

ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



ГОРНЫЙ  
ФАКУЛЬТЕТ

**Дисциплина «Введение в инженерное дело»**

**Подземная разработка месторождений  
полезных ископаемых.**

**П. М. Маниковский**

# Понятие о полезном ископаемом

***Полезным ископаемым (ПИ)*** называют всякое природное минеральное вещество, которое при современных технико-экономических условиях целесообразно извлекать из недр земли для промышленного использования.

***Месторождение полезного ископаемого (МПИ)*** – это его естественное скопление в земной коре (в недрах земли).

**Агошков Михаил Иванович. Разработка рудных и нерудных месторождений, М. Недра, 1983 г.**

# Условные обозначения ПИ

## Металлические

	железные руды		медные руды
	марганцевые руды		полиметаллические руды
	хромитовые руды		оловянные руды
	титановые руды		сурьмяные руды
	никелевые руды		ртутные руды
	вольфрамовые руды		золото
	молибденовые руды		
	алюминиевые руды		

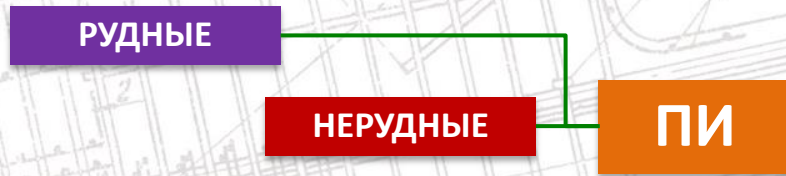
## Неметаллические

	асбест		калийные соли		глины огнеупорные
	графит		поваренная соль		глины бентонитовые
	слюда		глауберова соль		цементное сырье
	тальк		гипс		алмазы
	фосфориты и апатиты		каолин		источники минеральных вод
	сера		облицовочные камни		

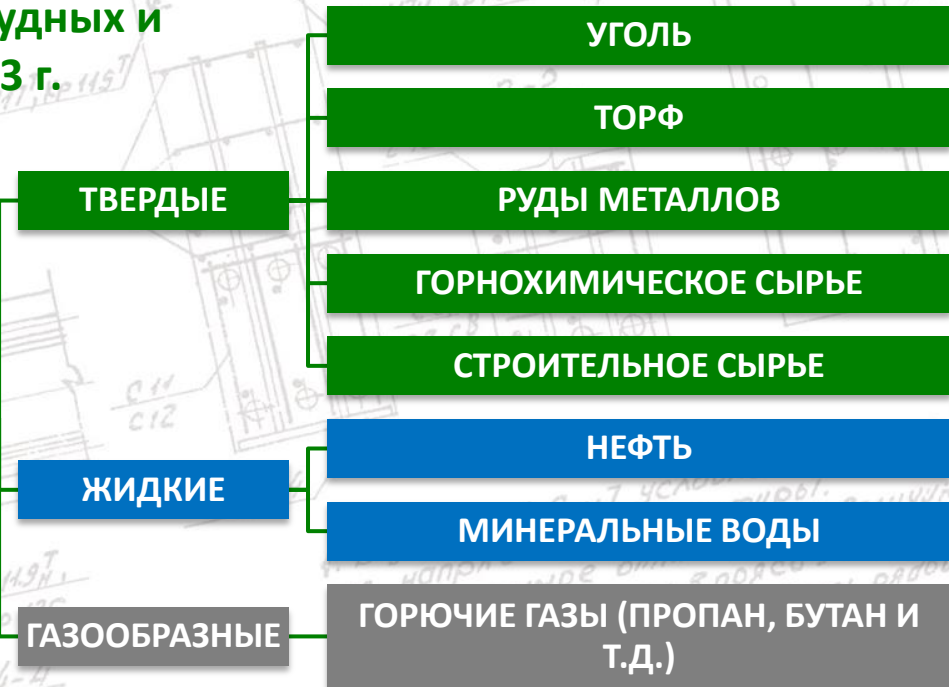
# Классификация ПИ по физическому состоянию

Агошков Михаил Иванович. Разработка рудных и нерудных месторождений, М. Недра, 1983 г.

Также принято разделять ПИ на *рудные* и *нерудные*.



Отличительной чертой *рудных* ПИ является необходимость их дальнейшей переработки для извлечения содержащихся в них **полезных компонентов**.



# Металл в минералах

Металл в руде редко встречается в чистом виде, большей частью он находится в виде химических соединений — *рудных минералов.*

## ЭЛЕМЕНТЫ В МИНЕРАЛАХ

ЖЕЛЕЗО (Fe)

МЕДЬ (Cu)

СВИНЕЦ (Pb)

Олово (Sn)

Гематит



Гематит  $Fe_2O_3$

Магнетит  $Fe_3O_4$

Халькопирит  $CuFeS_2$

Галенит  $PbS$

Касситерит  $SnO_2$

Касситерит



# Классификация запасов ПИ

Все запасы полезного ископаемого в пределах выявленной (разведанной) части месторождения называются *геологическими*.

**Балансовые запасы** – это запасы, которые удовлетворяют промышленным кондициям, т.е. экономически выгодны для разработки.

**Забалансовые запасы** вследствие низкого содержания полезного компонента, малой мощности рудных тел, сложности условий их разработки непригодны для использования в настоящее время, но могут рассматриваться как объект промышленного освоения в будущем.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАПАСЫ

БАЛАНСОВЫЕ

ЗАБАЛАНСОВЫЕ

# Основные положения подземной разработки рудных месторождений

В подземной разработке МПИ выделяют *три стадии*:

## СТАДИИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МПИ

ВСКРЫТИЕ

ПОДГОТОВКА

ОЧИСТНАЯ  
ВЫЕМКА

Агошков Михаил Иванович. Разработка рудных и  
нерудных месторождений, М. Недра, 1983 г.

# ВСКРЫТИЕ

**Вскрытие** состоит в проведении горных выработок, открывающих доступ с поверхности ко всему рудному телу или его части и обеспечивающих возможность проведения подготовительных выработок.

Выработки вскрытия – **шахтные стволы (скиповые, клетьевые), околоствольные выработки, квершлагги, штольни, капитальные рудоспуски** и другие – служат для транспортирования добытого полезного ископаемого и породы под землей на земную поверхность, для доставки людей, оборудования, материалов к рабочим местам, для проветривания горных выработок, откачки воды и других целей.

# ТЕРМИНОЛОГИЯ

Шахтные стволы, по которым поднимают на поверхность руду и породу, могут быть **скиповыми** (подъем в скипах), **клетевыми** (подъем в клетях) или **скипо-клетевыми**.

**Скип** — подъёмный, саморазгружающийся короб (клеть), служащий для подъёма сыпучих и мелкокусковых грузов, движущийся с помощью канатов по направляющим приспособлениям скипового подъёмника. Грузоподъемность от 3–5 тонн до 20 – 25 тонн. Редко встречаются и более грузоподъемные скипы.

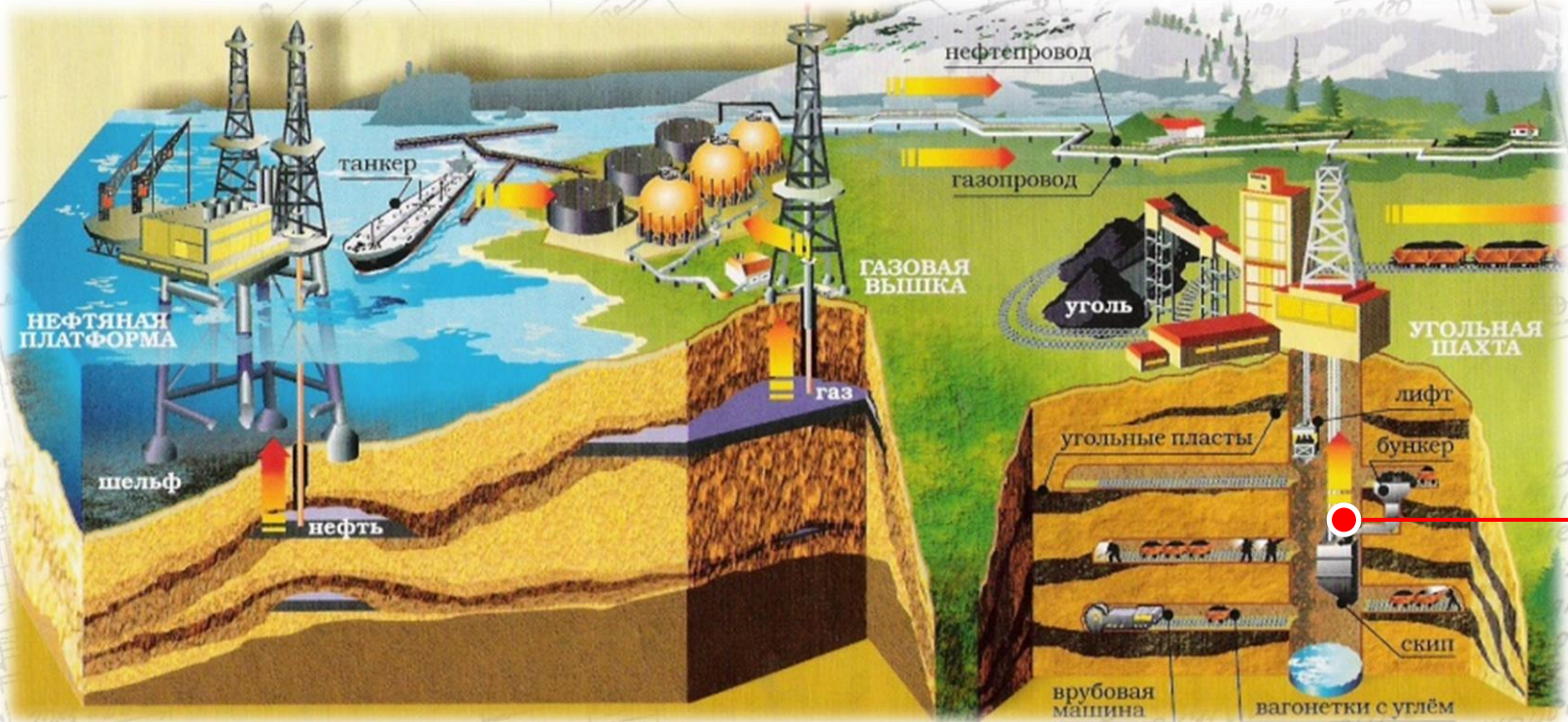
# ТЕРМИНОЛОГИЯ

**Клеть** – перемещающаяся по стволу металлическая платформа, служащая для подъема и спуска людей, вагонеток с рудой и породой, материалов и оборудования.

При одноклетевом подъеме вес клетей уравнивают противовесами, при двухклетевом подъеме клетки работают в челноковом режиме. В зависимости от характера подъемных сосудов различают главные стволы скипо–клетевые, клетевые и скиповые.

Скиповые стволы могут иметь один скип с противовесом, два или четыре взаимоуравновешенных скипа. Скиповые стволы применяют для подъема руды на рудниках с большой производительностью. Для спуска и подъема людей, материалов и других вспомогательных операций необходим вспомогательный ствол.

# СКИПОВЫЙ СТВОЛ



# ТЕРМИНОЛОГИЯ

***Квершлаг*** - горизонтальная или (реже) наклонная подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и проводимая по вмещающим породам вкрест простирания месторождения.

***Простирание рудного тела*** – линия пересечения рудного тела с горизонтальной плоскостью на какой-либо глубине.

***Вкрест простирания*** – направление в горизонтальной плоскости, перпендикулярное направлению простирания.

# ТЕРМИНОЛОГИЯ

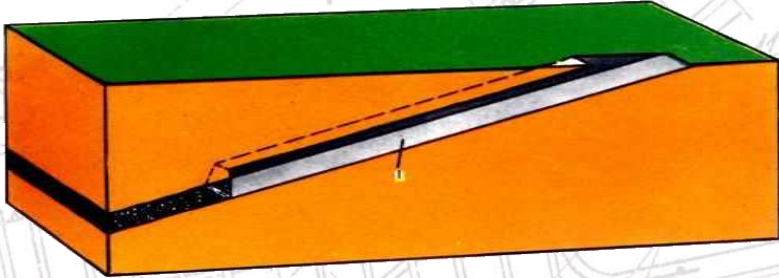
**Штольня** - горизонтальная или наклонная горная выработка, имеющая выход на поверхность, проведённая на местности со сложным рельефом.

Штольни бывают **подземными** или на уровне поверхности **начинаются в помещении** (не под открытым небом). Бывают разведочные и эксплуатационные (для разработки месторождения). Кроме того, различают **откаточные, вентиляционные** и **водоотливные** штольни.

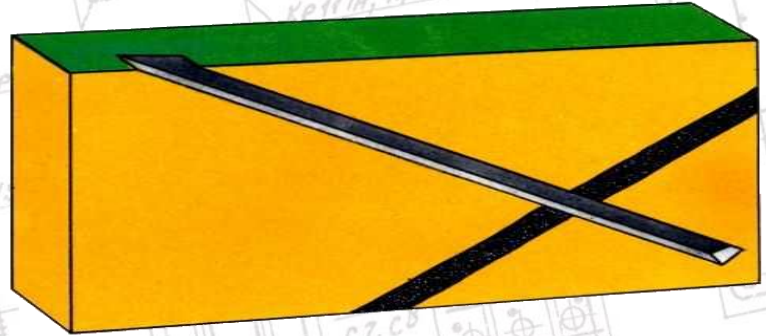
Форму и величину их поперечного сечения, а также тип крепи в штольнях выбирают в зависимости от горно-геологических и горно-технических условий.

# ПРИМЕРЫ

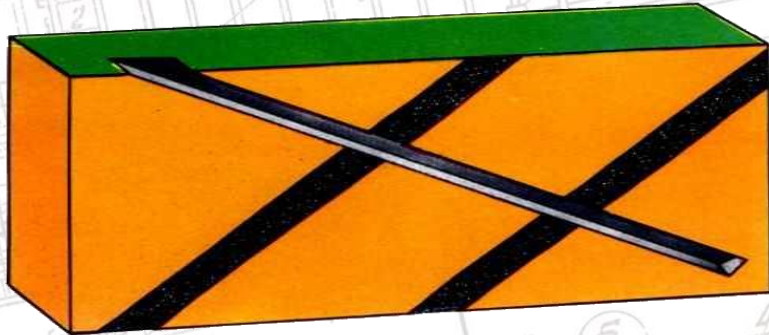
А



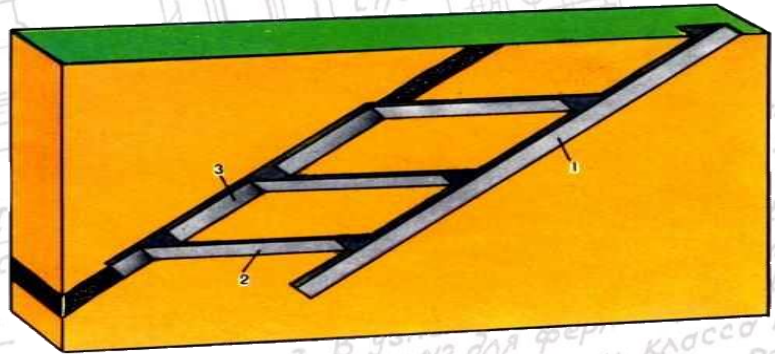
Б



В

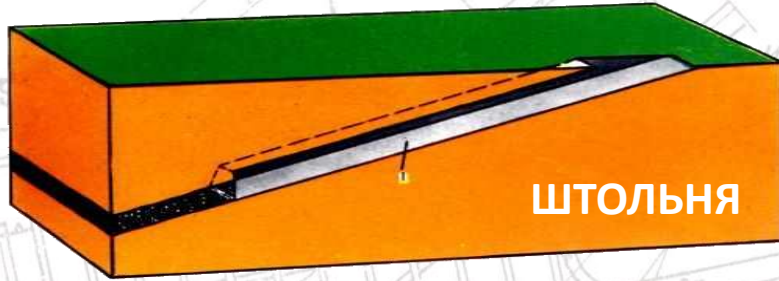


Г



# ПРИМЕРЫ

А



Б



В



Г

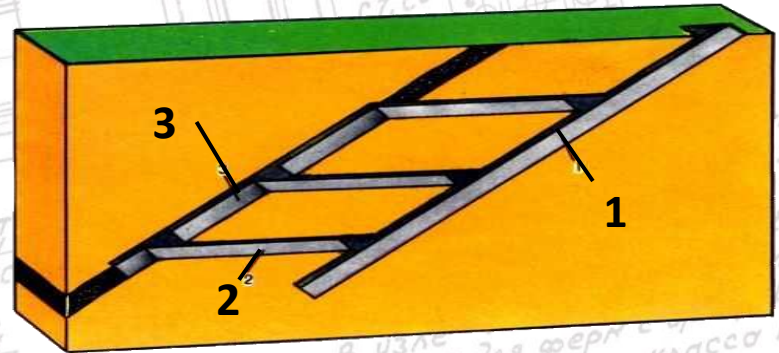


Рисунок «Г»: 1 – штольня; 2,3 – квершлаг.

# ТЕРМИНОЛОГИЯ

**Рудоспуск** - вертикальная или наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, предназначенная для доставки полезного ископаемого под действием собственного веса. В нижней части рудоспуска оборудуются люковые устройства или питатели для погрузки руды в откаточные сосуды или на конвейеры. В зависимости от назначения и срока службы различают **капитальные** и **блоковые** рудоспуски.



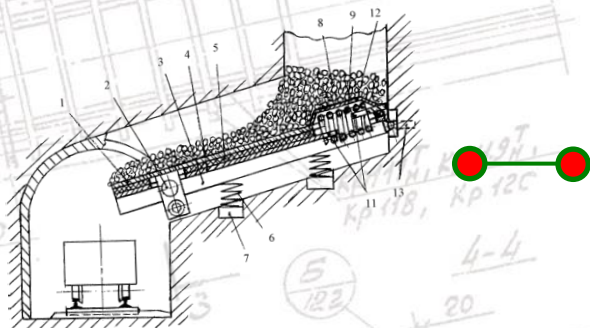
# ПРИМЕРЫ

*Рис.1. Участковый рудоспуск с люком, оборудованный двухсекторным затвором.*

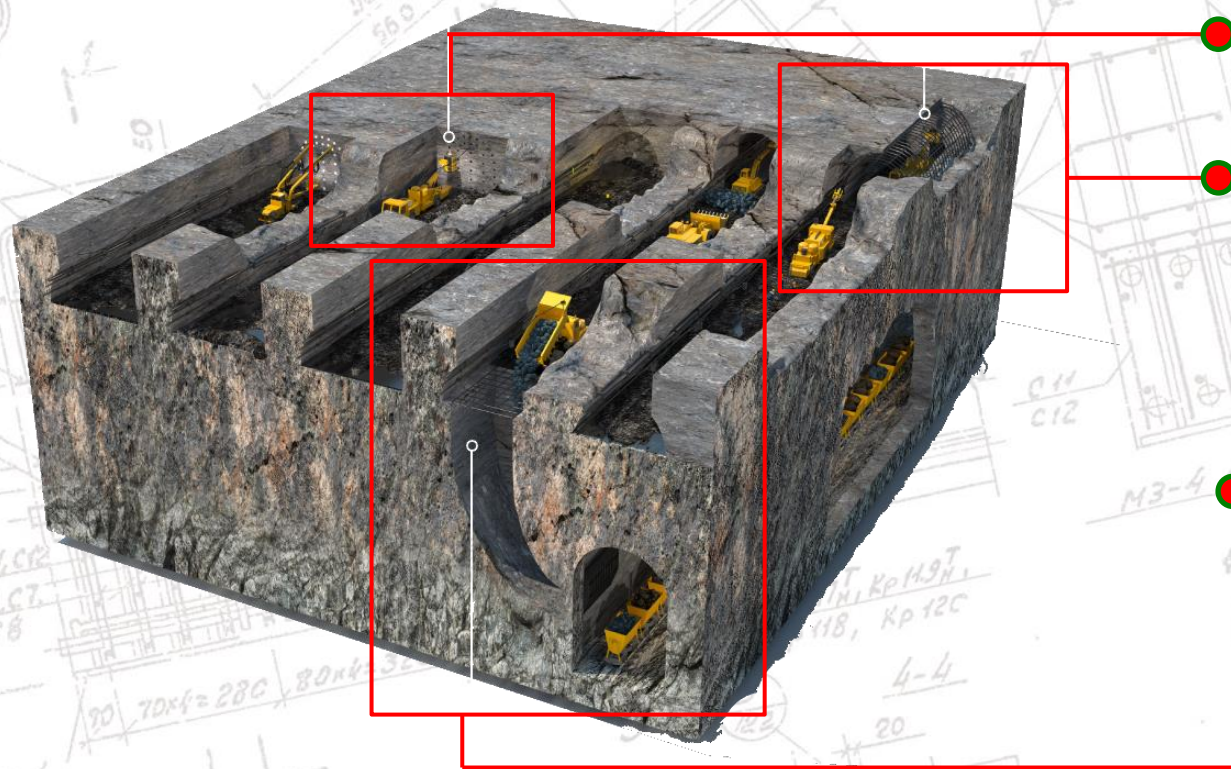
1 — воронка; 2 — дучка; 3 — орт грохочения; 4, 5 — пневматические бутобои; 6 — грохот; 7 — рудоспуск; 8 — отбойник; 9 — лобовина; 10 — пневмоцилиндры; 11 — двухсекторный затвор; 12 — днище; 13 — откаточный горизонт



*Рис. 2. Загрузка руды в вагонетку на откаточном горизонте.*



# ПРИМЕРЫ



ЗАБОЙКА

УСТАНОВКА КРЕПИ

РУДОСПУСК

# ПОДГОТОВКА

или «**ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ**» - это проведение горных выработок – **штреков, восстающих, ортов** и других выработок, которыми вскрытая часть месторождения разделяется на обособленные **выемочные участки** – **этажи, блоки, панели, столбы.**

**Выемочный участок**, в свою очередь, делится подготовительными нарезными выработками на отдельные части: **подэтажи, слои, полосы, прирезки, уступы, камеры, междуэтажные, междукамерные, междупанельные ЦЕЛИКИ.**

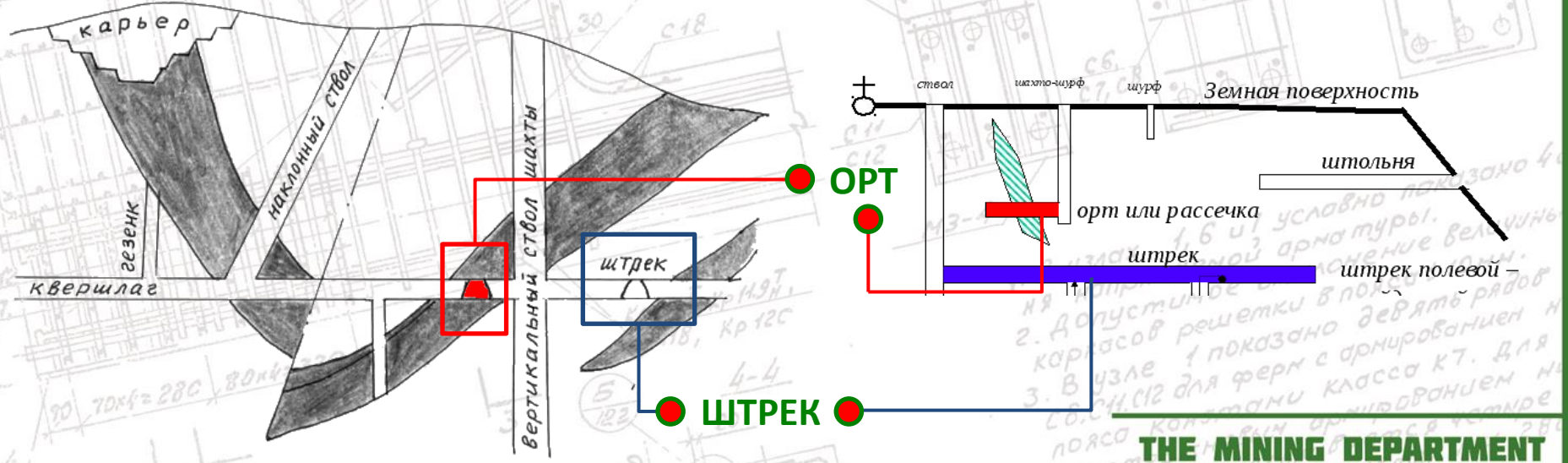
# ТЕРМИНОЛОГИЯ

**Штрек** (от немецкого *Strecke*, букв. — расстояние) — горизонтальная (с углом наклона не более  $3^\circ$ ) подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность, проведённая по простиранию наклонно залегающего месторождения или в любом направлении при горизонтальном залегании полезных ископаемых.

Штрек может быть проведён по полезным ископаемым (с подрывкой или без подрывки боковых пород) или по породам.

# ТЕРМИНОЛОГИЯ

**Орт** — горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на поверхность и проведенная вкрест простирания мощного пласта между его висячим и лежачим боками.

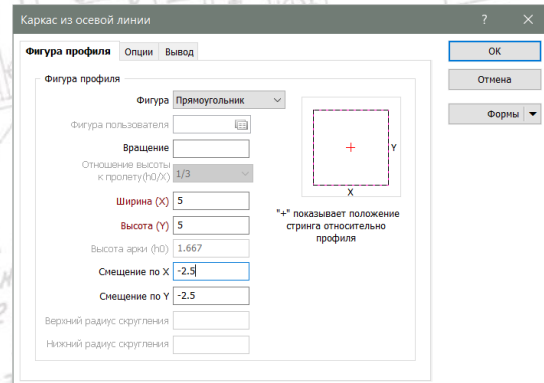


# ТЕРМИНОЛОГИЯ

***Восстающая горная выработка (восстающий)*** — вертикальная или крутонаклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и служащая для перепуска полезных ископаемых или породы, доставки закладочных и других материалов с одного горизонта на другой, передвижения людей, вентиляции, прокладки трубопроводов и электрокабелей, а также для разведочных и других целей.

# ПРИМЕРЫ

Восстающая горная выработка, имеющая прямоугольное поперечное сечение.



# ТЕРМИНОЛОГИЯ

**Выемочный участок** - при подземной добыче полезных ископаемых - участок одного пласта, помещенный в пределах одного яруса и одного крыла выемочного поля.

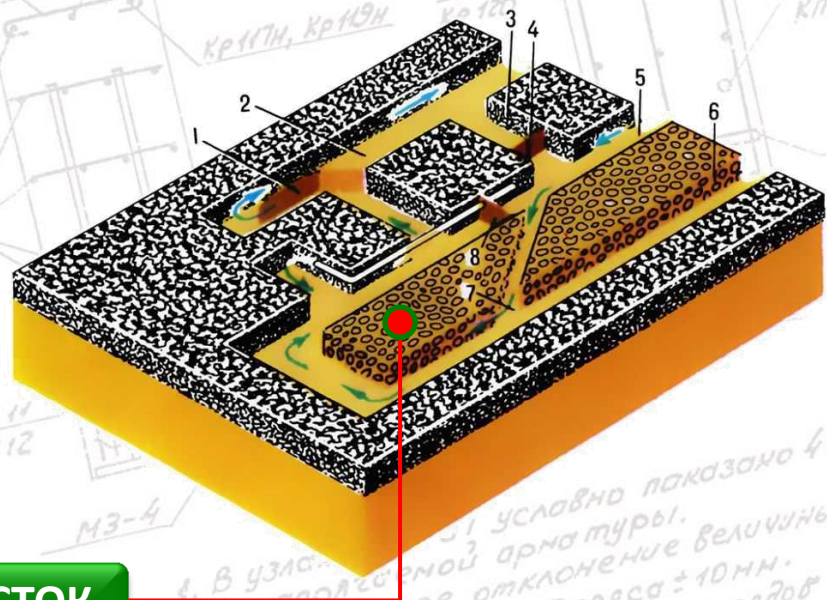
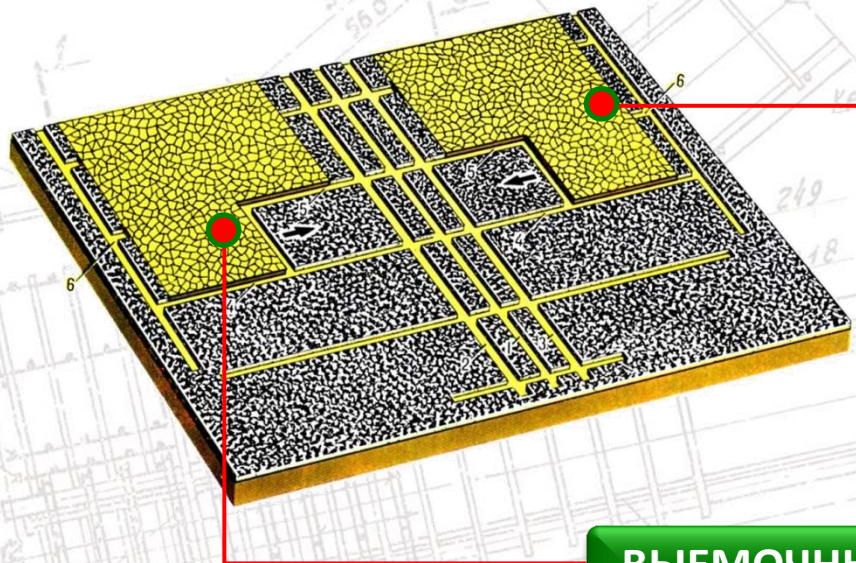
При разработке лавами-этажами понятие выемочного поля и выемочного участка совпадают. Производственное подразделение, обслуживающее выемочный участок, называется добычным участком.

# ТЕРМИНОЛОГИЯ

**Этаж** — часть шахтного поля, ограниченная по падению (этажными) вентиляционным и откаточным штреками, по простиранию — границами шахтного поля.

Этаж может дополнительно делиться на подэтажи с целью увеличения его общей наклонной высоты, при этом между подэтажами проходят промежуточные штреки. При большой длине этажа по простиранию он может также делиться на отдельные выемочные поля с проходкой промежуточных бремсбергов (уклонов) и ходков.

# ПРИМЕРЫ

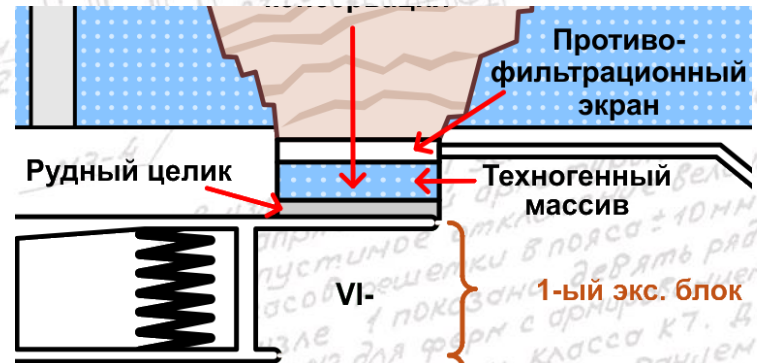
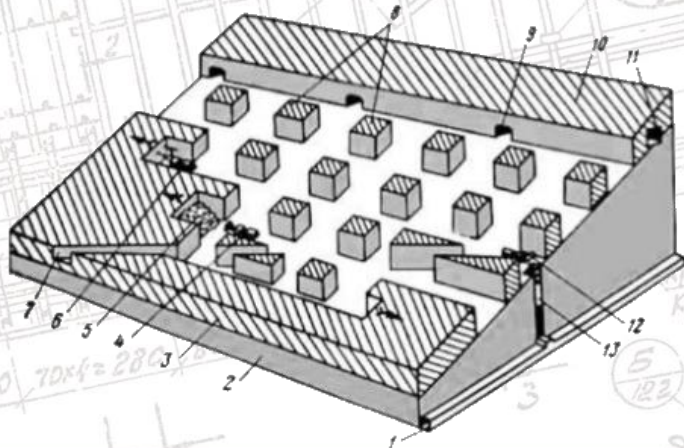


**ВЫЕМОЧНЫЙ УЧАСТОК**

1. В узлах... условно показано 4...  
2. Допустимое отклонение величин...  
коркасов решетки в пояса  $\pm 10$  мм.  
3. В узле 1 показано девять рядов...  
СВ, СЧ, С12 для ферм с арматурой...  
пояса... армированием...

# ТЕРМИНОЛОГИЯ

**Целик** – часть руды или угольного пласта, массива горных пород, которую при разработке месторождения оставляют нетронутой для охраны горных выработок, наземных сооружений, управления горным давлением и других целей.



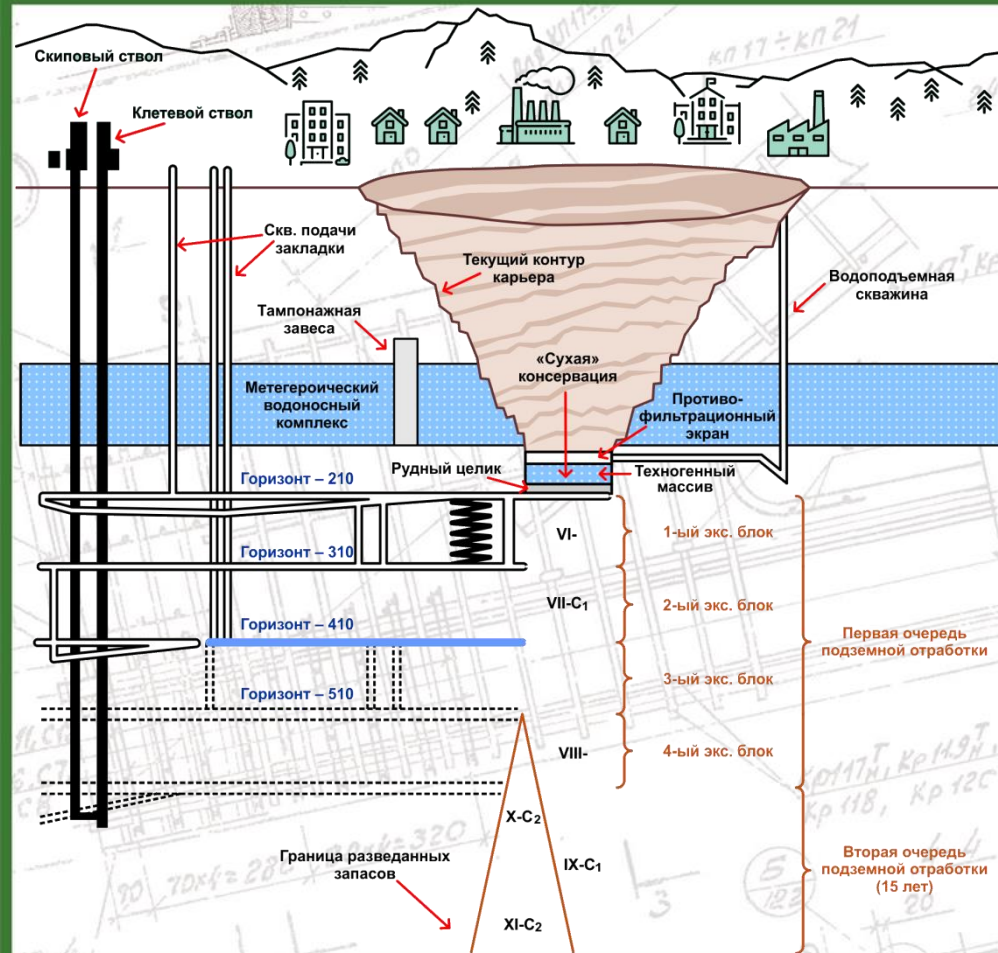
# ОЧИСТНАЯ ВЫЕМКА

**Очистная выемка** – технологический процесс извлечения руды из выемочного участка и поддержания образующегося при этом очистного пространства.

Порядок **очистой выемки** характеризуется состоянием очистного пространства выемочного участка во время его разработки. Этот признак наиболее полно **отражает общность и различия условий применения разных систем разработки, особенности технологии очистной выемки и технико-экономические показатели каждой системы.**

# ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ

Планомерная и эффективная разработка месторождения возможна при условии строгой увязки во времени и пространстве вскрытия, подготовки и очистной выемки и при обеспечении рудника (шахты) достаточными запасами вскрытого, подготовленного и готового к выемке полезного ископаемого.



# ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАЗВЕДКА

**Эксплуатационная разведка** ведется одновременно с разработкой месторождения в этажах и блоках, подлежащих вводу в эксплуатацию с целью уточнения данных, которые были получены при геологической разведке.

Эксплоразведка включает проведение горных выработок, бурение скважин и взятие проб руды для анализов. Для нее используют горные выработки, предназначенные для вскрытия и подготовки месторождения.

В свою очередь разведочные выработки должны иметь такие размеры и так располагаться, чтобы впоследствии их можно было использовать для вскрытия, подготовки или для вспомогательных целей.

# ТЕРМИНОЛОГИЯ

**ШУРФ** — вертикальная (реже наклонная) горная выработка (чаще прямоугольного сечения), проведённая с поверхности земли для поиска и разведки полезных ископаемых, а также для инженерно-геологических и гидрогеологических исследований (**опробования**).



Рис. Разведочные выработки:  
 а – горизонтальные (штольня, канава);  
 б – вертикальные (шурф, буровая скважина);  
 1 – делювиальные отложения; 2 – коренные породы



# ОПРОБОВАНИЕ РУД

Как при эксплоразведке, так и в процессе проведения подготовительных выработок и очистной выемки ведется

**опробование руд** для установления содержания в руде полезных компонентов и вредных примесей,

а также для выявления границ промышленного оруденения, учета потерь и разубоживания руды при добыче.



# ОПРОБОВАНИЕ РУД

## ОПРОБОВАНИЕ

РАЗВЕДОЧНЫХ,  
ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ И  
ОЧИСТНЫХ ВЫРАБОТОК  
(ОПРОБОВАНИЕ В МАССИВЕ)

РАЗВЕДОЧНЫХ И  
ВЗРЫВНЫХ БУРОВЫХ  
СКВАЖИН (КЕРНА,  
БУРОВОЙ МУКИ И  
БУРОВОГО ШЛАМА)

ДОБЫТОЙ РУДЫ

# ПОТЕРИ В ПРОЦЕССЕ ДОБЫЧИ

В процессе разработки месторождения часть его запасов теряется – остается в недрах неизвлеченной или поступает на поверхность в отвалы вместе с породой.

**Потери 2-3%** разведанных запасов неизбежны практически при любом способе разработки.

Обычно потери в процессе разработки составляют **10-20%**, а иногда могут достигать **50%** и даже более.

# ПОТЕРИ В ПРОЦЕССЕ ДОБЫЧИ

Кроме количественных потерь, при добыче часто происходят качественные потери – снижение качества добытого полезного ископаемого вследствие примешивания к нему вмещающих пород, пустых или с непромышленным содержанием полезного компонента (забалансовая руда). Примешивание породы к полезному ископаемому и происходящее в результате этого снижение качества добытого полезного ископаемого по сравнению с природным принято называть **разубоживанием**.

ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



ГОРНЫЙ  
ФАКУЛЬТЕТ

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

1. В узлах  $\Gamma$  и  $\Phi$  условно показано 4 ряда напрягаемой арматуры.
2. Допустимое отклонение величин каркасов решетки в пояса  $\pm 10$  мм.
3. В узле  $\Gamma$  показано девять рядов  $\Gamma$ ,  $\Phi$ ,  $\Psi$  для ферм с армированием пояса  $\Gamma$  для ферм класса  $\Gamma 7$ . Для пояса  $\Phi$  и  $\Psi$  армирование не показано.