

# Тема 5. Учёт потерь и разубоживания на горном предприятии

## Литература:

1. Калинин В. М. Планирование горных работ и управление запасами: Учеб. пособие / 4-е изд., испр. и доп. Новочеркасск, 2017 г., с. 83 - 97

# Задачи учёта потерь и разубоживания

*Задачами учета потерь и разубоживания* являются:

- определение уровня потерь и разубоживания полезного ископаемого для контроля рационального и правильного использования недр;
- анализ соответствия применяемых систем разработки конкретным горно-геологическим условиям;
- разработка и проведение мероприятий по снижению величины потерь и разубоживания до оптимального уровня.

Запасы полезного ископаемого относят к потерям в том случае, если подходы к этим запасам ликвидированы или достоверно установлена невозможность или нецелесообразность их выемки в будущем.

# Виды потерь

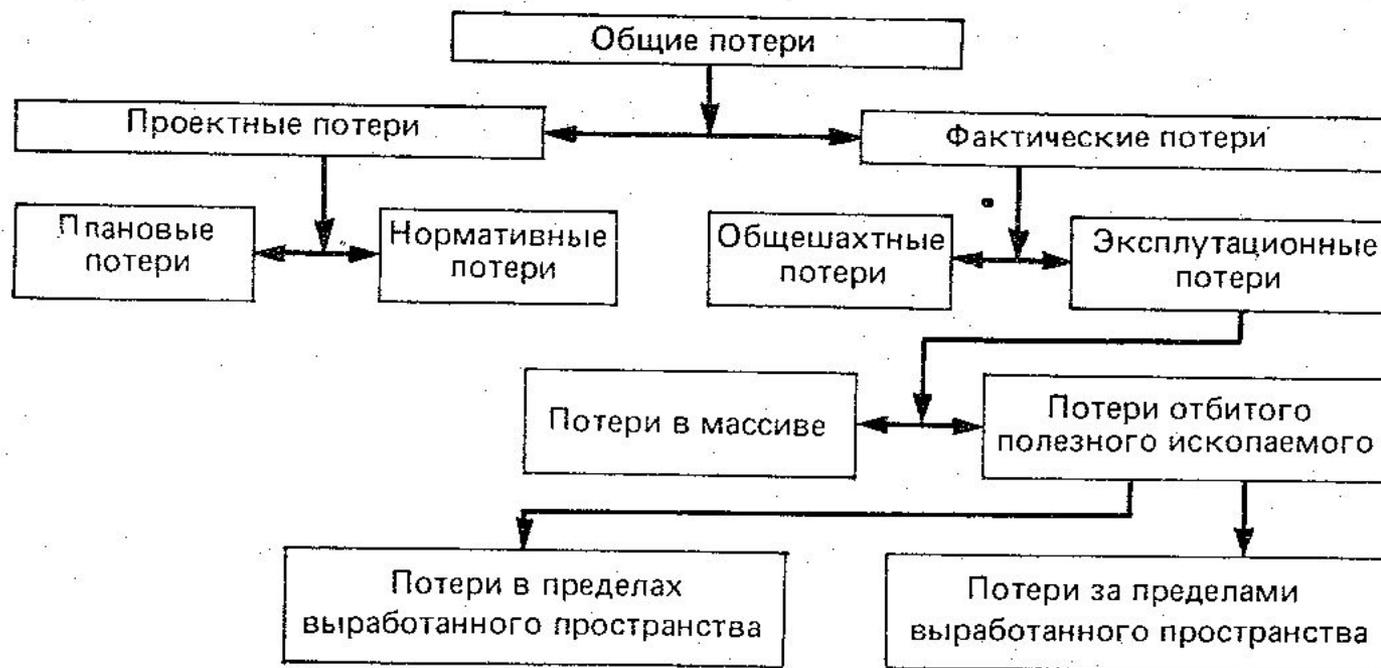
*Фактические потери* – это часть балансовых запасов полезного ископаемого, которая в соответствии с требованиями безопасного ведения горных работ из-за несовершенства применяемых систем разработки, сложных горно-геологических условий и других причин безвозвратно оставлена в недрах или вывезена в отвал пустой породы при разработке месторождения.

Под *проектными потерями* понимается величина общих потерь полезного ископаемого, предусмотренная проектом разработки горного предприятия.

Под *нормативными потерями* понимается оптимальная величина эксплуатационных потерь полезного ископаемого на весь период отработки выемочного участка.

*Плановые потери* – те же нормативные, но рассчитанные на определенный календарный период плана развития горных работ.

# Классификация потерь полезных ископаемых при разработке месторождений



# Общая классификация потерь

В соответствии с Типовыми методическими указаниями (1972 г.)

*Общешахтные (общекарьерные) потери* состоят из потерь

- в охранных целиках у капитальных горных выработок,
- в предохранительных целиках под зданиями, техническими и хозяйственными сооружениями, водоемами, у вертикальных и наклонных шахтных стволов и пр.,
- в барьерных целиках между шахтными полями, у обводненных, пожароопасных участков.

*Эксплуатационные потери*

I группа (потери полезного ископаемого в массиве)

- потери в целиках у подготовительных выработок,
- внутри выемочного участка,
- в почве и кровле,
- по верхней и нижней границам контура рудного тела, пласта,
- в бортах карьера,
- в местах выклинивания и на флангах залежи,
- в целиках у геологических нарушений

II группа (потери отбитого полезного ископаемого)

- потери в добычных забоях от смешивания с вмещающими породами,
- оставленного в выработанном пространстве полезного ископаемого,
- в местах обрушений, в завалах, в пожарных и затопленных участках,
- в местах погрузки, разгрузки, складирования и сортировки, на транспортных путях горного предприятия.

# Разубоживание полезного ископаемого

*Разубоживание полезного ископаемого* – это снижение содержания полезных компонентов в добытой рудной массе по сравнению с содержанием их в массиве полезного ископаемого.

Снижение содержания полезных компонентов может произойти в результате:

- засорения балансовых запасов полезного ископаемого в процессе добычи пустой породой или рудой из забалансовых запасов,
- потерь наиболее богатой части отбитой руды в виде рудной мелочи,
- выщелачивания из отбитой руды полезного компонента, содержащегося в ней в виде растворимых соединений.

# Классификация разубоживания

*Первичное разубоживание* происходит из-за вовлечения в добываемое полезное ископаемое пустой породы или потерь богатой мелочи при отбойке полезного ископаемого от массива.

*Вторичное разубоживание* происходит вследствие попадания в рудную массу отслаивающихся вмещающих пород при выпуске её из очистного пространства.

## По характеру образования

*Конструктивное разубоживание* возникает из-за технической невозможности или экономической нецелесообразности отработки рудной залежи в её естественных границах.

*Эксплуатационное разубоживание* возникает в процессе добычи полезного ископаемого при его отбойке и выпуске из выработанного пространства.

# Методы определения фактических потерь и разубоживания

*Прямой метод* определения потерь и разубоживания основан на непосредственных замерах объемов потерянных руд и примешанных в процессе добычи к извлекаемым балансовым запасам разубоживающих пород, а также опробования теряемых запасов и разубоживающих пород:

– потери руды

$$\Pi_p = \frac{\sum \Pi_i}{B} 100$$

– потери полезного компонента

$$\Pi_{ПК} = \frac{\sum \Pi_i c_{\Pi_i}}{Bc} 100$$

– разубоживание

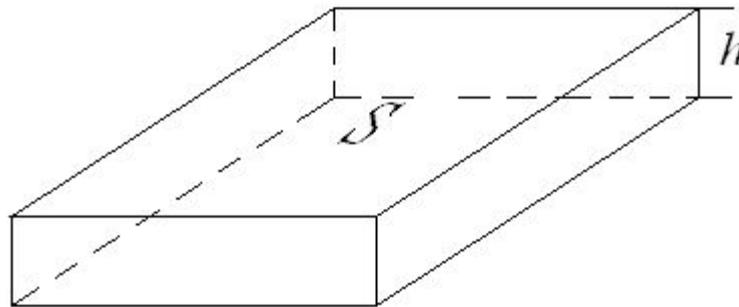
$$P = \frac{\sum B_i}{D} 100$$

где  $\sum \Pi_i$  – общее количество потерь по отдельным видам;  
 $c_{\Pi_i}$  – содержание полезного компонента в каждом виде потерь руды;  
 $\sum B_i$  – общее количество примешиваемых пород по отдельным участкам или добычным единицам.

# Определение количества теряемого полезного ископаемого

Потери в целике

$$\Pi_{\text{ц}} = Sh\gamma, T$$



$\gamma$  – объемный вес полезного ископаемого в массиве,  $T/m^3$

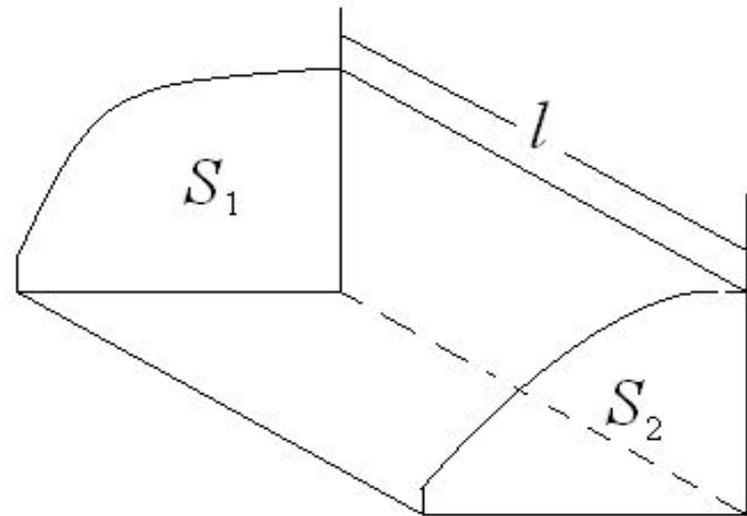
# Определение количества теряемого полезного ископаемого

Потери полезного ископаемого по контуру рудного тела или пласта

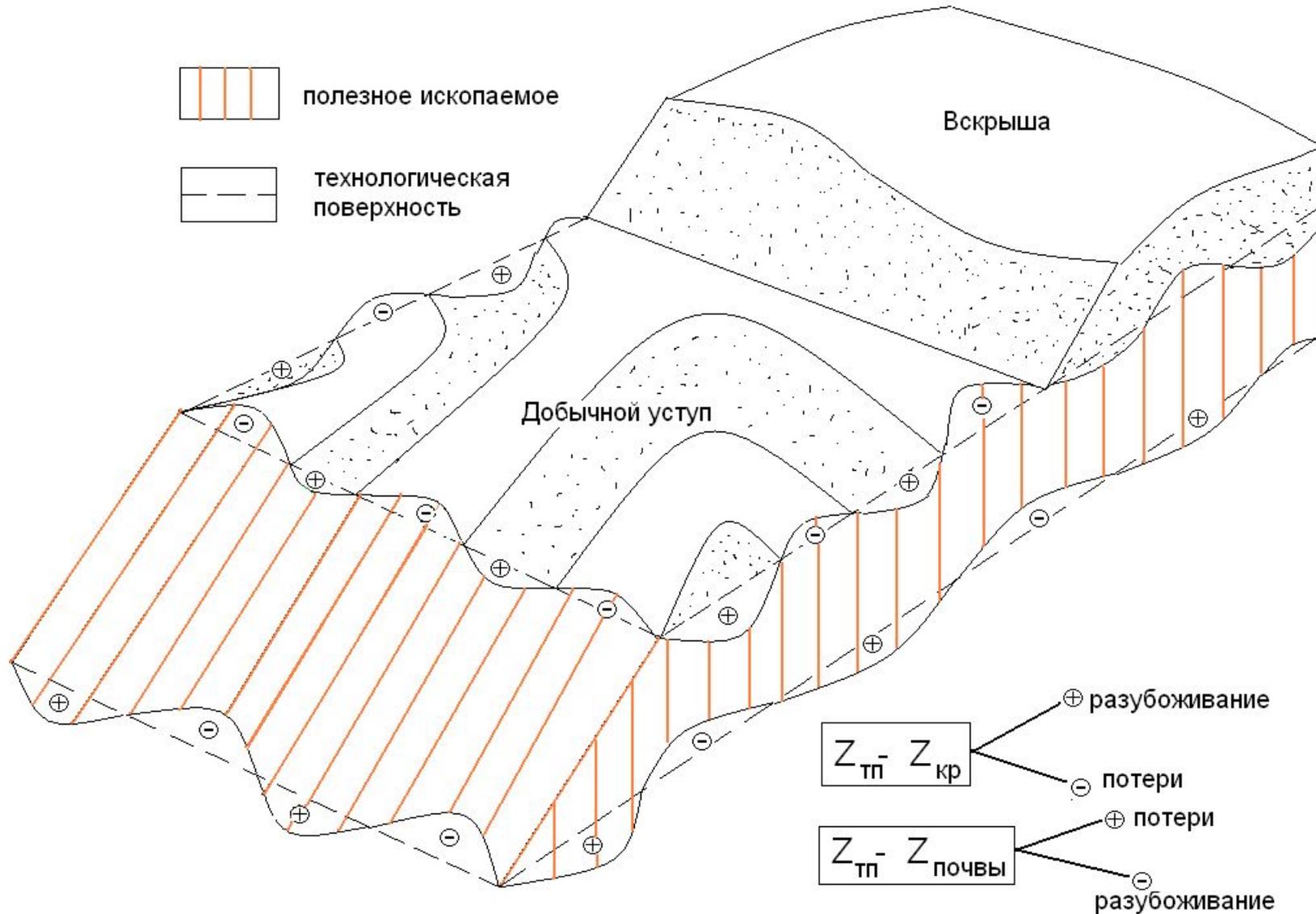
$$\Pi_{\text{к}} = S_{\text{об}} m_{\text{ср}} \gamma, \tau$$

Потери между двумя соседними сечениями

$$\Pi_{1,2} = \frac{S_1 + S_2}{2} l \gamma, \tau$$



# Взаимозависимые потери и разубоживание



# Методы определения фактических потерь и разубоживания (продолжение)

*Косвенный метод* определения потерь и разубоживания основан на сопоставлении количества погашенных балансовых запасов и добытой руды с учетом содержания в них полезных компонентов.

- потери руды и полезного компонента, %

$$\Pi = \left[ 1 - \frac{Д(a - b)}{Б(c - b)} \right] 100$$

$b$  – содержание полезного компонента в примешиваемых породах ;

$a$  – содержание полезного компонента в добываемой руде ;

$c$  – содержание полезного компонента в балансовых запасах.

- разубоживание руды, %

$$P = \frac{c - a}{c - b} 100$$

# Методы определения фактических потерь и разубоживания (продолжение)

*Комбинированный метод* является сочетанием прямого и косвенного методов:

1) количество разубоживающих пород В определено непосредственно или подсчетом по маркшейдерским планам

$$\Pi = \frac{(B - D + V) c_{\Pi}}{B c} 100, \%$$

2) количество потерянной руды П определено прямым методом

$$P = \left[ 1 - \frac{B - \Pi}{D} \right] 100, \%$$

# Методы нормирования размеров потерь и разубоживания

*Нормативными потерями и разубоживанием* являются такие их значения, которые обеспечивали бы рациональный уровень извлечения балансовых запасов из недр и соответствовали бы наиболее эффективному с технической и экономической точек зрения варианту разработки.

Нормированию подлежат *виды эксплуатационных потерь и разубоживания*, которые возникают в процессе добычи и соответствуют технологии добычи, принятой в проекте, и требованиям Единых правил безопасности ведения горных работ.

*При подземном способе разработки* величина потерь и разубоживания определяется главным образом выбранной системой разработки.

*При открытом способе разработки* большое влияние на величину потерь и разубоживания оказывают применяемые технологические схемы разработки.

Нормативные значения потерь и разубоживания должны быть *оптимальными и экономически обоснованными*.

# Методы нормирования размеров потерь и разубоживания

*Метод технико-экономической оптимизации* нормативов потерь и разубоживания применяют, в основном, для взаимозависимых их значений при обработке приконтактных зон рудных тел.

Определение оптимального уровня нормативов производится на основе экономического критерия – *максимальной прибыли с 1 тонны погашенных балансовых запасов.*

За нормативные принимаются значения потерь и разубоживания, соответствующие варианту обработки, обеспечивающему получение такой максимальной прибыли.

Различные варианты обработки в каждом конкретном случае устанавливают в зависимости от условий залегания рудных тел, направления обработки, положения технологической поверхности при обработке приконтактной зоны, изменения параметров отдельных конструктивных элементов системы разработки и др.

# Метод технико-экономической оптимизации нормативов потерь и разубоживания

$$\text{Прибыль } \Pi_r, \text{ руб : } \Pi_r = \Pi_k - C,$$

где  $\Pi_k$  – ценность конечной продукции, извлекаемая из 1 т погашаемых балансовых запасов полезного ископаемого, руб.:

$$\Pi_k = \Pi_B K_H И$$

$\Pi_B$  – валовая ценность 1 т балансовых запасов (руб.), определяемая по прейскуранту оптовых цен на готовую конечную продукцию  $\Pi_o$ :

– для однокомпонентной руды  $\Pi_B = 0,01 c \Pi_o$

– для многокомпонентной руды  $\Pi_B = \sum_{i=1} 0,01 c_i \Pi_{o_i}$

– для месторождений угля, стройматериалов и им подобных

$$\Pi_B = \Pi_o$$

## Метод технико-экономической оптимизации нормативов потерь и разубоживания (продолжение)

$K_H$  – коэффициент извлечения запасов из недр при добыче:

$$K_H = D_a / B_c$$

$I$  – коэффициент извлечения полезного ископаемого при переработке;

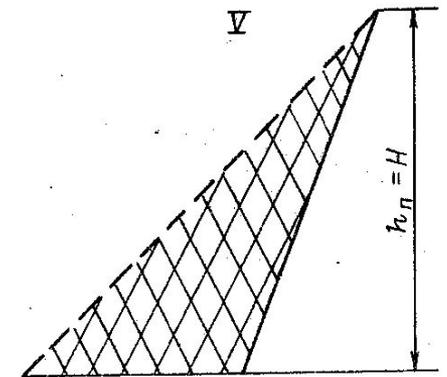
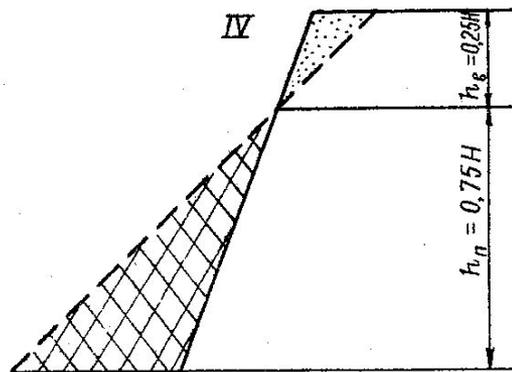
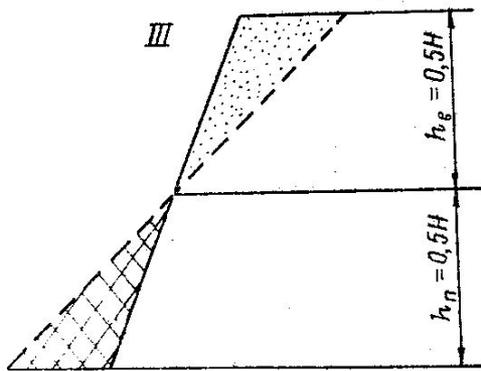
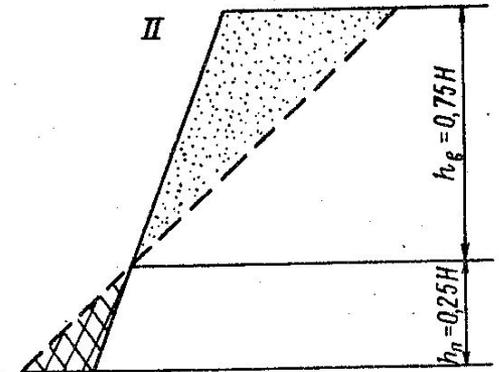
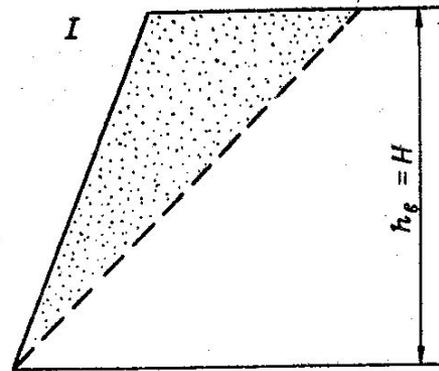
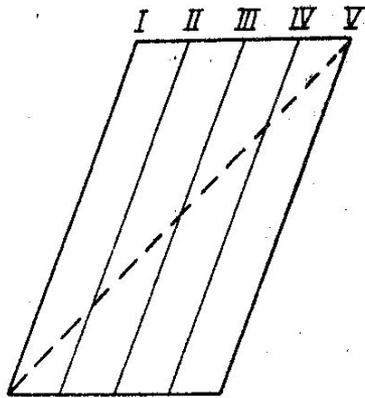
$C$  – себестоимость добычи, транспортирования и переработки 1 т полезного ископаемого, отнесенная к единице погашенных балансовых запасов:

$$C = \frac{1 - P}{1 - \Pi} (A_1 + A_2 + A_3) + A_4 + A_5 + A_6$$

$A_1, A_2, A_3$  – затраты на разведку, амортизацию и горно-подготовительные работы

$A_4, A_5, A_6$  – затраты на добычу, транспортировку и переработку полезного ископаемого

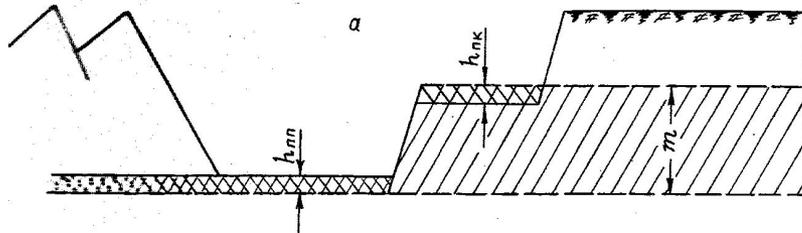
# Нормирование взаимозависимых потерь и разубоживания в приконтактной зоне



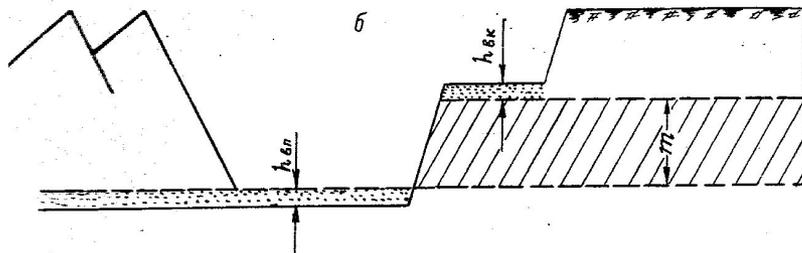
# Нормирование взаимозависимых потерь и разубоживания

Показатель	Обозначения и расчетные формулы	Значения показателей по вариантам				
		1	2	3	4	5
Площадь рудного тела на разрезе в пределах уступа, м <sup>2</sup>	$S$	100	100	100	100	100
Запасы руды в блоке, т	$B = S\gamma_1$	250	250	250	250	250
Содержание полезного компонента в балансовых запасах, %	$c$	2	2	2	2	2
Площадь теряемого полезного ископаемого, м <sup>2</sup>	$S_{\Pi}$	-	1,66	6,25	14,0	25,0
Потери руды, т	$\Pi = S_{\Pi}\gamma_1$	-	4,15	15,7	35,0	62,5
Площадь примешанных пород, м <sup>2</sup>	$S_B$	25,0	14,0	6,25	1,66	-
Количество примешанных пород, т	$B = S_B\gamma_2$	62,5	35,0	15,7	4,15	-
Коэффициент $\mu$ доли ед.	$\mu = AB / BC = h / H - h$	-	0,33	1,0	3,0	-
Количество добытой руды, т	$D = B - \Pi + B$	312,5	280,8	250,0	219,2	187,5
Содержание металла в добытой руде, %	$a = c \frac{B - \Pi}{D}$	1,6	1,75	1,88	1,96	2,0
Оптовая цена 1 т металла в концентрате, руб.	$\zeta_o$	500	500	500	500	500
Ценность 1 т добытой руды, руб.	$\zeta_g = 0,01a\zeta_o$	8,0	8,75	9,40	9,80	10,0
Коэффициент извлечения при обогащении, доли ед.	$\Pi$	0,8	0,81	0,82	0,83	0,83
Извлекаемая ценность, руб/т	$\zeta_{\Pi} = \zeta_g \Pi$	6,40	7,09	7,71	8,14	8,30
Себестоимость добычи и переработки 1 т руды, руб.	$C$	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Прибыль с 1 т добытой руды, руб.	$np' = \zeta_{\Pi} - C$	1,90	2,59	3,21	3,64	3,80
Прибыль с 1 т балансовой руды, руб.	$np = np' \frac{D}{B}$	2,37	2,91	3,21	3,18	2,85

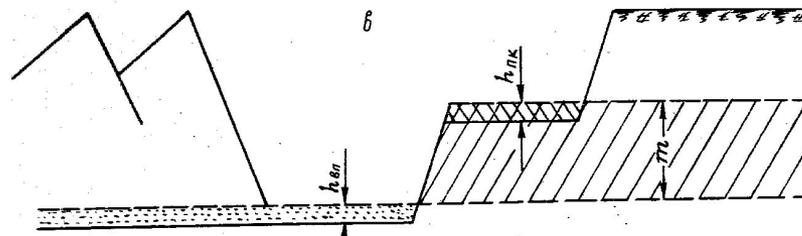
# Взаимозависимые потери и разубоживание (горизонтальное залегание пласта)



Потери в почве  
и кровле

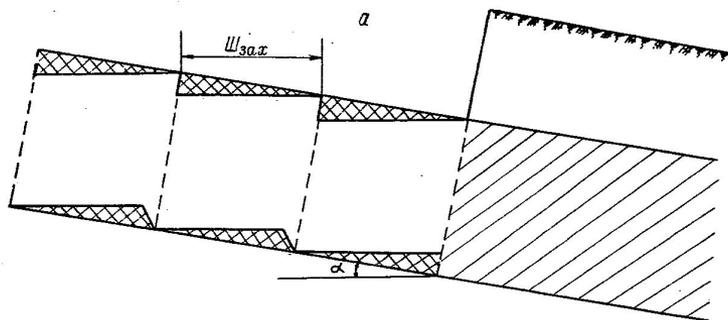


Разубоживание в  
почве и кровле

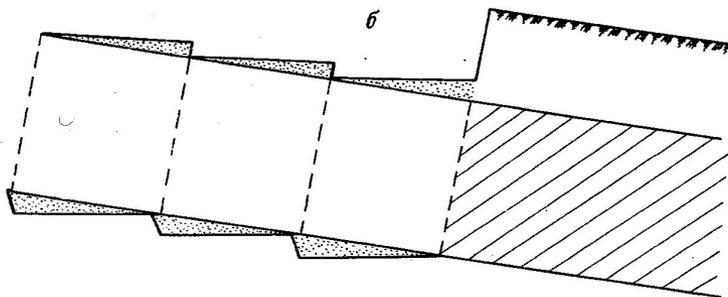


Потери в кровле  
Разубоживание в почве

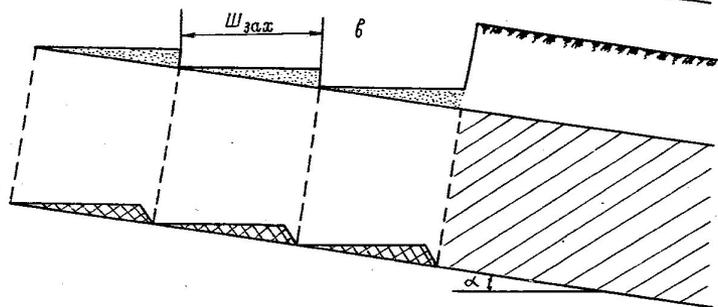
# Взаимозависимые потери и разубоживание (наклонное залегание пласта)



**Потери в почве  
и кровле**



**Разубоживание в  
почве и кровле**



**Разубоживание в  
кровле  
Потери в почве**