

УДК 504.054

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.50>

МЕТОДИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ПЛОЩІ ЗЕМЕЛЬ, ЩО ЗАБРУДНЮЮТЬСЯ ВНАСЛІДОК ЕРОЗІЇ ПОВЕРХНІ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Зубов А.О. – к.т.н., докторант,

Інститут агроекології і природокористування

Національної академії аграрних наук України

Стаття присвячена розвитку методичних підходів до визначення площі земель, що забруднюються внаслідок надходження кислотного стоку та небезпечних речовин в розчиненому та твердому стані внаслідок ерозійно-гідрологічних процесів, що відбуваються на поверхні породних відвалів гірничодобувної промисловості при таненні снігу та при зливах. Як об'єкти дослідження використано відвали вугільних шахт Центрального Донбасу. Розглянуто геохімічні процеси, внаслідок яких відбувається винесення токсичних речовин з відвалів та їх осадження в ґрунтах. Показано схему, яка демонструє роль елементів первинної гідрографічної мережі – улоговин в поширенні та перерозподілі речовин на схилі балкового або річкового водозбору. Запропоновано алгоритм розрахунку загальної ширини зони потенційного забруднення та сумарної ширини окремих смуг забруднення, що формуються в улоговинах. Показано роль розташування відвалів відносно тальвегів улоговин та вододілів між ними. Приведено дані з кількості конічних, усічених конічних та плоских відвалів у Центральному Донбасі, середньої довжини і ширини їх основи, її середньої та сумарної площі. Використовуючи запропонований алгоритм, встановлено, що, внаслідок ерозійно-гідрологічних процесів, що відбуваються на поверхні породних відвалів вугільних шахт у Центральному Донбасі щорічно забруднюються 11660 га земель різного призначення, у тому числі орні землі та присадібні ділянки й городи, з яких місцеве населення отримує забруднену продукцію для власного споживання. Враховуючи, що площа під відвалами складає 6827 га, визначено, що площа забруднення перевищує її в 1,7 рази. Виходячи з підрахованої площі поверхні відвалів Центрального Донбасу, яка складає 8013 га, підраховано, що з усіх відвалів щорічно в зону забруднення надходить 800 тон важких металів ВМ. Розроблені методичні підходи можуть бути використані при проектуванні інженерних та біологічних заходів на території з породними відвалами для захисту ґрунтів від забруднення та визначення обмежень на вирощування тих чи інших сільськогосподарських культур.

Ключові слова: породний відвал, водна ерозія, кислотний стік, важкі метали, забруднення ґрунтів.

Zubov A.O. Methodological and practical approaches to the assessment of the area of the land, polluted due to surface erosion of waste dumps of the mining enterprises

The article is devoted to the development of methodological approaches to determining the area of land that is polluted as a result of the ingress of acid runoff and hazardous substances in dissolved and solid state due to erosion-hydrological processes occurring on the surface of the rock dumps of the mining industry during snowmelt and during showers. The dumps of coal mines of the Central Donbass were used as objects of study. The geochemical processes that result in the removal of toxic substances from dumps and their deposition in soils are considered. The diagram demonstrating the role of the elements of the primary hydrographic network – hollows in the distribution and redistribution of substances on the slope of a gully or river catchment area is shown. An algorithm for calculating the total width of the potential pollution zone and the total width of individual pollution bands formed in hollows is proposed. Data on the number of conical, truncated conical and flat dumps in the Central Donbass, on the average length and width of their base, its average and total area are given. Using the proposed algorithm, it was found that due to erosion-hydrological processes occurring on the surface of rock dumps of coal mines in the Central Donbass 11660 hectares of land for various purposes are polluted annually, including arable land and household plots and vegetable gardens, from which the local population receives contaminated products for own consumption. Given that the area of waste dumps is 6827 hectares, it is determined that the area of pollution exceeds it by 1.7 times. Based on the calculated area

of dumps in the Central Donbass, which is 8013 hectares, it is estimated that 800 tons of heavy metals enter the contaminated zone annually from all dumps. The developed methodological approaches can be used in the design of engineering and biological measures on the territory with waste dumps to protect soil from pollution and determine the restrictions on the cultivation of certain agricultural crops.

Key words: waste dump, water erosion, acid runoff, heavy metals, soil pollution.

Постановка проблеми. Найважливішими задачами аграрної політики України є забезпечення продовольчої безпеки держави та її високих експортних можливостей, однак вирішення цих задач стримується процесами деградації ґрунтового покриву внаслідок ерозії та хімічного забруднення.

Найбільш вагомими джерелами забруднення десятків тисяч гектарів сільськогосподарських угідь України є підприємства гірничодобувної та металургійної промисловості, розташовані у Криворізько-Кременчуцькій залізорудній зоні, Нікопольському марганцеворудному басейні, Львівсько-Волинському та Донецькому кам'яновугільних басейнах. Відомо 1735 нерудних родовищ, розташованих у 22 областях України. І незалежно від того, чи видобувається руда або нерудна сировина шахтним способом чи кар'єрним, утворюється велика кількість відвалів пустої породи. Внаслідок катастрофічного розвитку водної та вітрової ерозії на породних відвалах, формування кислотного стоку з них, вони є джерелами забруднення повітря, інтенсивного надходження в ландшафти важких металів. Найбільш поширеними та небезпечними є породні відвали вугільних шахт. Загальна площа, яку вони займають, не перевищує 10 тис. га. Проте набагато більшою і ще мало визначеною є площа земель, забруднених у процесі будівництва й експлуатації шахтних комплексів. Визначення цієї площі за регіонами України є важливою задачею з точки зору оцінки екологічних ризиків, пов'язаних з вирощуванням сільськогосподарської продукції в агропромислових ландшафтах з відвалами гірничо-металургійних підприємств, та можливого встановлення певних обмежень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що загальна площа ріллі, забрудненої важкими металами (ВМ) в Україні внаслідок дії різних гірничодобувних підприємств, яких у державі понад 2000, великої маси відходів та їх складування у високі відвали становить 8% [1]. Дослідженнями [2] у Східному Донбасі встановлено, що повітряна та водна міграція матеріалу з відвалів змінює властивості степових ґрунтів у радіусі 1 км, приводить до підвищення вмісту Mn, Cu, V, Cr, Zn, Pb, Mo и Ba у верхніх шарах ґрунту порівняно з фоновими значеннями. Підвищений вміст ВМ у ґрунтового покриві навколо відвалів та в сільгоспкультурах, що вирощуються на ньому, у Центральному Донбасі показано у працях [3, 4, 5], у Західному Донбасі – у [6], у Львівсько-Волинському кам'яновугільному басейні – у [7]. Закономірності територіального розподілу забруднення в ґрунтах цього басейну наводяться в роботі [8].

Накопичення важких металів, що призводить до забруднення с.-г. ґрунтів відзначається авторами Бангладеш [9], Індії [10], Китаю [11] та ін.

Наслідком забруднення ґрунтів є їхня хімічна деградація та зниження якості [12], а для агропромислового виробництва в цілому – зниження продуктивності угідь та одержання продукції, забрудненої важкими металами [13]. В багатьох країнах, зокрема в Китаї, видобуток вугілля, як відмічається в роботі [14], є загрозою продовольчій безпеці.

Для оцінки небезпеки відвалів для певної території важливим є знання як дальності їх впливу, так і розмірів, їх кількості на певній території. Відомо, що на

території Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну розташовані 55 відвалів [7], у Західному Донбасі (східній частині Дніпропетровської області) їх 11 [6]. Відомості з кількості відвалів у Центральному Донбасі та аналіз їх розмірів приведені у нашій роботі [15].

Постановка завдання. *Мета дослідження* – розвиток методичних підходів до визначення площі забруднених земель внаслідок дії відвалів різних типів та її оцінка внаслідок ерозійних процесів. Як *об'єкти дослідження* використано конічні, усічені та плоскі відвали вугільних шахт Центрального Донбасу.

Виклад основного матеріалу. Конічна форма відвалів, велика крутість їх відкосів сприяють активним ерозійним процесам на них та винесенню великої кількості породи на прилеглу територію. Сірчана кислота, що утворюється в результаті окислення піриту, що міститься у породі, розчиняє різні метали [4]. Отже, ерозійні процеси призводять до перенесення в ландшафти з кислотним стоком важких металів у рухомій формі [4, 5]. Надалі сірчаноокислі міграційні потоки з породних відвалів при контакті із зональним типом ґрунтів, представленим чорноземами звичайними, з нейтральною або слаболужною реакцією середовища формують лужні геохімічні бар'єри. При цьому частина елементів, що мігрує у вигляді простих катіонів (Zn, Cu, Pb, Cd, Li, Sr), накопичується у формі слаборозчинних гідрооксидів. Група елементів, що знаходиться в сірчаноокислому потоці гідролізованих сполуках (Al, W, Be, Mo, Zr), осаджується в ґрунтах у вигляді простих іонів. Надалі більшість хімічних елементів поглинається ґрунтом і зосереджується в гумусовому горизонті, формуючи локальні зони забруднення, і лише деяка частина (Ag, Bi, Mo, Nb, W) розсіюються униз за ґрунтовим профілем.

Маса породи, що виноситься з конкретного відвалу залежить від площі поверхні, що еродує або дефлює, тобто від площі бокової поверхні та плоскої верхівки, яка є у плоских та усічених конічних відвалів. Значною мірою винесення породи залежить також від інтенсивності ерозії або дефляції.

Внаслідок винесення породи кожен відвал формує свою зону впливу на середовище, розміри якої залежать від форми та розмірів відвалу. Для її визначення й оцінки на цій основі екологічної небезпеки відвалів важливо розуміти механізм поширення забруднювачів з відвалів у ландшафті.

При водній ерозії забруднення території йде у бік напряму схилу й ілюструється на удосконаленій схемі з роботи [16] (рис. 1).

Згідно зі схемою, при зливах або таненні снігу на відкосах відвалу формуються струмені вод поверхневого стоку, які несуть тверді та розчинені продукти ерозії та вилуговування зі схилів відвалу до його підніжжя. Як показано у [17, 5], близько 90% породи, що виноситься, відкладається біля підніжжя відвалу або поблизу нього. Процесу відкладення (акумуляції) сприяє наявність рослинності, траншей та валів. Однак дрібна та найбільш рухлива фракція розміром менше 0,25 мм може безперешкодно мігрувати з тимчасовими водними потоками, виносячи з собою щорічно понад 100 кг/га важких металів з поверхні відвалу на значну відстань від нього.

Оскільки невід'ємним елементом мікрорельєфу схилених земель, починаючи з їх похилу усього 0,5-1°, та вже з відстані 100-200 м від вододілу є улоговини – первинні елементи гідрографічної мережі глибиною переважно до 1 м [18], міграція забруднювачів має специфічний характер. Параметри розташування улоговин та їх поперечної перетину мають зв'язок із відстанню від вододілу, крутістю схилу, його поперечною формою та радіусом кривизни горизонталей R. Для схилів прямої поперечної форми ($R > 1000$ м) ці зв'язки ілюструються у табл. 1.

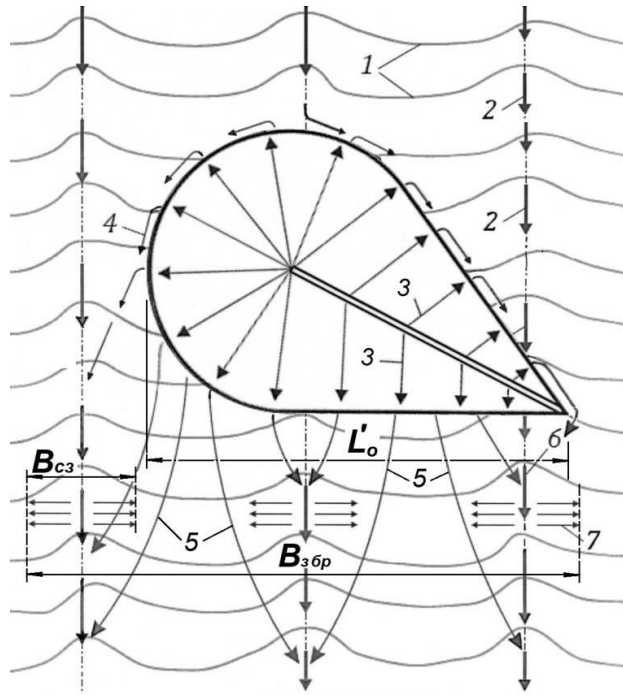


Рис. 1. Схема міграції забруднюючих речовин з терикону при ерозійно-гідрологічних процесах: 1 – горизонталі місцевості; 2 – стік талих і зливових вод з вищерозташованої частини схилу вздовж тальвегу улоговини; 3 – стік води з частками породи (наносами) зі схилу відвалу; 4 – стік води з наносами вздовж підніжжя відвалу; 5 – продовження стоку зі схилу на поле; 6 – потік води з наносами вздовж тальвегу улоговини; 7 – розповсюдження забруднювачів з dna улоговини при обробітку поля

Таблиця 1

Найбільш вірогідні параметри мережі улоговин у межах різних еколого-технологічних груп земель (ЕТГ) [18]

Номер ЕТГ, крутизна схилу, град.	Довжина схилу, м	Параметри улоговинної мережі			
		глибина улоговин, м	крутизна схилів улоговин, град.	відстань між тальвегами улоговин, м	ширина водозборів улоговин, м
I (1–3)	100–1500	0,30–0,75	0,005–0,012	150–260	110–185
II (3–5)	100–1500	0,30–1,00	0,010–0,018	110–180	75–130
III (5–7)	500–1000	0,70–1,20	0,014–0,020	90–130	65–90

Внаслідок водозбираючого впливу улоговин на поверхневий стік частинки породи (наноси) і розчинені забруднюючі речовини, що виносяться з відвалу, потрапляють на їх дно і далі пересуваються вздовж тальвегів улоговин у вигляді концентрованого потоку. З рис. 1 видно, що дрібні частки породи, змиті з відкосу,

розташованого проти напрямку основного схилу місцевості, не мають можливості пересуватися вверх за схилом, тому мігрують з водним потоком вздовж підніжжя відвалу, який потім відривається від лінії його периметру і також прямує до тальвегів улоговин.

Під час обробітку ґрунту на полі його забруднена частина поширюється з дна улоговини як ліворуч, так і праворуч до 20–30 м, що підтверджується ґрунтовими аналізами та фактами пригніченого стану с.-г. культур [3, 5, 19]. Таким чином, забруднення має характер вздовжсхилової смуги, що складається з кількох більш вузьких смуг шириною $B_{сз} = 40 - 60 \text{ м} \approx 50 \text{ м}$, розташованих на дні улоговин. Довжина смуг обмежується відстанню до тальвегу найближчої балки (яру), тобто може досягати сотень метрів.

Сумарна ширина смуг забруднення ґрунту $B_{знт}$ (нетто) є кратною кількості $n_{ул}$ тальвегів, до яких надходять стік та частки породи:

$$B_{знт} = n_{ул} \cdot B_{сз} \quad (1)$$

Більш вимогливий підхід дозволяє оцінювати загальну ширину смуги забруднення як суму забруднених смуг шириною $B_{знт}$ разом із відносно чистими смугами, що їх розділюють, за формулою:

$$B_{збр} = (n_{ул} - 1)B_{ул} + B_{сз}, \quad (2)$$

де $B_{ул}$ – середня ширина водозборів улоговин в межах загальної смуги забруднення. Така ширина зони забруднення (брутто) буде більшою за $B_{знт}$.

Кількість улоговин у межах смуги забруднення $n_{ул}$ залежить від співвідношення між шириною $B_{ул}$ та шириною основи відвалу L'_0 в поперечному до тальвегів напрямку. Інакше параметр L'_0 можна трактувати як проекцію осі відвалу на лінію цього напрямку й визначати за формулою:

$$L'_0 = B_0 + (L_0 - R_0)\sin\Delta A - R_0, \quad (3)$$

де L_0 – довжина осі основи відвалу; B_0 – ширина основи відвалу; $R_0 = B_0/2$ – радіус лобової частини основи відвалу; $\Delta A = A_{сх} - A_L$,

де $A_{сх}$ – азимут напрямку тальвегів улоговин (напрямуку основного схилу); A_L – азимут напрямку осі основи відвалу.

Формула (3) дає вірні результати при $\Delta A > \arctg[R_0/(L_0 - R_0)]$.

При менших значеннях ΔA $L'_0 = B_0$.

Визначимо кількість улоговин $n_{ул}$ залежно від різних варіантів співвідношення $B_{ул}$ та L'_0 (табл. 2) у двох контрастних випадках розміщення відвалу з симетричним розташуванням відрізка L'_0 відносно: а) тальвегу однієї з улоговин; б) вододілу між улоговинами; та у проміжному між ними випадку (в), тобто симетрично серединної лінії між тальвегом та вододілом, які показані на рис. 2. Для спрощення проекцію відвалу дано у вигляді кола.

Як бачимо, у варіантах «а» і «в» стік та наноси з відвалу потрапляють у дві улоговини, у варіанті «б» – тільки в одну. Відповідно розрізняється й ширина зони забруднення.

Розглянемо алгоритм визначення площі забруднення земель при водній ерозії поверхні на прикладі типового конічного відвалу. Оскільки середня висота териконів у Донецькій та Луганській областях, згідно з [15], дорівнює 48,6 і 47,4 м, висоту типового відвалу можна умовно прийняти як $H_0 = 50 \text{ м}$.

Довжина осі такого терикону, виходячи з куту нахилу відкосів $\alpha=37^\circ$ та ребра (гребня хвостової частини) $\beta=19^\circ$, за підрахунками [5], дорівнює:

$$L_0 = H_0(\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \beta) = H_0(1,33 + 2,90) = 4,23 \cdot H_0 = 210 \text{ м}.$$

Ширина терикону $B_0 = 2H_0 \text{ctg } \alpha = 2,66H_0 = 133 \text{ м}$.

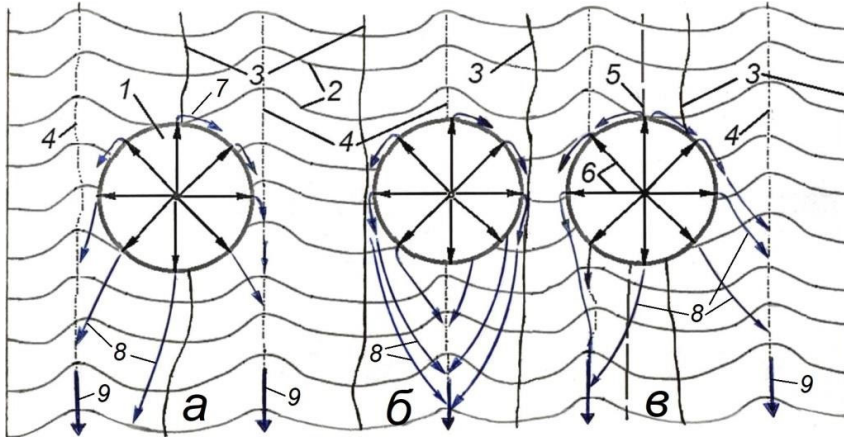


Рис. 2. Варіанти розташування відвалів відносно тальвегів улоговин та вододілів між їх водозборами: симетрично вододілу (а), тальвегу (б), серединної лінії схилу улоговинного водозбору (в); 1 – кончні відвали; 2 – горизонталі місцевості; 3 – вододіли водозборів улоговин; 4 – тальвеги улоговин; 5 – середня лінія схилу улоговини; 6 – стік води з наносами зі схилу відвала; 7 – стік води з вздовж підніжжя відвала; 8 – продовження стоку зі схилу на поле; 9 – потік води з наносами вздовж тальвегу улоговини

Таблиця 2

Кількість улоговин в зоні забруднення та її ширина залежно від співвідношення параметру відвалу L'_0 та ширини улоговин $B_{ул}$

Інтервали співвідношення $L'_0/B_{ул}$	Варіанти осі симетрії відвалу в системі улоговин			Середня кількість улоговин $n_{ул}$	Сумарна ширина смуг і зон забруднення $B_{зш}^2$ і $B_{збр}^м$
	а) тальвег улоговини	б) вододіл улоговини	в) середня лінія		
$L'_0/B_{ул} \leq 0,5$	1	2	1	1,33	67 і 109
$0,5 < L'_0/B_{ул} \leq 1$	1	2	2	1,67	84 і 171
$1 < L'_0/B_{ул} \leq 1,5$	3	2	2	2,33	117 і 290
$1,5 < L'_0/B_{ул} \leq 2$	3	2	3	2,67	134 і 350
$2 < L'_0/B_{ул} \leq 2,5$	3	4	3	3,33	167 і 470
$2,5 < L'_0/B_{ул} \leq 3$	3	4	4	3,67	184 і 530
$3 < L'_0/B_{ул} \leq 3,5$	5	4	4	4,33	217 і 649
$3,5 < L'_0/B_{ул} \leq 4$	5	4	5	4,67	234 і 711

Не маючи можливість точно визначити середньозважене значення параметру L'_0 для всіх териконів, визначили його за формулою (3) для кутів $\Delta A = 0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$. Встановили, що $L'_0 = 167 \text{ м} = 0,79L_0$, тобто наближується до середнього між L_0 і B_0 , яке дорівнює $170 \text{ м} = 0,81L_0$.

З табл. 1 визначили середню відстань між тальвегами улоговин $B_{ул}$ як 180 м. Порівнюючи її з $L'_0 = 167 \text{ м}$, визначили, що $0,5 B_{ул} \leq L'_0 \leq 1 B_{ул}$, отже, згідно з табл. 2, $n_{ул} = 1,67$. Загальна ширина зони забруднення (брутто) за формулою (2)

$B_{3\text{нт}}$ у середньому дорівнює 170 м; в її межах сумарна ширина смуг забруднення $B_{3\text{бр}}$ за формулою (1) дорівнює 84 м.

Довжину зони забруднення можна визначити як частину відстані між балками, до яких прямують улоговини. Максимальне значення долі цієї частини – $\frac{1}{2}$, мінімальне наближується до нуля. Отже її середнє значення приблизно дорівнює $\frac{1}{4}$ відстані між балками або половині довжини схилу балкового водозбору. Перемножуючи прийняту довжину та ширину зони забруднення $L_3 = 300$ м та $B_{3\text{бр}} = 171$ м, отримуємо площу зони забруднення: $F_3 = 51300$ м² або 5,13 га для окремого типового конічного відвалу.

Для визначення параметрів усічених та плоских відвалів були використані інші підходи. Для характеристики відвалів Донецької області використані дані ДК «Укрвуглереструктуризація» на 2010 рік. В результаті їх обробки для кожного з 3-х типів відвалів отримані їх кількість в шт. та у %, середні значення їхньої висоти, площі основи, об'єму. Встановлено, що понад 50% відвалів області (314 шт.) мають конічну форму. Усічених відвалів 102, плоских – 180. Площа під відвалами всіх типів – 3533 га, сумарний об'єм – 1,045 млрд м³.

Для Луганської області, як показано у [15], вимірювання виконувались за допомогою відкритого сервісу Google Earth. В результаті прямого підрахунку встановлено загальну кількість відвалів у межах області – 694 од. Для конічних, усічених і плоских відвалів середні значення довжини їх осі дорівнюють відповідно 216,5; 227,5 і 419,5 м; ширини осі: 158,5; 166,1 і 269,5 м. Середні значення їх висоти дорівнюють 47,4; 30,5 і 35,5 м.

Отримані емпіричні рівняння свідчать про високий рівень зв'язку площі основи (F) отвалов всех типов с довжиною їх осі L . Для конічних, усічених та плоских відвалів вони мають вигляд [15]:

$$F=7 \cdot 10^{-5} L^{1,94}, F=7 \cdot 10^{-5} L^{1,95}, F=2 \cdot 10^{-4} L^{1,82}, \quad (4)$$

(коефіцієнти детермінації R^2 відповідно дорівнюють 0,93; 0,86 і 0,88).

Зв'язок ширини і довжини основи конічних і усічених відвалів виражається рівняннями прямої:

$$B_k = 0,743L, B_{yc} = 0,725L, \quad (R^2 = 0,85 \text{ і } 0,72). \quad (5)$$

Як наслідок доброго зв'язку ширини основи відвалів B з її довжиною (довжиною осі) L еквівалентом площі основи F може стати добуток довжини та ширини основи відвалів – параметр LB .

Зв'язок площі основи конічних, усічених та плоских відвалів з її еквівалентом з високою точністю виражається рівняннями [15]:

$$F_k = 0,755(LB); F_{yc} = 0,724(LB); F_{пл} = 0,719(LB). \quad (6)$$

Використовуючи отримані залежності до аналізу даних з середньої площі основи різних типів відвалів Донецької області, приведені вище, отримано значення довжини і ширини їх основи, за якими, як і для відвалів Луганської області, за розробленим вище алгоритмом розраховані значення параметру L_0 ' (табл. 3, колонка 4), значення його відношень до прийнятої ширини улоговин (180 м), середню кількість улоговин $n_{ул}$ (кол. 6), сумарну ширину смуг забруднення $B_{3\text{нт}}$ і загальну ширину зони забруднення $B_{3\text{бр}}$ для кожного відвалу у середньому (кол. 7); сумарну ширину смуг забруднення $\sum B_{3\text{нт}}$ і зон забруднення $\sum B_{3\text{бр}}$ для всіх відвалів кожного типу та кожної області (табл. 3, кол. 8). Добуток $\sum B_{3\text{нт}}$ і $\sum B_{3\text{бр}}$ з прийнятою довжиною зон забруднення L_3 (кол. 9) є площею забруднення угідь, що розташовані нижче відвалу за схилом для всіх відвалів кожного з трьох типів кожної з двох частин Центрального Донбасу (табл. 3, кол. 10).

Таблиця 3

**Розрахунок площі земель, що забруднюються внаслідок водної ерозії
поверхні породних відвалів в Центральному Донбасі**

Область	Тип відвалу	Кількість	L'_o , м	L'_B , м	$n_{ул}$	$\frac{B_{знт}}{B_{збр}}$, м	ΣB_3 , км	L_3 , м	F_3 , га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Луганська	Конічні	219	168	0,93	1,67	84/171	18,4/37,4	300	552/1122
	Усічені	289	206	1,14	2,33	117/290	33,8/83,8	300	1014/2514
	Плоскі	186	346	1,92	2,67	134/350	24,9/65,1	300	748/1953
	Усі	694					77,1/186,3		2314/5589
Донецька	Конічні	304	224	1,24	2,33	117/290	35,6/88,2	300	1067/2645
	Усічені	102	268	1,49	2,33	117/290	11,9/29,6	300	358/888
	Плоскі	180	380	2,11	3,33	167/470	30,1/84,6	300	903/2538
	Усі	586					77,6/202,3		2328/6071
Увесь ЦД		1280					155/389		4642/11660

Як бачимо з табл. 3, унаслідок ерозійно-гідрологічних процесів, що відбуваються на поверхні породних відвалів вугільних шахт та на прилеглий до них території, у Центральному Донбасі щорічно забруднюються понад 10000 га площі земель різного призначення, у тому числі орні землі та присадібні ділянки й городи, з яких місцеве населення отримує забруднену продукцію для власного споживання. Згідно даних інституту Луганськгіпрошахт, відомо, що поблизу відвалів тільки в Луганській області на 1.01.1996 р. мешкали 2429 родин або 7946 чол., тому екологічну ситуацію тут можна назвати катастрофічною як для населення, так і для ґрунтів.

Враховуючи, що площа під відвалами 6827 га, можна заключити, що площа забруднення перевищує її в 1,7 рази.

Використовуючи дані, викладені в нашому попередньому дослідженні [15], підраховали, що площа поверхні відвалів Центрального Донбасу, яка піддається водній ерозії, складає 8013 га. Виходячи з того, що, згідно з [17, 5], з найдрібнішими частками породи з кожного га поверхні щорічно надходить 100 кг важких металів у рухомій формі, можна підрахувати, що з усіх відвалів на територію, що забруднюється, щорічно надходить 801 т ВМ. Ця маса частково доходить до балкової мережі та річок, частково перевідкладається на площі забруднення, концентруючися на дні улоговин.

Оскільки замикаючим створом смуг забруднення є балки та річки, а сумарна ширина забруднених зон загалом по Центральному Донбасу, виходячи з табл. 3, складає 389 км, такою ж є сумарна довжина елементів гідрографічної мережі, до яких надходять забруднюючі речовини. В балках частина речовин відкладається, а частина переноситься тимчасовими водними потоками до річок, й таким чином забруднення переносяться на значні відстані від місця винесення.

Висновки і пропозиції. Забруднення ґрунтів на землях з відвалами гірничо-металургійного комплексу є гострою екологічною проблемою, характерною для всіх гірничодобувних територій України та багатьох інших країн світу.

Розроблений методичний підхід дозволяє визначати ширину та площу зони потенційного забруднення земель внаслідок надходження з породних відвалів різних типів кислотного стоку, розчинених та твердих продуктів водної ерозії їх

поверхні. Ця інформація є необхідною для проектування інженерних та біологічних заходів для захисту території, що прилягає до відвалів від надходження забруднюючих речовин. Вона ж має враховуватися при організації території сільськогосподарських підприємств з метою запобігання отримання забрудненої рослинної продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Балюк С. А., Даниленко А. С., Фурдичко О. І. Звернення до керівництва держави щодо подолання кризової ситуації у сфері охорони земель. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 11. С. 5–8.
2. Alekseenko, V.A., Béch, Jaume; Alekseenko A.V. & Shvydkaya N.V. Environmental impact of the disposal of coal mining waste in soils and plants in the Rostov Oblast. *Russia Journal of Geochemical Exploration*. 2018. Vol. 184. Part B, January. P. 261–270. DOI: 10.1016 / j.gexplo.2017.06.003 [In English].
3. Зубов О.Р., Зубова Л.Г., Зубов А.О. Оцінювання впливу териконів на екологічний стан агроландшафтів. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів. 2019, Т. 29, № 9. С. 50–59. DOI: <https://doi.org/10.36930/40290909>
4. Смирный М. Ф., Зубова Л.Г., Зубов А. Р. Экологическая безопасность терриконовых ландшафтов Донбасса: монография. Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2006. 232 с.
5. Зубов А.Р. Повышение экологической безопасности породных отвалов угольных шахт: монография / [А.Р. Зубов, Л.Г. Зубова, С.Г. Воробьев, А.А. Зубов, А.В. Харламова]. Луганск: Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2012. 172 с.
6. Petlovanyi M. V. & Medianyuk V. Yu. Assessment of coal mine waste dumps development priority. *Науковий Вісник ННУ*. 2018. No. 4. P. 28–35. ISSN 2071-2227, <https://doi:10.29202/nvngu/2018-4/3> [In English].
7. Піндер В., Попович В. Рекультивация породних відвалів ліквідованих шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну, *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27 (3). С. 113–116. DOI: <https://doi.org/10.15421/40270325>
8. Яцух О.М., Снітинский В.В. Особенности территориального розподілу важких металів у зоні впливу Червоноградської шахти. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини і біотехнології ім. Гжицького*. 2011. Т. 13, № 2(2).
9. Bhuiyan Mohammad A.H. et al. Heavy metal pollution of coal mine-affected agricultural soils in the northern part of Bangladesh. *Journal of Hazardous Materials*. 2010. Vol. 173, Issues 1–3. P. 384–392.
10. Manna Abhijit, Maiti Ramkrishna. Geochemical contamination in the mine affected soil of Raniganj Coalfield – A river basin scale assessment. *Geoscience Frontiers*. 2018. Vol. 9. P. 1577–1590. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2017.10.011>
11. Li, Z. et, Ma, Z., van der Kuijp, T.J. et al. 2014. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: Pollution and health risk assessment. *Science of The Total Environment*. 2014. Vol. 468–469. P. 843–853.
12. Долгова Т.І. Комплексна оцінка стану ґрунтів в гірничодобувних районах та прогноз наслідків їх техногенної трансформації: автореф. дис. ... докт. тех. наук: 21.06.01 // Національний гірничий університет. Дніпропетровськ, 2005. 35 с.
13. Kumar B. M. Mining waste contaminated lands: an uphill battle for improving crop productivity: Review. *Journal of degraded and mining lands management*. 2013. Vol. 1, No. 1. P. 43–50.
14. Lu Y., Song S., Wang R. et al. Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in China. *Environment International*. 2015. Vol. 77. P. 5–15.
15. Зубов А.О., Зубов О.Р. Типологія, морфометрія і кількість породних відвалів вугільних шахт в Україні. *Екологічні науки* 2022. № 4(43). С. 79–87. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.4-43.13>

16. Зубов А.О. Екологічна небезпека породних вугільних відвалів у агроландшафтах. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 2. С. 16–22. DOI: //doi.org/10.33730/2077-4893.2.2019.174013

17. Воробьев С. Г., Зубов А. Р., Зубова Л. Г. Влияние терриконов на экологическое состояние речной сети и водных объектов в Луганской области. *Вісник СХУ ім. В. Даля*. 2008. № 9 (127). Ч. 2. С. 52–59.

18. Зубов А. Р., Зыков И. Г., Тарарико А. Г. Формирование эрозионно-устойчивых агроландшафтов в бассейне Северского Донца: монография. Волгоград: ГНУ ВНИАЛМИ, 2010. 240 с.

19. Зубов А.О., Зубов О.Р., Зубова Л.Г. До питання впливу породних відвалів вугільних шахт на агросферу. *Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку* : матеріали III-ї Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Херсон, 22–23 жовтня 2020 р.). Херсон, 2020. С. 255–260.

УДК 639.2(282.247.326.8)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.128.51>

ПРО ХАРАКТЕРИСТИКУ ЗНАРЯДЬ І ЗАСОБІВ ЗИМОВОГО ЛЮБИТЕЛЬСЬКОГО РИБАЛЬСТВА НА ДНІПРОВСЬКОМУ (ЗАПОРІЗЬКОМУ) ВОДОСХОВИЩІ

Кобяков Д.О. – аспірант кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Новіцький Р.О. – д.б.н., професор,
завідувач кафедри водних біоресурсів та аквакультури,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Любительське рибальство в Україні є потужним чинником природокористування, яке конкурує з традиційним промислом. Причому, на відміну від останнього, *recreational fisheries* має значні економічні і соціальні переваги, а також чіткі перспективи трансформації у прибуткову галузь економіки. Досліджували кількісні та якісні показники зимового любительського рибальства на Дніпровському (Запорізькому) водосховищі, оцінювали знаряддя та засоби рибної ловлі, що використовують взимку рибалки-любители, встановлювали ефективність знарядь рибальства та визначали видовий склад уловів рибалок. Дослідження проводили в межах м. Дніпра під час зимового періоду 2021 року. Дано визначення основним рибальським снастям на Дніпровському водосховищі, наведено тлумачення поняття «ловля на драч». Проаналізовано 96 уловів рибалок-любителей м. Дніпро. Обробку зібраного матеріалу і узагальнення отриманих даних здійснювали на базі науково-навчальної лабораторії аквакультури кафедри водних біоресурсів та аквакультури біотехнологічного факультету ДДАЕУ. На акваторії Дніпровського водосховища взимку аматори використовують гачкові знаряддя риболовлі – зимові вудочки і жерлиці. За час дослідження рибалки-любители на водосховищі у межах м. Дніпро взимку ловили рибу зимовою вудочкою з мормишкою (47,9% усіх випадків), зимовою вудочкою з поплавком (21,9%). На балансір, «гірляндю» та жерлицю ловило не більше 29,2% рибалок. Поодинокими є випадки ловлі «драчем» (1% зустрічей). Видовий склад риб в уловах зимового рибалки-любителя порівняно невеликий. Загалом взимку на досліджених акваторіях Дніпровського водосховища рибалки ловлять 13 видів риб. Найчастіше в уловах трапляються бички (р. *Neogobius*), окунь річковий (*Perca fluviatilis*) та плітка звичайна (*Rutilus rutilus*). Відзначений нечисленний, але досить стабільний вилов карася сріблястого (*Carassius gibelio*). Ураховуючи