



SATBAYEV
UNIVERSITY

**Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова
Кафедра Геофизики**

«Геолого-геофизические методы поисков и разведки рудных месторождений»

для специальности 6М074700
«Геофизические методы поисков и разведки МПИ»

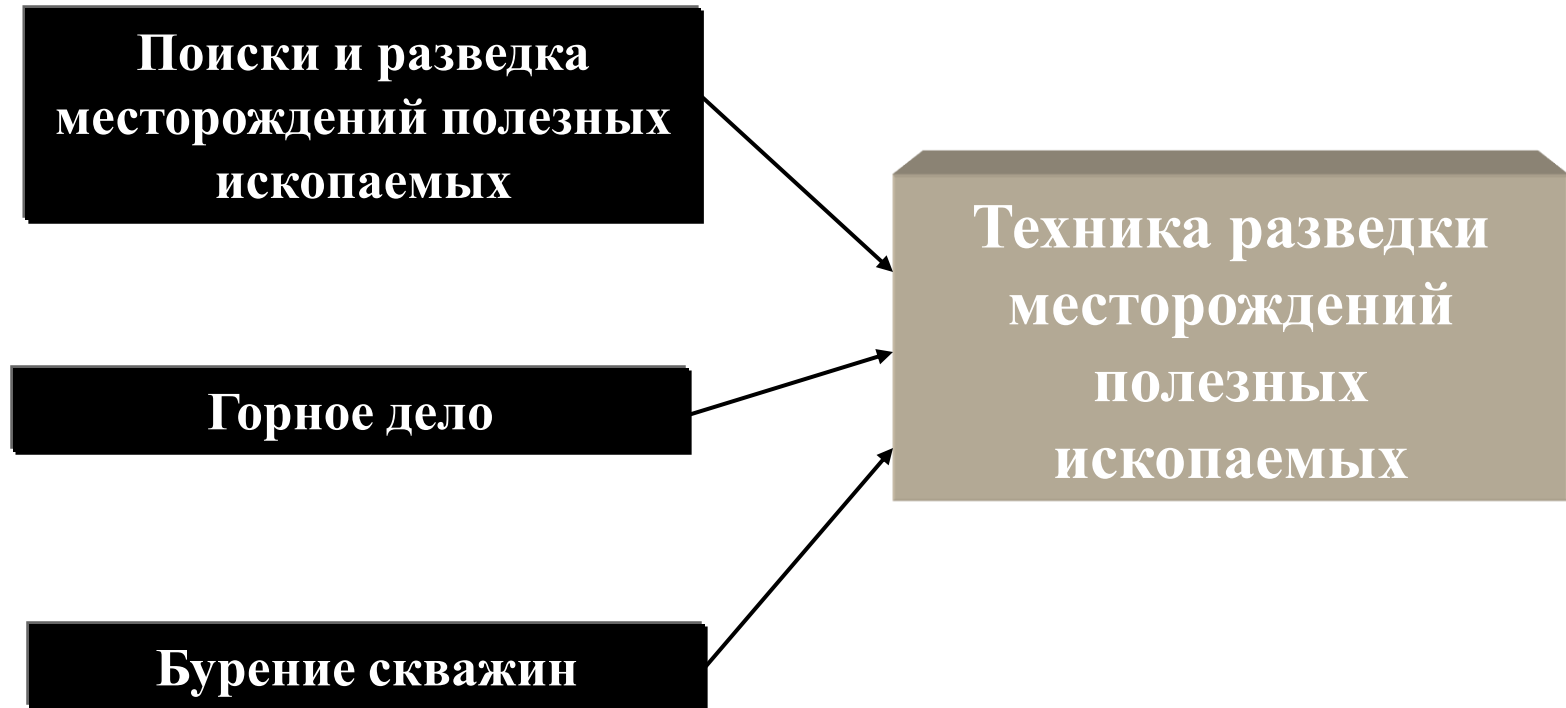


Докт. геол.-минерал. наук Истекова С.А.

Лекция 8
ТЕХНИКА РАЗВЕДКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ



ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ и ПОНЯТИЯ



По определению техника разведки соотносится с геологоразведочными работами

Геологоразведочные работы (ГРР) – это комплекс геологических и других сопутствующих им работ, которые проводятся с целью установления месторождения полезного ископаемого.

Месторождение полезного ископаемого – это аномальное высокое (или выделенное по определенным условиям) скопление минерального вещества (полезного ископаемого) литосферы Земли (или иной планеты), которое по качеству, количеству, техническим и экономическим условиям пригодно для разработки и использования его в промышленности на данном этапе развития технического прогресса.

Из определения месторождения вытекает то, что месторождение не открываются, а устанавливается разведывается.

Техника разведки собственно ГРР начинается со второго этапа второй стадии с поисковых работ.

Руда – это скальное полезное ископаемое в виде минерального образования, содержащее полезный компонент в экономически выгодных концентрациях. По содержанию полезного компонента руда может быть богатой или бедной.

Пески – это рыхлое полезное ископаемое в виде литолого-минерального образования, содержащее полезный компонент в экономически выгодных концентрациях.

Рудное тело – это скопление руды различной формы.

Полезный компонент – это составная часть руды полезного ископаемого, как правило, в виде металла или минерала, которые технологически возможно извлекать из руды или песков с целью экономически выгодного использования.

К примеру для полезного ископаемого железной руды железного колчедана полезным компонентом является железо, для сульфидных медно-никелевых руд основным полезным компонентом является медь и никель, сопутствующим компонентом является золото, кобальт, серебро, селен, теллур. Для кимберлита – алмаз. Для полезного ископаемого аллювиальных золотоносных песков полезным компонентом является золото.

Полезные компоненты могут быть основными, комплексными, сопутствующими.

Техника разведки месторождений полезных ископаемых имеет два понятия и определения

1. Техника разведки месторождений полезных ископаемых – это совокупность технических средств, применяемых для вскрытия и опробования полезного ископаемого.
2. Техника разведки месторождений полезных ископаемых – это система технических приемов и способов ведения геологоразведочных работ.

Вскрытие и опробование полезного ископаемого проводится с помощью

-горных выработок при горных работах и

-скважинами при буровых работах

-или комбинированно - горными выработками и скважинами,

-а так же специфическими выработками – шурфо-скважинами или скважинами большого диаметра (СБД).

Соответственно при горных работах используется горная техника и транспорт, при буровых работах – буровые станки, установки, буровой снаряд и вспомогательное оборудование,

при СБД – специфические установки скважин большого диаметра.

Методы разведки

8

- Целью разведки является изучение:
 - - *геологического строения;*
 - - *технологических свойств полезного ископаемого;*
 - - *гидрогеологических и инженерно-геологических условий отработки месторождения.*
- По результатам разведки:
 - - *разрабатываются кондиции;*
 - - *производится подсчёт запасов* (в зависимости от сложности геологического строения месторождений) категорий ***A, B, C₁*** и ***C₂***;
 - - *осуществляется геолого-экономическая оценка* в виде **технико-экономического обоснования (ТЭО)** промышленного значения месторождения.

Основными (главными) результатом разведки являются:

- 1) граница (контур) полезного ископаемого в плане и разрезе;
- 2) качество полезного ископаемого, в соответствии с предъявляемыми к нему требованиям;
- 3) количество оконтуренного полезного ископаемого (запасы полезного ископаемого).

Полезное ископаемое должно отвечать кондициям.

Кондиции – это совокупность экономически обоснованных требований к количеству, качеству полезного ископаемого, к горно-техническим условиям разработки месторождения и к переработки полезного ископаемого этого месторождения.

Задачи разведки

□ Основными задачами разведки являются:

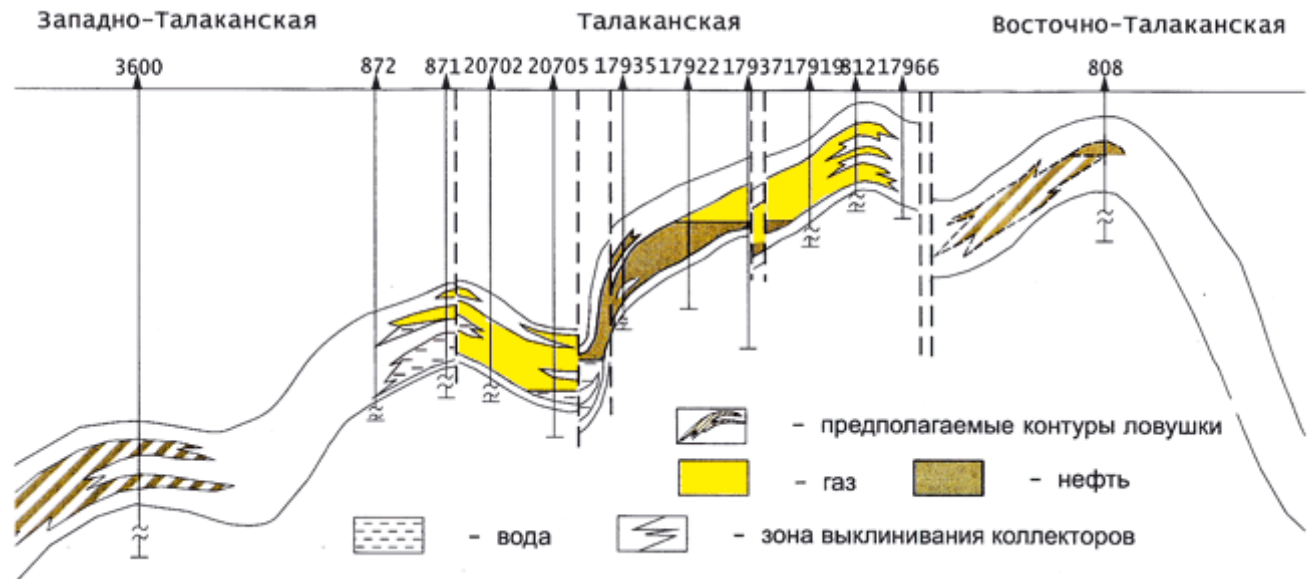
□ 1. **Определение количества (запасов) полезного ископаемого.**

10 □ 2. **Определение качества полезного ископаемого.**

□ 3. **Оценка месторождения.**

□ ① **Первая основная задача** разведочных работ - **определение количества полезного ископаемого** решается с помощью **геологических разрезов**: выясняются формы тел, их размеры. Разрезы позволяют выяснить **внутреннее строение** и условия залегания тел полезных ископаемых. В зависимости от природы месторождения и применяемых технических средств разведки

○ разрезы могут быть вертикальными, горизонтальными и комбинированными.



Задачи разведки

11

- ② **Вторая задача** - определение качества полезного ископаемого - решается **опробованием**. Под опробованием понимается весь комплекс работ, связанный с определением качества полезного ископаемого, независимо от того, каким образом отбираются и обрабатываются пробы или как определяется качество руды.
- ③ **Третья задача разведки** - оценка месторождения - решается **методом оценочных сопоставлений**. Оценка сопутствует процессу разведочных работ. **Каждый новый материал**, полученный от проходки новых выработок (скважин), **подвергается оценке**:
 - - **сравнению с данными ранее пройденных выработок (скважин)**;
 - - **с требованиями к качеству минерального сырья**;
 - - **данные по всему месторождению сравниваются с данными по другим месторождениям, разведанным или эксплуатируемым**. На основании оценочных сопоставлений решается вопрос о промышленном значении месторождения.

Задачи разведки

12

- Таким образом, сущность разведочного процесса состоит:
 - - **в создании системы разведочных разрезов;**
 - - **опробовании тел полезных ископаемых;**
 - - **в выполнении оценочных сопоставлений как по данным отдельных разведочных выработок (скважин), так и по результатам разведки в целом.**
- Решение указанных частных задач требует применения определённых технических средств разведки.

Методы разведки

13

- Методами разведки месторождения являются:
 - **1. Разведочные разрезы**
 - **2. Опробование**
 - **3. Оценочные сопоставления**

Технические средства разведки

14

- Все средства разведки можно разделить на три различных по методическим основам и оснащению вида:
 - - горные разведочные выработки;
 - - буровые разведочные скважины;
 - - геофизические методы.

Что бы решить основные вопросы разведки необходимо провести вскрытие и опробование полезного ископаемого.

Опробование полезного ископаемого проводится по определенной разведочной сети.

Вскрытие полезного ископаемого при ГРП – это способ обеспечения доступа к полезному ископаемому. Вскрытие должно пересекать полезное ископаемое на всю мощность, как правило перпендикулярно. Такое вскрытие называется пересечением полезного ископаемого.

Вскрытие и опробование полезного ископаемого производится с помощью горных выработок, скважин и скважин большого диаметра (СБД) или шурфо-скважин.

Техника разведки подразделяется на 4-е самостоятельных способов ведения ГРР (4-е способа вскрытия и опробования, как отмечалось выше).

- 1. Горные работы – проходка горных выработок.**
- 2. Буровые работы – бурение скважин.**
- 3. Горно-буровые работы – проходка и бурение.**
- 4. Бурение скважин большого диаметра (СБД) или проходка шурфо-скважин.**

« Разведочные горные выработки »

17

- **Изучение полезного ископаемого с помощью подземных горных выработок даёт наиболее достоверные результаты**, однако организационно горно-разведочные выработки гораздо сложнее других видов и средств разведки и требуют больших затрат материальных средств и времени.
- **Поэтому в процессе разведки нужно проходить минимум горных выработок, шире применять бурение и геофизические методы исследований.**

Горные работы при ГРР – это работы по проходке и поддержанию в рабочем состоянии горных выработок, пройденные с целью опробования и геологического изучения. Объем горных работ и проходка горной выработки измеряется в м³.

Горные выработки проходятся ручным способом, механизированным и взрывным (буро-взрывным).

Горная выработка – это искусственное сооружение в виде полости в недрах Земли.

Горная выработка пройденная с целью разведки месторождения называется разведочной горной выработкой.

Горные выработки различаются на открытые и подземные, слепые или имеющие выход на дневную поверхность.

Сечение горной выработки – это форма горной выработки по поперечной проекции, поэтому часто его называют – поперечное сечение. Сечение может быть квадратным, прямоугольным, трапециевидным, прямоугольно-сводчатым, круглым и т.д. Сечение горной выработки измеряется в м².

По месту проведения

Открытые горные работы – это горные работы, проводимые на поверхности Земли, под открытым небом.

Подземные горные работы – это горные работы, проводимые в недрах Земли, под землей.

По способу проведения

Ручные горные работы – это работы, проводимые с помощью ручного горного инструмента.

Механизированные горные работы – это горные работы, проводимые с помощью механизмов, называемых горной техникой.

Взрывные горные работы, буровзрывные горные работы – это горные работы, проводимые с помощью взрывов горных пород взрывчатым веществом.

Шпур – скважина небольшого диаметра и глубины для закладки заряда взрывчатого вещества (ВВ).

При ГРР используется преимущественная следующая горная техника, на открытых работах: механическая лопата или гидравлический экскаватор и реже драглайн или шагающий экскаватор; на подземных работах: перфоратор, станки для бурения шпуров, горный комбайн.

Разведочные горные выработки

20

- Для разведочных целей используются почти все виды горных выработок:
 - - расчистки;
 - - канавы (траншеи);
 - - шурфы (дудки);
 - - шахты;
 - - штольни;
 - - и не выходящие на земную поверхность: квершлаг, штреки, орты (рассечки), а также - восстающие.

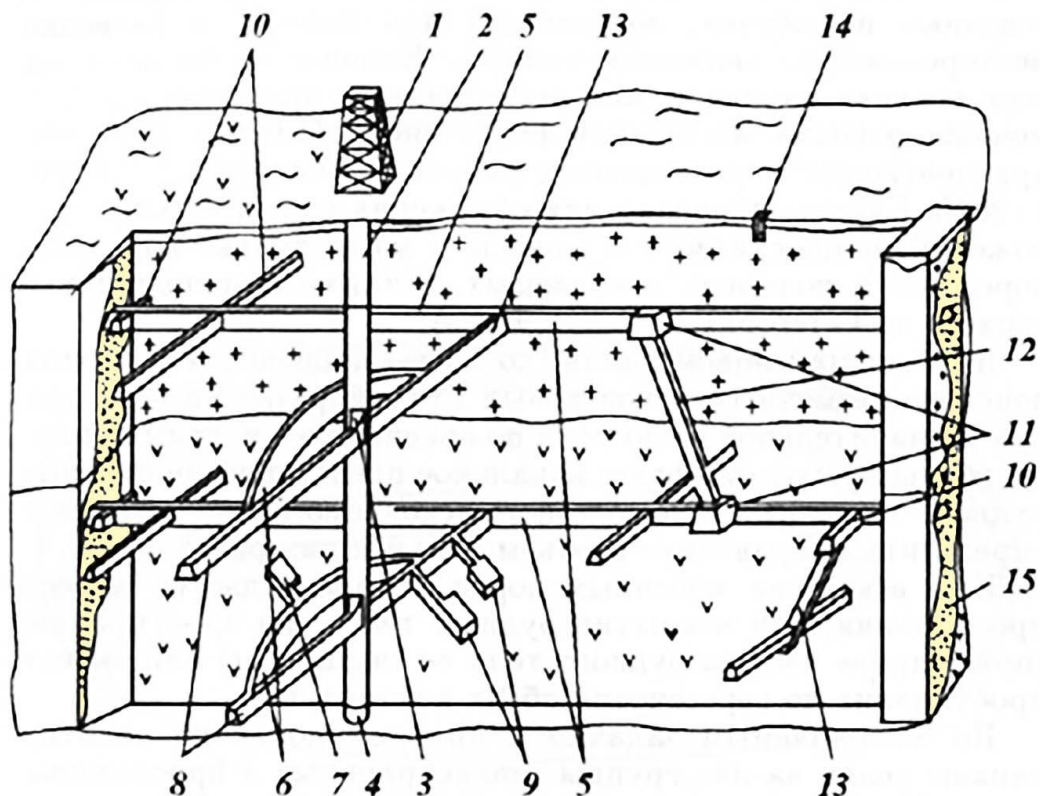


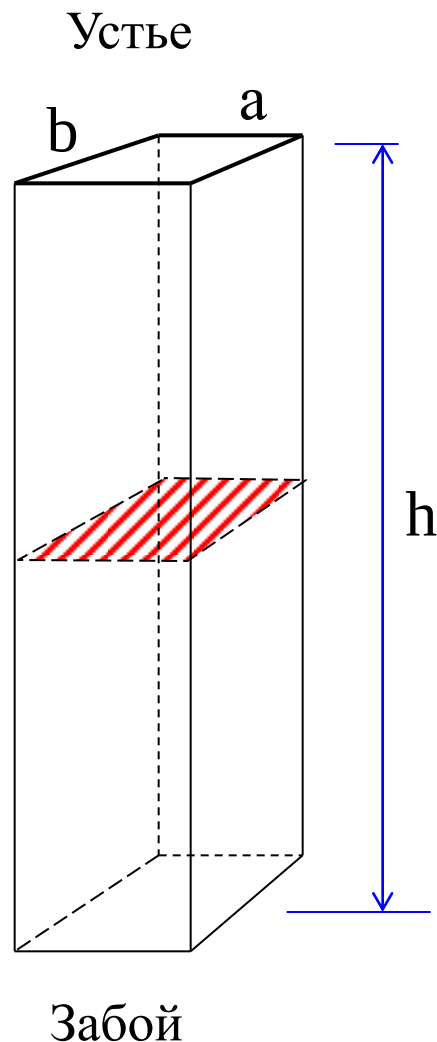
Рис. 4. Подземные горные выработки:

1 — копер; 2 — вертикальный ствол; 3 — сопряжение ствола с рабочим горизонтом; 4 — зумпф; 5 — штрек; 6 — околоствольный двор; 7 — зарядное депо; 8 — квершлаг; 9 — служебная камера; 10 — рассечка; 11 — камера; 12 — восстающий; 13 — гезенк; 14 — шурф; 15 — рудное тело (жила)

Шурф

$S = a b$ (м²) – сечение горной выработки

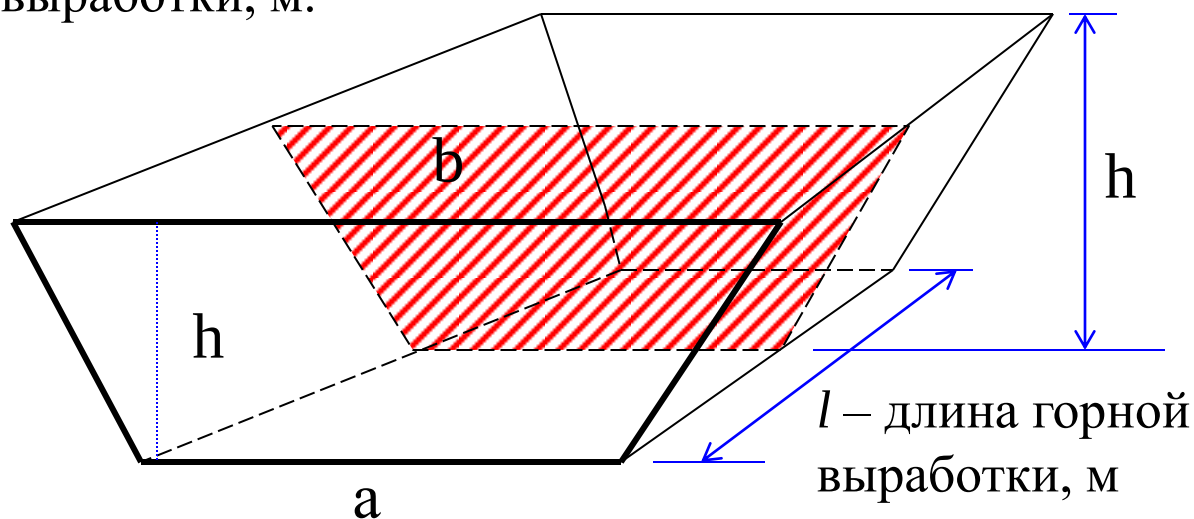
$V = a b h$ (м³) – объем горной выработки, проходка, где a, b, h – стороны и глубина горной выработки, м.



Канавы

$S = ((a+b)/2) h$ (м²) – сечение горной выработки

$V = S l$ (м³) – объем горной выработки, проходка, где a, b, h, l – стороны, глубина и длина горной выработки, м.



A – альтитуда горной выработки – ее абсолютная отметка, м

Опробование полезного ископаемого – это взятие проб из полезного ископаемого с целью установления его качества и количества.

Так же опробуются и вмещающие породы с целью:

- при отсутствии четких границ, – для установление границ распространения полезного ископаемого по содержанию и качеству;
- при наличии явных границ полезного ископаемого, – для:
- определения содержаний полезного компонента во вмещающих породах,
- выявления потенциальных полезных ископаемых в пустых породах

ОПРОВОБОВАНИЕ

Представительность пробы – это свойство анализа пробы, который максимально точно отражает состав руды и содержание компонентов, в том числе и полезного компонента.

Минеральные компоненты в породе рассеяны по различным законам распределения случайной величины, осложненные положительными и отрицательными аномалиями концентрации и для того, что бы достоверно определить полезный компонент в руде или песке необходимо отбирать пробы определенного объема, называемым представительным объемом пробы.

Представительный объем опробования – это объем пробы, который достаточно достоверно отражает содержание полезного компонента в руде (песках).

Вскрытие и опробование полезного ископаемого (ГРП) проводится по определенной разведочной сети.

Разведочная сеть – это система скважин и (или) горных выработок, закономерно размещенных в пространстве с целью вскрытия и опробования полезного ископаемого.

Разведочная сеть строиться по разведочным линиям (РЛ, л), на которых расположены скважины (скв., с) и горные выработки.

Причем разведочная сеть может быть построена отдельно на скважинах, горных выработках или комбинированно на скважинах и горных выработках совместно.

По расположения разведочных линий, скважин и горных выработок на них, разведочная сеть может быть **квадратной, прямоугольной, ромбической, неправильной (ситуационной).**

По заложению в плане разведочная сеть может быть расположена **вкресть простирания исследуемого объекта, по простиранию, ситуационно и комбинированно.**

Разведочная сеть может быть построена как на открытых горных выработках, так и на подземных.

Параметры разведочной сети – это расстояние между разведочными линиями, скважинами и горными выработками на линии или необходимое количество пересечений рудного тела по простиранию и падению. Параметры разведочной сети задаются Методическими рекомендациями задающие, методику проведения ГРР и опробования полезного ископаемого:

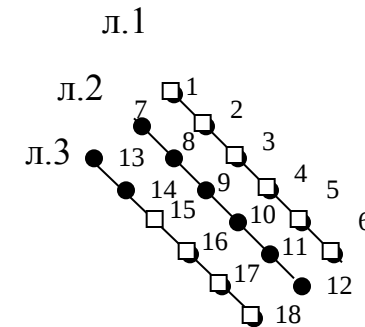
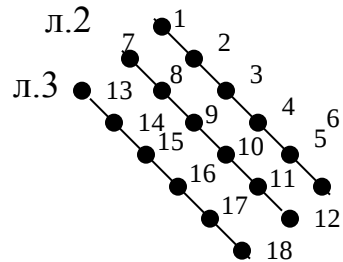
1. **по каждому из известных видов полезного ископаемого,**
2. **в соответствии с категориями запасов,**
3. **в соответствии со сложностью геологического строения месторождения**

Виды разведочных сетей по расположению разведочных линий

Разведочная сеть по буровым линиям

Разведочная сеть по горно-буровым линиям

Квадратная или ромбическая



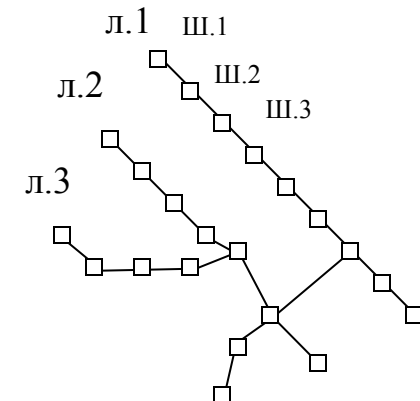
Прямоугольная



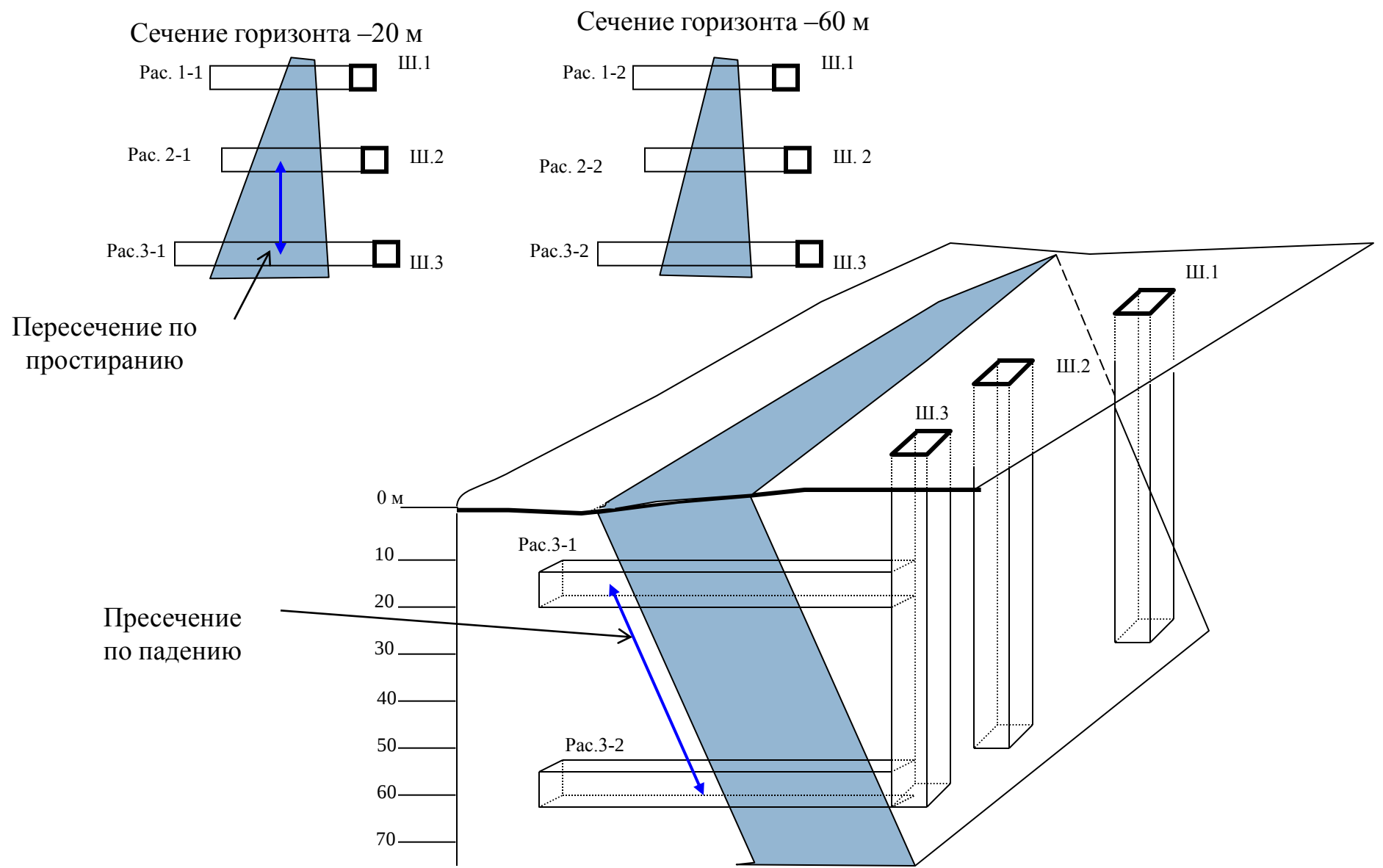
**Неправильная
или ситуационная**



Разведочная сеть
по горным линиям

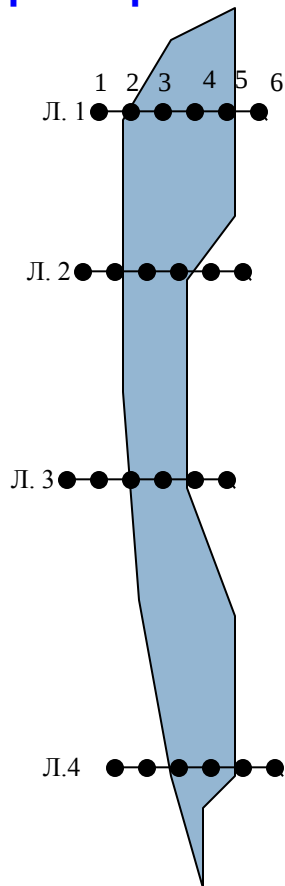


Пример прямоугольной разведочной сети подземными горными выработками

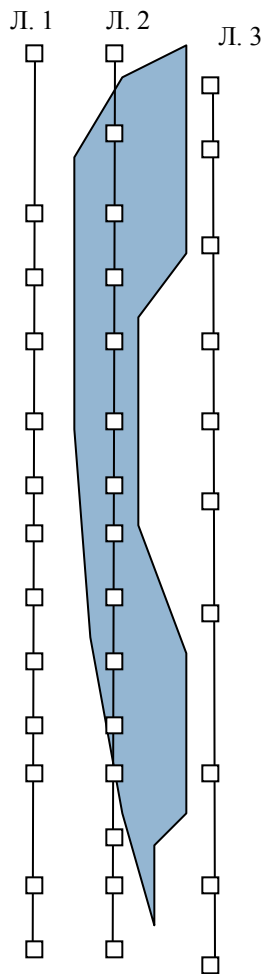


Примеры разведочных сетей по заложению разведочных линий в плане относительно исследуемого объекта

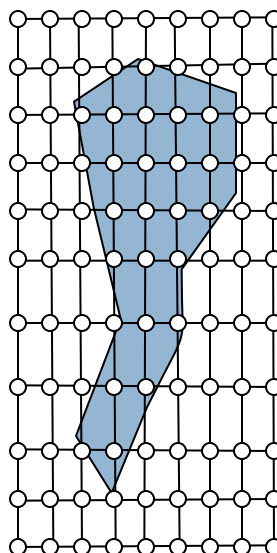
Вкрест
простираения



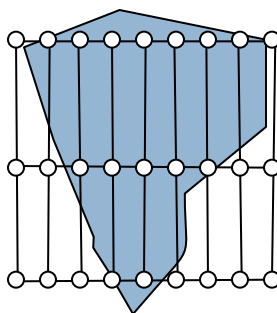
По
простираению



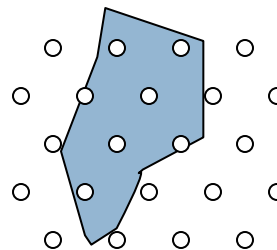
Равномерная
квадратная сеть



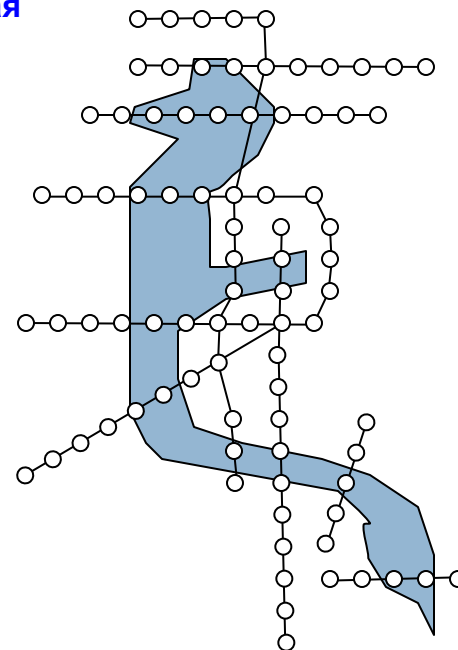
Равномерная
прямоугольная сеть



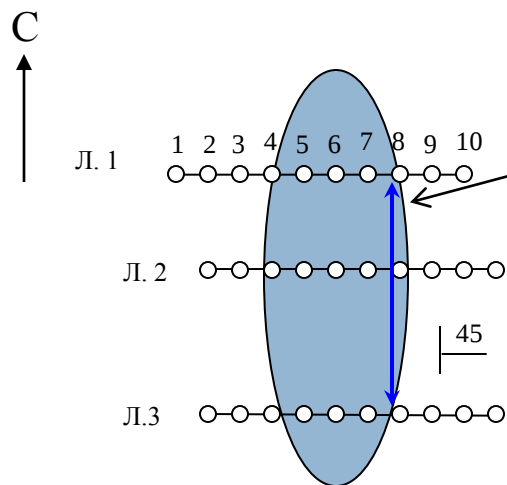
Равномерная
шахматная,
триангуляционная
сеть



Неравномерная,
ситуационная
сеть



Пересечение полезного ископаемого по простираанию, падению и мощности

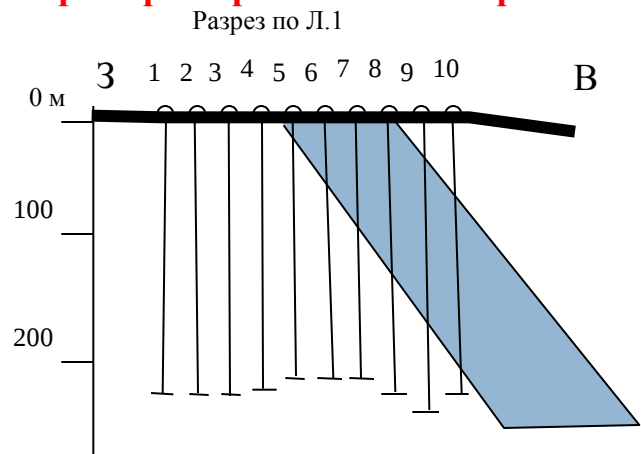


Пересечение по простираанию – это перпендикулярные расстояния между линиями вскрытия по простираанию.

Профиль со скважинами или горными выработками называется разведочной линией или просто линией. Обозначается ГЛ–1 или л.1.

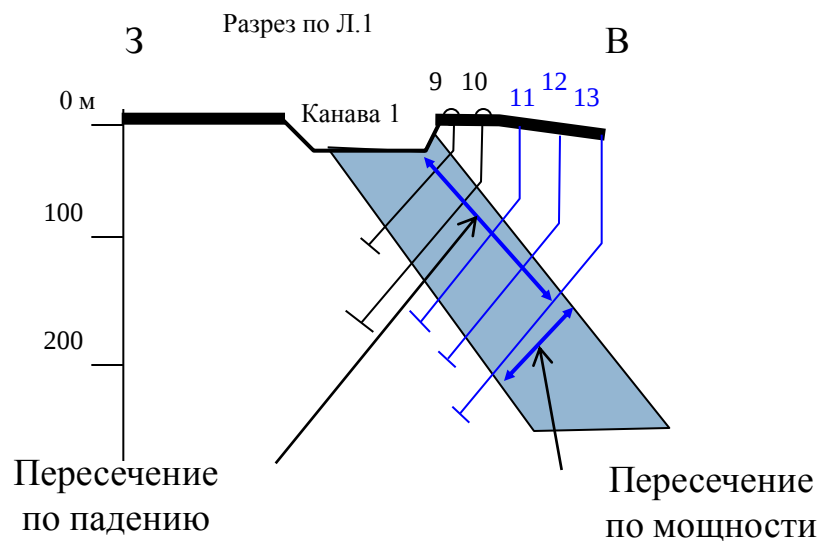
Тоже пересечение полезного ископаемого буровыми скважинами в разрезе по падению

Пример неправильного вскрытия.



Пересечение полезного ископаемого в разрезе по падению горной выработкой и скважинами.

Пример правильного вскрытия.



Буровые работы при ГРП – это работы по бурению скважин. Буровые работы и скважины измеряются в погонных метрах или метрах.

Бурение скважин при разведке проводится вручную специальным буровым инструментом и механически с помощью буровых станков или установок.

Скважина – это цилиндрическая горная выработка, у которой длина на порядки превышает сечение. Скважины в отличие от горных выработок бурятся и это действие называется бурением скважин. Скважины, пробуренные с целью разведки и опробования полезного ископаемого называются разведочными скважинами.

В настоящее время при ГРП приняты следующие способы бурения скважин: ручное, механическое; сплошным забоем, кольцевым забоем; вращательное, ударное и ударно-вращательное; с призабойным двигателем и с двигателем расположенным на поверхности Земли.

Бурение скважин кольцевым забоем – это вращательное бурение скважины с помощью **буровой коронки** и **колонковой трубы** (поэтому часто называемое колонковым бурением) с получением **кернa**.

Бурение скважин сплошным забоем – это вращательное, ударно-вращательное или ударное бурение скважины с помощью **долота** с получением **шлама**.

Долото – породоразрушающий инструмент **бурового снаряда**. Может быть для кольцевого забоя и сплошного.

Буровой снаряд – набор бурильных приспособлений, с помощью которого осуществляется процесс бурения горной породы, состоящий из:

- долота,
- приспособления для транспортировки разбуренной породы на поверхность (или без него),
- бурильных труб (штанг),
- обсадных труб.

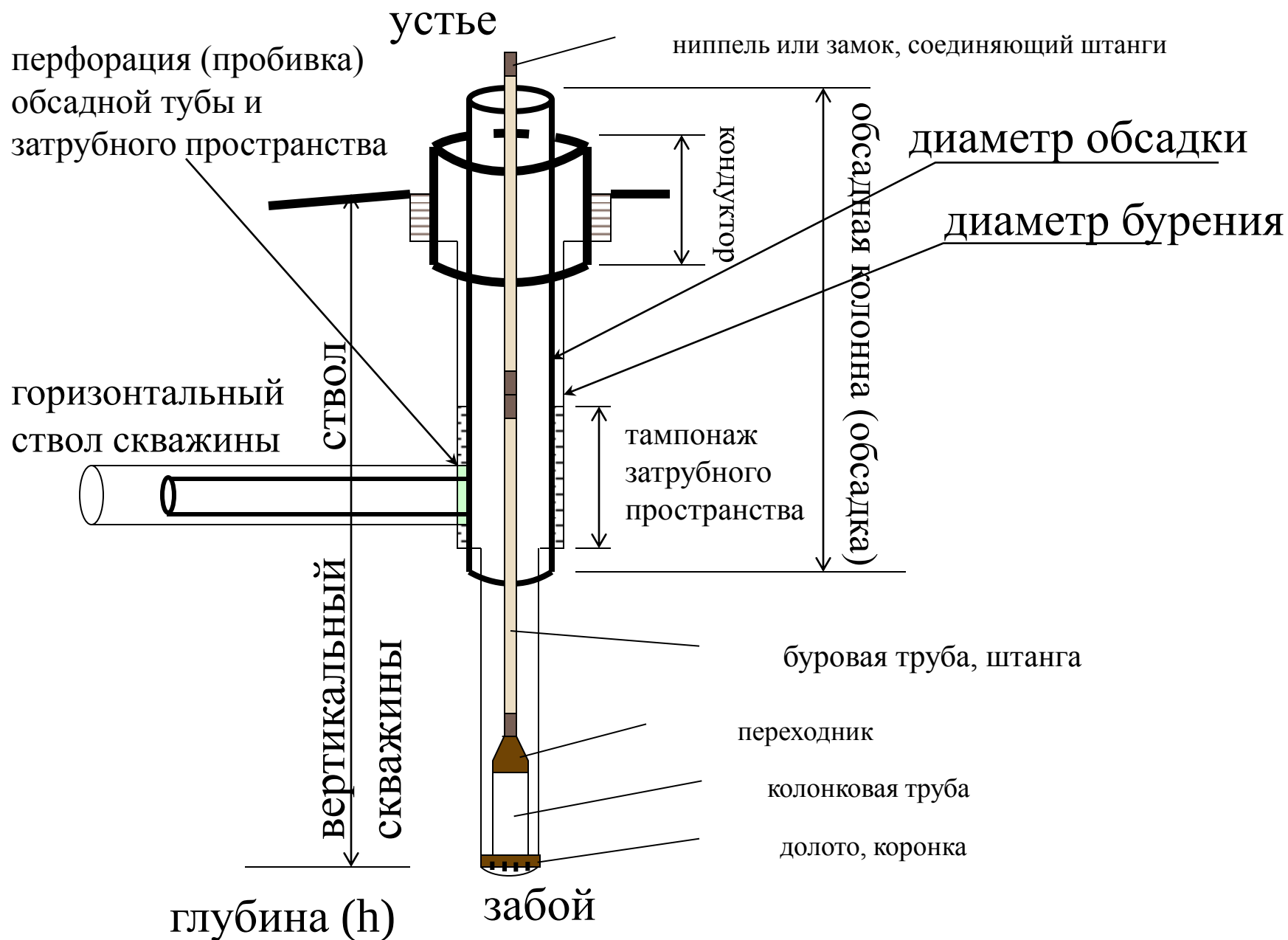
Буровая коронка – долота для бурения кольцевым забоем.

Колонковая труба – труба для накопления и транспортировки керна на поверхность.

Кенр – выбуренный цилиндр горных пород при колонковом бурении, сохраняющий первоначальную текстуру горных пород.

Шлам – разрушенная горная порода в процессе бурения до рыхлого, сыпучего состояния.

Конструкция скважины и основные элементы колонкового бурения



Долота буровые



Коронка буровая

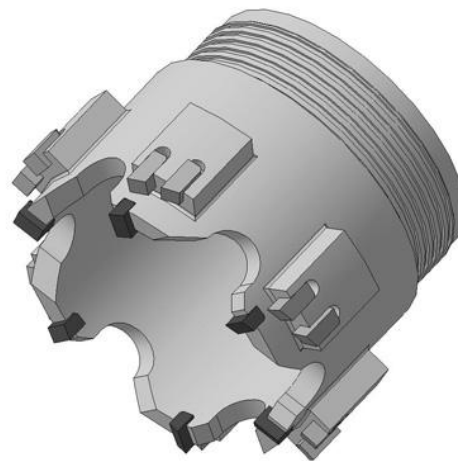


Долото шарошечное или шарошка

Буровая коронка алмазная



Буровая коронка для колонкового бурения



Буровые трубы



Обсадные трубы и ниппеля для соединения обсадных труб



Бурение разведочных скважин

36

- При разведке месторождений полезных ископаемых **бурение скважин является наиболее распространенным средством разведки.** Буровые разведочные скважины применяются либо в сочетании с горно-разведочными выработками, либо самостоятельно. Давая ограниченную информацию по сравнению с горными выработками, **буровые скважины отличаются:**
 - **- мобильностью;**
 - **- быстротой бурения;**
 - **- относительно невысокими расходами.**
- Поэтому бурение приобретает все большее значение при разведке месторождений.
- Применяется несколько видов буровых работ: колонковое, ударно-канатное, ручное ударно-вращательное, шнековое.

Колонковое бурение

37

- **Колонковое бурение** - наиболее распространенный вид буровых разведочных работ. Это вращательное механическое бурение кольцевым забоем твердосплавными, алмазными и дробовыми коронками. Главными **преимуществами колонкового бурения** являются:
 - **1) возможность бурения вертикальных, наклонных и горизонтальных скважин;**
 - **2) получение керна** - фактического каменного материала, характеризующего полезное ископаемое и геологический разрез.
- Кроме того, **возможно многоствольное бурение** путём принудительного искривления ствола скважины на определенных глубинах, **что обеспечивает получение нескольких разведочных пересечений из одного пункта на поверхности.** Наиболее распространенными в практике разведочных работ являются как самоходные, так и стационарные буровые установки, а также буровые станки различного назначения с глубинами бурения от 25 до 1200 м.



Ударно-канатное бурение

Ударно-канатное бурение

на разведочных работах, особенно при разведке россыпей, полого-залегающих рудных тел, штокерков, применяется достаточно широко.

Достоинством этого вида бурения является:

- - **высокая скорость проходки;**
- - **получение большого количества материала в пробу** (за счёт больших диаметров бурения).
- **Недостаток** - возможность бурения только вертикальных скважин. Наиболее широким применением на практике пользуются самоходные буровые установки, а также ударно-канатные станки.
- Диаметр бурения скважин **168-219 мм**, глубина бурения от **50 до 300 м**.

Ручное, ударно-вращательное и шнековое бурение

- Кроме колонкового и ударно-канатного применяются другие виды бурения:

39

ручное, ударно-вращательное, шнековое, для разведки неглубоко (до 10-30 м) залегающих месторождений: кор выветривания, россыпей, строительных материалов и др.

- Все виды разведочного бурения оказываются эффективными лишь тогда, когда представляется возможность получить достаточно достоверные данные о геологическом разрезе и качестве полезного ископаемого.



Карьерная буровая
установка ударно-
вращательного бурения



Шнековое бурение

Выводы

- А.** Техника разведки месторождений полезных ископаемых имеет два определения: технические средства и технический способ.
- Б.** Техник разведки включает в себя 4-е основных технических способов *вскрытия и опробования полезного ископаемого* с использованием различных технических средств разведки.
1. Горные работы – проходка горных выработок – ручной инструмент, горная техника.
 2. Буровые работы – бурение скважин – ручной буровой инструмент, буровые станки, установки и буровое оборудование.
 3. Горно-буровые работы – проходка горных выработок и бурение скважин – комбинированные технические средства.
 4. Скважины большого диаметра (СБД) – бурение СБД и проходка шурфо-скважин – установки и оборудование СБД.
- В.** *Вскрытие и опробование полезного ископаемого* проводится по разведочной сети различными техническими способами.
- Г.** Разведочная сеть зависит от вида полезного ископаемого, **типа месторождения, группы сложности геологического строения месторождения и категории запасов** полезного ископаемого, до которых необходимо разведать месторождение

Взаимозависимость технических способов и средств от условий разведки



Группа сложности	Структурно-морфологический тип рудных тел	Вид выработок	Расстояние между пересечениями рудных тел выработками для категорий запасов, м			
			В		С ₁	
			по падению	по простиранию	по падению	по простиранию
<i>В СССР</i>						
2-я	Крупные пласто- и линзообразные залежи с выдержанной мощностью: протяженностью >1000 м	Скважины	60	80	60–80	80–120
	Жило- и линзообразные протяженностью >500 м иногда гнездовые и	Скважины	20–30	40–60	40–60	80–120
3-я	столбообразные тела небольших размеров, протяженностью от $n \cdot 10$ до 300 м, разбитые пострудной тектоникой на мелкие блоки	Скважины, горные выработки	–	–	20–30	40–60
<i>На месторождениях России после 1996 г.</i>						
2-я	Аганозерское – Крупный (Главный) хромитовый горизонт, пласты, пологое падение	Скважины	20–60	100–200	20–60	400
2-я и 3-я	Сопчеозерское – пологие рудные тела и залежи	Скважины	12	25	25–50	50
3-я	Центральное – крутопадающие жило- и линзообразные тела протяженностью 10–500 м	Скважины	–	–	20–25	20–50
		Канавы	–	–	–	10–20
Примечание. На оцененных месторождениях разведочная сеть для категории С ₂ по сравнению с сетью для категории С ₁ разрезается в 2–4 раза в зависимости от сложности геологического строения месторождения.						

Контрольные вопросы

1. Какие понятия входят в определение «Техника и разведка месторождений полезных ископаемых»?
2. Цели и основные задачи разведочного этапа геологоразведочных работ
3. Классификация методов разведки МПИ
4. Технические средства разведочного этапа
5. Способы вскрытия и опробования полезного ископаемого
6. Что такое горные работы? Виды горных работ.
7. Опробование и его роль на разведочном этапе
8. Разведочная сеть. Основные понятия, виды и параметры
9. Роль и основные способы разведочного бурения
10. Взаимозависимость технических способов и средств от условий разведки