих пород, их текстурно-структурных особенностей, гранулометрического и элементного составов минералов. На коренных и россыпных месторождениях алмазов, ювелирно-поделочных камней и некоторых других полезных ископаемых, а также на россыпных месторождениях многих металлов этот вид опробования основной и его применяют для подсчёта запасов.

-Геохимическое опробование проводится для изучения ореолов полезных компонентов и элементов –индикаторов вокруг скоплений полезного ископаемого, а также количественный и качественный состав вредных примесей.

**Технологическое опробование** производят с целью получения материала для изучения технологических свойств полезных ископаемых, разделения их на промышленные типы и сорта, создания рациональных схем переработки полезного ископаемого с конкретными технологическими показателями.

**Техническое опробование** служит для изучения физико-механических свойств полезного ископаемого и вмещающих пород (объемная масса, влажность, разрыхляемость, крепость, кусковатость, пористость, водопоглощение, морозостойкость, вязкость, трещиноватость и другие свойства). Особое значение данное опробование имеет для многих видов неметаллических полезных ископаемых.

**Товарное опробование** проводится для определения качества добытого полезного ископаемого и продуктов его переработки в вагонах, автомашинах, трюмах судов и т. д.

Достоверность данных опробования - важнейшее требование, предъявляемое к этому виду исследований. Ошибки в результатах опробования влекут за собой искажение контуров тел полезных ископаемых, погрешности в установлении подсчётных параметров (мощности, содержания, площади) и в подсчете запасов полезных ископаемых и ценных компонентов.

Опробование разведочных пересечений тел полезных ископаемых производят с соблюдением следующих обязательных условий:

-выдержанность сети опробования; пробы отбирают в направлении максимальной изменчивости оруденения. В случае пересечения тел полезных ископаемых разведочными выработками (особенно скважинами) под острым углом к направлению максимальной изменчивости доказывают возможность использования в подсчёте запасов результатов опробования этих сечений;

# Способы отбора проб

## при литогеохимических поисках по вторичным ореолам

При минимальном объеме (весе) литогеохимическая проба должна наиболее достоверно отображать среднее содержание металлов в зоне ее влияния. Глубина, с которой производят отбор проб, во всех случаях должна быть минимальной и отвечающей наиболее эффективному и экономичному проведению работ.

При литогеохимических поисках по потокам рассеяния в пробу берут тонкую илисто-глинистую или песчанистую фракцию пролювиально-аллювиальных отложений с поверхности, либо с глубины 15—20 см в пределах сухой пойменной части русла временного или постоянного водотока,

Отбор проб начинают с устьев рек с последующим заходом во все боковые притоки и доводят до вершин мелких ручьев, сухих русел и оврагов (саев, распадков и т. п.). Русла длиной менее установленного расстояния между пробами опробуют в приустьевой части ручья до его выхода в долину реки, в которую он впадает. Широкие заболоченные долины с неясно выраженным руслом следует опробовать двумя параллельными маршрутами по бортам. При этом по каждому из маршрутов одновременно опробуют все соответствующие боковые притоки и конусы выноса.



При литогеохимических поисках по открытым ореолам рассеяния в пробу должна быть отобрана мелкая песчано-глинистая фракция элювиально-делювиальных отложений из представительного горизонта (часто с глубины 15—20 см под растительным слоем). Оптимальная (наиболее выгодная) глубина пробоотбора должна быть уточнена опытными работами.

В районах преобладания ослабленных у поверхности и погребенных вторичных ореолов рассеяния пробы следует отбирать из горизонта надежного и максимально широкого развития вторичных ореолов месторождений (представительный горизонт).

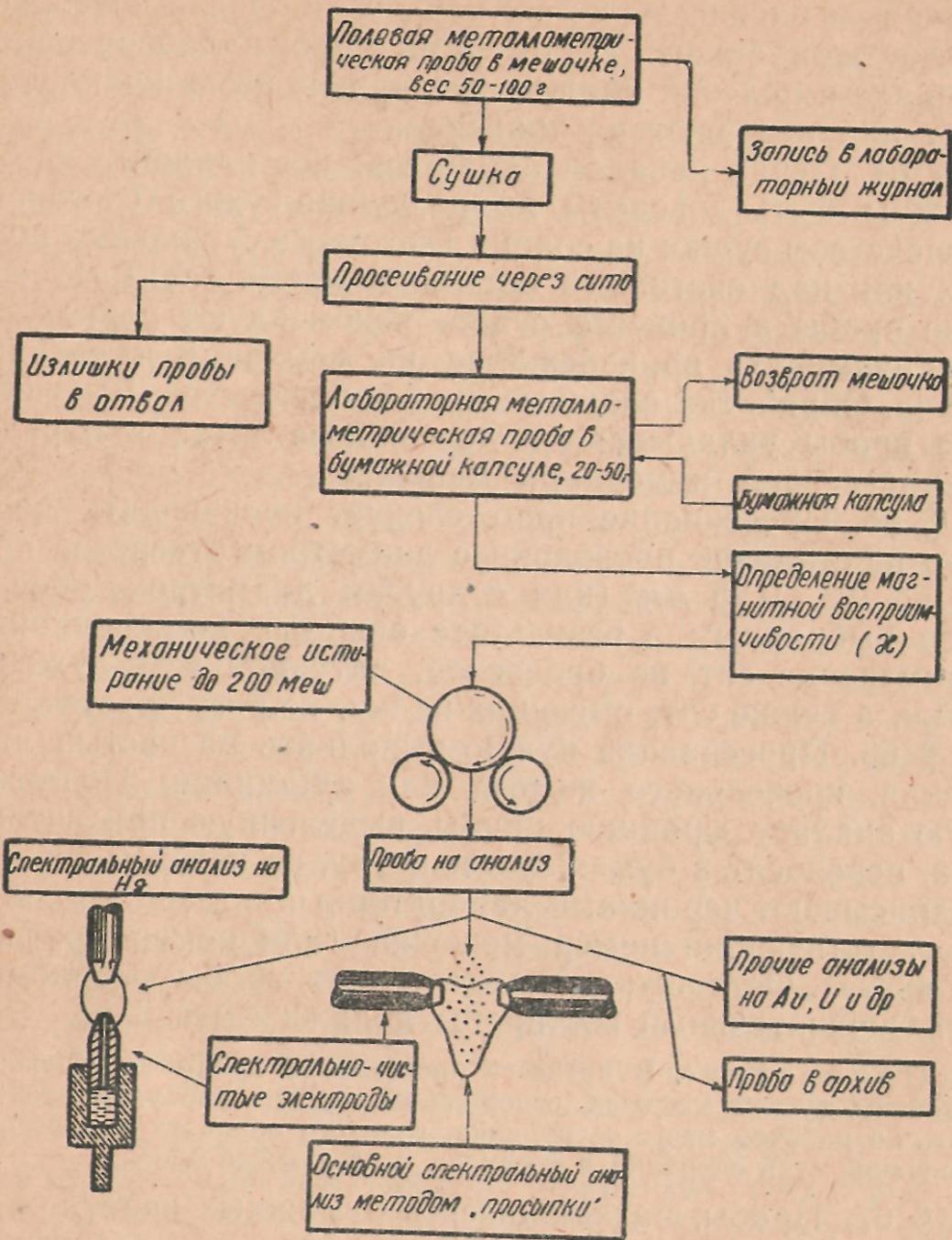


В складчатых районах гумидной зоны с мощным покровом элювиально-делювиальных образований при замедленной денудации представительный горизонт может, в частности, совпадать с верхним гумусированным горизонтом почвенного профиля (открытые ореолы) или иллювиальным горизонтом на глубине 0,5—0,8 м от поверхности (закрытые, выщелоченные у поверхности ореолы). Если в условиях гумидной зоны часть наиболее легко мигрируемых элементов выщелочена, а другая часть элементов, устойчивых к процессам выщелачивания, образует открытые ореолы, то глубина опробования должна соответствовать глубине представительного горизонта искомым элементам, являющихся главным объектом поисков.



Вес отбираемой пробы должен быть около 50г. В отдельных случаях при использовании крупной фракции пробы ( $>0,5\text{мм}$ ), что рационально в случае исследования типично механических ореолов рассеяния, начальный вес пробы следует увеличить до 200—300 г. Выбор наиболее представительной фракции для анализа и начального веса пробы устанавливают в результате опытных работ.





# Схема обработки и анализа литохимических (металлометрических) проб

# ОТБОР ПРОБ

## при литогеохимических поисках по первичным ореолам

При литогеохимических поисках по первичным ореолам в масштабе 1:50 000—1:25 000 в районах с хорошей обнаженностью опробование коренных пород ведут по сети маршрутов. Среднее расстояние между маршрутами при масштабе 1:50 000 — 500 м, 1:25 000 — 250 м. Расстояние между пробами по маршруту составляет соответственно 50 и 20 м. В районах с неравномерной обнаженностью маршруты опробования коренных пород выбирают по участкам с максимальной обнаженностью, в связи с чем допускается отступление от указанной выше сети до 30%.

При детальных литогеохимических поисках по первичным ореолам в масштабе 1:10 000 и крупнее опробование производят по профилям, располагающимся вкрест простирания рудоносных зон. Расстояние между профилями, как правило, должно составлять 100—50м. Объектами опробования являются коренные породы в обнажениях, горных выработках и буровых скважинах по мере их проходки.

Отбор проб в горных выработках и на естественных обнажениях при изучении первичных ореолов производят методом пунктирной борозды, путем точечной отбойки пяти-десяти мелких кусочков (сколков) размером 3—4см примерно через одинаковые расстояния (от 0,5 до 2м) друг от друга.

Отобранные кусочки объединяют в одну пробу по каждому интервалу. Если в пределах опробуемого интервала имеет место смена пород, то каждая разновидность породы должна быть охарактеризована отдельной пробой. Вес пробы не должен превышать 150—200г. Если из отбираемой пробы предполагают выделение мономинеральных фракций, её вес может быть увеличен до 500г. Материал тектонических трещин, встречающихся по профилю опробования или вблизи него, опробуют отдельно. При опробовании естественных и искусственных обнажений пробы следует отбирать из коренных пород, не затронутых процессами выветривания



. Обработку проб, отобранных при литогеохимических поисках производят по следующим последовательным операциям:

а) измельчение в лабораторных щековых дробилках до 5мм;

б) измельчение на валках до крупности менее 1мм;

в) перемешивание по способу кольца и конуса и сокращение квартованием до 20—50 г\*;

г) механическое истирание отквартованной навески на вибрационных или других истирателях.

Раствертую часть пробы, предназначенную для анализа, направляют в лабораторию.



## Отбор гидрогеохимических проб

при поисках в различных масштабах производятся из:

- а) естественных источников подземных вод;
- б) поверхностных вод (реки, ручьи, болота, мочажины, озера, пруды);
- в) скважин и других подземных выработок;
- г) колодцев, шурфов и других поверхностных горных выработок.

При опробовании следует учитывать, с каким генетическим типом вод (грунтово-трещинные, грунтовые воды рыхлых отложений, пластово-трещинные, трещинно-жильные и др.) связано опробуемое водопроявление. В противном случае интерпретация результатов исследований будет затруднительна.

-Из поверхностных потоков наибольший интерес представляют те, в питании которых ведущая роль принадлежит подземным водам.

-Максимальный эффект при гидрогеохимических поисках дают мелкие поверхностные потоки, образующиеся на участках выклинивания грунтовых вод. В результате опробования этих потоков могут быть получены данные, аналогичные опробованию грунтовых вод.

-Потоки ледникового питания вследствие плохой связи с подземными водами дают меньший эффект.

--Из болот наибольший интерес при опробовании представляют луговые (низинные) болота, а также болота и мочажины, расположенные на склонах.



Отбор проб производят в стеклянные или пластмассовые (полиэтиленовые, хлорвиниловые и пр.) бутылки емкостью 0,5—1,0 л в количестве, необходимом для выполнения нужных определений с требуемой чувствительностью (см. приложения 14 и 15). Использование при отборе проб посуды, содержащей оцинкованные или медные детали, запрещается. Основным условием, которое необходимо соблюдать при отборе проб воды, являются чистота посуды, пробок и герметичность укупорки.

Стеклянную посуду для отбора проб воды моют 5%-ным раствором соляной кислоты, затем споласкивают сначала простой, а потом не менее двух раз дистиллированной водой и закрывают хорошо подогнанной пробкой.

Корковые пробки перед употреблением необходимо прокипятить. Резиновые пробки предварительно обрабатывают двукратным кипячением в 5%-ной соляной кислоте в течение 20—30 мин (каждый раз в новой порции кислоты) и последующим кипячением в 5%-ном растворе соды в течение 5—10 мин, затем промывают дистиллированной водой.

Перед взятием пробы воды бутылки и пробки необходимо не менее двух раз сполоснуть водой, отбираемой на анализ. При отборе пробы нужно следить за тем, чтобы в нее не попали посторонние частицы (ил, растительность и т. д.).



Пробы воды, которые берут для определения Си, Zn, Pb, Ni, Co, U и Ra, непосредственно на месте отбора после опробования рН подкисляют спектрально проверенной 1:1 соляной кислотой из расчета 3мл соляной кислоты на 1л воды, а пробы на Ag и Hg подкисляют таким же образом серной кислотой. Пробы, отбираемые для спектральных определений, подкисляют спектрально чистой 1:1 серной кислотой из расчета 2—3мл серной кислоты на 1л воды.



Отбор проб из источников производят в месте наиболее сосредоточенного тока воды непосредственно в бутылку, либо с помощью фарфоровой или эмалированной кружки. Если перед отбором пробы производили расчистку источника, пробу следует брать только после полного осветления воды. При отборе проб воды из источников проводят следующие наблюдения и измерения:

а) устанавливают положение источника по отношению к орографическим или гидрографическим элементам;

б) выясняют характер отложений, к которым приурочен выход подземных вод, и кратко их описывают;



- в) определяют тип источника и по возможности водоносный горизонт, его питающий;
- г) описывают характер выхода воды;
- д) измеряют дебит источника и температуру воды;
- е) описывают физические свойства воды, отмечают наличие газовых выделений;
- ж) описывают отложения источника и отбирают их образцы;
- з) при наличии каптажа производят его описание;



При отборе проб из поверхностных потоков опробованию подвергают предпочтительно потоки с небольшим расходом воды, а также мелкие водоемы. Опробование этих потоков целесообразно вести от низовьев к верховьям через определенные интервалы, причем отбор проб из основного потока сопровождают опробованием боковых притоков. Из рек с расходом более 0,2 м<sup>3</sup>/сек отбирают единичные пробы для оценки фоновых содержаний. Отбор из поверхностных потоков производят в местах наиболее спокойного течения, на участках возможного выклинивания подземных вод.



Отбор проб из заболоченных участков ведут из наиболее глубоких мочажин с тем, чтобы не захватить пленок, плавающих на поверхности, и ила со дна.

При опробовании поверхностных вод производят:

- а) общее описание опробуемых потоков и водоемов и гидрогеологических условий района;
- б) измерение расходов потоков и температуры воды в них;
- в) описание физических свойств отобранной воды.



Буровые скважины могут быть широко использованы при гидрогеохимических поисках. Гидрогеохимическому опробованию могут быть подвергнуты как самоизливающиеся, так и не самоизливающиеся скважины. Для установления представительной глубины отбора проб воды из скважин и выявления основных водоносных горизонтов или обводненных трещиноватых зон производят поинтервальное опробование наиболее глубоких скважин.

Отбор проб из самоизливающихся скважин проводят непосредственно из струи. Если такие скважины оборудованы трубопроводом с краном, то перед взятием пробы необходимо спустить воду из трубопровода.



Полный комплекс наблюдений, необходимых для интерпретации данных опробования буровых скважин, включает:

а) характеристику вскрываемого скважиной геологического разреза (по данным геологической документации);

б) измерение глубины установившегося уровня воды;

в) измерение дебита вскрываемых скважиной вод (в случае самоизливающихся вод и при откачках); измерение температуры вод;

д) установление конструкции скважины (наличие обсадных труб, закрепленные ими интервалы) и технологии бурения (применение глинистого раствора или воды для промывки);

е)

е) обследование оборудования с целью выявления возможности заражения вод элементами, определяемыми при гидрогеохимических поисках;

ж) описание физических свойств воды.



По условиям отбора проб воды выделяют следующие типы колодцев:

а) эксплуатирующиеся колодцы с забором воды ведрами и пр.;

б) не эксплуатирующиеся колодцы;

в) колодцы, оборудованные насосами.



Первичными документами пробоотбора являются:

- а) записи в полевой книжке, которые ведут по форме приложения 9;
- б) топографические карты с нанесенными на них пунктами отбора проб и абрисы глазомерных съемок;
- в) паспорт на пробу, заполняемый по форме приложения 8.



Основной задачей интерпретации рекогносцировочных гидрогеохимических исследований являются выяснение общих металлогенических особенностей региона, оценка его перспектив, выделение перспективных территорий. Для этого производят:

- составление карты общего химического состава вод;

- составление гидрогеохимической карты микрокомпонентного состава вод;

- выяснение причин изменения по площади изученного района общего химического и микрокомпонентного состава подземных и поверхностных вод.









# Способы отбора проб в разведочных горных выработках

В зависимости от целевого назначения опробования из разведочных горных выработок отбираются **линейные, объёмные, реже площадные или точечные** пробы.

**-Линейные** пробы обеспечивают сплошное опробование разведочного пересечения и практически любую детальность изучения текстуры полезного ископаемого.

**-Объёмные** (реже площадные) пробы отбираются для контроля линейных проб, изучения технологических и технических свойств и для рядового опробования специфических видов минерального сырья.

**-Точечные** пробы используются для изучения некоторых свойств полезных ископаемых или вмещающих пород и значительно реже — для рядового опробования.

*Линейные пробы отбираются бороздовым, пленочным или шпуровым способами.*

**Бороздовый** способ пользуется наибольшим распространением и является практически универсальным. Он состоит в том, что вдоль обнажённой поверхности полезного ископаемого по заранее намеченной линии вырубается или вырезается борозда прямоугольного сечения. Отбор бороздовых проб может производиться вручную с помощью зубила или молотка или механизированными способами. Обязательным условием качественного пробоотбора является полноценный сбор отбитого материала и выдержанность поперечных сечений борозд на всем протяжении. Перед взятием бороздовой пробы обнаженная поверхность выравнивается и обмывается водой.

Бороздовые пробы должны ориентироваться в направлении максимальной изменчивости свойств полезных ископаемых, которая часто совпадает с мощностью залежей. Однако строгое соблюдение этого требования осложняет операцию пробоотбора

*или забой*

*В практике разведочных работ крутопадающие залежи опробуются горизонтальными бороздами, а пологопадающие - вертикальными. При опробовании поверхностных горных выработок бороздовые пробы отбираются, в канавах – по дну, в шурфах — по одной или двум стенкам.*

Если отдельные участки сквозной борозды отбираются и изучаются самостоятельно, то они называются **секционными или интервальными** пробами. Границы секционных проб устанавливаются по совокупности геолого-физических данных, поэтому их длина, как правило, различна. При интервальном опробовании все частные пробы имеют одинаковую длину, которая устанавливается заранее.



**Борозды отбираются всегда на одной и той же заранее заданной высоте (примерно на 1 —1,2 м от почвы выработки).**

Каждая проба отбирается полностью на всю мощность залежи, от её висячего до лежачего бока, и представляет собой «сквозную» бороздовую пробу. Чтобы убедиться в отсутствии промышленной минерализации, в висячем и лежачем боках залежи на продолжении «сквозной» борозды отбираются контрольные пробы.

**Плёночные пробы** отличаются от бороздовых проб предельно малой глубиной отбойки. Производительность пленочного опробования в 3—4 раза выше бороздового.

**Шпуровое опробование** заключается в сборе буровой пыли в процессе бурения специальных или отбойных шпуров. Для улавливания материалов проб применяются патрубки (или тройники) и пылеулавливатели, обеспечивающие сбор от 70 до 95% буровой пыли.

**Объёмные пробы** отбираются **валовым** способом, а для отбора площадных проб используется **задирковый** способ.

При валовом способе в пробу отбирается вся масса полезного ископаемого, отбитая с заданного интервала в процессе проходки горной выработки. Массы валовых проб зависят от их назначения.

При задирковом способе со всей обнаженной поверхности полезного ископаемого отбивается (задирается) ровный слой, который поступает в пробу.

**Точечные пробы** отбираются **штуфным, точечным, горстьевым** способами и способом «пунктирной борозды».



При бурении колонковых скважин материалом пробы служит **керн**, а при низком выходе керна — **керн и шлам**. Полнота выхода керна зависит от физико-механических свойств полезных ископаемых, режима и техники бурения.

Для отбора пробы керн раскалывают по его длинной оси вручную или с помощью гидравлического кернокола.

При низком выходе керна, а также когда есть основание предполагать возможность избирательного его истирания, помимо керновых проб дополнительно собирается **буровой шлам и муть**.

*При бескерновом бурении пробой служит буровой шлам, поднимаемый из скважины с пробуренного интервала.*

Главными параметрами пробоотбора являются:

- геометрия проб — их поперечные сечения, длины интервалов или секций), а в некоторых случаях — массы исходных проб;*
- расстояния между пробами (шаг опробования);*
- оптимальное число проб на оцениваемый объем недр.*

На выбор поперечных сечений проб определяющее влияние оказывают:

- физические свойства полезных и жильных минералов (или вмещающих пород),*
- текстурные и структурные особенности полезных ископаемых, определяющие способность полезных минералов к избирательному выкрашиванию или истиранию.*

Длины интервалов (или секций) и расстояния между пробами зависят от морфологических особенностей и внутреннего строения тел полезных ископаемых и установленных кондициями требований к детальности их изучения.

Оптимальное число проб в пределах оцениваемых блоков и массы проб определяются в зависимости от изменчивости содержаний и закономерностей пространственного размещения полезных компонентов в контурах промышленной минерализации. Детальность изучения определяется кондициями к оконтуриванию и подсчёту запасов месторождения — рабочими мощностями и максимально допустимыми мощностями участков пустых пород, включаемых в контуры промышленной минерализации на разубоживание.



Очевидно, что длины отдельных интервалов опробования не должны превышать этих установленных кондициями предельных размеров. Выделение более мелких интервалов позволяет изучить детали (внутреннего строения полезного ископаемого, но часто нерационально с экономической точки зрения. Только при использовании ядерно-геофизических методов опробования появляются реальные возможности оценки интервалов линейных проб длиной 0,1 — 0,2 м. В практике разведки полезных ископаемых, длины секций и интервалов бороздовых и керновых проб изменяются от 0,5 до 5 и более метров.



Необходимость выбора шага опробования возникает только при разведке полезных ископаемых системами продольных разрезов (в остальных случаях расстояния между сквозными пробами определяются густотой разведочной сети, а по разведочным пересечениям опробование осуществляется сплошными линейными пробами). Часто расстояния между пробами зависят от длин разведочных выработок (штреков и восстающих), т. е. от размеров подсчётных блоков.

При сложном строении жил полезных ископаемых, чередовании рудных столбов, скоплений неправильной формы и разделяющих их пережимов выбор шага опробования зависит от желаемой детальности их оконтуривания.

**Оптимальное число проб** на оцениваемый объем недр определяется статистической обработкой экспериментальных данных. Для этого предварительно должны быть установлены предельно допустимые погрешности оценки средних содержаний и заданы доверительные вероятности этих оценок. Примерный расчёт оптимального числа проб производится по формуле:

$$n = \left( \frac{tV}{p} \right)^2$$

где  $n$  — оптимальное число проб на оцениваемый объём недр, обеспечивающее погрешность оценки среднего содержания не более  $\pm p$  при доверительной вероятности, определяемой коэффициентом  $t$ ;

$V$  — выборочная оценка коэффициента вариации содержаний по данным опробования типичного блока или нескольких блоков данного месторождения.

При использовании данных рядового опробования только для оценок средних содержаний полезных и вредных компонентов в заданных объёмах недр для пробоотбора достаточно установить только два главных параметра: **оптимальное число частных проб и их поперечные сечения**. Если же данные опробования предназначаются и для оконтуривания продуктивных залежей, то кроме этого необходимо обосновать **длины интервалов (секций)**, отбираемых по сквозным линейным пробам для их самостоятельного изучения, а при разведке системой продольных разрезов — оптимальные расстояния между смежными пробами.



## **Ядерно-геофизические методы опробования**

Новые и весьма эффективные способы опробования разрабатываются на основе ядерно-геофизических методов изучения состава и свойств полезных ископаемых.

Этими методами определяются:

**-вещественный состав, плотность, влажность;**

**-пористость и другие важнейшие свойства полезных ископаемых и вмещающих пород.**

Ядерно-геофизические методы опробования основаны на использовании естественных и искусственных радиоактивных элементов.



На изучении естественной радиоактивности основаны радиометрические методы опробования руд по интенсивности и спектральному составу гамма-излучения. Они являются основными методами опробования горных выработок и скважин при разведке урановых, ториевых месторождений и месторождений калийных солей. Методы изучения естественной радиоактивности исторически предшествовали появлению собственно ядерно-геофизических методов. Поэтому они разработаны более детально и хорошо освоены геологоразведочной практикой в каротажном и подземном вариантах.



Ядерно-геофизические методы опробования  
разделяются на *две группы*:

**-гамма — методы**, основанные на использовании  
искусственных источников гамма-излучения и  
регистрации наведенных гамма-полей и  
**-нейтронные методы** регистрирующие поля  
нейтронов или связанные с ними гамма-излучения.

В качестве генераторов гамма-излучения  
используются радиоактивные изотопы различных  
элементов  $\text{Co}60$ ,  $\text{Cs}137$ ,  $\text{Sn}119$ ,  $\text{Se}75$ ,  $\text{Tm}170$  и  
других, а в качестве генераторов нейтронов —  
плутоний - бериллиевые, полоний - бериллиевые,  
полоний - борные и другие изотопные источники или  
ускорители заряженных частиц.



В качестве детекторов применяются газоразрядные, сцинтилляционные, нейтронные и другие счётчики гамма – квантов или нейтронов. Для опробования горных выработок используются аналогичные переносные генераторы и детекторы. С их помощью производится серия систематических замеров, совокупность которых рассматривается как линейная проба (ядерно-геофизическая борозда). Большинство ядерно-геофизических методов обладает небольшой глубиной — от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров. При опробовании полезных ископаемых это обстоятельство не является препятствием, так как поперечные сечения линейных проб не оказывают существенного влияния на достоверность результатов.

В настоящее время широко используется шесть ядерно-геофизических методов.

**Селективный гамма-гамма метод (ГГМ-С)** — для опробования однокомпонентных месторождений железа, свинца, ртути, вольфрама, сурьмы и бария.

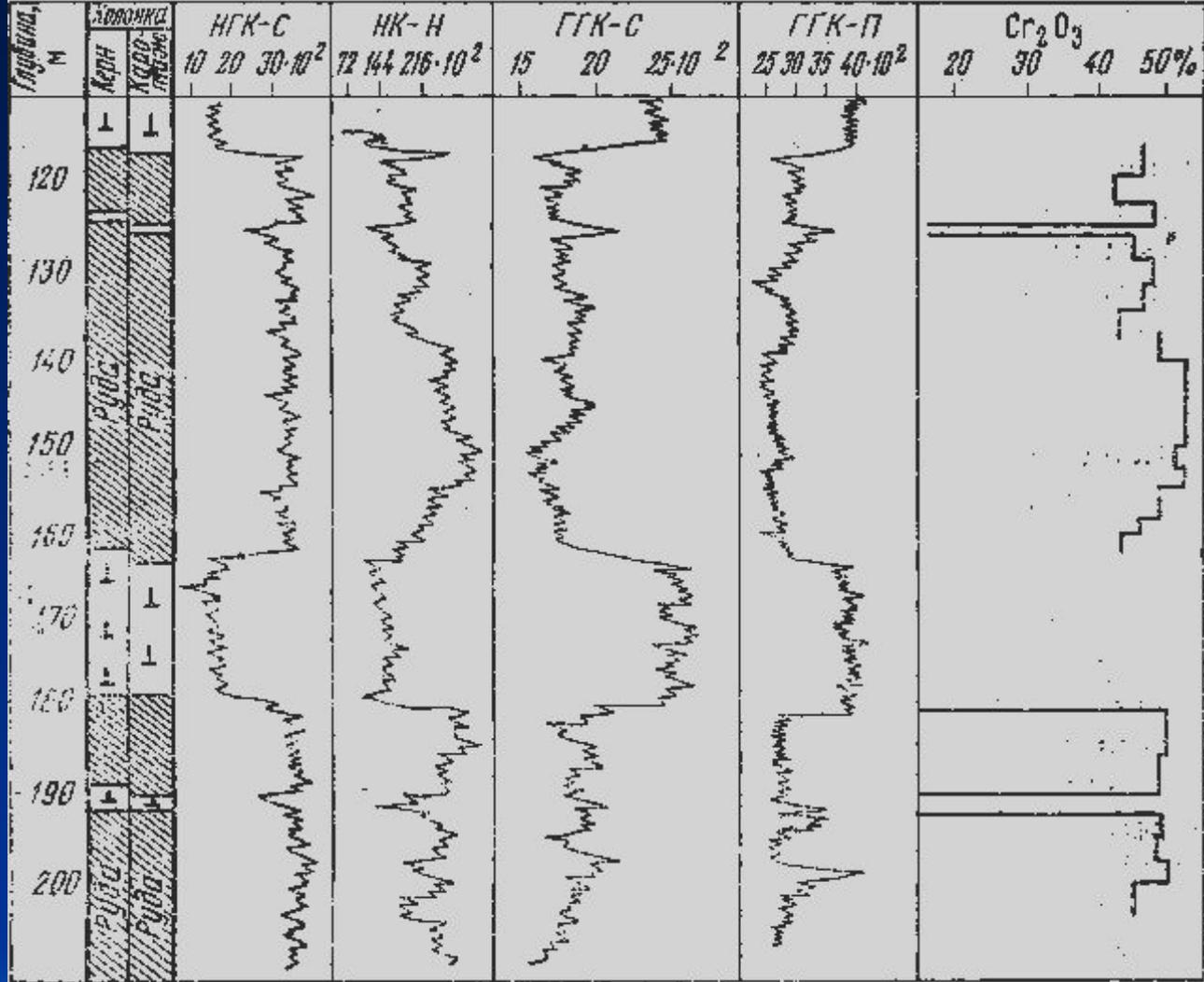
**Рентгено-спектральный (рентгено-радиометрический) метод РСМ (или РРМ)** для определения содержаний свинца, цинка, молибдена, сурьмы, ртути, бария, висмута и некоторых других элементов в рудах сложного состава.

**Метод ядерного гамма резонанса (ЯГР)** для опробования оловянных руд.

**Спектрометрический нейтронный гамма метод (НГМ)** в каротажном варианте для опробования на хлор, железо, хром и никель (на месторождениях силикатного никеля).

**Активационный метод** для опробования месторождений меди, бокситов, марганца, флюорита.

**Гамма-нейтронный (фотонейтронный) метод (ГНМ)** в каротажном и подземном вариантах — для опробования бериппиевых месторождений



Пример комплексирования ядерно-геофизических методов при опробовании и изучении хромитового месторождения (по В. Ф. Караниколо)

# *Обработка и анализы проб*

## *Обработка проб.*

Для выполнения анализов от проб отбираются навески, размеры которых во много раз меньше исходных масс проб. При этом необходимо сохранить представительность навесок относительно исходных масс, что обеспечивается предварительным измельчением и перемешиванием материала пробы. Совокупность операций по измельчению, просеиванию, перемешиванию и сокращению проб называется их обработкой. Наиболее трудоемкой операцией является измельчение. Поэтому обработку проводят в несколько последовательных стадий дробления и сокращения..

. Обработку проб, отобранных при литогеохимических поисках производят по следующим последовательным операциям:

а) измельчение в лабораторных щековых дробилках до 5мм;

б) измельчение на валках до крупности менее 1мм;

в) перемешивание по способу кольца и конуса и сокращение квартованием до 20—50 г\*;

г) механическое истирание отквартованной навески на вибрационных или других истирателях.

Раствертую часть пробы, предназначенную для анализа, направляют в лабораторию.



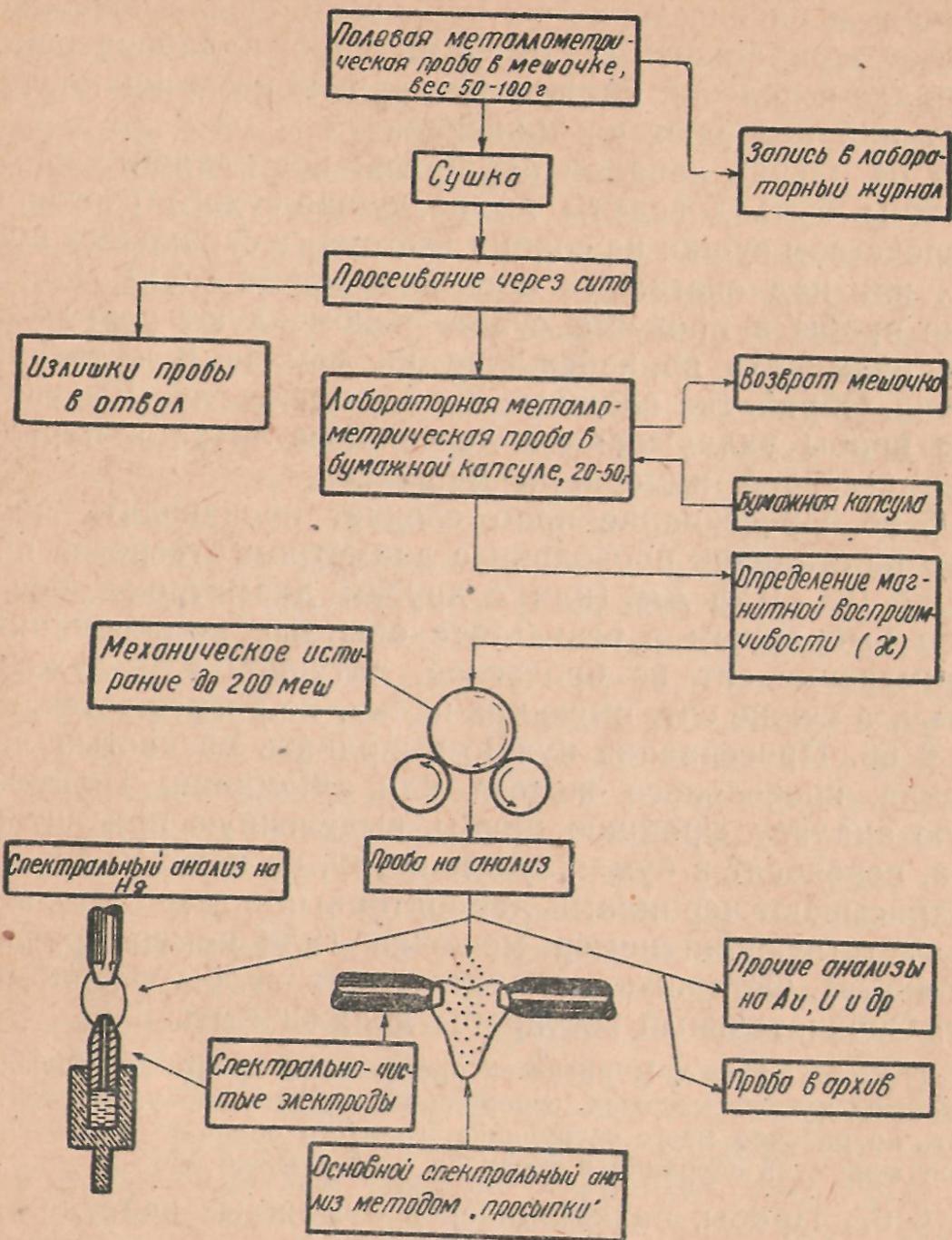


Рис. 2. Схема обработки и анализа литохимических (металлометрических) проб







Для расчета оптимальной массы  $Q$ , до которой может быть сокращена данная проба при условии, что погрешность сокращения не превысит допустимых пределов было предложено несколько формул. Наиболее общая из них (формула Демонда и Хальфердаля)

$$Q = kd^@$$

$Q$  — предельно допустимая «надёжная» масса сокращённой пробы, кг;

$k$  — коэффициент, зависящий от степени неоднородности распределения ценного компонента в полезном ископаемом;

$@$  — коэффициент, зависящий от соотношения диаметров частиц в пробе.

Величина коэффициента «к» условно характеризует неоднородность пробы при некотором постоянном диаметре частиц пробы. В конкретных условиях коэффициент «к» может изменяться от 0,05 до 1. Зависимость массы пробы от диаметра её частиц определяется показателем степени @. Коэффициент @ отражает изменение неоднородности пробы в связи с изменениями количества частиц и соотношений диаметров частиц по мере измельчения пробы. В зависимости от физико-механических свойств полезного ископаемого величина **коэффициента @ может изменяться от 1,5 до 2,7, погашая тем самым преувеличение надёжности** масс за счёт вычисления их не по среднему, а по максимальному диаметру частиц

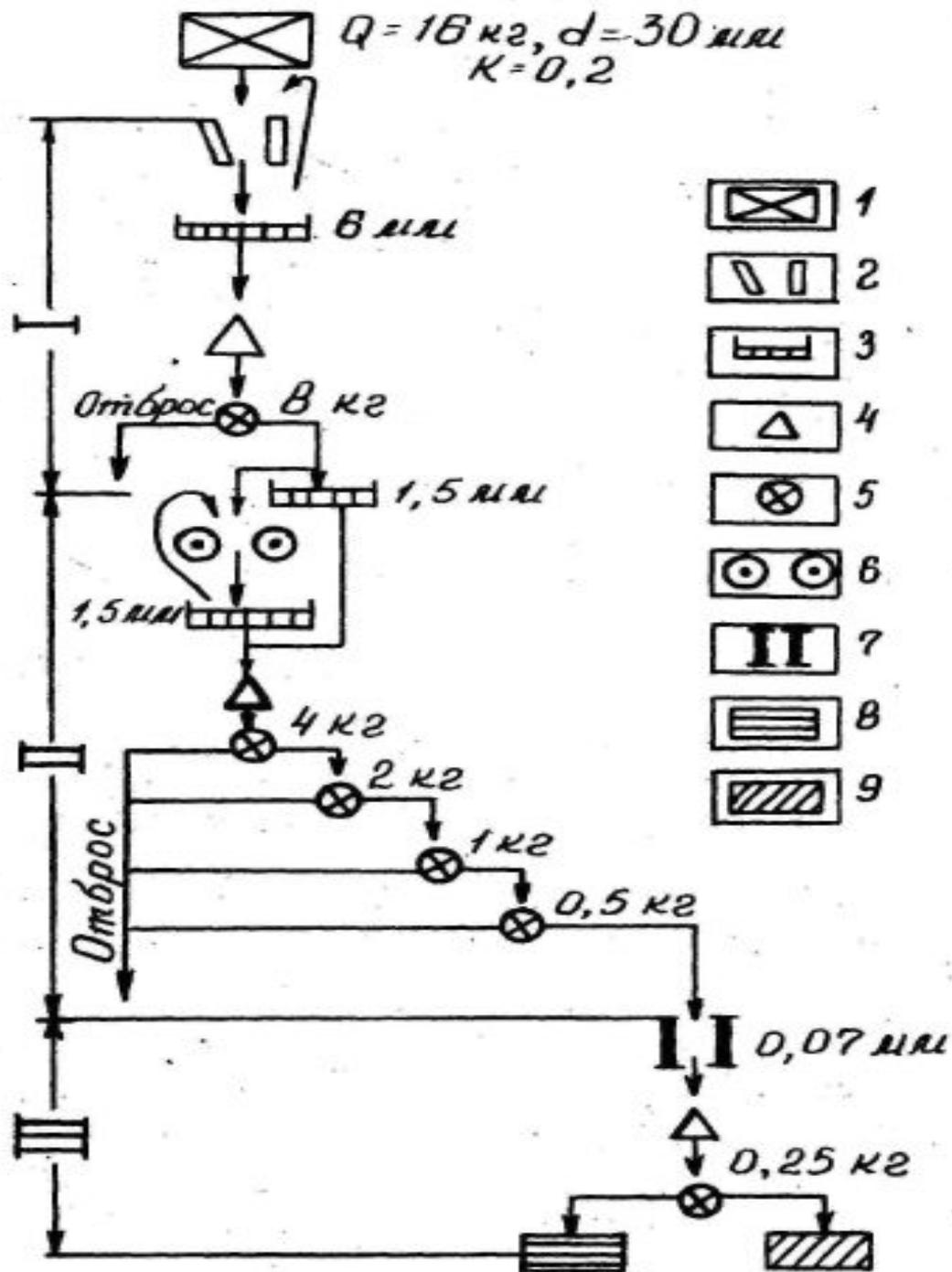
На более ранних стадиях разведок для расчёта надежных весов обычно используется формула Ричардса—Чечётта

$$Q=kd^2$$

в которой коэффициент  $k$  в зависимости от степени равномерности распределения полезных минералов в массе проб принимается равным от 0,05 до 0,3—0,5.

Схема обработки пробы с неравномерным распределением металла в руде, рассчитанная по формуле (2) при  $k = 0,2$ , показана на рис.1.





Для страховки от возможных погрешностей обработки проб при расчёте надёжных масс по формуле (2) значения коэффициентов «*k*» обычно несколько завышаются. Связанное с этим незначительное завышение надёжных масс проб не оказывает заметного влияния на экономическую эффективность процесса обработки при исходных массах проб менее 10кг и общем числе проб, сопоставимом с производительностью проборазделочной мастерской. Погрешность, вносимая в оценку содержания полезного компонента за счёт сокращения пробы, может быть рассчитана по формуле\*:

$$s^2 = \left( \frac{1}{p_1} - \frac{1}{p} \right) C d^3$$

\* Формула выведена независимо друг от друга Ю. А. Ткачевым в 1962 г. и П. Жи в 1964 г.

где  $p_1$  — масса сокращённой части пробы, г;

$p$  — масса исходной пробы, г;

$C$  — коэффициент, зависящий от степени контрастности содержаний полезного компонента в пробе, г/см<sup>3</sup>;

$d$  — размер ячейки сита, на котором задерживается 5—10% просеиваемой массы, см;

$s$  — максимальная погрешность (с вероятностью 68%), вносимая в оценку содержания за счёт сокращения массы пробы, отн. %.



Значение коэффициента  $C$  зависит от величины  $A$   
 $=a/b \cdot 100\%$ ,

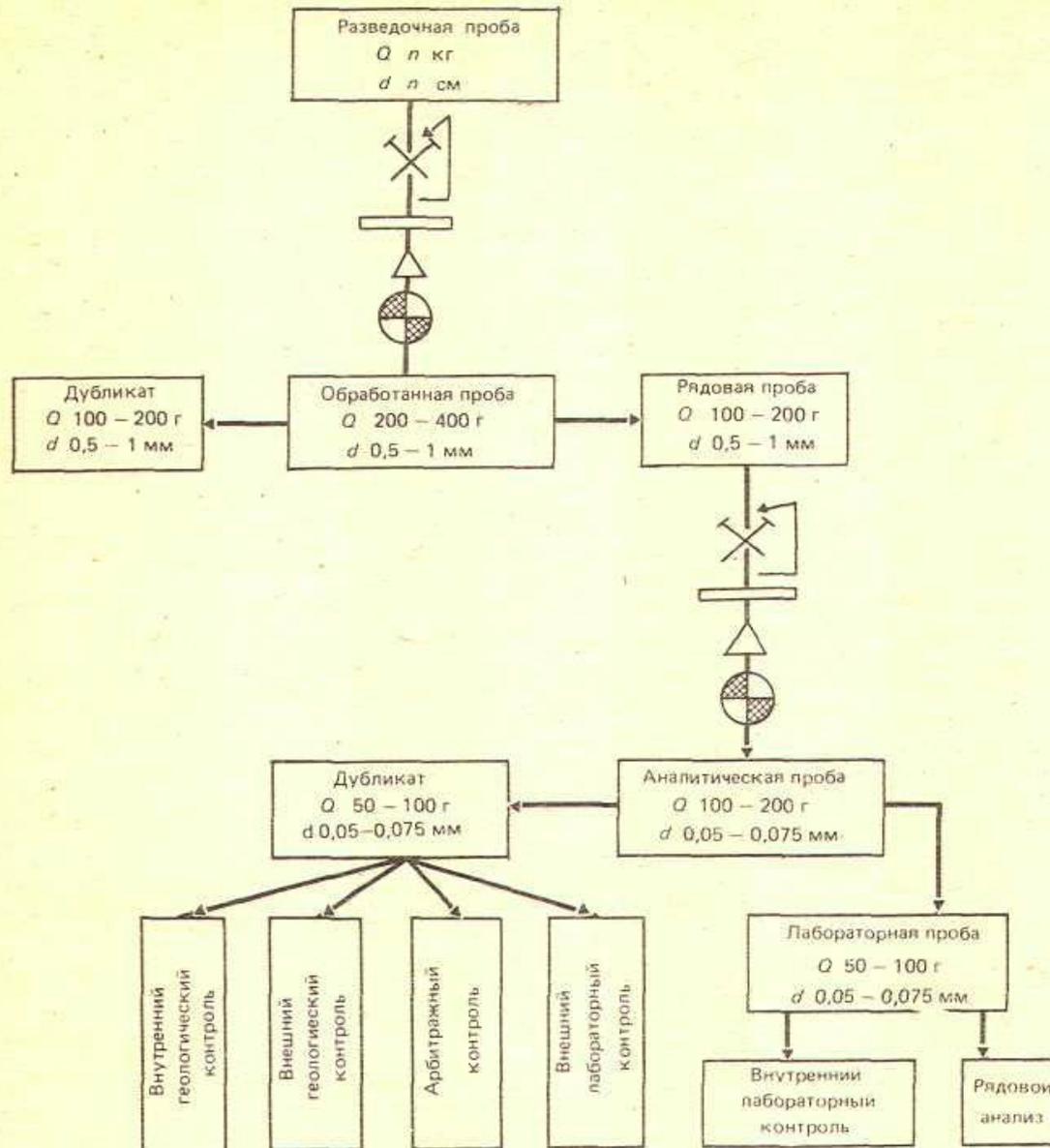
где

$a$  — среднее содержание полезного компонента в пробе;

$b$  — среднее содержание полезного компонента в минерале и от удельного веса полезного минерала.

Величина  $A$  может изменяться от 0,01 до 100, а величина  $C$  — от 0.1 до 1000. При  $A=1$  величина  $C \sim 10$ . Для определения значений  $A$  и  $C$  составлены специальные номограммы [19].





**Рис. Принципиальная схема последовательности обработки проб**

## ***Степень изменчивости тел полезных ископаемых (Крейтер В.М., 1940)***

- 1) весьма равномерные,  $V$  до 20%
- 2) Равномерные,  $V=20-40\%$
- 3) неравномерные,  $V=40-100\%$
- 4) весьма неравномерные,  $V=100-150\%$
- 5) крайне неравномерные,  $V$  свыше 150%

## ***Обработка проб виды дробления***

крупное – диаметр частиц до 100-30мм

среднее – до 12-5мм

мелкое – до 3-0.7мм

тонкое – до 0.15-0.07мм и менее

## сечение борозд(см<sup>2</sup>)

Распределение компонентов	Мощность тел п. и.		
	>2.5м	От2.5до 0.5м	<0.5м
<i>Крепкие полезные ископаемые</i>			
Весьма равномерное и равномерное V=20-40%	2x5	2x6	2x10
Неравномерное V=40-100%	2.5x8	2.5x9	2.5x10
Весьма неравномерное и крайне равномерное V=100% и выше	3x8	3x10	3x12
<i>Мягкие полезные ископаемые ( без учёта мощности)</i>			
Весьма равномерное и равномерное V=20-40%	(2-5)x(5-10)		
Неравномерное и весьма неравномерное V=40 -150% и выше	(5-10)x10-20)		

$$(Q=kd^2)$$

	k
Распределение компонентов в руде	
Весьма равномерное	0.05
равномерное	0.10
неравномерное	0.1-0.2
Весьма неравномерное	0.2-0.3
Крайне неравномерное	0.4-0.5
Крайне неравномерное (золотые руды с крупным, более 0.6мм, золотом)	0.8-1.0



## Лабораторная база:

### Перечень дробильных механизмов:

Щековые дробилки, измельчение 10-3 мм.

Валки, измельчение 4 — 1 мм.

Стержневые (шаровые) мельницы, измельчение 2 — 0,1 мм.

Вибрационные истиратели, измельчение 0,1 — 0,075 мм. 5.

Дисковые истиратели, измельчение 0,1 — 0,075 мм.



## Анализы проб.

Все отобранные пробы подвергаются анализам или испытаниям. Виды анализов и методы испытаний проб зависят и от их назначения, видов полезных ископаемых и областей их применения. Основная масса анализов приходится на геохимические и рядовые пробы.

**Спектральные анализы** широко используются на всех стадиях изучения месторождений вследствие их высокой производительности и низкой себестоимости. Полуколичественные спектральные анализы являются основным методом анализов геохимических проб, так как обеспечивают выявление в них одновременно полного комплекса элементов-индикаторов и их примерных содержаний.

На ранних стадиях разведки спектральные анализы полезного ископаемого выявляют также полный набор наиболее вероятных полезных компонентов, что необходимо для своевременной организации исследований по комплексному изучению запасов минерального сырья в недрах.

**Химические анализы** проводятся для оценки содержаний главных и сопутствующих полезных (и вредных) компонентов в полезных ископаемых и в отдельных полезных минералах, а также для определения валового химического состава полезных ископаемых. Достоверность химических анализов зависит от принятого метода анализа, содержаний исследуемых элементов и химического состава руд.

A stylized, low-poly silhouette of a mountain range in shades of brown and tan, positioned at the bottom of the slide against a dark blue background.

**В последнее время они заменяются высокопроизводительными физическими методами: рентгеноспектральными (рентгенорадиометрическими), атомно-абсорбционными, ядерно-физическими и радиометрическими.**

**Рентгеноспектральные методы** успешно применяются для количественного определения содержаний цветных и редких металлов и рассеянных элементов. Атомно-абсорбционный спектральный анализ используется для оценок содержаний магния, кальция, цинка, кадмия, сурьмы, висмута, меди, кобальта, никеля, железа, серебра и золота.



**Ядерно-физические (нейтронно-активиционные, ISP и гамма-активиционные) методы** позволяют устанавливать содержания золота, серебра, платиноидов, цветных металлов, редкоземельных и других элементов в породах и рудах.

Рентгеноспектральные и атомно-абсорбционные методы используются для количественных определений многих элементов, при содержании их в пробах от  $n \times 10^{-4}$  до 10%.

Нейтронно-активационные, а также ISP – методы позволяют из малых навесок с высокой точностью определять кларковые и надкларковые содержания практически всех элементов.



В настоящее время официально утверждено применение физических методов при анализе минерального сырья на содержания **бериллия, бора, марганца, железа, бария, стронция, ниобия, тантала, вольфрама, молибдена, олова, сурьмы, ртути, свинца, урана, тория и радия золота, серебра, цезия, меди, цинка, алюминия и кремния**



**Минералогические анализы проб** являются главными видами массовых анализов при разведке россыпных месторождений. Пробы песков отмываются, а полученные шлихи разделяются на **магнитную, электромагнитную и немагнитную фракции**. Каждая из них в свою очередь разделяется по отдельным весам минералов в тяжелых жидкостях. Выделенные мономинеральные фракции, содержащие в своем составе ценные компоненты, взвешиваются, а их содержания рассчитываются в граммах ценного минерала на исходный вес шлиха. Минералогические методы анализов рядовых проб могут использоваться в качестве ведущих и при разведке некоторых коренных месторождений.

A stylized, low-poly silhouette of a mountain range in shades of brown and tan, positioned at the bottom of the slide against a blue gradient background.

## Контроль процесса опробования

При отборе, обработке и анализе проб неизбежно возникает ряд погрешностей, связанных с принятой методикой и техникой проведения этих операций. Все виды погрешностей опробования разделяются на случайные и систематические.

*Случайные погрешности* характеризуются переменным знаком. При выполнении достаточно большого числа единичных операций случайные погрешности взаимно компенсируются.

. Отрицательное влияние случайных погрешностей тем сильнее, чем меньше количество единичных наблюдений и выше уровень случайных погрешностей.



**Систематические погрешности** характеризуются постоянным знаком. При наличии систематических погрешностей независимо от количества наблюдений средние результаты будут либо завышены, либо занижены по сравнению с истинными.

Систематические погрешности несравненно опаснее случайных и их практически нельзя допускать при опробовании полезных ископаемых.

Для выявления погрешностей, все операции по опробованию подвергаются обязательному контролю.

**Достоверность результатов опробования устанавливается по отсутствию систематических погрешностей, а их точность— по уровню средних случайных погрешностей.**



## **Контроль процесса пробоотбора.**

Оценка качества механического способа отбора проб особенно необходима в тех случаях, когда различия в физико-механических свойствах полезных минералов, жильных минералов и вмещающих пород позволяют предполагать возможность избирательного выкрашивания (или истирания) материала пробы.

Результаты контроля оцениваются не сравнением содержаний по парам проб, а сравнением средних содержаний, вычисленных по достаточно большому числу контрольных и контролируемых проб.

***Это число зависит от степени неравномерности оруденения, но во всех случаях должно быть не менее 40—50 проб.***

**Контроль процесса обработки проб** возможен путем систематического опробования всех отходов, которые получаются при сокращении пробы или экспериментальной обработке нескольких партий проб по схеме, составленной с заведомо завышенными значениями коэффициента  $k$  в формуле (6.3). Первый способ предпочтительнее, так как только он гарантирует выявление возможных систематических погрешностей в связи с избирательным истиранием и потерями рудного материала.



**Контроль анализов проб** проводится для суждения о качестве работы лаборатории, выполняющей те или иные анализы проб, и для оценки степени надежности аналитических данных по содержаниям полезных и вредных компонентов в пробах.

Различают два вида контрольных анализов: **внутренний и внешний**.

**Внутренний контроль** выполняется в той же лаборатории, в которой производятся массовые анализы проб. Для этого в лабораторию повторно в зашифрованном виде направляются дубликаты некоторых проб, изготовленные из материала последних отбросов каждой пробы. Внутренний контроль проводится систематически в течение всего периода разведки месторождения (поквартально или раз в полугодие).

Контрольные пробы отбираются группами, отдельно по каждому природному (технологическому) типу минерального сырья, а также по классам содержаний полезных компонентов, например: **ниже бортового содержания, убогие, бедные, рядовые и богатые**).

**Для каждого периода контроля количество проб в каждом классе должно быть не менее 25—30, а общее количество проб — не менее 5—8% от всего числа проанализированных проб.**



**Внешний контроль** анализов проводится в другой, как правило, технически более совершенной лаборатории, для своевременного выявления и устранения возможных систематических ошибок в работе основной лаборатории. Контрольные пробы разделяются по типам минерального сырья и по классам содержаний и не реже двух раз в год отправляются на внешний контроль. **Число, контрольных проб . в каждой группе должно быть не менее 25—30, а всего — не менее 3—5% от общего количества проанализированных проб.**



Внешним контролем проверяется не только качество работ основной лаборатории, но и правомерность выбранного метода анализа. При обнаружении систематических погрешностей контролирующая лаборатория должна также выявить причины их возникновения. Если же эти причины остаются невыясненными, то возникает необходимость проведения *арбитражных анализов*.

*Арбитражные анализы* выполняются наиболее квалифицированными лабораториями по части анализа данного вида минерального сырья.



благодарю за внимание











