

ФГБОУ ВПО ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

**ТЕХНИКА РАЗВЕДКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ**



г.Пермь, 2016 г.

1. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ и ПОНЯТИЯ



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.

По определениям техника разведки соотносится с геологоразведочными работами

Геологоразведочные работы (ГРР) – это комплекс геологических и других сопутствующие 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.

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.**

Геологическая разведка должна решить четыре главные задачи касаясь полезного ископаемого (ответить на четыре основных вопроса):

где?
сколько?
какого качества?
как взять?

Обязательно, -- планируемая добыча полезного ископаемого должна быть экономически выгодной.

Если добыча экономически не выгодна, то запасы полезного ископаемого признаются забалансовыми и разработка их откладывается на неопределенный срок, до подходящего момента развития прогресса.

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.

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.

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

Существует четыре вида вскрытия и опробование полезного ископаемого при ГРП

- 1. Горные работы**
- 2. Буровые работы**
- 3. Горно-буровые работы**
- 4. Скважинами большого диаметра или шурфоскважинами**

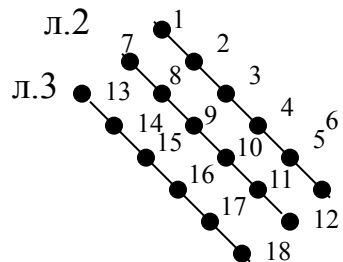
Вскрытие и опробование полезного ископаемого (ГРП) проводится по определенной разведочной сети.

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

Разведочная сеть строится 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.

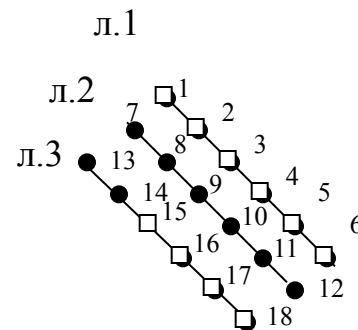
Виды разведочных сетей по расположению разведочных линий

Разведочная сеть по буровым линиям

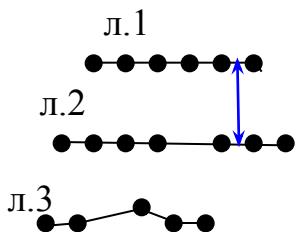


Квадратная или ромбическая

Разведочная сеть по горно-буровым линиям



Прямоугольная



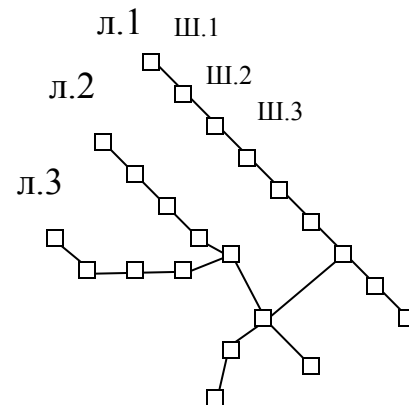
—
расстояние между линиями

**Неправильная
или ситуационная**

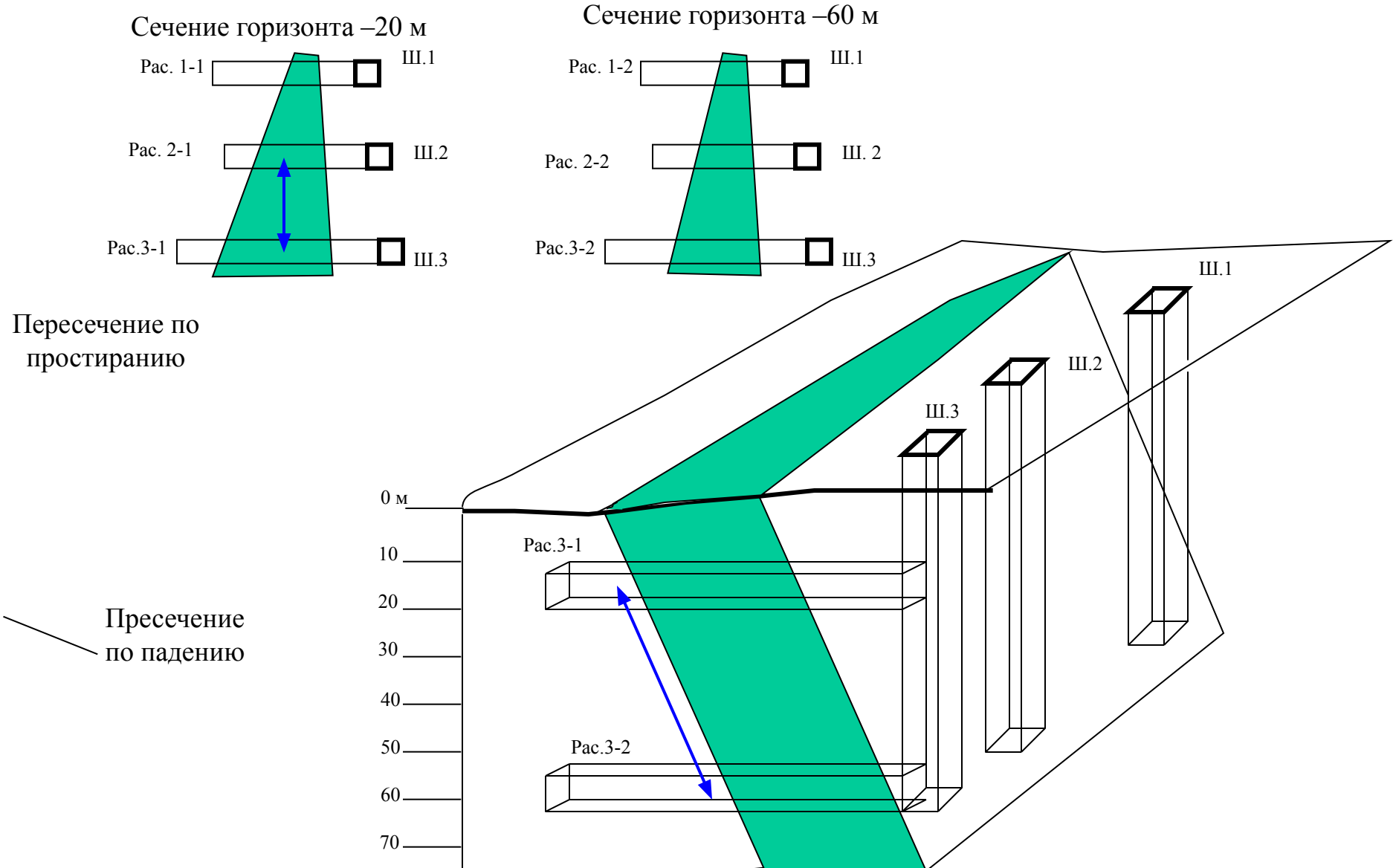
Разведочная сеть
по горным линиям



расстояние между
скважинами в линии

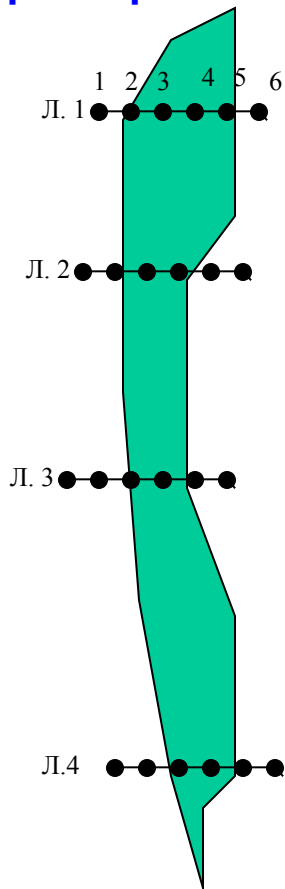


Пример прямоугольной разведочной сети подземными горными выработками

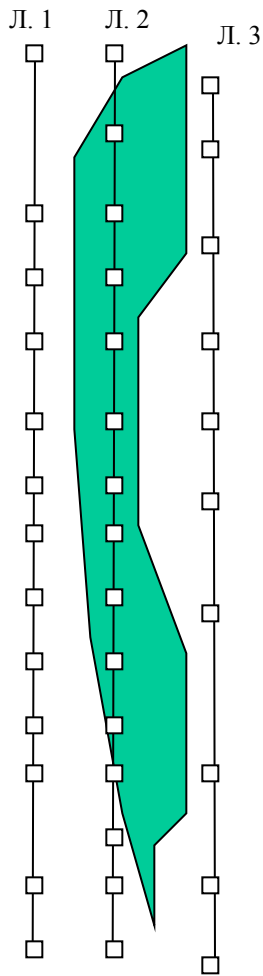


Примеры разведочных сетей по заложению разведочных линий в плане относительно исследуемого объекта

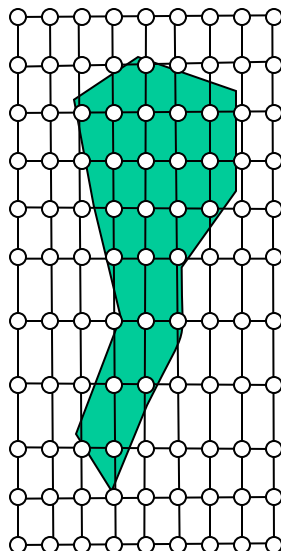
Вкресть
простираения



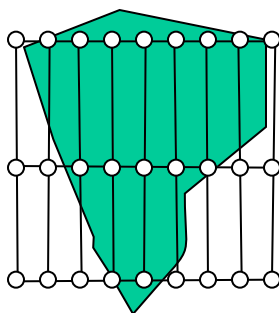
По
простираению



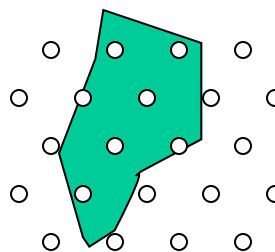
Равномерная
квадратная сеть



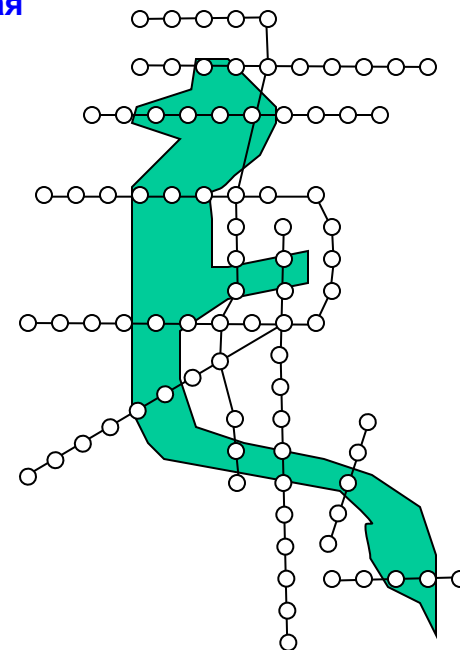
Равномерная
прямоугольная сеть



Равномерная
шахматная,
триангуляционная
сеть



Неравномерная,
ситуационная
сеть



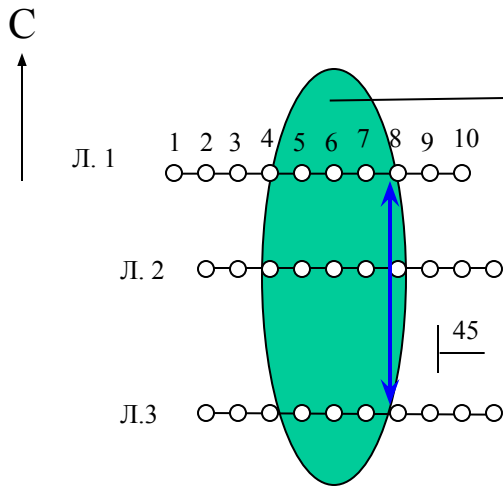
Параметры разведочной сети – это расстояние между разведочными линиями, скважинами и горными выработками на линии или необходимое количество пересечений рудного тела по простиранию и падению. Параметры разведочной сети задаются Методическими рекомендациями задающие, методику проведения ГРР и опробования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

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

На сайте ГКЗ РФ

(Методические рекомендации по применению классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых, М., ГКЗ, 2007; <http://www.gkz-rf.ru/>).

Пересечение полезного ископаемого по простиранию, падению и мощности



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

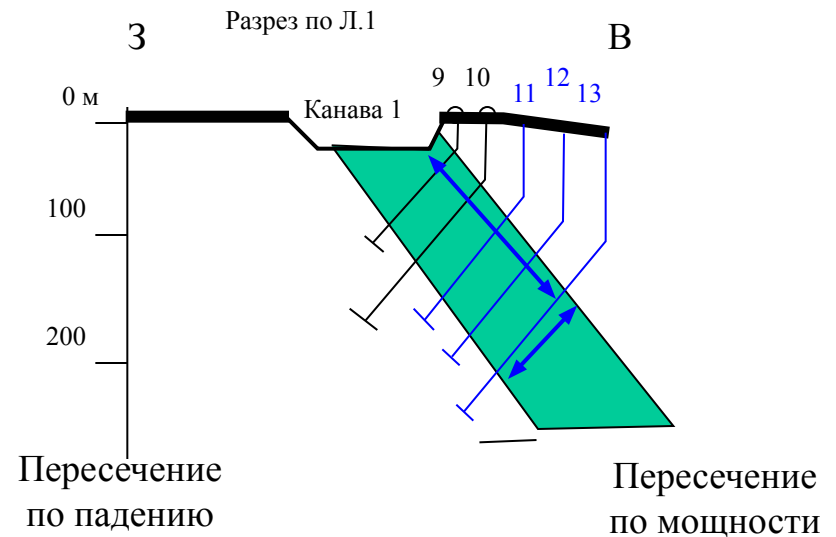
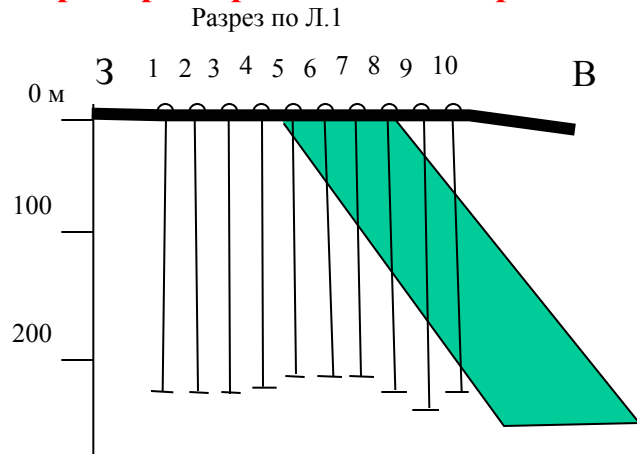
Профиль со скважинами или горными выработками называется разведочной линией или просто линией. Обозначается ГЛ-1 или л.1.

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

Пример правильного вскрытия.

Тоже пересечение полезного ископаемого буровыми скважинами в разрезе по падению

Пример неправильного вскрытия.



Запасы полезного ископаемого – это количество минерального вещества или вещества органического происхождения, а так же подземных, озерных, морских вод и химических элементов в них растворенных определенного месторождения, по данным ГРР.

Отечественный стандарт достоверности подсчета запасов отличается от принятых в США, Великобритании и Европе.

Категория запасов (А, В, С₁, С₂) – это степень достоверности разведанных запасов полезного ископаемого определенного месторождения, принятая в СССР и России.

Категории запасов А и В – это самая высокая степень разведки, отвечает детально разведанным запасам.

Категория запасов C_1 – номинальная степень разведки, отвечает разведанным запасам.

Категория запасов C_2 – минимальная степень разведки, отвечает предварительно разведанным, оцененным запасам.

Запасы категорий А и В соответствуют участкам детализации запасов категории C_1 и могут составлять 5-30 % от всех разведанных запасов.

Геологической службой США запасы полезных ископаемых делятся на три категории: **измеренные** (measured), **вычисленные** (indicated) и **предполагаемые** (inferred).

Измеренные запасы полезного ископаемого (measured) – это оконтуренные в плане и разрезе запасы по горным выработкам и скважинам.

Вычисленные запасы (indicated) – это подсчитанные запасы в контуре, а так же за контуром с учетом экстраполяции.

Предполагаемые запасы (inferred) – это запасы оцененные по общим геологическим данным.

В российской классификации все категории запасов являются и измеренными и вычисленными, ведь для того, что бы подсчитать запасы их необходимо измерить. Предварительные запасы (inferred) могут отвечать запасам категории C_2 или прогнозным ресурсам категории P_1 .

Прогнозные ресурсы – это проявления полезного ископаемого, потенциальные запасы полезного ископаемого.

Категория прогнозных ресурсов (P_3 , P_2 и P_1) – это степень опосредованности объекта.

Ресурсы категории P_3 – это самая низкая степень изученности (опосредованности), ресурсы устанавливаются аналитически при минералогическом анализе на основании геологических предпосылок и признаков при ГСР масштабов 1:500000, 1:1000000 и мельче без вскрытия и опробования полезного ископаемого.

Ресурсы категории P_2 – средняя степень изученности опосредованности, ресурсы устанавливаются по единичным рудопроявлениям, скважинам и горным выработкам при ГСР масштабов 1:200000-1:50000.

Ресурсы категории P_1 – самая высокая степень опосредованности отвечает запасам по разреженной в 2-3 раза сети категории C_2 .

Прогнозные ресурсы нефти, газа и конденсата по степени обоснованности (определенности) подразделяются на две категории: D_1 и D_2 .

Прогнозные ресурсы категории D_1 оцениваются в пределах региональных структур с доказанной промышленной нефтегазоносностью. Количественная оценка ресурсов нефти и газа производится по результатам региональных исследований и по аналогии с изученными месторождениями в пределах оцениваемого региона.

Прогнозные ресурсы категории D_2 оцениваются в пределах крупных региональных структур, промышленная нефтегазоносность которых ещё не доказана. Количественная оценка ресурсов нефти и газа этой категории производится по предположительным параметрам на основе общих геологических представлений и по аналогии с другими более изученными регионами, где имеются разведанные месторождения нефти и газа.

В классификации геологического управления США прогнозные ресурсы (undiscovered resources) составляют две категории: гипотетические (hypothetical) и спекулятивные (speculative).

Гипотетические ресурсы – оцениваются по геологическим предпосылкам и признакам изученных районов, отвечают российским ресурсам категории P_3 и P_2 .

Спекулятивные ресурсы – оцениваются гипотетически, аналогичных ресурсов в российской классификации нет.

По сложности геологического строения месторождения составляют четыре группы.

1-я группа сложности геологического строения – простые, крупные и весьма крупные месторождения.

2-я группа сложности – сложные, крупные и средние месторождения.

3-я группа сложности – очень сложные, средние и мелкие месторождения.

4-я группа сложности – весьма сложные, мелкие и иногда средние месторождения.

Размер месторождения определяется количеством запасов (нормативными документами), сложность месторождения определяется изменчивостью мощностью руды, полезной толщи, содержанием полезного компонента, коэффициентом рудоносностью и показателя сложности. Подробнее это раскрывается в курсе Поисков и разведки месторождений полезных ископаемых.

ЗАВИСИМОСТЬ КАТЕГОРИИ ЗАПАСОВ (СТЕПЕНИ РАЗВЕДАННОСТИ) ОТ ГРУППЫ СЛОЖНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

ЗАПАСЫ КАТЕГОРИИ А

выделяются на участках детализации разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й группы сложности геологического строения

ЗАПАСЫ КАТЕГОРИИ В

выделяются на участках детализации разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й и 2-й групп сложности геологического строения

ЗАПАСЫ КАТЕГОРИИ С₁

составляют основную часть запасов разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й, 2-й и 3-й групп сложности геологического строения, а также могут выделяться на участках детализации месторождений 4-й группы сложности

ЗАПАСЫ КАТЕГОРИИ С₂

выделяются при разведке месторождений всех групп сложности и на стадии оценки, а на месторождениях 4-й группы сложности геологического строения составляют основную часть запасов, вовлекаемых в разработку

Требования к разведке по Методическим рекомендациям применения классификации запасов...,
Курс дисциплины Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕДР ПО ЭТАПАМ И СТАДИЯМ, принятое в СССР и России

ЭТАП I. РАБОТЫ ОБЩЕГЕОЛОГИЧЕСКОГО И МИНЕРАГЕНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Стадия 1. Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых. Масштаб работ 1:1000000-200000. Результат: прогнозные ресурсы категории P_3 .

ЭТАП II. ПОИСКИ И ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Стадия 2. Поисковые работы. Масштаб 1:100000-50000. Результат: прогнозные ресурсы категории P_2 - P_1 .

Стадия 3. Оценочные работы (Предварительная разведка, ранее). Масштаб 1:10000-1000. Результат: запасы категории C_2 с детализацией по категории C_1 .

ЭТАП III. РАЗВЕДКА И ОСВОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Стадия 4. Разведка месторождения (Детальная разведка, ранее). Масштаб 1:5000-1000. Результат: запасы категорий C_1 и C_2 с детализацией до категории А и В.

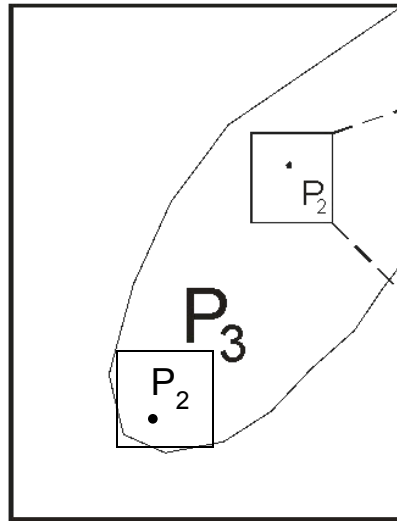
Стадия 5. Эксплуатационная разведка. Масштаб 1:5000-1000. Результат: прирост запасов на флангах месторождения, уточнение запасов.

«Положение о порядке проведения ГРП по этапам и стадиям».

Разрабатывается Всероссийским научно-исследовательским институтом экономики минерального сырья и недропользования (ВИЭМС). Утверждается государственным распоряжением.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЯ НЕДР ПО ЭТАПАМ И СТАДИЯМ В ГРАФИЧЕСКОМ ВИДЕ

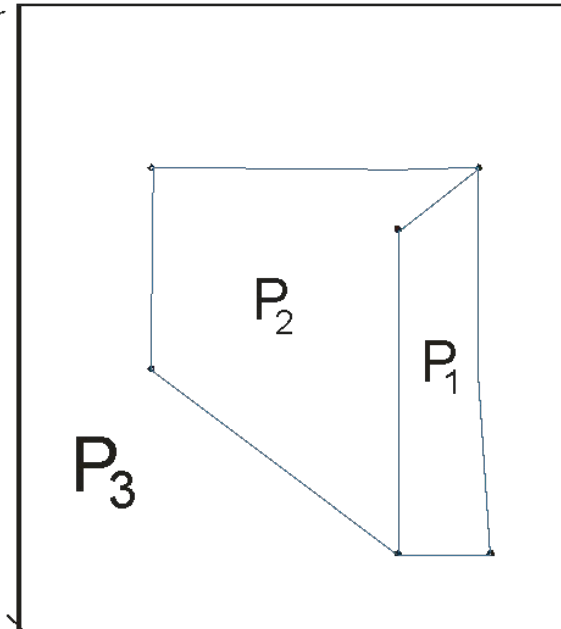
Этап I. Стадия 1.
ГСР-200.



Масштаб 1:200000

Выделен минерагенический район,
по единичной выработке
установлено проявление.

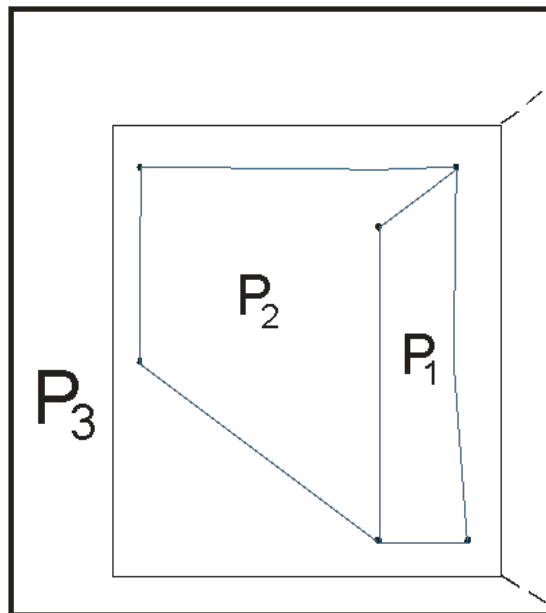
Этап II. Стадия 2.
Поисковые работы.



Масштаб 1:50000-10000

По редкой сети выделены участки (блоки),
оценены прогнозные ресурсы.
Составляются ТЭС.

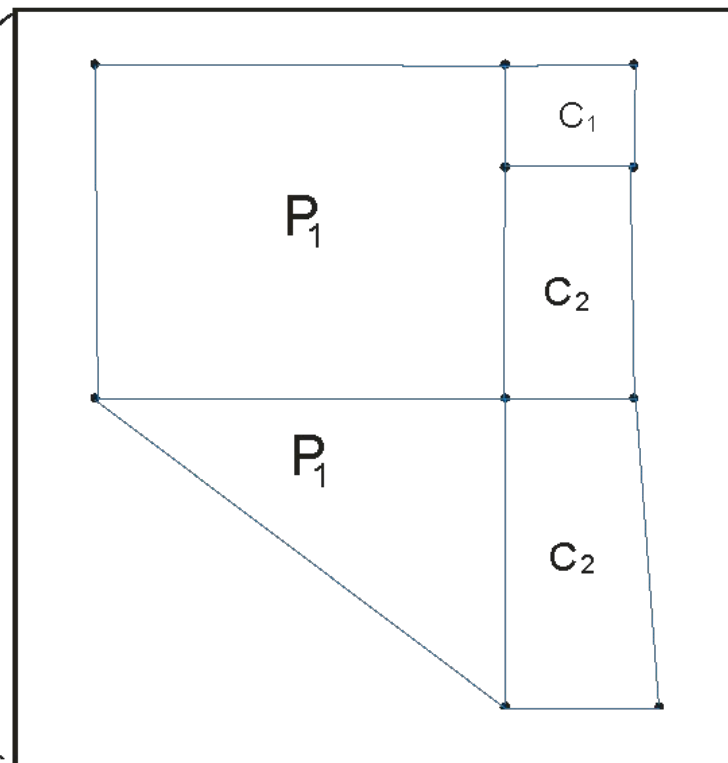
Этап II. Стадия 2.
Поисковые работы.



Масштаб 1:50000-10000

По редкой сети выделены участки (блоки),
оценены прогнозные ресурсы.
Составляются ТЭС.

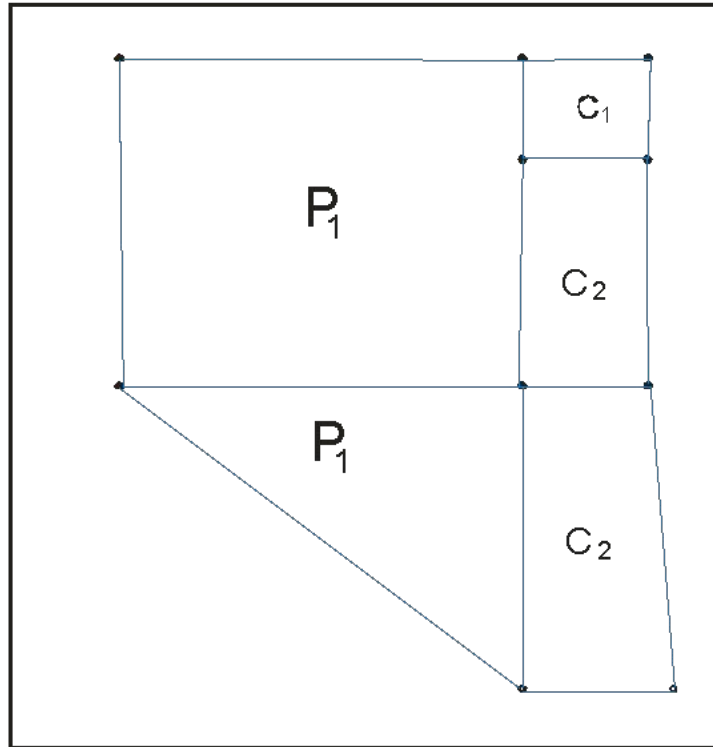
Этап II. Стадия 3.
Оценочные работы.



Масштаб 1:5000-1000

По рекомендованной сети выделены блоки,
подсчитаны запасы и оценены прогнозные ресурсы.
ТЭО временных разведочных кондиций
для подсчета запасов.

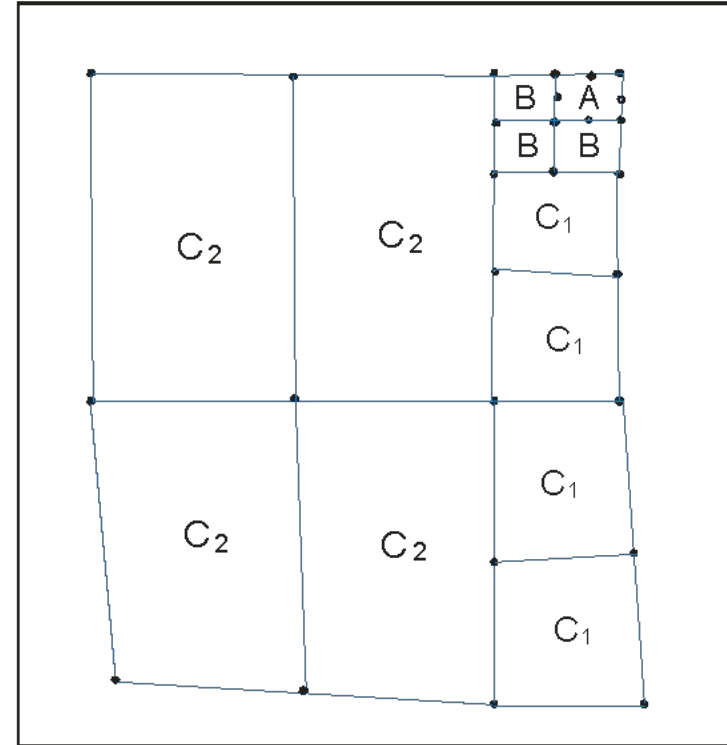
Этап II. Стадия 3.
Оценочные работы.



Масштаб 1:5000-1000

По рекомендованной сети выделены блоки, подсчитаны запасы и оценены прогнозные ресурсы. ТЭО временных разведочных кондиций для подсчета запасов.

Этап III. Стадия 4.
Разведка.



Масштаб 1:5000-1000

ТЭО постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов. Подсчет запасов и защита их в ГКЗ. Месторождение готово к освоению.

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.

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).

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.

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.

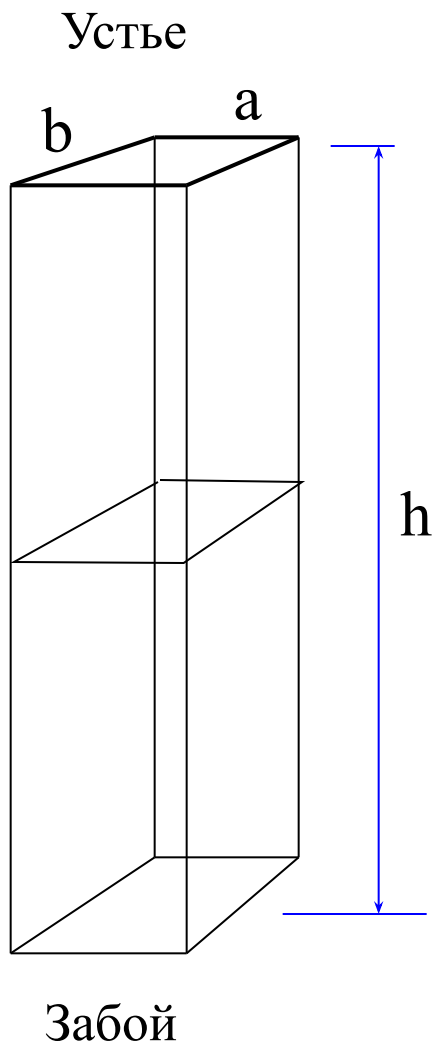
Горные выработки проходятся ручным способом, механизированным и взрывным (буро-взрывным).

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.



Шурф

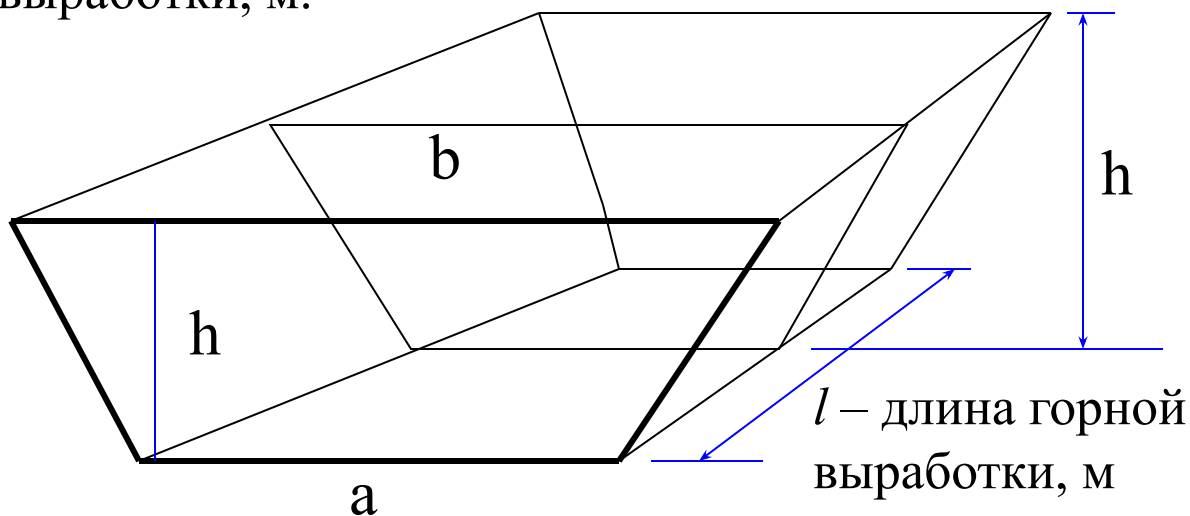
$S = a b$ (м^2) – сечение горной выработки

$V = a b h$ (м^3) – объем горной выработки, проходка, где a , b , h – стороны и глубина горной выработки, м.

Канавка

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

$V = S l$ (м^3) – объем горной выработки, проходка, где a , b , h , l – стороны, глубина и длина горной выработки, м.



A – альтитуда горной выработки – ее абсолютная отметка, м

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.

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 **керна**.

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.

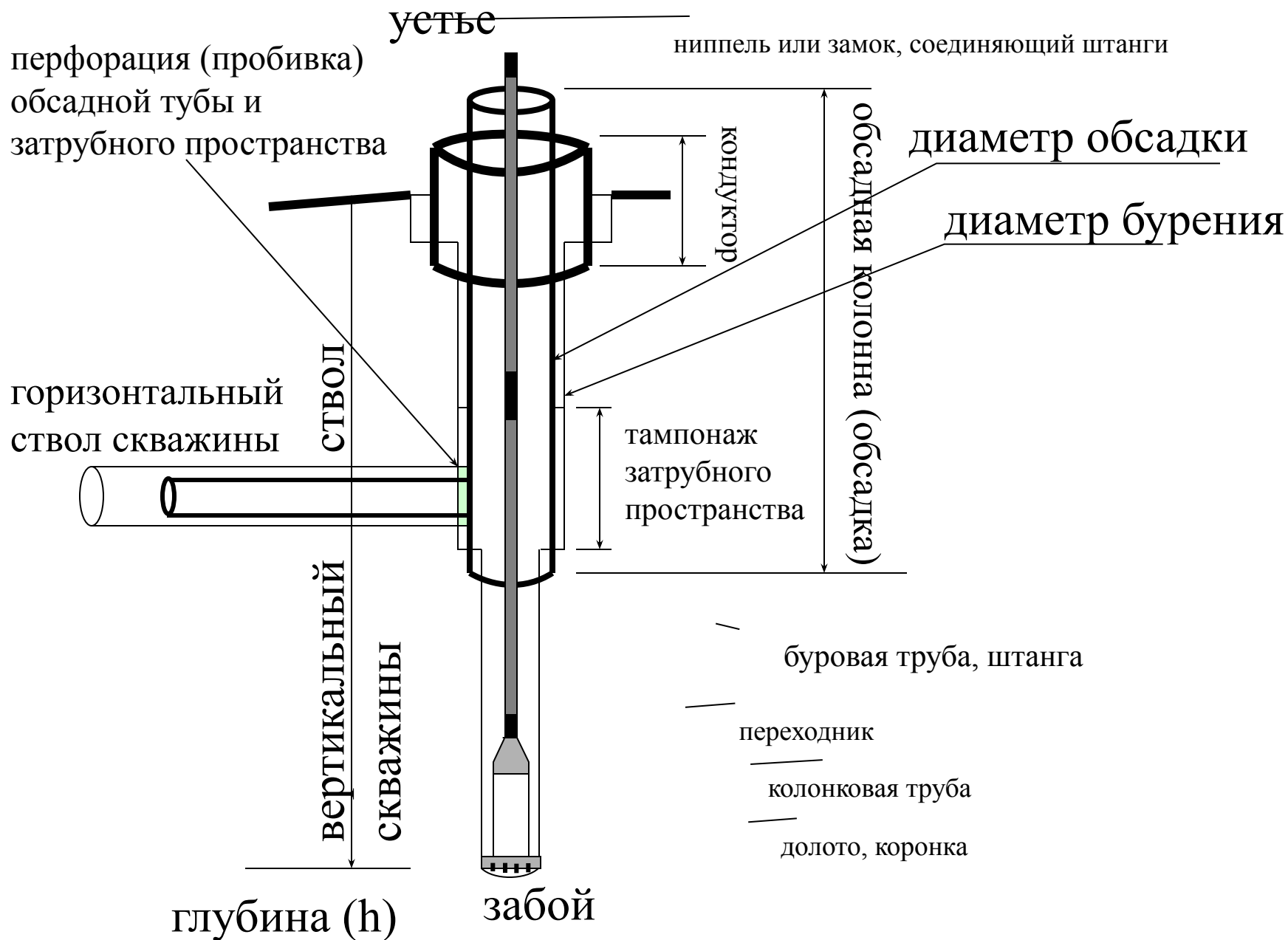
Буровая коронка – долота для бурения кольцевым забоем.

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

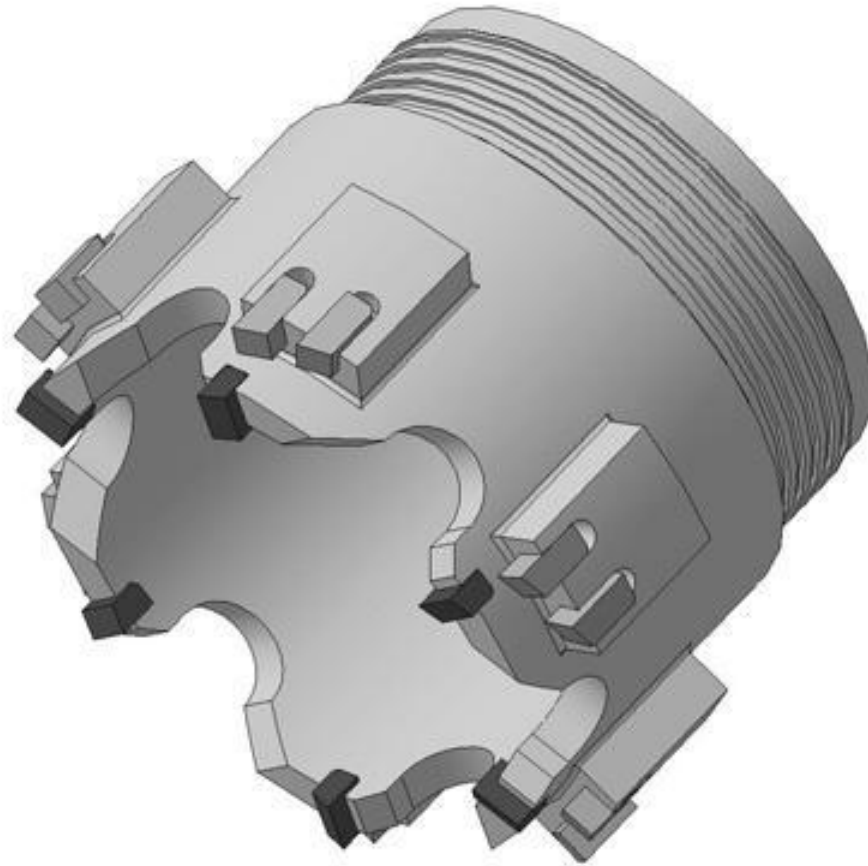


Долото шарошечное или шарошка

Буровая коронка алмазная



Буровая коронка для колонкового бурения



Буровые трубы



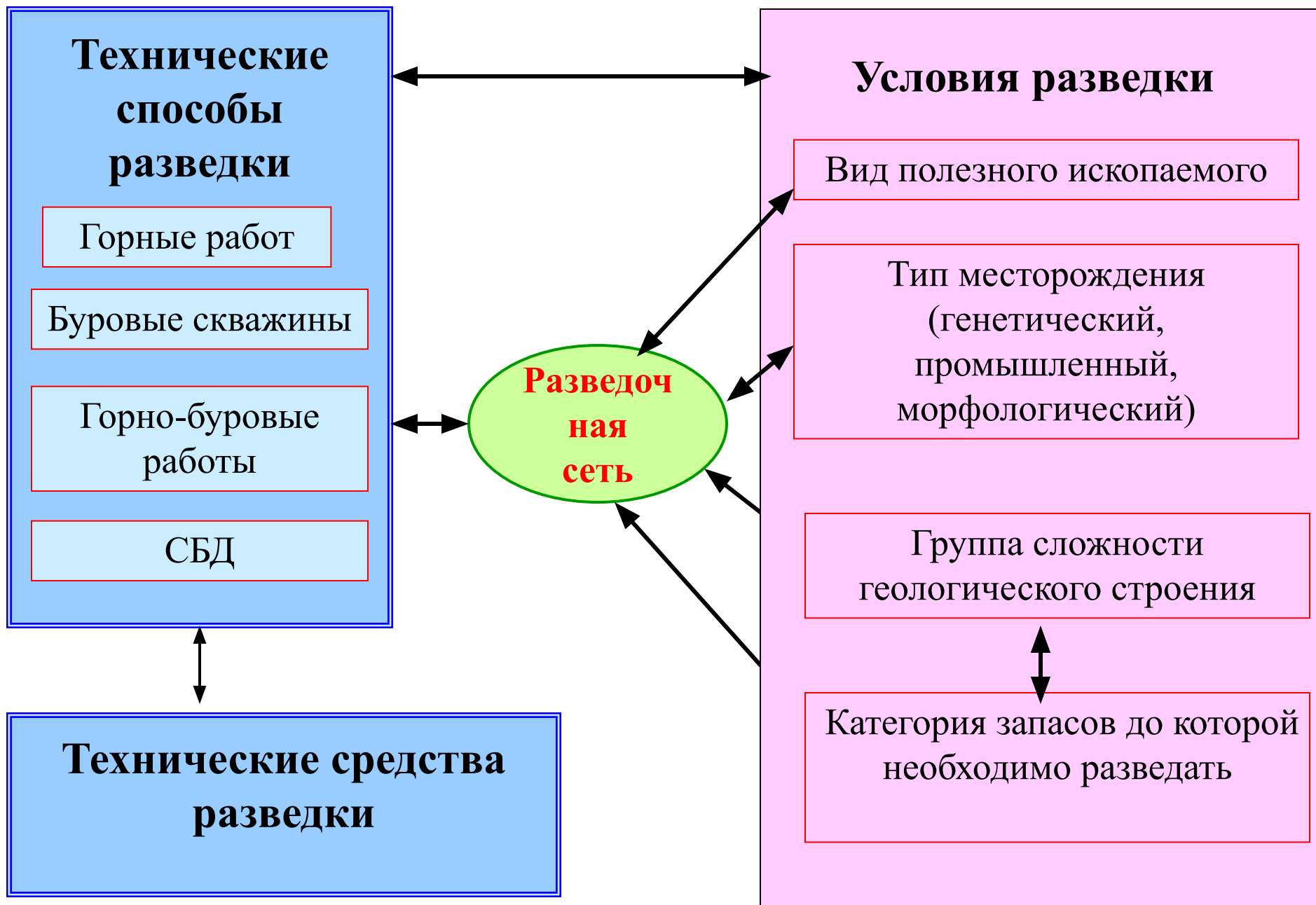
Обсадные трубы и ниппеля для соединения обсадных труб



Выводы

- А.** Дисциплина 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			
			B		C ₁	
			по падению	по простиранию	по падению	по простиранию
Пример разведочной сети разведки месторождения хромовых руд по Методическим рекомендациям по применению классификации запасов, ГКЗ РФ. 2007, сайт			<i>B СССР</i>			
2-я	Крупные пласто- и линзообразные залежи с выдержанной мощностью:					
	протяженностью >1000 м	Скважины	60	80	60–80	80–120
	протяженностью >300 м Жило- и линзообразные, 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

П р и м е ч а н и е. На оцененных месторождениях разведочная сеть для категории C₂ по сравнению с сетью для категории C₁ разрежается в 2–4 раза в зависимости от сложности геологического строения месторождения.