



**Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ**

<b>Специальность</b>	<u>21.05.04 Горное дело</u>
<b>Направленность (профиль)</b>	<u>Подземная разработка рудных месторождений</u>
<b>Уровень высшего образования</b>	<u>Специалитет (бакалавриат, специалитет, магистратура)</u>

Автор - разработчик: Петрова О.В., канд. техн. наук, доцент  
Рассмотрено на заседании кафедры разработки месторождений полезных ископаемых  
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

## Практическая работа № 1. Обоснование производственной мощности рудника.

**Цель работы:** Усвоение теоретической информации и применение их при расчете балансовых запасов и производственной мощности рудника.

**Исходный материал:** геометрические размеры рудного тела и балансовые запасы руды.

**Решаемые задачи:** Расчет производственной мощности рудника позволит определить срок функционирования рудника, технико-экономические показатели его эксплуатации, капитальные вложения на строительство, эксплуатационные затраты на добычу и переработку руды

**Теоретические сведения:** В зависимости от горно-геологических условий месторождение может быть отработано открытым способом (при небольшой глубине залегания), подземным (при большой глубине залегания), комбинированным (верхняя часть - открытым, нижняя - подземным способом). Технологические решения по определению производственной мощности рудника и схемы вскрытия принимаются на основе геометрических размеров рудного тела и балансовых запасов руды.

К основным производственным процессам при подземной разработке месторождений полезных ископаемых относятся: отбойка руды, управление качеством рудной массы (выемка кондиционных руд, сортировка руд), вторичное дробление руды (дробление отдельных образовавшихся при отбойке чрезмерно крупных - негабаритных кусков рудной массы, производимое в очистном блоке), доставка руды (перемещение рудной массы от забоя до откаточных или других транспортных выработок), управление горным давлением (при очистной выемке включает поддержание очистного пространства крепью, закладкой, целиками и принудительное обрушение налегающих пород), транспортирование рудной массы (перемещение рудной массы по горным выработкам от очистных блоков до шахтного ствола). К вспомогательным процессам относятся: монтажные и ремонтные работы; транспорт людей, материалов, оборудования; процессы энергоснабжения, вентиляции и водоотлива; геолого-маркшейдерские работы, прочие (обслуживание складов, бытового комбината и т.д.).

Для подсчета запасов руды необходимо изобразить рудное тело в трех проекциях (рис. 1).

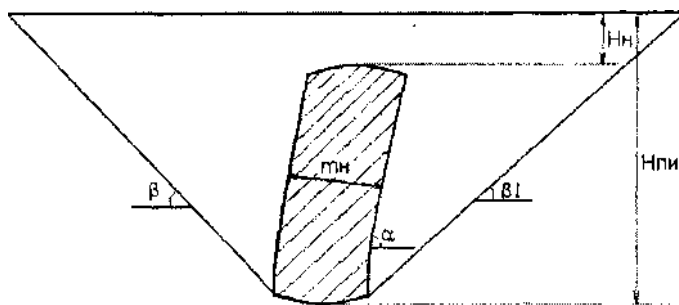


Рис. 1. Поперечное сечение рудного тела:  $m_n$  - нормальная мощность залежи полезного ископаемого, м;  $\beta_1, \beta$  - углы сдвижения пород, град;  $\alpha$  - угол падения рудного тела, град.

Запасы руды, подлежащие отработке подземным способом, т

$$B_{\text{П}} = L_{\text{пр}} \cdot L_{\text{вкр}} \cdot (H_{\text{ни}} - H_{\text{н}}) \cdot \gamma_{\text{ни}},$$

где  $L_{\text{пр}}$  - длина рудного тела по простиранию, м;

$L$  - длина рудного тела вкрест простирания, м;

$H_{\text{ни}}$  - глубина залегания полезного ископаемого, м;

$H_{\text{н}}$  - глубина наносов, м;

$\gamma$  - плотность руды, т/м<sup>3</sup>;

Годовая производительность рудника определяется по интенсивности разработки месторождения, измеряемой понижением фронта очистных работ и минимальному сроку

его обработки. Полученные значения проверяются по срокам существования рудника.

Производительность рудника (тыс.т), разрабатывающее крутопадающее месторождение, определяется исходя из величины понижения (м/год) уровня очистных работ:

$$A = \frac{1 - П}{1 - R} \cdot S \cdot V \cdot \gamma \cdot K_{\gamma} \cdot K_M,$$

где: S - средняя площадь горизонтального сечения рудного тела, тыс. м<sup>2</sup>;

V - годовое понижение горных работ, м (табл. 1);

П, R - потери и разубоживание руды, доли ед.;

$\gamma$  - плотность руды, т/м<sup>3</sup>;

K<sub>M</sub>, K <sub>$\gamma$</sub>  - коэффициенты, учитывающие мощность и угол наклона залежи (табл. 2).

Таблица 1

Годовое понижение горных работ.

Рудная площадь, тыс.м <sup>2</sup>	<4	4-6	6-12	2-20	>20
Величина годового понижения выемки, м	26 - 33	23 - 30	17 - 25	13 - 22	9 - 15

Таблица 2

Поправочные коэффициенты K <sub>$\gamma$</sub>  и K<sub>M</sub> величине годового понижения горных работ в зависимости от угла падения и мощности рудного тела

Угол падения, град	90	60	45	30
Поправочный коэффициент K <sub><math>\gamma</math></sub>	1,2	1,0	0,9	0,8
Мощность рудного тела, м	<3	3-5	5-15	15-25
Поправочный коэффициент K <sub>M</sub>	1,3	1,2	1,0	0,8

Для горизонтальных и пологопадающих месторождений производственная мощность определяется по формуле:

$$A = \frac{B_n}{t},$$

где B<sub>n</sub> - промышленные запасы для подземных горных работ, т;

t - экономически целесообразный срок службы рудника, лет (табл. 3)

Срок существования рудника:

$$T = \frac{B_n}{A} t_{раз} + t_{зат},$$

где t<sub>раз</sub>, t<sub>зат</sub> - время на развитие и затухание работ, лет.

Суммарно t<sub>раз</sub> + t<sub>зат</sub> принимать до 5 лет.

Таблица 3

Экономически целесообразный срок службы рудника

Годовая производственная мощность рудника, тыс.т	Экономически целесообразный срок службы рудника, год	
	Небольшая глубина и благоприятные условия разработки	Большая глубина и неблагоприятные условия разработки
100-200	5 - 10	6 - 15
200-500	6 - 15	8 - 20
500-1000	10 - 18	12 - 25
1000 и более	15 - 25	15 - 30 и более

Минимальный срок существования рудника с учетом развития и затухания (без обогатительной фабрики) по нормам технологического проектирования для рудников черных металлов.

Таблица 4.

Годовая производительность рудника, млн. т	0,5-1,0	1,0-3,0	3,0-5,0	5,0-7,0	>7,0
Минимальный срок существования рудника, лет	15	20	25	30	40

Для рудников со сроком существования 30 лет и более при значительной глубине разработки (более 1000 м) мощность предприятия рассчитывается не на весь срок отработки месторождения, а отдельно для каждой ступени вскрытия, условно принимаемой за предельную.

**Порядок выполнения работы:**

1. Изобразить рудное тело в трех проекциях.
2. Определить запасы руды, подлежащие отработке подземным способом.
3. Расчет производительности рудника.
4. Срок существования рудника.

**Результатом успешного выполнения практической работы** является удовлетворительные ответы на устные вопросы по теме практической работы.

**Практическая работа № 2** Определение объемов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов.

**Цель работы:** закрепление теоретических знаний и получение навыков для расчета количества запасов, подготовленных для промышленного освоения.

**Исходный материал:** производительная мощность рудника.

**Решаемые задачи:** Определение количества подготовленных запасов для бесперебойного обеспечения работы предприятия на определенное количество месяцев.

**Теоретические сведения:** Состояние горных работ определяется наличием горнотранспортного оборудования, фронтом работы и количеством запасов, подготовленных для промышленного освоения (балансовые, промышленные, вскрытые, подготовленные к добыче).

Балансовые запасы – это запасы, удовлетворяющие кондициям, которые экономически выгодно разрабатывать на данном этапе освоения месторождения.

Промышленные запасы – запасы из числа балансовых, которые предусмотрены техническим проектом к выемке. На данном участке все балансовые запасы являются и промышленными.

Вскрытыми считается часть балансовых запасов месторождения, для разработки которых выполнены все горно-капитальные работы, предусмотренные техническим проектом. Кроме того, для отнесения запасов к группе вскрытых необходимо подсечение горной выработкой контакта висячего или лежащего бока залежи. Если месторождение представлено несколькими отдельными залежами, к вскрытым относятся запасы тех залежей, где контакты подсечены горными выработками. Перевод части балансовых запасов предприятия во вскрытые производится участками, для которых выполнены горно-капитальные работы, предусмотренные техническим проектом.

Подготовленными считается часть вскрытых запасов полезного ископаемого в блоках или участках, где пройдены все горно-подготовительные выработки, предусмотренные схемой подготовки, принятой в техническом проекте.

Перевод запасов в группу подготовленных производится целыми блоками по выполнении предусмотренного проектом объема горно-подготовительных работ. Из числа подготовленных выделяются временно неактивные запасы. К ним относят запасы

полезного ископаемого, находящиеся: 1) во временных целиках (междукамерных, потолочинах, днищах и др.); 2) в блоках, очистная выемка которых по горнотехническим условиям временно невозможна (наличие неотработанных запасов полезного ископаемого на вышележащих горизонтах, наличие неотработанных залежей в висячем боку и т.п.); 3) в раздавленных и заваленных участках, нарезка или выемка которых временно невозможна. Подсчет подготовленных запасов ведется по системам разработки.

Готовыми к выемке считаются запасы блоков и участков (из числа подготовленных запасов), где пройдены все нарезные выработки, необходимые для начала очистной выемки полезного ископаемого в соответствии с принятым техническим проектом.

Запасы во временных целиках (потолочине, днище, междукамерном целике) считаются готовыми к выемке при следующих условиях: 1) проведены необходимые нарезные выработки, предусмотренные проектом отработки этих целиков; 2) выполнены нарезные работы в том блоке (панели), запасы которого будут отработаны совместно с запасами во временных целиках. Подсчет готовых к выемке запасов производится по системам разработки с учетом состояния горных работ в блоках (панелях).

**Порядок выполнения работы:**

Обеспеченность предприятия запасами ( $N_B$ ,  $N_{П}$ ,  $N_{Г}$ ) в месяцах определяется по формулам:

$$N_B = \frac{PM_{вз}}{D} \times 12,$$

$$N_{П} = \frac{PM_{пз}}{D} \times 12,$$

$$N_{Г} = \frac{PM_{гз}}{D} \times 12$$

где  $PM_{вз}$ ,  $PM_{пз}$ ,  $PM_{гз}$ - вскрытые, подготовленные и готовые к выемке запасы;

$D$  – годовой план добычи в пересчете на балансовые запасы;

12- число месяцев в году.

**Результатом успешного выполнения практической работы** является удовлетворительные ответы на устные вопросы по теме практической работы.

**Практическая работа № 3.** Оперативное планирование добычи руды.

Время на выполнение задания – 2 часа.

Тип практического задания – расчетно-графическая работа.

**Цель работы:** определение объемов добычи руды из отдельных камер для обеспечения заданного содержания металлов в руде.

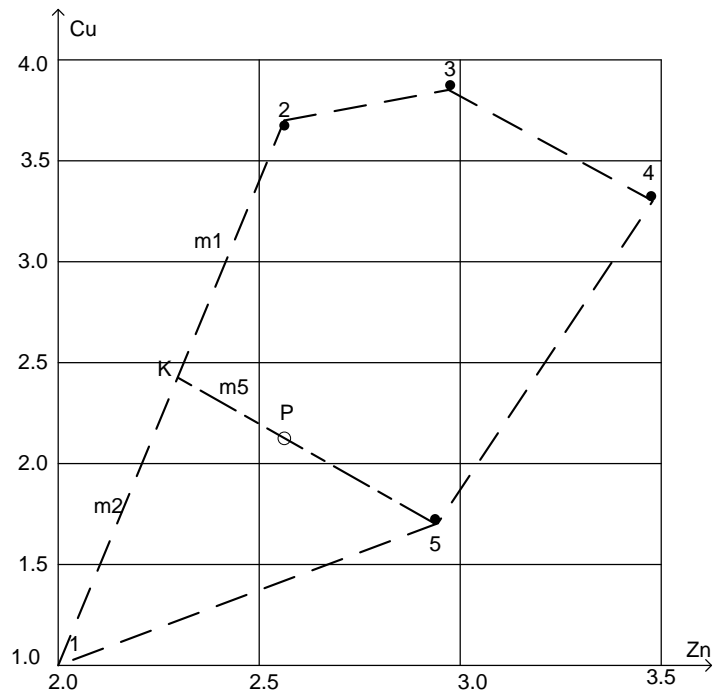
**Исходный материал:** содержание металлов в товарной руде

**Решаемые задачи:** определение объемов добычи руды из отдельных камер для обеспечения заданного содержания металлов в руде.

**Теоретические сведения:** По содержанию металлов в руде наносят пять точек и обозначают их номерами, соответствующими номерам подготовленных к добыче камер, и точку Р, соответствующую содержанию металлов в товарной руде (в смеси руды из камер) (рис).

Для определения потенциально возможного качества товарной руды (смеси) из имеющихся руд в пяти подготовленных камерах оконтуривается выпуклый пятиугольник.

Из имеющихся руд в камерах могут быть получены смеси, качество которых по содержанию металлов характеризуется точками в пределах площади пятиугольника, включая и его стороны.



Товарная руда с заданным содержанием Cu и Zn может быть получена из двух камер, если точка P окажется на стороне многоугольника, соответствующей качеству руды в этих камерах.

Если точка P окажется в площади многоугольника, то товарная руда с заданным содержанием Cu и Zn может быть получена при добыче минимум из трех камер. Для определения процентного соотношения добычи руды из трех камер из вершины многоугольника, соответствующей качеству руды в одной из камер, проводится луч через точку P до пересечения с одной из сторон многоугольника в точке K. Выполненные графические построения определили один из вариантов получения товарной руды заданного качества. В нашем примере товарная руда, содержание металлов в которой характеризуется положением точки P, может быть получена при добыче из камер № 1, 2 и 5. Аналогичные графические построения определяют другие возможные варианты получения товарной руды по заданным условиям.

Объем добычи руды в каждой камере определится длинами соответствующих отрезков.

$$m_1 : m_2 = (2 - k) : (1 - k);$$

$$(m_1 + m_2) : m_5 = (5 - P) : (P - K),$$

где  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  - доли исходной руды в смеси в весовых, объемных или относительных единицах.

Измерив длины интересующих нас отрезков на чертеже, найдем соотношения объемов добываемой руды в каждой паре камер.

Для перехода к тройному соотношению определяются пересчетные коэффициенты. Поскольку 1 и 2 камеры связаны не только между собой, но и с 5 камерой, то их взаимосвязь будет определяться тремя отрезками, т. е. в долях единицы.

$$K_{1,2} = (P-5) : ((K-2) + (K-1) + (P-5))$$

$$K_5 = 1,0 - K_{1,2}$$

С помощью полученных коэффициентов определяем доли руды из всех трех камер:

$$m_1 : m_2 : m_5 = K_{1,2}(K-2) : K_{1,2}(K-1) : K_5(P-5)$$

Для выражения соотношений в процентах вычисляют переводной коэффициент:

$$K_{1,2,5}^{\%} = \frac{100}{m_1 + m_2 + m_5}.$$

Тогда  $m_1\% : m_2\% : m_5\% = m_1 K\% : m_2 K\% : m_5 K\%$ . При этом  $m_1\% + m_2\% + m_5\% \approx 100\%$

Соответствие полученных результатов заданным условиям проверяются контрольными расчетами:

$$C_{Cu} = \frac{c_1^{Cu} m_1\% + c_2^{Cu} m_2\% + c_5^{Cu} m_5\%}{100};$$

$$C_{Zn} = \frac{c_1^{Zn} m_1\% + c_2^{Zn} m_2\% + c_5^{Zn} m_5\%}{100}.$$

Допуск: отклонение содержания металлов в товарной руде от заданного не должно превышать + 0, 1%.

**Порядок выполнения работы:**

1. Для определения потенциально возможного качества товарной руды (смеси) из имеющихся руд в пяти подготовленных камерах оконтурить выпуклый пятиугольник.
2. Определить длины соответствующих отрезков.
3. Определить доли руды из выбранных камер.
4. Проверить контрольными расчетами соответствие полученных результатов заданным условиям.

**Результатом успешного выполнения практической работы** является удовлетворительные ответы на устные вопросы по теме практической работы.

**Практическая работа № 4.** Движение запасов полезного ископаемого.

**Цель работы:** обеспечение горного предприятия вскрытыми и подготовленными запасами для предупреждения перебоев в работе.

**Исходный материал:** погоризонтные планы.

**Решаемые задачи:** подсчет остатков вскрытых и подготовительных запасов на конец планируемого года.

**Теоретические сведения:** Правилами охраны недр предусматривается, что горнодобывающие предприятия при разработке месторождений обязаны обеспечить предусмотренное проектом комплексное извлечение запасов из недр; регулировать отработку различных по качеству запасов полезных ископаемых; устанавливать планы развития горных работ и контролировать полноту выемки запасов; не допускать потерь запасов; вести систематические геолого-маркшейдерские наблюдения в горных выработках; своевременно пополнять горно-графическую документацию с целью использования ее для оперативного руководства; вести геолого-маркшейдерский учет состояния и движения запасов, учет добычи, показателей извлечения ПИ из недр. Учет движения запасов полезного ископаемого производит геолого-маркшейдерская служба с целью контроля за правильным и более полным использованием недр путём систематического наблюдения за своевременным обеспечением горного предприятия вскрытыми и подготовленными запасами для предупреждения перебоев в работе

**Порядок выполнения работы:**

Состояние горных работ, как на начало, так и на конец планового периода характеризуется наличием вскрытых и подготовленных запасов. Для этого от ожидаемых на конец планового периода контуров на погоризонтных планах отстраиваются предохранительные бермы и подсчитываются остатки вскрытых и подготовительных запасов на конец планируемого года.

Движение запасов наглядно видно из уравнения:

$$O_k = O_n + P_2 - D_2,$$

где  $O_k, O_n$  – остатки запасов на конец и начало плановых периодов;

$P_r$  – вскрытые или подготовленные запасы в течение планируемого года;

$D_r$  – руда, запланированная к добыче в планируемом году.

Балансовые запасы определяются по результатам разведки и их пересчета:

$$O_k = O_n - D_c,$$

Величины подготавливаемых запасов в течение года можно замерить на планах или сосчитать по формуле:

$$P_c = O_k + D_c - O_n,$$

Расчет количества металла в блоках, тыс.т.:

$$M = \frac{PM \times C}{100},$$

где  $PM$  – рудная масса, тыс.т.;

$C$  – содержание металла, %.

Среднее содержание металла на горизонте или участке определяется как среднее взвешенное значение, пропорциональное количеству добываемой руды. Все результаты расчетов записываются в таблицу.

Запасы руды и металла считаются подсчитанными верно, если соблюдается условие формулы  $O_k = O_n + P_r - D_r$ .

**Результатом успешного выполнения практической работы** является удовлетворительные ответы на устные вопросы по теме практической работы.

**Практическая работа № 5.** Расчет потерь и разубоживания при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

**Цель работы:** Установление причин потерь и разработка мероприятий по снижению величины последних.

**Исходный материал:** геологические и горнотехнические характеристики месторождения

**Решаемые задачи:** расчет основных показателей извлечения полезного ископаемого.

**Теоретические сведения:** Запасы полезных ископаемых, оцененные на стадии разведки, в процессе разработки не могут быть полностью извлечены из недр по многим причинам. Часть добытой руды попадает в отвалы, теряется при транспортировке и складировании. Разница между количеством подсчитанных и извлеченных балансовых запасов образует потери. Коэффициент потерь при добыче – это отношение количеств потерянных и погашенных при добыче балансовых запасов. Разубоживание (потери качества) – это происходящее в процессе разработки снижение содержания полезного компонента в добытом полезном ископаемом по сравнению с содержанием его в массиве вследствие примешивания пустых пород и некондиционного полезного ископаемого, а также потерь части полезного ископаемого. Количественно потери качества выражаются коэффициентом разубоживания.

**Порядок выполнения работы:**

Нормативные показатели величин потерь и разубоживания руды устанавливаются на основе технико-экономических расчетов, возможных вариантов отработки участков месторождения.

Величины потерь и разубоживания в тоннах и процентах определяются по формулам:

$$П = N_n \times l, \quad R = N_p \times l,$$

где  $П$  – количество теряемой руды, т.;

$R$  – разубоживающая порода, т.;

$N_n, N_p$  – нормы потерь и разубоживания, т/пог.м. контакта;

$l$  – длина контакта на горизонте в контурах отработки планируемого года, м.

$$П = \frac{П}{PM} \times 100,$$



$$R = \frac{R}{PM - П + R} \times 100,$$

где  $PM$  – количество добытой руды за планируемый период для каждого горизонта.

Результаты расчёта величин плановых потерь и разубоживания оформляются в табличной форме

Результаты расчета плановых потерь и разубоживания

Горизонт, м	Длина контакта, м	Потери		Разубоживание	
		тыс.т.	%	тыс.т.	%
305	398	43,8	3,4	27,9	2,2
290	328	36,1	3,6	23,0	2,3
Итого по участку		79,9	3,5	50,9	2,2

*Результатом успешного выполнения практической работы* является удовлетворительные ответы на устные вопросы по теме практической работы.

**Практическая работа № 6.** Составление плана горных работ.

**Цель работы:** Составление плана горных работ для обеспечения разработки месторождения в соответствии с проектом.

**Исходный материал:** Геологическая и горнотехническая характеристики месторождения

**Решаемые задачи:** Обеспечение предприятия необходимым количеством запасов.

**Теоретические сведения:**

Под годовым планом развития горных работ или годовой программой работ (далее годовой план) понимается документ, составленный пользователем недр и определяющий направления развития горных работ, объемов добычи полезных ископаемых, объемов производства геологоразведочных, рекультивационных, вскрышных, горно-подготовительных и добычных работ. Годовой план содержит сведения о подготовке (обработке) и переработке минерального сырья (при наличии перерабатывающих производств), иных работах, предусмотренных условиями лицензии на пользование недрами, техническим проектом, проектными технологическими документами, а также нормативах потерь полезных ископаемых при их добыче и нормативах потерь полезных ископаемых при переработке минерального сырья (при наличии перерабатывающих производств). В годовом плане также отмечаются мероприятия по охране недр, рациональному, комплексному использованию минерального сырья, промышленной безопасности, предотвращению вредного влияния горных работ на окружающую среду, здания и сооружения.

Годовые планы составляются на основании утвержденного проекта, в соответствии с законодательными и нормативными требованиями в области охраны недр, промышленной безопасности и охраны окружающей среды, условиями лицензии на пользование недрами, соглашений о разделе продукции с учетом рекомендаций государственных контролирующих органов, научных и проектных организаций.

Годовые планы развития горных работ должны содержать:

- краткую геологическую характеристику месторождения и выемочных единиц;
- сведения о применяемых системах разработки и обеспеченности предприятия запасами по степени их подготовленности к выемке;
- данные об ожидаемом выполнении плановых заданий по добыче и установленных нормативных потерь и разубоживания по выемочным единицам;

- объемы, направления и сроки проведения подготовительных горных выработок и вскрышных работ;
- технико-экономические расчеты нормативов эксплуатационных потерь и разубоживания по вновь вводимым в разработку выемочным единицам;
- планы горных работ (проекции на вертикальную или горизонтальную плоскость) с разбивкой объемов добычи руды и пустых пород по кварталам или месяцам и другая необходимая горная графическая документация;
- данные о сверхнормативных потерях, ожидаемых в текущем году и причина их образования;
- мероприятия по обеспечению планируемого уровня извлечения полезных ископаемых при их добыче, а также по рациональному, комплексному использованию запасов;
- порядок управления качеством добываемого полезного ископаемого;
- мероприятия по выемке запасов полезных ископаемых из временных целиков, надобность в которых миновала;
- порядок отработки и складирования временно неиспользуемых полезных ископаемых, а также добычи совместно залегающих или находящихся в породах вскрыши полезных ископаемых;
- планы размещения вскрышных пород и отходов горного производства в отвалах, хвостохранилищах и шламоотстойниках;
- порядок выемки запасов полезных ископаемых залегающих на примыкающих к разрабатываемой части месторождения участках, отработка которых не может быть осуществлена другими предприятиями;
- мероприятия по сохранению и использованию отработанных горных выработок для нужд народного хозяйства;
- объем работ и порядок осушения месторождения и участков горных работ;
- мероприятия по обеспечению безопасного ведения горных работ и сохранения окружающей среды.

***Порядок выполнения работы:***

1. Краткая горно-геологическая характеристика участка

В этом разделе приводится информация о геометрических параметрах и элементах залегания залежи полезного ископаемого (форма залежи, ее падение, простирание, мощность, глубина залегания), качественных показателях полезного ископаемого (среднее содержание полезного компонента в рудной массе, плотность рудной массы), указываются характеристики условий разработки (схема вскрытия и система разработки запасов рудного тела, оборудование, с помощью которого осуществляется погрузка и транспортирование руды и пустой породы).

2. Основные плановые показатели.

Исходя из потребности в минеральном сырье, состояния горных работ, наличия горнотранспортного оборудования и запасов, подготовленных для промышленного освоения, руководство предприятия определяет основные показатели для годового планирования горных работ.

3. Анализ состояния горных работ на начало планируемого периода

Состояние горных работ определяется наличием горнотранспортного оборудования, фронтом работы и количеством запасов, подготовленных для промышленного освоения (балансовые, промышленные, вскрытые, подготовленные к добыче).

4. Составление графика работы горнопроходческого оборудования.

Составление графика работы горнопроходческого оборудования начинается с распределения годовых объемов добычи руды, горной массы и горно-подготовительных работ по кварталам.

***Результатом успешного выполнения практической работы*** является удовлетворительные ответы на устные вопросы по теме практической работы.