

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра открытых горных работ

## **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Методические указания к практическим занятиям  
для студентов специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело»,  
специализация «Открытые горные работы»  
всех форм обучения

Составитель **И. Б. Катанов**

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 33 от 12.05.2015  
Рекомендованы к печати  
учебно-методической комиссией  
специальности 21.05.04 (130400.65)  
Протокол № 4 от 16.05.2015  
Электронная копия находится  
в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2015

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания включают расчетные методики, задания для практических занятий и вопросы для самостоятельной работы, предусмотренные учебной программой.

Цель практических занятий состоит в том, чтобы студенты получили навыки расчетов, позволяющих принимать технические и технологические решения по рациональному природопользованию и природоохранным мероприятиям, выполнение которых должно осуществляться на стадии проектирования и строительства горного предприятия, разработки месторождения и стадии его завершения.

Практические занятия предусматривают самостоятельное выполнение заданий по вариантам, выданным преподавателем.

Контролем за результатами выполнения практических работ является защита по контрольным вопросам к занятиям.

### ***Требование к оформлению отчета по практическим работам***

К выполнению практических работ следует приступать после изучения соответствующего теоретического материала по теме. Оформление расчетов необходимо проводить на листах формата А4. Титульный лист (Приложение 1). Работа должна быть написана разборчивым почерком или отпечатана на принтере. Рисунки выполняют карандашом или на компьютере.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

### ***Расчет площади земельного отводов угольного разреза***

**Методические указания.** Площадь земельного отвода угольного разреза (рис. 1.1) определяется как сумма площадей основных объектов с учетом развития территории:

$$S_{зо} = (S_{зо} + S_{ос.отв} + S_{ин}) \cdot K_p, \quad (1.1)$$

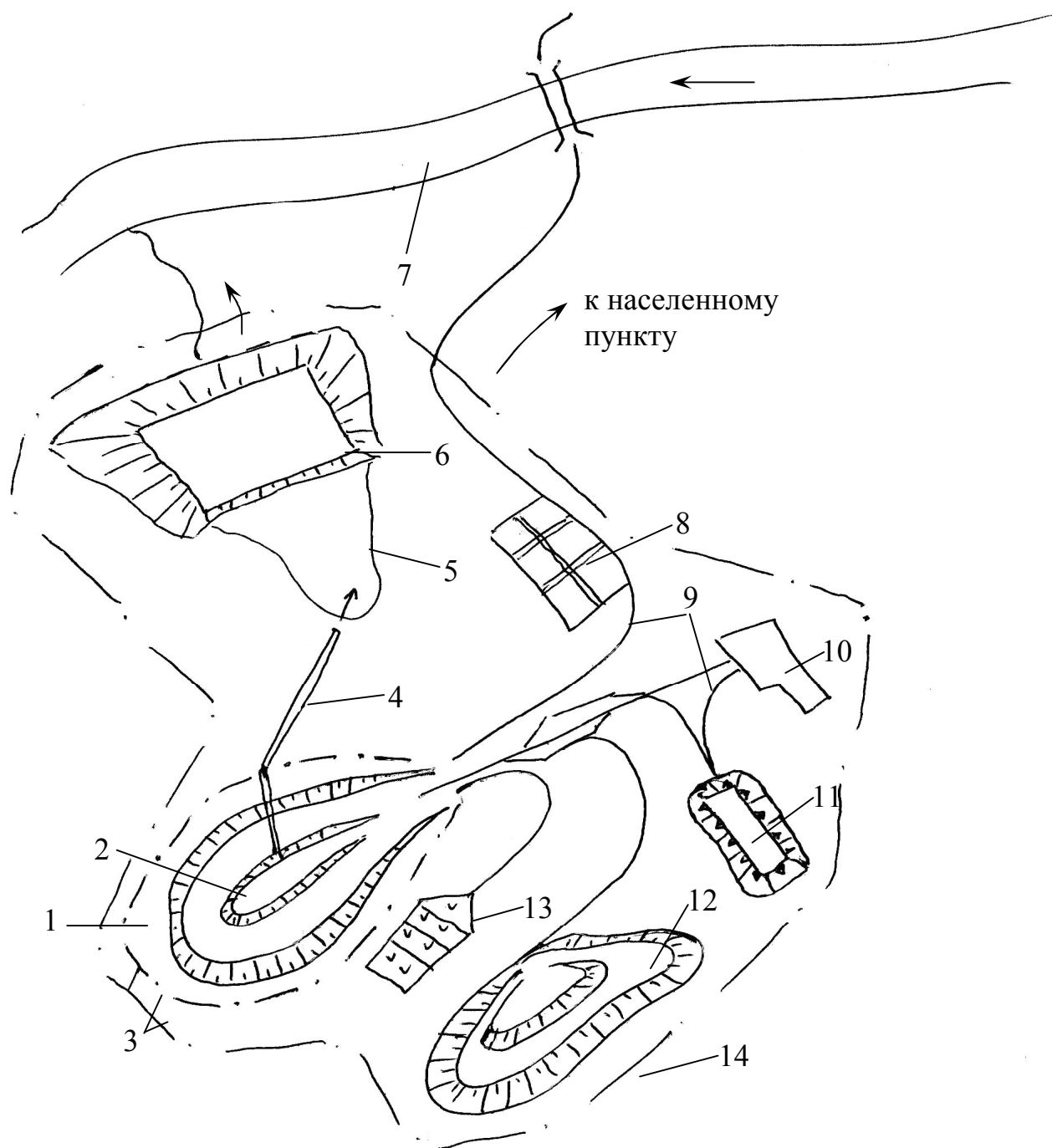


Рис. 1.1. Схема расположения основных объектов карьера в границах земельного отвода:

- 1 – горный отвод; 2 – карьер; 3 – граница санитарно-защитной зоны; 4 – карьерный водоотлив; 5 – пруд-отстойник; 6 – фильтрующий массив; 7 – река; 8 – промплощадка; 9 – транспортные коммуникации; 10 – техкомплекс; 11 – угольный склад; 12 – отвал вскрышных пород; 13 – склад плодородного слоя; 14 – граница земельного отвода

где  $S_{zo}$ ,  $S_{oc.отв}$ ,  $S_{nn}$  – соответственно площади горного отвода, внешнего отвала, склада плодородных почв, га;  $K_p$  – коэффициент развития территории земельного отвода ( $K_p = 1,15-1,2$ ).

**Площадь горного отвода** (карьерного поля) определяется проекцией полезного ископаемого и горных выработок карьера на дневную поверхность с учетом санитарно-защитной зоны карьера (рис. 1.2):

$$S_{zo} = S_{nn} + P(H_k \operatorname{ctg} \gamma_{cp} + l) + \pi(H_k \operatorname{ctg} \gamma_{cp} + l)^2, \quad (1.2)$$

где  $S_{nn}$  – площадь полезного ископаемого или дна карьера, м<sup>2</sup>;  $H_k$  – глубина карьера, м;  $P$  – периметр дна карьера, м;  $\gamma_{cp}$  – усредненный угол откоса бортов карьера, град;  $l$  – ширина санитарно-защитной зоны, м (при предварительных расчетах для угольных разрезов  $l = 500$  м).

**Площадь под внешние отвалы** вскрышных пород. Чаще всего отвал размещается на землях сельскохозяйственного или лесного назначения, поэтому считается, что нарушаются земли, занятые отвалом и территории, загрязненные пылью вокруг отвала.

Объем вскрышных пород, укладываемых в отвал, определяется

$$V_{вс} = (S_{\partial} H_k + 0,5 P H_k^2 \operatorname{ctg} \gamma_{cp} + \pi H_k^3 \operatorname{ctg}^2 \gamma_{cp} / 3) (1 - K_y) K_{разр}, \quad (1.3)$$

где  $S_{\partial}$  – площадь дна карьера, м<sup>2</sup>;  $H_k$  – глубина карьера, м;  $P$  – периметр дна карьера, м;  $\gamma_{cp}$  – усредненный угол откоса бортов карьера, град;  $K_y$  – коэффициент угленосности;  $K_{разр}$  – коэффициент разрыхления горной массы ( $K_{разр} = 1,4$ ).

Оптимальные параметры отвала отвечают требованиям рационального землепользования. Рекомендуется формировать отвалы с основанием в форме правильной геометрической фигуры (круг, квадрат или прямоугольник). Тогда основные параметры отвала определяются:

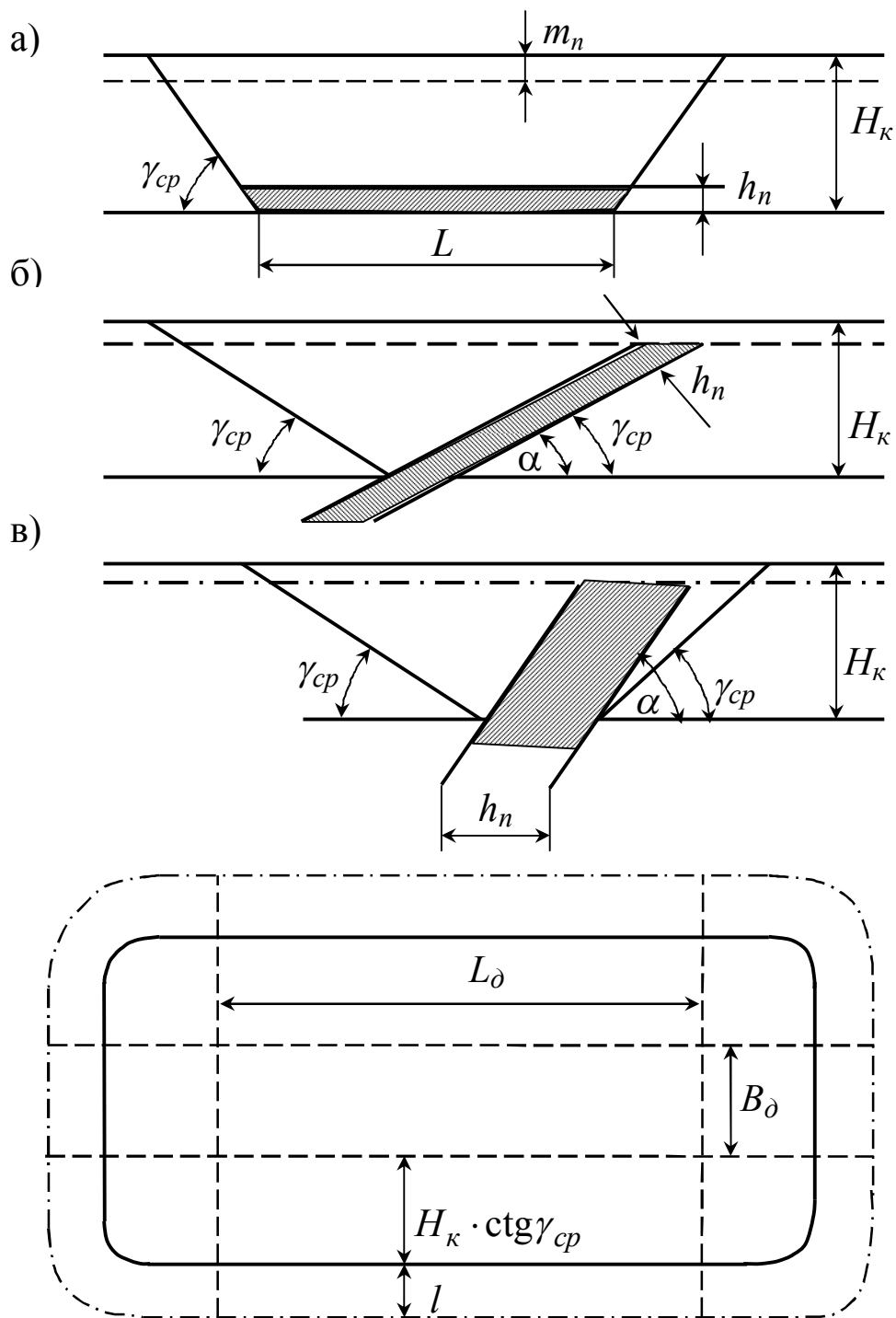


Рис. 1.2. Схемы для определения границы горного отвода карьера при различных условиях залегания:

а – горизонтальное; б – наклонное; в – крутое;  $H_k$  – глубина карьера;  $\alpha$  – угол залегания;  $h_n$  – мощность пласта полезного ископаемого;  $\gamma_{cp}$  – средний угол разноса бортов;  $L_\delta$ ,  $B_\delta$  – длина и ширина дна карьера;  $l$  – ширина санитарно-защитной зоны

– для отвала с основанием в форме круга (усеченный конус):

$$\left. \begin{aligned} R &= 0,25 C + \sqrt{V_{\text{вс}} / (\pi h_o) - 0,02 C^2}; \\ S_{\text{с}} &= \pi (R^2 - RC + C^2); \\ S_{\text{б}} &= \pi h_o \sin^{-1} \beta (2R - 0,5C); \\ S_{\text{ос.отв}} &= \pi R^2. \end{aligned} \right\} \quad (1.4)$$

– для отвала с основанием в форме квадрата (усеченная пирамида):

$$\left. \begin{aligned} B &= 0,5 C + \sqrt{V_{\text{вс}} / h_o - 0,08 C^2}; \\ S_{\text{с}} &= B^2 - 2BC + C^2; \\ S_{\text{б}} &= 2h_o \sin^{-1} \beta (2B - C); \\ S_{\text{ос.отв}} &= B^2. \end{aligned} \right\} \quad (1.5)$$

– для отвала с основанием в форме прямоугольника:

$$\left. \begin{aligned} B &= \left[ 0,05C(n+1) + \sqrt{4V_{\text{вс}} \cdot n / h_o + 0,25 C^2 (n+1)^2 - 1,32 nC^2} \right] / 2n; \\ S_{\text{с}} &= nB^2 - BC(n+1) + C^2; \\ S_{\text{б}} &= 2h_o \sin^{-1} \beta [B(n+1) - C]; \\ S_{\text{ос.отв}} &= LB = B^2 \cdot n; L = Bn. \end{aligned} \right\} \quad (1.6)$$

где  $C = 2h_o \text{ctg} \beta$ ;  $\beta$  – угол откоса отвала ( $\beta = 38^\circ$ );  $h_o$  – высота отвала, м;  $V_{\text{кр}}, V_{\text{кв}}, V_{\text{пр}}$  – объем вскрыши, укладываемой в отвал с основанием в форме круга, квадрата или прямоугольника, м<sup>3</sup>;  $R, B, L$  – соответственно радиус, ширина и длина основания отвала, м;  $n$  – соотношение длины к ширине основания отвала с прямо-

угольным основанием (принять самостоятельно в интервале от 1,5 до 5);  $S_e$ ,  $S_b$ ,  $S_{oc. отв}$  – соответственно площади верхней, боковой поверхностей и основания отвала,  $m^2$ ;  $P_o$  – периметр основания отвала, м.

На основании расчетов выбрать форму основания отвала с минимальной площадью.

### **Определение объемов работ по выполаживанию откосов отвала.**

Выполаживание откосов отвала проводится с целью их последующей рекультивации. Выполаживание осуществляется в основном по двум схемам: «сверху-вниз» и «снизу-вверх».

При выполаживании откосов «сверху-вниз» возникает необходимость в прирезке площади земель под отвалы.

При выполаживании «снизу-вверх» такой необходимости нет, но объем работы возрастает в 4 раза по сравнению с первым способом:

#### **а) расчет параметров отвала при выполаживании откосов отвала по схеме «снизу-вверх».**

Объем работ по выполаживанию определяют по формуле

$$V_{вып}^{с-вн} = \frac{h_o^2 \sin(\beta - \alpha) P_o}{2 \sin \beta \sin \alpha}. \quad (1.7)$$

При выполнении данного раздела предусматривается графическое изображение схемы выполаживания (рис. 1.3 а).

Приращение высоты отвала, м, за счет объемов выполаживания определится:

$$\Delta h = \frac{V_{вып}^{с-вн}}{S_e} \quad (1.8)$$

Тогда высота отвала будет равна

$$h_o^* = (h_o + \Delta h), \text{ м.} \quad (1.9)$$

#### **б) расчет параметров отвала при выполаживании откосов отвала по схеме «сверху-вниз».**

Объем работ по выполаживанию откосов отвала определяют по выражению

$$V_{вып}^{с-вн} = \frac{h_o^2 \sin(\beta - \alpha) P_o}{8 \sin \beta \sin \alpha}, \quad (1.10)$$

где  $\beta$  – угол откоса отвала, град;  $\alpha$  – заданный угол выполаживания откоса, град ( $\alpha = 18^\circ$ );  $h_o$  – высота отвала, м;  $P_o$  – периметр отвала, м.

При выполнении этого раздела необходимо графическое изображение схемы выполаживания (рис. 1.3 б).

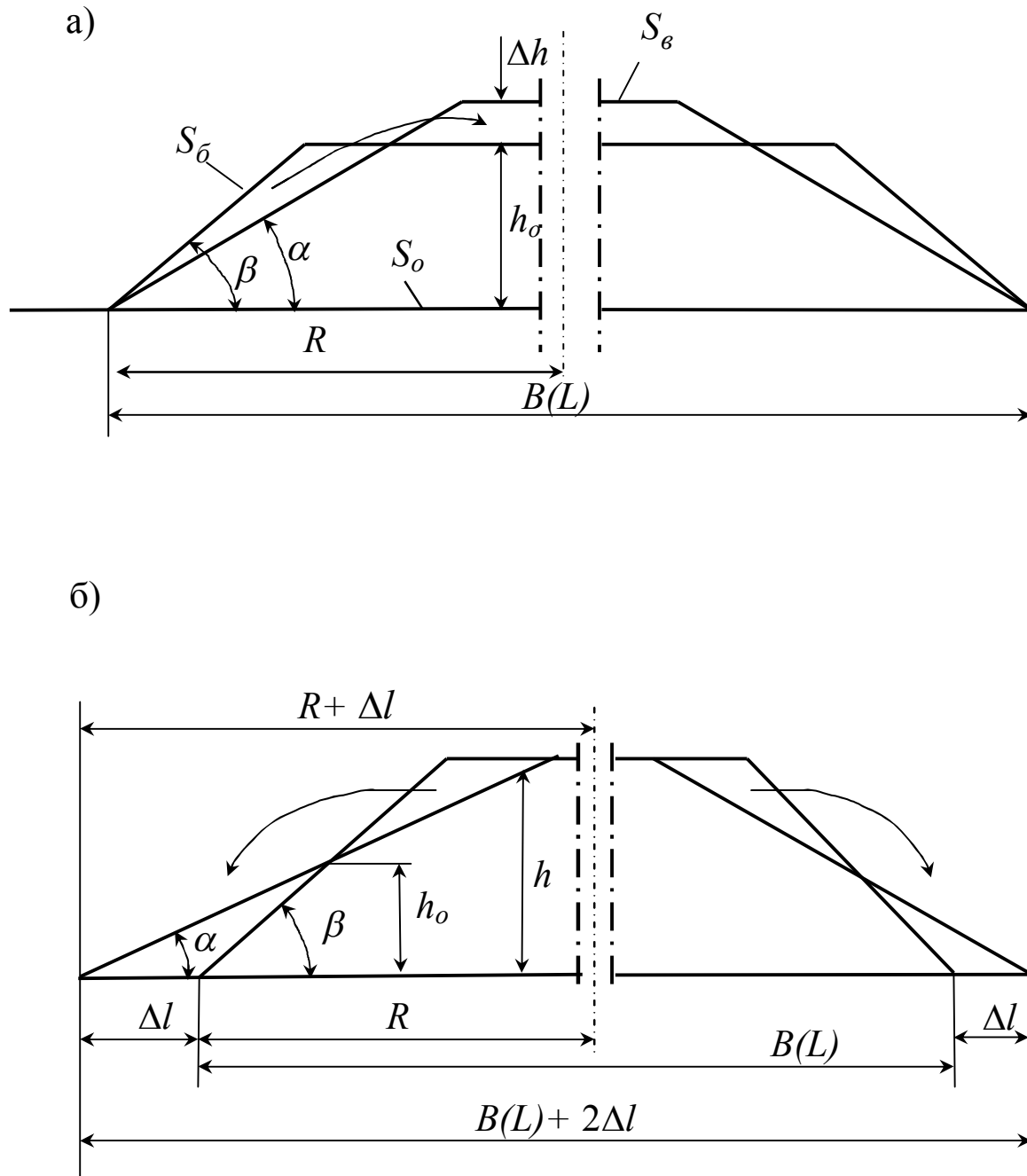


Рис. 1.3. Схемы выполаживания откосов отвала:  
а) «снизу-вверх»; б) «сверху-вниз».



Приращение линейных размеров основания отвала за счет объемов выколаживания определяется:

$$\Delta L = 0,5 h_o (\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta), \text{ м.} \quad (1.11)$$

Тогда  $R' = R + \Delta L$ ;  $B' = B + 2 \Delta L$ ;  $L' = L + 2 \Delta L$ .

**1.2. Перерасчет параметров отвала  $S_b$ ,  $S_{\bar{b}}$ ,  $S_{oc.отв}$ ,  $P_o$  с учетом  $\Delta L$**  проводится для уточнения параметров отвала и варианта оценки рационального использования земель.

**Ширина зоны рассеивания** пыли вокруг отвалов определяется по формуле

$$X_3 = \exp \left\{ \frac{\left( 0,006 h_o^* + 7,01 \right) - \ln \frac{C_{\partial}}{g_{om}}}{0,0036 h_o^* + 2,7} \right\}, \quad (1.12)$$

где  $C_{\partial}$  – предельно допустимая концентрация пыли ( $C_{\partial} = 2 \text{ мг/м}^3$ );  $h_o^*$  – высота отвала после процесса выколаживания откосов, м;  $g_{om}$  – интенсивность пылевыведения с поверхности отвала, мг/с:

$$g_{om} = \omega S_{отв}, \quad (1.13)$$

где  $S_{отв}$  – площадь поверхности отвала,  $\text{м}^2$ :

$$S_{отв} = S_{\bar{b}} + S_b, \quad (1.14)$$

где  $S_{\bar{b}}$ ,  $S_b$  – площади соответственно боковой и верхней поверхностей отвала,  $\text{м}^2$ ;  $\omega$  – удельная сдуваемость пыли с поверхности отвала,  $\text{мг/м}^2 \cdot \text{с}$ ;

$$\omega = a v^b, \quad (1.15)$$

где  $a$ ,  $b$  – коэффициенты (для скальных смешанных пород  $a = 0,0097$ ;  $b = 2,887$ );  $v$  – скорость ветра, м/с, (принять  $v = 5 \text{ м/с}$ ).

Площадь территории, засоряемой пылью, которая сдувается с поверхности отвала, можно ориентировочно вычислить:

– для отвала с основанием в форме круга

$$S_3 = \pi \left[ (R + X_3)^2 - R^2 \right]; \quad (1.16)$$

– для отвала с основанием в форме квадрата

$$S_3 = \pi X_3^2 + 4BX_3; \quad (1.17)$$

– для отвала с основанием в форме прямоугольника  
( $L/B = n$ )

$$S_3 = X_3 [\pi X_3 + 2B(n+1)]. \quad (1.18)$$

**Площадь под склады плодородных почв** ориентировочно определяется из условия размещения объема плодородных почв  $V_{nn}$  в штабеле:

$$S_{ск} = \frac{V_{nn}}{h_n} = \frac{S_n \cdot m_n \cdot K_p}{h_n \cdot K_{отк}}, \quad (1.19)$$

где  $S_n$  – площадь нарушенных земель (определяется как сумма площади горного отвала без санитарно-защитной зоны и площади, занимаемой отвалом после выполаживания откосов),  $m^2$ ;  $m_n$  – мощность плодородного слоя, м;  $K_p$  – коэффициент разрыхления плодородного слоя ( $K_p = 1,1$ );  $h_n$  – высота склада плодородных почв, м;  $K_{отк}$  – коэффициент откоса склада ( $K_{отк} = 0,75$ ).

### Задание для расчета

Месторождение угля площадью  $S_{ми}$ , расположено на сельскохозяйственных угодьях. Мощность плодородного слоя  $m_n$ . Предлагается карьер разрабатывать до глубины  $H_k$  со средним углом погашения бортов  $\gamma_{ср}$ . Рассчитать площадь земельного отвала с наиболее рациональным использованием земельных ресурсов. Результаты расчета свести в табл. 1.1. Исходные данные вариантов приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.1

Показатели	Варианты использования земельного отвала с выполаживанием откосов отвала	
	«снизу-вверх»	«сверху-вниз»
1. Площадь территории, занятой под отвал $S_{ос\ отв}$ , га		
2. Площадь засоренной территории вокруг отвала $S_3$ , га		
3. Общая площадь земельного отвала, га		

Таблица 1.2

## Варианты заданий для расчета площади земельного отвода

№ варианта	Размеры дна карьера $L_{\partial} \times B_{\partial}$ , км	Угол зале- гания плас- та $\alpha$ , град	Глу- бина ка- рьера $H_k$ , м	Угол пога- шения бор- тов $\gamma_{ср}$ , град	Вы- сота от- вала $h_o$ , м	Вы- сота шта- беля поч- вы $h_n$ , м	Мо- щно- сть пло- до- род- ного слоя $m_n$ , м	Ко- эф- фи- ци- ент уг- ле- нос- нос- ти, $K_y$
1	1,1 × 0,09	5	55	35	45	5	0,5	0,10
2	1,2 × 0,10	6	60	38	78	6	0,6	0,12
3	1,5 × 0,11	7	70	37	80	7	0,7	0,15
4	2,5 × 0,50	8	75	39	75	8	0,8	0,18
5	2,2 × 0,09	9	80	40	68	9	0,9	0,20
6	2,3 × 0,08	10	85	41	90	10	1,0	0,21
7	2,4 × 0,07	11	90	39	82	5	0,9	0,22
8	2,5 × 0,06	12	95	38	95	6	0,8	0,23
9	2,8 × 0,05	15	100	37	60	7	0,6	0,24
10	2,2 × 0,14	20	105	36	66	8	0,7	0,25
11	2,1 × 0,13	23	110	35	57	9	0,5	0,11
12	1,0 × 0,12	25	120	36	99	10	0,4	0,13
13	1,5 × 0,04	29	125	37	71	5	0,8	0,14
14	1,7 × 0,05	33	130	38	83	6	0,9	0,16
15	1,8 × 0,06	35	135	39	97	7	0,5	0,17
16	3,5 × 0,05	38	140	40	99	8	0,4	0,19
17	3,6 × 0,06	40	145	41	81	9	0,1	0,21
18	3,5 × 0,12	41	150	40	73	10	0,9	0,23
19	3,6 × 0,23	43	155	39	64	5	0,8	0,10
20	3,8 × 0,22	45	160	38	96	6	0,7	0,15
21	3,5 × 0,21	48	165	37	98	7	0,6	0,18
22	1,6 × 0,20	50	170	35	89	8	0,5	0,13
23	1,7 × 0,19	55	175	36	100	9	0,4	0,14
24	1,8 × 0,18	58	180	37	125	10	1,0	0,15
25	1,9 × 0,15	60	185	38	90	5	0,9	0,16

### *Вопросы для самопроверки*

1. В чем заключается суть земельного законодательства?
2. Сделайте анализ состояния нарушенных земель на разрезах Кузбасса.
3. Расскажите о требованиях, предъявляемых к рекультивации.
4. В чем заключается горнотехническая и биологическая рекультивация?
5. Назовите способы отвалообразования.
6. Назовите основные требования к горнотехнической рекультивации земель, нарушенных открытыми горными работами.
7. От чего зависит уровень затрат на рекультивацию земель?
8. Как влияет рекультивация нарушенных земель на технологические схемы организации горных работ?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

### *Экономическая оценка экологического ущерба от нарушения почв при ведении горных работ*

**Методические указания.** Почва (земля) – один из основных ресурсов, без которого невозможно существование человека.

Основными требованиями при снятии, складировании и хранении почвы является уменьшение качественных и количественных её потерь. Количественные потери – это потери, связанные с неполнотой её выемки и потерями на складах, при транспортировании, перегрузке и нанесении на рекультивируемые территории.

Качественные потери почвы (разубоживание) связаны с ухудшением её качества от засорения горными породами при снятии, перегрузке и хранении.

Ухудшение структурных, агрохимических и микробиологических свойств почвы происходит при неправильном и длительном её хранении в буртах, навалах и на складах.

Суммарные относительные потери почвы от снимаемого объема её в целике определяются:

$$N_{nom} \leq \sum r_n = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5, \% \quad (2.1)$$

где  $r_1, r_2, r_3, r_4, r_5$  – соответственно, потери почвы от неполноты выемки при снятии почвенного слоя (норматив  $< 5\%$ ), транспортировании до склада хранения (норматив  $< 1\%$ ), временном складировании (норматив  $< 2,5\%$ ) и перегрузках (норматив  $< 2,5\%$ ), работе в неблагоприятных климатических и метеорологических условиях (норматив  $< 5\%$ ). Таким образом, максимальные относительные потери почвы от снимаемого объёма её в целике при снятии, хранении и нанесении почв на территории могут быть суммарно не более  $17\%$ , что соответствует нормативу потерь почвы.

Земля, снимаемая в течение года с площади разрабатываемого разреза и отсыпаемого отвала, определяется из условия подвигания фронта отвальных работ.

Объём снятия почвенно-растительного слоя при отчуждении территории под внешние отвалы:

$$V_{npc} = v_{вн} \cdot L_{фот} \cdot m_n \cdot K_p, \text{ м}^3 \quad (2.2)$$

где  $K_p$  – коэффициент разрыхления почвы при снятии (1,1);  $m_n$  – мощность снимаемого почвенно-растительного слоя, м;  $v_{вн}$  – скорость подвигания фронта работ первого яруса внешнего отвала, м/год;  $L_{фот}$  – длина фронта внешнего отвала, м.

*Разубоживание почв* (засорение другими грунтами, породами) характеризуется коэффициентом разубоживания, который определяется объёмом различных пород, грунтов примешиваемых при снятии, складировании, хранении почв с учётом норматива разубоживания (засорения):

$$K_p = \frac{\sum B_i}{V_{npc} - V_n}, \text{ доли ед.} \quad (2.3)$$

где  $\sum B_i$  – масса (объём) различных пород, грунтов, примешанных к почве при ее хранении, перегрузке и нанесении на спланированные отвалы, т ( $\text{м}^3$ );  $V_n$  – объём (масса) потерянной почвы с определённого участка, т ( $\text{м}^3$ );  $V_{npc}$  – объём (масса) снимаемой почвы с определённого участка, т ( $\text{м}^3$ ).

$$V_n = \sum r_n \cdot V_{npc}, \text{ т } (\text{м}^3) \quad (2.4)$$

$$\sum B_i = V_{npc} \cdot N_{zn}, \text{ т } (\text{м}^3) \quad (2.5)$$

где  $N_{zn}$  – норматив разубоживания (засорения) почв другими породами (0,08 дол. ед).

Ущерб от потерь почвы при снятии, транспортировании, складировании, хранении почв на рекультивируемых территориях можно определить

$$Y_{nn} = N_{nom} \cdot S \cdot m_n \cdot C_n \cdot 10^4, \text{ руб.} \quad (2.6)$$

где  $N_{nom}$  – суммарный норматив потерь почв при снятии, транспортировании, складировании, хранении почв на рекультивируемых территориях, доли ед.;  $S$  – площадь снимаемых земель, га/год;  $m_n$  – мощность плодородного слоя (см. табл. 1.2), м;  $C_n$  – цена 1 м<sup>3</sup> почвы (принять 350 руб./м<sup>3</sup>).

Ущерб от нарушения целостности почв в результате их изъятия из агрооборота определяется:

$$Y_{нцп} = Q \cdot K_{\bar{o}} \cdot K_a \cdot K_p \cdot S, \text{ руб./год} \quad (2.7)$$

где  $Q$  – норматив стоимости угодий (пашни, кормовые угодья) до нарушения, руб./га (принять для условий близлежащих агропредприятий 125 тыс. руб./га);  $K_{\bar{o}}, K_a, K_p$  – соответственно коэффициенты ухудшения биологического, агрохимического качества и коэффициент разубоживания почв подстилающими и другими породами, доли ед.

*Ухудшение агрохимического качества насыпной почвы по среднему коэффициенту ухудшения агрохимических качеств почв:*

$$K_a = \frac{K_a^P + K_a^N + K_a^K + K_a^{pH}}{4}, \text{ доли ед.} \quad (2.8)$$

где  $K_a^P, K_a^N, K_a^K, K_a^{pH}$  – коэффициенты ухудшения агрохимического качества почвы по фосфору азоту, калию, кислотности

$$K_a^P = 1 - K_u^P, \text{ доли ед.} \quad (2.9)$$

где  $K_u^P$  – коэффициент изменения агрохимического качества почвы по фосфору, равный отношению процентного содержания фосфора в нарушенных  $K_{унаруш}^P$  и ненарушенных  $K_{уненаруш}^P$  почвах:

$$K_u^P = \frac{K_{унаруш}^P}{K_{уненаруш}^P}, \text{ доли ед.} \quad (2.10)$$

Коэффициенты ухудшения агрохимического качества почвы по азоту, калию, кислотности определяются идентично.

*Биологическое ухудшение* качества почв определяется по общему содержанию гумуса, как основного индикатора плодородия через коэффициент ухудшения биологического качества почв:

$$K_{\bar{b}} = 1 - \frac{G_H \cdot L_H}{G_0 \cdot L_0}, \text{ доли ед.} \quad (2.11)$$

где  $G_0, L_0, G_H, L_H$  – соответственно, процентное содержание гумуса и глубина его проникновения в почву до снятия и после нарушения, %.

*Экономическая оценка ущерба* от нарушения почв горными работами определяется по формуле

$$Y_{нп} = Y_{пн} + Y_{нцп}, \text{ руб./год.} \quad (2.12)$$

где  $Y_{пн}$  – ущерб от потерь почвы при снятии, транспортировании, складировании, хранении почв на рекультивируемых территориях, руб./год;  $Y_{нцп}$  – ущерб от нарушения целостности почв на территории складирования в результате их изъятия из агрооборота, руб./год.

### ***Задание для выполнения работы***

По исходным данным (табл. 2.1) провести расчет экономической оценки экологического ущерба от нарушения почв при ведении горных работ.

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

1. Что такое экологические нарушения земель?
2. Что значит антропогенный ландшафт?

3. Дайте определение почвы, земли.
4. Перечислите основные требования при снятии почвы.
5. Что означают количественные потери почвы?
6. Что означают качественные потери почвы?
7. Почему происходит ухудшение свойств почвы?

Таблица 2.1

№ вар.	$v_{en}$	$L_{фот}$	Характеристика почв до / после нарушения					
			$pH$	$G, \%$	$L$	$N, \%$	$P, \%$	$K, \%$
1	50	640	7,0 / 4,5	9,0 / 3,4	40 / 20	2,0 / 0,26	3,0 / 1,0	3,5 / 0,9
2	110	950	6,5 / 5,0	8,5 / 2,5	30 / 15	2,1 / 0,35	2,5 / 1,5	2,8 / 1,9
3	90	1000	5,4 / 3,2	9,0 / 5,5	45 / 30	2,5 / 0,80	0,8 / 0,5	3,0 / 1,0
4	30	400	7,0 / 3,0	7,5 / 6,0	40 / 25	2,0 / 0,26	1,5 / 1,0	3,2 / 1,5
5	50	530	6,8 / 4,9	9,0 / 5,0	25 / 10	2,1 / 0,35	2,2 / 1,8	2,0 / 0,8
6	70	800	7,0 / 4,5	7,5 / 6,0	20 / 15	2,5 / 0,80	3,0 / 1,0	3,5 / 0,9
7	60	650	6,5 / 5,0	9,0 / 5,0	35 / 20	2,0 / 0,26	2,5 / 1,5	2,8 / 1,9
8	60	700	5,4 / 3,2	9,0 / 3,4	30 / 15	2,1 / 0,35	0,8 / 0,5	3,0 / 1,0
9	100	900	7,0 / 3,0	8,5 / 2,5	45 / 30	2,5 / 0,80	1,5 / 1,0	3,2 / 1,5
10	90	600	6,8 / 4,9	9,0 / 5,5	40 / 25	2,0 / 0,26	2,2 / 1,8	2,0 / 0,8
11	85	950	7,0 / 3,0	7,5 / 6,0	25 / 10	2,1 / 0,35	3,0 / 1,0	3,5 / 0,9
12	112	1100	6,8 / 4,9	9,0 / 5,0	20 / 15	2,5 / 0,80	2,5 / 1,5	2,8 / 1,9
13	45	400	7,0 / 4,5	9,0 / 3,4	20 / 15	2,0 / 0,26	0,8 / 0,5	3,0 / 1,0
14	50	550	6,5 / 5,0	8,5 / 2,5	35 / 20	2,1 / 0,35	1,5 / 1,0	3,2 / 1,5
15	60	650	5,4 / 3,2	9,0 / 5,5	30 / 15	2,5 / 0,80	2,2 / 1,8	2,0 / 0,8
16	90	600	6,8 / 4,9	9,0 / 5,5	40 / 25	2,0 / 0,26	2,2 / 1,8	2,0 / 0,8
17	85	950	7,0 / 3,0	7,5 / 6,0	25 / 10	2,1 / 0,35	3,0 / 1,0	3,5 / 0,9
18	95	1150	6,8 / 4,9	9,0 / 5,0	20 / 15	2,5 / 0,80	2,5 / 1,5	2,8 / 1,9
19	45	400	7,0 / 4,5	9,0 / 3,4	20 / 15	2,0 / 0,26	0,8 / 0,5	3,0 / 1,0
20	50	550	6,5 / 5,0	8,5 / 2,5	35 / 20	2,1 / 0,35	1,5 / 1,0	3,2 / 1,5
21	60	650	5,4 / 3,2	9,0 / 5,5	30 / 15	2,5 / 0,80	2,2 / 1,8	2,0 / 0,8



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

### *Оценка рационального использования территории в зоне действующего предприятия*

**Методические указания.** Площади земельных отводов, выделяемых горнодобывающим предприятиям, зависят от горно-геологических условий, выбранного способа отработки месторождения, параметров схем вскрытия и систем разработки, способа отвалообразования вскрышных пород и других технологических факторов. Земли, выделенные под вскрывающие траншеи, карьерные выемки, внешние и внутренние отвалы вскрышных пород, хвостохранилища, технологические дороги, линии электропередач на длительный срок, исключаются из хозяйственного пользования и в большинстве своем являются эрозионноопасными территориями, способствующими загрязнению прилегающих земельных угодий.

При ведении горных работ надо стремиться к оптимизации *величины нарушенности территории* и отчуждения земель рельефа местности в зоне горно-промышленного района (ГПР).

Площадь *техногенно нарушенных земель* ГПР:

$$S_{\text{тнз}} = \sum_{i=1}^n S_{\text{тнз}_i}, \text{ га} \quad (3.1)$$

где  $S_{\text{тнз}_i}$  – площади  $i$ -го участка (зоны) техногенно нарушенных земель в ГПР, га;  $n$  – число участков.

Показатель *плотности поражения территории техногенно-линейными формами* нарушений:

$$П_{\text{нлф}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{лф}_i}}{S_{\text{гпр}}} 100, \text{ \%} \quad (3.2)$$

где  $S_{\text{лф}_i}$  – площадь  $i$ -го участка, нарушенного техногенно-линейными формами, га;  $S_{\text{гпр}}$  – площадь горно-промышленного района, га.

Показатель *техногенного нарушения земель в санитарно-защитной зоне (СЗЗ)*

$$П_{\text{тнз}}^{\text{СЗЗ}} = \frac{S_{\text{тнз}}}{S_{\text{СЗЗ}}} 100, \text{ \%} \quad (3.3)$$

где  $S_{сзз}$  – площадь СЗЗ, га.

Показатель *техногенного нарушения земель в ГПР*:

$$П_{тнз} = \frac{S_{тнз}}{S_{зпр}} 100, \% \quad (3.4)$$

Показатель *нарушения земель на 1 т годовой добычи угля*:

$$П_{нз} = \frac{S_{тнз}}{V_{\partial}} 100, \text{ га/т} \quad (3.5)$$

где  $V_{\partial}$  – годовая добыча угля, т.

Показатель *абсолютной потери земель*

$$П_{пз} = \frac{S_2 - S_{pz}}{S_{зпр}} 100, \% \quad (3.6)$$

где  $S_2$  – площади, подвергшиеся влиянию горных работ, га;  $S_{pz}$  – площади рекультивируемых земель, га.

На рациональное использование земельных ресурсов ГПР оказывают влияние **твердые отходы**, которые оцениваются следующей совокупностью показателей:

а) *удельное образование твердых отходов в пределах СЗЗ*

$$q = \frac{\sum_{i=1}^n V_{тоi}}{S_{сзз}}, \text{ м}^3/\text{м}^2 \quad (3.7)$$

где  $V_{тоi}$  – годовой объем твердых отходов  $i$ -го вида,  $\text{м}^3$ ;

б) *показатель утилизации твердых отходов*

$$П_{уто} = \frac{V_{вн}}{V_{вс}} \cdot 100, \% \quad (3.8)$$

где  $V_{вн}$  – годовой объем утилизированных твердых отходов без доставки на дневную поверхность (внутреннее отвалообразование),  $\text{м}^3$ ;  $V_{вс}$  – годовой объем вскрышных пород,  $\text{м}^3$ ;

в) *показатель концентрации твердых отходов с СЗЗ*

$$П_{кто} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{тоi}}{S_{сзз}} 100, \% \quad (3.9)$$

где  $S_{тоi}$  – площадь складирования  $i$ -го вида отходов, га;

г) *показатель выхода твердых отходов в пересчете на одного работника горного предприятия*

$$P_{vmo} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{mo_i}}{N_p} 100, \text{ м}^3/\text{чел} \quad (3.10)$$

где  $N_p$  – численность работающих;

д) показатель *загрязнения заселенной территории* твердыми отходами

$$P_{zmo} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{mo_i}}{N_{ж}} 100, \text{ м}^3/\text{чел} \quad (3.11)$$

где  $N_{ж}$  – число жителей.

**Восстановление территории** предлагается оценивать по совокупности следующих показателей:

а) показатель *восстановления земель*

$$P_{вз} = \frac{S_{pz}}{S_{сзз}} 100, \% \quad (3.12)$$

б) показатель *агровосстановления рекультивированных земель*

$$P_a = \frac{\sum_{i=1}^n S_{a_i}}{S_{pz}} 100, \% \quad (3.13)$$

где  $S_{a_i}$  – площадь  $i$ -го участка, используемого под сельхозугодья, га;

в) валовый *агропотенциал рекультивированных земель*

$$ВП_{pz} = \sum_{i=1}^n C_i \cdot Y_{i_{pz}} \cdot S_{pz}, \text{ руб.} \quad (3.14)$$

$$ВП_{схз} = \sum_{i=1}^n C_i \cdot Y_{i_{схз}} S_{схз}, \text{ руб.} \quad (3.15)$$

где  $C_i$  – оптовая цена  $i$ -й агрокультуры, руб./ц;  $Y_{i_{pz}}$  и  $Y_{i_{схз}}$  – урожайность  $i$ -й агрокультуры соответственно на рекультивированных и ненарушенных сельскохозяйственных землях, ц/га;  $S_{pz}$  и  $S_{сз}$  – площади соответственно рекультивированных и ненарушенных сельскохозяйственных земель, га.

Показатель *продуктивности* 1 га рекультивированных земель определяется как отношение валового продукта или урожайности к площади этих земель

$$П_n = \frac{ВП_{pз}}{S_{pз}}, \quad (3.16)$$

Показатель *агротождественности* рекультивированных земель определяется как отношение валового продукта, получаемого с рекультивированных земель, к валовому продукту, получаемому с ненарушенных сельскохозяйственных земель

$$П_{ам} = \frac{ВП_{pз}}{ВП_{сз}} \cdot 100, \% \quad (3.17)$$

Экономическим критерием нарушения поверхности территории ГПР является оценка *ущерба от нарушения*

$$У_n = Ц_з \cdot S_{тнз}, \text{ руб.} \quad (3.18)$$

где  $Ц_з$  – нормативная стоимость земель по кадастру земель данного района, руб./га.

*Ущерб от потери продуктивности* земель в результате снижения урожайности на рекультивируемых землях

$$У_{nn} = \sum_{i=1}^n (У_{i_{схз}} - У_{i_{pз}}) Ц_i \cdot S_{pз}, \text{ руб.} \quad (3.19)$$

$$\sum У_{pз} = У_n + У_{nn}, \text{ руб.} \quad (3.20)$$

*Удельный ущерб*

$$q_y = \frac{\sum У_{pз}}{S_{тнз}}, \text{ руб./га} \quad (3.21)$$

### Задание к практической работе

1. Определить показатели техногенного нарушения земель на территории горно-промышленного района (ГПР) по вариантам (табл. 3.1).

Таблица 3.1

## Исходные данные к работе № 3

Вариант	Объем добычи $V_d$ , млн.т/год	Объем вскрыши $V_{вс}$ , млн.м <sup>3</sup> /год	Объем внутреннего отвала $V_{вн}$ , млн.м <sup>3</sup> /год	Численность работающих $N_p$ , чел	Численность жителей $N_{жс}$ , чел	Площади рекультивируемых земель и используемых под агрокультуры $S_{pz_i}$ , га		
						Кормовые (К)	Зерновые (З)	Луговые (Л)
1	30	66	15	12	39	200	130	90
2	31	64	14	15	38	190	120	85
3	33	67	16	17	37	180	115	70
4	38	69	17	13	40	175	110	70
5	31	68	16	14	41	185	115	75
6	30	64	14	15	42	190	120	80
7	32	69	18	11	40	200	125	80
8	34	69	17	17	39	210	130	85
9	30	68	18	10	37	205	135	90
10	33	68	17	11	35	200	140	75
11	35	68	19	13	33	195	130	70
12	36	67	18	12	34	190	140	75
13	38	69	17	13	37	175	125	80
14	31	68	16	15	39	185	120	80
15	32	69	15	15	40	190	130	85
16	34	69	14	13	38	195	140	75
17	37	67	15	14	41	200	140	70
18	37	69	15	10	42	205	145	80
19	38	68	14	12	42	210	130	80
20	31	67	13	11	41	185	150	95
21	30	66	13	14	38	170	135	90
22	30	68	15	15	37	200	125	75
23	32	69	14	18	36	205	120	80
24	33	68	16	16	35	175	140	85
25	34	69	17	15	36	180	145	75

Продолжение табл. 3.1

Ва- ри- ант	Урожайность агрокультур						Оптовая цена агрокультур $C_i$ , руб./ц		
	на рекультивируе- мых землях $Y_{i_{pz}}$ , ц/га			на землях сель-хоз. назначения, $Y_{i_{схз}}$ , ц/га					
	К	З	Л	К	З	Л	К	З	Л
1	15	21	8	20	31	11	150	300	95
2	15	22	8	20	32	11	150	300	100
3	15	20	8	20	30	12	150	310	105
4	15	20	8	20	30	12	150	300	100
5	16	19	6	21	29	10	150	305	110
6	16	19	7	21	29	11	150	300	103
7	16	19	7	21	29	11	160	305	104
8	16	19	7	21	29	10	160	302	100
9	17	19	7	22	29	11	160	310	98
10	17	20	6	22	30	11	160	305	100
11	17	20	7	22	30	12	155	305	105
12	17	21	8	22	28	11	155	300	106
13	16	21	8	21	28	10	155	306	110
14	16	21	8	21	27	12	160	308	100
15	16	21	9	21	30	12	160	304	104
16	16	18	7	20	31	11	150	300	100
17	15	18	6	20	30	13	155	310	98
18	15	18	6	21	29	12	160	300	95
19	15	18	6	20	28	12	155	308	96
20	15	17	6	20	29	10	160	306	110
21	14	17	5	19	31	10	150	305	120
22	14	19	5	19	30	9	150	300	100
23	14	20	5	20	30	9	155	290	100
24	14	20	6	20	29	13	160	280	100
25	15	21	6	19	30	10	150	310	100

Продолжение табл. 3.1

Вариант	Площадь территорий, га						
	ГПР $S_{гпр}$	СЗЗ $S_{сзз}$	Застройка $S_z$	Рекреационная зона $S_p$	Инфраструктура $S_u$	Дороги $S_{дор}$	Нарушений $S_{пл}$
1	6100	4300	890	265	90	230	200
2	6105	4280	895	262	91	231	202
3	6110	4270	880	266	92	232	201
4	6115	4260	870	248	93	234	203
5	6120	4200	850	247	94	233	205
6	6130	4205	860	258	95	236	206
7	6150	4206	840	259	96	235	203
8	6200	4300	830	274	98	238	207
9	6190	4312	845	263	97	219	208
10	6180	4140	846	256	98	218	209
11	6170	4150	855	254	95	217	210
12	6175	4300	852	246	96	215	211
13	6185	4200	876	287	92	216	209
14	6186	4140	895	236	93	214	210
15	6200	4230	874	235	94	230	212
16	6205	4100	862	234	90	235	209
17	6204	4100	853	266	91	234	211
18	6200	4105	842	255	92	258	202
19	6195	4290	865	244	93	259	201
20	6180	4120	825	233	96	254	204
21	6124	4218	882	277	95	230	205
22	6125	4215	877	288	98	231	206
23	6127	4116	866	258	97	219	203
24	6170	4115	855	285	99	218	208
25	6165	4230	822	275	90	217	209

Продолжение табл. 3.1

Вариант	Площади, га			
	внешн. отвалов всего/рекультив. $S/S_{pз}$	внутр. отвалов всего/рекультив. $S_{\sigma}/S_{pз}$	внутр. бестранс- портных отвалов $S_{\sigma}$	выработанного пространства $S_{выр}$
1	800/300	680/210	140	237
2	810/332	690/215	141	235
3	802/318	685/212	142	236
4	800/320	687/20/	143	234
5	803/300	670/200	144	233
6	805/290	678/205	145	232
7	790/320	679/203	146	230
8	795/290	670/198	150	231
9	788/302	670/190	159	241
10	785/301	665/194	158	245
11	790/300	671/203	157	246
12	795/285	674/203	162	240
13	795/320	679/205	170	245
14	800/320	672/203	172	241
15	805/315	665/194	169	240
16	805/320	664/195	168	231
17	800/325	671/203	167	239
18	790/315	679/205	148	237
19	785/302	655/194	147	239
20	786/290	671/205	156	240
21	785/285	649/203	165	240
22	780/300	678/200	164	231
23	800/300	650/194	162	232
24	802/290	655/195	163	241
25	800/332	640/195	151	230



## Исходные данные

Показатель	Характеристика показателей	Единицы измерения	Значения показателя	
1	2	3	4	
$V_d$	Объем добычи угля на угольном разрезе	млн. т /год	10	
$V_{вс}$	Объем вскрышных пород	млн. т /год	68	
$V_{вн}$	Объем складирования пород во внутренние отвалы	млн. т /год	15	
$N_p$	Количество работающих на разрезе	тыс. чел.	16	
$N_{ж}$	Количество жителей в рабочем поселке	тыс. чел.	42	
$S_{pz}$	Площади рекультивированных земель, используемых в агропроизводстве, в т.ч.:	га	400	
			- кормовые культуры	200
			- зерновые культуры	120
			- луговые культуры	80
$U_{pz}$	Урожайность на рекультивированных землях:	ц/га	15	
			- кормовые культуры	20
			- зерновые культуры	6
			- луговые культуры	
$U_{схз}$	Урожайность на сельскохозяйственных территориях:	ц/га	20	
			- кормовые культуры	30
			- зерновые культуры	10
			- луговые культуры	
$C_i$	Оптовая цена:	руб./ц	150	
			- кормовые культуры	300
			- зерновые культуры	100
			- луговые культуры	
$C_n$	Нормативная оценка земли	руб./га	15000	
$S_{гпр}$	Площадь горно-промышленного района	га	6144	
$S_{СЗЗ}$	Территория непосредственного влияния разреза (СЗЗ)	га	4306	
$S_3$	Площадь застройки	га	895	
$S_p$	Рекреационная территория	га	264	
$S_{жр}$	Площадь, занятая железнодорожными станциями, другими коммуникациями разреза	га	100	

1	2	3	4
$S_m$	Территория, нарушенная транспортными путями	га	233
$S_{пл}$	Территория площадных нарушений	га	202
$S_o(S_{pz})$	Площади, нарушенные отвалами, в том числе рекультивированные	га	796/329
$S_b(S_{pz})$	Площади, занятые внутренними отвалами, в том числе рекультивированные	га	688/213
$S_b$	Площади внутренних бестранспортных отвалов	га	164
$S_{выр}$	Площади выработанного пространства	га	238

### **Решение**

Площадь техногенно-нарушенных земель (3.1)

$$S_{тнз} = 4306 - (329 + 213 + 264 + 895) = 2605 \text{ га}$$

Показатель плотности поражения территории ГРП техногенно линейными формами (ф. 3.2)

$$P_{плф} = \frac{(238 + 100 + 233)}{6144} \cdot 100 = 9,3\%$$

Показатель техногенного нарушения земель в СЗЗ (3.3)

$$P_{тнз}^{СЗЗ} = \frac{2605}{4306} \cdot 100 = 60\%$$

Показатель техногенного нарушения земель в ГПР (3.4)

$$P_{тнз} = \frac{2605}{6144} \cdot 100 = 42,4\%$$

Показатель нарушения земель на единицу выпускаемой продукции (3.5)

$$P_{pz} = \frac{2605}{10000000} = 0,2605 \text{ га} / 1000 \text{ т угля}$$

Показатель абсолютной потери земель в горно-промышленном районе (3.6)

$$P_{нз} = \frac{2605 - 542}{6144} \cdot 100 = 33,5\%$$

Удельная плотность твердых отходов (3.7)

$$q = \frac{68 \cdot 10^6 - 10 \cdot 10^6}{4306} = 13469,5 \text{ т/га}$$

Показатели утилизации твердых отходов (3.8)

$$P_{уто} = \frac{15}{58} \cdot 100 = 25,8\%$$

Показатель концентрации твердых отходов в ГПР (3.9)

$$P_{кто} = \frac{688 + 796 + 164}{4306} \cdot 100 = 39\%$$

Удельный показатель производства твердых отходов одним работником предприятия (3.10)

$$P_{нто} = \frac{58000000}{16000} = 3625 \text{ т/чел/год}$$

Удельный показатель засорения территории твердыми отходами (3.11)

$$P_{зто} = \frac{58000000}{42000} = 1381 \text{ т/чел/год}$$

Показатель восстановления нарушенных земель (3.12)

$$P_{вз} = \frac{542}{4306} \cdot 100 = 12,6\%$$

Показатель агровосстановления рекультивированных земель (3.13)

$$P_a = \frac{400}{543} \cdot 100 = 73,8\%$$

Валовый агропотенциал культур на рекультивированных землях (3.14)

$$ВП_{pz} = (20 \cdot 300 \cdot 120) + (15 \cdot 150 \cdot 200) + (6 \cdot 100 \cdot 80) = 1218000 \text{ руб.}$$

Валовый агропотенциал культур на сельскохозяйственных землях (3.15)

$$ВП_{схз} = (30 \cdot 300 \cdot 120) + (25 \cdot 150 \cdot 200) + (10 \cdot 100 \cdot 80) = 1760000 \text{ руб.}$$

Показатель продуктивности 1 га рекультивированных земель (3.16)

$$P_n = \frac{1218000}{400} = 3045 \text{ руб./га}$$

Показатель агроплодородности рекультивированных земель (3.17)

$$P_{ам} = \frac{1218000}{1760000} \cdot 100 = 69,2\%$$

Ущерб, определяемый исходя из нормативной оценки земли (3.18)

$$У_n = 2605 \cdot 15000 = 39075000 \text{ руб.}$$

Ущерб от потери продуктивности земель по формулам (3.19, 3.20)

$$У_m = [(30 - 20) \cdot 300 \cdot 120] + [(20 - 15) \cdot 150 \cdot 200] + [(10 - 6) \cdot 100 \cdot 80] = 542000 \text{ руб.}$$

$$\sum У_{pz} = 39075000 + 542000 = 39617000 \text{ руб.}$$

Удельный ущерб (3.21)

$$q_y = \frac{39617000}{2605} = 15208,1 \text{ руб./га.}$$

### **Контрольные вопросы**

1. От чего зависит площадь выделяемых земельных отводов?
2. Какие технологические объекты при разработке месторождений являются землеемкими?
3. Перечислить показатели, влияющие на показатель абсолютной потери земель в зоне действия горного предприятия?
4. Что такое санитарно-защитная зона предприятия?
5. От чего зависит величина СЗЗ?
6. Перечислить показатели, влияющие на экологическое состояние земной поверхности?
7. По каким показателям можно оценить восстановление территории?
8. Как определяется показатель продуктивности рекультивированных земель?
9. Как определяется показатель агротехнической рекультивированных земель?
10. Что такое удельный ущерб?

### **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

#### **Установление кондиций на минеральное сырье**

**Методические указания.** Кондиции на минеральное сырье представляют собой совокупность требований к качеству и количеству полезных ископаемых в недрах, горно-геологическим и другим условиям разработки, определяющим промышленную ценность месторождений. Кондиции устанавливают параметры для подсчета запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, а также содержащихся в них ценных компонентов.

*Первая группа* показателей включает:

*Минимальное промышленное содержание полезного компонента*  $C_{\min}$  (промминимум) представляет собой нижний предел среднего содержания полезного компонента в рудах, запасы которых относят к балансовым. *Бортовое содержание полезного компонента* - наименьшее содержание полезного компонента в крайних пробах по которым находят контур (борт) залежи полезного компонента, отделяющий ее от пород с непромышленным содержанием данного компонента. *Минимальный коэффициент рудоносности в подсчетном блоке.* Его вводят для месторожде-

ний с прерывистым или гнездовым распределением полезных компонентов, когда кондиционные руды по геологическим или горно-геологическим критериям не могут быть оконтурены, а подсчет запасов осуществляют в контурах рудоносной зоны (залежи, тела) и статически. *Граничный коэффициент вскрыши и предельные границы подсчета запасов* для открытого способа - требования, предъявляемые к границам подсчета запасов в экономически обоснованных контурах разработки.

*Вторая группа* показателей включает:

*Минимальные мощности тел полезных ископаемых* (пластов, жил, залежей и т. д.) или соответствующий минимальный метро-процент (метрограмм)– минимальные мощности полезного ископаемого по типам, сортам, условиям залегания, углам падения. *Максимально допустимая мощность прослоев пустых пород или некондиционных руд*, включаемых в контур подсчета балансовых запасов (зависит от способа и технологии разработки).

*Третья группа* показателей включает.

*Требование к выделению при подсчете запасов типов и сортов полезного ископаемого*, подлежащих отдельной выемке, обусловленной технологическими свойствами, определяющими различные способы переработки или различные области использования сырья. *Максимально допустимое содержание вредных примесей*, отрицательно влияющих на технологию переработки минерального сырья и способных перейти в концентрат или конечную продукцию. *Перечень попутных компонентов*, запасы которых подлежат подсчету.

Минимальное промышленное содержание руды определяется по формуле

$$C_{\min} = \frac{Z_{\partial} \cdot a}{C_p \cdot K_k}, \% \quad (4.1)$$

где  $Z_{\partial}$  – полная себестоимость одной тонны руды, руб.;  $a$  – содержание полезного компонента в добытой руде, %;  $C_p$  – оптовая цена одной тонны руды, руб.;  $K_k$  – коэффициент изменения качества руды при добыче

$$K_k = \frac{a}{C}, \quad (4.2)$$

где  $C$  – содержание полезного компонента в оконтуренном блоке, %.

Величину  $a$  можно установить из выражения

$$a = \frac{(1 - P)C}{1 - P + P}, \% \quad (4.3)$$

где  $P$  – потери, доли ед.;  $P$  – разубоживание, доли ед.

Полученное по формуле (4.2) значение  $K_k$  использовать и для дальнейших расчетов  $C_{\min}$  по формулам (4.4.)–(4.8).

Если товарной продукцией является концентрат, на который установлена оптовая цена, то

$$C_{\min} = \frac{(Z_{\partial} + Z_o)a_k}{C_k \cdot K_k \cdot I_o}, \% \quad (4.4)$$

где  $Z_o$  – затраты на обогащение одной тонны руды, руб.;  $a_k$  – содержание полезного компонента в концентрате, %;  $C_k$  – оптовая цена одной тонны концентрата, руб.;  $I_o$  – коэффициент извлечения металла при обогащении, доли ед., (табл.4.1).

При установлении оптовых цен на полезный компонент, содержащийся в концентратах, расчет вести по формуле

$$C_{\min} = \frac{(Z_{\partial} + Z_o)a_k}{C_{mk} \cdot K_k \cdot I_o}, \% \quad (4.5)$$

где  $C_{mk}$  – оптовая цена полезного компонента в концентрате, руб./т (табл. 4.1).

Для руд, перерабатываемых до товарных металлов, минимальное промышленное содержание найти по формуле

$$C_{\min} = \frac{(Z_{\partial} + Z_o + Z_{mm} + Z_m)a_m}{C_m \cdot K_k \cdot I_o \cdot I_m}, \% \quad (4.6)$$

где  $Z_{mm}$  – стоимость транспортировки концентрата до металлургического завода, руб./т;  $Z_m$  – себестоимость металлургического передела, руб./т;  $C_m$  – оптовая цена черного металла, руб./т;  $I_m$  – коэффициент извлечения металла из концентрата, доли ед.;  $a_m$  – содержание полезного компонента в черном металле, % (табл. 4.1).

Для руд, содержащих попутные компоненты или благородные металлы, из общих затрат на добычу и переработку вычесть стоимость дополнительно извлекаемых попутных компонентов.

Величину минимального промышленного содержания с учетом стоимости извлекаемых попутных компонентов вычислить по формуле

$$C_{\min}^{nk} = \frac{(Z_{\partial} + Z_o + Z_{mm} + Z_m - C_{nk})a_m}{C_m \cdot K_k \cdot I_o \cdot I_m}, \% \quad (4.7)$$

Рассчитав величину минимального промышленного содержания по формулам (4.1), (4.4), (4.5), (4.6), (4.7) необходимо сопоставить полученные значения с содержанием металла в оконтуренном блоке.

На основании расчетов и условия

$$C > C_{\min}, \quad (4.8)$$

принять решение об отнесении запасов оконтуренного блока к балансовым, если условие (4.8) не выполняется, то следует пояснить, чем обусловлено это обстоятельство.

### ***Задание для расчета***

В соответствии с исходными данными (табл. 4.1) необходимо рассчитать величину минимального промышленного содержания руды.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое кондиции на минеральное сырье?
2. Дать понятие временным и постоянным кондициям.
3. Что такое геологические кондиции?
4. Что такое эксплуатационные кондиции?
5. Что такое промышленные кондиции?
6. Перечислить показатели первой группы промышленных кондиций.
7. Перечислить показатели второй группы промышленных кондиций.
8. Перечислить показатели третьей группы промышленных кондиций.
9. Что понимают под бортовым содержанием?
10. Что понимают под минимальным промышленным содержанием?
11. Каким образом устанавливают бортовое содержание полезного компонента?
12. Когда применяют и как определяется минимальный коэффициент рудоносности?
13. Что такое балансовые запасы?
14. Что такое забалансовые запасы?

Таблица 4.1

## Исходные данные к практической работе № 4

Показатели	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Полная себестоимость тонны руды $Z_d$ , руб.	800	600	700	750	500	780	1000	800	650	900
Оптовая цена одной тонны руды $C_p$ , руб./т.	2215	1824	1399	1200	2990	1008	3178	1997	5818	4166
Содержание полезного компонента в оконтуренном блоке $C$ , %.	4,2	12,8	24,3	13,5	15,8	4,7	25	16	23,2	6,4
Потери $P$ , доли ед.	0,05	0,06	0,07	0,08	0,02	0,03	0,05	0,06	0,10	0,08
Разубоживание $R$ , доли ед.	0,07	0,05	0,02	0,09	0,13	0,15	0,8	0,9	0,5	0,5
Затраты на обогащение 1 т руды $Z_o$ , руб.	100	120	130	150	160	200	180	210	220	90
Содержание п. к. в концентрате и в черновом металле $a_k/a_m$ , %.	60/80	62/90	50/82	55/85	70/98	50/88	60/80	48/90	50/85	52/92
Оптовая цена 1 т концентрата $C_k$ , руб.	1700	1500	1200	1360	1700	1300	1400	1850	3000	1350
Коэффициент извлечения металла при обогащении и из концентрата $I_o/I_m$ , доли ед.	0,9/ 0,95	0,85/ 0,9	0,75/ 0,85	0,65/ 0,8	0,78/ 0,88	0,8/ 0,92	0,9/ 0,95	0,85/ 0,98	0,75/ 0,89	0,8/ 0,93
Оптовая цена полезного компонента в концентрате $C_{mk}$ , тыс. руб./т	7,5	4,8	16,5	17,2	15,0	12,0	18,5	18,2	8,5	13,0
Стоимость транспортировки концентрата до металлургического завода $Z_{tm}$ , руб./т	60	85	900	45	80	35	10	10	12	21
Себестоимость металлургического передела $Z_m$ , руб./т	300	320	330	350	360	200	230	220	180	200
Оптовая цена черного металла $C_m$ , тыс. руб./т	22,0	11,50	12,50	28,0	23,0	30,0	25,0	32,0	50,0	52,0
Стоимость извлекаемых попутных компонентов $C_{нк}$ , руб/т.	1612	611	1370	530	420	380	1360	400	1260	530



Продолжение табл.4.1

Показатели	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Полная себестоимость тонны руды $Z_d$ , руб.	850	620	705	720	5230	800	1020	805	670	800
Оптовая цена одной тонны руды $C_p$ , руб./т.	1325	1824	1020	1230	8700	1023	1120	9800	1830	1130
Содержание полезного компонента в оконтуренном блоке $C$ , %.	4,2	7,8	4,3	3,5	5,8	4,7	2,5	3,2	3,2	6,4
Потери $P$ , доли ед.	0,05	0,06	0,07	0,08	0,02	0,03	0,05	0,06	0,02	0,03
Разубоживание $R$ , доли ед.	0,7	0,5	1,2	0,9	1,3	1,5	0,8	0,9	0,5	1,5
Затраты на обогащение 1 т руды $Z_o$ , руб.	100	120	130	150	160	200	180	210	220	250
Содержание п. к. в концентрате и в черновом металле $a_k/a_m$ , %.	60/ 70	62/ 75	50/ 70	55/ 80	70/ 82	50/ 78	60/ 80	48/ 60	50/65	52/ 60
Оптовая цена 1 т концентрата $C_k$ , руб.	1000	6000	7020	7520	3500	600	800	4500	700	500
Коэффициент извлечения металла при обогащении и из концентрата $I_o/I_m$ , доли ед.	0,9/ 0,95	0,85/ 0,9	0,75/ 0,88	0,65/ 0,7	0,78/ 0,85	0,8/ 0,85	0,9/ 0,95	0,85/ 0,9	0,75/ 0,86	0,8/ 0,95
Оптовая цена полезного компонента в концентрате $C_{mk}$ , тыс. руб./т	1500	1400	1050	1230	1230	1100	1210	1230	1300	1100
Стоимость транспортировки концентрата до металлургического завода $Z_{tm}$ , руб./т	10	85	30	15	20	50	35	40	72	70
Себестоимость металлургического передела $Z_m$ , руб./т	300	320	330	350	360	200	230	220	180	200
Оптовая цена чернового металла $C_m$ , тыс. руб./т	24,0	20,8	27,0	13,0	32,0	21,0	15,0	12,0	28,0	12,0
Стоимость извлекаемых попутных компонентов $C_{пк}$ , руб/т.	800	1000	520	745	820	300	700	800	400	960

Продолжение табл. 4.1

Наименование	Варианты									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Полная себестоимость тонны руды $Z_d$ , руб.	1280	1600	1700	1250	1500	1600	2000	2380	2650	1900
Оптовая цена одной тонны руды $C_p$ , руб./т.	4221	3824	2099	3200	4909	4008	6178	2900	4818	3116
Содержание полезного компонента в оконтуренном блоке $C$ , %.	4,2	2,8	4,3	3,5	5,8	4,7	2,5	3,2	3,2	6,4
Потери $P$ , доли ед.	0,05	0,06	0,07	0,08	0,02	0,03	0,05	0,06	0,02	0,03
Разубоживание $R$ , доли ед.	0,7	0,5	0,2	0,9	1,3	0,5	0,8	0,9	0,5	0,5
Затраты на обогащение 1 т руды $Z_o$ , руб.	1,2	0,8	0,9	1,3	1,02	1,06	0,8	0,46	0,68	0,88
Содержание п. к. в концентрате и в черновом металле $a_k/a_m$ , %.	40/ 68	60/ 75	60/ 85	75/ 85	70/ 90	85/ 98	70/ 96	85/98	85/95	80/90
Оптовая цена 1 т концентрата $C_k$ , руб.	6,00	16,2	15,0	15,5	11,1	13,5	12,6	12,1	25,0	23,5
Коэффициент извлечения металла при обогащении и из концентрата $I_o/I_m$ , доли ед.	0,8/ 0,9	0,7/ 0,8	0,65/ 0,9	0,7/ 0,8	0,78/ 0,86	0,8/ 0,95	0,86/ 0,92	0,9/ 0,98	0,86/ 0,96	0,9/ 0,97
Оптовая цена полезного компонента в концентрате $C_{mk}$ , тыс. руб./т	10,5	38,0	50,0	24,2	35,0	22,0	48,5	60,2	41,5	43,0
Стоимость транспортировки концентрата до металлургического завода $Z_{tm}$ , руб./т	85	75	80	95	50	50	15	40	72	50
Себестоимость металлургического передела $Z_m$ , руб./т	300	320	330	350	360	200	230	220	180	200
Оптовая цена черного металла $C_m$ , тыс. руб./т	41,2	18,0	65,0	58,0	48,0	42,0	56,0	42,0	59,0	75,2
Стоимость извлекаемых попутных компонентов $C_{пк}$ , руб./т.	612	270	500	800	400	350	380	370	290	260

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

### **Определение и нормирование показателей полноты и качества извлечения запасов из недр**

**Методические указания.** Проблема рационального использования недр и формирования качества руд тесно связана с процессами нормирования полноты и качества добываемых руд на карьерах. По Единой классификации потерь твердых полезных ископаемых все потери делятся на два класса: *общешахтные (общекарьерные)* и *эксплуатационные*. Нормированию подлежат только эксплуатационные потери, которые в свою очередь делятся на: *потери в массиве, потери отделенного от массива полезного ископаемого, разубоживание отделенного от массива полезного ископаемого (качественные потери)*.

Существуют прямой, косвенный, и комбинированный методы определения показателей.

В соответствии с прямым методом определения показателей.

Потери полезного компонента

$$П = \frac{2\Delta M_n \cdot C_n + 2\Delta M_p \cdot C_p}{m_p \cdot C_{\delta}} 100, \% \quad (5.1)$$

где  $\Delta M_n$  – толщина слоя теряемой руды, м;  $\Delta M_p$  – толщина слоя разубоживающей породы, м;  $C_{\delta}, C_n, C_p$  – содержание полезного компонента соответственно в балансовой руде, в потерянной руде и в разубоживающей породе, %;  $m_p$  – мощность рудного тела, м.

Разубоживание

$$P = \frac{C_{\delta} - a_{\delta}}{C_{\delta}} 100, \% \quad (5.2)$$

Коэффициент разубоживания

$$p = \frac{C_{\delta} - a_{\delta}}{C_{\delta}}, \quad \text{доли ед.} \quad (5.3)$$

где  $a_{\delta}$  – содержание полезного компонента в данной руде, %.

$$a_{\delta} = \frac{m_p \cdot C_{\delta} - 2\Delta M_n C_n + 2\Delta M_p C_p}{m_p - 2\Delta M_n + 2\Delta M_p}, \% \quad (5.4)$$

При решении задачи исходить из условия, что рудное тело представляет собой горизонтально залегающий пласт мощностью  $m_p$ . При отработке его по схемам А, Б, В (см. табл. 5.1) имеет место разная толщина слоя теряемой руды и породы, разубоживающей руду. Потери и разубоживание наблюдаются по двум контактам руды с породой: по верхнему и нижнему.

### Порядок выполнения работы

1. Используя исходные данные индивидуальных заданий (табл. 5.1), выполнить следующие действия

2. Рассчитать для условий А, Б, В потери, разубоживание и содержание полезного компонента в добытой руде по формулам (5.1–5.3).

3. Построить зависимость между потерями и разубоживанием, т.е.  $P = f(P)$ .

5. Определить себестоимость 1 т готового металла для трех вариантов.

$$C_{.м} = \frac{600}{C_{\bar{o}} \cdot K_k} + 250, \text{ руб./т} \quad (5.5)$$

где  $K_k$  – коэффициент качества, доли ед.  $K_k = 1 - p$ .

6. Выбрать вариант схемы отработки руды по минимальной себестоимости.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные показатели полноты извлечения полезного ископаемого.

2. Какие существуют методы определения показателей полноты и качества извлечения?

3. Что означает коэффициент извлечения из недр полезного ископаемого, коэффициент изменения качества полезного ископаемого?

4. Что такое разубоживание?

5. Что означает коэффициент разубоживания, коэффициент потерь?

6. Какие потери подлежат нормированию?

7. Перечислите основные группы потерь.

8. Назовите виды потерь руды в массиве.

9. Перечислите факторы, влияющие на показатели потерь и разубоживания.

10. Что понимают под количественными и качественными потерями полезного ископаемого?

Таблица 5.1

**Исходные данные для практической работы № 5**

Вариант	Мощность рудного тела $m_p$ , м	Толщина слоя теряемой руды $\Delta M_n$ , м / толщина слоя разубоживающей породы $\Delta M_p$ , м			Содержание полезного компонента, %		
		А	Б	В	в балансовой руде $C_b$	в разубоживающей породе $C_p$	в потерьянной руде $C_n$
1	14	0,1/0,7	0,2/0,5	0,1/0,15	2,0	0,1	1,2
2	15	0,2/0,9		0,05/0,2	2,1	0,2	
3	16	0,5/0,6		0,1/0,3	2,2	0,3	
4	17	0,2/0,8		0,15/0,5	2,3	0,4	1,3
5	18	0,3/0,8		0,25/0,4	2,4	0,5	1,5
6	19			0,1/0,6	2,5	0,6	1,6
7	10			0,2/0,5	2,6	0,7	1,8
8	24	0,1/0,5	0,1/0,2	0,2/0,4	2,7	0,15	1,5
9	25	0,2/0,6		0,15/0,3	2,8	0,2	1,6
10	26	0,3/0,6		0,05/0,2	2,9	0,25	1,3
11	27	0,4/0,5		0,05/0,1	3,0	0,12	1,7
12	8	0,2/0,8		0,1/0,3		0,15	1,1
13	9	0,3/0,5		1,5/0,6	3,1	0,16	1,3
14	10	0,2/0,5		1,5/0,2	2,9	0,22	1,4
15	21	0,4/1,6	0,15/0,4	0,2/0,4	2,8	0,3	1,0
16	15				2,4		
17	16				2,7		
18	17				2,4		
19	18				2,5		
20	19				2,4		

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6**

***Оценка целесообразности комплексного освоения месторождения***

**Методические указания.** Комплексное использование ресурсов горного производства включает два направления: использование как можно большего числа компонентов (и свойств) и про-

изводство из них как можно большего количества видов продукции.

*Комплексное освоение недр* – наиболее полное и экономичное освоение всех видов ресурсов земных недр на основе сочетаний (комплексов) эффективных горных технологий. Комплексные руды – природные минеральные образования, содержащие несколько металлов или других ценных компонентов в таких соединениях и концентрациях, при которых их промышленное использование технологически возможно и экономически целесообразно.

*Комплексное использование* минерального сырья включает: комплексное использование месторождений полезных ископаемых и комплексное использование добываемого минерального сырья.

*Комплексная переработка* минерального сырья предполагает разделение полезных ископаемых на конечные продукты с извлечением всех содержащихся в исходном сырье ценных компонентов, производство которых технически возможно и экономически целесообразно.

*Экономическая оценка* целесообразности комплексного освоения месторождения подразумевает сопоставление индивидуальных и допустимых затрат на производство товарной продукции из различных видов сырья.

## **Задание работы № 6**

Необходимо оценить целесообразность комплексной разработки многокомпонентного рудного месторождения. Товарной продукцией являются несколько видов концентратов. Исходные данные в табл. 6.1.

### ***Порядок выполнения работы***

1. Определить допустимые затраты, на получение  $i$ -го концентрата из полезного ископаемого:

$$C_i = \frac{Ц_{oi}}{1 + R_i}, \quad \text{руб./т} \quad (6.1)$$

где  $Ц_{oi}$  – оптовая цена 1 т  $i$ -го концентрата, руб.;  $R_i$  – норма рентабельности производства  $i$ -го концентрата, доли ед.

2. Установить выход  $i$ -го концентрата из 1 т добываемого полезного ископаемого по формуле

$$\gamma_{ki} = \frac{\lambda_i}{\beta_i} K_{ui}, \text{ доли ед.} \quad (6.2)$$

где  $\lambda_i$  и  $\beta_i$  – соответственно, содержание  $i$ -го компонента в добытой руде и в концентрате, %;  $K_{ui}$  – коэффициент извлечения  $i$ -го компонента в концентрат, доли ед.

3. Рассчитать общие годовые *допустимые* затраты на разработку и обогащение при освоении комплексного месторождения:

$$Z_{\partial} = A_p \sum C_i \cdot \gamma_{ki}, \text{ руб.} \quad (6.3)$$

где  $A_p$  – годовая производительность карьера по руде, т.

4. Вычислить *индивидуальные* годовые затраты на освоение комплексного месторождения:

$$Z_u = A_p C_{\partial} + \sum C_o \gamma_{ki} + A_e C_e + A_p C_x (1 - \sum \gamma_{ki}), \text{ руб.} \quad (6.4)$$

где  $C_{\partial}$ ,  $C_o$  – соответственно, себестоимость собственно добычи в обогащении полезного ископаемого, руб./т;  $C_e$  – себестоимость 1 м<sup>3</sup> вскрыши, руб.;  $A_e$  – годовой объем вскрышных работ, м<sup>3</sup>;  $C_x$  – себестоимость утилизации хвостов обогащения, руб.

5. Сопоставить величину *индивидуальных и допустимых* затрат на разработку и обогащение руды. Комплексное освоение месторождения целесообразно, если выполняется условие

$$Z_{\partial} \geq Z_u. \quad (6.5)$$

6. Сделать вывод о целесообразности комплексной разработки многокомпонентного рудного месторождения.

### ***Контрольные вопросы***

1. Дайте определение комплексной руды.
2. Что такое комплексная переработка, комплексное освоение руд?
3. Как можно определить целесообразность комплексного освоения месторождения?
4. Что включает комплексное использование минерального сырья?
5. Перечислить основные пути рациональности использования сырья в горной промышленности.

Таблица 6.1

## Исходные данные к практической работе № 6

Вариант	Годовая производительность карьера		Себестоимость		Себестоимость обогащения, руб./т			Оптовая цена 1 т концентрата, тыс. руб.		
	Руда, млн. т	Вскрыша, млн. м <sup>3</sup>	Добычи, руб./т	Вскрыши, руб./м <sup>3</sup>	1-го вида сырья	2-го вида сырья	3-го вида сырья	1-го вида сырья	2-го вида сырья	3-го вида сырья
1	2,0	3	60	30	45	35	50	3,1	5,9	7,1
2	3	4,5	60	30	35	50	45	2,8	4,9	6,5
3	4	6	50	32	48	45	47	3,3	6,1	7,3
4	5	7,5	72	40	52	45	45	3,2	6	7
5	6	9	30	24	30	30	24	2	2,9	3,6
6	7	10,5	30	30	30	32	28	2	2,9	3,7
7	8	12	33	20	32	35	35	2,2	2,8	3,9
8	9	13,5	40	30	50	45	35	2,3	2,7	4
9	10	15	35	25	35	30	45	2	2,4	3,2
10	11	16,5	40	30	40	35	35	2,2	2,3	4,2
11	12	18	60	40	45	40	45	3	6	7
12	13	19,5	60	30	45	50	35	2,8	5,8	7,1
13	14	21	50	30	45	35	35	3	4,8	5,0
14	15	22,5	30	35	30	45	35	2,2	2,3	4,2
15	16	24	30	40	30	45	45	2,1	2,5	3,6
16	17	25	40	50	40	47	45	2,3	3	5,1
17	18	27	50	40	40	45	45	1,8	2,9	3
18	17	17	35	30	40	45	45	3,5	5,5	6,5
19	16	16	50	40	43	47	50	3,2	6	7,5
20	15	12	35	25	30	35	45	3,2	6,5	7,6
21	14	12	45	50	45	49	52	3,7	6,7	7,5
22	13	10	55	35	35	45	50	4	6,5	7,3
23	12	13	45	45	47	50	43	4,2	6,5	7,5
24	11	11	70	50	45	45	60	4,3	6,6	7,4
25	10	12	60	45	37	55	58	4,5	6,8	7,2



Продолжение табл. 6

Вариант	Себестоимость утилизации хвостов, руб./т	Содержание в руде, %			Содержание в концентрате, %			Коэффициент извлечения в концентрат, доли. ед.			Норма рентабельности производства концентрата, доли. ед.		
		1-го компонента	2-го компонента	3-го компонента	1-го компонента	2-го компонента	3-го компонента	1-го компонента	2-го компонента	3-го компонента	1-го компонента	2-го компонента	3-го компонента
1	20	0,7	0,9	1,5	50	15	40	0,86	0,90	0,92	0,25	0,15	0,12
2	15	0,8	0,9	1,0	40	15	50	0,88	0,86	0,91	0,20	0,15	0,12
3	18	0,7	1,0	1,2	45	12	48	0,9	0,87	0,90	0,18	0,15	0,10
4	17	0,8	0,9	1,5	42	13	46	0,92	0,88	0,89	0,21	0,20	0,08
5	16	0,9	0,6	1,5	51	17	48	0,88	0,89	0,88	0,16	0,15	0,15
6	12	0,6	0,8	1,0	43	16	47	0,84	0,86	0,85	0,17	0,13	0,18
7	15	0,8	0,7	1,2	45	15	45	0,83	0,76	0,76	0,18	0,12	0,20
8	10	0,9	0,5	1,3	47	18	46	0,78	0,75	0,75	0,19	0,20	0,11
9	15	0,7	1,1	1,4	49	20	47	0,8	0,76	0,73	0,20	0,15	0,15
10	13	0,9	0,7	0,9	51	19	50	0,98	0,75	0,70	0,19	0,16	0,15
11	10	0,8	0,6	1,9	52	11	51	0,75	0,76	0,69	0,20	0,15	0,13
12	15	1,0	0,9	1,3	48	14	49	0,69	0,73	0,75	0,18	0,17	0,15
13	15	1,2	0,8	1,4	47	16	43	0,72	0,50	0,68	0,17	0,13	0,20
14	18	0,6	0,8	1,6	47	18	42	0,75	1,86	0,73	0,16	0,20	0,14
15	20	0,7	0,75	1,6	46	17	45	0,75	0,73	0,71	0,25	0,15	0,20
16	25	0,82	0,83	1,8	51	20	47	0,72	0,71	0,65	0,19	0,18	0,18
17	20	0,69	0,65	1,7	52	21	46	0,69	0,70	0,57	0,18	0,17	0,16
18	25	0,82	1,02	1,6	51	23	48	0,54	0,67	0,71	0,20	0,15	0,17
19	17	0,7	0,9	1,3	53	22	49	0,69	0,80	0,68	0,18	0,13	0,10
20	13	0,8	0,8	1,3	42	15	40	0,78	0,73	0,81	0,17	0,16	0,10
21	25	0,8	0,9	1,2	43	16	41	0,76	0,72	0,82	0,20	0,20	0,09
22	17	0,7	0,9	1,5	44	17	43	0,75	0,71	0,79	0,16	0,15	0,13
23	23	0,9	0,6	1,7	45	18	45	0,73	0,70	0,80	0,17	0,13	0,12
24	25	0,7	0,8	1,6	46	14	47	0,71	0,65	0,78	0,16	0,18	0,10
25	22	0,9	0,75	1,3	47	13	49	0,69	0,67	0,76	0,20	0,19	0,12

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»

Кафедра открытых горных работ

**Рабочая тетрадь к практическим работам по дисциплине**

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Выполнил студент гр. ГО-\_\_\_\_\_ Ф.И.О.

Проверил проф. И. Б. Катанов

Кемерово 20\_\_\_\_\_

## **Основная литература**

1. Катанов И. Б. Охрана окружающей среды на открытых горных работах Кузбасса: учеб. пособие / КузГТУ. – Кемерово, 2012.

## **Дополнительная литература**

3. Горлов, В. Д. Решение практических задач по экологии горного производства: учеб. пособие / В. Д. Горлов, Н. А. Петров, Ю. В. Горлов. – Новочеркасск: Изд-во НАБЛА, 1996. – 270 с.

4. Экология и охрана природы при открытых горных работах: учебник / П. И. Томаков [и др.]. – М.: МГГУ, 1994, 2000 – 418 с.

5. Рациональное использование и охрана природных ресурсов: учеб. пособие / Е. Л. Морозова, Ю. В. Ромашкин, В. Н. Морозов. – Красноярск : Сиб. Федер. ун-т., 2013. – 190 с.

## **Нормативная литература**

6. Правила охраны недр. ПБ 07-601-03 (с изменениями от 30.06.2009).

Составитель

Игорь Борисович Катанов

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Методические указания к практическим занятиям  
для студентов специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело»,  
специализация «Открытые горные работы»  
всех форм обучения

Рецензент проф. А. А.Сысоев

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 27.05.2015. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 2,2.

Тираж 24 экз. Заказ \_\_\_\_\_

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Издательский центр КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.