




**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»**

**РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ
РОБОТАМИ**

**методичні рекомендації
до виконання практичних та індивідуальних
робіт**

Запоріжжя 2025



УДК 622.4:631.95 (072)
Р36

Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 1 від 24.10.2025 р)

Укладач

Богомаз О.П., Ph.D., доцент

Рецензент:

Сахно С.В., канд. техн. наук, доцент

Р36 Рекультивация земель, порушенных горничими работами : методичні рекомендації до виконання практичних та індивідуальних робіт / О. П. Богомаз. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025. 56 с.

Методичні рекомендації містять пояснення щодо виконання практичних і індивідуальних робіт, а також варіанти завдань для кожного здобувача освіти. У документі наведені вимоги до оформлення робіт, приклад титульного аркуша та перелік рекомендованих джерел. Методичні рекомендації призначені для студентів, які опановують навчальну дисципліну «Рекультивация земель, порушенных горничими работами».

удк 622.4:631.95 (072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Ознайомлення з основними нормативно-правовими документами, що регламентують охорону та рекультивацію земель в Україні	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. Визначення показників техногенного порушення земель на території гірничопромислового району, при відкритому способі видобутку корисних копалин	7
ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Економічна оцінка збитків, завданих ґрунтовому покриву під час видобутку корисних копалин	15
ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Розрахунок площі земельного відводу при відкритому способі видобутку корисних копалин	21
ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. Обчислення кількості пилових викидів з породного відвалу	27
ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Розрахунок критичного радіуса «біохімічного реактора» у породних відвалах вугільних шахт	33
ПРАКТИЧНА РОБОТА 7. Розрахунок площі поверхні конічного та плоского відвалів	36
ПРАКТИЧНА РОБОТА 8. Сучасні виклики при проведенні рекультивації земель, порушених гірничими роботами	43
ЗАВДАННЯ НА ІНДИВІДУАЛЬНУ РОБОТУ 1	48
ЗАВДАННЯ НА ІНДИВІДУАЛЬНУ РОБОТУ 2	49
ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ТА ІНДИВІДУАЛЬНИХ РОБІТ	50
РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА	53
ДОДАТОК А. Приклад оформлення титульної сторінки практичної (індивідуальної) роботи	55



ВСТУП

Рекультивация земель є важливою складовою раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища, особливо в умовах інтенсивного розвитку гірничодобувної промисловості. Проведення гірничих робіт неминує призводить до порушення ґрунтового покриву, зміни рельєфу, деградації ландшафтів та виникнення техногенних навантажень на екосистеми. Відновлення порушених земель забезпечує не лише екологічну стабільність територій, а й сприяє їх подальшому використанню в господарській діяльності.

Дисципліна «Рекультивация земель, порушених гірничими роботами» є вибірковою.

Метою виконання практичних робіт є закріплення теоретичних знань, отриманих у процесі вивчення дисципліни «Рекультивация земель», та формування практичних навичок оцінювання стану порушених територій, розрахунку площ земельних відводів, визначення техногенних навантажень і вибору оптимальних способів відновлення земель.

Запропоновані практичні завдання охоплюють основні аспекти процесу рекультивации – від ознайомлення з нормативно-правовими документами до розрахунків екологічних та економічних показників. Особлива увага приділяється сучасним викликам, пов'язаним із рекультивацией земель у гірничопромислових регіонах.

Тематика практичних робіт включає:

- аналіз правової бази з охорони та рекультивации земель;
- визначення показників техногенного порушення територій;
- економічну оцінку екологічних збитків;
- розрахунок параметрів земельних відводів та відвалів;
- оцінку пилових викидів і критичних параметрів у породних відвалах;
- обґрунтування актуальних напрямів рекультивации у сучасних умовах.

Виконання цих завдань дозволить студентам набути необхідних компетентностей для практичної діяльності в галузі охорони земель, рекультивации та екологічної безпеки гірничого виробництва.



ПРАКТИЧНА РОБОТА 1

ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ОСНОВНИМИ НОРМАТИВНО-ПРАВОВИМИ ДОКУМЕНТАМИ, ЩО РЕГЛАМЕНТУЮТЬ ОХОРОНУ ТА РЕКУЛЬТИВАЦІЮ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ

Мета: ознайомитися з основними положеннями законодавства України, що регламентують рекультивацію земель та їх охорону, набути навичок практичного використання законодавства України в галузі охорони та рекультивації земель.

Тривалість: 2 години

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з основними положеннями законодавства України, що регламентують рекультивацію земель та їх охорону, а саме:

- Конституція України – ст. 13, ст.14;
- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» – ст. 4, ст. 5;
- Земельний кодекс України – 1-5, 18, 19, 23, 66, 78, 114, 162-164, 166-170, 211 ст.;
- Закон України «Про охорону земель»;
- Закон України «Про державний контроль за використанням та охороною земель».

2. Коротко законспектувати зазначені статті Конституції України та Законів України, при цьому, необхідно звернути увагу на:

- основні категорії земель України;
- форми власності на Землю в Україні;
- основні задачі земельного законодавства України;
- особливості використання промислових земель;
- рекультивація порушених земель та порядок охорони земель України;
- відповідальність за порушення земельного законодавства.


3. Виписати такі поняття, як: «охорона земель», «псування земель», «деградація ґрунтів», «деградація земель».

4. Ознайомитися з основними принципами державної політики щодо охорони і раціонального використання земель (Ст.3 Закон України «Про охорону земель»).

Контрольні питання

1. Дайте визначення поняттям «охорона земель», «псування земель», «деградація ґрунтів», «деградація земель».

2. Які бувають форми власності на Землю в Україні?



3. В яких законах України та якими статтями регламентується рекультивація порушених земель?

4. Які основні принципи державної політики щодо охорони і раціонального використання земель?



ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНОГЕННОГО ПОРУШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ НА ТЕРИТОРІЇ ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ, ПРИ ВІДКРИТОМУ СПОСОБІ ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Мета: опанувати методику визначення показників техногенного порушення земель на території гірничопромислового району, при відкритому способі видобутку корисних копалин.

Тривалість: 4 години

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями, проаналізувати їх.
2. Провести розрахунки з визначення показників техногенного порушення земель на території гірничопромислового району, при відкритому способі видобутку корисних копалин.

Показники техногенного порушення земель у межах гірничопромислового району при відкритому способі видобутку корисних копалин зазвичай охоплюють такі основні характеристики:

- а) площа порушених земель – площа земель, що виведені з господарського використання через гірничі роботи;
- б) глибина кар'єрних виїмок і обсяг знятої породи;
- в) коефіцієнт порушення земель – відношення площі порушених земель до загальної площі гірничопромислового району (%);
- г) ступінь деградації ґрунтів – це показник, що відображає рівень погіршення фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунту внаслідок природних або антропогенних впливів, зокрема гірничої діяльності;
- д) показники ерозійної небезпеки – наявність крутих схилів у відвалах, ризик зсувів та водної ерозії;
- е) хімічне та фізичне забруднення – забруднення ґрунтів важкими металами, нафтопродуктами, реагентами збагачення;
- є) гідрогеологічні зміни – порушення рівня ґрунтових вод (зниження або підтоплення), зміна напрямків дренажу та формування застійних вод у відвалах і кар'єрах;
- ж) ландшафтні зміни – формування техногенного рельєфу (відвали, кар'єри, хвостосховища), знищення природних екосистем.

Всі ці показники важливо оцінювати як на етапі функціонування гірничого підприємства, так і на етапі його ліквідації.

Площа техногенно-порушених земель ГПР:

$$S_{\text{ТНЗ}} = S_{\text{СЗЗ}} - \sum_{i=1}^n S_{\text{ТНЗ}_i}, \text{ га} \quad (2.1)$$

де $S_{\text{ТНЗ}}$ – площі i -ї ділянки (зони) техногенно-порушених земель у ГПР, га;



n – кількість ділянок.

Показник густини ураження території техногенно-лінійними формами порушень:

$$\Pi_{\text{плф}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{лф}i}}{S_{\text{гпр}}} \cdot 100, \% \quad (2.2)$$

де $S_{\text{лф}i}$ – площа і-ї ділянки, порушеної техногенно-лінійними формами, га;
 $S_{\text{гпр}}$ – площа гірничопромислового району, га.

Показник техногенного порушення земель у санітарно-захисній зоні (СЗЗ):

$$\Pi_{\text{ТНЗ}}^{\text{СЗЗ}} = \frac{S_{\text{ТНЗ}}}{S_{\text{СЗЗ}}} \cdot 100, \% \quad (2.3)$$

де $S_{\text{СЗЗ}}$ – площа санітарно-захисної зони, га.

Показник техногенного порушення земель у ГПР:

$$\Pi_{\text{ТНЗ}} = \frac{S_{\text{ТНЗ}}}{S_{\text{гпр}}} \cdot 100, \% \quad (2.4)$$

Показник порушення земель на 1 т річного видобутку корисної копалини:

$$\Pi_{\text{НЗ}} = \frac{S_{\text{ТНЗ}}}{V_{\text{д}}} \cdot 100, \text{ га/т} \quad (2.5)$$

де $V_{\text{д}}$ – річний видобуток корисної копалини, т.

Показник абсолютної втрати земель:

$$\Pi_{\text{ПЗ}} = \frac{S_{\text{ТНЗ}} - S_{\text{рз}}}{S_{\text{гпр}}} \cdot 100, \% \quad (2.6)$$

де $S_{\text{рз}}$ – площі земель, що рекультивуються, га.

Відновлення території пропонується оцінювати за сукупності наступних показників:

а) показник відновлення земель:

$$\Pi_{\text{ВЗ}} = \frac{S_{\text{рз}}}{S_{\text{СЗЗ}}} \cdot 100, \% \quad (2.7)$$

б) показник агровідновлення рекультивованих земель:

$$\Pi_{\text{а}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{а}i}}{S_{\text{рз}}} \cdot 100, \% \quad (2.8)$$

де S_{ai} – площа і-ї ділянки, що використовується під сільгоспугіддя, га;
 в) валовий агропотенціал рекультивованих земель:

$$ВП_{рз} = \sum_{i=1}^n C_i \cdot Y_{i_{рз}} \cdot S_{рз}, \text{ грн} \quad (2.9)$$

$$ВП_{сгз} = \sum_{i=1}^n C_i \cdot Y_{i_{сгз}} \cdot S_{сгз}, \text{ грн} \quad (2.10)$$

де C_i – оптова ціна і-ї агрокультури, грн./ц;

$Y_{i_{рз}}$ та $Y_{i_{сгз}}$ – врожайність і-ї агрокультури відповідно на рекультивованих та непорушених сільськогосподарських землях, ц/га;

$S_{рз}$ та $S_{сгз}$ – площі відповідно рекультивованих та непорушених сільськогосподарських земель, га.

Показник продуктивності 1 га рекультивованих земель визначається як відношення валового продукту чи врожайності до площі цих земель:

$$\Pi_{\Pi} = \frac{ВП_{рз}}{S_{рз}}, \text{ грн/га} \quad (2.11)$$

Показник агрототожності рекультивованих земель визначається як відношення валового продукту, що одержується з рекультивованих земель, до валового продукту, що одержується з непорушених сільськогосподарських земель:

$$\Pi_{ат} = \frac{ВП_{рз}}{ВП_{сгз}} \cdot 100, \% \quad (2.12)$$

Економічним критерієм порушення поверхні території ГПР є оцінка збитків від порушення:

$$Y_H = C_3 \cdot S_{тнз}, \text{ грн} \quad (2.13)$$

де C_3 – нормативна вартість земель за кадастром земель даного району, грн/га; $C_3 = 25000$ грн/га.

Збитки від втрати продуктивності земель внаслідок зниження врожайності на рекультивованих землях:

$$Y_{\Pi\Pi} = \sum_{i=1}^n (Y_{i_{сгз}} - Y_{i_{рз}}) \cdot C_i \cdot S_{рз}, \text{ грн} \quad (2.14)$$

$$\sum Y_{рз} = Y_H + Y_{\Pi\Pi}, \text{ грн} \quad (2.15)$$

Питома шкода:

$$q_y = \frac{\sum Y_{рз}}{S_{тнз}}, \text{ грн/га} \quad (2.16)$$

Завдання. Визначити показники техногенного порушення земель на території гірничопромислового району, при відкритому способі видобутку корисних копалин. Дані для розрахунку наведено в таблицях 2.1-2.4.

Таблиця 2.1 – Дані для розрахунку показників техногенного порушення земель

№	Обсяг видобутку V_d , млн.т/рік	Обсяг розтину, V_{ec} , млн.т/рік	Обсяг внутрішнього відвалу, V_{en} , млн.т/рік	Площі рекультивованих земель для використання під агрокультури, га		
				кормові (К)	зернові (З)	лугові (Л)
0	10	68	15	200	120	80
1	22	60	20	178	124	75
2	28	64	18	205	145	88
3	18	71	14	193	151	85
4	27	68	21	195	120	78
5	36	72	16	208	136	83
6	29	69	15	181	140	86
7	35	67	20	196	148	90
8	25	70	13	190	118	76
9	31	63	16	205	142	80
10	19	73	19	210	115	89
11	34	70	17	199	133	84
12	24	68	15	185	127	87
13	37	61	19	211	135	74
14	32	67	14	184	145	91
15	23	66	12	180	125	90
16	38	71	16	202	121	80
17	30	62	17	200	139	85
18	39	72	18	187	130	70
19	26	69	17	175	131	89
20	33	65	15	190	150	82

Таблиця 2.2 – Дані для розрахунку показників техногенного порушення земель

№	Врожайність агрокультур						Оптова вартість агрокультур C_i , грн/ц		
	на рекультивованих землях U_{ipz} , ц/га			на землях с/г призначення U_{icgz} , ц/га					
	К	З	Л	К	З	Л	К	З	Л
0	15	20	6	20	30	10	150	300	100
1	19	23	5	22	39	11	240	400	120
2	20	20	5	30	35	14	290	450	125
3	16	25	7	32	41	12	270	500	140
4	14	18	8	26	36	13	260	450	120
5	17	19	6	31	42	14	260	500	125
6	15	21	7	28	36	11	285	400	155
7	14	24	5	25	34	13	275	450	120

8	19	17	8	33	36	12	255	450	150
9	13	22	5	29	38	10	290	500	140
10	14	18	8	27	31	15	255	400	150
11	18	19	7	32	35	11	250	450	120
12	20	23	8	29	41	14	265	500	140
13	17	18	6	24	38	16	280	400	150
14	16	21	6	31	33	12	250	450	125
15	13	17	7	27	37	16	245	500	150
16	15	24	7	26	40	13	280	400	120
17	15	22	5	28	37	15	255	500	150
18	17	20	6	30	39	16	275	400	125
19	16	21	6	23	40	11	285	450	140
20	18	25	8	33	32	15	270	400	125

Таблиця 2.3 – Дані для розрахунку показників техногенного порушення земель

№	Площа територій, га						
	ГПР, S _{гпр}	СЗЗ, S _{сзз}	Забудова, S _з	Рекреаційна зона, S _р	Інфраструктура, S _и	Дороги, S _{дор}	Порушень, S _{пл}
0	6144	4306	895	264	100	233	202
1	6260	4100	890	280	95	210	210
2	6200	4220	840	245	105	258	214
3	6300	4380	870	235	80	235	208
4	6180	4300	850	275	105	256	216
5	6290	4256	880	260	85	259	206
6	6240	4120	830	250	90	230	208
7	6210	4200	810	235	88	260	206
8	6250	4280	880	270	80	253	204
9	6310	4300	840	250	95	225	210
10	6150	4360	800	255	86	254	216
11	6350	4140	900	235	85	245	206
12	6280	4400	850	260	105	243	202
13	6330	4240	830	275	84	220	208
14	6170	4200	860	280	90	255	214
15	6230	4320	870	275	82	244	204
16	6320	4350	820	240	80	215	210
17	6160	4180	890	245	80	257	200
18	6340	4260	820	265	90	255	212
19	6270	4340	900	235	95	240	216
20	6220	4160	860	275	85	250	212

Таблиця 2.4 – Дані для розрахунку показників техногенного порушення земель

№	Площа територій, га			
	зовнішн. відвалів всього/рекультив. S/S_{pz}	внутр. відвалів всього/рекультив. S_v/S_{pz}	внутр. безтранспортних відвалів, S_6	вироблений простір, $S_{вир.}$
0	796/329	688/213	164	238
1	785/310	677/211	140	230
2	812/280	654/202	155	240
3	800/322	669/203	160	265
4	810/310	652/193	145	255
5	785/280	660/207	150	270
6	810/330	645/184	155	250
7	780/310	660/188	160	240
8	785/285	640/184	140	250
9	805/325	675/202	160	235
10	815/299	669/201	145	255
11	798/312	661/202	150	270
12	785/295	655/184	155	255
13	775/322	680/205	140	250
14	775/275	669/1955	160	270
15	816/326	655/184	145	265
16	813/310	661/205	150	250
17	790/310	668/204	155	240
18	780/320	661/203	140	270
19	775/311	670/200	150	240
20	780/312	650/180	145	265

Приклад розрахунку Варіант №0

Площа техногенно-порушених земель ГПР (2.1):

$$S_{ТНЗ} = S_{СЗЗ} - \sum_{i=1}^n S_{ТНЗ_i}$$

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

Показник густини ураження території техногенно-лінійними формами порушень до яких належать: площа виробленого простору, площа зайнята дорогами, площа, на якій розміщені об'єкти інфраструктури (2.2):

$$П_{плф} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{лф_i}}{S_{ГПР}} \cdot 100 = \frac{238+100+233}{6144} \cdot 100 = 9,3\%$$

Показник техногенного порушення земель у санітарно-захисній зоні (2.3):

$$\Pi_{\text{ТНЗ}}^{\text{СЗЗ}} = \frac{S_{\text{ТНЗ}}}{S_{\text{СЗЗ}}} \cdot 100 = \frac{2605}{4306} \cdot 100 = 60,5\%$$

Показник техногенного порушення земель у ГПР (2.4):

$$\Pi_{\text{ТНЗ}} = \frac{S_{\text{ТНЗ}}}{S_{\text{ГПР}}} \cdot 100 = \frac{2605}{6144} \cdot 100 = 42,4\%$$

Показник порушення земель на 1 т річного видобутку корисної копалини (2.5):

$$\Pi_{\text{НЗ}} = \frac{S_{\text{ТНЗ}}}{V_{\text{д}}} \cdot 100 = \frac{2605}{10000000} \cdot 100 = 0,02605, \text{ га/т}$$

Показник абсолютної втрати земель (2.6):

$$\Pi_{\text{Пз}} = \frac{S_{\text{Г}} - S_{\text{рз}}}{S_{\text{ГПР}}} \cdot 100 = \frac{2605 - (329 + 213)}{6144} \cdot 100 = 33,6\%$$

Показник відновлення земель (2.7):

$$\Pi_{\text{Вз}} = \frac{S_{\text{рз}}}{S_{\text{СЗЗ}}} \cdot 100 = \frac{329 + 213}{4306} \cdot 100 = 12,6\%$$

Показник агровідновлення рекультивованих земель (2.8):

$$\Pi_{\text{а}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_{\text{а}i}}{S_{\text{рз}}} \cdot 100 = \frac{200 + 120 + 80}{329 + 213} \cdot 100 = 73,8\%$$

Валовий агропотенціал рекультивованих земель (2.9, 2.10):

$$\text{ВП}_{\text{рз}} = \sum_{i=1}^n \text{Ц}_i \cdot \text{У}_{\text{ірз}} \cdot S_{\text{рз}}, \text{ грн}$$

$$\text{ВП}_{\text{рз}} = (200 \cdot 150 \cdot 15) + (120 \cdot 300 \cdot 20) + (80 \cdot 100 \cdot 6) = 1218000 \text{ грн}$$

$$\text{ВП}_{\text{срз}} = \sum_{i=1}^n \text{Ц}_i \cdot \text{У}_{\text{ісрз}} \cdot S_{\text{срз}}, \text{ грн}$$

$$\text{ВП}_{\text{срз}} = (200 \cdot 150 \cdot 20) + (120 \cdot 300 \cdot 30) + (80 \cdot 100 \cdot 10) = 1760000 \text{ грн}$$

Показник продуктивності 1 га рекультивованих земель (2.11):

$$\Pi_{\text{П}} = \frac{\text{ВП}_{\text{рз}}}{S_{\text{рз}}} = \frac{1218000}{200 + 120 + 80} = 3045, \text{ грн/га}$$


Показник агрототожності рекультивованих земель (2.12):

$$\Pi_{\text{ат}} = \frac{\text{ВП}_{\text{рз}}}{\text{ВП}_{\text{срз}}} \cdot 100 = \frac{1218000}{1760000} \cdot 100 = 69,2\%$$

Збитки, що визначаються виходячи з нормативної оцінки землі (2.13):

$$\text{У}_{\text{Н}} = \text{Ц}_3 \cdot S_{\text{ТНЗ}}, \text{ грн}$$

$$\text{У}_{\text{Н}} = 25000 \cdot 2605 = 65125000 \text{ грн}$$



Збитки від втрати продуктивності земель внаслідок зниження врожайності на рекультивованих землях (2.14, 2.15):

$$Y_{\text{ПП}} = \sum_{i=1}^n (Y_{i_{\text{СГЗ}}} - Y_{i_{\text{рз}}}) \cdot C_i \cdot S_{\text{рз}}, \text{ грн}$$

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

$$\sum Y_{\text{рз}} = Y_{\text{Н}} + Y_{\text{ПП}}, \text{ грн}$$

$$\sum Y_{\text{рз}} = 65125000 + 542000 = 65667000 \text{ грн}$$

Питома шкода (2.16):

$$q_y = \frac{\sum Y_{\text{рз}}}{S_{\text{ТНЗ}}} = \frac{65667000}{2605} = 25208,1, \text{ грн/га}$$



ПРАКТИЧНА РОБОТА 3

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗБИТКІВ, ЗАВДАНИХ ҐРУНТОВОМУ ПОКРИВУ ПІД ЧАС ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Мета: Опанувати методику розрахунків збитків завданих ґрунтовому покриву під час видобутку корисних копалин

Тривалість: 4 години

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями, проаналізувати їх.
2. Провести розрахунок економічної оцінки екологічної шкоди від порушення ґрунтів під час проведення гірничих робіт відповідно до варіанту.

Економічна оцінка екологічних збитків від порушення ґрунтів при гірничих роботах проводиться для визначення розміру шкоди, завданої навколишньому середовищу внаслідок порушення ґрунтового покриву. Вона враховує деградацію ґрунтів, втрату родючого шару, порушення структури та хімічного складу, а також витрати на рекультивацію.

При оцінці екологічних збитків від порушення ґрунтів при гірничих роботах виділяють таке поняття як якісні та кількісні втрати ґрунту.

Кількісні втрати ґрунту – це фізичне зменшення обсягу або площі ґрунтового покриву в результаті гірничої діяльності. До них належать:

- зняття родючого шару ґрунту під час розробки кар'єрів або відвалів;
- втрата ґрунтового покриву на площах розробки, під'їзних дорогах, технологічних майданчиках;
- переміщення та ущільнення ґрунту, що унеможлиблює його подальше природне використання.

Якісні втрати ґрунту – це зміни властивостей ґрунту, які знижують його родючість та екологічну функціональність. До них належать:

- порушення структури та щільності ґрунту – ущільнення або розпушення, що змінює водопроникність та аерацію;
- зміна хімічного складу – втрата поживних речовин, накопичення токсичних елементів;
- ерозія та водна деградація – вимивання верхнього шару ґрунту, зменшення гумусу.
- біологічне збіднення – зниження кількості та різноманіття мікроорганізмів і корисної флори.

Якісні втрати ґрунту, спричинені його засміченням, пов'язані зі зміною властивостей ґрунту через змішування з гірськими породами під час зняття, перевантаження та тимчасового зберігання. Довге або неправильне зберігання в буртах, навалах та на складах призводить до

погіршення його структурних, агрохімічних та мікробіологічних характеристик.

Сумарні відносні втрати ґрунту визначаються за формулою:

$$N_{BT} \leq \sum r_n = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5, \% \quad (3.1)$$

де r_1 – втрати ґрунту від неповноти виїмки при знятті ґрунтового шару (норматив <5 %);

r_2 – втрати ґрунту при транспортуванні до складу зберігання (норматив <1%);

r_3 – втрати ґрунту при тимчасовому складуванні (норматив < 2,5 %);

r_4 – втрати ґрунту при навантаженнях (норматив < 2,5 %);

r_5 – втрати ґрунту при роботі у несприятливих кліматичних та метеорологічних умовах (норматив < 5 %).

Таким чином, сумарні відносні втрати ґрунту під час його зняття, зберігання та нанесення на місцевість не перевищують 16 %, що відповідає нормативному показнику $\sum r_n = 0,16$.

Обсяг ґрунту, який знімається щороку з площ кар'єру, що розробляється та відвалу, визначається залежно від руху фронту відвальних робіт.

Обсяг зняття родючого шару ґрунту (ґрунтового-рослинного) при відведенні території під зовнішні відвали визначається за формулою:

$$V_{прс} = v_{вп} \cdot L_{фот} \cdot m_n \cdot K, м^3 \quad (3.2)$$

де K – коефіцієнт розпушення ґрунту при знятті, $K=1,1$;

m_n – потужність родючого шару ґрунту, що знімається, м;

$v_{вп}$ – швидкість руху фронту робіт першого ярусу зовнішнього відвалу, м/рік;

$L_{фот}$ – довжина фронту зовнішнього відвалу, м.

Засмічення ґрунтів (включення сторонніх ґрунтів та порід) характеризується коефіцієнтом забруднення, що розраховується на основі об'єму домішок, які потрапляють у ґрунт під час його зняття, транспортування та тимчасового зберігання, із врахуванням допустимого нормативу засмічення.

$$K_p = \frac{\sum B_i}{V_{прс} - V_n} \quad (3.3)$$

де $\sum B_i$ – маса (об'єм) різних порід, ґрунтів, що потрапили до ґрунту при його зберіганні, перевантаженні та нанесенні на сплановані відвали, т ($м^3$);

V_n – обсяг (маса) втраченого ґрунту з певної ділянки, т ($м^3$);

$V_{прс}$ – обсяг (маса) ґрунту, що знімається з певної ділянки, т ($м^3$).

$$V_{\text{п}} = \sum r_{\text{п}} \cdot V_{\text{прс}}, \text{ Т (м}^3\text{)} \quad (3.4)$$

$$\sum B_i = V_{\text{прс}} \cdot N_{\text{зп}}, \text{ Т (м}^3\text{)} \quad (3.5)$$

де $N_{\text{зп}}$ – норматив засмічення ґрунтів іншими породами, $N_{\text{зп}} = 0,08$.

Економічні втрати від руйнування ґрунту в процесі його зняття, перевезення, тимчасового зберігання та складування на рекультивованих ділянках визначаються за формулою:

$$Y_{\text{пп}} = N_{\text{пот}} \cdot S \cdot m_{\text{п}} \cdot Ц_{\text{п}} \cdot 10, \text{ грн/рік} \quad (3.6)$$

де $N_{\text{пот}}$ – сумарний норматив втрат ґрунтів при знятті, транспортуванні, складуванні, зберіганні ґрунтів на територіях, що рекультивуються; $N_{\text{пот}} = 0,15$;

S – площа земель, що знімаються, га/рік;

$m_{\text{п}}$ – потужність ґрунтово-рослинного шару, що знімається, м;

$Ц_{\text{п}}$ – вартість 1 м^3 ґрунту (прийняти 1800 грн/м^3).

Економічні збитки, що виникають внаслідок порушення ґрунтового покриву при його виведенні з агропромислового використання, оцінюються за формулою:

$$Y_{\text{нцп}} = Q \cdot K_{\text{б}} \cdot K_{\text{а}} \cdot K_{\text{р}} \cdot S, \text{ грн/рік} \quad (3.7)$$

де Q – норматив вартості угідь (ріллі, кормові угіддя) до порушення, грн/га (прийняти для умов навколишніх аграрних підприємств 80 тис. грн/га);

$K_{\text{б}}$, $K_{\text{а}}$, $K_{\text{р}}$ – відповідно коефіцієнти погіршення біологічної, агрохімічної якості та коефіцієнт засмічення ґрунтів підстилаючими та іншими породами, частки од.

Погіршення агрохімічної якості насипного ґрунту за середнім коефіцієнтом погіршення агрохімічних якостей ґрунтів:

$$K_{\text{а}} = \frac{K_{\text{а}}^{\text{P}} + K_{\text{а}}^{\text{N}} + K_{\text{а}}^{\text{K}} + K_{\text{а}}^{\text{pH}}}{4} \quad (3.8)$$

$K_{\text{а}}^{\text{P}}$, $K_{\text{а}}^{\text{N}}$, $K_{\text{а}}^{\text{K}}$, $K_{\text{а}}^{\text{pH}}$ – коефіцієнти погіршення агрохімічної якості ґрунту по фосфору, азоту, калію, кислотності.

$$K_{\text{а}}^{\text{P}} = 1 - K_{\text{у}}^{\text{P}} \quad (3.9)$$

де $K_{\text{у}}^{\text{P}}$ – коефіцієнт зміни агрохімічної якості ґрунту за фосфором, який дорівнює відношенню процентного вмісту фосфору у порушених $K_{\text{у}^{\text{поруш}}}^{\text{P}}$ та непорушених $K_{\text{у}^{\text{непоруш}}}^{\text{P}}$ ґрунтах.

$$K_u^P = \frac{K_{u\text{поруш}}^P}{K_{u\text{непоруш}}^P} \quad (3.10)$$

Коефіцієнти зниження агрохімічних властивостей ґрунту за вмістом азоту, калію та показником кислотності визначаються аналогічним способом.

Біологічне погіршення якості ґрунту оцінюється за загальним вмістом гумусу, який виступає основним показником родючості, через коефіцієнт зниження біологічної якості ґрунту:

$$K_6 = 1 - \frac{G_H \cdot L_H}{G_0 \cdot L_0} \quad (3.11)$$

де G_0 , L_0 , G_H , L_H – відповідно, відсотковий вміст гумусу та глибина його проникнення в ґрунт до зняття та після порушення, %.

Економічна оцінка збитків, спричинених порушенням ґрунтів у результаті гірничих робіт, визначається за наступною формулою:

$$Y_{\text{нп}} = Y_{\text{пп}} + Y_{\text{нцп}}, \text{ грн/рік} \quad (3.12)$$

де $Y_{\text{пп}}$ – збитки від втрат ґрунту при знятті, транспортуванні, складуванні, зберіганні ґрунтів на територіях, що рекультивуються, грн/рік;
 $Y_{\text{нцп}}$ – збитки від порушення цілісності ґрунтів на території складування внаслідок їх вилучення з агрообігу, грн/рік.

Завдання. На основі вихідних даних, які наведено в таблиці 3.1 виконати розрахунок економічної оцінки екологічної шкоди, спричиненої порушенням ґрунтів під час гірничих робіт.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної оцінки екологічної шкоди

№	U _{вп}	L _{фот}	S, га/рік	m _п , м	Характеристика ґрунтів до/після порушення					
					pH	G, %	L	N, %	P, %	K, %
0	64	545	70	1,1	7,5/3,2	8,9/4	30/9	1,9/0,3	2,1/1,7	3,4/0,8
1	100	770	32	0,9	7/4,6	9/5	18/13	2/0,5	2,5/1,6	2,8/1,3
2	91	890	40	0,7	5,5/3,3	8/4,6	20/15	2,1/0,7	0,7/0,3	3/1
3	45	720	65	1,0	6,7/4,7	9/3,4	40/24	2,1/0,7	0,8/0,4	2,8/1,3
4	68	950	49	0,8	5,5/3,3	8/4,6	35/20	2,3/0,8	0,7/0,3	3,2/1,5
5	65	860	35	0,9	7/4,6	9/3,4	18/13	2/0,5	2,2/1,8	3,6/1,9
6	102	940	46	1,2	7/4,6	9/5	40/24	1,9/0,3	2,5/1,6	3/1
7	46	680	55	0,8	6,7/5	7,9/6,1	35/20	2,3/0,8	2,2/1,8	2,6/0,8
8	55	1000	30	1,0	7/4,6	7,5/5	20/15	2,1/0,7	2,5/1,6	3,6/1,9
9	85	800	34	0,7	5,5/3,3	8/4,6	30/17	1,9/0,3	2,2/1,8	3,1/0,8
10	57	930	52	1,2	6,7/4,7	7,5/5	40/24	1,9/0,3	0,8/0,4	3,2/1,5
11	102	640	50	0,9	7/4,6	7,9/6,1	18/13	2/0,5	2,2/1,8	2,8/1,3

12	75	1020	43	1,0	7/4,6	9/3,4	30/17	1,9/0,3	2,5/1,6	3/1
13	79	830	60	0,8	7/4,6	9/5	35/20	2,3/0,8	0,7/0,3	3,6/1,9
14	80	650	45	1,2	6,7/5	8/4,6	20/15	2,1/0,7	0,8/0,4	3,2/1,5
15	80	600	37	0,7	5,5/3,3	7,9/6,1	40/24	2,3/0,8	0,7/0,3	2,8/1,3

Приклад розрахунку Варіант 0

Біологічне погіршення якості ґрунтів:

$$K_6 = 1 - \frac{G_H \cdot L_H}{G_0 \cdot L_0} = 1 - \frac{4 \cdot 9}{8,9 \cdot 30} = 0,87$$

Коефіцієнт зміни агрохімічної якості ґрунту за фосфором, азотом, калієм та кислотністю:

$$K_u^P = \frac{K_{u\text{поруш}}^P}{K_{u\text{непоруш}}^P}$$

$$K_u^P = \frac{1,7}{2,1} = 0,81$$

$$K_u^N = \frac{0,3}{1,9} = 0,16$$

$$K_u^K = \frac{0,8}{3,4} = 0,24$$

$$K_u^{pH} = \frac{3,2}{7,5} = 0,43$$

Коефіцієнти погіршення агрохімічної якості ґрунту по фосфору, азоту, калію, кислотності:

$$K_a^P = 1 - K_u^P$$

$$K_a^P = 1 - 0,81 = 0,19$$

$$K_a^N = 1 - 0,16 = 0,84$$

$$K_a^K = 1 - 0,24 = 0,76$$

$$K_a^{pH} = 1 - 0,43 = 0,57$$

Погіршення агрохімічної якості насипного ґрунту за середнім коефіцієнтом погіршення агрохімічних якостей ґрунтів:

$$K_a = \frac{K_a^P + K_a^N + K_a^K + K_a^{pH}}{4}$$

$$K_a = \frac{0,19 + 0,84 + 0,76 + 0,57}{4} = 0,59$$

Обсяг зняття родючого шару ґрунту при відведенні території під зовнішні відвали:

$$V_{прс} = v_{вл} \cdot L_{фот} \cdot m_n \cdot K, \text{ м}^3$$

$$V_{прс} = 64 \cdot 545 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 42204,8 \text{ м}^3$$

Обсяг (маса) втраченого ґрунту з певної ділянки, т (м³);

$$V_n = \sum r_n \cdot V_{прс}, \text{ т}$$

$$V_n = 0,16 \cdot 42204,8 = 6752,8 \text{ т}$$

Маса (об'єм) різних порід, ґрунтів, що потрапили до ґрунту при його зберіганні, перевантаженні та нанесенні на сплановані відвали, т (м³);

$$\sum B_i = V_{\text{прс}} \cdot N_{\text{зп}}, \text{ т}$$

$$\sum B_i = 42204,8 \cdot 0,08 = 3376,38 \text{ т}$$

Коефіцієнт засмічення ґрунтів:

$$K_p = \frac{\sum B_i}{V_{\text{прс}} - V_n}$$

$$K_p = \frac{3376,38}{42204,8 - 6752,8} = 0,1$$

Економічні збитки, що виникають внаслідок порушення ґрунтового покриву при його виведенні з агропромислового використання:

$$Y_{\text{нцп}} = Q \cdot K_b \cdot K_a \cdot K_p \cdot S, \text{ грн/рік}$$

$$Y_{\text{нцп}} = 80000 \cdot 0,87 \cdot 0,59 \cdot 0,1 \cdot 70 = 287448 \text{ грн/рік}$$

Збитки від втрат ґрунту при знятті, транспортуванні, складуванні, зберіганні ґрунтів на територіях, що рекультивуються:

$$Y_{\text{пп}} = N_{\text{пот}} \cdot S \cdot m_n \cdot C_n \cdot 10, \text{ грн/рік}$$

$$Y_{\text{пп}} = 0,15 \cdot 70 \cdot 1,1 \cdot 1800 \cdot 10 = 207900 \text{ грн/рік}$$

Економічна оцінка збитків, спричинених порушенням ґрунтів у результаті гірничих робіт:

$$Y_{\text{нп}} = Y_{\text{пп}} + Y_{\text{нцп}}, \text{ грн/рік}$$

$$Y_{\text{нп}} = 287448 + 207900 = 495348, \text{ грн/рік}$$

Відповідь: таким чином, розмір збитків від порушення ґрунтів гірничими роботами становить 495348 грн/рік.



ПРАКТИЧНА РОБОТА 4

РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ ЗЕМЕЛЬНОГО ВІДВОДУ ПРИ ВІДКРИТОМУ СПОСОБІ ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Мета: Опанувати методику визначення площі земельного відводу при відкритому способі видобутку корисних копалин.

Тривалість: 4 години

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями, проаналізувати їх.
2. Провести розрахунки з визначення площі земельного та гірничого відводів при відкритому способі видобутку корисних копалин.

Земельний відвід гірничого підприємства – це земельна ділянка, надана підприємству у користування або власність для розміщення всіх його об'єктів (кар'єрів, шахт, відвалів, хвостосховищ, допоміжних споруд, комунікацій тощо), відповідно до меж гірничого відводу та затвердженого проєкту землеустрою.

Площа земельного відводу кар'єру залежить від комплексу технічних, технологічних, природних і санітарно-захисних факторів. Основні з них:

- площа та форма родовища;
- система розкриття та розробки кар'єру;
- кут укосу бортів кар'єру (чим пологіші укоси, тим більша площа);
- кількість розкривних порід (відвали) та площа, яка необхідна для складування породи та хвостів збагачення;
- площа допоміжних об'єктів (дороги, залізничні колії, промислові майданчики, склади, ремонтні бази, лінії електропередач, трубопроводи);
- площа санітарно-захисних та охоронних зон;
- необхідність резервування території для подальшого відновлення земель.

Таким чином, при відкритому способі видобутку корисних копалин земельний відвод кар'єру зазвичай охоплює території, зайняті безпосередньо гірничими роботами в межах проєктного контуру кар'єру, капітальними траншеями, зовнішніми відвалами розкривних порід, ділянками знятого ґрунтового-рослинного шару з порушених земель, а також площами, призначеними для розміщення наземних об'єктів і комунікацій.

Площа земельного відводу на момент закінчення будівництва кар'єру (без урахування площі поверхового комплексу кар'єру та санітарно-захисної зони) визначається за формулою:

$$S_{зв.стр} = \frac{S_{к.т.} + S_{р.т.} + S_{з.в.} + S_{прс}}{K_b}, \text{ га} \quad (4.1)$$

де $S_{к.т.}$ – площа капітальної траншеї, м²;

$S_{р.т.}$ – площа розрізної траншеї, м²;

$S_{з.в.}$ – площа зовнішнього відвалу гірничо-будівельної розтину, м²;

$S_{прс}$ – площа складу родючого шару ґрунту, м²;

K_b – коефіцієнт використання земельного відводу; $K_b = 0,8-0,9$.

Площа капітальної траншеї на рівні денної поверхні визначається за формулою:

$$S_{к.т.} = B_T + H_T \cdot ctg\alpha_T \cdot \left(\frac{H_T}{i} \cdot 10^{-4}\right), \text{ га} \quad (4.2)$$

де H_T – глибина траншеї, м;

B_T – ширина дна траншеї, м; $B_T = 20-40$ м;

α_T – середній кут укосів бортів траншеї, град; $\alpha_T = 30-50$;

i – поздовжній ухил траншеї, град; $i = 10$ град.

Площа розрізної траншеї визначається за формулою:

$$S_{р.т.} = (B_p + H_k \cdot (ctg\gamma_p + ctg\gamma_n)) \cdot L_p \cdot 10^{-4}, \text{ га} \quad (4.3)$$

де B_p – ширина дна розрізної траншеї, м; $B_p = 30-80$ м;

H_k – глибина кар'єру на момент закінчення будівництва, м;

γ_p, γ_n – кут укосу відповідно робочого та неробочого бортів кар'єру, град;

L_p – довжина розрізної траншеї (м), яка визначається залежно від розмірів покладу та системи розробки, що застосовується:

- при суцільній поперечній системі:

$$L_p = B_3 + 2H_k \cdot ctg\gamma_n, \text{ м} \quad (4.4)$$

- при суцільній поздовжній системі:

$$L_p = L_3 + 2H_k \cdot ctg\gamma_n, \text{ м} \quad (4.5)$$

де B_3 – ширина покладу, м;

L_3 – довжина покладу, м.

Зовнішній відвал формується з порід гірничо-будівельної розтину від проведення капітальної та розрізної траншей. Тому площа земельних

ділянок, що виділяються під зовнішні відвали, залежить від обсягу гірничо-будівельної розкрити ($V_{гб}$) та висоти відвалу (H_B).

Площа зовнішнього відвалу визначається за формулою:

$$S_{з.в.} = \frac{10^{-4} \cdot V_{гб} \cdot K_p}{K_{от} \cdot H_B}, \text{ га} \quad (4.6)$$

де $V_{гб}$ – обсяг гірничо-будівельного розтину, м^3 .

K_p – коефіцієнт розпушення розкритих порід у відвалі; $K_p=1,2-1,3$;

H_B – середня висота зовнішніх відвалів гірничо-будівельного розтину, м;

$K_{от}$ – коефіцієнт, що враховує відкосу частину відвалу; $K_{от}=0,8-0,9$.

Знятий родючий шар ґрунту в період будівництва кар'єру зазвичай складається у тимчасовий ґрунтовий штабель (склад) для подальшого використання при рекультивації порушених земель або для землевання малопродуктивних земель.

Об'єм знятого родючого шару ґрунту:

$$V_p = h_r \cdot (1 - \delta) \cdot (S_{к.т.} + S_{р.т.} + S_{з.в.}) \cdot K_{рг} \cdot 10^4, \text{ м}^3 \quad (4.7)$$

де h_r – потужність шару ґрунту, що знімається, м; $h_r=0,2-1,2$ м;

$K_{рг}$ – коефіцієнт розпушування ґрунту на складі; $K_{рг}=1,05-1,1$;

δ – коефіцієнт, що враховує втрати при знятті ґрунту; $\delta=0,05-0,1$.

Площа, займана складом родючого шару ґрунту, визначається за формулою:

$$S_{прс.} = \frac{10^{-4} \cdot V_p \cdot K_{рг}}{H_{ск}}, \text{ га} \quad (4.8)$$

де $H_{ск}$ – висота складу, м; $H_{ск}=5-10$ м.

Площа земельного відводу на момент закінчення експлуатації кар'єру (без урахування санітарно-захисної зони) визначається за формулою:

$$S_{зв.зак} = \frac{K_{пр} \cdot (S_{к.т.} + S_{г.в.} + S_{з.в.} + S_{прс.})}{K_B}, \text{ га} \quad (4.9)$$

де $K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує площі відчужуваних земель поверхневим технологічним комплексом та іншими об'єктами, і дорівнює:

$K_{пр}=1,1-1,2$ – для вугільних розрізів;

$K_{пр}=1,2-1,25$ – для залізорудних кар'єрів;

$K_{пр}=1,25-1,35$ – для кар'єрів руд кольорових металів;

$S_{г.в.}$ – площа гірничого відводу видобувного підприємства, га.

Загальна площа поверхні зовнішнього відвалу, що рекультивується включає викладені поверхні відкосів і горизонтальні поверхні відвалу

(плато). Останні можуть бути використані для створення сільськогосподарських угідь.

Площа, придатна для сільськогосподарського напрямку рекультивації, визначається як:

$$S_{p.v.} = a \cdot b \cdot 10^{-4}, \text{ га} \quad (4.10)$$

де a та b – ширина та довжина плато відвалу, м.

Ширина та довжина плато відвалу визначається за формулами:

$$a = L_0 - 2H_B \cdot \text{ctg}\beta_0, \text{ м} \quad (4.11)$$

$$b = \frac{S_{з.в.} \cdot 10^4}{L_0 - 2H_B \cdot \text{ctg}\beta_0}, \text{ м} \quad (4.12)$$

де β_0 – стійкий (або викладений або терасований) кут укосу зовнішнього відвалу, град;

L_0 – довжина основи відвалу, м.

Завдання. Розрахувати площу земельного відводу залізорудного кар'єру на момент закінчення будівництва кар'єру та на момент закінчення експлуатації кар'єру. Визначити площу відводу, придатну для сільськогосподарського напрямку рекультивації. Вихідні дані для розрахунку наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку

№	H_T , м	V_3 , м	L_3 , м	H_K , м	γ_p , град	γ_n , град	$V_{гб}$, м ³	H_B , м	$S_{г.в.}$, га	L_0 , м	β_0 , град	Система розробки
0	75	1100	2000	85	50	25	325000	35	350	235	25	Суцільна поперечна
1	70	1450	2600	88	68	34	441000	40	320	245	32	Суцільна поздовжня
2	45	1600	2800	65	60	42	539000	30	500	240	20	Суцільна поперечна
3	45	1350	2100	65	70	36	457000	25	300	250	24	Суцільна поздовжня
4	75	1800	2550	95	58	28	434000	25	450	230	30	Суцільна поздовжня
5	55	1200	2900	75	78	45	434000	15	530	245	18	Суцільна поперечна
6	55	1650	2300	85	76	41	548000	30	250	230	34	Суцільна поздовжня
7	45	1850	2650	95	52	27	428000	25	420	245	20	Суцільна поперечна
8	60	1150	2200	80	77	27	646000	20	570	240	40	Суцільна поздовжня
9	50	1550	2850	90	66	38	530000	40	400	235	22	Суцільна поперечна
10	60	1750	2400	70	80	44	527000	20	550	240	35	Суцільна поздовжня

11	50	1300	3000	80	56	30	451000	30	600	255	28	Суцільна поздовжня
12	70	1500	2700	100	79	43	632000	15	390	235	38	Суцільна поперечна
13	50	1900	2150	90	72	40	544000	35	520	250	26	Суцільна поздовжня
14	65	1400	2750	95	65	32	652000	20	440	230	36	Суцільна поздовжня
15	65	1700	2500	85	74	43	436000	35	370	255	30	Суцільна поперечна

Приклад розрахунку

1. Площа капітальної траншеї:

$$S_{к.т.} = B_T + H_T \cdot ctg\alpha_T \cdot \left(\frac{H_T}{i} \cdot 10^{-4}\right), \text{га}$$

$$S_{к.т.} = 20 + 75 \cdot ctg35 \cdot \left(\frac{75}{10} \cdot 10^{-4}\right) = 1,6 \text{ га}$$

2. Довжина розрізної траншеї при суцільній поперечній системі розробки:

$$L_p = B_3 + 2H_K \cdot ctg\gamma_H = 1100 + 2 \cdot 85 \cdot ctg25 = 1464,7 \text{ м}$$

3. Площа розрізної траншеї:

$$S_{р.т.} = (B_p + H_K \cdot (ctg\beta_p + ctg\gamma_H)) \cdot L_p \cdot 10^{-4}, \text{га}$$

$$S_{р.т.} = (40 + 85 \cdot (ctg50 + ctg25)) \cdot 1464,7 \cdot 10^{-4} = 43 \text{ га}$$

4. Площа зовнішнього відвалу:

$$S_{з.в.} = \frac{10^{-4} \cdot V_{гб} \cdot K_p}{K_{от} \cdot H_B} = \frac{10^{-4} \cdot 325000 \cdot 1,2}{0,8 \cdot 35} = 1,39 \text{ га}$$

5. Об'єм знятого родючого шару ґрунту:

$$V_p = h_T \cdot (1 - \delta) \cdot (S_{к.т.} + S_{р.т.} + S_{з.в.}) \cdot K_{рг} \cdot 10^4, \text{м}^3$$

$$V_p = 0,8 \cdot (1 - 0,07) \cdot (1,6 + 43 + 1,39) \cdot 1,05 \cdot 10^4 = 359273,9 \text{ м}^3$$

6. Площа, займана складом родючого шару ґрунту:

$$S_{прс.} = \frac{10^{-4} \cdot V_p \cdot K_{рг}}{H_{ск}} = \frac{10^{-4} \cdot 359273,9 \cdot 1,05}{5} = 7,54 \text{ га}$$

7. Площа земельного відводу на момент закінчення будівництва кар'єру:

$$S_{зв.стр} = \frac{S_{к.т.} + S_{р.т.} + S_{з.в.} + S_{прс.}}{K_B} = \frac{1,6 + 43 + 1,39 + 7,54}{0,8} = 67 \text{ га}$$

8. Площа земельного відводу на момент закінчення експлуатації кар'єру:

$$S_{зв.зак} = \frac{K_{пр} \cdot (S_{к.т.} + S_{г.в.} + S_{з.в.} + S_{прс})}{K_{в}} = \frac{1,25 \cdot (1,6 + 350 + 1,39 + 7,54)}{0,8} \\ = 563,3 \text{ га}$$

9. Ширина та довжина плато відвалу:

$$a = L_0 - 2H_0 \cdot ctg\beta_0 = 235 - 2 \cdot 35 \cdot ctg25 = 85 \text{ м} \\ b = \frac{S_{з.в.} \cdot 10^4}{L_0 - 2H_0 \cdot ctg\beta_0} = \frac{1,39 \cdot 10^4}{235 - 2 \cdot 35 \cdot ctg25} = 163,5, \text{ м}$$

9. Площа, придатна для сільськогосподарського напряму рекультивації:

$$S_{р.в.} = a \cdot b \cdot 10^{-4} = 85 \cdot 163,5 \cdot 10^{-4} = 1,39 \text{ га}$$



ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

ОБЧИСЛЕННЯ КІЛЬКОСТІ ПИЛОВИХ ВИКИДІВ З ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ

Мета: Визначити кількісні показники утворення та викиду пилу з породного відвалу для оцінки його впливу на довкілля.

Тривалість: 4 години

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями, проаналізувати їх.
2. Провести розрахунки з визначення кількісних показників утворення та викиду пилу з породного відвалу для оцінки його впливу на довкілля.

Вагомими джерелами пилогазового забруднення атмосфери є породні відвали, які можуть мати конічну, хребтову або плоску форму.

У відвалах вугільних шахт міститься значна частка вугілля (5–20%), піриту (до 10%) та сірки (5% і більше).

Забруднення повітря виникає внаслідок ерозії, процесів окиснення та самозаймання породи, що призводить до виділення з поверхні відвалів значної кількості пилу, газоподібних продуктів і диму. Такі відвали належать до неорганізованих джерел викидів на гірничому підприємстві. Для зменшення їх впливу на довкілля важливим є проведення заходів з рекультивації їх поверхні.

Обсяг викидів твердих частинок визначається сумарно: під час розвантаження породи з транспорту, при формуванні відвалу та внаслідок вітрового здування пилових частинок.

$$M_{от} = M_{п} + M_{ф} + M_{зд}, \text{ т/рік} \quad (5.1)$$

де $M_{п}$ – кількість твердих частинок, що виділяються під час розвантаження транспортного засобу, т/рік;

$M_{ф}$ – кількість твердих частинок, що виділяються під час формування породного відвалу, т/рік;

$M_{зд}$ – кількість твердих частинок, що здуваються з поверхні нерекультивованого породного відвалу, т/рік.

Кількість твердих частинок, що виділяються під час розвантаження транспортного засобу визначається за формулою:

$$M_{п} = q_{п} \cdot V_e \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік} \quad (5.2)$$

де $q_{п}$ – питома кількість пилу, що утворюється під час розвантаження породної маси, г/т; $q_{п} = 0,32$ г/т;

V_e – кількість матеріалу, що вивантажується, м³/рік;
 ρ – щільність гірничої породи, т/м³;
 K_1 – коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу (табл. 5.3);
 K_2 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 5.4);
 K_3 – коефіцієнт, що враховує висоту розвантаження (табл. 5.5).

Кількість матеріалу, що вивантажується:

$$V_e = (3,6 \cdot E \cdot \frac{K_H}{t_{\text{ц}}}) \cdot T_{\text{Г}} \cdot 10^3, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (5.3)$$

де E – місткість ковша екскаватора, м³;
 K_H – коефіцієнт наповнення ковша, $K_H = 0,9$;
 $t_{\text{ц}}$ – час циклу екскаватора в породі IV категорії, з (табл. 5.1);
 $T_{\text{Г}}$ – чистий час роботи екскаватора протягом року (табл.5.2), год;

Кількість твердих частинок, що виділяються при формуванні відвалу екскаватором:

$$M_{\phi}^{\text{екс.}} = q_e \cdot V_e \cdot N_e \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік} \quad (5.4)$$

де q_e – питоме виділення твердих частинок (пилу) з 1 м³ відвантаженого (перевантаженого) матеріалу, г/м³; для розрахунків прийняти $q_e = 6,3$ г/м³;

N – кількість екскаваторів, що працює на відвалі.

де q_e – питоме виділення твердих частинок (пилу) з 1 м³ відвантаженого (перевантаженого) матеріалу, г/м³; для розрахунків прийняти $q_e = 6,3$ г/м³;

N – кількість екскаваторів, що працює на відвалі.

Таблиця 5.1 – Час циклу $t_{\text{ц}}$ екскаватора

Місткість ковша, м ³	5	8	10	12,5	15	25
Час циклу, с	25	26	38	32	50	30

Таблиця 5.2 – Чистий час роботи екскаватора протягом року

Місткість ковша, м ³	2,5-5	8-10	12,5	15	25
Кількість робочих годин	800	780	770	730	680

Таблиця 5.3 – Коефіцієнт K_1 , що враховує вологість матеріалу

Вологість матеріалу, W, %	до 0,5	0,6-1	1,1-3	3,1-5	5,1-7	7,1-8	8,1-9	9,1-10	>10
K_1	2	1,5	1,3	1,2	1	0,7	0,3	0,2	0,1

Таблиця 5.4 – Коефіцієнт K_2 , що враховує швидкість вітру

Швидкість вітру, V_B , м/с	до 2	2,1-5	5,1-7	7,1-10	10,1-12	12,1-14	14,1-16
K_2	1	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,6

Таблиця 5.5 – Коефіцієнт K_3 , що висоту розвантаження

Висота розвантаження, h , м	0,5	1,0	1,5	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
K_3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5

Обсяг твердих частинок, що утворюються під час формування відвалу за допомогою бульдозера:

$$M_{\text{ф}}^{\text{бул}} = q_{\text{бул}} \cdot V_{\text{бул}} \cdot N_{\text{бул}} \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік} \quad (5.5)$$

де $q_{\text{бул}}$ – питоме утворення твердих частинок на 1 тону породи, що переміщується бульдозером у відвал (г/т). Величина $q_{\text{бул}}$ визначається міцністю породи та типом бульдозера, що застосовується при формуванні відвалу. Для розрахунків прийняти $q_{\text{бул}} = 1,3$ г/т;

$V_{\text{бул}}$ – кількість породи, що подається бульдозером у відвал, м³/рік; $V_{\text{бул}} = V_e$;

$N_{\text{бул}}$ – кількість бульдозерів, що працює на відвалі, шт.

Масу твердих частинок, що видуються з поверхні породного відвалу, обчислюють за формулою:

$$M_{\text{зд}} = 86,4 \cdot q_{\text{зд}} \cdot S_0 \cdot \gamma \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot (365 - T_{\text{сп}}) \cdot (1 - \eta), \text{ т/рік} \quad (5.6)$$

де $q_{\text{зд}}$ – питоме здування твердих частинок з пилу поверхні відвалу; $q_{\text{зд}} = 0,1 \cdot 10^{-6}$ кг/(м²·с);

S_0 – площа поверхні відвалу, що пилить, м²;

γ – коефіцієнт подрібнення гірничої маси; $\gamma = 0,1$;

K_4 – коефіцієнт, що враховує ефективність здування твердих частинок з відвалу; для діючого породного відвалу $K_4 = 1$;

$T_{\text{сп}}$ – середньорічна кількість днів із стійким сніговим покривом. Для умов східної та південної частини України $T_{\text{сп}} = 30$ днів.

η – ефективність засобів пилопригнічення (табл. 5.6). Якщо на відвалі не застосовуються засоби пилопригнічення, то $\eta = 0$.

Таблиця 5.6 – Ефективність застосування способів пригнічення пилу

Спосіб пилопригнічення	Ефективність, η
Зрошення автошляхів водою	0,65-0,9
Зрошення автошляхів зв'язуючими	0,90-0,98

Інтенсивність виділення пилу з породних відвалів визначається за формулою:

$$g_{\text{від}} = M^{\text{п}} + M^{e(\text{бул})} + M^{\text{зд}}, \text{ г/с} \quad (5.7)$$

де $M^{\text{п}}$ – інтенсивність утворення пилу під час вивантаження матеріалів із транспортних засобів, г/с;

$M^{e(\text{бул})}$ – інтенсивність утворення пилу під час формування відвалу екскаватором або бульдозером, г/с;

$M^{\text{зд}}$ – інтенсивність утворення пилу, що здувається з поверхні відвалу, г/с.

Інтенсивність утворення пилу під час вивантаження матеріалів із транспортних засобів:

$$M^{\text{п}} = \frac{q_{\text{п}} \cdot V_{e/\text{год}} \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{3600}, \text{ г/с} \quad (5.8)$$

де $V_{e/\text{год}}$ – кількість вивантаженого матеріалу, м³/год.;

$$V_{e/\text{год}} = \frac{V_e}{T_{\Gamma}}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.9)$$

Інтенсивність утворення пилу під час формування відвалу екскаватором або бульдозером:

$$M^e = \frac{q_e \cdot V_{e/\text{год}} \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2}{3600}, \text{ г/с} \quad (5.10)$$

Інтенсивність утворення пилу при формуванні відвалу бульдозером:

$$M^{\text{бул}} = \frac{q_{\text{бул}} \cdot V_{e/\text{год}} \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2}{3600}, \text{ г/с} \quad (5.11)$$

Інтенсивність викиду пилу, що здувається з поверхні відвалу:

$$M^{\text{зд}} = q_{\text{зд}} \cdot S_0 \cdot \gamma \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot (1 - \eta) \cdot 10^3, \text{ г/с} \quad (5.12)$$

Завдання. Обчислити інтенсивність емісії та сумарну масу твердих частинок, що надходять в атмосферу з діючого породного відвалу. Вихідні дані для розрахунків наведено в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Вихідні дані для розрахунків

№	S _o , м ²	Вид техніки	N _e (N _{бул}), ШТ	E, м ³	V _в , м/с	W, %	ρ, т/м ³	h, м	Спосіб пилопригнічення
0	1500	екскаватор	7	10	4,8	3,5	2,4	2	Без пилопригнічення
1	2300	бульдозер	4	5	6,5	9,4	2,1	5	Зрошення автошляхів водою
2	3000	бульдозер	2	12,5	3,8	3,4	2,3	3	Зрошення автошляхів зв'язуючими
3	2200	екскаватор	5	5	4,3	8,3	2,7	2	Зрошення автошляхів водою
4	2850	екскаватор	3	12,5	4,9	2,3	1,5	3	Без пилопригнічення
5	2900	екскаватор	3	12,5	3,2	7,2	2,0	4	Зрошення автошляхів зв'язуючими
6	2700	бульдозер		10	5,0	2,8	2,4	2	Без пилопригнічення
7	2950	екскаватор	22	8	5,4	1,1	1,7	4	Зрошення автошляхів зв'язуючими
8	2400	екскаватор	2	10	6,1	8,2	2,2	3	Зрошення автошляхів водою
9	3100	бульдозер	3	8	8,3	6,1	2,9	4	Без пилопригнічення
10	2600	екскаватор	5	5	7,6	4,6	1,9	2	Зрошення автошляхів зв'язуючими
11	2750	бульдозер	3	12,5	9,4	5,0	2,8	3	Зрошення автошляхів водою
12	3050	екскаватор	4	8	7,2	1,7	1,8	4	Без пилопригнічення
13	2500	бульдозер	4	10	8,7	5,8	2,5	5	Зрошення автошляхів зв'язуючими
14	2650	бульдозер	4	5	10,1	3,9	1,6	2	Зрошення автошляхів водою
15	2800	екскаватор	5	8	9,8	7,0	2,6	2	Без пилопригнічення

Приклад розрахунку

1. Кількість матеріалу, що вивантажується:

$$V_e = (3,6 \cdot E \cdot \frac{K_H}{t_c}) \cdot T_r \cdot 10^3, \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$V_e = (3,6 \cdot 10 \cdot \frac{0,9}{38}) \cdot 780 \cdot 10^3 = 665,05 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{рік}$$

2. Кількість твердих частинок, що виділяються під час розвантаження транспортного засобу:

$$M_{\Pi} = q_{\Pi} \cdot V_e \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік}$$

$$M_{\Pi} = 0,32 \cdot 665,05 \cdot 10^3 \cdot 2,4 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,7 \cdot 10^{-6} = 0,51 \text{ т/рік}$$

3. Обсяг твердих частинок, що утворюються під час формування відвалу за допомогою бульдозера:

$$M_{\Phi}^{\text{екс.}} = q_e \cdot V_e \cdot N_e \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot 10^{-6}, \text{ т/рік}$$

$$M_{\phi}^{\text{екс.}} = 6,3 \cdot 665,05 \cdot 10^3 \cdot 7 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 42,2 \text{ т/рік}$$

4. Маса твердих частинок, що видуюються з поверхні породного відвалу:

$$M_{\text{зд}} = 86,4 \cdot q_{\text{зд}} \cdot S_0 \cdot \gamma \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot (365 - T_{\text{сп}}) \cdot (1 - \eta), \text{ т/рік}$$

$$M_{\text{зд}} = 86,4 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 1500 \cdot 0,1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (365 - 30) \cdot (1 - 0) = 0,63, \text{ т/рік}$$

5. Інтенсивність утворення пилу під час вивантаження матеріалів із транспортних засобів:

$$M^{\text{п}} = \frac{q_{\text{п}} \cdot V_{\text{е/год}} \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3}{3600}, \text{ г/с}$$

$$M^{\text{п}} = \frac{0,32 \cdot \frac{665,05 \cdot 10^3}{780} \cdot 2,4 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,7}{3600} = 0,18 \text{ г/с}$$

6. Інтенсивність утворення пилу під час формування відвалу екскаватором або бульдозером:

$$M^{\text{е}} = \frac{q_{\text{е}} \cdot V_{\text{е/год}} \cdot \rho \cdot K_1 \cdot K_2}{3600}, \text{ г/с}$$

$$M^{\text{е}} = \frac{6,3 \cdot \frac{665,05 \cdot 10^3}{780} \cdot 2,4 \cdot 1,2 \cdot 1,2}{3600} = 57,46 \text{ г/с}$$

7. Інтенсивність викиду пилу, що здувається з поверхні відвалу:

$$M^{\text{зд}} = q_{\text{зд}} \cdot S_0 \cdot \gamma \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_4 \cdot (1 - \eta) \cdot 10^3, \text{ г/с}$$

$$M^{\text{зд}} = 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot 1500 \cdot 0,1 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot (1 - 0) \cdot 10^3 = 0,037 \text{ г/с}$$

8. Обсяг викиду твердих часток з поверхні породного відвалу, що діє:

$$M_{\text{от}} = 0,51 + 42,2 + 0,63 = 43,34 \text{ т/рік}$$



ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

РОЗРАХУНОК КРИТИЧНОГО РАДІУСА «БІОХІМІЧНОГО РЕАКТОРА» У ПОРОДНИХ ВІДВАЛАХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Мета: опанувати методику визначення критичного радіуса «біохімічного реактора», перевищення якого спричиняє процес самозаймання відвальної маси.

Тривалість: 4 години

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з методикою розрахунку «біохімічного реактора».
2. Розрахувати критичний радіус «біохімічного реактора» у породному відвалі шахти.
3. Дати відповіді на контрольні питання.

Самозаймання породних відвалів вугільних шахт є наслідком інтенсивного біохімічного окиснення сульфідів заліза (переважно піриту FeS_2), яке супроводжується виділенням значної кількості тепла. Основним каталізатором цього процесу виступають залізоокислювальні бактерії, зокрема вид *Thiobacillus ferrooxidans*, що активно розмножуються у вологому середовищі відвалу.

У нормальних умовах підвищення температури не відбувається, оскільки тепловіддача у навколишнє середовище переважає над тепловиділенням, яке генерується у ході біохімічних реакцій. Така рівновага зберігається доти, доки обсяг вологої маси породи, що містить активні мікроорганізми (умовно званий «біохімічним реактором»), не досягне певної критичної величини.

Причина цього полягає у геометричній залежності між розміром реакційної зони та співвідношенням тепловиділення і тепловіддачі. При збільшенні радіуса сферичної ділянки відвалу:

- об'єм, де відбувається реакція і генерується тепло, зростає пропорційно кубу радіуса (R^3);
- площа поверхні, через яку відбувається відведення тепла, збільшується лише пропорційно квадрату радіуса (R^2);

Це означає, що зі зростанням розмірів «біохімічного реактора» питома інтенсивність охолодження зменшується, тоді як тепловиділення збільшується набагато швидше. Існує певний критичний радіус, при якому кількість тепла, що виділяється, дорівнює кількості тепла, що відводиться. Якщо цей радіус перевищено, тепловіддача не встигає за тепловиділенням, у результаті чого температура в центрі реакційної зони поступово підвищується.

З підвищенням температури:

- зростає швидкість окислювальних реакцій (за правилом Вант-Гоффа приблизно у 2–3 рази при кожному підвищенні температури на 10°C);

- активізується діяльність мікроорганізмів, що додатково прискорює реакцію.

Цей позитивний зворотний зв'язок призводить до прогресуючого нагрівання породи, формування гарячих точок у товщі відвалу і, зрештою, до самозаймання. Після досягнення критичної температури відбувається спалах, і далі процес підтримується вже за рахунок екзотермічного горіння вуглецевмісних компонентів породи.

Тепловиділення Q_1 у породах відвалів вугільних шахт визначається за формулою:

$$Q_1 = g_k \cdot K_B \cdot N_0 \cdot V \cdot \varepsilon, \quad (6.1)$$

де g_k – тепловиділення на 1 моль O_2 , що приєднується в ході окислювання піриту. Величина g_k розрахована експериментально і складає 347,1 кдж/моль;

K_B – константа швидкості реакції, що активується мікроорганізмами, сек⁻¹;

N_0 – концентрація O_2 на поверхні гірської породи, моль/м³;

V – обсяг «біохімічного реактора», м³;

ε – коефіцієнт пористості гірської породи.

Потужність тепловіддачі з поверхні «біохімічного реактора» Q_2 при постійній швидкості складає:

$$Q_2 = \delta \cdot v \cdot S \quad (6.2)$$

де δ – інтенсивність випаровування води, кг/м²с;

v – питома теплота випаровування води, Дж/кг;

S – площа оголення біохімічного реактора, м²;

Критичною вважається ситуація, при якій тепловиділення Q_1 стає рівним тепловіддачі Q_2 , тобто

$$g_k \cdot K_B \cdot N_0 \cdot V \cdot \varepsilon = \delta \cdot v \cdot S \quad (6.3)$$

Підставимо значення V і S для реактора сферичної форми:

$$\frac{4 \cdot g_k \cdot K_B \cdot N_0}{3 \cdot \pi \cdot R^3} \cdot \varepsilon = \delta \cdot v \cdot 4\pi R^2 \quad (6.4)$$

Після перетворення, формула, для визначення критичного радіуса «біохімічного реактора» у породних відвалах вугільних, має наступний вигляд:

$$R = \frac{3\delta \cdot \nu}{g_k \cdot K_B \cdot N_0 \cdot \varepsilon} \quad (6.5)$$

Значення $g_k = 347,1$ кДж/моль. Експериментально розраховано також добуток $K_B \cdot N_0$, який становить $94 \cdot 10^{-6}$ моль/м³с. Постійним є також значення $\nu = 2444$ кДж/кг.

Таким чином, для розрахунку критичного радіуса «біохімічного реактора» R необхідні конкретні значення інтенсивності випаровування вологи з поверхні (δ) і коефіцієнт пористості гірничої породи (ε).

Завдання. Розрахувати критичний радіус «біохімічного реактора» у породному відвалі шахти. Інтенсивність випаровування вологи з поверхні та коефіцієнт пористості відвальної породи наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку радіуса «біохімічного реактора» у породному відвалі шахти

Варіант	Інтенсивність випаровування вологи з поверхні, кг/м ² с	Коефіцієнт пористості породи	Варіант	Інтенсивність випаровування вологи з поверхні, кг/м ² с	Коефіцієнт пористості породи
1	$0,3 \cdot 10^{-6}$	0,3	9	$0,63 \cdot 10^{-5}$	0,4
2	$0,41 \cdot 10^{-5}$	0,42	10	$0,54 \cdot 10^{-5}$	0,75
3	$0,5 \cdot 10^{-5}$	0,5	11	$0,57 \cdot 10^{-5}$	0,51
4	$0,55 \cdot 10^{-5}$	0,31	12	$0,68 \cdot 10^{-5}$	0,4
5	$0,6 \cdot 10^{-5}$	0,6	13	$0,42 \cdot 10^{-5}$	0,64
6	$0,75 \cdot 10^{-5}$	0,62	14	$0,64 \cdot 10^{-5}$	0,3
7	$0,49 \cdot 10^{-5}$	0,53	15	$0,71 \cdot 10^{-5}$	0,29
8	$0,38 \cdot 10^{-5}$	0,7	16	$0,56 \cdot 10^{-5}$	0,73

Контрольні питання

1. Яка причина самозаймання породного відвалу?
2. Які бактерії приймають участь у горінні породного відвалу?
3. За якою формулою визначається тепловиділення у породах відвалів вугільних шахт?
4. До чого призводить підвищення температури в центрі реакційної зони породного відвалу?
5. Яка ситуація є критичною при горінні породного відвалу?



ПРАКТИЧНА РОБОТА 7

РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ ПОВЕРХНІ КОНІЧНОГО ТА ПЛОСКОГО ВІДВАЛІВ

Мета: опанувати методику визначення площі поверхні відвалів конічної і плоскої форми.

Тривалість: 4 години

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з видами породних відвалів.
2. Розрахувати площі поверхні конічного і плоского відвалів.
3. Дати відповіді на контрольні питання.

Об'єкти рекультивації за морфологічними ознаками поділяють переважно на два основних типи: акумулятивні та денудаційні форми.

Акумулятивні форми – це позитивні елементи рельєфу, тобто підвищення, що виступають над загальною поверхнею землі. Найхарактерніший приклад – різні типи відвалів гірничих порід, які утворюються внаслідок накопичення розкритих або відпрацьованих матеріалів.

Денудаційні форми – навпаки, негативні елементи рельєфу, що являють собою поглиблення або виїмки у літосфері. До них належать насамперед кар'єри після видобутку корисних копалин, а також зони просідання, утворені внаслідок підземних гірничих робіт.

а) Конічні відвали

Це одна з найпоширеніших форм акумулятивних об'єктів. Конічний відвал формується в результаті багатократного відсипання породи з однієї верхньої точки без застосування автомобільного транспорту. Зазвичай використовується механізм подачі породи у вагонетках або скіпах, що підіймаються похилими рейками до вершини насипу. Після досягнення найвищої точки порода висипається та самопливом розподіляється вниз по схилах.

Повторення цієї операції численну кількість разів призводить до утворення відвалу, форма якого наближається до правильного конуса. Структура схилів у таких відвалах має характерні особливості:

- пологий хвостовий схил – це ділянка, по якій піднімалися вагонетки або скіпи;

- крутий лобовий схил – утворюється у напрямку зсипання породи.

У вугільних районах Донбасу подібні відвали відомі під назвою терикони (точніше – териконіки). Вони характерні для шахт, які видобувають корисні копалини з великих глибин. Подібні форми є типовими для регіонів із довготривалою історією підземного видобутку корисних копалин (рис. 7.1, а, б).



Рисунок 7.1 – Конічний відвал: а) профіль; б) план

б) Плоскі відвали

Цей тип відвалів формується за допомогою автомобільного транспорту, переважно великовантажних самоскидів, які доставляють породу на спеціально відведену територію. Після вивантаження породи її розрівнюють бульдозерами або іншою планувальною технікою, що надає відвалу характерного вигляду – з плоскою верхньою частиною.

У поперечному розрізі такий відвал має трапецієподібний профіль: широка основа і пологі або середньої крутизни схили, що забезпечують відносну стійкість масиву. У плані (вид зверху) плоскі відвали можуть мати різну конфігурацію залежно від технології відсипання та рельєфу місцевості – круглу, овальну, трикутну, прямокутну чи багатокутну (рис. 7.2 а, б).

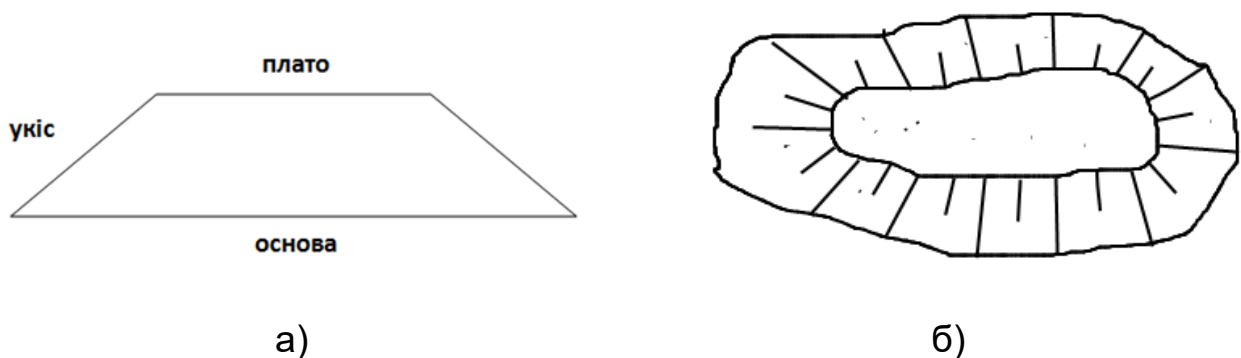


Рисунок 7.2 – Плоский відвал: а) профіль; б) вид зверху

Плоскі відвали найбільш характерні для відкритих гірничих робіт (кар'єрів), де обсяги розкривних порід дуже великі, і потрібне рівномірне їх розміщення на значних площах. Сьогодні подібна технологія іноді застосовується і при роботі вугільних шахт, що дозволяє знизити ризик ерозійних процесів і самозаймання породи, характерного для конічних відвалів.

Плоскі відвали також можуть утворюватися шляхом переформування раніше насипаних конічних териконів. Таке

вирівнювання виконується для підвищення стійкості масиву, зменшення схилових процесів, а також для підготовки поверхні до рекультивації.

в) Плоскі багатоярусні відвали

Такі відвали формуються за тією ж технологією, що й звичайні плоскі відвали, тобто за допомогою автотранспорту та планувальної техніки. Проте головна їхня відмінність – наявність кількох (зазвичай від двох до чотирьох) ярусів, розташованих один над одним.

Кожен ярус являє собою плоский відвал меншої площі та об'єму, який спирається на попередній, більший за розмірами. Завдяки цьому конструкція поступово звужується догори, утворюючи ступінчастий профіль, що нагадує піраміду або кілька трапецій, поставлених одна на одну (рис. 7.3 а, б).

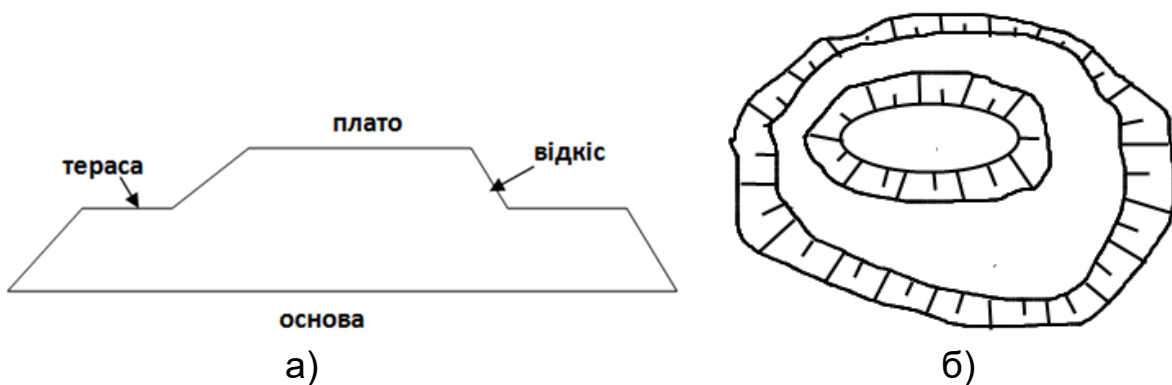


Рисунок 7.3 – Плоский двоярусний відвал: а) профіль; б) вид зверху

Ярусність застосовують при обмеженій площі, коли неможливо розмістити масив породи в один шар значної ширини. Кожен ярус має власну плоску поверхню, що може бути використана для технічних майданчиків, складування матеріалів або подальшої рекультивації. Така структура дозволяє підвищити стійкість відвалу порівняно з одним великим монолітним масивом, оскільки пологіші укоси нижніх ярусів зменшують ризик зсувів і ерозії.

г) Хребтоподібні відвали

Такі відвали найчастіше формуються на підприємствах із підземним (шахтним) способом видобутку корисних копалин. Вони є проміжним типом між конічними та плоскими відвалами, поєднуючи окремі риси обох форм. У поперечному профілі хребтоподібний відвал нагадує трапецію, проте замість горизонтального плато у верхній частині має вузький та піднятий гострий гребінь, схожий на «хребет», звідки і походить його назва.

У плані (вид зверху) форма таких відвалів зазвичай є неправильною: вони можуть бути витягнутими, криволінійними, зігнутими, з різними відгалуженнями. Це обумовлено способом транспортування та укладання породи, а також рельєфом місцевості. Хребтоподібні відвали зазвичай

утворюються в результаті поетапного відсіпання породи вздовж лінії транспортерів або шляхів руху самоскидів, що призводить до утворення видовжених структур із нерівномірною висотою.

Такі відвали можуть бути нестійкими при зволоженні чи дії ерозійних процесів, тому вимагають спеціальних заходів стабілізації: терасування, укріплення схилів, а також організації систем водовідведення для запобігання зсувам і розмивам.

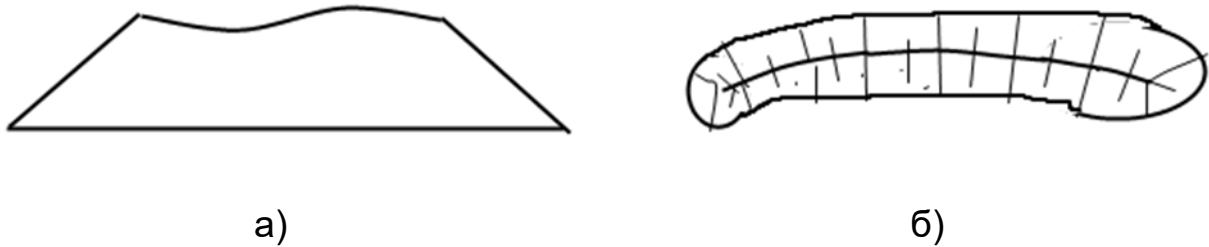


Рисунок 7.4 – Хребтовий відвал: а) профіль; б) вид зверху

При визначенні різних параметрів конічних і плоских відвалів виходять з того, що відвали першого типу являють собою круглі прямі конуси, а відвали другого типу – круглі прямі усічені конуси.

Розрахунок площі поверхні конічного відвала

При виконанні розрахунків площі використовують наступну формулу:

$$S_{\text{пов}} = \pi \cdot r \cdot l, \text{ м}^2 \quad (7.1)$$

де $S_{\text{пов}}$ – площа бічної поверхні конуса, м²;

r – радіус його основи, м;

l – утворююча, м.

У конічного відвала відповідно:

$S_{\text{пов}}$ – площа поверхні, м²;

r – радіус основи, м;

l – довжина укосу, м.

Довжину укосу конічного відвалу визначають за формулою:

$$l = \sqrt{r^2 + h^2}, \text{ м} \quad (7.2)$$

де h – висота конуса (відвала).



Розрахунок площі поверхні плоского відвала

Площа поверхні плоского відвала являє собою суму площ верхньої основи і бічної поверхні:

$$S_{\text{пов}} = S_{\text{в}} + S_{\text{б}}, \text{ м}^2 \quad (7.3)$$

де $S_{\text{в}}$ – площа верхньої основи плоского відвала, м^2 ;

$S_{\text{б}}$ – площа бічної поверхні плоского відвала, м^2 ;

Площа верхньої основи плоского відвала визначається за формулою:

$$S_{\text{в}} = \pi \cdot r^2, \text{ м}^2 \quad (7.4)$$

де r – радіус верхньої основи (плато);

Площа бічної поверхні плоского відвала визначається за формулою:

$$S_{\text{б}} = \pi \cdot l \cdot (R + r), \text{ м}^2 \quad (7.5)$$

де l – утворююча, м;

R – радіус нижньої основи відвала, м.

Довжину утворюючої породного відвала розраховують за формулою:

$$l = \sqrt{h^2 + (R - r)^2}, \text{ м} \quad (7.6)$$

де h – висота конуса, м.

Відвали звичайно не мають правильної геометричної форми, площа поверхні, що обчислюється, є приблизною. Її прийнято виражати в гектарах (з точністю до десятих часток). Для одержання більш точних значень площі й інших параметрів відвалів користаються спеціальними методиками.

Після переформування конічного відвала об'єм породи, що міститься в ньому, не змінюються, тому параметри переформованого відвала можна розрахувати, виходячи з рівності обсягів породи.

При розрахунках будь-яких параметрів відвала рекомендуються користатися його кресленням.

Завдання:

1. Визначити площу конічного породного відвала гірничого підприємства. Вихідні дані для розрахунку наведено в таблиці 7.1.

2. Визначити площу плоского породного відвала гірничого підприємства. Вихідні дані для розрахунку наведено в таблиці 7.2.

3. Визначити загальну площу поверхні відвала, якщо висота плоского породного відвала 38 м, площа плато 4,1 га, а площа основи у 2,7 рази більше за плато.

Таблиця 7.1 – Вихідні дані для розрахунку площі конічного породного відвалу

Варіант	Висота конічного відвалу, м	Площа основи, га	Варіант	Висота конічного відвалу, м	Площа основи, га
0	58	5,7	8	73	9,7
1	70	9,3	9	69	9,0
2	60	8,2	10	53	7,3
3	55	7,5	11	74	9,8
4	47	6,6	12	64	8,7
5	50	6,8	13	75	10,2
6	52	7,1	14	51	7,0
7	45	6,4	15	72	10,0

Таблиця 7.2 – Вихідні дані для розрахунку площі плоского породного відвалу

Варіант	Висота плоского відвалу, м	Площа плато, га	Площа основи, га
0	35	3,7	9,1
1	58	4,7	11,8
2	50	5,2	13,0
3	40	4,6	11,5
4	46	4,9	12,3
5	55	5,6	14,2
6	38	3,8	9,5
7	60	5,8	14,5
8	37	3,9	9,4
9	34	5,1	12,8
10	45	5,7	14,4
11	54	4,5	11,7
12	62	5,3	13,8
13	30	3,2	8,9
14	50	5,4	14,6
15	42	3,9	10,5

Приклад розрахунку Варіант 0

1. Визначення площі конічного породного відвалу:

$$S_{\text{пов}} = \pi \cdot r \cdot l$$



$$r = \sqrt{\frac{S_{\text{осн}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{57000}{3,14}} = 134,7 \text{ м}$$
$$l = \sqrt{r^2 + h^2} = \sqrt{134,7^2 + 58^2} = 146,7 \text{ м}$$
$$S_{\text{пов}} = 3,14 \cdot 134,7 \cdot 146,7 = 62048 \text{ м}^2$$

Таким чином, площа поверхні даного конічного відвала складає 62048 м², що становить 6,2 га.

2. Визначення площі плоского породного відвала:

$$S_{\text{пов}} = S_{\text{в}} + S_{\text{б}}$$
$$S_{\text{в}} = 3,7 \text{ га або } 37000 \text{ м}^2$$
$$S_{\text{б}} = \pi \cdot l \cdot (R + r)$$
$$l = \sqrt{h^2 + (R - r)^2}$$

Визначимо значення радіусів обох основ, виходячи з їхніх відомих площ:

$$R = \sqrt{\frac{S_{\text{осн}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{91000}{3,14}} = 170,2 \text{ м}$$
$$r = \sqrt{\frac{S_{\text{осн}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{37000}{3,14}} = 108,6 \text{ м}$$
$$l = \sqrt{35^2 + (170,2 - 108,6)^2} = 70,8 \text{ м}$$

Утворююча усіченого конуса l – це довжина відкосу плоского відвала. По величині l визначаємо площу бічної поверхні відвала:

$$S_{\text{б}} = \pi \cdot l \cdot (R + r) = 3,14 \cdot 70,8 \cdot (170,2 + 108,6) = 61980,6 \text{ м}^2 = 6,2 \text{ га.}$$
$$S_{\text{пов}} = 3,7 + 6,2 = 9,9 \text{ га.}$$

Таким чином, площа поверхні даного плоского відвала складає 9,9 га.

Контрольні питання

1. Які види породних відвалів існують.
2. У чому полягає відмінність формування різних типів породних відвалів.
2. Що таке терикони?
3. Чим відрізняються плоскі відвали від конічних?



ПРАКТИЧНА РОБОТА 8

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ПРИ ПРОВЕДЕНІ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ

Мета: дослідити та проаналізувати сучасні виклики, що виникають під час рекультивації порушених територій, та запропонувати можливі шляхи їх подолання.

Тривалість: 4 години

Порядок виконання роботи

1. Дослідити та проаналізувати сучасні виклики, що виникають під час рекультивації порушених територій
2. Дати відповіді на контрольні питання.

Рекультивація порушених територій є важливим процесом, спрямованим на відновлення екосистем та створення сприятливих умов для подальшого використання земель. Однак сучасні виклики у цій сфері ускладнюють ефективне виконання завдань.

Основні проблеми, які ускладнюють проведення рекультиваційних заходів поділено нашість категорій. Виділяють екологічні, економічні, соціальні, технічні, кліматичні та нормативно-правові виклики.

До екологічних викликів, які впливають на ефективність відновлення природного середовища, віднесено:

- наявність важких металів, радіонуклідів, залишків нафтопродуктів і пестицидів на деградованих ґрунтах, які значно ускладнюють процес рекультивації;
- необхідність проведення додаткових заходів з очищення та стабілізації забруднених територій;
- порушення природних екосистем призводить до зменшення видового різноманіття флори та фауни, а відновлення біорізноманіття потребує часу та значних ресурсів;
- відновлення естетичної та екологічної цінності територій потребує застосування сучасних технологій;
- великі обсяги породи, залишків видобутку та інших відходів гірництва створюють проблеми з їхньою утилізацією та повторним використанням, тому важливим є розробка інноваційних методів управління такого роду відходами;
- порушені території зазнають інтенсивної ерозії, що ускладнює процеси їхнього відновлення, тому під час проведення рекультиваційних робіт обов'язковим є використання ерозійно-стійких культур та захисних бар'єрів;
- гірничі роботи призводять до порушення водного балансу через зміни ландшафту та гідрологічних умов, тому рекультивація повинна



включати заходи зі збереження водних ресурсів і запобігання підтопленням.

Рекультивация порушених територій супроводжується значними економічними викликами, що впливають на ефективність та доцільність відновлювальних заходів. До економічних викликів віднесено:

- рекультивацийні роботи потребують значних інвестицій, що включають витрати на техніку, матеріали, оплату праці та інші ресурси тому недостатнє фінансування може призвести до неповного або неякісного відновлення територій;

- підприємства можуть не мати достатніх мотивацій для проведення рекультивации через відсутність податкових пільг або субсидій, у зв'язку з чим доцільним є розробка механізмів економічного стимулювання для заохочення відновлювальних робіт;

- рекультивацийні проекти часто мають тривалий період окупності, що може знижувати інтерес інвесторів, тому важливим є розробка стратегій, які б забезпечували швидше повернення вкладених коштів;

- проблеми з оформленням прав власності або користування на порушені землі можуть затримувати або унеможлиблювати рекультивацийні роботи, що вимагає удосконалення законодавчої бази для спрощення процедур;

- недостатня увага до економічної оцінки ефективності рекультивации може призвести до нераціонального використання ресурсів тому впровадження методик економічної оцінки сприятиме підвищенню ефективності відновлювальних заходів;

- обмеженість фінансових та матеріальних ресурсів може призводити до конкуренції між різними проектами, зокрема в умовах обмеженого бюджету, тому важливим є визначення пріоритетності проектів та оптимального розподілу ресурсів;


- недостатній контроль з боку державних органів може призводити до недотримання стандартів рекультивации, у зв'язку з чим важливим є посилення державного контролю та надання підтримки для забезпечення якісного відновлення територій.

Рекультивация порушених територій супроводжується низкою соціальних викликів, які впливають на місцеві громади та суспільство в цілому, до таких викликів віднесено:

- рекультивацийні роботи можуть вимагати переселення мешканців, що створює труднощі з адаптацією на новому місці тому забезпечення житлом та роботою переселених осіб є важливим аспектом соціальної політики;

- закриття гірничих підприємств призводить до втрати робочих місць, що спричиняє необхідність створення нових робочих місць та запровадження програм перекваліфікації для місцевого населення;

- недостатня поінформованість громадськості про плани рекультивации може викликати недовіру та опір тому залучення місцевих



громад до процесу прийняття рішень підвищить ефективність відновлювальних заходів;

- порушені території можуть містити об'єкти культурної та історичної цінності тому під час розробки проєктів рекультивації слід враховувати необхідність збереження таких об'єктів;

- зміни в довкіллі та способі життя можуть викликати стрес та інші психологічні проблеми у місцевих жителів, тому підтримка психологічного здоров'я населення є важливою складовою соціальної політики;

- необхідність підвищення рівня екологічної освіти та обізнаності серед населення щодо важливості рекультивації, у зв'язку з чим, проведення інформаційних кампаній та освітніх програм сприятиме кращому розумінню процесів відновлення.

До технічних викликів, які ускладнюють процес відновлення земель віднесено:

- порушені території часто мають нерівний рельєф, глибокі кар'єри та відвали, що ускладнює проведення рекультиваційних робіт, тому необхідність стабілізації укосів та запобігання зсувам вимагає застосування спеціалізованої техніки та технологій;

- на багатьох порушених територіях родючий шар ґрунту відсутній або значно деградований, що ускладнює відновлення рослинного покриву. Необхідність транспортування та нанесення родючого ґрунту з інших місць підвищує витрати та складність робіт;

- порушення природного водного балансу може призвести до підтоплень або, навпаки, до осушення територій, тому розробка дренажних систем та водорегулюючих споруд є складним інженерним завданням;

- кожна порушена територія має унікальні характеристики, що потребує індивідуального підходу до вибору технологій відновлення, тому відсутність універсальних рішень ускладнює стандартизацію та планування робіт;

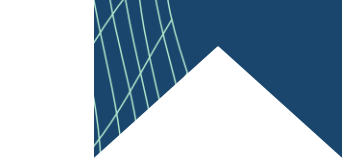
- рекультивація повинна враховувати наявну інфраструктуру, що може обмежувати вибір методів та технологій, це вимагає координацію з іншими проєктами та планами розвитку регіону, що створює додаткові складності.

На ефективність та стійкість відновлювальних заходів впливають і кліматичні фактори. До таких факторів віднесено:

- підвищення середніх температур може призводити до швидшого висихання ґрунтів, ускладнюючи відновлення рослинного покриву;

- екстремальні температурні коливання можуть пошкоджувати молоді насадження та знижувати їх виживаність;

- нерівномірний розподіл опадів, зокрема періоди посухи або інтенсивні зливи, може призводити до ерозії ґрунтів та ускладнювати їх стабілізацію;



- збільшення частоти та інтенсивності штормів, ураганів та інших екстремальних явищ може пошкоджувати інфраструктуру, створену під час рекультивації, такі явища можуть призводити до зсувів, обвалів та інших геоморфологічних змін на рекультивованих територіях;

- кліматичні зміни можуть впливати на рівень ґрунтових вод, що ускладнює планування та реалізацію меліоративних заходів, при цьому підвищення рівня ґрунтових вод може призводити до підтоплення, а зниження – до осушення територій;

- зміни клімату можуть сприяти поширенню інвазійних видів рослин та шкідників, які конкурують з місцевою флорою та фауною, ускладнюючи процес рекультивації;

- виникає необхідність підбору рослинних видів, стійких до нових кліматичних умов, що може обмежувати вибір та вимагати додаткових досліджень;

- кліматичні зміни можуть впливати на процеси розкладання органічної речовини, кругообіг поживних речовин та інші екосистемні функції, важливі для успішної рекультивації.

Рекультивація порушених територій в Україні регулюється низкою нормативно-правових актів, проте на практиці виникають певні виклики, що ускладнюють ефективне відновлення земель:

- не дивлячись на те, що існують основні закони, такі як Земельний кодекс України та Закон України "Про охорону земель", відсутність деталізованих підзаконних актів може призводити до неоднозначного тлумачення норм та ускладнювати їх застосування на практиці;

- немає узгодженої національної стратегії або програми, яка б визначала пріоритети, стандарти та методи рекультивації для різних типів порушених земель, що може призводити до неефективного використання ресурсів;


- механізми контролю за виконанням рекультиваційних робіт та відповідальність за їх невиконання або неякісне виконання не завжди є ефективними, що може призводити до затягування процесів відновлення;

- відсутність чітких механізмів фінансування рекультиваційних заходів, зокрема недостатнє бюджетне фінансування та обмежений доступ до альтернативних джерел фінансування, стримує реалізацію необхідних робіт;

- процедури, пов'язані з розробкою та затвердженням проектів землеустрою для рекультивації, можуть бути бюрократично складними та тривалими, що затримує початок відновлювальних робіт;

- недостатня кількість економічних стимулів для підприємств, які здійснюють рекультивацію, може знижувати їх мотивацію до якісного виконання відновлювальних заходів;

- відсутність належної координації між різними державними органами та відомствами може призводити до дублювання функцій або, навпаки, до прогалин у регулюванні процесу рекультивації.



Для подолання цих викликів необхідно вдосконалити нормативно-правову базу, розробити єдину національну стратегію рекультивації, спростити процедури землеустрою, забезпечити належний контроль та фінансування, а також створити стимули для підприємств, що займаються відновленням порушених територій.

Розв'язання цих викликів вимагає комплексного підходу, який включає застосування сучасних технологій, інтеграцію наукових знань, врахування соціальних аспектів і співпрацю між різними секторами економіки. Забезпечення сталого розвитку при рекультивації є ключовим фактором у відновленні порушених територій.

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте екологічні виклики, які впливають на рекультивацію земель, порушених гірничими роботами.

2. Яким чином можна подолати екологічні виклики?

3. Охарактеризуйте економічні виклики, які впливають на рекультивацію земель, порушених гірничими роботами. Назвіть можливі шляхи їх подолання.

4. Охарактеризуйте соціальні виклики, які впливають на рекультивацію земель, порушених гірничими роботами. Назвіть можливі шляхи їх подолання.

5. Охарактеризуйте технічні виклики, які впливають на рекультивацію земель, порушених гірничими роботами. Назвіть можливі шляхи їх подолання.

6. Назвіть кліматичні фактори, які впливають на рекультивацію земель, порушених гірничими роботами.

7. Охарактеризуйте нормативно-правові виклики, які впливають на рекультивацію земель, порушених гірничими роботами. Назвіть можливі шляхи їх подолання.



ЗАВДАННЯ НА ІНДИВІДУАЛЬНУ РОБОТУ 1

Індивідуальна робота з дисципліни "Рекультивація земель, порушених гірничими роботами" виконується у вигляді есе.

Нижче наведено перелік рекомендованих тем. Студент обирає будь-яку з наведених тем, але також студент може запропонувати свою тему за умови обґрунтування ним її доцільності.

1. Екологічні наслідки гірничих робіт та їх вплив на компоненти біосфери
2. Історія розвитку рекультивації порушених земель в Україні та світі
3. Землі, порушені під час підземних гірничих робіт, характеристика порушених земель за формою рельєфу
4. Особливості вибору рослин для проведення біологічного етапу рекультивації земель, порушених гірничими роботами
5. Обсяги земель, порушених гірничими роботами та актуальність рекультивації земель в Україні та світі
6. Порядок проведення технічного етапу рекультивації земель
7. Особливості проведення біологічного етапу рекультивації земель
8. Сучасні напрями рекультивації кар'єрів
9. Гідрологічні зміни на порушених землях і їх вплив на навколишнє середовище.
10. Рекультивація порушених земель у контексті сталого розвитку
11. Впровадження інноваційних технологій у рекультивації: досвід країн ЄС
12. Економічна ефективність рекультиваційних робіт
13. Правові та нормативні аспекти рекультивації земель в Україні
14. Вплив рекультивації на біорізноманіття територій, порушених гірничими роботами
15. Рекультивація земель, порушених вибуховими роботами під час військових дій



ЗАВДАННЯ НА ІНДИВІДУАЛЬНУ РОБОТУ 2

Індивідуальна робота з дисципліни "Рекультивація земель, порушених гірничими роботами" виконується у вигляді есе.

Нижче наведено перелік рекомендованих тем. Студент обирає будь-яку з наведених тем, але також студент може запропонувати свою тему за умови обґрунтування ним її доцільності.

1. Лісогосподарський напрям рекультивації земель: вимоги, особливості застосування
2. Напрями рекультивації породних відвалів та особливості їх застосування
3. Сільськогосподарський напрям рекультивації земель: вимоги, особливості застосування
4. Технологічний етап рекультивації породних відвалів
5. Біологічний етап рекультивації породних відвалів
6. Рекультивація земель, забруднених нафтопродуктами
7. Особливості рекультивації земель, що містять радіоактивні речовини
8. Способи рекультивації земель, забруднених важкими металами
9. Соціальні аспекти рекультивації порушених територій (створення рекреаційних зон, парків)
10. Використання біотехнологій у рекультивації.
11. Рекультивація та відновлення ландшафтів після видобутку бурштину
12. Проблеми та перспективи рекультивації шахтних відвалів і териконів
13. Вторинне використання кар'єрів після рекультивації (водосховища, сонячні станції, рекреація)
14. Використання фіторемедіаційних методів у рекультивації техногенно забруднених земель
15. Комплексна рекультивація територій після гірничо-хімічних виробництв
16. Проблеми рекультивації земель у посушливих регіонах і методи їх вирішення
17. Створення енергетичних плантацій на рекультивованих землях



ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ТА ІНДИВІДУАЛЬНИХ РОБІТ

Вимоги до оформлення звітів з практичних робіт

Звіт з практичних робіт повинен містити: титульну сторінку, оформлену за зразком (додаток А), опис методики виконання роботи, розрахунки згідно варіанту завдання.

Основний текст звіту з практичної роботи оформлюється відповідно до вимог Національного стандарту України «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки: Структура та правила оформлювання. ДСТУ 3008:2015».

Звіт готується у друкованому вигляді на аркушах білого паперу формату А4 (210х297мм). Вимоги до оформлення: шрифт Arial, 14 кегль, інтервал – 1,5; береги: верхній, нижній – 2 см, правий – 1,5 см; лівий – 3 см, з абзацним відступом 1,25 см.

Сторінки звіту слід нумерувати арабськими цифрами у правому верхньому куті сторінки, додержуючись наскрізної нумерації. Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок звіту, але номер сторінки не проставляють. Графічні додатки та таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок звіту.

Оцінка виставляється згідно з робочою програмою навчальної дисципліни.

Вимоги до оформлення індивідуальної роботи

Есе слід вважати короткий виклад у письмовому вигляді змісту і результатів індивідуальної навчально-дослідницької діяльності.

Есе має регламентовану структуру, зміст і оформлення.

Есе повинне володіти наступними ознаками:

- семантична адекватність першоджерела;
- максимальна повнота і точність викладу змісту при невеликому обсязі отриманого тексту;
- об'єктивність у передачі змісту першоджерела;
- авторизованість у передачі інформації;
- постійна стійка структура.

Есе являє собою самостійний аналіз опублікованої літератури з проблеми, тобто систематизований виклад чужих оприлюднених думок з посиланням на першоджерело і, в обов'язковому порядку, з власною оцінкою викладеного матеріалу.

Підготовка і написання есе має на меті розширити, систематизувати та закріпити отримані студентами теоретичні знання в області рекультивації земель, порушених гірничими роботами.

Структура есе:

1. Титульний лист.

2. **Зміст** із зазначенням плану роботи, який повинен містити вступ, назва основних розділів роботи, висновок, список використаних джерел та нумерації сторінок.

3. **Вступ**, в якому визначається мета і завдання дослідження, представленого в есе, його актуальність, ступінь розробленості обраної теми, теоретико-методологічна, концептуальна та джерелознавча база, яка використана для написання есе;

4. **Основна частина**, в якій розкривається основний зміст плану. Текст повинен містити розділи, кількість і назва, яких визначаються автором і викладачем.

Підбір матеріалу спрямований на розгляд і розкриття основних положень обраної теми. Обов'язковим є посилання на авторів, чиї позиції, думки, інформація використані в есе. Цитування і посилання не повинні підміняти позиції автора есе.

Об'ємні відступи від теми, непропорційна розтягнутість окремих розділів розглядаються як недоліки основної частини есе. Таблиці та графічні об'єкти, необхідні для розкриття теми, можуть поміщатися безпосередньо в текст основної частини, якщо їх обсяг не є надмірним. Основна частина есе, крім почерпнутого з різних джерел змісту, повинна містити власну думку студента й сформульовані висновки по завершенню кожного розділу, що спираються на наведені факти. Зазначені висновки рекомендується починати зі слів "таким чином", "підсумовуючи вищевикладене", "отже" і т. п.


5. **Висновок**, де формуються доказові висновки на підставі змісту досліджуваного автором матеріалу.

6. **Список використаних джерел** (не менше 5-7 джерел) оформляється відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання». У нього вноситься весь перелік вивчених в процесі написання есе: статей, навчальних посібників, інтернет-ресурсів, у ньому вказуються: прізвища автора, ініціали, назва роботи, місце і час її публікації.

7. **Додатки**. У есе можуть бути використані додатки (копії архівних документів, фотографії, схеми, зразки документів, таблиці, графіки і т. д.), що ілюструють викладений матеріал. Додаток створюється в тому випадку, якщо він доповнює зміст основних проблем теми.

Есе готується у друкованому вигляді на аркушах білого паперу формату А4 (210x297мм). Вимоги до оформлення: шрифт Arial, 14 кегль, інтервал – 1,5; береги: верхній, нижній – 2 см, правий – 1,5 см; лівий – 3 см, з абзацним відступом 1,25 см.

Кожен розділ починається з нового листа та відокремлюється від основного тексту пробілами в 1,5 інтервалу знизу, шрифт Arial, розмір 12-



14, напівжирне накреслення. Назва підрозділу відокремлюється від основного тексту пробілами в 1,5 інтервалу знизу та зверху.

Нумерація сторінок проводиться послідовно з титульного аркуша і змісту роботи, при цьому номери сторінок проставляються з 3-ї сторінки (зі вступу) у верхньому правому куту.

Обсяг есе становить не менше 15 сторінок без урахування додатків: введення – 1-2 сторінки, основна частина – 10-12 сторінок, висновок – 1-2 сторінки, список використаних джерел – 1 сторінка.

Підготовлена робота здається викладачеві. При невиконанні студентом вимог до наукового рівня, змісту та оформлення есе, викладач має право повернути роботу для доопрацювання та усунення недоліків.

Підготовлене есе у вигляді файлу *.docx, або *.pdf розміщується у відповідному розділі дисципліни в Moodle і перевіряється протягом тижня після завершення терміну подачі. Оскарження оцінки може бути здійснене на останньому практичному занятті модуля.

Обов'язковим є захист есе на практичному занятті, при цьому студент готує доповідь на 8-10 хвилин та презентацію.

Оцінка за індивідуальну роботу виставляється згідно з робочою програмою навчальної дисципліни.


РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Базові

1. Ворошилова Н. В., Доценко Л. В., Кацевич В. В. Рекультивація і охорона земель. Практикум : навч. посіб. Херсон : Олді+, 2022. 164 с.
2. ДСТУ 7705:2015. Захист довкілля. Рекультивація земель. Терміни та визначення понять. [Чинний від 01-08-2016]. Вид. офіц. Київ, 2016.
3. ДСТУ 7941:2015. Якість ґрунту. Рекультивація земель. Загальні вимоги. [На заміну ГОСТ 17.5.3.04-83; чинний від 01-05-2015]. Вид. офіц. Київ, 2015.
4. Ms. Kanchan Dev, Shri Vipin Chaudhary, Dr. Shamila Kalia, Shri Ramakant Mishra. Mine Reclamation : A Handbook. Dehradun, India : Indian Council of Forestry Research and Education, 2020. 80 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/342831801_A_HANDBOOK_ON_MINE_RECLAMATION
5. Singh S. Forestry Research in Mine Reclamation in India: Past, Present and Future. *Indian Journal of Forestry*. 2021. №43(1). P. 10-18.

Додаткові

6. Качала Т. Б. Рекультивація порушених земель : методичні вказівки для самостійної та індивідуальної роботи. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2019. 33 с.
7. Панас Р.М. Рекультивація земель : навчальний посібник. Львів : Новий світ-2000, 2018. 224 с.
8. ДСТУ 7905:2015. Захист довкілля. Придатність порушених земель для рекультивації. Класифікація. [На заміну ГОСТ 17.5.1.02-85; чинний від 01-07-2016]. Вид. офіц. Київ, 2016.
9. Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості / В. О. Забалуєв та ін. Київ : 2013. 312 с.
10. Рекультивація техногенно порушених територій: досвід сільськогосподарського використання / В. О. Забалуєв, І. П. Чабан, Г. Ф. Момот, В. В. Кулініч. *Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Книга 3. Охорона ґрунтів від ерозії і техногенного забруднення, рекультивація, агрохімія, біологія ґрунтів*. Харків : ТОВ «Смуґаста типографія». 2014. С. 27–29.
11. Kostenko, V., Bohomaz, O., Sidnei, S., Udovenko, M., Kutniashenko, O., Kostenko, T., Andrieieva, A. (2025). Substantiation of parameters of moisture retention in arable land using mining wastes. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 26(5), 229-236. doi: <https://doi.org/10.12912/27197050/203220>
12. Kostenko V., Bohomaz O., Hlushko I., Liashok N., Kostenko T. Use of solid mining waste to improve water retention capacity of loamy soils. *Mining*



of Mineral Deposits. 2023. № 17(4). С. 29-34. DOI: <https://doi.org/10.33271/mining17.04.029>

13. Пат. на винахід №121919 Україна, МПК С02F 3/32, С02F 103/10. Спосіб очищення стічних шахтних вод, відновлення біорізноманіття на техногенно порушених територіях і пристрій для його здійснення / Костенко В. К., Зав'ялова О. Л., Чепак О. П., Таврель М. І., Марченко К. В.: заявник і власник ДонНТУ. – № а 2018 08676 ; заявл. 13.08.2018 ; опубл. 10.08.2020. Бюл. №15.

14. Пат. на винахід № 129361, Україна, МПК С05F7/00, С05F11/00, С05F17/05, С05D9/00, С05G3/00, С09K17/40. Спосіб виробництва органо-мінерального добрива / В. К. Костенко, Я. О. Ляшок, І. О. Глушко, О. П. Богомаз, О. Л. Зав'ялова, О. П. Когтева, О. Д. Картавцева.; заявник і власник ДонНТУ. – № а 2021 07326 ; заявл. 16.12.2021 ; опубл. 26.03.2025. Бюл. № 13.

Web-ресурси

15. Конституція України від 28.06.1996 р. Дата оновлення: 01.01.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр#Text> (дата звернення: 02.09.2025).

16. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ. Дата оновлення: 08.08.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 02.09.2025).

17. Земельний кодекс України від 25.10.2001 р. № 2768-ІІІ. Дата оновлення: 28.08.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14#Text> (дата звернення: 02.09.2025).

18. Про охорону земель : Закон України від 19.06.2003 р. № 962-ІV. Дата оновлення: 08.11.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/962-15#Text> (дата звернення: 02.09.2025).

19. Про державний контроль за використанням та охороною земель : Закон України від 19.06.2003 р. № 963-ІV. Дата оновлення: 08.11.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-15#Text> (дата звернення: 02.09.2025).



ДОДАТОК А

Приклад титульного аркуша

**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра гірничої справи**

ПРАКТИЧНА (ІНДИВІДУАЛЬНА) РОБОТА №__

**з дисципліни «Рекультивация земель, порушених гірничими
роботами»**

здобувача вищої освіти за освітньо-
професійною програмою «_____»
(спеціальність G16 Гірництво та
нафтогазові технології)

(П.І.Б.)

група _____

Керівник

(Вчене звання, посада, П.І.Б.)

Запоріжжя, 20XX



Навчально-методичне видання

Богомаз Ольга Петрівна

Рекультивация земель, порушених гірничими роботами

**Методичні рекомендації
до виконання практичних та індивідуальних робіт**

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції