

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

  
Руководитель ОПОП ВО  
Профессор В.Н.Гусев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ГЕОМЕТРИЯ И КВАЛИМЕТРИЯ НЕДР**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Подготовка кадров высшей квалификации
<b>Направление подготовки:</b>	21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
<b>Направленность (профиль):</b>	Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Нормативный срок обучения:</b>	4 года
<b>Составитель:</b>	д. т. н., проф. В.Н.Гусев

Санкт-Петербург

## Виды учета объемов

**Виды учета объемов** полезного ископаемого:

- 1) Маркшейдерский – основан на результатах инструментальной съемки.
- 2) Оперативный (статистический) – по числу отгруженных транспортных сосудов и средней массе (объему) полезного ископаемого (или вскрыши) в одном сосуде или по результатам взвешивания всех транспортируемых горных пород;
- 3) Бухгалтерский – по документам об отгрузке полезного ископаемого.

Объемы определяются в тех же единицах, в которых их планируют и учитывают. Общепризнанно: МПИ – м<sup>3</sup>, но уголь и руда – тонны.

При годовой производительности карьера более 1 млн. тонн рекомендуется применять взвешивающие устройства.



Весовой контроль

Допустимая погрешность определения объемов:

- 1) Для объема V менее 20 тыс. м<sup>3</sup>: 10%
- 2) Для V от 20 тыс. до 2 млн. м<sup>3</sup>:
- 3) Для V более 1 млн. м<sup>3</sup>: 1%

Способы подсчета объемов горных пород по маркшейдерским замерам:

- 1) Способ горизонтальных сечений;
- 2) Способ вертикальных сечений;
- 3) Способ объемной палетки.
- 4) Способ правильных геометрических фигур;
- 5) Способ вертикальных призм (реализован в специальном ПО для расчета объема).

Способ горизонтальных сечений;

Данным способом вычисляют объемы при тахеометрической съемке и при малой изменчивости поверхностей нижней и верхней площадок уступа, используя формулу:

$$V = \frac{S_B + S_H}{2} h_{cp} \quad (27)$$

Где  $S_B$ ,  $S_H$  – площади вынутаго блока по верхним и нижним бровкам,  $h_{cp}$  – средняя высота блока.

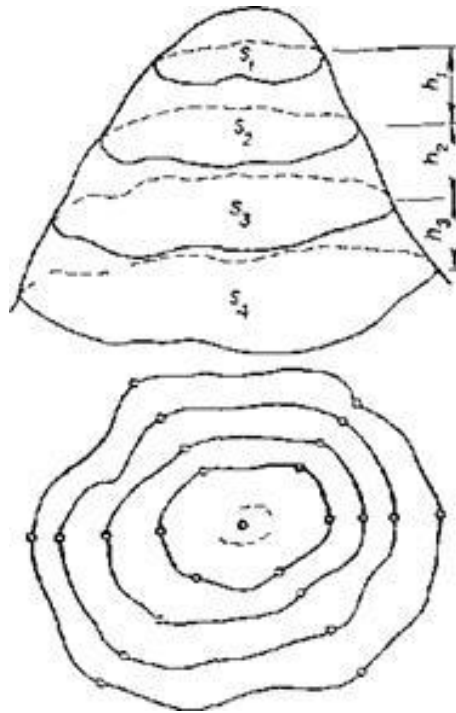


Рис.19. Схема способа горизонтальных сечений

Способ вертикальных сечений;

Данным способом вычисляют объемы, если склад имеет небольшие размеры и геометрически правильную форму. Используют формулу:

$$V = \frac{L}{n} \sum_{i=1}^{n-1} S_i$$

(28)

где L — расстояние между сечениями.

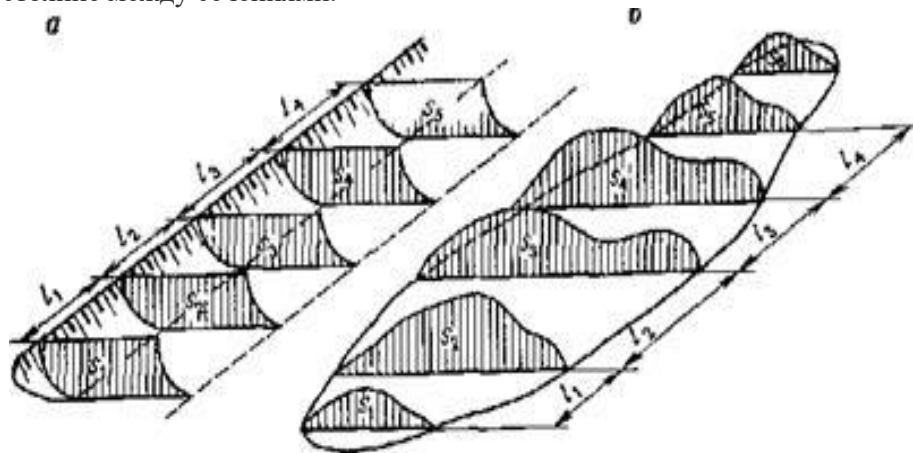


Рис.44. Схема способа вертикальных сечений

1) Способ объемной палетки.

Способ объемной палетки применяют при планировке промплощадок, массовых взрывах на выброс, удалении и засыпки растительного и подпочвенного слоя при рекультивации площадей, занятых карьером и породными отвалами, и т. д., т.е. когда произведенные тахеометрическая, мензульная или стерео-фотограмметрическая съемки до начала и после выполнения работ позволяют составить план изомощностей удаленного или насыпанного слоя. Используют формулу:

$$V = S h n \text{ или } V = S \Sigma h \quad (29)$$

где S — площадь элементарного квадрата палетки, м<sup>2</sup>; h — мощность слоя вынудой или насыпанной породы (грунта), соответствующая центру квадрата (точке) палетки, м; n — число квадратов (точек палетки) в пределах определяемого контура.

2) Способ правильных геометрических фигур;

Способ правильных геометрических фигур применяют при определении вместимости подвижного состава, бункеров, складов готовой продукции или породных отвалов (при

перезкскавации), а также приближенного определения объемов отдельных экскаваторных заходов или включений, позволяющих представить их в виде правильных геометрических тел.

Линейные элементы таких фигур или тел определяют по результатам измерения или съемки и графического построения, а объем — по формулам стереометрии.

Способы определения объемных масс:

1) Способ гидростатического взвешивания (для более-менее однородных пород).

В воду опускается кусок породы, покрытый тонким слоем парафина.

2) Способ пробной вырубki (для прочных пород, разрабатываемых с использованием БВР).

3) Способ пробной выемки (для рыхлых пород).

При условии, когда технологическая схема разработки позволяет определять объемы горных пород, приведенные к объему в целике, непосредственно по съемке уступов, объемы можно подсчитывать способом среднего арифметического. Этот способ не применяется, если верхняя или нижняя площадка уступа в пределах заходки имеет поперечный уклон более 0,015.

#### **Контрольные вопросы и задания:**

- 1) Каковы основные задачи маркшейдера при проведении буровзрывных работ?
- 2) Какие виды учета объемов полезного ископаемого вы знаете?
- 3) Какова допустимая погрешность определения объемов?
- 4) Какие способы подсчета объемов вы знаете?

## Понятие запасов полезного ископаемого

Запасом полезного ископаемого называется весовое или объемное количество полезного ископаемого, находящееся в месторождении.

В общем виде под запасами полезного ископаемого понимаются основные и совместно с ними залегающие полезные ископаемые и содержащиеся в них полезные компоненты, выявленные в недрах в процессе оценки, разведки и разработки месторождений, прошедшие государственную экспертизу или получившие геолого-экономическую оценку и поставленные на учет в установленном порядке.

Весовое количество запасов подсчитывается в тоннах (руда, уголь), килограммах (золото и т.п.)

Объемное количество запасов подсчитывается в кубических метрах (напр. строительные материалы – песок, щебень)

Все запасы полезных ископаемых, выявленные в результате геологоразведочных и геофизических работ разделяют:

По степени возможного использования промышленностью на:

- балансовые
- забалансовые.

По степени изученности на категории – А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>.

К балансовым запасам относятся запасы, разработка которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам экономически эффективна в условиях конкурентного рынка при использовании техники и технологии добычи и переработки сырья, обеспечивающих соблюдения требований по рациональному использованию недр и охране окружающей среды.

Забалансовые (потенциально экономические) запасы:

а) запасы, разработка которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам экономически неэффективна (убыточна) в условиях конкурентного рынка из-за низких технико-экономических показателей, но освоение которых становится экономически возможным при изменении цен на полезные ископаемые, появлении оптимальных рынков сбыта или новых технологий;

б) запасы, отвечающие требованиям, предъявляемым к балансовым запасам, но использование которых на момент оценки невозможно в связи с расположением в пределах водоохранных зон, населенных пунктов, сооружений, сельскохозяйственных объектов, заповедников, памятников природы, истории и культуры.

Категория А — детально разведанные и изученные запасы. Условия залегания выяснены полностью. Детализирована форма и строение полезного ископаемого. Четко выделены природные типы и промышленные сорта минерального сырья. Выделены и оконтурены безрудные и некондиционные участки внутри тел полезного ископаемого. Полностью выяснены качество полезного ископаемого и природные факторы, определяющие условия ведения горноэксплуатационных работ (обводненность, загазованность, трещиноватость и пр.).

Запасы категории А выделяются на участках детализации разведываемых месторождений 1-й группы сложности и должны удовлетворять следующим основным требованиям:

– установлены размеры, форма и условия залегания тел полезного ископаемого, изучены характер и закономерности изменчивости их морфологии и внутреннего строения, выделены и оконтурены безрудные и некондиционные участки внутри тел полезного ископаемого, при наличии разрывных нарушений установлены их положение и амплитуда смещения;

– определены природные разновидности, выделены и оконтурены промышленные (технологические) типы и сорта полезного ископаемого, установлены их состав и свойства, качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого охарактеризовано по всем предусмотренным промышленностью параметрам;

– изучены распределение и формы нахождения в минералах и продуктах передела полезного ископаемого ценных и вредных компонентов;

– контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций по скважинам и горным выработкам по результатам их детального опробования.

Категория В — детально разведанные и изученные запасы. Выявлены основные особенности условий залегания, формы и характера строения полезного ископаемого. Природные типы и промышленные сорта минерального сырья и закономерности их пространственного распределения не могут быть точно отображены. Невозможно точное оконтуривание безрудных и неконди-

ционных, участков внутри тел полезного ископаемого. Выявлены основные особенности качества полезного ископаемого и при-родных факторов, определяющих условия ведения горноэксплуатационных работ.

Запасы категории В выделяются на участках детализации разведываемых месторождений 1-й и 2-й групп сложности и должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- установлены размеры, основные особенности и изменчивость формы и внутреннего строения, условия залегания тел полезного ископаемого, пространственное размещение внутренних безрудных и некондиционных участков; при наличии крупных разрывных нарушений установлены их положение и амплитуды смещения, охарактеризована возможная степень развития малоамплитудных нарушений;

- определены природные разновидности, выделены и при возможности оконтурированы промышленные (технологические) типы полезного ископаемого; при невозможности оконтурирования установлены закономерности пространственного распределения и количественного соотношения промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого; качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого охарактеризовано по всем предусмотренным кондициям и параметрам;

- определены минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов;

- контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций по результатам опробования скважин и горных выработок с включением в него ограниченной зоны экстраполяции, обоснованной геологическими критериями, данными геофизических и геохимических исследований.

Категория С1 — запасы, разведанные и изученные менее детально, нежели запасы категории А и В. Условия залегания, форма и характер строения полезного ископаемого, его природный тип, промышленные сорта, качество, технологические свойства, а также природные факторы, определяющие условия ведения горноэксплуатационных работ, выяснены в общих чертах.

Запасы категории С1 составляют основную часть запасов разведываемых месторождения 1-й и 2-й групп, а также выделяются на участках детализации месторождений 4-й группы сложности и должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- выяснены размеры и основные формы тел полезного ископаемого, основные особенности условий их залегания и внутреннего строения, оценены изменчивость и возможная прерывистость тел полезного ископаемого, а для пластовых месторождений и месторождений строительного и облицовочного камня также наличие площадей развития малоамплитудных тектонических нарушений;

- определены природные разновидности и промышленные (технологические) типы полезного ископаемого, установлены общие закономерности их пространственного распространения и количественные соотношения промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов охарактеризовано по всем предусмотренным кондициями параметрам;

- контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций по результатам опробования скважин и горных выработок, с учетом данных геофизических и геохимических исследований и геологически обоснованной экстраполяции

Категория С2 — предварительно оцененные запасы. На основе геологических и геофизических данных определены условия залегания, форма и распространение рудных тел и подтверждены вскрытием полезного ископаемого в отдельных точках либо по аналогии с изученными участками. Качество полезного ископаемого определено по единичным пробам и образцам или по аналогии с примыкающими разведанными участками.

Запасы категории С2 выделяются при разведке месторождений всех групп сложности, а на месторождениях 4-й группы составляют основную часть запасов и должны удовлетворять следующим требованиям:

- размеры, форма, внутреннее строение тел полезного ископаемого и условия их залегания оценены по геологическим данным и подтверждены вскрытием полезного ископаемого ограниченным количеством скважин и горных выработок;

- контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций на основании опробования ограниченного количества скважин, горных выработок, естественных обнажений или по их совокупности, с учетом данных геофизических и геохимических исследований и геологических построений, а также путем геологически обоснованной экстраполяции параметров, определенных при подсчете запасов более высоких категорий.

## Группы полезных ископаемых

1-я группа – месторождения (участки) простого геологического строения с крупными и весьма крупными, реже средними по размерам телами полезных ископаемых с ненарушенным или слабонарушенным залеганием, характеризующиеся устойчивыми мощностью и внутренним строением, выдержанным качеством полезного ископаемого, равномерным распределением основных ценных компонентов. Особенности строения месторождений (участков) определяют возможность выявления в процессе разведки запасов категорий А, В, С1 и С2.

2-я группа – месторождения (участки) сложного геологического строения с крупными и средними по размерам телами с нарушенным залеганием, характеризующиеся неустойчивыми мощностью и внутренним строением, либо невыдержанным качеством полезного ископаемого и неравномерным распределением основных ценных компонентов. Ко второй группе относятся также месторождения углей, ископаемых солей и других полезных ископаемых простого геологического строения. Особенности строения месторождений (участков) определяют возможность выявления в процессе разведки запасов категорий В, С1 и С2.

3-я группа – месторождения (участки) очень сложного геологического строения со средними и мелкими по размерам телами полезных ископаемых с интенсивно нарушенным залеганием, характеризующиеся очень изменчивыми мощностью и внутренним строением, либо значительно невыдержанным качеством полезного ископаемого и очень неравномерным распределением основных ценных компонентов. Запасы месторождений этой группы разведываются преимущественно по категориям С1 и С2. 4-я группа – месторождения (участки) с мелкими, реже средними по размерам телами с чрезвычайно нарушенным залеганием, либо характеризующиеся резкой изменчивостью мощности и внутреннего строения, крайне неравномерным качеством полезного ископаемого и прерывистым гнездовым распределением основных ценных компонентов. Запасы месторождений этой группы разведываются преимущественно по категории С2.

### Контрольные вопросы:

1. Привести определение запасов.
2. Перечислить категории запасов по возможности использования.
3. Перечислить категории запасов по степени изученности.
4. Перечислить категории запасов по сложности строения

## Цели и задачи подсчета запасов

Подсчет запасов и сопровождающие его изучение месторождения имеет целью определить следующее:

1. Количество полезного ископаемого сырья в недрах и распределение запасов по отдельным сортам.
2. Качество полезного ископаемого.
3. Технологические свойства полезного ископаемого и решение вопроса о путях его промышленного использования.
4. Геологические и горнотехнологические условия для правильного выбора системы разработки месторождения.
5. Степень надежности результатов подсчета запасов и изученности месторождения для решения вопроса о промышленном назначении запасов.

Различают генеральный и оперативный подсчеты запасов.

Генеральный выполняется при подсчете вновь разведанных месторождений или пересчете запасов эксплуатируемых месторождений по мере накопления новых данных, существенно изменяющих представление о месторождении.

Оперативный производится в промежутках между генеральными подсчетами для получения данных необходимых для текущего учета запасов в процессе разведки и эксплуатации месторождения.

Запасы даются с разделением по залежам, подсчетным блокам и категории разведанности.

Запасы подсчитываются отдельно по каждому эксплуатационному горизонту и одному невоскрытому горизонту. По всем другим невоскрытым горизонтам запасы даются суммарно.

## Методы подсчета запасов

Общей формулой подсчета запасов любого твердого полезного ископаемого является:

$$Q = Vd = Smd$$

где  $Q$  – запас полезного ископаемого;

$V$  – объем залежи,  $m^3$ ;

$d$  – объемный вес полезного ископаемого,  $t/m^3$ ;

$S$  – площадь залежи или ее части в пределах проекции контура подсчета, проведенного на плане;

$m$  – средняя мощность залежи, измеряемая по нормали к плоскости проекций.

Запас полезного компонента  $P$ , например, металла в рудной залежи, определяют по формулам:

$$P = \frac{Qc}{10c}$$

$c$  – значение среднего содержания компонента в процентах

$$P = \frac{Qc}{10000}$$

$c$  – значение среднего содержания компонента в граммах на тонну

В литературе описано более 20 способов подсчета запасов твердых полезных ископаемых:

- вертикальных параллельных сечений,
- горизонтальных параллельных сечений,
- непараллельных сечений,
- линейный,
- геологических блоков,
- среднего арифметического,
- эксплуатационных блоков,
- многоугольников,
- треугольников,
- четырехугольников,
- изолиний,
- изогибс,
- статистический.

Все методы подсчета запасов можно рассматривать как модификации двух основных: геологических блоков и параллельных разрезов.



- При использовании метода геологических блоков основной графикой для определения объёмов руды является продольная проекция рудного тела на вертикальную (для крутопадающих тел) или горизонтальную (для пологопадающих тел) плоскости.

- При методе параллельных разрезов основной подсчётной графикой являются разрезы, на которые нанесены контуры рудных тел. Продольная проекция играет вспомогательную роль и отображает увязку рудных тел между разрезами; на ней измеряют расстояния между параллельными разрезами.

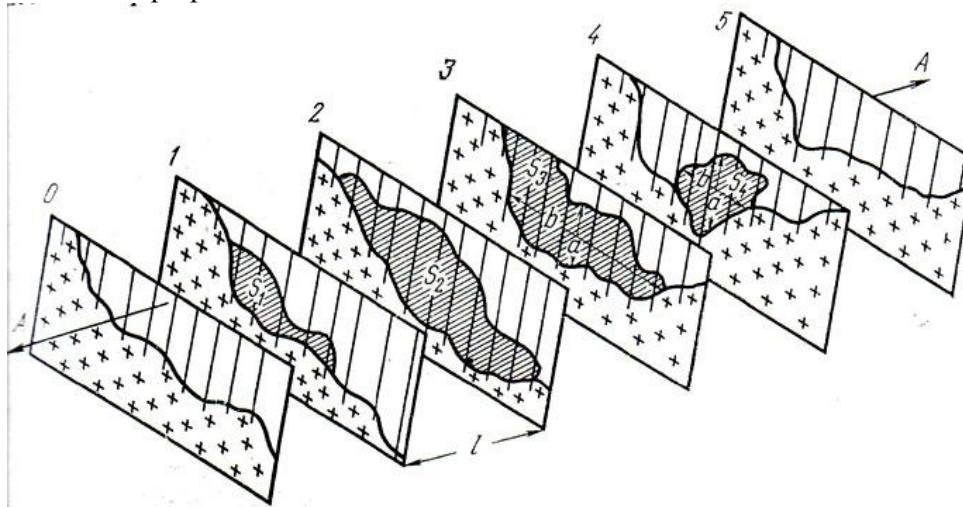


Схема способа разрезов при подсчете запасов

Способ разрезов обеспечивает наиболее правдоподобное преобразование объёмов залежей, а совмещение подсчётных и геологических разрезов в одной плоскости способствует полному учёту геологических особенностей месторождения при проведении контуров промышленной минерализации.

В зависимости от ориентировки разведочных разрезов различают способы подсчёта запасов: вертикальными и горизонтальными параллельными разрезами.

При подсчете запасов методом среднего арифметического залежь приравнивают к равновеликой фигуре-диску с высотой равной средней мощности и периметром соответствующему внешнему контуру

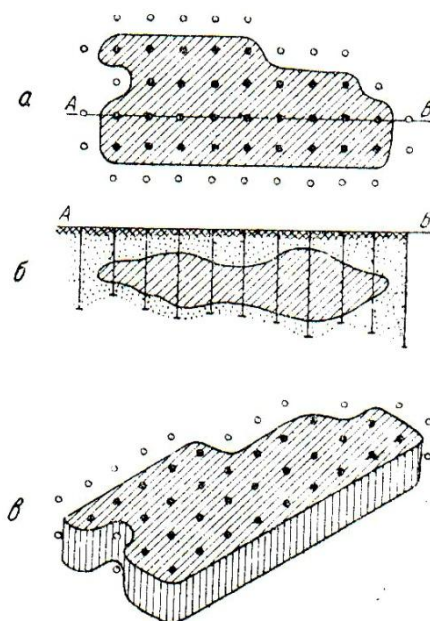


Схема способа среднего арифметического при подсчете запасов

В данном случае:

а – план рудного тела;

б – разрез по линии АБ;

в – аксонометрическая проекция преобразованного рудного тела.

Способ геологических блоков отличается от способа среднего арифметического тем, что в общем контуре по совокупности геологических признаков выделяется ряд самостоятельных геологических блоков.

Подсчёт запасов ведется раздельно по каждому геологическому блоку.

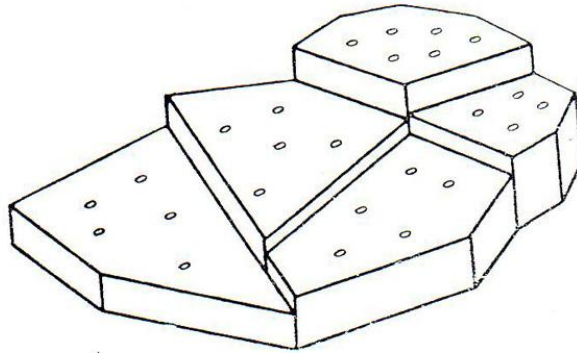


Схема способа геологических блоков при подсчете запасов

Способ эксплуатационных блоков применяется в случаях, когда блок оконтурен выработками со всех сторон.

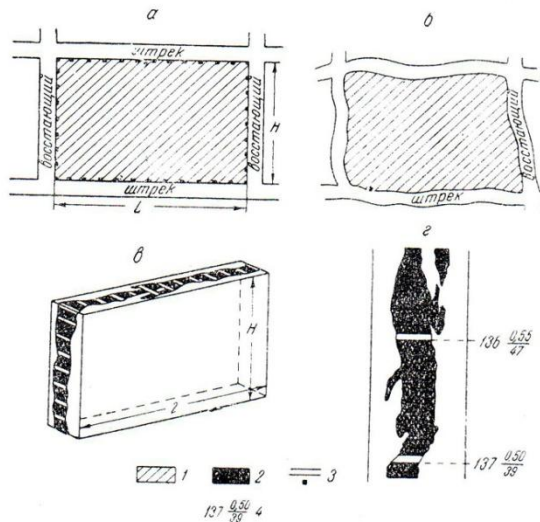


Схема способа эксплуатационных блоков при подсчете запасов

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислить цели и задачи подсчета запасов.
2. Перечислить основные методы учета запасов по оперативности.
3. Перечислить основные виды учета запасов по исполнению.
4. Перечислить критерии применимости методов учета запасов по месторождениям.

## Виды документации

Виды маркшейдерской документации:

1. **первичная документация** – создается в процессе производства полевых работ (полевые журналы с результатами измерений, абрисы);

2. **вычислительная документация** – составляется на основе полевых измерений с оценкой их точности и состоит из журналов:

- учета горных работ;
- продвижения забоев;
- добытого ПИ;
- выработанного пространства;
- объемов ПИ на складах;
- учета движения запасов;
- потерь и разубоживания;
- вычисления и уравнивания опорных и съемочных сетей;
- каталоги координат и высот пунктов, реперов и марок сетей на поверхности и в выработках.

3. графическая документация (планы, разрезы, профили и прочее);

Особенности маркшейдерской горно-графической документации:

1. Чертежи ЗП и подземных выработок составляются в единой системе координат;

2. Изображение геометрических элементов объекта с требуемой для данного масштаба точностью;

3. Метричные свойства: возможность измерений с учетом масштаба;

4. Динамичность: отражение развития горных работ и выявленных геологоразведочных данных, систематическое пополнение;

5. Составляются в соответствии с действующими условными обозначениями для горной графической документации.

Основные типы маркшейдерских чертежей:

1. **Планы** – проекции объектов ЗП и горных выработок, составленные в ортогональной проекции на горизонтальную плоскость;

2. **Вертикальные проекции** – чертежи, построенные в ортогональной проекции на вертикальную плоскость;

3. **Разрезы** – изображение деталей объектов, расположенных в некоторой секущей плоскости;

4. **Профили** – чертежи, изображающие на данной вертикальной секущей плоскости только лишь необходимые линии контура объекта.

Графическая документация горного предприятия используется для:

- подсчета запасов, учета добычи, потерь полезного ископаемого и его разубоживания;

- планирования разведочных и горных работ;

- решения вопросов, связанных с подработкой природных и искусственных объектов земной поверхности, вышележащих толщ горных пород и тел полезных ископаемых;

- слежения за правильностью и безопасностью горных работ, за приближением горных работ к опасным зонам и др.

Чертежи земной поверхности:

1. Чертежи, отражающие рельеф и ситуацию земной поверхности.

1.1. План ЗП территории экономической заинтересованности горного предприятия 1:1000 – 1:5000;

1.2. План промышленной площадки 1:500 – 1:1000;

1.3. Планы участков ЗП, отведенных под склады ПИ или хранилища отходов обогатительной фабрики 1:200 – 1:1000.

1.4. Картограмма расположения планшетов съемки ЗП.

2. Чертежи, отражающие обеспеченность горного предприятия пунктами маркшейдерской опорной и съемочной сети;

3. Чертежи горного и земельного отводов предприятия 1:1000 – 1:5000

## Документация горных выработок

Чертежи горных выработок:

1. Чертежи горных выработок, отражающие вскрытие, подготовку и разработку МПИ;
2. Чертежи капитальных горных выработок и транспортных путей в ней;
3. Чертежи по расчету предохранительных целиков;
4. Горно-геометрические графики.

Маркшейдерский планшет - лист специальной бумаги, наклеенный на жесткую основу и предназначенный для графических построений по результатам маркшейдерской съемки.

Чертежи составляются в разграфке (разделение листа в масштабе 1:5000 на планшеты других масштабов)

Размеры планшетов с учетом полей: в масштабе 1:5000 – 440 x 460 мм (полезная площадь – 400 x 400 мм, в других масштабах – 540 x 560 мм, полезная площадь – 500 x 500 мм.

Координатную сетку на планшетах наносят размером 100 x 100 мм.

План горных работ, представляющий проекцию горных выработок на горизонтальную плоскость, содержит недостаточное количество информации, особенно при разработке наклонных и крутых пластов. В связи с этим составляются дополнительные планы, включающие:

- Проекцию горных выработок на вертикальную плоскость (при разработке крутых пластов);
- Планы в плоскости пласта;
- Планы основных выработок отдельно для откаточного и вентиляционного горизонтов, а также сводный план этих выработок;
- Планы расположения выработок в каждом слое мощного пласта и сводные планы по пласту в целом;
- Сводные планы горных выработок по всем пластам и горизонтам шахты;
- Гипсометрические планы пластов;
- Вертикальные разрезы вкрест простирания свиты пластов;
- Планы выработок околоствольного двора в масштабе 1:200 или 1:500;
- Планы поверхности с нанесением выходов пластов под наносы.

Копии планов горных работ используются для составления вентиляционных планов, схем электроснабжения, схем прокладки различных трубопроводов в шахте.

Чертежи при открытом способе разработки:

1) Планы горных выработок по горизонтам карьера (1:500 – 1:2000). Изображаются:

- бровки данного уступа и границы выемки по периодам;
- проектные границы поля карьера;
- разведочные выработки, гидрогеологическую ситуацию, геологические контуры пород и состав руд;
- пункты съемочной сети, профильные линии и т.д.

2) Сводный план горных выработок всего карьера (1:1000 – 1:5000) составляется на основе погоризонтных планов:

- бровки всех уступов и их высотные отметки;
- проектные границы поля, рельеф и ситуация земной поверхности;
- разведочные выработки и линии вертикальных разрезов;
- осыпи, обрушения, оползни;
- подземные эксплуатационные и дренажные горные выработки;
- внутренние отвалы;
- изогипсы поверхности тел полезных ископаемых.

3) Вертикальные разрезы горных выработок строят вкрест простирания или по поперечным направлениям, приуроченным к разведочным линиям:

- профиль земной поверхности и уступов;
- фактические размеры ширины берм, углов наклона откосов уступов и борта карьера;
- геологическое строение месторождения;
- соотношение между горными работами на добычных и вскрышных уступах.

Чертежи подземных горных выработок:

- 1) планы горных выработок;
- 2) проекции горных выработок на вертикальную плоскость;
- 3) вертикальные разрезы вкрест простирания;
- 4) продольные профили рельсовых путей в откаточных выработках.

На шахтах, разрабатывающих угольные пласты, составляются планы:

- 1) планы горных выработок по каждому пласту (изображаются все капитальные, подготовительные и очистные выработки, пройденные по данному пласту)
- 2) планы горных выработок по каждому слою при разделении мощных пластов на слои;

3) планы горных выработок по основным (транспортным) горизонтам при разработке свиты пластов крутого падения (показываются капитальные и подготовительные выработки, пройденные по всем пластам данного горизонта)

Также на планы наносят:

- границы горных отводов и границы безопасного ведения работ;
- пункты подземных полигонометрических ходов и реперы, а также высоты характерных точек;
- наименование всех выработок, даты их подвигания по месяцам и годам;
- крепь капитальных выработок, погашение выработок и закладка;
- углы наклона по наклонным выработкам;
- целики;
- охраняемые объекты;
- опасные очаги и зоны (внезапных выбросов угля и газа, взрыва газа и пыли, проявления горных ударов, прорыва глин, пльвунов и т.д.);
- перемычки, капитальные кроссинги и др. капитальные сооружения;
- куполы вывалов, трещины и т.п.;
- разведочные и технические скважины;
- геологическую и гидрогеологическую информацию с указанием мощности пластов;
- направление линий разрезов и следов вертикальных плоскостей проекций

При крутом залегании пласта изображение выработок на плане получается с большими искажениями, что не позволяет показать ан нем все необходимые детали работ. Поэтому на шахтах, разрабатывающим пласты с углом падения 60 и более, по каждому пласту строится проекция его выработок на вертикальную плоскость.

При разработке пластообразных залежей и линз пологого падения средней и малой мощности МГГД не отличается от документации на угольных шахтах:

- план горных выработок в проекции на горизонтальную плоскость;
- разрезы вкрест простирания по основным вскрывающим выработкам.

Если МПИ представлено группой крутых жил и линз, то составляются:

- планы горных выработок по основным горизонтам;
- проекции выработок на вертикальную плоскость по каждой жиле или линзе;
- вертикальные разрезы вкрест простирания.

В зависимости от сроков хранения ГГД подразделяют на чертежи, подлежащие хранению:

1. в течении трех лет со дня окончания отображенных на них работ;
2. до ликвидации отдельных объектов и до погашения горных выработок;
3. до ликвидации горного предприятия;
4. постоянно (уничтожению не подлежат).

#### **Контрольные вопросы:**

5. Перечислить основные виды маркшейдерской горно-графической документации.
6. Перечислить основные виды маркшейдерских чертежей.
7. Перечислить основные чертежи при открытом способе разработки.
8. Перечислить основные виды чертежей подземных горных выработок.
9. На какие категории подразделяется МГГД в зависимости от сроков хранения?

## Цели и методика исполнения чертежей. Проекция примитивных объектов

Основные задачи построения чертежей:

- позиционные: изображение формы залежи, горных выработок, поверхности земли и др.
- метрические: определение элементов залегания залежи, определение линий пересечения плоскостей пласта и сместителя и др.

Требования к построению чертежей:

- наглядность: чертеж должен давать полное представление об изображаемом предмете, его элементах, их взаимном расположении, чтобы они при изображении не перекрывали друг друга
- удобоизмеряемость: чертеж должен быть построен так, чтобы по нему можно установить интересующие размеры предмета и его отдельных элементов

Правила выбора масштабов:

- если исходные данные для чертежей имеют точность, превышающую точность искомых элементов, масштаб выбирают с расчетом получения требуемой точности искомых величин
- если исходные данные для чертежей имеют точность ниже необходимой точности искомых элементов, масштаб построений выбирают равным точности исходных данных.

Правило вычисления масштабного коэффициента для построения:

$$M = a/D$$

где  $a$  — линейная ошибка графических построений, равная 0,2— 0,3 мм;  $D$  — необходимая линейная точность определения искомой величины, мм.

Углом простирания  $\alpha$  называется угол между северным направлением оси  $x$  и направлением прямой (при наличии наклона прямой - в сторону понижения), отсчитываемый слева направо по ходу часовой стрелки от 0 до 360 градусов.

Углом падения  $\delta$  называется острый угол между горизонтальной плоскостью и линией падения (проекцией наклонной линии на горизонтальную плоскость в сторону понижения).

Углом восстания  $\delta'$  называется острый угол между горизонтальной плоскостью и линией падения (проекцией наклонной линии на горизонтальную плоскость в сторону повышения).

Уклоном прямой  $i$  называется тангенс угла наклона прямой.

Горизонтальным проложением прямой  $L$  называется любая проекция прямой на горизонтальную плоскость.

Заложением прямой  $l$  называется проекция на горизонтальную плоскость отрезка прямой, разность отметок на концах которого равна заданной величине сечения  $h$ .

Следом прямой называется точка пересечения заданной прямой (или ее проложения) с плоскостью проекций.

Градуирование прямой - определение планового положения точек, принадлежащих заданной прямой, числовые отметки которых кратны некоторой заданной величине (высоте сечения  $h$ ).

## Основы геометризации месторождений

Геометризация месторождений - геометрическое и математическое выражение размещения в пространстве изучаемых показателей.

В недрах каждый показатель размещается в виде поля свойств тел полезных ископаемых и месторождений – область пространства, в каждой точке которого определена некоторая физическая величина.

Геометризация месторождений – выявление и геометрическое выражение функции пространственного размещения показателя.

Стационарное поле: в каждой точке поля значение показателя не изменяется со временем.

Динамическое поле: в каждой точке поля значение показателя изменяется со временем.

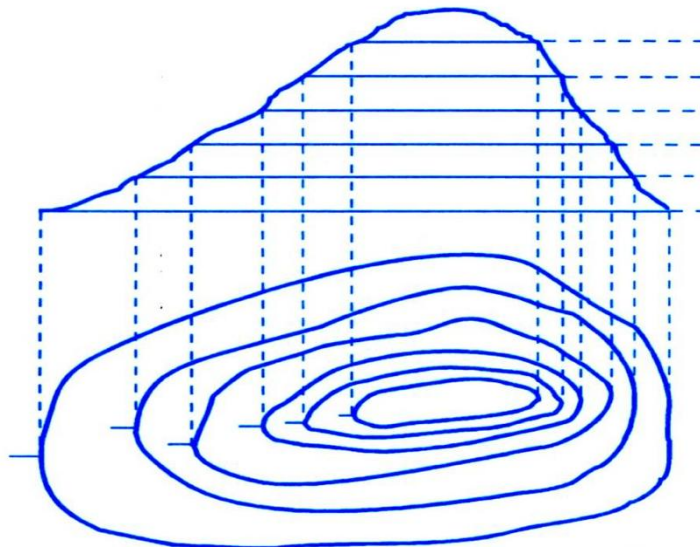
Скалярное поле: в каждой точке поля определено значение показателя.

Векторное поле: в каждой точке поля определено значение показателя и направление вектора.

Любое свойство геохимического поля в любом плоском сечении (слое) геометрически выражается системой непересекающихся изолиний, так же как системой изолиний на плане изображается поверхность рельефа местности, кровли и почвы залежи, поверхность разрыва и др.

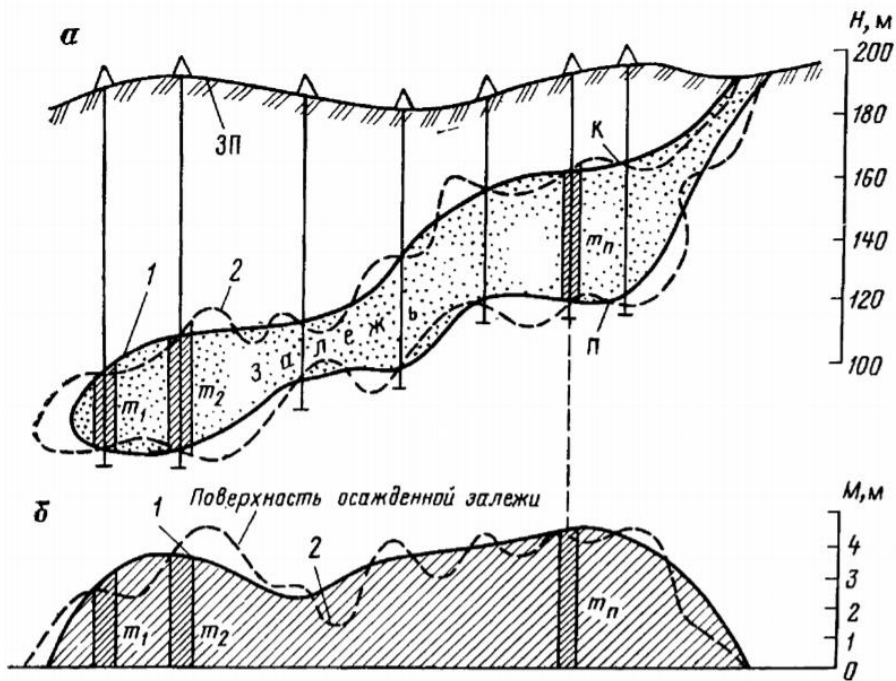
Разновидности функций поверхностей:

- Реально существующие поверхности (земная поверхность, кровля, почва, боковая граница залежи)



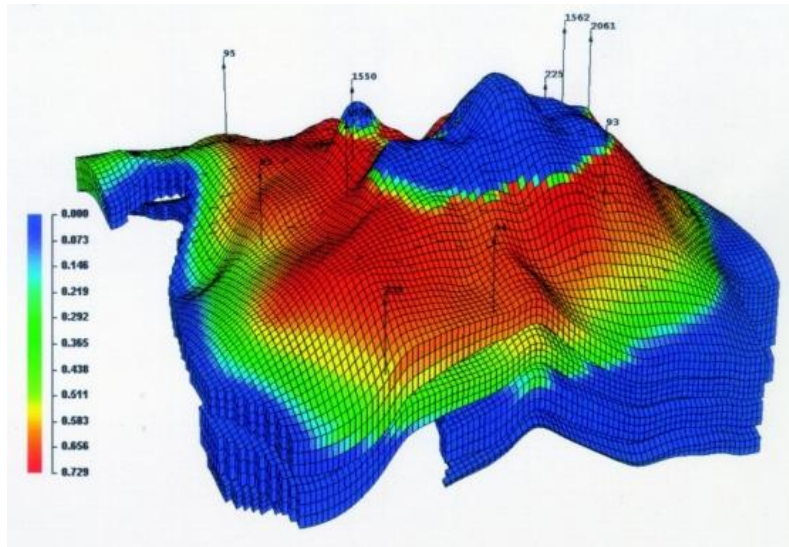
Земная поверхность в изолиниях

- Производные реально существующих поверхностей



Поверхность осадочной толщи

- Условные поверхности (содержание компонента, интенсивность трещиноватости)



Поверхность содержания полезного компонента

Поверхности топографического порядка в геометрии недр:

1. Поверхность рельефа земли.
2. Поверхности, характеризующие форму и условия залегания залежи:
  - а) поверхность лежачего бока залежи полезного ископаемого;
  - б) поверхность висячего бока залежи полезного ископаемого или поверхность его кровли;
  - в) поверхность контактов горных пород;
  - г) изомощности полезного ископаемого;
  - д) изоглубины;
  - е) изомощности покрова определенной свиты пород.
3. Поверхности, характеризующие распределение полезного ископаемого в недрах:
  - а) изолинии равных содержаний полезного ископаемого;
  - б) изолинии линейных запасов полезного ископаемого;
  - в) изолинии линейных запасов полезного компонента;
  - г) изолинии различных примесей к полезному ископаемому.
4. Поверхности процессов, происходящих в недрах:
  - а) изолинии оседаний поверхности под влиянием подземной разработки;
  - б) изотермы — линии одинаковых температур;
  - в) изолинии газовыделений и т. д.
5. Поверхности, характеризующие геофизические процессы и явления:
  - а) изодинамы — линии одинаковых напряжений земного магнетизма;
  - б) изогоны — линии одинакового магнитного склонения;
  - в) изоклины — линии одинакового наклона магнитной стрелки;
  - г) изогаммы — линии одинаковых ускорений силы тяжести;
  - д) изоомы — линии одинаковых электросопротивлений горных пород и т. д.

#### Контрольные вопросы:

1. Перечислить основные виды маркшейдерской горно-графической документации.
2. Перечислить основные виды маркшейдерских чертежей.
3. Перечислить основные чертежи при открытом способе разработки.
4. Перечислить основные виды чертежей подземных горных выработок.  
На какие категории подразделяется МГГД в зависимости от сроков хранения?